

# Az urbanizáció hatása erdei talajlakó pókokra

Horváth Roland

*Debreceni Egyetem, Ökológiai Tanszék  
4010 Debrecen, Pf.: 71  
e-mail: horvath.roland@scienc.unideb.hu*

Összefoglaló: Az urbanizáció talajlakó pókokra gyakorolt hatását egy városon kívüli erdő, kertvárosi erdő és belvárosi park élőhelygrádiens mentén vizsgáltam Debrecenben, 2009-ben. A gyűjtések talajcspadával történtek április közepétől október végéig kéthetenkénti gyakorisággal. Az alábbi 4 gyakran alkalmazott hipotézist teszteltem: növekvő zavarási hipotézis, mátrix faj hipotézis, opportunistá faj hipotézis, és élőhely specialista hipotézis. Mivel az urbanizáció következtében a városi erdőfoltok szárazabbá és nyíltabbá válnak, ezért további két hipotézist is teszteltem: a szárazságkedvelő fajok és a fénykedvelő fajok száma a városi mintavételi helyeken lesz a legnagyobb. Az eredmények azt mutatták, hogy a növekvő zavarási hipotézissel ellentétben a teljes fajszám szignifikánsan növekedett a városi élőhely felé. Mivel a mátrix (nyílt élőhelyhez kötődő) és a generalista fajok száma is nagyobb volt a városi parkban, mint a városon kívüli és a kertvárosi élőhelyen, ezért az eredmények megerősítették a mátrix és opportunistá faj hipotézist. Az erdei specialista fajok száma szignifikánsan nagyobb volt a kertvárosi élőhelyen. A szárazságkedvelő és a fénykedvelő fajok száma a városi élőhelyen volt a legnagyobb, ami igazolta a szárazságkedvelő és a fénykedvelő fajok hipotézisét.

Kulcsszavak: Globenet; urbanizációs grádiens; ökológiai igény; szárazságkedvelő fajok; fénykedvelő fajok.

## Bevezetés

A világméretű urbanizáció az élőhelyek jelentős mértékű csökkenését és a környezeti feltételek megváltozását okozza. Ezek a hatások leginkább a városi élővilág megváltozásában mutathatók ki. Ezekből következően az urbanizáció a környezeti zavarások egyik legfontosabb formájának tekinthető. Az urbanizáció biodiverzitásra gyakorolt hatásának vizsgálata céljából alakult meg 1998-ban a nemzetközi Globenet kutatási projekt (Niemelä *et al.* 2000). A projekt a talajlakó gerinctelen élőlényeket vizsgálja egy egységes protokoll alapján erdei élőhelyek

esetén urbanizációs élőhelygradiens mentén. Eddig 9 országból publikáltak eredményeket, amelyek többségében a futóbogarakat vizsgálták: Anglia, Belgium, Bulgária, Dánia, Finnország, Japán, Kanada, Magyarország és Románia. Hazánkban átfogó kutatásokat végeztek (Magura *et al.* 2004, 2006a, 2008b, 2008c, 2009a, 2009b, 2010a; Tóthmérész & Magura 2005). Egyéb csoportokat eddig kisebb mértékben kutattak (pókok: Alaruikka *et al.* 2002, Magura *et al.* 2010b; szárazföldi ászkarákok: Hornung *et al.* 2007, Magura *et al.* 2006b, 2008a).

Az izeltlábúak egyik domináns ragadozó taxonját képviselő pókok a városi biotópokban is nagy faj- és egyedszámmal fordulhatnak elő, és ragadozó voltak ellenére jó indikátor-szervezeteknek tekinthetők (Horváth *et al.* 2009), ugyanis érzékenyen reagálnak a környezeti tényezők és az élőhely strukturális viszonyainak megváltozására. Ennek következtében alkalmasak lehetnek az urbanizáció hatásának tesztelésére is.

A zavarás közösségekre gyakorolt hatásának vizsgálatára több hipotézis is született. Ezek közül négy általánosan használt hipotézist teszteltem annak eldöntésére, hogy az urbanizáció milyen hatást gyakorol a pókegyüttesekre. A *növekvő zavarási hipotézis* szerint a fajszám az erősen zavart városi élőhelyen a legalacsonyabb (Gray 1989). A *mátrix faj hipotézis* szerint a városi erdőfoltok az emberi tevékenység következtében park jellegűvé válnak (nyílt foltok jelennek meg) és az erdőt körülvevő mátrixokból (vizsgálatunk esetében a környező nyílt élőhelyekből) fajok hatolhatnak be az erdőfoltokba, így a városi élőhelyen a nyílt élőhelyhez kötődő fajok száma magasabb, mint a kertvárosi és városon kívüli élőhelyeken (Tóthmérész *et al.* 2011). Az opportunistá fajok ki tudják használni a nagymértékű zavarás előnyeit és dominanciájuk az erősen zavart élőhelyek felé növekszik (*opportunistá faj hipotézis*) (Gray 1989). Az élőhely specialista faj hipotézis szerint a növekvő zavarás következtében az erdei specialista fajok száma csökken az erősen zavart városi területek felé haladva (Magura *et al.* 2004).

A pókok élőhely-választásában fontos szerepet játszanak az adott élőhely fény- és nedvességviszonyai. Buchar & Ruzicka (2002) kimutatták, hogy egy adott faj fény- és nedvességigényei teljesen ellentétesek lehetnek egymással (pl. egy fénykedvelő faj lehet nedvességkedvelő is egyben) ezért két további hipotézist is teszteltem: az urbanizáció következtében csökken az erdőben a páratartalom, ezért a szárazságkedvelő fajok száma a városi élőhelyen lesz a legnagyobb (*szárazságkedvelő fajok hipotézise*). Az urbanizáció a városi erdőfoltok

nyíltabbá és világosabbá válását eredményezi, ezért a fénykedvelő fajok száma növekszik a városon kívüli területektől a városi területekig (*fénykedvelő fajok hipotézise*).

## Módszerek

### *A vizsgálati terület*

A vizsgálatokhoz kiválasztott városon kívüli, kertvárosi és városi élőhelygrádiens Debrecen városában és az azt körülvevő természetes, egymástól független gyöngyvirágos tölgyes erdőfoltokban (*Convallario-Quercetum*) volt (Török & Tóthmérész 2004). A városon kívüli terület természetközeli erdő volt; az erdőben csak alkalmanként folyt kismértékű erdőkezelés. A kertvárosi élőhely foltok mintegy 30%-a volt beépített vagy aszfaltozott, és itt a kidőlt fákat és a lehullott ágakat időnként eltávolítják, de az aljnövényzetet nem ritkítják. A városi élőhelyen a beépített területek aránya meghaladta a 60%-ot. A legtöbb városi folt park jellegű, ahol a kidőlt fák és a lehullott ágak eltávolítása mellett a cserjéket is erősen ritkítják, ezen kívül az itt található ösvények nagy része aszfaltozott.

### *Gyűjtési elrendezés*

Minden élőhelytípusban (városon kívüli, kertvárosi, városi) két mintavételi területet jelöltem ki, amelyek egymástól legalább 100 méterre helyezkedtek el. A pókgyűjtéséhez valamennyi mintavételi területen 10 random módon kihelyezett talajcsapdát használtam, amelyek legalább 10 méter távolságra helyezkedtek el egymástól. A talajcsapdák 100 ml 4%-os formaldehidet tartalmaztak ölü- és konzerváló folyadékként. A pókokat 2009. április közepétől október végéig gyűjtöttem kéthetenkénti gyakorisággal. A statisztikai feldolgozáshoz az egyes csapdák fogásait összevontam a teljes gyűjtési periódusra vonatkozóan.

### *Adatfeldolgozás*

A gyűjtött fajokat ökológiai igényeik (erdei, generalista és nyílt élőhelyhez kötődő fajok, valamint szárazságtoleráló és fénykedvelő fajok) alapján csoportosítottam saját terepi tapasztalatok valamint irodalmi források alapján (Buchar & Ruzicka 2002). A pókok teljes fajszáma és az eltérő ökológiai igényű fajok száma közötti különbségek tesztelésére mindhárom élőhelytípus hat helye között

generalizált lineáris modellt (GLM) használtam. Mivel két mintavételi hely egy élőhelytípuson belül helyezkedett el, beágyazott elrendezést használtam. Ha a GLM szignifikáns különbséget mutatott az átlagok között, Tukey tesztet használtam az átlagok közötti többszörös összehasonlításához (O'Hara & Kotze 2010).

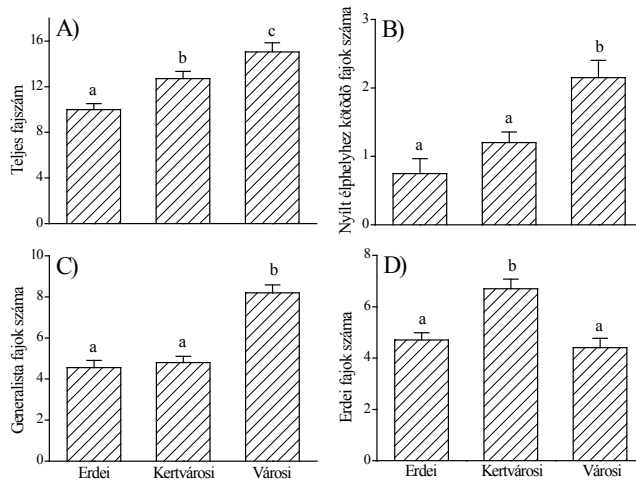
### Eredmények

A vizsgálat ideje alatt 69 faj 4959 egyedét gyűjtöttem. Legtömegesebbnek a *Pardosa alacris* bizonyult, amely a teljes egyedszám 32%-át tette ki. A fajok közül 29 erdei, 29 generalista, 10 pedig nyílt élőhelyhez kötődő volt. Egy olyan faj is előkerült, amelyet csak nemzetség szintig tudtam azonosítani, ezért az élőhelyi kötődése meghatározhatatlan volt.

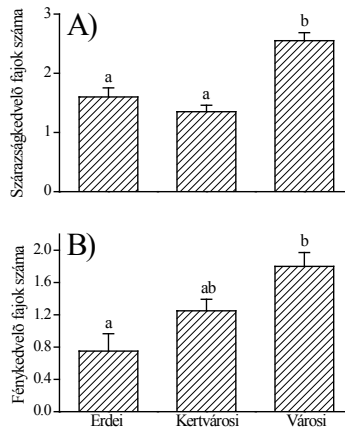
A teljes fajszám szignifikánsan növekedett a városon kívüli mintavételi területtől a városi mintavételi területig (generalizált lineáris modell:  $Chi^2_{2,3} = 32.06$ ,  $p < 0.001$ , 1A ábra). Hasonló tendenciát tapasztaltam a nyílt élőhelyhez kötődő és a generalista fajok esetében is, ahol a fajszám szignifikánsan alacsonyabb volt a városon kívüli és a kertvárosi mintavételi helyeken, mint a városi parkban (generalizált lineáris modell: nyílt élőhelyhez kötődő fajok száma:  $Chi^2_{2,3} = 19.02$ ,  $p < 0.001$ , 1B ábra; generalizált lineáris modell: generalista fajok száma:  $Chi^2_{2,3} = 65.74$ ,  $p < 0.001$ , 1C ábra). Az erdei specialista fajok száma pedig szignifikánsan magasabb volt a kertvárosi élőhelyen, mint a városon kívüli és városi területeken (generalizált lineáris modell:  $Chi^2_{2,3} = 26.00$ ,  $p < 0.001$ , 1D ábra). A szárazságtoleráló fajok száma szignifikánsan magasabb volt a városi parkban, mint a városon kívüli és kertvárosi élőhelyen (generalizált lineáris modell:  $Chi^2_{2,3} = 43.09$ ,  $p < 0.001$ , 2A ábra). A fénykedvelő fajok száma pedig szignifikánsan magasabb volt a városi mintavételi helyeken, mint a városon kívüli mintaterületeken (generalizált lineáris modell:  $Chi^2_{2,3} = 13.52$ ,  $p < 0.001$ , 2B ábra).

### Értékelés

Alaruikka *et al.* (2002) Finnországban vizsgálták a talajlakó pókokat egy városon kívüli-városi élőhelygradiens mentén, de nem találtak szignifikáns különbséget a teljes fajkészlet esetében, ugyanakkor Magura *et al.* (2010b) magyarországi kutatásai kimutatták, hogy a teljes fajszám szignifikánsan magasabb volt a városi területen, mint a kertvárosi és a városon kívüli területeken. Eredményeim Alaruikka *et al.* (2002) és Magura *et al.* (2010b) vizsgálataihhoz hasonlóan



**1. ábra.** A teljes fajszám (A), a nyílt élőhelyhez kötődő fajok (B), a generalista fajok (C) és az erdei specialista fajok (D) csapdánkenti átlagai ( $\pm$ SE) az urbanizáció grádiens mentén. A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelzik (Tukey-teszt,  $p < 0.05$ ).



**2. ábra.** A szárasságkedvelő fajok (A) és a nyílt élőhelyhez kötődő fajok (B) csapdánkenti átlagai ( $\pm$ SE) az urbanizáció grádiens mentén. A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelzik (Tukey-teszt,  $p < 0.05$ ).

nem támasztották alá a növekvő zavarási hipotézist, sőt azt találtam, hogy a teljes fajszám szignifikánsan növekedett a városon kívüli helyektől a városi helyekig. Egyik lehetséges magyarázata lehet a növekvő zavarási hipotézis hiányának, hogy az urbanizáció következtében a vizsgált élőhely foltok diverzitása rendkívül magas volt a városi területen. Nyíltabb lombozatú foltok, mérsékelten záródott foltok és teljesen zárt lombozatú foltok egyidejűleg megtalálhatók voltak a városi élőhelyen. A kevésbé és a mérsékelten zárt foltok kedvezőbbek a nyílt élőhelyhez kötődő és a generalista fajok számára, amelyek könnyen kolonizálják ezeket a foltokat, növelve ezzel városi területek diverzitását. Ulrich *et al.* (2010) különböző mértékben zavart erőfoltokban vizsgálták a pókokat és kimutatták, hogy a teljes fajszám nem különbözött szignifikánsan a vizsgált helyek között, de a fajösszetétel megváltozott a grádiens mentén.

Eredményeim igazolták a mátrix faj és az opportunistá faj hipotézist, ugyanis a nyílt élőhelyhez kötődő és a generalista fajok száma a városi területen volt a legnagyobb. A városi park jelentősen eltért a kertvárosi és a városon kívüli területektől, mert a városi élőhelyek nyíltabbak és melegebbek voltak. A környező mátrixokból jó néhány nyílt élőhelyhez kötődő faj be tud települni a városi parkba. Az erősen zavart városi erdőfoltokban magasabb volt a levegő- és a talajhőmérséklet, ezért ezeken a helyeken több olyan mikroélőhely jött létre, ahol ezek a fajok kedvező életfeltételeket találtak. Matveinen & Koivula (2008) kimutatták, hogy a legdrasztikusabb erdőművelési módszerek (tarvágás és a felező vágás) következtében növekedett a nyílt élőhelyhez kötődő pókfajok abundanciája egy finnországi boreális erdőben, mivel ezek az erdőfoltok a kezelések következtében nyíltabbá váltak. A generalista fajok számára előnyös lehet a nagyobb zavarás, mivel könnyen meg tudnak telepedni az urbanizáció által módosított területeken. A finn (Alaruikka *et al.* 2002) és a korábbi magyar eredmények (Magura *et al.* 2010b) nem erősítették meg ezt a hipotézist, mivel a generalista fajok számában nem mutatkozott szignifikáns különbség az urbanizációs grádiens mentén.

Jelen vizsgálatban az erdei specialista fajok száma az élőhely specialista hipotézissel ellentétben a kertvárosi területen volt a legmagasabb. Ezek a fajok a nedvesebb és árnyékosabb helyeket részesítik előnyben. Mivel a cserjeborítás és a relatív páratartalom ezen az élőhelyen volt a legmagasabb, nem meglepő, hogy az erdei fajok legnagyobb fajszámmal a kertvárosi élőhelyen fordultak elő. Jelen esetben a zavarás mértéke a városon kívüli és kertvárosi területeken valószínűleg nem különbözött jelentősen egymástól. Ezért az erdei fajok számát

és térbeli megoszlását inkább a környezeti tényezők befolyásolták (árnyék- és nedvességviszonyok), semmint a zavarás mértéke.

A szárazságkedvelő fajok hipotézise szerint a szárazságkedvelő fajok dominanciája növekszik a városon kívüli élőhelytől a város felé. Vizsgálatom megerősítette ezt a feltételezést, mert a szárazságkedvelő fajok száma magasabb volt a városi helyeken, mint a kertvárosi és a városon kívüli területeken. A városi erdő-fragmentumok nyíltabbak voltak, mint a kertvárosi és a városon kívüli fragmentumok, ezért a talajfelszíni- és a levegőhőmérséklet a városközpontban volt a legmagasabb. Ezen folyamat következtében a szárazságkedvelő fajok dominanciája a városi élőhelyen volt a legnagyobb. Hoffmann & Andersen (2003) kimutatták, hogy a melegkedvelő hangyafajok a nyílt élőhelyeket részesítették előnyben, mivel a hőmérséklet ezeken a helyeken volt a legmagasabb. Menke *et al.* (2010) megállapították, hogy a bennszülött hangyafajok, amelyek a melegebb és szárazabb helyeket kedvelik, nagyobb számban csak a nyílt élőhelyeken fordultak elő.

Eredményeim megerősítették a fénykedvelő fajok hipotézisét is, mivel a fénykedvelő fajok száma növekedett a természetes erdőtől a városi parkig. A fajszám a városi mintavételi területeken volt a legnagyobb. A városi park erdő-fragmentumai nyíltabbak voltak ezért több fény jutott be ezekbe a foltokba, mint a kertvárosi és a városon kívüli mintaterületeken. A több fény miatt a városi erdőfoltokban a fénykedvelő fajok számukra kedvező mikro-élőhelyeket találtak, és tartósan meg tudtak itt telepedni. Lütolf *et al.* (2009) lepkéket vizsgáltak, és azt találták, hogy a száraz gyepekre jellemző lepkefajok a kevésbé záródott erdőfoltokat kedvelték leginkább és abundanciájuk jelentősen csökkent a lombkorona záródásának növekedésével.

Eredményeim alapján megállapítható, hogy az urbanizáció hatására a természetes élőhelyeken végbemenő változások leginkább az erdei specialista pók-fajokat érintik hátrányosan. Ugyanakkor a generalista, a nyílt élőhelyhez kötődő, a szárazságtűrő és a fénykedvelő fajok száma növekedett a városi élőhely felé. Ezért a városi parkok és zöld területek azon túl, hogy fontosak a városi élet minőségének javításában, a biodiverzitás növekedéséhez is hozzájárulhatnak. Eredményeim alapján azt javaslom, hogy kerüljük a fák kivágását és a cserjék ritkítását, valamint a kidőlt korhadó faanyag eltávolítását, elősegítve ezzel az erdei fajok számának növekedését.

\*

*Köszönetnyilvánítás* – Köszönetemet szeretném kifejezni Barbara Knoflach Thalernak a problémás faj identifikálásában nyújtott segítségével, valamint Szinetár Csabának a fajok ökológiai igényeinek meghatározásában nyújtott tanácsaiért. A publikáció a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült. A publikáció elkészítését a TÁMOP 4.2.1./B-09/1/KONV-2010-0007 számú projekt támogatta.

### Irodalomjegyzék

- Alaruikka, D., Kotze, D. J., Matveinen, K. & Niemelä, J. (2002): Carabid beetle and spider assemblages along a forested urban-rural gradient in Southern Finland. – *Journal of Insect Conservation* **6**: 195–206.
- Buchar, J. & Ruzicka, V. (szerk.) (2002): *Catalogue of spiders of the Czech Republic*. – Peres Publishers, Praha, 349 pp.
- Gray, J. S. (1989): Effects of environmental stress on species rich assemblages. – *Biological Journal of the Linnean Society* **37**: 19–32.
- Hoffmann, B. D. & Andersen, A. N. (2003): Responses of ants to disturbance in Australia, with particular reference to functional groups. – *Austral Ecology* **28**: 444–464.
- 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.
- Horváth, R., Magura, T., Szinetár, Cs. & Tóthmérész, B. (2009): Spiders are not less diverse in small and isolated grasslands, but less diverse in overgrazed grasslands; a field study (East Hungary, Nyirseg). – *European Journal of Soil Biology* **130**: 16–22.
- Lütolf, M., Bolliger, J., Kienast, F. & Guisan, A. (2009): Scenario-based assessment of future land use change on butterfly species distributions. – *Biodiversity and Conservation* **18**: 1329–1347.
- 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. & Lövei, G. L. (2006a): Body size inequality of carabids along an urbanisation gradient. – *Basic and Applied Ecology* **7**: 472–482.
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Hornung, E. (2006b): Az urbanizáció hatása talajfelszíni ízeltlábúakra. – *Magyar Tudomány* **6**: 705–708.
- Magura, T., Hornung, E. & Tóthmérész, B. (2008a): Abundance patterns of terrestrial isopods along an urbanization gradient. – *Community Ecology* **9**: 115–120.
- Magura, T., Lövei, G. L. & Tóthmérész, B. (2008b): Time-consistent rearrangement of carabid beetle assemblages by an urbanisation gradient in Hungary. – *Acta Oecologica* **34**: 233–243.
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Molnár, T. (2008c): A species-level comparison of occurrence patterns in carabids along an urbanisation gradient. – *Landscape and Urban Planning* **86**: 134–140.



- Magura, T., Hornung, E. & Tóthmérész, B. (2009a): Changes of ground beetle and isopod assemblages along an urbanisation gradient in Hungary. – In: Tajovský, K., Schlaghamerský, J. & Pižl, V. (szerk.): *Contributions to Soil Zoology in Central Europe III*. Institute of Soil Biology, Biology Centre, Academy of Sciences of the Czech Republic, Ceske Budajovice, pp. 97–101.
- Magura, T., Lövei, G. L. & Tóthmérész, B. (2010a): Does urbanisation decrease diversity in ground beetle (Carabidae) assemblages? – *Global Ecology and Biogeography* **19**: 16–26.
- Magura, T., Horváth, R. & Tóthmérész, B. (2010b): Effects of urbanization on ground-dwelling spiders in forest patches, in Hungary. – *Landscape Ecology* **25**: 621–629.
- Matveinen, K. & Koivula, M. (2008): Effects of alternative harvesting methods on boreal forest spider assemblages. – *Canadian Journal of Forest Research* **38**: 782–794.
- Menke, S. B., Guénard, B., Sexton, J. O., Weiser, M. D., Dunn, R. R. & Silverman, J. (2011): Urban areas may serve as habitat and corridors for dry-adapted, heat tolerant species; an example from ants. – *Urban Ecosystems* **14**: 135–163.
- Niemelä, J., Kotze, D. J. & Ashworth, A. (2000): The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. – *Journal of Insect Conservation* **4**: 3–9.
- O’Hara, R. B. & Kotze, D. J. (2010): Do not log-transform count data. – *Methods in Ecology and Evolution* **1**: 118–122.
- Tóthmérész, B. & Magura, T. (2005): Affinity indices for environmental assessment using carabids. – In: Lövei, G. L. & Toft, S. (szerk.): *European Carabidology 2003: Proceedings of the 11th European Carabidologists’ Meeting. DIAS Report 114*. Ministry of Food, Agriculture and Fisheries and Danish Institute of Agricultural Sciences, Flakkebjerg, pp. 345–352.
- Tóthmérész, B. & Magura, T. (2009b): Az urbanizáció hatása a talajfaunára: Hipotézisek és nemzetközi kitekintés. – *Természetvédelmi Közlemények* **15**: 13–22.
- Tóthmérész, B., Máthé, I., Balázs, E. & Magura, T. (2011): Responses of Carabid Beetles to Urbanization in Transylvania (Romania). – *Landscape and Urban Planning* **101**: 330–337.
- Török, P. & Tóthmérész, B. (2004): A debreceni Nagyverdő növényzeti arculatának vizsgálata. – *Természetvédelmi Közlemények* **11**: 107–116.
- Ulrich, W., Zalewski, M., Hajdamowicz, I., Stanska, M., Ciurzycki, W. & Tykarski, P. (2010): Tourism disassembles patterns of co-occurrence and weakens responses to environmental conditions of spider communities on small lake islands. – *Community Ecology* **11**: 5–12.

## Effect of urbanization on ground-dwelling spiders

Roland Horváth

*University of Debrecen, Department of Ecology,  
H-4010 Debrecen, P. O. Box 71.*

Effect of urbanization on ground-dwelling spiders was studied along a rural-suburban-urban forest gradient in Debrecen in 2009. Pitfall traps were used for sampling from the middle of April to the end of October fortnightly. The following hypotheses were tested: increasing disturbance hypothesis, matrix species hypothesis, opportunistic species hypothesis, and habitat specialist hypothesis. As a result of urbanization that the urban forest patches become drier and more open. It was assumed that the number of xerophilous species and light-preferring species are increasing from the rural sites to the urban ones. The overall species richness increased significantly toward the urban habitat type, contradicting the increasing disturbance hypothesis. The results verified both the matrix and opportunistic species hypotheses, as the number of the open-habitat species and the generalist species were higher in the urban park, than in the rural and in the suburban sites. Species richness of the forest specialist spiders was significantly higher in the suburban area. The species richness of both the xerophilous and light-preferring species was the highest in the urban area, supporting the xerophilous and the light-preferring species hypotheses.

Keywords: Globenet; urbanization gradient; ecological traits; xerophilous species; light-preferring species.