

# Az *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) toxikus elemtartalmának vizsgálata urbanizációs grádiens mentén

Nagy Leila<sup>1</sup> és Mizser Szabolcs<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Ökológiai Tanszék,  
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

<sup>2</sup> MTA-DE Biodiverzitás Kutatócsoport,  
4010 Debrecen, Pf. 71.

e-mail: nagyleila@gmail.com

**Összefoglaló:** Az urbanizációs hatások becslésére kiválóan alkalmasak a szárazföldi gerinctelen szervezetek. Közöséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*, Latreille, 1804) egyedek toxikus elemtartalmát vizsgáltuk urbanizációs grádiens mentén, belvárosi parkban, külvárosi erdős területen Debrecenben és a várost környező Nagyerdőben. Vizsgáltuk a hímek és nőstények közötti toxikus elemtartalombeli különbségeket is. A vizsgált 6 toxikus elem közül (Ba, Cu, Fe, Mn, Pb és Zn) a bárium és a réz esetében jelentős különbséget tapasztaltunk az egyes területekről gyűjtött közöséges gömbászka egyedek között. Szignifikánsan nagyobb réz koncentrációt mértünk a belvárosi területről gyűjtött közöséges gömbászka egyedek között. A Nagyerdőben gyűjtött egyedekben magasabb volt a bárium koncentráció, mint a külvárosi és belvárosi területről gyűjtött egyedekben. A hímek és nőstények között a bárium koncentrációjában tapasztaltunk szignifikáns eltérést. Eredményeink azt mutatják, hogy az urbanizáció hatása nyomon követhető a közöséges gömbászka egyedek toxikus elemtartalmának változásában, ezért környezeti terhelés monitorozására alkalmas az általunk kidolgozott módszer.

**Kulcsszavak:** elemösszetétel, biológiai indikátor, MP-AES

## Bevezetés

Az urbanizáció negatív hatással lehet a szárazföldi ökoszisztéma szolgáltatókra, ezáltal a talaj, valamint a levegő minősége a városiasodás hatására romolhat. (Simon *et al.* 2011, 2013, 2014). Az abiotikus környezeti tényezők minőségének romlása a szárazföldi gerinctelen taxonok diverzitását is csökkenti (Magura *et al.* 2006, 2010, Bogyó *et al.* 2015). A szárazföldi gerinctelen taxonok közül az ászkarákok igen érzékenyen reagálnak számos környezeti tényező változására, ezért környezeti terhelés monitorozására kiválóan használhatók (Hornung *et al.* 2009, Vona-Túri *et al.* 2013). A városi élőhelyek ászkarák együtteseinek jellemzője, hogy viszonylag fajszegények és főként euriók és szünantróp fajok alkotják (Hornung *et al.* 2007). Dekomponáló szervezetek révén fontos szerepük van a szerves anyag részleges lebontásában (Otártics *et al.* 2014). Mivel a toxikus fé-

mek nagy része szerves anyaghoz kötött formában van jelen a szárazföldi ökoszisztémában, ezért az ászkarákok kiváló indikátorok lehetnek az élőhelyeiket érő toxikus fémterhelések monitorozására is (Jones & Hopkin 1998).

Az általunk vizsgált elemek közül a bárium és ólom toxikusnak, míg a réz, vas, mangán és cink esszenciális elemnek tekinthető, viszont nagy koncentrációban már toxikus elemként viselkednek. A réz az ászkarákokban az oxigénszállító hemicyaninhoz kötődik. Antagonizmusban áll a kadmiummal és a cinkkel, azaz utóbbi két elem nagy koncentrációban való jelenléte gátolja a rézfelvételt az ászkarákokban. A réz nagy koncentrációban toxikus elemként az idősebb egyedek pusztulásához vezethet (Dallinger & Rainbow 1993). A cink is toxikus koncentrációban a szaporodási arány, valamint légzésszám csökkenéséhez vezethet (Dallinger & Rainbow 1993, Drobne & Hopkin 1995). Vizsgálatunkban közönséges gömbászka egyedek toxikus elemtartalmában bekövetkező változásokat tanulmányoztuk egy urbanizációs grádiens mentén belvárosi, külvárosi és természetközeli területről gyűjtött egyedek vizsgálatával. A választott faj az egész világon elterjedt, kozmopolita, nem kötődik tipikus élőhelyhez. Jól viseli a szárazságot és a meleget, továbbá az antropogén hatások egyik jellemző indikátora (Farkas & Vilicsics 2013). Azt is teszteltük, hogy tapasztalható-e különbség a nőstény és hím egyedek toxikus elemtartalmában a közönséges gömbászka egyedek esetében.

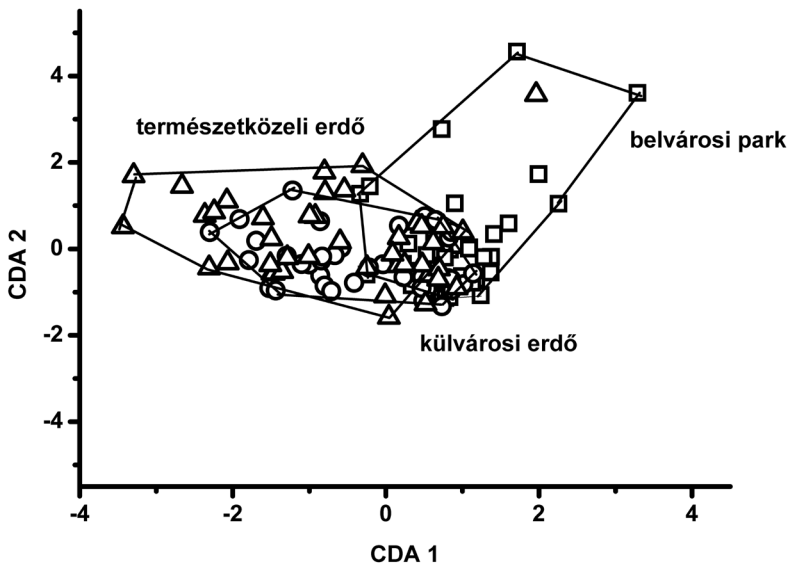
## Módszerek

Egy urbanizációs grádiens mentén 3 mintavételi helyről gyűjtöttünk élvefogó csapdázással közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*) egyedeket. Debrecenben és környékén egy belvárosi parkból, egy külvárosi erdős területről és a város mellett lévő Nagyerdőből, mint természetközeli területről 2012-ben áprilistól októberig történt a mintagyűjtés. Az urbanizáció mértékét az egyes területeken a beépítettség mértéke jelzi, amely a városi élőhely esetében 60 %, a kertvárosi élőhelyen 30 % volt, míg a természetközeli élőhelyen 0 % volt a beépítettség (Magura *et al.* 2004). Területenként 20 csapdát helyeztünk el, amelyeket 3 napon tá ürítettük. A mintavételi helyek közül valamennyi mintavételi helyről 40 egyedet gyűjtöttünk. A begyűjtött fajokat Farkas & Vilicsics (2013) munkája alapján határoztuk. A feldolgozásig a mintákat fagyasztóban -15°C-on tároltuk. A minták feldolgozását Braun *et al.* (2009, 2012) által leírt módszer alapján végeztük. A toxikus elemtartalom meghatározást CETAC 45 000 AT + ultrahangos porlasztóval ellátott ICP-OES IRIS Intrepid II XSP készülékkel végeztük.

Az eredmények statisztikai feldolgozása során a varianciák homogenitását Levene próbával ellenőriztük. A különböző területekről gyűjtött ászkarák egyedek toxikus elemtartalmát kanonikus diszkriminancia-analízissel (CDA) és két-utas általánosított lineáris modellel (GLM ANOVA) vizsgáltuk. A különböző élőhelyek egy faktort, míg az ivar egy másik faktort jelentett az elemzés során. Azokban az esetekben, ahol szignifikáns különbséget tapasztaltunk Tukey-féle tesztet végeztünk.

## Eredmények

Kanonikus diszkriminancia-analízist alkalmazva a belvárosi park, külvárosi és természetközeli állapotú területek jól elkülönültek egymástól az ászkarák egyedek toxikus elemtartalma alapján (1. ábra) ( $p < 0,001$ ). Átfedést tapasztaltunk a



1. ábra. Ászkarák egyedek toxikus elemtartalma a különböző mintavételi helyek alapján ( $\mu\text{g/g}$ ).

belvárosi és külvárosi, illetve a külvárosi és a természetközeli állapotú területekről gyűjtött ászkarákok toxikus elemtartalma között. A vizsgált toxikus elemek közül a bárium koncentráció negatívan korrelált az 1. tengellyel ( $r = -0,643$ ), míg

a réz ( $r = 0,470$ ) és vas ( $r = 0,080$ ) esetében pozitív korrelációt tapasztaltunk az 1. tengellyel. A többi toxikus elem esetében az elemek koncentrációja a mangán esetében pozitívan, míg az ólom és cink esetében negatívan korrelált a 2. tengellyel (Mn:  $r = 0,710$ ; Pb:  $r = -0,432$ ; Zn:  $r = -0,180$ ).

Variancia-analízis alkalmazásával szignifikáns különbséget tapasztaltunk a vizsgált területek között a bárium és réz koncentrációjában (Ba:  $F_{2,119} = 12,058$ ;  $p < 0,001$ ; Cu:  $F_{2,119} = 4,626$ ;  $p = 0,012$ ; Fe:  $F_{2,119} = 0,082$ ;  $p = 0,921$ ; Mn:  $F_{2,119} = 1,660$ ;  $p = 0,195$ ; Pb:  $F_{2,119} = 0,607$ ;  $p = 0,547$ ; Zn:  $F_{2,119} = 0,411$ ;  $p = 0,664$ ). Szignifikánsan nagyobb Cu koncentrációt mértünk a belvárosi területről gyűjtött ászkarák egyedekben ( $F_{2,119} = 6,324$ ;  $p = 0,002$ ). A természetközeli állapotú területről gyűjtött egyedekben szignifikánsan magasabb bárium koncentrációt tapasztaltunk, mint a külvárosi és belvárosi területről gyűjtött egyedekben (1. táblázat). A hím- és nőtényegyek elemösszetételének összehasonlításakor a bárium esetében tapasztaltunk szignifikánsan nagyobb koncentrációt a nőtény egyedekben ( $F_{1,119} = 4,092$ ;  $p = 0,045$ ) (2. ábra).

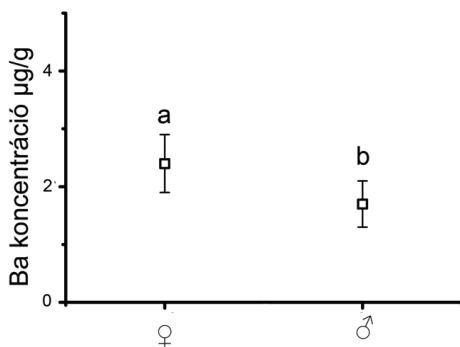
**1. táblázat.** Ászkarák egyedek toxikus elemtartalma ( $\mu\text{g/g}$ , átlag  $\pm$  SE).

Toxikus elemek	Területek					
	belváros		külváros		természet közeli	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Ba	0,2 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,1	3,8 $\pm$ 0,8	0,8 $\pm$ 0,4	0,7 $\pm$ 0,3	5,7 $\pm$ 1,0
Cu	210 $\pm$ 15	173 $\pm$ 13	142 $\pm$ 17	127 $\pm$ 11	113 $\pm$ 12	127 $\pm$ 24
Fe	27,1 $\pm$ 7,0	12,1 $\pm$ 3,8	21,2 $\pm$ 5,9	17,6 $\pm$ 6,2	12,1 $\pm$ 3,8	9,0 $\pm$ 2,6
Mn	9,4 $\pm$ 4,5	2,6 $\pm$ 0,4	2,2 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,3	1,8 $\pm$ 0,2	5,6 $\pm$ 1,4
Pb	2,6 $\pm$ 0,5	4,5 $\pm$ 0,7	4,7 $\pm$ 0,5	4,1 $\pm$ 0,7	3,5 $\pm$ 0,9	3,3 $\pm$ 0,5
Zn	4,9 $\pm$ 0,7	4,9 $\pm$ 0,5	5,4 $\pm$ 0,6	5,8 $\pm$ 0,5	3,9 $\pm$ 0,6	4,7 $\pm$ 0,6

## Értékelés

Korábbi tanulmányok bizonyították, hogy a réz- és cinkfelhalmozódás mértéke a szárazföldi gerinctelen taxonok közül az isopodákban a legnagyobb mértékű (Heikens *et al.* 2001, Van Straalen *et al.* 2001). Ez a nagymértékű bioakkumuláció detritivor táplálkozási típusukkal magyarázható, mivel a szerves anyaghoz kötött toxikus elemekhez avar- és szerves-anyagfogyasztásukkal könnyen hozzáférnek az ászkarák egyedek (Heikens *et al.* 2001, Van Straalen *et al.* 2001). Az irodalmi adatok alapján az általunk vizsgált elemek közül valamennyi növényi táplálékból származhat, amelyet korábbi vizsgálatok támasztanak alá, miszerint az ászkarák egyedek szervezetében található elemek 100%-ban növényi eredetűek (Dallinger

& Rainbow 1993). Az esszenciális és toxikus elemek felhalmozódásának helye az ászkarák egyedekben a hepatopancreas, amelynek két sejt típusa vesz részt az elemek tárolásában és kiválasztásában. Amennyiben a bárium, az ólom és a cink toxikus koncentrációban van jelen, a hepatopancreas B típusú sejtjeiben kiválasztódás történik, míg a réz és vas esetében az S típusú sejtekben történik a raktározás



2. ábra. Nőstény és hím ászkarák egyedekben mért bárium koncentráció (átlag ± SD).

(Hopkin & Martin 1982, Hames & Hopkin 1991, Witzel 2000).

A kapott elemtartalmakat korábbi tanulmányokkal összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy hasonló ólomkoncentrációkat tapasztaltunk a vizsgált mintavételi területeinken, mint Van Straalen *et al.* (2001). Azonban a vas koncentráció lényegesen kisebb volt, mint a Van Straalen *et al.* (2001) vizsgálatában kapott eredmények. A különbségek oka az eltérő talajtípus és a mintavételi területek jellegéből adódhat, mivel a toxikus elemek viselkedése jelentős mértékben függ a talajtípustól (Laskowski *et al.* 1995). Van Straalen *et al.* (2001) munkájában *Hyloniscus riparius* (C. L. Koch, 1838) egyedeket vizsgáltak, amely szintén eredményezheti az eltérő elemkoncentrációkat.

Eredményeink arra utalnak, hogy a toxikus elemtartalom különbözik a nőstény és hím ászkarák egyedekben. Az eltérő elemkoncentrációt a kataláz és glutation S-transzferáz enzimaktivitásának különbsége okozhatja, amelyet korábbi tanulmányok bizonyítottak (Jemec *et al.* 2008, 2012).

Eredményeink azt mutatják, hogy az urbanizáció eredményezheti az ászkarák egyedek elemösszetételének eltérését, ezért a környezeti terhelés monitorozására, valamint az élőhelyek minősítésére a vizsgált taxon egyedei egyaránt alkalmasak, korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan (Hornung *et al.* 2009, Vona-Túri *et al.* 2013).

*Köszönetnyilvánítás* – A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

## Irodalomjegyzék

- Bogyó, D., Magura, T., Simon, E. & Tóthmérész, B. (2015): Millipede (Diplopoda) assemblages alter drastically by urbanisation. – *Landscape Urban Plan.* **133**: 118–126.
- Braun, M., Simon, E., Fábíán, I. & Tóthmérész, B. (2009): The effects of ethylene glycol and ethanol on the body mass and elemental composition of insects collected with pitfall traps. – *Chemosphere* **77**: 1447–1452.
- Braun, M., Simon, E., Fábíán, I. & Tóthmérész, B. (2012): Elemental analysis of pitfall-trapped insect samples: effects of ethylene glycol grades. – *Entomol. Exp. Appl.* **143**: 89–94.
- Dallinger, R. & Rainbow, P. S. (szerk.) (1993): *Ecotoxicology of metals in invertebrates*. – Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Lewis Publishers, Boca Raton, 461 pp.
- Drobne, D. & Hopkin, S. P. (1995): The toxicity of zinc to terrestrial isopods in a „Standard” laboratory test. – *Ecotox. Environ. Safe.* **31**: 1–6.
- Farkas, S. & Vilisics, F. (2013): Magyarország szárazföldi ászkarák faunájának határozója (Isopoda: Oniscidea). – *Nat. Somogy.* **23**: 89–124.
- Hames, C. A. C. & Hopkin, S. P. (1991): Assimilation and loss of <sup>109</sup>Cd and <sup>65</sup>Zn by the terrestrial isopod *Oniscus asellus* and *Porcellio scaber*. – *B. Environ. Contam. Tox.* **47**: 440–447.
- Hopkin, S. P. & Martin, M. N. (1982): The distribution of zinc, cadmium, lead and copper within woodlouse *Oniscus asellus* (Crustacea, Isopoda). – *Oecologia* **54**: 227–232.
- Heikens, A., Peijnenburg, W. J. G. M. & Hendricks, A. J. (2001): Bioaccumulation of heavy metal sin terrestrial invertebrates. – *Environ. Pollut.* **113**: 358–393.
- Hornung, E., Tóthmérész, B., Magura, T. & Vilisics, F. (2007): Changes of isopod assemblages along an urban-suburban-rural gradient in Hungary. – *Eur. J. Soil Biol.* **43**: 158–165.
- Hornung, E., Vilisics, F. & Sólmos, P. (2009): Ászkarák együttesek (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) felhasználhatósága élőhelyek minősítésében. – *Term. Közlem.* **15**: 381–395.
- Jemec, A., Drobne, D., Remskar, M., Sepcic, K. & Tisler, T. (2008): Effects of ingested nano-sized titanium dioxide on terrestrial isopods (*Porcellio scaber*). – *Environ. Toxicol. Chem.* **27**: 1904–1914.
- Jemec, A., Leser, V. & Drobne, D. (2012): The link between antioxidant enzymes catalase and glutathione S-transferase and physiological condition of a control population of terrestrial isopod (*Porcellio scaber*). – *Ecotox. Environ. Safe.* **79**: 42–47.
- Jones, D. T. & Hopkin, S. P. (1998): Reduced survival and body size in terrestrial isopod *Porcellio scaber* from a metal-polluted environment. – *Environ. Pollut.* **99**: 215–233.
- Laskowski, R., Niklinska, M. & Maryanski, M. (1995): The dynamics of chemical elements in forest litter. – *Ecology* **76**: 1393–1406.
- Magura, T., Lövei, G. & Tóthmérész, B. (2010): Does urbanization decrease diversity in ground beetle (Carabidae) assemblages? – *Global Ecol. Biogeogr.* **19**: 16–26.
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Elek, Z. (2004): Effects of leaf-litter addition on carabid beetles in a nonnative norway spruce plantation. – *Acta Zool. Acad. Sci. H.* **50**: 9–23.
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Lövei, G. (2006): Body size inequality of carabids along an urbanization gradient. – *Basic Appl. Ecol.* **7**: 472–482.

- Otártics, M. ZS., Juhász, N., Üst, N. & Farkas, S. (2014): Egy heterogén erdőállomány avarlakó szárazföldi ászkarák közösségeinek (Isopoda: Onicidea) összehasonlítása. – *Nat. Somogy*. **24**: 61–70.
- Simon, E., Baranyai, E., Braun, M., Cserháti, Cs., Fábíán, I. & Tóthmérész, B. (2014): Elemental concentrations in deposited dust on leaves along an urbanization gradient. – *Sci. Total Environ.* **490**: 514–520.
- Simon, E., Braun, M., Vidic, A., Bogyó, D., Fábíán, I. & Tóthmérész, B. (2011): Air pollution assessment based on elemental concentration of leaves tissue and foliage dust along an urbanization gradient in Vienna. – *Environ. Pollut.* **159**: 1229–1233.
- Simon, E., Vidic, A., Braun, M., Fábíán, I. & Tóthmérész, B. (2013): Trace element concentrations in soils along urbanization gradients in the city of Wien, Austria. – *Environ. Sci. Pollut. R.* **20**: 917–924.
- Van Straalen, N. M., Butovsky, R. O., Pokarzhevskii, A. D., Zaitsev, A. S. & Verhoef, S. C. (2001): Metal concentrations in soils and invertebrates in the vicinity of a metallurgical factory near Tula (Russia). – *Pedobiologia* **45**: 451–466.
- Vona-Túri, D., Szmátóna-Túri, T. & Kiss, B. (2013): Szárazföldi ászkarák együttesek (Crustacea, Isopoda: Oniscidea) a magyarországi autópályák szegélyzónájában. – *Term. Közl.* **19**: 106–116.
- Witzel, B. (2000): The influence of zinc on the uptake and loss of cadmium and lead in the woodlouse, *Porcellio scaber* (Isopoda, Oniscidae). – *Ecotox. Environ. Safe.* **47**: 43–53.

## Toxic element content in isopods along an urbanization gradient

Leila Nagy<sup>1</sup> and Szabolcs Mizser<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Ecology, University of Debrecen,  
H-4010 Debrecen, P. O. Box 71, Hungary*

<sup>2</sup>*MTA-DE Biodiversity and Ecosystem Services Research Group,  
H-4010 Debrecen, P. O. Box 71, Hungary*

*e-mail: nagyleila@gmail.com*

The aim of our study was to analyse the toxic element contents in isopods (*Armadillidium vulgare*) along an urbanization gradient in and around Debrecen city. Isopods were collected from three forested areas: urban forested park, suburban forest, and rural forest. The following toxic elements were analysed: Ba, Cu, Fe, Mn, Pb and Zn. The results of canonical discriminant analysis demonstrated that studied areas were separated from each other based on toxic element contents of isopods. There was overlap in the cases of urban and suburban, and suburban and rural areas. There were significant differences among areas based on toxic element contents of isopods by ANOVA in the case of Ba and Cu concentration. Significantly higher Cu concentration was found in the urban than in the suburban and rural area. The Ba concentration was the highest in the rural. Our study demonstrated that the Ba concentration was higher in the females, than in the males. In summary, we demonstrated that isopods are suitable bioindicator organisms to assess the effect of urbanization on the terrestrial ecosystem, and the sexes cause differences in the accumulation of toxic elements.

**Keywords:** elemental content, indicators, MP-AES