



**Az Északkeleti-Alföld futóbogár faunája (Coleoptera: Carabidae)
és állatföldrajzi kapcsolatai**

**The ground-beetle fauna (Coleoptera: Carabidae) of the north-eastern part
of the Great Hungarian Plain and its zoogeographical relations**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Ködöböcz Viktor

**Debreceni Egyetem
Természettudományi Kar
Debrecen, 2007**

1. Bevezetés

Az Alföld északkeleti része ma Magyarország egyik, természeti értékekben még mindig gazdag területei közé tartozik. A mocsarak, lápok, láperdők, keményfa ligetek, homokpuszták és szikes élőhelyek igen változatos élőhelyi feltételeket teremtenek a futóbogarak számára, amelyek között szép számmal találhatók montán és boreális elemek is. Vizsgálataimat a térségben a Beregi-síkságon kezdtem el. A tájegység korábban szintén a kevéssé kutatott tájak közé tartozott, ahol a részletesebb futóbogár vizsgálatok Szalai Krisztina révén indultak meg. Eredményei jelentősen inspirálták munkámat, mivel a fokozottan védett *Carabus hampei ormayi* mellett olyan domb- és hegyvidéki fajok előfordulását mutatta ki, amelyek a Nagy-Alföldről korábban nem voltak ismertek.

Disszertációm az Északkeleti-Alföld futóbogár faunájával és állatföldrajzi kapcsolataival foglalkozik.

Az 1995-os vizsgálatok során célul tűztem ki három síksági erdő futóbogár faunájának felmérését és megismerését, valamint, hogy újabb adatokkal járuljak hozzá a *Carabus hampei ormayi* magyarországi elterjedésének feltárásához.

1996-ban vizsgálataimat kiterjesztettem a Beregi-síkság határon túli részére is. Ennek során célul tűztem ki az egyes erdők futóbogár faunájának feltárását és összehasonlítását a magyar oldalon vizsgált erdők futóbogár faunájával. Célként szerepelt még hegyvidéki jellegű futóbogár fajok előfordulásának kimutatása az erdők futóbogár faunájában, ami a Beregi-síkság sajátos biogeográfiai helyzetét támasztotta volna alá. Továbbá, szerettem volna feltárni, hogy a *Carabus hampei ormayi* a Beregi-síkság határon túli részén hol fordul elő.

1997-ben folytattam vizsgálataimat a Beregi-síkság határon túli részén. A térség biogeográfiai kapcsolatainak részletesebb feltárása érdekében a vizsgálatokat kiterjesztettem a Beregi-síkság vulkanikus szigethegyeire, valamint a Kárpátokra. A Kárpátok területéről azért volt szükség adatokra, hogy a Beregi-síkság futóbogár faunájának biogeográfiai kapcsolatait a hegyvidéki területekkel közvetlenül is bizonyítani tudjam. A vizsgálatok során alapvetően három kérdésre kerestem választ: (1) kimutathatók-e további olyan erdők, ahol hegyvidéki fajok fordulnak elő; (2) tekinthetők-e ezek az erdők a hegyvidéki fajok menedékterületeinek (refugiumainak); (3) a Beregi-síkság erdői fluktuációs övezetként működnek-e a hegyvidéki fajok számára?

1998-1999-ben vizsgálataimat további erdőterületekre terjesztettem ki. Fő célom a határ közeli szigethegyek és a Kárpátok között elterülő síksági erdők futóbogár faunájának feltárása volt. Ennek során újabb adatokkal szándékoztam megerősíteni azt a korábbi megállapítást, mi szerint a Beregi-síkság biogeográfiai szempontból Praecarpathicumnak, azaz, a Kárpátok futóbogár faunája fluktuációs övezetének tekinthető, valamint, hogy a Beregi-síkság egyes erdőfoltjai refugiumok, amelyek potenciális szétterjedési gócai a hegyvidéki futóbogár fajok populációinak.

1999-ben befejeztem a Beregi-síkság határon túli részén található erdők vizsgálatát. Azonban, a Hortobágyi Nemzeti Parknál betöltött munkakörömből adódóan lehetőségem volt részt venni számos kutatási programban, melynek során vizsgálatokat folytattam a térség legkülönbözőbb pontjain. Továbbá, 1998 és 2006 között több mint 150 helyen és alkalommal végeztem egyelő gyűjtéseket a térség futóbogár faunájának minél teljesebb megismerése érdekében. Mindezen vizsgálatok és gyűjtések eredményeit felhasználtam az Északkeleti-Alföld futóbogár faunájának tárgyalásakor, állatföldrajzi viszonyainak elemzésekor.

2. Anyag és Módszer

Az 1995-2006 között végzett kutatásaim két részre tagolhatók. Az egyik részt az a vizsgálat sorozat teszi ki, amelyet 1995-1999 között főként a Beregi-síkság határon túli részén végeztem. A másik rész az 1998-2006 közötti időszak, amikor talajcsapdás vizsgálatokat és egyelű gyűjtéseket végeztem Magyarország különböző helyein, amelyek eredményeit felhasználtam a faunisztikai és állatföldrajzi következtetések levonásakor.

1995-1999 között a Beregi-síkságon végzett kutatásaim során összesen 22 mintavételi helyen végeztem talajcsapdás vizsgálatokat. 1998-2006 között az Alföld északkeleti térségében csaknem 100 helyen végeztem talajcsapdás vizsgálatokat, és több mint 150 helyen egyelő gyűjtéseket.

A talajcsapdáknak ölü és konzerváló folyadékként 50%-os etilén-glikol és 1 dl formalin vagy mosogatószer keverékét alkalmaztam. A csapdák lefedésére természetes anyagokat, fakérget és farostlemezt használtam. A csapdába került példányokat, általában májustól szeptemberig, havonta gyűjtöttem.

Az 1995-1996-os vizsgálatok során a Beregi-síkság, az Aggteleki-karszt és a Zempléni-hegység futóbogár fajösszetételének hasonlóságát, a relatív gyakorisági adatok alapján, Jaccard és Matusita függvényével számoltam ki. A hasonlósági struktúrát nem-metrikus skálázással jelenítettem meg. A számításokat a NuCoSA programcsomag segítségével végeztem.

Az 1997-1999-es vizsgálatok során a Beregi-síkságon és a Kárpátokban vizsgált mintavételi területek futóbogár faunájának hasonlóságát Matusita függvényével számoltam ki. A hasonlósági struktúrát hierarchikus cluster-analízissel jelenítettem meg, a Ward-Orlói fúziós eljárás alkalmazásával. A számításokat a NuCoSA programcsomag segítségével végeztem.

Az 1995-1999 között vizsgált erdőfoltok futóbogarain teszteltem néhány klasszikus szigetbiogeográfiai szabályt. A fajszám-területméret, a fajszám-kolonizációs forrástól mért távolság viszony, és egyéb tényezők, úgy, mint az alak, az izoláció, a tengerszint feletti magasság fajszámra gyakorolt hatását tanulmányoztam. Az erdei élőhelyszigetek távolságát a Kárpátoktól a legrövidebb távolsággal mértem. Az erdők alakját az alak-indexszel jellemeztem. Az erdőfoltok izolációját fordított

izolációs értékkel mértem. A tanulmányozott változók (Kárpátoktól mért távolság, erdőfoltok mérete, alak-index, fordított izolációs index, tengerszint feletti magasság) valamint az élőhelyszigetek futóbogarainak összfajszáma, a domb- és hegyvidéki fajok száma valamint a szélesen elterjedt generalista fajok száma közötti összefüggések tanulmányozására lineáris regresszióanalízist alkalmaztam. Az erdőfoltok fajösszetételének különbözőségét Hellinger-távolsággal mértem. Az erdőfoltok futóbogár faunájának heterogenitását Whittaker-féle β -diverzitással jellemeztem.

3. Eredmények és tárgyalás

Az Északkeleti-Alföld határon inneni és túli területén, valamint a Kárpátokban 1995-2006 között végzett talajcsapdás vizsgálatok és egyelő gyűjtések eredményeként összesen 330 faj 98.645 példánya került elő. A határon túli területeken összesen 165 faj 15.730 egyedét fogtam meg. A Kárpátokban vizsgált mintavételi területekről 34 faj 1.247 egyede került elő, míg a síksági területekről 160 faj 14.483 egyede. A magyarországi területekről 12 év alatt összesen 315 faj 82.915 egyede került elő. Az 1995-2006 közötti kutatások és gyűjtések eredményei az alábbiak szerint foglalhatók össze.

3.1. A Beregi-síkságon 1995-1999 között végzett vizsgálatok

3.1.1. Vizsgálataim során számos olyan hegyvidéki faj került elő az Alföld északkeleti térségéből, amelyek előfordulása a Nagy-Alföldön korábban nem volt ismert. Ilyen faj, pl. az *Abax schueppeli rendschmidti*, a *Carabus glabratus*, a *Carabus zawadskyi*, a *Cychrus caraboides*, a *Cymindis cingulata* vagy a *Harpalus quadripunctatus*.

3.1.2. Vizsgálataim során számos olyan domb- és hegyvidéki faj került elő az Alföld északkeleti térségéből, amelyek előfordulása a Nagy-Alföldön korábban csak egy-két helyről volt ismert. Ilyen faj, pl. az *Abax carinatus*, az *Abax parallelepipedus*, az *Abax parallelus*, a *Blethisa multipunctata*, a *Carabus arvensis carpathus*, a *Carabus intricatus*, a *Leistus piceus*, a *Leistus rufomarginatus*, a *Leistus terminatus* vagy a *Molops piceus*.

3.1.3. A kimutatott hegyvidéki fajok egyértelműen bizonyítják, hogy a Beregi-síkság futóbogár faunája biogeográfiai szempontból egészen unikális. Egyrészt érvényesül a Kárpátok hatása, mely számos hegyvidéki faj előfordulása révén mutatkozik meg, másrészt kimutatható a dácikus hatás is, mely az Erdély felől nyugati irányba hatoló fajok, pl. a *Carabus hampei ormayi* előfordulásában nyilvánul meg.

3.1.4. A montán, kárpáti elemek magas aránya, és a zárt erdei fajok domináló jellege miatt a Beregi-síkság faunája nehezen illeszthető az Alföld erdőössztyepp vegetációjának faunakörébe. Ez egyrészt a terület nagyobb múltbeli erdőszűrségére

vezethető vissza, másrészt a síksági erdők és a szigethegyek futóbogár faunájának eredete az Északkeleti-Kárpátok elő- és középhegységi régiójában keresendő.

3.1.5. Cluster-analízis révén megállapítottam, hogy a Beregi-síkságon vizsgált erdők négy, egymástól jól elkülönülő csoportot képeznek. Az egyik csoportot a Kárpátokban vizsgált mintavételi területek képezik, amelyek domb- és hegyvidéki fajokban gazdag faunájuk révén különülnek el. A második csoportot a beregi szigethegyek alkotják, amelyeknek egyedi, a síkságtól és a Kárpátoktól is eltérő futóbogár faunájuk van. E szigethegyeken a jellegzetesen domb- és hegyvidéki fajok mellett kifejezetten montán fajok is előfordulnak, valamint megtalálható a dácikus *Carabus hampei ormayi* is. A harmadik csoportba azok a síksági erdők tartoznak, amelyek faunájában nagy számban fordulnak elő domb- és hegyvidéki fajok. A negyedik csoportot azok a síksági erdők képezik, amelyek futóbogár faunája főként szélesan elterjedt és síksági fajokból áll.

3.1.6. A hegyvidéki fajokban szegény síksági erdők szinte mindegyikében előfordul egy-két domb- és hegyvidéki faj, ami alapján arra lehet következtetni, hogy ezek a fajok valamikor egységes elterjedési területtel rendelkeztek az erdősültebb Beregi-síkságon. Az olyan fajok, mint az *Abax parallelus* vagy a *Carabus zawadskyi* maradványfajoknak tekinthetők, mivel a hegyvidéki fajok közül feltételezhetően csak ezek maradtak fenn az adott erdőkben.

3.1.7. Megállapítottam, hogy a domb- és hegyvidéki fajok többsége a szigethegyeken és a domb- és hegyvidéki fajokban gazdag síksági erdőkben fordulnak elő, és csak egy-két faj (pl. az *Abax parallelus*) található meg számos erdőben. Ebből arra lehet következtetni, hogy ezek az erdők refugiumoknak tekinthetők, amelyek potenciális szétterjedési gócai az erdőlakó domb- és hegyvidéki futóbogár fajok populációinak. Kedvezőbb feltételek esetén (nedvesebb éghajlat, változó emberi szemlélet) a hegyvidéki fajok ezekből a menedékterületekből terjedhetnének szét, benépesítve az újraerdősülő területeket.

3.1.8. Bizonyítottam, hogy a Beregi-síkság biogeográfiai szempontból Praecarpathicumnak, azaz, a Kárpátok fluktuációs övezetének tekinthető. Korábban, amikor a Beregi-síkság erdői még összefüggő erdőséget alkottak a Kárpátok erdőövezetével, a domb- és hegyvidéki, ill. montán fajok megtelepedhettek a síksági erdőkben. Mára az összefüggő erdőségek kisebb-nagyobb erdőfoltokra darabolódtak szét, ezért a fajok megtelepedése jelenleg nem biztosított. Azokban az erdőfoltokban, ahol a környezeti feltételek (mezo- és mikroklíma, talajstruktúra, táplálékbázis, területnagyság, stb.) kedvezőek voltak a domb- és hegyvidéki fajok fennmaradásához, ott viszonylag nagy számban maradtak fenn, míg a kedvezőtlen adottságú élőhelyekről teljesen eltűntek, vagy csak egy-két, nagyobb tűrőképességű faj maradt fenn.

3.1.9. A Beregi-síkságon 1995-1999 között vizsgált erdőfoltok futóbogarain teszteltem néhány klasszikus szigetbiogeográfiai szabályt is. Ennek során az alábbi eredményeket kaptam:

3.1.9.1. A fajszám–kolonizációs forrástól mért távolság viszony vizsgálatokor nem találtam szignifikáns összefüggést sem az összfajszám, sem a szélesen elterjedt generalista (SZ-E-G) fajok száma és a Kárpátoktól mért távolság között. Azonban, a domb- és hegyvidéki zárt erdei (D-H-Z-E) fajok száma és a Kárpátoktól mért távolság között negatív összefüggést találtam, amely nem volt szignifikáns. Ez az összefüggés megfelel a dinamikus biogeográfia szabályának, mely szerint annál kevesebb a kolonizációs forrásra jellemző fajok száma, minél távolabb van a kolonizációs forrás. Az 1900-as évekig, amikor az erdőségek még legalább részben összefüggőek voltak, a fajok képesek voltak szétterjedni a térségében. Manapság az erdőfoltokat a Kárpátoktól és egymástól is nyílt területek választják el, ezért ezek a foltok nem működnek ugródeszkaként a röpképtelen erdei specialista domb- és hegyvidéki fajok számára a Kárpátoktól történő terjeszkedésben. A Kárpátoktól mért távolságnak korábban lényeges hatása volt az erdőfoltok futóbogár faunájának összetételére, amely manapság elhanyagolható, mivel az erdőfoltok izoláltak. A D-H-Z-E fajok és a Kárpátoktól mért távolság között még megállapítható negatív összefüggés, de ez statisztikailag nem szignifikáns.

3.1.9.2. A fajszám–területméret viszony vizsgálata során szignifikáns negatív összefüggést találtam az élőhelysziget nagysága és az összfajszám között, ami ellentétes a szigetbiogeográfia klasszikus elmélete alapján megfogalmazottakkal. Az elemzés során különbséget tettem azon fajok között, amelyek az adott élőhelyet foltként vagy szigetként érzékelik, és azok között, amelyek a környező élőhelyeken is képesek megélni. A D-H-Z-E fajok esetében az erdőfoltok szigetként tekinthetők, míg a SZ-E-G fajok a szomszédos élőhelyeken is képesek megélni. A D-H-Z-E fajokra vonatkozóan a fajszám és az erdőfolt mérete között szignifikáns pozitív összefüggést találtam, míg a SZ-E-G fajok esetében ez az összefüggés szignifikánsan negatív volt. Ez a kimutatott mintázat a szegélyhatással, az élőhely heterogenitásával, a szubpopulációk aszinkronitásával és az izolációval van összefüggésben.

3.1.9.2.a. Eredményeim azt mutatták, hogy a SZ-E-G fajok száma szignifikánsan nőtt, míg a D-H-Z-E fajok száma szignifikánsan csökkent az erdőfoltok területének csökkenésével, ami a szegélynek az erdőfolt teljes területéhez viszonyított arányának növekedésével és az erdőfolt területének csökkenésével magyarázható.

3.1.9.2.b. Az erdőfolt mérete és a D-H-Z-E fajok száma között kimutatott pozitív összefüggés az élőhely heterogenitásával is magyarázható. A nagyobb erdőfoltok élőhely heterogenitása valószínűleg nagyobb, amely lehetővé teszi, hogy az erdei specialista fajok megtalálják speciális mikroélőhelyeiket. Ezzel megmagyarázható a D-H-Z-E fajok számának szignifikáns növekedése az erdőfolt területének növekedésével.

3.1.9.2.c. Az erdőfolt területe és a D-H-Z-E fajok száma közötti szignifikáns pozitív összefüggés a szubpopulációk nagyobb számával is magyarázható. Egy nagyobb élőhelyfolt szubpopulációi aszinkron módon fluktuálnak, azaz, amikor az egyik szubpopuláció mérete csökken, akkor egy másik szubpopulációé nő. Ha egy

populáció számos szubpopulációból áll, és ezek eltérő módon fluktuálnak, akkor a populáció egészének a túlélési ideje szignifikánsan megnő. Az egyik legfontosabb tényező, ami meghatározza, hogy egy populáció hány szubpopulációból áll, az élőhely területe. Esetemben a D-H-Z-E fajok a nagyobb méretű erdőfoltokban valószínűleg több szubpopulációból állnak, ezért túlélési idejük hosszabb.

3.1.9.2.d. A fordított izolációs index és a D-H-Z-E fajok száma közötti szignifikáns pozitív összefüggés azt hangsúlyozza, hogy az erdőfolt izolációjának növekedésével szignifikáns csökken a D-H-Z-E fajok száma. Ennélfogva, az izolációnak igen erős hatása van egy erdőfolt futóbogár faunájára. Ugyanis, ha a fent említett hatások valamelyike vagy ezek kombinációja következtében egy kis méretű erdőfoltban kipusztul egy D-H-Z-E faj, akkor az erdőfolt izolációja miatt nem tud újra visszatelepedni az erdőfoltba. A D-H-Z-E fajok nagytestűek és szárnyatlanok, ezért gyenge kolonizáló képességűek. Ezzel szemben, a jól kolonizáló, szélesen elterjedt generalista fajok könnyen megtelepednek a domb- és hegyvidéki fajok által „üresen” hagyott erdőfoltokban.

3.2. A *Carabus hampei ormayi* Reitter, 1896 elterjedése a Felső-Tisza vidékén

3.2.1. Sikerült feltárni a fokozottan védett *Carabus hampei ormayi* további négy új lelőhelyét a Beregi-síkságon. Ezek közül az egyik a magyar oldalon található Beregszászi-erdő, míg további három a Nagybégányi-, a Beregszászi- és a Salánki-hegy az ukrán oldalon.

3.2.2. A *Carabus hampei ormayi* előfordulási adatainak összegzése után megállapítottam, hogy a faj a mai Magyarország területének 8 pontjáról ismert, amelyek közül a két leggazdagabb élőhely a Kaszonyi-hegy és a Beregszászi-erdő.

3.2.3. Megállapítottam, hogy a faj alapvetően domb- és hegyvidéki fajnak tekinthető, mivel a Beregi-síkság határon túli részén kizárólag szigethegyekről került elő, síksági gyertyános-tölgyesekből pedig nem.

3.2.4. A *Carabus hampei ormayi* előfordulási adatai révén sikerült megrajzolnom azt a feltételezett terjedési irányt, amely mentén a faj eljuthatott a Beregi-síkság különböző pontjaira.

3.3. A *Carabus hungaricus* Fabricius, 1792 elterjedése a Nyírségben

3.3.1. Megállapítottam, hogy a *Carabus hungaricus* sokkal elterjedtebb a Nyírségben, mint az korábban ismert volt, mert vizsgálataim eredményeként több mint 30 újabb helyről került elő.

3.3.2. Megállapítottam, hogy a faj potenciálisan nem veszélyeztetett a térségben, mivel természetes és degradált élőhelyeken egyaránt megtalálható, ami arra enged következtetni, hogy élőhelyének teljes vagy részleges tönkretételét is képes elviselni. Parlagon hagyott területeken egy-két éven belül ismét megjelenik. Ez az

alkalmazkodóképesség és kevésbé specializált élőhelyigény kedvező a faj túlélése szempontjából.

3.4. Az elterjedési terület, a szétterjedés módjai a futóbogarak körében

3.4.1. Megállapítottam, hogy az elterjedési terület kiterjedése főként a délkelet-európai futóbogár fajokra jellemző, amely napjainkban is megfigyelhető. Ugyanakkor, az észak-európai, hűvösebb és nedvesebb éghajlati viszonyokat igénylő fajok elterjedési területe inkább zsugorodik.

3.4.2. A futóbogár fajok többségének terjedése lassú diffúzió révén történik, melynek során fokozatosan, lépésről-lépésre próbálják kolonizálni a szomszédos területeket. A fajok egy részére jellemző az ugrásszerű terjedés, melynek során, viszonylag rövid idő alatt, nagy távolságra jutnak el, akár akadályokon keresztül is.

3.4.3. Egyes fajok (pl. az *Ophonus cephalotes* és a *Harpalus flavicornis*) esetében megfigyelhető, hogy a diffúz terjedést ugrásszerű terjedés váltja fel, főként akkor, ha nagyobb akadály kerül az útjukba.

3.4.4. Egyes, vízközelen élő fajok (pl. a *Bembidion modestum*) esetében megfigyelhető a víz által történő passzív terjedés is.

3.4.5. Megállapítottam, hogy a délkelet-európai fajok terjedése az Alföldön nagyjából kétféle mechanizmus révén történik. Az egyik a *bimbó*-mechanizmus, melynek során a fajok a Duna menti síkságon viszonylag keskeny sávban behatolnak az Alföldre, ahol azután jobbra-balra tágítva próbálják meg kiszélesíteni elterjedési területüket. A másik a *kehely*-mechanizmus, melynek során a Kárpát-medence déli területeire bejutott fajok először oldalirányban foglalnak el hosszan elnyúló, de viszonylag keskeny sávot, majd innen északra fordulva próbálnak meg újabb területeket kolonizálni.

3.5. A hegyvidéki futóbogár fajok eredete az Alföld északkeleti térségében

3.5.1. Megállapítottam, hogy az Alföld északkeleti térségének beerdősödése a kontinentális sztyepp korszak után nem csak az Északkeleti-Kárpátok felől, hanem az erdélyi hegységek felől is történt. A Szatmár-Beregi-síkságon előforduló hegyvidéki fajok az Északkeleti Kárpátokból származnak, míg a Nyírség keleti és déli részén előforduló hegyvidéki fajok (pl. *Abax carinatus*, *Carabus arvensis carpathus*, *Cychrus caraboides*, *Leistus piceus*, *Leistus rufomarginatus*, *Molops piceus*) inkább az erdélyi Szilágyság, Bükk- és Réz-hegység felől.

3.5.2. Az Alföld északkeleti részén előforduló hegyvidéki fajok mindegyike röpképtelen, ezért jelenlegi előfordulási helyükre csak akkor juthattak el, amikor még az egész térséget összefüggő erdőségek borították.

3.5.3. A hegyvidéki fajok elszigetelt populációi az Alföld északkeleti térségében maradvány jellegűek, de nem igazi reliktumok, mivel csak az által váltak maradvány

jellegűvé, hogy összefüggő elterjedési területüket feldarabolták, aminek következtében fő elterjedési területükkel megszakadt minden kapcsolat.

3.5.4. Egyes fajokról megállapítható (pl. *Carabus arvensis carpathus*, *Abax parallelepipedus*), hogy néhány síksági erdőfoltban igen nagy számban fordulnak elő, aminek az lehet az oka, hogy az elszigetelt erdőkben vagy eleve hiányoztak vagy pedig idővel kipusztultak azok a versenytársak, amelyekkel fő elterjedési területükön versengtek az élőhelyekért és a táplálékbázisért.

3.5.5. Megállapítottam, hogy legfeljebb egy futóbogár faj tekinthető jégkori reliktnak, mivel a fajok döntő többsége csak a bükk-korszak klímaváltozásai következtében került az Alföld északkeleti térségébe, amikor az erdők kiterjedése legnagyobb volt a térségben, és a hegyek lábától egészen Debrecenig húzódnak, ami lehetővé tette a hegyvidéki fajok megtelepedését a helyi faunában.

3.5.6. Bebizonyosodott, hogy a hegyvidéki fajok előfordulása Bátorligeten nem egyedi szigetszerű jelenség, mivel az északkeleti Alföld többi erdőségeiben és lápjáiban is megfigyelhető.

3.6. Délkelet-európai faunaelemek az Alföld északkeleti térségében

3.6.1. Az Alföld északkeleti térségének futóbogár faunáját nemcsak palearktikus vagy európai, hanem délkelet-európai elterjedésű: pontuszi, pontokaszpi, pontomediterrán és mediterrán fajok is alkotják.

3.6.2. A jégkort követő sztyepp korszakban történt bevándorlást a jellegzetesen sztyepplakó, pontuszi és pontokaszpi fajok képviselik, amelyek viszonylag kis számban találhatók meg az Alföld északkeleti térségében. Ezek közé sorolható a *Cicindela hybrida*, a *Cicindela soluta pannonica*, a *Carabus hungaricus*, a *Harpalus albanicus*, a *Harpalus anxius*, a *Harpalus zabroides*, a *Masoreus wetterhalli*, a *Poecilus punctulatus* és a *Zabrus spinipes*. Ezek a fajok mind a mai napig szorosan kötődnek száraz, nyíltfüves, sztyepp jellegű élőhelyeikhez, ezért elterjedésüknek a térségben a Nyírség homokpusztái szabnak határt.

3.6.3. Az újabbkori bevándorlást főként a pontomediterrán, mediterrán fajok képviselik, amelyek ma is terjedőben vannak. Ezek a fajok alapvetően két csoportra oszthatók. Az egyik csoportba azok a fajok tartoznak, amelyek főként nedves, növényzettel sűrűn benőtt helyeken a növényi maradványok és törmelékek között tartózkodnak, mivel itt kellően meleg és párás környezetet találnak. A másik csoportba azok a fajok tartoznak, amelyek meleg, de szárazabb, füves vagy szikes élőhelyeken fordulnak elő.

1. Introduction

The north-eastern part of the Great Hungarian Plain is one of the most natural-like part of Hungary, still abundant in natural values. Marshes, bogs, hardwood groves, sandy lowland plains and saline habitats constitute quite variable conditions for ground-beetles among which both mountain and boreal elements are present in great numbers. My investigations in the region were launched at the Bereg Plain. This region had not been in the focus of investigations earlier, more detailed studies of ground-beetles were initiated by Krisztina Szalai. Her results greatly inspired me during my work, since – in addition to the highly protected *Carabus hampei ormayi* – she described the presence of species characteristic of the hilly and mountain regions, which the experts had not been aware of earlier regarding the Great Hungarian Plain.

In the dissertation I am discussing the ground-beetle fauna of the north-eastern part of the Great Hungarian Plain, and its zoogeographical relations.

In 1995 my objective was to survey the ground-beetle fauna of three lowland forests. I also wanted to contribute to the survey of the spread of *Carabus hampei ormayi* in Hungary.

In 1996 my investigation was also extended to parts of the Bereg Plain, outside the borders of Hungary. The objective was to survey and compare the ground-beetle fauna of certain forests with that of forests subject to the investigation on the Hungarian side. The investigation also aimed at surveying the presence of ground-beetle species typical of mountains in the ground-beetle fauna of forests, which would have supported the specific biogeographical status of the Bereg Plain. In addition, my goal was to reveal the location of *Carabus hampei ormayi* habitats on the part of the Bereg Plain situated outside Hungary.

My studies concerning the part of the Bereg Plain outside the borders of Hungary were conducted back in 1997. In order to reveal more detailed biogeographical relations specific of the region the investigations were extended to the volcanic island-like hills of the Bereg Plain and to the Carpathians as well. Data from the Carpathians had to be acquired so that direct evidence could be found for the biogeographical connection between the ground-beetle fauna of the Bereg Plain and that of the mountain region. In the course of the investigations three fundamental questions were raised: (1) are there any other forests where species typical of the mountains can be detected; (2) can these forests be considered as refugiums for mountain species?; (3) is it possible that forests of the Bereg Plain operate as a fluctuation zone for mountain species?

The scope of my investigation was extended to cover additional forest areas in the years 1998 to 1999. My objective was to reveal the characteristics of ground-beetle fauna of plain forests located between the island-like hills close to the country border and the Carpathians. During this study my intention was to provide new data supporting the previous findings, i.e. as for the biogeographical aspect, the Bereg Plain

is deemed to be a Praecarpathicum, that is a fluctuation zone for the ground-beetle fauna of the Carpathians, and some forest patches of the Bereg Plain constitute refugiums, representing potential centers for the spreading of the populations of ground-beetle species typical of mountains.

The investigation of forests of the Bereg Plain located outside Hungary was completed in 1999. Nevertheless, owing to my job held at Hortobágy National Park I had the opportunity to participate in several research programs, in the frames of which I conducted studies at various sites of the region. Beyond this, between 1998 and 2006 I collected samples by picking from more than 150 sites in order to get an ever more complete understanding of the ground-beetle fauna of the region. The results of the foregoing investigations were utilized to explain the ground-beetle fauna of the north-eastern part of the Great Hungarian Plain, as well as to analyze its zoogeographical relations.

2. Material and methods

My research between 1995 and 2006 can be divided into two major parts. One part of the research work is constituted by a series of studies performed mainly on the territories of the Bereg Plain located outside Hungary, whereas the second part encompasses the period of 1998-2006, when investigations applying pitfall traps and collection of samples by picking in several locations of Hungary. The results of these investigations were utilized when faunistical and zoogeographical conclusions were drawn.

Investigations with pitfall traps between 1995 and 1999 were carried out at altogether 22 sampling sites of the Bereg Plain. Investigations with pitfall traps in the period 1998-2006 were performed at nearly 100 sites, and collection of samples by picking was performed at 150 sites in the north-eastern part of the Great Hungarian Plain.

The pitfall traps contained a mixture of 50% ethylene-glycol and 1 decilitre formalin or detergent as a killing preserving solution. The traps were covered with natural materials, e.g bark pieces and wood-fibre plate. Trapped individuals were collected monthly from May to September.

During the study in 1995-1996 similarity of the carabid species composition of the Bereg Plain, the Aggtelek Karst and the Zemplén Mountain was calculated by the Jaccard index for presence-absence data, and by the Matusita similarity was used for abundance data. The similarity structure was displayed by non-metric scaling (MDS). During the calculations the NuCoSA package was used.

During the study in 1997-1999 similarity of the carabid fauna of the Bereg Plain and the Carpathians was calculated by the Matusita similarity. The similarity structure was displayed by hierarchical cluster analysis using the Ward-Orlóci fusion method. During the calculation the NuCoSA package was used.

I tested some classical rules of island biogeography for the carabid beetles in 15 forest patches between 1995-1999. The number of species-area and the number of species-distance to colonization source relationships, and the influence of other factors like shape, isolation and altitude above the sea level, on the number of species were studied. Distances of the forest habitat islands from the Carpathians was calculated by taking the shortest possible distance. The shape of forests was characterized by the shape index. Isolation of the forest patches was measured by the inverse isolation measure. Linear regression analysis was used to study the relationships between the studied variables (distance to the Carpathians, size of the forest patches, shape index, inverse isolation index, altitude above the sea level) and the total number of carabid species of the habitat island, the number of hilly and mountainous species and the number of widely distributed generalist species. The dissimilarity of the species composition of forest patches was measured by the Hellinger distance. Heterogeneity of the carabid fauna of the forest patches was characterized by the Whittaker's beta-diversity.

3. Result and discussion

During the study between 1995-2006 from the north-east territory of the Great Hungarian Plain and Carpathians were collected altogether 98.645 individuals of 330 species. There were collected 15.730 individuals of 165 species in Ukrainian side. From sampling sites located in Carpathians were trapped 1.247 individuals of 34 species, while from lowlands areas were collected 14.483 individuals of 160 species. There were collected altogether 82.915 individuals belonging to 315 species from Hungarian areas during 12 years.

The results of research and collections between 1995 and 2006 are summarized as follows:

3.1. Investigations in the Bereg Plain between 1995 and 1999

3.1.1. During my investigations several species typical of mountains were detected in the north-eastern part of the Hungarian lowland which had not been observed in the Great Hungarian Plain earlier. Species belonging to this group include for instance: *Abax schueppeli rendschmidtii*, *Carabus glabratus*, *Carabus zawadskyi*, *Cychrus caraboides*, *Cymindis cingulata*, *Harpalus quadripunctatus*.

3.1.2. In the course of my investigations several species characteristic of hilly and mountain regions were found in the north-eastern part of the Great Hungarian Plain, the presence of which had been detected only at one or two sites of the Great Hungarian Plain earlier. Such species include, e.g. *Abax carinatus*, *Abax parallelepipedus*, *Abax parallelus*, *Blethisa multipunctata*, *Carabus arvensis*

carpathus, *Carabus intricatus*, *Leistus piceus*, *Leistus rufomarginatus*, *Leistus terminatus*, *Molops piceus*.

3.1.3. The observed carabid species unequivocally prove that the fauna of the Bereg Plain is biogeographically quite unique. On the one hand can be experienced Carpathian effects which appear in the occurrence of several montane species, and on the other hand can be detected Dacian influence which appear in the presence of *Carabus hampei ormayi* heading from Transylvania to the west.

3.1.4. The fauna of the Bereg Plain can not be fitted into the fauna of the forest-steppe vegetation of the Great Hungarian Plain because of the high proportion of mountainous, Carpathian species, furthermore because of the dominance of the closed forest inhabiting species. These facts are attributed to the earlier greater extent of the forested area. Moreover, the carabid fauna of the lowland forests and the island-like hills might have originated from the forest belts of the North-Eastern Carpathians.

3.1.5. I established by cluster analysis that the forests studied in the Bereg Plain between 1995-1999 can be classified into four, well separated groups. The first group was composed of the sampling areas of the Carpathians which contain in great number species characteristic of hills and mountains. The second group was composed of the island-like hills of the Bereg Plain which have a unique and different carabid fauna from lowlands and Carpathians. In these island-like hills not only species characteristic of the hills and mountains, but distinctly mountainous species and Dacian species (*Carabus hampei ormayi*) occurred, as well. Lowland forests that contain in great number species characteristic of hills and mountains formed the third group. The fourth group was composed of lowland forests containing mainly widely distributed and lowland carabid species.

3.1.6. Few species typical of hilly or mountain regions were observed in almost all lowland forests, which makes us assume that these species used to have a homogeneous spread area in the Bereg Plain, then being more abundant in forests. Species such as *Abax parallelus* or *Carabus zawadskyi* can be considered as relic species since presumably only these species have remained out of species typical of mountain regions in the forests subject to the study.

3.1.7. I established that majority of species characteristic of hills and mountains occurred in island-like hills and in the lowland forests that contain several species characteristic of hills and only some species (e.g. *Abax parallelus*) occurred in numerous forests. Whence I conclude that these forests can be considered as refuges, which potential dispersal centers for the populations of the forest-inhabiting carabid species characteristic of hills and mountains. In case of favourable conditions (more humid climate, decreasing habitat destruction caused by humans) these mountainous species will be able to disperse from these refuges and establish populations in the newly forested habitats.

3.1.8. I proved that the Bereg Plain can be considered as Praecarpathicum, that is the fluctuation zone of the Carpathians from a biogeographical point of view. In the

past, when the forests of the Bereg Plain were continuous, and had connections with the forest stands of the Carpathians, carabid species characteristic of hills and mountains, and the mountainous species could be establishment in the forests of the Bereg Plain. However, recently the continuous forests of the Bereg Plain have become fragmented, thus the establishment of the carabid species is not ensured. In the forest patches with suitable environmental conditions (meso- and microclimate, soil structure, food items, area etc.) for the survival of carabid species characteristic of hills and mountains, these species remain in great number, while in the forests where the environmental conditions do not promote their survival they have become extinct or only some species of high tolerance could survive.

3.1.9. I tested some classical rules of island biogeography for the carabid beetles in forest patches of the Bereg Plain between 1995-1999. During the examination I found following results:

3.1.9.1. I tested some classical rules of island biogeography for the carabid beetles in forest patches of the Bereg Plain during 1995-1999. During the examination of the species-distance relations I have not found significant correlations between the total number of species, the number of WidGe species and the distance to the Carpathians. However, I have found negative correlation between the ForHim species and the distance to the Carpathians, although it was also no significant. This correlation is consistent with the rules of the dynamic biogeography: the number of species, characteristic to the source decreases as the distance to the source increases. At the beginning of 1900s, when the forest stands were continuous at least partly, the species were able to spread over the region. Nowadays, the forest patches segregated from the Carpathians and each by open areas, therefore, these patches do not serve as stepping stones spreading from the Carpathians for the brachypterous forest specialist species characteristic of the hills and mountains. The distance to the Carpathians had significant influence to the composition of carabid fauna of the forest patches. Nowadays, it has no significant influence, because the forest patches isolated. Negative relationship between the number of ForHim species and the distance to the Carpathians is still observable, although it is not significant statistically.

3.1.9.2. During the examination of the species-area relations I have found significant negative relationship between the size of habitat island and the total number of species, which is the opposite of the prediction of the classical theory of island biogeography. During the analyses I made difference between species which recognize the habitat as a patch or island, and those which can survive in the neighbouring habitats as well. For the ForHim species, the forest patches studied are islands, while the WidGe species can survive in the neighbouring habitats. There is a significant positive correlation between the number of species and the size of forest patch for ForHim species, while the correlation is significantly negative for WidGe species. This pattern is related to the edge effect, habitat heterogeneity, asynchrony of subpopulations and isolation.

3.1.9.2.a. My results demonstrated that the number of WidGe species significantly increases, while the number of ForHim species significantly decreases as the area of the forest patches decreases. These facts can be explained by the increase of the edge–area ratio and the decrease of the area of the forest patches.

3.1.9.2.b. Significant positive relationship between the area of the forest patch and the number of ForHim species also can be explained by the habitat heterogeneity. A larger forest patch is more likely to have greater habitat heterogeneity permitting the forest specialist species to find their special microhabitat. This fact can explain the significant increase of the number of ForHim species with the increase of the forest patch area.

3.1.9.2.c. The significant positive relationship between the area of the forest patch and the number of ForHim species may also explain by the greater number of subpopulation. The subpopulations of a large habitat patch may fluctuate in an asynchronous way. Thus, when the size of a subpopulation decreases, that of another subpopulation can increase. If a population consists of several subpopulations and those fluctuate differently, then the survival time of the composite population may significantly increase. Out of the factors that can determine the number of subpopulations in a composite population, the one of most importance is the area of the habitat. In the present situation the ForHim species in a larger forest patches probably consist of more subpopulations, therefore their survival time is longer.

3.1.9.2.d. The significant positive relationship between the inverse isolation index and the number of ForHim species emphasizes that increased isolation of a forest patch significantly decreases the number of ForHim species present there. Thus, the isolation also has a remarkable effect on the carabid fauna of a forest patch. If a ForHim species becomes extinct in a given small forest patch due to one of the above mentioned factors or combination of these factors, then this extinct ForHim species can not recolonize in the forest patch because the forest patch is isolated. ForHim species are large and wingless, so they are poor colonist. Contrary, the good colonist WidGe species may easier colonize in the “empty” forest patches.

3.2. Distribution of *Carabus hampei ormayi* Reitter, 1896 in the Upper Tisza Region

3.2.1. I have managed to reveal four additional, new locations of the highly protected *Carabus hampei ormayi* in the Bereg Plain. One of these locations is the Beregszász-forest on the Hungarian side of the border, whereas the other three sites are situated in the Nagybéány-hill, Beregszász-hill and Salánk-hill on the Ukrainian side.

3.2.2. Having summarized the occurrence data of *Carabus hampei ormayi* I found that this species was detected in 8 locations of Hungary. Out of these Kaszony-hill and Beregszász-forest represent the two richest habitats of the foregoing species.

3.2.3. I found that this species can be considered primarily as one characteristic of hilly and mountain regions because on the territory of the Bereg Plain located outside Hungary it was detected only at island-like hills and was not observed in hornbeam groves and oak forests.

3.2.4. On the basis of occurrence data relevant to *Carabus hampei ormayi* I have managed to draw up the assumed direction of spread, along which the species could get to various locations of the Bereg Plain.

3.3. Distribution of *Carabus hungaricus* Fabricius, 1792 in the Nyírség

3.3.1. According to my findings, *Carabus hungaricus* is present in much more locations of the Nyírség than we presumed earlier, since my investigations revealed this species at 30 additional sites.

3.3.2. I found that the foregoing species is not potentially endangered in the region considering its presence in both natural and degraded habitats. This allows us to come to the conclusion that *Carabus hungaricus* is able to endure the complete or partial deterioration of its habitat. This species re-occurs on uncultivated lands in one-two years. This adaptability and less specific habitat need are advantageous with respect to the survival of the species.

3.4. Area and dispersal of the ground-beetles

3.4.1. I found that the extensive spread area is characteristic mainly of ground-beetle species of South-East Europe. This tendency can be observed today as well. At the same time, however, the spread area for species typical of Northern Europe which require cooler and more humid climate conditions is rather shrinking.

3.4.2. The majority of ground-beetle species spread by slow diffusion, including the step-by-step, gradual colonization of the neighboring territories. However, jump dispersal is characteristic of some species, during which they manage to cover large distances, even through obstacles.

3.4.3. In the case of certain species (such as *Ophonus cephalotes*, *Harpalus flavicornis*) it was observed that they switch from diffuse spreading to jump spreading, especially when they come across larger obstacles.

3.4.4. In the case of some species living near water (e.g. *Bembidion modestum*) passive spreading by water can also be observed.

3.4.5. According to my findings the spread of South-East European species on the Great Hungarian Plain follows two mechanisms: One is the so-called *bud* mechanism, according to which the species penetrate into the Great Hungarian Plain in a relatively narrow stripe along the River Danube, from where they strive to extend their spread area to the right and left. The other one is the so-called *calyx* mechanism, where species reaching the southern parts of the Carpathian Basin first tend to occupy

a long but relatively narrow stripe laterally and then turn northbound to colonize new territories.

3.5. Origin of ground-beetle species typical of the mountains in the north-eastern part of the Great Hungarian Plain

3.5.1. I found that following the continental steppe era, the forestation of the north-eastern part of the Great Hungarian Plain took place not only from the North-East Carpathians but also from the mountains of Transylvania. Mountain species found in the Szatmár-Bereg Plain came from the north-eastern part of the Carpathians, whereas mountain species detected in the eastern and southern parts of the Nyírség (for instance, *Carabus arvensis carpathus*, *Cychrus caraboides*, *Leistus piceus*, *Leistus rufomarginatus*, *Molops piceus*) must have arrived from the Szilágyság, Bükk and Réz Mountains of Transylvania.

3.5.2. None of the mountain species found in the north-eastern part of the Great Hungarian Plain can fly, therefore, they could arrive to their current habitats only at the time when the whole region was covered with contiguous forests.

3.5.3. The isolated populations of mountain species in the north-eastern region of the Great Hungarian Plain are of relic nature but cannot be considered as real relictums. The reason for their relic nature lies in the fact that their contiguous spread area had been split which entailed losing all connections with their main spread area.

3.5.4. According to the studies, some species (e.g. *Carabus arvensis*, *Abax parallelepipedus*) were found in great numbers in some forest patches of the lowland. This can be explained by the fact that their competitors which they had to compete with for habitats and nutrition base on their main spread area had been missing originally or with time passing had become extinct in the isolated forests.

3.5.5. I found that maximum one ground-beetle species can be considered as relic from the ice age since the vast majority of species arrived to the north-eastern part of the Great Hungarian Plain as a result of climate changes taking place in the beech age, when the region's coverage with forests was the highest meaning that forests stretched from the foot of the mountains to as far as the city of Debrecen. This made it possible for mountain species to settle in the local fauna.

3.5.6. It has been proven that the occurrence of mountain species in Bátorliget is not a unique, isolated phenomenon, as these species can be observed in other forests and bogs of the north-eastern part of the Great Hungarian Plain as well.

3.6. South-East European fauna elements in the north-eastern part of the Great Hungarian Plain

3.6.1. The ground-beetle fauna of the north-eastern part of the Great Hungarian Plain is not only of Palearctic or European, but also of South-East European origin: it

is constituted by Ponthus, Pontho-Caspian, Pontho-Mediterranean and Mediterranean species, too.

3.6.2. Immigration in the steppe era following the ice age is represented by Ponthus and Pontho-Caspian species characteristic of steppes, which are present in relatively low numbers in the north-eastern part of the Great Hungarian Plain. Such species include, for instance *Cicindela hybrida*, *Cicindela soluta pannonica*, *Carabus hungaricus*, *Harpalus albanicus*, *Harpalus anxius*, *Harpalus zabroides*, *Masoreus wetterhalli*, *Poecilus punctulatus*, *Zabrus spinipes*. These species even to date are closely tied to their dry, open grass habitats being of steppe nature, therefore, their spread in the region is restricted by the sandy lowland plains of the Nyírség.

3.6.3. More recent immigration is represented predominantly by Pontho-Mediterranean and Mediterranean species, which tend to spread today as well. Basically, these species can be divided into two groups. One group is made up of species residing mainly in wet places covered with dense vegetation, among the remnants of plants and debris as these provide sufficiently warm and humid environment for them. The second group includes species which prefer warm but drier grass or saline habitats.

4. Az értekezés témakörében megjelent és megjelenés alatt álló közlemények Papers and other scientific contributions related to the dissertation

4.1. Publikációk Papers

- Bérces, S., Szél, Gy., Ködöböcz, V. (2007): A magyar futrinka (*Carabus hungaricus* Fabricius, 1792) hazai elterjedése. – *Természetvédelmi Közlemények*, Magyar Biológiai Társaság, Budapest III. Természetvédelmi Biológia Konferencia kötete (in press).
- Jordán, F., Magura, T., Tóthmérész, B., Vasas, V. and Ködöböcz, V. (2007): Carabids (Coleoptera: Carabidae) in a forest patchwork: a connectivity analysis of the Bereg Plain landscape graph. – *Landscape Ecology* (in press).
- Ködöböcz, V. (2001a): Adatok Csap (Kárpátalja, Ukrajna) környékének futóbogár faunájához (Coleoptera: Carabidae). – *Folia Entomologica Hungarica* 62: 332-343.
- Ködöböcz, V. (2001b): Adatok Debrecen és a Fényi-erdő (Bátorliget) környékének futóbogár faunájához (Coleoptera: Carabidae). – *Folia Entomologica Hungarica* 62: 343-355.
- Ködöböcz, V. (2006): A Debreceni Déri Múzeum futóbogár (*Coleoptera: Carabidae*) gyűteménye. – *Debreceni Déri Múz. Évk.* (2005) 89-121.
- Ködöböcz, V. and Magura, T. (1999): Biogeographical connenctions of the carabid fauna (Coleoptera: Carabidae) of the Beregi-síkság to the Carpathians. – *Folia Entomologica Hungarica*. 60: 195-203.
- Ködöböcz, V. and Magura, T. (2005): Forest of the Bereg-Plain as refuges on their carabid fauna (Coleoptera: Carabidae) – *Acta Phytopath. Entom. Hung.*, 40 (3-4): 367-382.
- Lövei, G. L., Magura, T., Tóthmérész, B. and Ködöböcz, V. (2005a): The influence of matrix habitat on ground beetle (*Carabidae*) species richness patterns in habitat islands. – In: Lövei, G. L. and Toft, S. (eds.): *European Carabidology 2003. Proceedings of the 11th European Carabidologists' Meeting*. DIAS Report, No. 114, Flakkebjerg, pp: 163-172.
- Lövei, G. L., Magura, T., Tóthmérész, B. and Ködöböcz, V. (2006): The influence of matrix and edges on species richness patterns of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in habitat islands. – *Global Ecology and Biogeography* 15: 283-289.
- Magura, T., Ködöböcz, V. and Tóthmérész, B. (2001): Effects of habitat fragmentation on carabids in forest patches. – *Journal of Biogeography*, 28: 129-138.
- Magura, T., Ködöböcz, V. and Tóthmérész, B., Molnár, T., Elek, Z., Szilágyi, G. and Hegyessy, G. (1997): Carabid fauna of the Beregi-síkság and its biogeographical relations (Coleoptera, Carabidae). – *Folia Entomologica Hungarica* 58: 73-82.
- Vasas, V., Magura, T., Tóthmérész, B., Jordán, F., Ködöböcz, V. (2007): A Beregi-sík erdőfragmentumainak élőhelyszerkezeti elemzése a futóbogár fauna alapján. – *Természetvéd. közl.* 12: (in press).

4.2. Előadások és poszterek

Lectures and posters

- Bérces, S., Szél, Gy., Ködöböcz, V. (2006): Átfogó vizsgálatok a magyar futrinka (*Carabus hungaricus*) hazai populációján. – 7. *Magyar Ökológus Kongresszus*, Budapest.
- Ködöböcz, V. és Magura, T. (2000): A Beregi-síkság erdőségei, mint erdőrefugiumok, a futóbogár fauna alapján (Coleoptera: Carabidae).– *V. Magyar Ökológus Kongresszus*, Debrecen.
- Ködöböcz, V., Magura, T. and Tóthmérész, B. (2001): Testing the relationship between local abundance and regional distribution for carabids in lowland forests. – *Xth European Carabidologists Meeting*. Tuczno, Poland.
- Ködöböcz, V., Magura, T. és Tóthmérész, B. (2002a): Az erdőterület csökkenésének hatása a Beregi-sík futóbogár faunájára. – *I. Kvantitatív Ökológiai Szimpózium*, Debrecen.
- Ködöböcz, V., Magura, T. és Tóthmérész, B. (2002b): Az erdőterület csökkenésének és az erdők feldarabolódásának hatása a Beregi-sík futóbogár faunájára. – *I. Magyar Természetvédelmi Biológiai Kongresszus*, Sopron.
- Lövei, G. L., Magura, T., Tóthmérész, B. and Ködöböcz, V. (2003): The influence of edge specialists on species richness patterns in forest fragments as habitat islands. – *11th European Carabidologists Meeting*. Århus, Denmark.
- Magura, T., Ködöböcz, V. and Szilágyi, G. (1999): Effects of forestry management on carabids (Coleoptera: Carabidae). – *8th European Ecological Congress*, Porto Karras (Halkidiki), Greece.
- Magura, T., Ködöböcz, V. és Tóthmérész, B. (2000a): Erdőfoltok fragmentációjának hatása a futóbogarakra (Coleoptera: Carabidae). – *Szünzoológiai Szimpózium*, Budapest.
- Magura, T., Ködöböcz, V. és Tóthmérész, B. (2000b): Fragmentáció hatása a futóbogarakra a Beregi-síkon. – *V. Magyar Ökológus Kongresszus*, Debrecen.
- Magura, T., Ködöböcz, V. and Tóthmérész, B. (2001): Local abundance and regional distribution of carabids in lowland forest patches. – *Abundance and Diversity*, Balatonfüred.
- Vasas, V., Magura, T., Tóthmérész, B., Jordán, F. és Ködöböcz, V. (2005): A Beregi-sík erdőfragmentumainak élőhelyszerkezeti elemzése a futóbogár fauna alapján. – *III. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia*, Eger.

4.3. Egyéb publikációk

Other publications

- Kovács, T. & Ködöböcz, V. (2006): Data to the Hungarian distribution of Elmidae (Coleoptera): *Folia Hist.-nat. Mus. Matr.* 30: 211-226.
- Ködöböcz, V., Juhász, P., Kiss, B. & Müller, Z. (2006): Faunistical results of the Coleoptera investigations carried out in the frames of the ecological survey of the surface waters of Hungary (ECOSURV) in 2005. – *Folia Hist.-nat. Mus. Matr.* 30: 349-356.

- Magura, T., Ködöböcz, V. (2007): Carabid assemblages in fragmented sandy grasslands. – *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119: 396-400.
- Magura, T., Ködöböcz, V. and Bokor, Zs. (2000): Effects of forestry practices on carabids (Coleoptera: Carabidae) – Implication for nature management. – *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 36: 179-188.

4.4. Egyéb előadások és poszterek: Other lectures and posters

- Magura, T., Tóthmérész, B., Molnár, T., Elek, Z. és Ködöböcz, V. (2002a): GlobeNet projekt: Az urbanizáció hatása a futóbogarakra. – *I. Kvantitatív Ökológiai Szimpózium*, Debrecen.
- Magura, T., Tóthmérész, B., Molnár, T., Elek, Z. és Ködöböcz, V. (2002b): Az urbanizáció hatása a futóbogarakra. – *I. Magyar Természetvédelmi Biológiai Kongresszus*, Sopron.
- Magura, T., Tóthmérész, B., Molnár, T., Elek, Z. és Ködöböcz, V. (2003): Az urbanizáció hatása a futóbogarakra. – *VI. Magyar Ökológus Kongresszus*, Gödöllő.