

**Városiasodás hatásának vizsgálata futóbogár (*Carabus violaceus* L.) egyedek mikroelem
összetételére**

OTDK dolgozat

Készítette: Papp Dalma

II. biológia BSc

Témavezető: dr. Simon Edina

egyetemi adjunktus

Debreceni Egyetem

Ökológiai Tanszék

2013

Tartalom

1. Bevezetés	3
2. Anyag és módszer.....	5
2.2. Mintavételi terület	7
2.3. Laboratóriumi minta feldolgozás	8
2.3. Statisztika, értékelés	8
3. Eredmények.....	9
3.1. Urbanizáció hatása a futóbogarak száraz és nedves tömegére	9
3.2. Futóbogarak elemösszetételének vizsgálata az urbanizációs grádiens mentén	9
4. Diskusszió	13
Köszönetnyilvánítás	15
Felhasznált irodalom	16

1. Bevezetés

Az emberi népesség közel fele városi területeken él (Shi et al., 2008). Az urbanizáció, jelentős hatást gyakorol az ökoszisztéma egészére, illetve annak egyes elemeire, csökkentve ez által az olyan egészséges ökoszisztéma szolgáltatásokat, mint a tiszta levegő, szennyezés mentes talaj és nagymértékű biodiverzitás (Magura et al., 2004, 2006). A biodiverzitás, és a megfelelő ökoszisztéma szolgáltatások csökkenése mellett az urbanizáció, jelentős környezetszennyezést/terhelést okoz, jelentős kockázatot jelentve az élőlényekre (Conti et al., 2004; Simon et al., 2010, 2012). Az urbanizáció hatására kialakult gradiens egyik végpontja mentén antropogén hatásoktól terhelt élőhelyek, míg másik végpontja mentén természetes, antropogén tevékenységektől mentes élőhelyek találhatók (Dickinson, 1996).

Az urbanizáció hatásának vizsgálatára jött létre a GLOBENET projekt, melynek célja egységes mintavétel alapján a hatások vizsgálata a Föld több pontján (Niemelä et al., 2000). Az emberi népesség folyamatos növekedése és a fokozódó városiasodás indokolja az urbanizáció által okozott környezetszennyezés vizsgálatát, illetve monitorozását. Megfelelő indikátor szervezetek alkalmazásával a környezetszennyezés élőlényekre kifejtett hatásainak monitorozása lehetséges.

A biológiai indikátorok tágabb értelemben véve jelenlétükkel, hiányukkal, genetikai tulajdonságaik változásával jelzik a releváns, környezeti tényezőket melyen hatnak rájuk. Szűkebb értelemben véve azok a szervezeteket nevezzük biológiai indikátoroknak, melyek alkalmazkodtak az őket körülvevő környezet szűk intervallumához, jelzik a környezetük tulajdonságait, reagálnak a változásokra, terhelésre, szennyezésre (Juhász-Nagy, 1984).

Az ízeltlábúak törzsének több mint 50%-át a rovarok alkotják. Egyedszámuk hatalmas, sokféleségük miatt igen fontosak, széles körben alkalmazzák őket bioindikátor szervezetekként. Szoros kapcsolatuk van az élőhelyükkel és a talajjal, szervezetükben,

szerveikben toxikus anyagokat, komponenseket halmozhatnak fel. Élettartamuk viszonylag rövid, ami a kísérletek idejét is megrövidíti, ezen kívül könnyen gyűjthetőek. Elemanalitikai vizsgálatokhoz nagyon célszerűek, amihez mi is felhasználtuk őket. (Simon et al., 2010). Ráadásul egyes fajok eltérően reagálnak az urbanizációra. Ez az oka annak, hogy biomonитор szervezetekként használhatjuk őket a környezetük állapotának felmérésére és környezetszennyezés vizsgálatára.

Az urbanizáció abiotikus tényezőkre gyakorolt hatását rovarok indikátor szervezetként való alkalmazásával vizsgálhatjuk (Holway & Suarez, 2006.) A futóbogarak méretében, specializációjában korábbi tanulmányokban tapasztaltak már változásokat egy urbanizációs grádiens mentén (Magura et al. 2006.) A futóbogarak száma nőtt a városi helyszínektől egészen a városon kívüli területekig.

Vizsgálatunk célja futóbogarak mikroelem (Al, Ba, Cd, Cu, Fe, Mn, Sr és Zn) összetételének vizsgálata volt az urbanizáció három különböző szintjéről. Hipotézisünk, hogy a városiasodás, hatással van a futóbogarak mikroelem összetételére, és ezeknek az elemeknek a koncentrációja a városszéli területről a városi terület felé haladva növekszik.

2. Anyag és módszer

2.1. *Carabus violaceus* L.

A *Carabus violaceus* (Phylum: Arthropoda, Ordo: Coleoptera, Classis: Carabidae) jellemzőit, morfológiáját ismernünk kell a felismerés és begyűjtés szempontjából. A futóbogarak általános morfológiai jellemzői például a lapított test, barna vagy fekete szín, a kitinváz gyakran fémes fényű. A fej, tor és potroh jól elkülöníthetőek egymástól, a szárnyfedők pedig sok esetben rovátkoltak. Hosszú, fonalas vagy füzéres csápok jellemzik őket az erőteljes, hosszú futólábak pedig jellegzetes tulajdonságuk. Életmódjukról, szaporodásukról tudjuk, hogy többségük éjszaka aktív, ragadozó. Petéiket gombákra, korhadó fákra, növényzetre, talajra rakják le. A lárva és az imágó is ragadozó, dögevő, nagyon kevés a növényevő vagy vegyes táplálkozású faj. Talajon, fatörzsön, köveken, avar alatt élnek, fák, bokrok lombozata között tartózkodhatnak. Egyéb tudnivaló a csoporttal kapcsolatban, hogy egyes fajoknál a potrohvégén található egyfajta mirigy, maró anyagot termel. Ennek segítségével tartja távol magát a ragadozóktól az állat. (McGavin, 2000.)

A *Carabus violaceus* (Kék futrinka) faj jellemzői 22-23 mm hosszúságú test, fekete szín (1. ábra). Szárnyfedőinek oldala és a tor szegélye vöröses ibolya, kék vagy zöld színezetű is lehet. Szemcsés felszínű, hosszúkás, ovális szárnyfedők jellemzik, változékony faj, melynek számos alfaját ismerjük. Európában elterjedt, Kelet-Szibériáig és Japánig.



1. ábra. Kék futrinka (*Carabus violaceus*)

Főleg hegy- és dombvidékeken fordul elő, erdőben, de előfordulása gyakori sík területeken, főként az Alföldön jellemző. (Ködöböcz, 2007) A száraz élőhelyeket nem kedveli. Július és augusztus között látható leggyakrabban, rovarokkal és lárvákkal táplálkozik, megeszi a dögöket és a gombákat is. A lárvák ragadozók és talajban élnek, két vedlés után bábozódnak be. (Lohmann, 1995.).

A *Carabus violaceus* egyedeket 2011 áprilisától októberig gyűjtöttük élve fogó csapdázással. A mintákat lezárható műanyag tasakban fagyasztva tároltuk a laboratóriumi minta feldolgozásig.

2.2. Mintavételi terület

Három kutatási terület volt Debrecenben és Debrecen környékén. A mintavételi helyek az urbanizáció három különböző szintjével jellemezhetőek. A tölgyerdő, mint városon kívüli terület (rural), a kertvárosi erdőterület, mint városszéli terület (suburban), és a városi park, mint városi terület (urban) szolgáltak gyűjtési területekként (2. ábra).



2. ábra. Mintavételi területek Debrecenben és a város környékén.

A három kutatási területet eltérő intenzitású emberi zavarás jellemzi. A tölgyerdő területe egy több mint száz éves gyöngyvirágos tölgyes, amely megőrizte természeteshez közeli állapotát. A városon kívüli területre tájkarbantartás és a kidőlt fák eltávolítása jellemző, valamint környékén több forgalmas autópálya található. A harmadik terület egy olyan városi park, amely közel ötven éve a Debreceni Nagyerdő területéből került kialakításra. Ez a kutatási terület őrzi az eredeti növényzet néhány sajátosságát, ugyanakkor ezen a területen folyamatos a parkrendezés (Török and Tóthmérész, 2004, Magura et al. 2006, Baranyai, 2012).

2.3. Laboratóriumi minta feldolgozás

A feldolgozást Simon et al. (2011) által közölt módszerrel végeztük. Elsőként a nedves tömegek mérését végeztük el. A főzőpoharakba helyezett bogarak tömegét analitikai mérleggel mértük. Az első mérés után következett a szárítás 18 órán keresztül 105 °C -on szárítószekrényben, tömegállandóságig. Ezután visszamérést követően a minták száraz tömegét határoztuk meg.

A laboratóriumi mintafeldolgozás során a mintákat főzőpoharakban kétszer 2 ml 65% (m/m)-os salétromsavval (Scharlau) roncsoltunk. A szárazra párolt mintákhoz 10ml 1%-os (m/m) salétromsavat és 100 mikroliter 30% (m/m) hidrogén-peroxidot adtunk. Ezt követően a száraz párolt mintákat 5ml 0,1% (m/m) -os salétromsavval oldatba vittük majd ultrahangos fürdőben, 80°C-on teljesen feloldottuk őket, majd megszámozott kémcsövekbe töltöttük.

Az elemanalízis induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrometriával (ICP-OES) történt, amelyhez IRIS Intrepid II XSP műszert használtunk.) A statisztikai értékelést SPSS/PC+ statisztikai programmal végeztük. A homogenitási tesztet, variancia analízist végeztünk el egyszerű ANOVA használatával.

2.3. Statisztika, értékelés

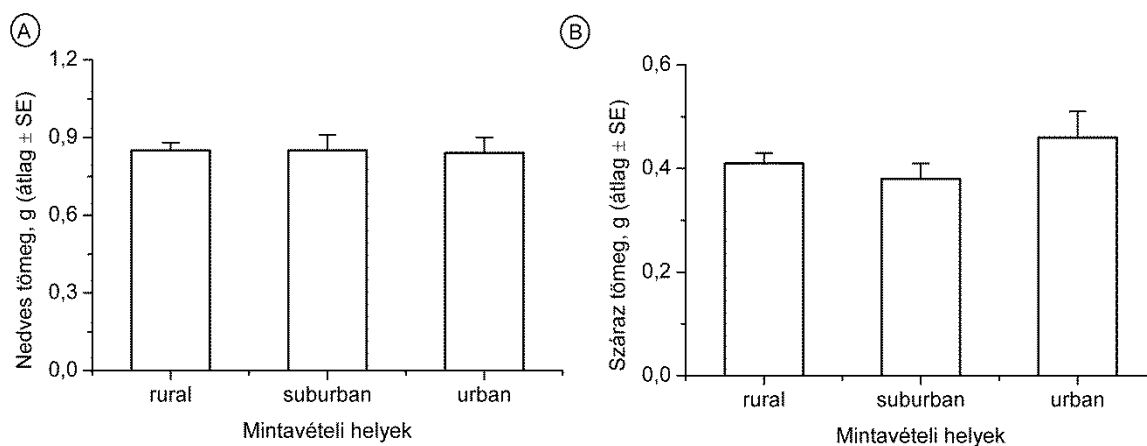
A statisztikai értékelést SPSS/PC+ statisztikai programmal végeztük. A varianciák homogenitását Levene tesztel vizsgáltuk. Az urbanizáció hatását a futóbogarak elemösszetételére sokváltozós kanonikus diszkriminancia (CDA) analízissel értékeltük. Varianciaanalízissel (ANOVA) teszteltük a futóbogarakban mért elemösszetétel változást az

egyes területek között, illetve szignifikáns különbségek esetén Tukey összehasonlító tesztet alkalmaztunk.

3. Eredmények

3.1. Urbanizáció hatása a futóbogarak száraz és nedves tömegére

A Levene homogenitási teszt nem mutatott szignifikáns különbséget sem a nedves tömeg ($F = 2,042$; $df_1 = 2$; $df_2 = 71$; $p = 0.137$), sem a száraz tömeg esetében ($F = 3,065$; $df_1 = 2$; $df_2 = 71$; $p = 0.053$). Varianciaanalízist alkalmazva (ANOVA) eredményeink azt mutatják, hogy az urbanizáció nem volt szignifikáns hatással a vizsgált futóbogarak nedves ($F = 0,006$; $df_1 = 2$; $df_2 = 71$; $p = 0.996$) és száraz tömegére ($F = 1,203$; $df_1 = 2$; $df_2 = 71$; $p = 0,306$) (3. ábra).



3. ábra. Futóbogarak nedves (A) és száraz (B) tömegének változása az urbanizációs grádiens mentén.

Megjegyzés: a természetközeli állapotú területet rural, a vársoszéli területet suburban, a városi területet urban elnevezéssel jelöltük az ábrán.

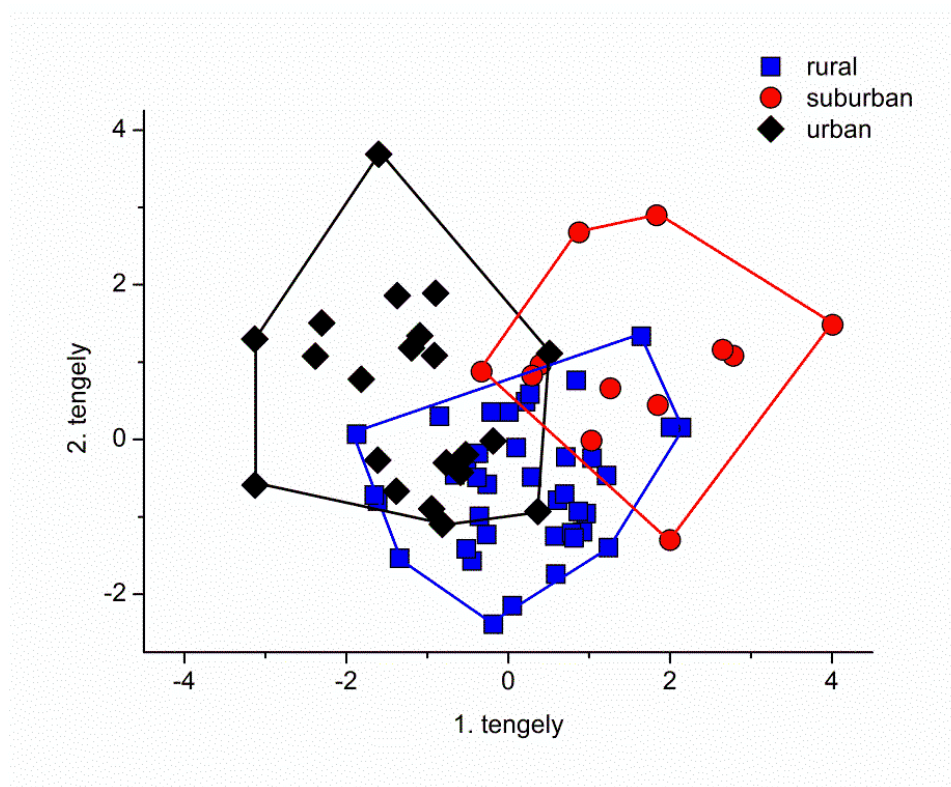
3.2. Futóbogarak elemösszetételének vizsgálata az urbanizációs grádiens mentén

Az futóbogarak mikroelem összetétele alapján a kanonikus diszkriminancia analízis mind az első ($p < 0,001$), mind a második ($p = 0,001$) diszkriminancia csoportban szignifikáns különbséget mutatott (1. táblázat), illetve a mért mikroelem koncentrációkat 75%-ban különítette el egymástól a különböző élőhelyek alapján (4. ábra). Szignifikánsan pozitív korrelációt tapasztaltuk a mangán, a réz valamint a stroncium és az első diszkriminancia csoport között (Mn: $r = 0,406$; Cu = $0,151$; Sr = $0,028$). Ez a korreláció a suburban területről gyűjtött futóbogarak magasabb Mn, Cu és Sr tartalmát jelzi. Az alumínium esetében negatív korrelációt ($r = -0,483$) tapasztaltunk az első diszkriminancia csoporttal, amely a magasabb alumínium tartalomra utal az urban területéről gyűjtött futóbogarakban.

1. táblázat. Kanonikus diszkriminancia analízis összefoglaló eredményei.

Csoportok	Sajátérték	Variancia %	Kumulatív %	Kanonikus korreláció	Wilks λ	Chi ²	df	p érték
								<0.00
1	0.9	66.2	66.2	0.7	0.4	66.6	16	1
2	0.5	33.8	100.0	0.6	0.7	24.7	7	0.001

Pozitív korrelációt figyeltünk meg a kadmium és bárium koncentráció és a második diszkriminancia csoport között (Cd: $r = 0,860$; Ba: $r = 0.069$). Ez a korreláció ezeknek az elemeknek a nagyobb koncentrációját jelzi az urban és suburban területekről gyűjtött futóbogarakban. A cink és a vas esetében negatív korrelációt (Zn: $r = -0,426$; Fe: $r = -0.265$) tapasztaltunk a második diszkriminancia csoporttal, azaz ezek az elemek magasabb koncentrációban voltak kimutathatóak az rural területekről gyűjtött futóbogarakban, mint az urban és suburban területekről gyűjtött mintákban. Ezzel ellentétben az ujjperceken mért Mg-koncentráció negatívan korrelált a második diszkriminancia csoporttal ($r = -0,211$).



4. ábra. Futóbogarak mikroelem koncentrációja (mg/kg) CDA analízis alapján az urbanizációs grádiens mentén.

A varianciaanalízis alapján, szignifikáns különbséget tapasztaltunk az alumínium ($F_{2,69} = 7,337$; $p = 0,001$), a kadmium ($F_{2,69} = 5,061$; $p = 0,009$), a mangán ($F_{2,69} = 5,146$; $p = 0,008$) és a cink ($F_{2,69} = 3,368$; $p = 0,040$) esetében az egyes területekről gyűjtött futóbogár egyedekben az urbanizációs grádiens mentén. Tukey összehasonlító teszt alapján megállapítható, hogy alumínium szignifikánsan magasabb koncentrációban volt jelen az urban területről gyűjtött futóbogarakban, mint a suburban területen ($p < 0,05$). A kadmium és a mangán esetében a legnagyobb koncentrációt a suburban területről gyűjtött futóbogarakban tapasztaltuk ($p < 0,05$). Szignifikánsan magasabb koncentrációt tapasztaltunk a rural területről gyűjtött bogarakban, mint az urban területeken ($p < 0,05$) (2. táblázat).

2. táblázat. Futóbogarakban mért mikroelem koncentrációk (mg/kg, átlag $\pm$ SE) az urbanizációs grádiens mentén.

Mikroelemek	Urbanizációs grádiens		
	rural	suburban	urban
Al	5,7 $\pm$ 0,5 ^a	3,4 $\pm$ 0,4 ^b	8,9 $\pm$ 1,6 ^a
Ba	0,7 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,3	0,7 $\pm$ 0,1
Cd	0,1 $\pm$ 0,01 ^a	0,2 $\pm$ 0,1 ^b	0,1 $\pm$ 0,01 ^a
Cu	7,5 $\pm$ 0,3	8,1 $\pm$ 0,6	7,3 $\pm$ 0,6
Fe	49,0 $\pm$ 8,2	32,1 $\pm$ 7,3	36,8 $\pm$ 4,8
Mn	8,2 $\pm$ 0,7 ^a	10,8 $\pm$ 1,8 ^{ab}	6,4 $\pm$ 1,2 ^{ac}
Sr	2,7 $\pm$ 0,2	2,9 $\pm$ 0,6	2,8 $\pm$ 0,6
Zn	38,5 $\pm$ 1,9 ^a	33,1 $\pm$ 3,8 ^{ab}	31,8 $\pm$ 2,7 ^b

Megjegyzés: Az átlagértékek mellett található különböző betűk szignifikáns ($p < 0,05$) különbséget jelölnek.

4. Diskusszió

A vizsgált bogarak elemösszetétele alapján bárium, réz, vas és stroncium esetében nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a három terület között, míg az aluminium, kadmium, mangán és cink esetében igen. Az eredmények azt mutatják, hogy a szennyezettebb, urbanizálódó területek és a területen található toxikus fémek, hatással vannak a futóbogarak szervezetének elemösszetételére.

Más tanulmányokkal ellentétben, vizsgálatainkban adult egyedeket használtunk. Mozder et al. (2002) megállapították, hogy a futóbogár fajok lárva stádiumban különösen hatékony fém-méregtelenítők enzimszisztémával rendelkeznek. Tehát lárva stádiumban nagyobb fokú tolerancia figyelhető meg a fémekkel szemben, ezáltal adult egyedek inkább alkalmazhatóak szervesetlen fémszennyezések vizsgálatára. A különböző fejlődési stádiumok között különbség oka, hogy a fémek felhalmozódásának helye a középbéli epithelium. Mivel a lárva növekszik, a vedlés során ez a hámszövet is megújul, a tárolt fémet tartalmazó granulátum kiürül. A felnőtt egyedek azonban már jobb fém akkumulátorok, mert esetükben ez a folyamat már nem olyan hatékony, mint lárva állapotban (Mozder et al., 2002).

Korábbi tanulmányokkal összevetve eredményeinket hasonló kadmium koncentrációt tapasztaltunk a futóbogár egyedekben (Maryanski, 2002; Butovsky, 2011). Viszont ipari területekről gyűjtött futóbogarak esetében nagyobb kadmium koncentrációt tapasztaltak korábbi tanulmányokban (Zödl & Wittmann, 2003; Mankovská & Steinnes, 1995; Stone et al., 2002; Hunter et al., 1987). Ezekre a tapasztalatokra találunk példát korábbi kutatások eredményeiben, (Jelaska et al., 2005.) ahol szintén nagyobb kadmium, mangán és cink koncentrációt mutattak ki kifejlett futóbogarak szervezetében. Legnagyobb arányban kadmiumot egy régi ólom/cink ércbánya közelében. Butovsky (2011) szintén eredményeinknél nagyobb réz, vas és cink koncentrációt tapasztalt Carabus fajok vizsgálata

alapján. Ugyanakkor eredményeivel ellentétben a mangán koncentráció az általunk vizsgált futóbogár egyedekben nagyobb volt. Ez is azt jelzi, hogy egyes csoportoknak sajátos az elemfelvétele és felhalmozó képessége. Nem kérdéses, hogy az ipari tevékenységek nyomait hordozzák a talaj és az ott élő bogarak.

Összegzésként elmondhatjuk, hogy a *C. violaceus* egyedek alkalmasak az urbanizáció hatásának vizsgálatára. A három területről gyűjtött egyedek mikroelem koncentrációja közti különbségek élőhelyük sajátosságaival magyarázható. A három vizsgált kutatási terület közti különbség Debrecen város meteorológiai sajátosságaiból és domborzati jellegéből adódhat. A Hajdúság és Nyírség határán fekvő Debrecen porterhelésére jelentős hatással van a Hajdúság talajképző kőzetét adó lösz, mely az erdősávok kiirtása és a talaj túlhasználata miatt az elporosodó feltalajról szél által könnyen szállítható (Baranyai, 2012). Ezért az élőlények és környezetük közötti kapcsolatok megértéséhez, az abiotikus tényezők, úgy, mint talaj és avar elemösszetételének vizsgálata elengedhetetlen feladatunk.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet nyilvánítani segítségéért, témavezetőmnek, Simon Edinának. Köszönöm Dr. Tóthmérész Béla tanszékvezetőnek, hogy a Debreceni Egyetem Ökológia Tanszéken folytatott munkámat támogatta. Köszönöm Mizser Szabolcs és Nagy Leila terepi munkáját, és hogy rendelkezéseimre bocsátották a futóbogár mintákat. Köszönöm Baranyai Edina laboratóriumi munkámban nyújtott segítségét. Illetve szeretném köszönetemet kifejezni Dr. Braun Mihálynak az ICP mérésekben nyújtott elengedhetetlen segítségét. A munkát a TÁMOP 4.2.1./B-09/1/KONV-2010-0007, és TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 pályázatok támogatták.

Felhasznált irodalom

- Alaruikka, D., 2003. Carabid beetle and spider assemblages along a forested urban–rural gradient in southern, Finland. *Journal of Insect Conservation* 6, 195-206.
- Baranyai, E., 2012. Tölgyerdő, kertvárosi erdőterület és városi park fájának levelén kiülepedett por és a levelek elemtartalmának vizsgálata. *Természetvédelmi Közlemények* (in press).
- Butovsky, R. O., 2011. Heavy metals in carabids (Coleoptera, Carabidae). *Zookeys*, 100, 215-222.
- Conti, M. E., Tudino, M., Stripeikis, J., Cecchetti, G., 2004. Heavy metal accumulation in the lichen *Evernia prunastri* transplanted at urban, rural and industrial sites in central Italy, *Journal of Atmospheric Chemistry*, 49, 83-94.
- Dickinson, R. E., (eds)., 1996. The process of urbanization. In: Darling, F.F. and Milton, J.P., *Future Environments of North America*. Natural History Press Garden City. pp. 463-478.
- Holway, D. A. & Suarez, A. V., 2006. Homogenization of ant communities in mediterranean California: The effects of urbanization and invasion. *Biological Conservation*, 127: 319-326.
- Hunter, B. A., Johnson, M. S., Thompson, D. J., 1987. Ecotoxicology of copper and cadmium in a contaminated grassland ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 24, 587-599.
- Juhász-Nagy, P., 1984. Beszélgetések az ökológiáról Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Lohmann, M., 1995. Bogarak, szitakötők, pókok és más ízeltlábúak. Panemex-Grafo
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Molnár, T., 2004. Changes in carabid beetle assemblages along an urbanisation gradient in the city of Debrecen, Hungary. *Landscape Ecology*, 19, 747–759.

- Magura, T., Tóthmérész, B. & Hornung, E., 2006. Az urbanizáció hatása a talajfelszíni ízeltlábúakra. – *Magyar Tudomány* 6, 705-708.
- Maňkovská, B., Steinnes, E., 1995. Effects of pollutants from an aluminium reduction plant on forest ecosystems. *Science of the Total Environment*, 163, 11-23.
- Maryanski, M., Kramarz, P., Laskowski, R., Niklinska, M., 2002. Decreased energetic reserves, morphological changes and accumulation of metals in carabid beetles (*Poecilus cupreus* L.) exposed to zinc-or cadmium-contaminated food. *Ecotoxicology*, 11, 127-139.
- McGavin, G. C. 2000. Határozó: Rovarok, pókok és más szárazföldi ízeltlábúak. (Határozó kézikönyvek). Panemex Kiadó.
- Mozdzer, T. J., Kramarz, P., Piskiewicz, A., Niklinska, M., 2002. 17. Effects of cadmium and zinc on larval growth and survival in the ground beetle, *Pterostichus oblongopunctatus*. *Environment International* 28, 737-742.
- Niemela, J., Kotze, J. D., Ashworth, A., Brandmayr, P., Desender, K., New, T., Penev, L., Samways, M., Spence, J., 2000. The search from common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network, *Journal of Insect Conservation* 4, 3-9.
- Shi, G., Chen, Z., Xu, S., Zhang, J., Wang, L., Bi, C., Teng, J., 2008 Potentially toxic metal contamination of urban soils and roadside dust in Shanghai, China. *Environmental Pollution* 156, 251–60.
- Stone, D., Jepson, P., Laskowski, R., Trends in detoxification enzymes and heavy metal accumulation in ground beetles (Coleoptera: Carabidae) inhabiting a gradient of pollution. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 132, 105–112.
- Török, P., Tóthmérész, B., 2004. A debreceni Nagyerdő növényzeti arculatának vizsgálata. *Természetvédelmi Közlemények* 11, 107-116.

- Zödl, B., Wittmann, K. J., 2003. Effects of sampling, preparation and defecation on metal concentrations in selected invertebrates at urban sites. *Chemosphere*, 52, 1095–1103.
- Ködöböcz Viktor, 2007. Az Északkeleti-Alföld futóbogár faunája (Coleoptera: Carabidae) és állatföldrajzi kapcsolatai, Doktori (PhD) értekezés, 230.