

Talajökológia Nehézfémek élőlényközösségekre gyakorolt hatásai

Simon Edina
2012. október 11.

- A talajlakó gerincteleneket gyakran használják bioindikátor szervezetekként a környezeti szennyezés okozta nehézfémek Cd, Cu, Pb, Zn vizsgálatára, mivel az élőhelyeik szoros kapcsolatban vannak a szennyezett a talajjal.
- A nehézfémek felhalmozási szintjének vizsgálatára földgiliszták általánosan használt a környezeti kockázatbecslésre.

Miért alkalmasak bioindikátor szervezetnek a szárazföldi gerinctelenek?

- fontos szerepet játszanak a szárazföldi környezetben magas diverzitásuk, abundanciájuk és biomasszájuk révén,
- élőhelyük közvetlen kapcsolatban van a talajjal,
- ezáltal szerves és szervetlen szennyezőket egyaránt képesek akkumulálni,
- életciklusuk viszonylag rövid,
- könnyen gyűjthetőek

Lumbricus rubellus

- Zn tűrőképességét vizsgálták,
- szennyeztelen és fém-szennyezett területen,
- Amit vizsgáltak: túlélés, tömeg változás, cocoon termelés, a cink koncentráció.
- Mit vártak: a szennyezett területről származó egyedek nagyobb Zn-toleranciával rendelkeznek
- Eredmény: dózis-hatás összefüggését tekintve a túlélésben és a báb termelésben találtak jelentős eltéréseket
- A cink felhalmozódás arányában nem találtak különbséget az egyedek között.



Eisenia fetida

- Cd, Cu, Pb és Zn hatását vizsgálták
 - a túlélésre
 - a növekedésre,
 - a cocoon termelésre,
 - cocoon életképességére
- 3 kísérlet volt:
 - 1) az egyes fémeket mesterséges talajban voltak
 - 2) a férgek a kohászati művektől különböző távolságra gyűjtött talajokban voltak tartva
 - 3) a fémek keveréke mesterséges talajokban volt, ugyanolyan koncentrációban, mint az eredeti élőhelyen



Eredmények:

- A populáció denzitás és fajdiverzitás csökkent a kohászati művekhez közeledve.
- 1km-re a gyártól nem találtak földigilisztákat.
- Összehasonlítva a toxicitási értékeket a fém meghatározásnál a kísérletek azt mutatták, hogy a cink korlátozza a földigiliszta populációkat a munkálatok környékén.
- Cink legalább tízszer mérgezőbb volt a vizsgált faj egyedeire a mesterséges talajban, mint a terepről begyűjtött szennyezett talajokban.
- Ez a különbség eredhet a cink nagyobb biológiai hozzáférhetőségén a mesterséges talajban.

Polydesmida: Paradoxosomatidae *Chamberlinius hualienensis* I.

- Ez a százlábú nedves területeken található talajban elszáradt levelekkel táplálkozik.
- A életciklusa egy év, és ezért már környezetében bekövetkezett enyhe változások is nyomon követhetők szervezetében
- Nem szennyezett területekről gyűjtött százlábúak elemösszetételének vizsgálata volt a cél.



(사진 7) 인바루토사카아스데

Polydesmida: Paradoxosomatidae *Chamberlinius hualienensis* II.

- 54 elem koncentrációját vizsgálták: százlábú egyedekben, a talajban és avar mintákban,
- a Ca koncentrációja volt a legmagasabb szinten átlagosan 76µg / mg, mely az exoskeletonból származó kalcium-karbonáttól ered,
- a többi főbb elemek a következők voltak: Mg, K, Na, Fe, Al, Cu, Zn, Sr, Ba, Mn és a Ti (> 1 ng / mg),
- a Ni, Cr, V, Ga, Mo, Co, Cd csak nyomokban volt jelen ,
- a Ca, Mg, K, Na, Zn, Sr, V, Co, Ag, Sc tartalom a lárvákban magasabb koncentrációban volt jelen, mint az adult egyedben,
- A vizsgált egyedekben a nehézfém-tartalom Cu>Pb>Cd hasonló mennyiségben volt jelen, mint más gerinctelenekben (Chilopoda, Collembola, Carabidae)
- A vizsgált elemek és fémek akkumulációja szempontjából a százlábúak használható információval szolgálhatnak az élőhelyüket ért környezetszennyezésről szóló tanulmányokban.

Isopoda I.

Philoscia muscorum és *Oniscus asellus*



- Befolyásolja-e a talajcspadába helyezett oldat az elemösszetételt?
- 4 %-os formalin oldatot használtak
- Zn, Cu, Cd és Pb koncentráció vizsgálatot végeztek
- Eredmény: a formalin lényegesen csökkenti az egyedek száraz tömegét
- Probléma: az elemkoncentráció elemzés száraz tömegre vonatkoztatva történik:

$$C_{\text{elem}}(\text{mg kg}^{-1}) = V_{\text{oldat}} \cdot C_{\text{oldat}} / \text{száraz tömeg(g)}$$

- Megállapítás: a formalin csökkenti a tömeget → a Zn, Cd és Pb koncentráció nagyobb a csapdázott egyedekben.

Pókok I.



Lycosidae sp.

Argiope aurantia

A vizsgálat lényege:

- 2 féle gyűjtési módszer:
 - csapdázás (deszt.víz)
 - hálózás
- Cd, Cu, Pb és Zn felhalmozódást vizsgáltak
- Területek: - szennyezett terület 1978-1988 nehézfém tartalmú szennyvíziszap elhelyezés
- kontrol terület
- 1991-92-ig a talaj és a pók egyedek nehézfém koncentrációját vizsgálták
- A pókok felhalmozódott Cd, Cu, Zn és a koncentráció nagyobb volt, mint a talajban, de az Pb nem akkumulálódott bennük
- Lycosidae-k lényegesen nagyobb koncentrációban tartalmaztak Cd-ot és Cu-t, mint a másik faj egyedei
- *Argiope aurantia* egyedekben az Pb nagyobb koncentrációban volt jelen, mint a másik faj egyedekben

Konklúzió:

- Hogy megértsük, milyen hatással van a fémmel szennyezett iszap helyi ökoszisztémákra, a toxikológiai hatását kellene ismerni a nagyobb biotikus komponensek (mint például a pókok) biológiájára és viselkedésére.

Pókok II.



Pardosa lugubris



Agelena labyrinthica

A vizsgálat lényege:

- Fémsszennyezett gradiens mentén végezték a vizsgálatokat.
- 5 mintavételi hely volt egy erdei és füves transzekt alapján a fém szennyezés grádiense mentén.
- A vizsgálat célja a méregtelenítő enzimek vizsgálata volt.
- Karboxil-észteráz, acetilkolin-észteráz és fém koncentráció vizsgálatot végeztek a pók egyedekben.
- Mindkét területen mindkét fajban a legszennyezettebb területről származó pók egyedekben a CarE aktivitás volt a legnagyobb.
- Fajok közötti összehasonlítás azt mutatta, jobb alkalmazkodása szennyező anyagokhoz a talajban farkas póknak.

Pterostichus oblongopunctatus I.

- Azt vizsgálták, hogy a Cd és Zn milyen hatással van a bogár lárvák növekedésére és túlélésére.
- A lárvák ételme a következő koncentrációban tartalmazta az említett fémeket:
Cd: 53 mg kg⁻¹
Zn: 720 mg kg⁻¹
- 10., 30. és 40. napon volt vizsgálat
- A Zn esetében nem tapasztaltak különbséget az egyes kezeléseik között.
- A Cd koncentráció kissé megemelkedett a Zn-vel kombinálva a kontrolhoz képest, illetve csak a 10. napon volt különbség az egyes kezeléseik között.
- A testtömeg vizsgálatok eredményei:
 - növekedett a mintázott napokon,
 - alacsonyabb növekedési tendencia volt megfigyelhető a 30. és 40. nap között,
 - a 30. napig a kezeltlen egyedek voltak a legnagyobbak, de statisztikailag különbség nem volt a kezeltékhez képest.



Pterostichus oblongopunctatus II.

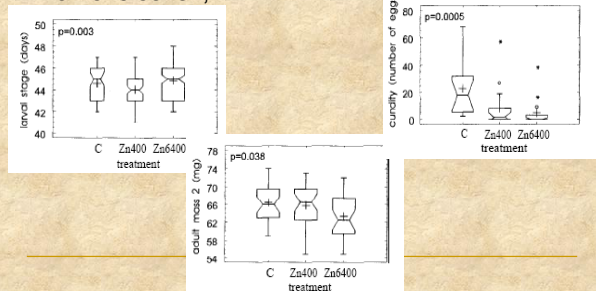
- eredetileg fémmel szennyezett és referencia területről voltak gyűjtve állatok,
- Cd és Zn vizsgálatot végeztek, melyeket a táplálék a következő koncentrációban tartalmazta; Zn: 500 mg kg⁻¹, Cd: 50 mg kg⁻¹.
- a kifejlett bogarak túlélését vizsgálták,
- a testtömegek a kezeléseik kezdetén megegyeztek, majd minden kezelés során növekedtek,
- a ♀-ben szignifikánsan nagyobb volt a Zn/testtömeg arány, mint a ♂-ben,
- a Cd koncentrációja nem különbözött szignifikánsan a ♂-ek és ♀-ek között.

Poecilus cupreus I.

- Etetéses kísérlet: házilégy báb volt a bogarak élelme.
- A bábok a következő koncentrációban tartalmaztak Zn-et: 400, illetve 6400 mg kg⁻¹.
- Szignifikáns különbséget tapasztaltak a lárvák méretét tekintve,
- Szignifikáns különbség volt a Zn400 és Zn 6400-as kezelések között, de egyik sem tért el a kontrolltól.



- Zn-el kezelt állatokban áttelelés után tömegcsökkenést tapasztaltak,
- a peték számát tekintve jelentős hatása volt a kezelésnek,



Poecilus cupreus II.

- fémmel szennyezett és nem szennyezett házilégy lárváival történő etetést végeztek,
- Zn (500 mg kg⁻¹), Cd (50 mg kg⁻¹) és Zn-Cd (500 mg kg⁻¹ Zn és 50 mg kg⁻¹ Cd) tartalmúak voltak az etetésre használt lárvák, illetve kontrol csoport volt még,

Megállapítások:

- a fémek asszimilációs és eliminációs konstans alapján vizsgálhatók:

$$c_t = c_0 + a/k_a [1 - e^{-k_a t}]$$

c_t = a fém teljes mennyisége a bogárban

c_0 = a fém koncentráció átlaga a kísérlet kezdetén

a = konstans (mg nap⁻¹)

t_0 = kísérlet kezdete

t = kísérleti napok száma

- szennyezetlen etetésnél (kontrol) csak a kiválasztás arányával kell számolni



Nehézfém koncentráció vizsgálata futóbogarakban, avarban és talajmintában I.

Vizsgált elemek:

- vas (Fe),
- mangán (Mn),
- cink (Zn),
- réz (Cu),
- ólom (Pb),
- kadmium (Cd)

Mérési módszer: AAS

Nehézfém koncentráció vizsgálata futóbogarakban, avarban és talajmintában II.

■ Vizsgált területek:

- 1) Kontrol
- 2) Ólom/cink bányá közelében
- 3) Ólom/cink bányától néhány száz méterre
- 4) Cd-al legszennyezettebb terület

Nehézfém koncentráció vizsgálata futóbogarakban, avarban és talajmintában III.

A talajmintában és avarmintában mért elem koncentrációk eredményei:

- a Fe koncentráció az avar mintákban szignifikánsan alacsonyabb volt a kontrolhoz képest,
- Pb koncentráció szignifikánsan magasabb volt a 3. és 4. területről gyűjtött avarmintákban a kontrollal összehasonlítva,
- a legmagasabb Cd koncentráció a 4. területen gyűjtött talaj és avarmintákban volt, összehasonlítva a többi mintával,
- mind a talaj, mind az avarmintákban a Zn, Mn, Pb koncentráció és a szerves anyag tartalom szignifikánsan magasabb volt a összehasonlítva a 2. és 3. mintavételi területet,
- habár a 3. terület messzebb található a bányától, mint a 2.-ik, a magasabb Pb koncentráció felszíni lefolyás eredménye lehet.

Nehézfém koncentráció vizsgálata futóbogarakban, avarban és talajmintában IV.

Futóbogarakban mért elemkoncentrációk eredményei:

- szignifikánsan alacsonyabb Cu és Zn koncentrációt mértek a 4. területen, mint a kontrol mintákban,
- a 3. területről gyűjtött bogarakban szignifikánsan magasabb Pb koncentrációt tapasztaltak összehasonlítva a többi mintával,
- a futóbogarakban mért Cd és Pb koncentráció pozitívan, míg a Cu és Zn koncentráció negatívan korrelált a talajban mért koncentrációjukkal.

Nehézfém koncentráció vizsgálata futóbogarakban, avarban és talajmintában V.

Tapasztaltak-e különbséget az egyes futóbogár fajok között?

- a kontrol területen belül nem tapasztaltak különbséget az egyes fajok között,
- a 2. területen különbséget tapasztaltak a fajok között a Mn, Cu és Zn koncentrációban,
- a 3. területen különbség volt az Pb, míg a 4. területen a Cd koncentrációban tapasztaltak szignifikáns különbséget,
- *C. violaceus*-ban mért Pb koncentráció szignifikánsan különbözött a 3. területen, összehasonlítva a kontrol területtel, illetve a 4. területtel.
- a 4. területen belül az alábbi fajok között tapasztaltak különbséget a Cd koncentráció alapján:
C. intricatus-*C. coriaceus*, *C. nemoralis*-*C. violaceus*,
A. parallelepipedus-*C. convexus*, *C. nemoralis*,

Nehézfémek bioakkumulációjának vizsgálata szárazföldi gerinctelenekben I.

Vizsgálat célja:

- Nehézfém koncentráció meghatározása talajmintában és különböző gerinctelen taxonok egyedeiben,
- A nehézfém akkumuláció alapján taxonok rangsorolása akkumulációs faktor szintje alapján

Vizsgált nehézfémek:

- Cd, Cu, Pb és Zn

Nehézfémek bioakkumulációjának vizsgálata szárazföldi gerinctelenekben II.

Vizsgált taxonok:

Phylum	Subphylum	Class	Order	Family	Number of samples				
					Pb	Cd	Cu	Zn	
Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acar		6	11	6	7	
			Araneida		23	31	28	23	
			Oribionei		10	15	13	10	
			Pseudoscorpiones		2	4	2	3	
	Mandibulata	Crustacea	Isopoda		5	8	8	5	
			Chilopoda		6	6	-	6	
		Insecta	Coleoptera	Carabidae		6	9	9	6
				Cucullionidae		18	28	17	18
				Staphylinidae		5	8	8	5
						11	14	14	11
	Collembola	Diplura			11	21	13	11	
					-	5	-	-	
					-	-	-	-	
					-	-	-	-	
Annelida	Oligochaeta	Hymenoptera	<i>Formicidae</i>		17	20	20	17	
			<i>Lumbricidae</i>		14	17	22	19	

Nehézfémek bioakkumulációjának vizsgálata szárazföldi gerinctelenekben III.

A kapott eredmények 1.:

Cd

- A Cd akkumulációjának vizsgálata során a taxonok 2 csoportra oszthatók:
 - 1) a Cd akkumuláció független a talaj teljes Cd konc.-jától: Isopoda>Formicidae>Chilopoda.
 - 2) a Cd akkumuláció a talaj teljes Cd konc.-jától függ: Lumbricidae>Arachnida>Diplura>Diplopoda>Collembola>Coleoptera.
- A Cd koncentráció az Isopoda-kban magas, míg a a Coleopterákban és Chilopodákban alacsony volt.

A kapott eredmények 2.:

Cu

- Az akkumulációs szintet tekintve a vizsgált taxonok rangsorolása a következő: Diplopoda>Isopoda>Collembola>Arachnida>Lumbricidae>Coleoptera>Formicidae.

Pb

- A Coleopterákban és Chilopodákban volt a legalacsonyabb, míg az Isopodákban és Collembolákban magas.

Zn

- A vizsgált csoportok rangsorolása: Isopoda>Diplopoda>Arachnida>Chilopoda>Formicidae>Lumbricidae>Coleoptera.

A kapott eredmények 3.:**Összefoglalás**

- Az Pb, Cd és Cu koncentráció emelkedett a talajban mért koncentrációkkal a legtöbb taxon csoport esetében.
- Az egyes taxonok között különbségek magyarázatául szolgálhat a különböző táplálkozásbeli viselkedés.

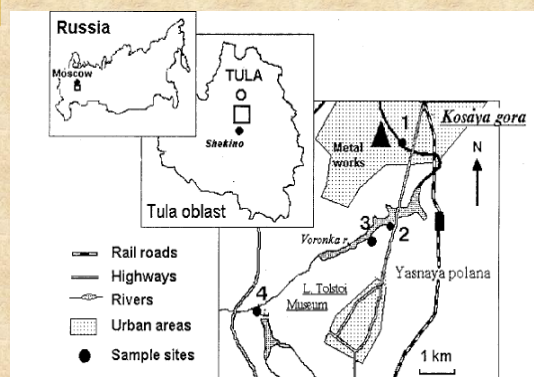
Fém koncentráció vizsgálata talajmintában és gerinctelenekben I.

Mintavételi helyek:

- 400 m-re helyezkedett el a kohászati üzemtől,
- 4 km-re a kohászati üzemtől,
- 5 km-re a kohászati üzemtől,
- 10 km-re a kohászati üzemtől.

Vizsgált elemek:

Fe, Ni, Mn, Cu, Cd, Pb, Ca és Mg



Fém koncentráció vizsgálata talajmintában és gerinctelenekben II.

Vizsgált fajok:

Species

Earthworms
Lumbricus castaneus
Lumbricus rubellus
Lumbricus terrestris
Aporrectodea caliginosa
Aporrectodea rosea
Springtails
Orchesella cincta
Orchesella flavescens
Tomocerus sp.
T. flavescens
Carabid beetles
Agonum cassimile
Agonum obscurum
Pterostichus niger
P. oblongopunctatus
Isopods
Hyloniscus riparius
Spiders
Pardosa sp.
Centipedes
 Unidentified
Oribatid mites
 Various species*

- A Cd talajmintákban ugyan kis konc.-ban volt jelen, az állatokban mérhető volt.
- Mn és Ni nem volt mérhető az állati mintákban.
- Fe, Zn, Cu és Cd koncentráció a gilisztákban volt a legmagasabb.
- Az legmagasabb Pb koncentrációt a futóbogarakban mérték.
- A Collembolák viszonylag nagy Fekonzentrációval, míg alacsony Cd és Pb koncentrációval jellemezhetők.

Fém koncentráció vizsgálata talajmintában és gerinctelenekben III.

- A pókokban és százlábúakban alacsony Pb és Cd koncentrációt tapasztaltak.
- A legnagyobb különbségeket az egyes taxonok között az Pb és Cd koncentrációban tapasztalták.

Felhasznált irodalom

- Nakamura, K. et al. Internal elements of the millipede, *Chamberlinus hualienensis* Wang (Polydesmida:Paradoxosomatidae). *Appl. Entomol. Zool.* 40 (2): 283-288 (2005).
- Hendrickx, F. et al. Storage medium affect metal concentration in woodlice (isopods). *Environ. Pollut.* 121: 87-93 (2003).
- Spurgeon, D. J. and Hopkin, S. P. Tolerance to Zinc in Populations of the Earthworm *Lumbricus rubellus* from Uncontaminated and Metal Contaminated Ecosystems. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 37, 332-337 (1999).
- Spurgeon, D. J. and Hopkin, S. P. Extrapolation of the laboratory-based OECD earthworm toxicity test to metal-contaminated field sites. *Ecotoxicology* 4, 199-205 (1995).
- Van Straalen, N.M. et al. Bioavailability of contaminants estimated from uptake rates into soil invertebrates. *Environ. Pollut.* 136:409-417 (2005).
- Laska, K. J. et al. Differential accumulation of heavy metals by web spiders and ground spiders in an old-field. *Environ. Toxicol. Chem.* 13 (3): 503-508 (1994).
- Wilczak, S. et al. Activity of esterase as biomarkers of metal exposure in Spiders from the metal pollution gradient. *Polish J. Environ. Studies.* 12 (6) 765-771 (2003).
- Pederson, S. A. et al. Cold hardness in relation to trace metal stress in the freeze-avoiding beetle *Tenebrio molitor*. *J. Insect Physiology* 52: 346-353 (2006).
- Lindqvist, L. and Block, M. Losses of Cd, Hg, and Zn during metamorphosis in the Beetle *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 58: 67-70 (1997).
- Mochiz, T. J. et al. Effects of cadmium and zinc on larval growth and survival in the ground beetle, *Pterostichus oblongopunctatus*. *Environ. Internat.* 28: 737-742 (2003).
- Lagisz, M. et al. Metal kinetics and respiration rates in F₁ generation of Carabid beetles (*Pterostichus oblongopunctatus* F.) originating from metal-contaminated and reference areas. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 46: 484-489 (2005).
- Kramarz, P. and Laskowski, R. Effects of zinc contamination of life history parameters of a ground beetle, *Poecilus cupreus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 59:525-530 (1997).
- Kramarz, P. Dynamics of accumulation and decontamination of cadmium and zinc in carnivorous invertebrates. 1. The ground beetle, *Poecilus cupreus* L. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 63: 631-637 (1999).
- Jaska, L.S. et al. Heavy metal concentrations in ground beetles, soil litter, and soil of a forest ecosystem. *Environ. Sci. Technol.* 66: 74-81 (2002).
- Heikens, A. et al. Bioaccumulation of heavy metals in terrestrial invertebrates. *Environ. Pollut.* 113: 385-393 (2001).
- Van Straalen, N. M. et al. Metal concentrations in soil and invertebrates in the vicinity of a metallurgical factory near Tula (Russia). *Polish J. Environ. Studies* 45:451-456 (2001).

Internetes források

- www.envitop.co.kr/09chumdan/01/img/sp5-5.jpg
- www.pbbase.com/tmurray74/image/75249555
- www.gardensafari.net/english/centipedes.htm
- davesgarden.com/guides/bf/showimage/288/
- www.commanster.eu/.../Lumbricus.rubellus.html
- www.amystewart.com/images.html
- herpblog.blogspot.com/feeds/posts/default
- www.canadianarachnology.org/data/spiders/15350
- www.eurospiders.com/Pardosa_lugubris.htm
- www.entomart.be/nouveaux.html
- www.habitas.org.uk/groundbeetles/splist.asp