

Holyvák válasza a mikroélőhelyek és a mozaikosság csökkenésére urbanizációs grádiens mentén

Nagy D. Dávid és Mizser Szabolcs

MTA-DE Biodiverzitás Kutatócsoport,
4010 Debrecen, Pf. 71.

e-mail: nagydavin@gmail.com

Összefoglaló: Az urbanizáció holyvákra (Coleoptera: *Staphylinidae*) gyakorolt hatását vizsgáltuk Debrecenben és a város körüli erdős területeken egy urbanizációs grádiens mentén (természetközeli erdő – városszéli erdő – városi erdős park). Eredményeink igazolják a növekvő zavarási hipotézist és az élőhely specialista hipotézist, amelyek szerint a teljes fajszám és az erdei specialisták fajszáma a természetközeli állapotú erdőben a legnagyobb. A nedvességkedvelő fajok száma szignifikánsan csökkent, míg a melegkedvelő fajoké növekedett az urbanizáció hatására. A szubsztrát anyagokhoz és mikroélőhelyekhez kötődő bomló szubsztrátkedvelő, növényi törmeléklakó, hangyakedvelő és gombakedvelő holyvafajok száma szignifikánsan nagyobb volt a természetközeli erdőben, mint a városi erdős parkban. Vizsgálataink eredményei azt mutatják, hogy az urbanizáció a speciális szubsztrátokat és/vagy mikroélőhelyeket igénylő specialista holyvafajokat érinti hátrányosan. A közösségi szintű változások pontosabb megértéséhez elengedhetetlen a holyvafajok ökológiai igényeinek figyelembe vétele.

Kulcsszavak: diverzitás, GlobeNet, mikroélőhely, erdei specialista, Staphylinidae, szubsztrát, városiasodás, zavarás

Bevezetés

Az urbanizáció során átalakulnak az eredeti élőhelyek, létrehozva egy mesterségesen kialakított tájszerkezetet. Ennek következtében a világ nagyvárosai hasonló mintázatot mutatnak. Kialakul egy urbanizációs grádiens, aminek az egyik végén egy zavarásnak enyhén kitett, természetközeli állapotú élőhely található. Ezt egy mérsékelt zavar, kevésbé átalakított városszéli élőhely követi. A grádiens másik végén pedig az ember által erősen zavar, épületekkel és aszfaltozott felszínekkel jelentősen feldarabolt városi zöldterület helyezkedik el (Niemelä *et al.* 2000, Mizser 2007). Az urbanizáció hatására megváltoznak az abiotikus és biotikus viszonyok és gyakran megsemmisülnek azok a mikro- és makroélőhelyek, amelyek nélkülözhetetlenek számos faj számára (Magura *et al.* 2010b, Horváth *et al.* 2012, Bogyó *et al.* 2015). A városi területeken az eredeti élőhelyek feldarabolódnak, aminek következtében erősödik a szegélyhatás, jelentősen befolyásolva ezzel az adott élőhely biodiverzitását (Fahrig 2003, Magura *et al.* 2010b, Tóthmérész *et al.* 2014).

Számos hipotézist leírtak a zavarás élőlényekre gyakorolt hatásainak magyarázatára (Tóthmérész & Magura 2009). A legtöbb zavarási hipotézis a teljes fajgazdagságon alapszik. Ugyanakkor a fajok eltérő ökológiai igényeik miatt különbözőképpen reagálnak az ember által okozott zavarásokra (Magura *et al.* 2010a). Ezért fontos, hogy a teljes fajszám mellett vizsgáljuk a speciális igényekkel rendelkező fajok számának változását is (Horváth *et al.* 2012).

Jelen tanulmány célja az urbanizáció holyvákra gyakorolt hatásainak vizsgálata. A vizsgálat során az alábbi hipotéziseket teszteltük: (1) a növekvő zavarási hipotézis szerint a fajgazdagság monoton csökken a természetközeli élőhelytől a városi erdős park irányába (Tóthmérész & Magura 2009). Az (2) élőhely specialista hipotézis azt állítja, hogy a zavarás növekedésével az erdei élőhelyekhez szorosan kötődő fajok száma csökken (Magura *et al.* 2004). Az urbanizáció következtében a városi erdőfoltok nyitottabbak, melegebbek és szárazabbak a városszéli és a természetközeli erdőkhöz képest (Jones *et al.* 1990). Ezért (3) a nedvességkedvelő fajok száma várhatóan a városon kívüli, természetközeli élőhelyen lesz a legmagasabb (nedvességkedvelő faj hipotézis), míg ezzel ellentétben (4) a melegkedvelő fajok száma itt lesz a legalacsonyabb (melegkedvelő faj hipotézis). A kezelések során a városi parkokból intenzíven, a városszéli területekről mérsékelten, míg a természetközeli állapotú élőhelyekről egyáltalán nem távolítják el a bomló szerves anyagokat. Ezért (5) a bomló szubsztrátokat kedvelő fajok (bomló szubsztrátkedvelő faj hipotézis) és (6) a lágyszárú törmelék között élő fajok (növényi törmelékklakó faj hipotézis) száma valószínűleg a zavartalan természetközeli erdőben a legmagasabb. A hangyák és a gombák előnyben részesítik a sűrű, elhalt és rothadó szerves anyagokat (Rayner & Boddy 1988, Savitha *et al.* 2008) és érzékenyen reagálnak az urbanizációra (McDonnell *et al.* 1997, Vepsäläinen *et al.* 2008). Ezért (7) a hangyákhoz kötődő fajok (hangyakedvelő faj hipotézis) és (8) a gombákhoz kötődő fajok száma (gombakedvelő faj hipotézis) is várhatóan a szerves anyagokban gazdag, természetközeli állapotú erdőben lesz a legmagasabb.

Módszerek

A mintavételi területek egy urbanizációs grádiens (természetközeli állapotú erdő – városszéli erdő – városi erdős park) mentén helyezkedtek el a Debreceni Nagyerdő Természetvédelmi Területen. Mindhárom terület tipikus, természetes társulása a homoki gyöngyvirágos tölgyes (*Convallario-Quercetum roboris*) volt, amelynek domináns fafaja a kocsányos tölgy (*Quercus robur*). A mintavételi területek közötti legnagyobb különbség az emberi zavarás (erdészeti kezelés, rekreációs tevékenységek) mértékében és a beépített területek arányában volt. A természetközeli

erdőben a cserjeszintet nem ritkították és a kidőlt, korhadt fákat nem távolították el. A mérsékelten zavart városszéli élőhelyen a nagyobb kidőlt fákat eltávolították, azonban a cserje és lágyszárú vegetáció érintetlen maradt. A városi erdős parkban a kidőlt fák, ágak eltávolítása mellett a cserjéket ritkították, a lágyszárúakat pedig rendszeresen kaszálták, ezáltal biztosítva az élőhely park jellegét.

Mindhárom mintavételi terület típust két egymástól független ismétlésben vizsgáltuk. Az ismétlések több mint 100 m-re voltak egymástól. Mindegyik ismétlésben 10 talajcsapda működött (3 terület x 2 ismétlés x 10 csapda = 60 csapda). A csalétek nélküli csapdák ölü-konzerváló folyadékként 100 ml 4%-os formalint tartalmaztak. A csapdákra faforgácslapból készült, szegélyákon álló fedőt (20 x 20 cm) helyeztünk, ami megakadályozta az esővíz és az avar csapdádba kerülését. A csapdákat kéthetente ürítettük, április végétől október végéig.

Adatfeldolgozás

A fajokat élőhelyi (erdei specialisták, növényi törmeléklakók) és ökológiai (nedvességkedvelők, melegkedvelők, bomló szubsztrátkedvelők, gombakedvelők, hangyakedvelők) igényük alapján csoportosítottuk (Koch 1989, Irmeler & Gürlich 2007, Stan 2008). Az adatok feldolgozása során a csapdánkénti fogást a teljes évről vonatkoztatva összevontuk. A holtyvak fajszámában, valamint a különböző ökológiai igényű holtyvafajok számában tapasztalt különbségek kimutatására általános lineáris modellt (GLM) használtunk (Zuur *et al.* 2009). Mivel egy élőhelytípuson belül két mintavételi hely volt, ezért egymásba ágyazott elrendezést használtunk. Ha a GLM szignifikáns különbséget mutatott az átlagok között, akkor az LSD (legkisebb szignifikáns különbség) teszt felhasználásával elvégeztük a többszörös összehasonlítást.

Eredmények

A vizsgálat sorozat során összesen 84 faj 3105 egyedét gyűjtöttük. Mindhárom élőhely típusban az *Omalium caesum* Gravenhorst, 1806 volt a leggyakoribb faj. A teljes fajszám szignifikánsan csökkent a természetközeli élőhelytől a városi erdős park irányába ($F_{2, 54} = 35,5$; $p < 0,0001$; 1. táblázat). Az erdei specialista fajok száma szignifikánsan alacsonyabb volt a városi parkban, mint a városszéli és természetközeli erdőkben ($F_{2, 54} = 18,82$; $p < 0,0001$; 1. táblázat). A nedvességkedvelő fajok száma szignifikánsan csökkent a természetközeli élőhelytől a városi erdős park irányába, míg a melegkedvelő fajok száma szignifikánsan magasabb volt a városi erdős parkban, mint a városszéli és természetközeli erdőkben (nedvességkedvelők: $F_{2, 54} = 28,43$; $p < 0,0001$; melegkedvelők: $F_{2, 54} = 4,75$; p

< 0,05; 1. táblázat). A bomló szubsztrátkedvelő, a hangyakedvelő és a növényi törmelékklakó fajok száma a természetközeli állapotú erdőben volt a legnagyobb (bomló szubsztrátkedvelők: $F_{2,54} = 6,6$; $p < 0,001$; hangyakedvelők: $F_{2,54} = 21,81$; $p < 0,0001$; növényi törmelékklakók: $F_{2,54} = 22,56$; $p < 0,0001$; 1. táblázat). A gombakedvelő fajok száma szignifikánsan kisebb volt a városi erdős parkban a városzéli és természetközeli erdőkhöz képest ($F_{2,54} = 16,32$; $p < 0,0001$; 1. táblázat).

1. táblázat. A holyvák csapdánkenti átlagos fajszámának (\pm S.D.), valamint az erdei specialista, a nedvességkedvelő, a melegkedvelő, a bomló szubsztrátkedvelő, a növényi törmelékklakó, a hangyakedvelő és a gombakedvelő holyvafajok számának változása az urbanizációs gradiens mentén. A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelentik ($p < 0,05$) az LSD teszt alapján.

	Természetközeli erdő	Városszéli erdő	Városi erdős park
Teljes fajszám	18,8 \pm 0,90 ^a	14,5 \pm 0,58 ^b	10,5 \pm 0,64 ^c
Erdei specialisták fajszáma	3,9 \pm 0,37 ^a	4,2 \pm 0,35 ^a	1,7 \pm 0,26 ^b
Nedvességkedvelő fajok száma	11,0 \pm 0,59 ^a	9,5 \pm 0,25 ^b	6,4 \pm 0,47 ^c
Melegkedvelő fajok száma	0,2 \pm 0,09 ^a	0,3 \pm 0,11 ^a	0,7 \pm 0,13 ^b
Bomló szubsztrátkedvelő fajok száma	1,9 \pm 0,27 ^a	1,2 \pm 0,08 ^b	1,1 \pm 0,14 ^b
Törmelékklakó fajok száma	14,0 \pm 0,73 ^a	9,9 \pm 0,51 ^b	8,6 \pm 0,59 ^b
Hangyakedvelő fajok száma	1,7 \pm 0,26 ^a	0,4 \pm 0,20 ^b	0,2 \pm 0,08 ^b
Gombakedvelő fajok száma	6,4 \pm 0,46 ^a	5,6 \pm 0,39 ^a	3,9 \pm 0,49 ^b

Értékelés

Eredményeink azt mutatják, hogy a holyvák fajgazdagsága szignifikánsan csökkent a természetközeli erdőtől a városi erdős park irányába, így a növekvő zavarási hipotézis érvényesült. Futóbogarak esetében hasonló mintázatot figyeltek meg Belgiumban, Kanadában, Finnországban, Japánban és Nagy-Britanniában (Niemelä *et al.* 2002, Gaublotte *et al.* 2008). Ugyanakkor Magyarországon futóbogarak (Magura *et al.* 2004), szárazföldi ászkarákok (Hornung *et al.* 2007) és talajlakó pókok (Magura *et al.* 2010a, Horváth *et al.* 2012), Romániában és Dániában pedig futóbogarak esetében (Niemelä *et al.* 2002, Tóthmérész *et al.* 2011) nem tapasztaltak csökkenést a faji sokféleségben az urbanizáció mértékének nö-

vekedésével. A nem egységes diverzitásbeli mintázat egyik lehetséges oka, hogy a különböző igényekkel rendelkező élőlények eltérő választ adhatnak az urbanizáció okozta zavarásra. Habitat affinitásuktól és ökológiai igényüktől függően bizonyos fajok (tágtűrűsű, invazív fajok) előtérbe kerülhetnek, míg mások (szűktűrűsű, specialista fajok) háttérbe szorulhatnak (Magura *et al.* 2010a, Magura *et al.* 2015). Az ellentétes változások kioltathatják egymást, így az alapvető ökológiai mintázatok rejtve maradnak (Magura *et al.* 2013). Ezért a teljes fajszám vizsgálata mellett szükség van a különböző élőhelyi és ökológiai igényekkel rendelkező fajokra irányuló elemzésekre is. A GlobeNet tanulmányok egységesen rámutattak arra, hogy az erdőkhöz kötődő specialista futóbogár fajok száma szignifikánsan nagyobb a kismértékben zavart természetközeli erdőben, mint az erősen zavart városi erdős parkban (Magura *et al.* 2010b). A futóbogarakhoz hasonlóan az erdei specialista holyvafajok is érzékenyen reagáltak a jelentős zavarással járó élőhely átalakításokra (Boháč 1999, Pohl *et al.* 2008). Deichsel (2006) eredményeihez hasonlóan jelen tanulmányban is jelentősen magasabb volt az erdei specialista holyvafajok száma a természetközeli erdőben a városi erdős parkhoz képest.

Az urbanizáció során a természetes élőhelyek fragmentálódnak, degradálódnak és homogenizálódnak, ami megváltoztatja a mikroklimatikus viszonyokat és ez jelentős hatással lehet az érzékeny, szűktűrűsű fajokra (Horváth *et al.* 2012, Tóthmérész *et al.* 2014). A városi erdőfoltok fragmentálódása és a cserjeszint rendszeres ritkítása lehetővé teszi a napfény mélyebbre hatolását, ami melegebb és szárazabb mikroklímát eredményez (McDonnell *et al.* 1997). Ezek a változások hozzájárulnak a meleg, száraz élőhelyeket kedvelő fajok (nyílt élőhelyekre jellemző fajok, melegkedvelő fajok) bevándorlásához és tartós fennmaradásához ezeken a területeken, míg más fajok (erdei specialisták, nedvességkedvelő fajok) kiszorulnak a nyíltabb erdőfoltokból (Magura *et al.* 2010a). Eredményeink is megerősítik ezeknek a változásoknak a fajösszetételt befolyásoló hatásait, mivel a nedvességkedvelő fajok száma jelentősen csökkent a természetközeli erdőtől a városi erdős park felé haladva, miközben a melegkedvelő fajok száma a városi erdős parkban volt a legnagyobb.

Számos speciális mikroélőhely (fészkek, kidőlt fák, avar) és szubsztrát anyag (rothadó gyümölcsök, dögök, gombák) nélkülözhetetlen a specialista fajok számára (Nagy 2012). A bomló, gombásodó állati és növényi anyagok jellegzetes mikroklímával rendelkeznek, védelmet nyújtanak a ragadozók ellen, táplálékforrást biztosítanak, valamint fontos szerepük van az áttelelésben és a peték vagy lárvák fejlődésében (Magura *et al.* 2013). A természetközeli élőhelyeken ezek az anyagok nagy számban fordulnak elő, míg az intenzíven kezelt városi parkokból rendszeresen eltávolítják őket. A bomló szubsztrátkedvelő, a hangyakedvelő, a növényi törmelékklakó és gombakedvelő fajok szorosan kapcsolódnak ezekhez a

speciális mikroélőhelyekhez és szubsztrát anyagokhoz, ezért számuk jelentősen alacsonyabb volt a városi erdős parkban, mint a természetközeli állapotú erdőben.

Eredményeink azt mutatják, hogy az urbanizáció jelentős hatással van a holyvaegyüttesekre. A holyvák fajszáma fokozatosan csökkent a természetközeli erdőtől a városszéli területeken keresztül a zavarásnak jelentősen kitett városi erdős park irányába. Így ez a gerinctelen csoport alkalmasnak bizonyult az urbanizáció hatásainak kimutatására. A holyvaegyüttesek összetétele jelentősen megváltozott a természetközeli – városszéli – városi grádiens mentén. Ez többek között a fajok szerves anyagokhoz való kötődésével és az erdőfoltok nyitottságának mértékével magyarázható. A kezelések következtében a városi területek átalakulnak, ami az eredeti élőhelyhez kötődő fajok számának csökkenéséhez és új fajok bevándorlásához vezethet.

Köszönetnyilvánítás – Köszönetünket fejezzük ki Tóthmérész Bélának és Magura Tibornak a hasznos tanácsokért, amelyek nagyban segítették a publikáció elkészülését. Külön köszönet illeti Ádám Lászlót és Makranczy Györgyöt a határozásban nyújtott segítségükért. Ezen kívül köszönet illeti Horváth Rolandot, Bogyó Dávidot, Szalkovszki Ottót és Nagy Leilát a terepi mintavételek során nyújtott segítségükért. A kutatás megvalósulását a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság támogatta. 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 valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Bogyó, D., Magura, T., Simon, E. & Tóthmérész, B. (2015): Millipede (Diplopoda) assemblages alter drastically by urbanisation. – *Landscape Urban Plan.* **133**: 118–126.
- Boháč, J. (1999): Staphylinid beetles as bioindicators. – *Agr. Ecosyst. Environ.* **74**: 357–372.
- Deichsel, R. (2006): Species change in an urban setting - ground and rove beetles (Coleoptera: Carabidae and Staphylinidae) in Berlin. – *Urban Ecosyst.* **9**: 161–178.
- Fahrig, L. (2003): Effects of habitat fragmentation on biodiversity. – *Annu. Rev. Ecol. Evol. S.* **34**: 487–515.
- Gaublomme, E., Hendrickx, F., Dhuyvetter, H. & Desender, K. (2008): The effects of forest patch size and matrix type on changes in carabid beetle assemblages in an urbanized landscape. – *Biol. Conserv.* **141**: 2585–2596.
- 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. & Tóthmérész, B. (2012): Ignoring ecological demands masks the real effect of urbanization: a case study of ground-dwelling spiders along a rural-urban gradient in a lowland forest in Hungary. – *Ecol. Res.* **27**: 1069–1077.
- Irmeler, U. & Gürlich, S. (2007): What do rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) indicate for site conditions? – *Faun. Ökol. Mitt.* **8**: 439–455.

- Jones, P. D., Groisman, P. Y., Coughlan, M., Plummer, N., Wang, W. C. & Karl, T. R. (1990): Assessment of Urbanization Effects in Time-Series of Surface Air-Temperature over Land. – *Nature* **347**: 169–172.
- Koch, K. (1989): *Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Band 1.*– Goecke & Evers Verlag, Krefels, 440 p.
- Magura, T., Bogyó, D., Mizser, S., Nagy, D. D. & Tóthmérész, B. (2015): Recovery of ground-dwelling assemblages during reforestation with native oak depends on the mobility and feeding habits of the species. – *Forest Ecol. Manag.* **339**: 117–126.
- Magura, T., Horváth, R. & Tóthmérész, B. (2010a): Effects of urbanization on ground-dwelling spiders in forest patches, in Hungary. – *Landscape Ecol.* **25**: 621–629.
- Magura, T., Lövei, G. L. & Tóthmérész, B. (2010b): Does urbanization decrease diversity in ground beetle (Carabidae) assemblages? – *Global Ecol. Biogeogr.* **19**: 16–26.
- Magura, T., Nagy, D. & Tóthmérész, B. (2013): Rove beetles respond heterogeneously to urbanization. – *J. Insect Conserv.* **17**: 715–724.
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Molnár, T. (2004): Changes in carabid beetle assemblages along an urbanisation gradient in the city of Debrecen, Hungary. – *Landscape Ecol.* **19**: 747–759.
- McDonnell, M. J., Pickett, S. T. A., Groffman, P., Bohlen, P., Pouyat, R. V., Zipperer, W. C., Parmelee, R. W., Carreiro, M. M. & Medley, K. (1997): Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient. – *Urban Ecosyst.* **1**: 21–36.
- Mizser, S. (2007): Futóbogarak előfordulási mintázata egy urbanizációs élőhelygradiens mentén. – *Állattani Közlem.* **92**: 79–90.
- Nagy, D. (2012): Últetvények és őshonos tölgyesek holyvaegyüttese (Staphylinidae). – *Termvéd. Közlem.* **18**: 383–392.
- Niemelä, J., Kotze, D. J., Venn, S., Penev, L., Stoyanov, I., Spence, J., Hartley, D. & de Oca, E. M. (2002): Carabid beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) across urban-rural gradients: an international comparison. – *Landscape Ecol.* **17**: 387–401.
- Niemelä, J., Kotze, J., Ashworth, A., Brandmayr, P., Desender, K., New, T., Penev, L., Samways, M. & Spence, J. (2000): The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. – *J. Insect Conserv.* **4**: 3–9.
- Pohl, G. R., Langor, D. W., Klimaszewski, J., Work, T. & Paquin, P. (2008): Rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in northern Nearctic forests. – *Can. Entomol.* **140**: 415–436.
- Rayner, A. D. M. & Boddy, L. (1988): *Fungal decomposition of wood: its biology and ecology.*– Wiley, Chichester; New York, 587 p.
- Savitha, S., Barve, N. & Davidar, P. (2008): Response of ants to disturbance gradients in and around Bangalore, India. – *Tropical Ecol.* **49**: 235–243.
- Stan, M. (2008): New data on the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) from București and its surroundings. – *Trav. Mus. Nat. d'Hist. Nat.* **51**: 369–386.
- Tóthmérész, B. & Magura, T. (2009): Az urbanizáció hatása a talajfaunára: hipotézisek és nemzetközi kitekintés. – *Termvéd. Közlem.* **15**: 13–22.
- Tóthmérész, B., Máthé, I., Balázs, E. & Magura, T. (2011): Responses of carabid beetles to urbanization in Transylvania (Romania). – *Landscape Urban Plan.* **101**: 330–337.
- Tóthmérész, B., Nagy, D. D., Mizser, S., Bogyó, D. & Magura, T. (2014): Edge effects on ground-dwelling beetles (Carabidae and Staphylinidae) in oak forest-forest edge-grassland habitats in Hungary. – *Eur. J. Entomol.* **111**: 686–691.
- Vepsäläinen, K., Ikonen, H. & Koivula, M. J. (2008): The structure of ant assemblages in an urban area of Helsinki, southern Finland. – *Ann. Zool. Fenn.* **45**: 109–127.
- Zuur, A., Ieno, E. N., Walker, N., Saveliev, A. A. & Smith, G. M. (2009): *Mixed effects models and extensions in ecology with R.* – Springer, New York, 574 p.

Response of rove beetles to urbanization in a forested area of East-Hungary

Dávid D. Nagy and Szabolcs Mizser

*MTA-DE Biodiversity and Ecosystem Services Research Group,
H-4010 Debrecen, P. O. Box 71, Hungary
e-mail: nagydavin@gmail.com*

We investigated the effect of urbanization on staphylinid assemblages in Debrecen and the surrounding forested areas. A rural oak forest, a moderately disturbed suburban area and a forested urban park were studied. We tested the increasing disturbance hypothesis, the habitat specialist hypothesis, the hygrophilous species hypothesis, the thermophilous species hypothesis, the phytodetriticol species hypothesis, the saprophilous species hypothesis, the myrmecophilous species hypothesis and the mycetophilous species hypothesis. Our results showed that the overall species richness decreased from the rural forest toward the urban park. The number of forest specialist species was significantly higher in the rural forest and suburban area than in the urban park. The number of thermophilous species was significantly higher in the urban park than in the suburban and rural habitats, while the number of hygrophilous species increased from the urban park to the rural forest. The number of substrate dependent and habitat specialist species (saprophilous species, phytodetriticol species, myrmecophilous species, mycetophilous species) were significantly higher in the rural forest than in the urban one. Our results supported that the urbanization had drastic effects mainly on the special substrate and microhabitat dependent staphylinid species.

Keywords: disturbance, diversity, GlobeNet, microhabitat, substrate material, staphylinid, habitat specialist species