

Szegélyhatás vizsgálata talajfelszíni ízeltlábúak (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) esetén tölgyes erdő – erdőszegély – gyepek élőhelymozaikban

Debnár Zsuzsanna

*MTA-DE Biodiverzitás Kutatócsoport,
4010 Debrecen, Egyetem tér 1.
e-mail: dezsuzu@gmail.com*

Összefoglaló: Az erdőszegélyek az erdők és a szomszédos nyílt élőhelyek közötti átmeneti zónák, amelyek sajátos abiotikus és biotikus tényezőkkel rendelkeznek. Konzervációbiológiai szerepük jelentős, mivel a szomszédos élőhelyek sérülése vagy pusztulása esetén sok faj számára rekolonizációs forrásként szolgálnak. Kutatásom során egy tölgyes erdő – erdőszegély – gyepek élőhelymozaikban vizsgáltam a futóbogarakat és a hollyvákat a Hajdúsági Tájvédelmi Körzetben. A futóbogarakat és a hollyvákat talajcsapdával gyűjtöttem (60 minta: 2 ismétlés x 3 élőhelytípus x 10 csapda). Eredményeim azt mutatják, hogy a futóbogarak fajszáma szignifikánsan magasabb volt az erdőszegélyben, mint a gyepekben és az erdőben; az egyedszámuk azonban a gyepekben volt a legmagasabb. A hollyvák faj- és egyedszáma szignifikánsan alacsonyabb volt a gyepekben, mint az erdőszegélyben és az erdőben. A klaszteranalízis mindkét taxon esetén azt mutatta, hogy a gyepek fajgyűjtései jelentős mértékben elkülönülnek a szegély és az erdő fajgyűjtéseitől. A karakterfaj elemzés (IndVal módszer) eredményei azt mutatták, hogy a futóbogaraknál 4, a hollyvákánál 8 olyan faj volt, ami a szegélyre jellemző (szignifikáns) karakterfaj. Eredményeim alapján elmondhatom, hogy a futóbogár és hollyva együttesek diverzitásának fenntartásában jelentős szerepet játszanak az erdőszegélyek.

Kulcsszavak: szegélyhatás, futóbogár, karakterfaj, erdőszegély, diverzitás, hollyva, ízeltlábú-együttesek

Bevezetés

Az emberi tevékenységek hatására (urbanizáció, erdő- és mezőgazdálkodás) módosul a tájszerkezet, homogén élőhelyek jönnek létre, amiknek hatására csökken a biológiai sokféleség (Magura 2002, Ries *et al.* 2004, László *et al.* 2014). Az erdőszegélyek átmeneti zónát képeznek az erdők és az azokat körülvevő élőhelyek között, amelyek sajátos abiotikus és biotikus tényezőkkel rendelkeznek és hatással vannak az ott előforduló talajfelszíni gerinctelen együttesek összetételére (Magura *et al.* 2001). Az erdőszegélyek konzervációbiológiai szerepe jelentős, mivel a környező élőhelyek sérülése vagy pusztulása esetén sok faj számára tartós vagy átmeneti menedéket biztosítanak és rekolonizációs forrásként szolgálhatnak (Magura *et al.* 2001). Az erdőszegélyek védelmet nyújthatnak a fajoknak a szomszédos élőhelyek kedvezőtlené válása esetén (Magura 2002, Ries & Fagan

2003). Egyes fajok alkalmazkodhatnak az erdőszegélyek speciális struktúrájához és mikroklímájához, így élőhelyspecialista karakterfajokat is fent tudnak tartani, ezáltal növelve a biológiai sokféleségét (Molnár *et al.* 2001, Horváth *et al.* 2002, Magura 2002).

A talajfelszíni ízeltlábú csoportok fontos komponensei a talajfaunának, érzékenyek az emberi zavarásra és jelzik az eredeti élőhelyek környezeti tényezőinek kedvezőtlenül válását (Magura *et al.* 2013). Számos korábbi tanulmány foglalkozott a szegélyek talajfelszíni gerinctelen együtteseket befolyásoló hatásaival (Magura *et al.* 2001, Molnár *et al.* 2001, Bogyó *et al.* 2014). Azonban ezeknek a vizsgálatoknak a többségét futóbogarak és pókok esetén végezték (Magura & Tóthmérész 1997, Horváth *et al.* 2002, Lövei *et al.* 2006). Szükség van olyan taxonok vizsgálatára is, amelyek jelentős mértékben függenek a természetes élőhelyeken megtalálható szubsztrát anyagoktól (rothadó anyagok, gombák) (Tóthmérész *et al.* 2014). Vizsgálatomban futóbogarak és holyvák esetén (Coleoptera: *Carabidae*, *Staphylinidae*) teszteltem a szegélyhatás hipotézist, miszerint a fajszám és az egyedszám várhatóan nagyobb lesz az erdőszegélyben, mint a szomszédos élőhelyeken (gyep, erdő). Feltételeztem, hogy az erdő és erdőszegély futóbogár- és holyvaegyüttese jelentősen elkülönülnek a gyep együtteseitől. Vizsgáltam a futóbogár- és holyvaegyüttesek eloszlását a gyeppen, az erdőszegélyben és az erdő belsejében, továbbá karakterfaj analízissel (IndVal) azonosítottam az egyes élőhelytípusokra jellemző karakterfajokat (Magura *et al.* 2000).

Módszerek

A vizsgálati területek és a mintavételi módszer

Kutatásom során futóbogár- és holyvaegyütteseket vizsgáltam a Hajdúsági Tájvédelmi Körzetben, Északkelet-Magyarországon. Három élőhelytípust vizsgáltam: (1) zárt erdőállomány, amelynek domináns fafaja a kocsányos tölgy (*Quercus robur*) volt; (2) erdőszegélyt, amit az erdőhöz képest változatos cserje és lágyszárú szint jellemez; (3) és mezofil gyepet. Minden élőhelytípusban (két egymástól független ismétlésben) 10 talajcsapda volt (2 ismétlés x 3 élőhelytípus x 10 csapda = 60 csapda). A mintavételezést áprilistól októberig 3 hetenkénti gyakorisággal végeztem.

Adatfeldolgozás

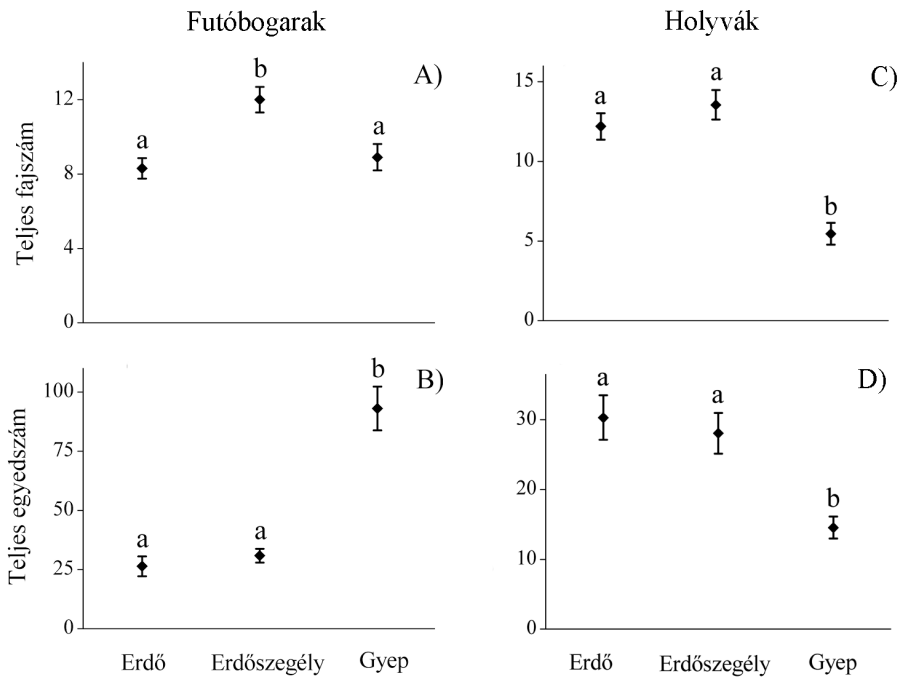
A csapdánkénti fogásokat a teljes évre összevontam, majd általánosított lineáris modellel (GZLM) elemeztem a futóbogarak és holyvák faj- és egyedszámát a három élőhelytípus (erdő – erdőszegély – gyep) között. Amikor a GZLM az átlagok

között szignifikáns eltérést mutatott, LSD teszttel elvégeztem az átlagok többszörös összehasonlítását.

A karakterfaj analízis (IndVal) felhasználásával kerestem az erdő, az erdőszegély és a gyep élőhelytípus karakterfajait. A különböző állományok hasonlóságát a futóbogár- és hollyvafajok egyedszáma alapján Bray-Curtis távolságfüggvény-nyel és Ward-Orlóci fúziós algoritmussal számítottam ki. Az IndVal módszer során Monte Carlo permutációs teszttel írtam le a fajokhoz kapcsolódó indikátor értékek statisztikai szignifikanciáját, azaz a területek véletlenszerű újrendezésével a csoportokon belül. A szignifikanciát a kiindulási érték és a véletlenszerű értékek középértéke adta (999 permutációt használtam).

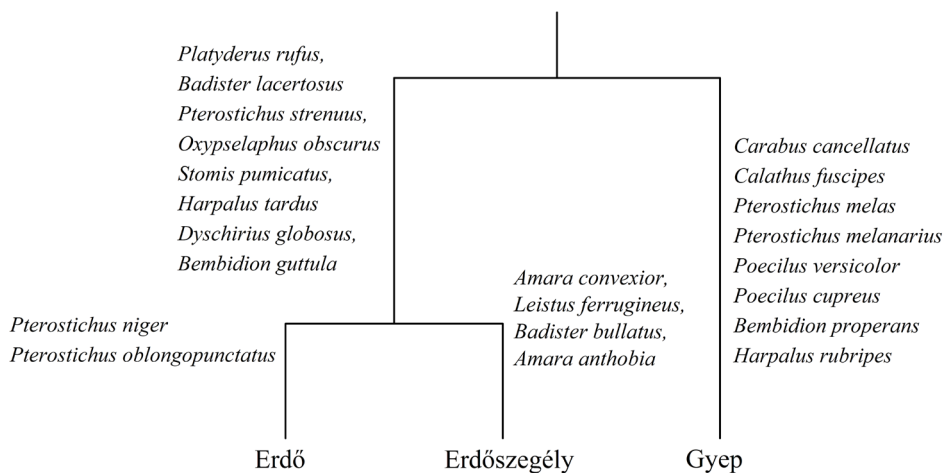
Eredmények

A vizsgálat során 57 futóbogárfajt (3006 egyed) és 87 hollyvafajt (1458 egyed) gyűjtöttem. A ragyás futrinka [*Carabus cancellatus* (futóbogarak 21%-a)] és az



1. ábra. A futóbogarak (A, B) és hollyvák (C, D) átlagos faj- (A, C) és egyedszáma (B, D) (\pm S.E.) a tölgyes erdő – erdőszegély – gyep élőhelymozaikban. A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelölik ($p < 0,05$).

aransujtásos hollyva [*Staphylinus caesareus* (hollyvák 11,2%-a)] fajok kerültek elő a legnagyobb egyedszámban a vizsgált élőhelyekről. Az erdőszegélyben a lapos rőtfitó (*Platyderus rufus*) és a kis barázdáshollyva (*Omalium caesum*) fajok, míg az erdőben a komor gyászfutó (*Pterostichus niger*) és a közönséges pudvahollyva (*Oxypoda acuminata*) fajok voltak a legtömegesebbek. Szignifikáns különbségeket találtam a vizsgált élőhelyek faj- és egyedszámában. A futóbogarak fajsza ma szignifikánsan magasabb volt az erdőszegélyben, mint a gyeppen és az erdőben ($\chi^2 = 17,96$; $df = 2$; $p < 0,001$), az egyedszámuk viszont szignifikánsan magasabb volt a gyeppen, mint az erdőszegélyben és az erdőben ($\chi^2 = 79,37$; $df = 2$; $p < 0,0001$; 1. ábra). A hollyvák fajsza ma magasabb volt a szegélyben, mint a gyeppen és az erdőben ($\chi^2 = 49,89$; $df = 2$; $p < 0,0001$). A hollyvák egyedszáma szignifikánsan alacsonyabb volt a gyeppen, mint az erdőszegélyben és az erdőben ($\chi^2 = 21,18$; $df = 2$; $p < 0,0001$; 1. ábra). A karakterfaj analízis (IndVal módszer) mindkét taxon esetén azt mutatta, hogy a gyepegyüttese jelentős mértékben elkülönülnek a szegély és az erdő együtteseitől. Az IndVal elemzés során négy csoportra (erdőszegély, erdőszegély és erdő, erdő, gyepe) sikerült karakterfajokat kimutatnom (2-3. ábra).

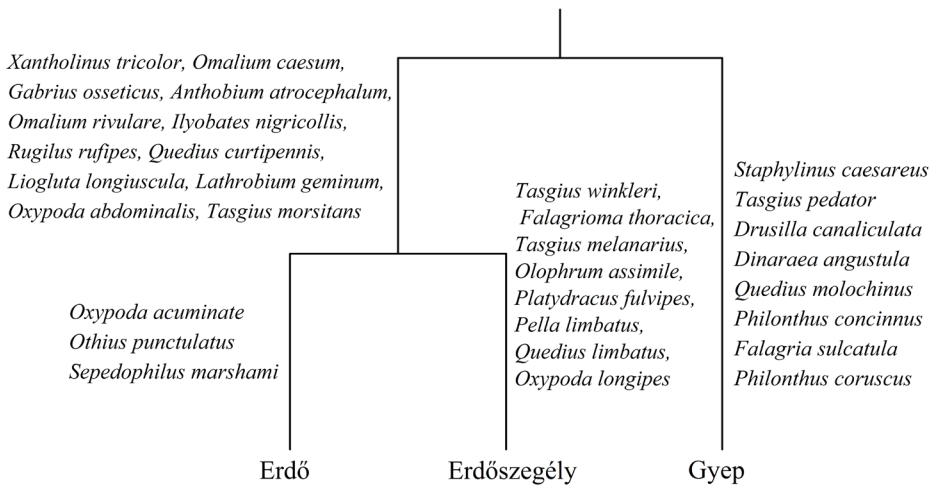


2. ábra. A vizsgált élőhelyekhez kötődő futóbogár karakterfajok. A fa-diagram a Bray-Curtis hasonlóság és a Ward-Orlóci fúziós algoritmmal készült.

Értékelés

A szegélyhatást számos korábbi kutatás igazolta a futóbogaraknál (Magura & Tóthmérész 1998, Elek & Tóthmérész 2010), azonban eddig csak néhány tanulmányban vizsgálták a hollyvákra kifejtett hatását (Pohl *et al.* 2007, Tóthmérész *et al.* 2014). Korábbi eredményekhez hasonlóan eredményeim is igazolták a szegélyhatás hipotézist a futóbogarak esetében, mivel a futóbogarak fajszáma szignifikánsan magasabb volt az erdőszegélyben, mint az erdőben és a gyepeken (Magura *et al.* 2001, Molnár *et al.* 2001). A hollyvák esetében Pohl *et al.* (2007) azt találta, hogy az erdőszegélyben élő együttesek szorosabban kötődnek a gyepekhez, mint az erdőhöz. Eredményeim ezzel ellentétesek voltak, ugyanis az erdőszegélyben előforduló hollyvaegyüttesek jobban hasonlítottak az erdő együtteseihez, mint a gyepeken élő hollyvaegyüttesekre.

A klaszter- és a karakterfaj analízis eredményei azt mutatták, hogy a különböző élőhelytípusok jellegzetes futóbogár- és hollyvaegyütteseket tarthatnak fent, amelyek szorosan kötődnek az adott élőhelyek sajátos struktúrájához és mikroklímájához. Magura *et al.* (2000, 2001) szerint a *P. niger* az erdőszegélyt részesíti előnyben, míg a gödörkés gyászfutó (*Pterostichus oblongopunctatus*) az erdőszegélyben és az erdőben is jelen van. A sokpontos tarfutó (*Calathus fuscipes*), a közönséges gyászfutó (*Pterostichus melanarius*) és a rezes gyászfutó (*Poecilus cupreus*) a gyepekre jellemző karakterfajok. Hollyvák esetében az eredményeim-



3. ábra. A vizsgált élőhelyekhez kötődő hollyva karakterfajok. A fa-diagram a Bray-Curtis hasonlóság és a Ward-Orlói fúziós algoritmussal készült.

hez hasonlóan Stan (2008) is leírta, hogy az *O. acuminata* és a nagy avarholyva (*Othius punctulatus*) fajok erdei specialisták. Az egyes élőhelyekre jellemző fajok nemcsak az adott élőhelyen fordulnak elő, hanem az élőhely és a környezeti feltételek évenkénti változása folytán szezonális mozgásban vannak a szomszédos élőhelyek között (Magura *et al.* 2001). Számos nyílt, vagy erdei élőhelyet kedvelő futóbogár- és hollyvafaj vándorol be az erdőszegélybe a szomszédos gyepből és erdőből. Az élőhelystruktúra és a mikroklimatikus tényezők változása lehetővé teszi, hogy a nyílt vagy erdei élőhelyet preferáló fajok megtalálják az életfeltételeiket és sikeresen telepedjenek meg az erdőszegélyben (Butterfield *et al.* 1995, Tóthmérész *et al.* 2014). A szegélyhez kötődő [erdei közfutó (*Amara convexior*), barnás szívnyakú futó (*Leistus ferrugineus*), sarlós hollyva (*Tasgius winkleri*) és a hosszúlábú karcsúholyva (*Falagrioma thoracica*)], illetve más, a szomszédos élőhelyekről (erdő, gyeppel) bevándorló fajok is hozzájárultak az erdőszegélyben a futóbogarak és hollyvák megnövekedett diverzitásához. Pohl *et al.* (2007) vizsgálatai alapján az erdőszegélyek nem minden esetben bizonyultak megfelelő élőhelynek az erdei specialista hollyvafajok számára, ugyanakkor a vizsgálat során három erdei élőhelyhez kötődő karakterfajt is találtam az erdőszegélyben [*O. acuminata*, *O. punctulatus* és a közönséges pihéshollyva (*Sepedophilus marshami*)]. A hollyvák fajszerkezetében nem találtunk szignifikáns különbséget az erdő és az erdőszegély között. Ugyanakkor az IndVal elemzés alapján számos hollyvafaj bizonyult a szegélyhez szorosan kötődő karakterfajnak, igazolva a szegélyhatás fontosságát a hollyvák esetében is.

Az erdőszegélyek a szomszédos élőhelyek degradációja, sérülése vagy pusztulása után sok faj számára az átmeneti vagy tartós megtelepedés lehetőségét kínálják és rekolonizációs forrásként szolgálhatnak (Magura *et al.* 2001, Tóthmérész *et al.* 2014). Mindez azt jelzi, hogy az erdőszegélyek fontos szerepet játszanak a futóbogár- és hollyvaegetáció megőrzésében és diverzitásának fenntartásában, ezért védelmük elengedhetetlenül fontos.

Köszönetnyilvánítás – Köszönöm Horváth Rolandnak, Magura Tibornak, Nagy Dávidnak, Mizser Szabolcsnak és Szabó Gyulának a terepi mintavételezésben nyújtott segítségüket. Köszönetemet fejezem ki még Tóthmérész Bélának a statisztikai feldolgozás terén nyújtott segítségével. A publikáció elkészítését a TÁMOP 4.2.1./B-09/1/KONV-2010-0007 számú projekt 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., Nagy, D. D. & Tóthmérész, B. (2014): Distribution of millipedes (Myriapoda, Diplopoda) along a forest interior - forest edge - grassland habitat complex. – *Zookeys*, in press
- Butterfield, J., Luff, M. L., Baines, M. & Eyre, M. D. (1995): Carabid beetle communities as indicator of conservation potential in upland forests. – *Forest Ecol. Manag.* **79**: 63–77.
- Elek, Z. & Tóthmérész, B. (2010): Carabid beetles among grassland- forest edge-beech forest habitats in Northern Hungary. – *Comm. Ecol.* **11**: 211–216.
- Horváth, R., Magura, T., Péter, G. & Tóthmérész, B. (2002): Edge effect on weevil and spiders. – *Web. Ecol.* **3**: 43–47.
- László, Z., Rákosy, L. & Tóthmérész, B. (2014): Landscape and local variables benefit rare species and common ones differently. – *J. Insect. Conserv.* **18**: 1203–1213.
- Lővei, G. L., Magura, T., Tóthmérész, B. & Kődöböcz, V. (2006): The influence of matrix and edges on species richness patterns of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in habitat islands. – *Global Ecol. and Biogeogr.* **15**: 283–289.
- Magura, T. & Tóthmérész, B. (1997): Testing edge effect on carabid assemblages in an oak-hornbeam forest. – *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.* **43**: 303–312.
- Magura, T. & Tóthmérész, B. (1998): Edge effect on carabids in an oak-hornbeam forest at the Aggtelek National Park (Hungary). – *Acta Phytopath. Entomol. Hung.* **33**: 379–387.
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Molnár, T. (2000): Spatial distribution of carabids along grass-forest transects. – *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.* **46**: 1–17.
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Molnár, T. (2001): Forest edge and diversity: carabids along forest-grassland transects. – *Biodiv. Conserv.* **10**: 287–300.
- Magura, T. (2002): Carabids and forest edge: spatial pattern and edge effect. – *Forest Ecol. Manag.* **157**: 23–37.
- Magura, T., Nagy, D. & Tóthmérész, B. (2013): Rove beetles respond heterogeneously to urbanization. – *J. Insect Conserv.* **17**: 715–724.
- Molnár, T., Magura, T., Tóthmérész, B. & Elek, Z. (2001): Ground beetles (Carabidae) and edge effect in oak-hornbeam forest and grassland transects. – *Eur. J. Soil. Biol.* **37**: 297–300.
- Pohl, G. R., Langor, D. W. & Spence, J. R. (2007): Rove beetles and ground beetles (Coleoptera: Staphylinidae, Carabidae) as indicators of harvest and regeneration practices in western Canadian foothills forests. – *Biol. Conserv.* **137**: 294–307.
- Ries, L. & Fagan, W. F. (2003): Habitat edges as a potential ecological trap for an insect predator. – *Ecol. Entomol.* **28**: 567–572.
- Ries, L., Fletcher, R. J., Battin, J. & Sisk, T. D. (2004): Ecological responses to habitat edges: Mechanisms, models, and variability explained. – *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **35**: 491–522.
- Stan, M. (2008): New data on the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) from București and its surroundings. – *Trav. Mus. Natn. Hist. Natl.* **51**: 369–386.
- Tóthmérész, B., Nagy, D. D., Mizser, Sz., 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.

Edge effects in oak forest – forest edge – grassland complex for ground-dwelling beetles (Coleoptera: Carabidae and Staphylinidae)

Zsuzsanna Debnár

*MTA-DE Biodiversity and Ecosystem Services Research Group,
H-4010, Debrecen, Egyetem tér 1., Hungary
e-mail: dezsuzu@gmail.com*

Forest edges are transitional zones between forests and adjacent open habitats, which are characterized by specific abiotic and biotic factors. I tested the edge effects on carabids and staphylinids in the oak forest – forest edge – grassland habitat complex in East Hungary. I collected the ground beetles and rove beetles using pitfall traps (60 traps: 2 spatial replicates \times 3 habitats \times 10 traps). I found that the number of ground beetles species was significantly higher in the edge than in the grassland and forest, but the number of ground beetle individuals was the highest in the grassland. The number of rove beetles species and individuals were significantly lower in the grassland than in the edge and forest. The indicator species analysis (IndVal) showed that there were edge-associated species in case of both taxa. We found four ground beetle and eight rove beetle species which were associated to the edge. Based on my results it seems that forest edges play an important role in the maintaining of the diversity of carabid and staphylinid assemblages.

Keywords: edge effect, ground beetle, indicator species, forest edge, diversity, rove beetle, arthropod assemblages