



**Az Aggteleki Nemzeti Park egyenesszárnyúi (Orthoptera):
fauna, együttesek, természetvédelem**

**Orthopterans of the Aggtelek National Park:
fauna, assemblages, conservation**

Doktori (PhD) értekezés tézisei – Outline of the PhD thesis

Nagy Antal – Antal Nagy

Debreceni Egyetem – University of Debrecen

Debrecen, 2008.

**Az Aggteleki Nemzeti Park egyenesszárnyúi (Orthoptera):
fauna, együttesek, természetvédelem**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Nagy Antal

Témavezetők:

Dr. Rácz István András

és

Prof. Dr. Varga Zoltán

Debreceni Egyetem Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék

Debreceni Egyetem

Debrecen, 2008.

1. Bevezetés és célkitűzések

Az Aggteleki Nemzeti Park legértékesebb nyílt élőhelytípusai a természetes és természetközeli primer gyepek (pl. sziklagyepek), a fajgazdag kaszálórétek, legelők, valamint szőlők és gyümölcsösök aljnövényzete, melyek közül az utóbbiak ma már többnyire csak természetvédelmi kezelés révén őrizhetők meg. A kezelések tervezése, a biológiai sokféleség becslése, értékelése, a biológiai monitoring és a természetvédelmi prioritások meghatározása azonban pontos adatokon kell alapuljon. A gyepek egyik legfontosabb herbivor csoportját, az egyenesszárnyúak (*Orthoptera*) jelentik, amik az élőhely szerkezet változásának széles körben alkalmazott indikátorai. A nemzeti park *Orthoptera* faunája kiemelkedő kutatottságú, ám mindmáig találunk kutatatlan, vagy gyengén kutatott területeket. Megfelelő minőségű adatok alapján a faj- és területvédelem, illetve a kezelések hatékonysága egyaránt növelhető, ami a források szűkössége miatt különös fontosságú. A hatékonyság növelése a kiemelt jelentőségű területek (*hotspot*) kijelölésével, és a fajokhoz kapcsolódó természetvédelmi felelősség megadásával egyaránt megvalósítható. Az Aggteleki Nemzeti Park egyenesszárnyú faunájának kritikai áttekintését saját gyűjtéseim, valamint összegyűjtött publikált és publikálatlan adatok alapján végeztem el. A revideált adatok birtokában meghatároztam az *Orthoptera* fauna kutatásának és védelmének területi, illetve faji prioritásait (i).

A biodiverzitás becsléséhez és monitorozásához – praktikus okokból – legtöbbször abundancia indexeket használunk, melyek a fajok azonos észlelhetőségét és foghatóságát feltételezik. A valóságban azonban számos tényező hat a mintavétel pontosságára, ami megfelelő stratégiával, a módszerek szelektivitásának és hatékonyságának ismeretében javítható. Az orthopterológiai mintavételek során gyakran alkalmazott módszerek

hatékonyságát és szelektivitását, valamint a gyepruktúra ezekre gyakorolt hatását egy tizenkét élőhelyen végzett mintavétel sorozat adatai alapján elemeztem (ii).

Napjainkban egyre többen hangsúlyozzák a különböző állatcsoportok – különös tekintettel az ízeltlábúak – faj-együtteseinek jelentőségét a szárazföldi életközösségek jellemzése során. A természetes, illetve természetközeli faj-együttesek összetételének, dinamikájának és elterjedésének ismerete az élőhelyek védelmének tervezésekor, természetességük megítélésükor, valamint az indikátor fajok és együttesek kijelölésükor egyaránt alapul szolgál. Az Aggteleki Nemzeti Park jellemző Orthoptera együtteseinek összetételét és dinamikáját, valamint a makroklíma együttesekre gyakorolt hatását, az 1994-2005. között végzett rendszeres mintavételek eredményei alapján értékelem (iii).

A területhasználat változása az extenzív művelésű fajgazdag gyepek feldarabolódását, a foltok méretének és fajszámának csökkenését eredményezi. Az élőhelyszigetek fajszáma és területe közti összefüggés (faj-terület összefüggés: *SAR – species-area relationship*) lineáris modelljeit a természetvédelem számos területén alkalmazzák. A kis szigetek fajszámát azonban gyakran, a területtől független hatások alakítják (kis-sziget hatás: *SIE – small island effect*). A jelenség szerepét korábban alábecsülték, feltételezve, hogy az csak a szigetek kis részét érinti. A töréspont regresszióval és path analízissel végzett újabb vizsgálatok szerint, azonban a kis-sziget hatás jelentősége a vártnál nagyobb. Ezt figyelembe véve, az elterjedt faj-terület modelleket csak a közepes és nagy szigetekre alkalmazva, a gyakorlatban jobban hasznosítható, pontosabb eredményeket kapunk. A faj-terület összefüggést és a kis-sziget hatás jelentőségét a középső plató fennsíkján, harminchárom élőhely sziget egyenesszárnú együttesén vizsgáltam (iv).

A dolgozatban az Aggteleki Nemzeti Parkban 1998-2005 között végzett vizsgálataim, egyenesszárnnyú fajok és élőhelyeik védelme szempontjából legfontosabb, a gyakorlati természetvédelmi munkát közvetlenül segítő eredményeit mutatom be.

2. Agyag és módszer

(i) Az Aggteleki Nemzeti Park egyenesszárnnyú faunáját az összegyűjtött publikált és publikálatlan adatok, valamint saját gyűjtései adataim alapján értékeltem. A források rendezését követően 67 lelőhely és hat, közelebbi gyűjtőhely megadása nélküli, csak településnévvel jelölt lokalitás esetén rendelkeztem adatokkal. Az aktualizált fajlistát az adatok korát figyelembe véve állítottam össze.

A kutatottságot a tapasztalt fajsám, Clench-egyenlettel becsült maximális fajsámhoz viszonyított arányában fejeztem ki. A kutatottság térbeli eloszlását az adatok száma és a mintaterületek eloszlása alapján értékeltem. A kutatás prioritásait a kutatatlan és gyengén kutatott területek, valamint a megerősítést igénylő adatok alapján jelöltem ki. A fajok védelmének területi prioritásait területválasztó módszerekkel – egyszerű rangsorolással és komplementer területek módszerével – határoztam meg. A faj szintű prioritások kijelölését a terület védett és országosan ritka fajaihoz tartozó helyi, valamint európai- és globális szintű területi felelősség meghatározásával végeztem, ahol fajok helyi és országos gyakoriságát, valamint elterjedését vettem figyelembe.

(ii) A fűhálózás, egyelés és tálcspadázás szelektivitás és hatékonyság szerinti összevetését a fennsík és a jósvafői Szőlő-hegy tizenkét mintaterületén végeztem. A területek mindegyikén, mindhárom módszerrel, a módszereket egymástól függetlenül alkalmazva vettem mintákat. A

területeket a gyepszintek borítási és magassági adataival végzett főkomponens analízis (PCA) alapján csoportosítottam. A gyepszerkezet módszerek szelektivitására és hatékonyságára gyakorolt hatásának vizsgálatokor az így kapott csoportokat használtam. Az azonos módszerrel vett minták abundancia rang struktúráját Kendall-féle konkordancia segítségével hasonlítottam össze. A csoportok közti (módszerek közti) összehasonlítást kétcsoportos konkordancia analízissel hajtottam végre.

A módszerek hatékonyságát a módszerenként kapott fajtelítési görbék (Clench-egyenlet) alapján vetettem össze, melyek szerkesztésekor a mintavételi ráfordítást egyedszámban (N) fejeztem ki. A hatékonyság vizsgálatát a tapasztalt fajszaám (S_{obs}), becsült maximális fajszaám (S_{max}), a legkisebb tapasztalt egyedszámbhoz (33 egyed) tartozó becsült fajszaám (S_{N33}) és a minimális tapasztalt fajszaám (5 faj) megfogásához szükséges becsült egyedszámba (N_{S5}) alapján logaritmikusan transzformált változókkal végeztem. A gyeptípus és a módszerek említett változókra gyakorolt hatását általános lineáris modell (GLM) segítségével elemeztem. A szelektivitás vizsgálatát a csak adott módszerrel gyűjtött „unikális” fajok száma (S_{diff}) és az életforma típusok eloszlása alapján végeztem. Az elemzéskor nemparametrikus kétutas-varianciaanalízist használtam. A módszerspecifikus jelenlétek és hiányok, illetve az életforma típusok kapcsolatát multinominális logisztikus regresszió segítségével elemeztem.

(iii) Az Aggteleki Nemzeti Park jellegzetes gyepes élőhelyeinek Orthoptera együtteseit a jósvafői Szőlő-hegyen, illetve a Nagy-oldal mögötti és a haragistyai fennsíkon vizsgáltam. A 16 mintaterületre kiterjedő vizsgálatokba 1998-ban kapcsolódtam be. 1994-2005 között a területeken egyeléssel kiegészített fűhálós és részben tálcasapdás mintavételek folytak, melyek közül az elemzésben, az előbbi módszerrel vett 154 minta (16815 egyed) adatait szerepeltettem.

Az együttesek kvantitatív összetételét főkoordináta- (PCoA) és cluster-analízissel hasonlítottam össze, amit az évenkénti és a mintaegységenként összesített relatív gyakorisági adatokon egyaránt elvégeztem. A kevesebb, mint nyolc (5 %) mintában előforduló fajokat a többváltozós elemzésből kizártam, így az elemzésben 39 faj 16788 egyede szerepelt. Az elemzés során elkülönített együttestípusok jellemzésére fajszámot (S), diverzitást (Shannon-index, H), a fauna- és életformatípusok eloszlását, valamint a dominancia rangsorokat használtam. A típusokat az említett változók alapján Kruskal-Wallis-féle H -próbával vetettem össze. A csoportok közötti összehasonlításokat Mann-Whitney féle U -teszttel végeztem. Az együttestípusok indikátor (kvantitatív karakter) fajait IndVal módszerrel határoztam meg, ami során a cluster analízissel kapott hierarchiát vettem alapul.

Az együttesek időbeli változásait az egyes évek adatsorainak külön-külön vett többváltozós elemzésével, a domináns fajok gyakoriságváltozásával és a dominancia rangsorok állandóságával (prediktálhatósággal), valamint az életformatípusok részesedésének változásával jellemeztem. A dominancia rangsorok állandóságát Kendall-féle konkordancia (W) segítségével adtam meg. A domináns fajok ($d > 5\%$) rangsorához tartozó konkordancia értékeket (W_{dom}) külön is meghatároztam. A csoportok W és W_{dom} értékeit Kruskal-Wallis-féle H -próbával vettem össze. A csoportok közti összehasonlításokat ebben az esetben is Mann-Whitney U -teszttel végeztem. A teljes rangsorok és a domináns fajok rangsorának állandósága (W , W_{dom}), valamint a fajszám (S) és diverzitás (H) közti kapcsolatot korreláció analízissel vizsgáltam. A makroklíma jellemzésére az évi és a vegetációs periódus (március-október) átlaghőmérsékletét, valamint csapadékának és napfénytartamának összegét használtam. A klíma és az

együttesek jellemző paramétereinek (domináns fajok gyakorisága, életformatípusok aránya) kapcsolatát korreláció analízissel vizsgáltam.

(iv) A faj-terület összefüggés (SAR) és a kis-sziget hatás (SIE) vizsgálatát az Aggteleki-karszt ma nagyrészt erdősült fennsíki területén, az országhatár és Szelcepuszta közt elhelyezkedő harminchárom hegyi kaszálórét folton végeztem. A vizsgálatba 2000-2006 közötti mintavételek adatait vontam be. A terület (A), a kerület (C), az élőhelyi sokféleség (HD) és a gyűjtésintenzitás (ráfordítás) foltok fajszámára (S) gyakorolt hatását általánosított lineáris modell (GLM) segítségével vizsgáltam.

A fajszám-terület összefüggés (SAR) leírására használt log-log és semi-log lineáris modellek közül a magasabb r^2 értéket mutatót fogadtam el. Az élőhely-diverzitás hatását *choros*-modellt alkalmazva teszteltem. A modell nevét adó *choros* (K) érték a terület (A) és az élőhelyek számának (HD) szorzata, amit az elfogadott lineáris modell(ek)be helyettesítve a nagyobb magyarázó erővel bíró modellt (magasabb r^2) fogadtam el.

A kis-sziget hatás (SIE) kimutatását töréspont regresszióval és path-elemzéssel kíséreltem meg. Utóbbi esetben az *a priori* modell szerint a terület közvetlenül és az élőhely-diverzitáson keresztül közvetve is hat a fajszámra, míg az élőhely diverzitás hatása csak közvetlenül nyilvánul meg.

3. Eredmények és értékelés

Fauna, együttesek és vizsgálatuk módszerei

(i) Az Aggteleki Nemzeti Park Orthoptera faunájáról összegyűjtött források 79 faj elterjedéséről számolnak be. Az *Isophya camptoxypha* és a *Stenobothrus fischeri* elterjedését revideáltam, így az aktualizált fajlista 77 Orthoptera fajt (41 *Ensifera*, 38 *Caelifera*) tartalmaz. A szibériai fajok általános túlsúlya (57 %) erős kontinentális hatást tükröz, azonban a

mediterrán fajok (pl. *Saga pedo*, *Poecilimon fussi*) aránya a xerotherm lejtőkön az 50 %-ot is elérheti. A leginkább jellemző dácikus és balkáni fajok, mint a *Pholidoptera transsylvanica*, *Paracaloptenus caloptenoides*, *Leptophyes discoidalis*, vagy az *Isophya stysi* a fennsíkok lakói.

(i) Hét faj elterjedése az adatok kora miatt bizonytalan. Jelenlétük igazolásához a Ménes-völgy (Szögliget), a Bérc-, Baradla- és Galya-tető, valamint a Nagy-oldal részletes vizsgálatát kell elvégezni. A vizsgált 67 lelőhely becsült kutatottsága 97,8 %, így további vizsgálatuk jelentősen nem gyarapítja a fajlistát. Egyes területek kiugróan magas fajszáma (pl. jósvafői Szőlő-hegy) legalább részben a kutatottság egyenetlen térbeli eloszlásának tulajdonítható. A nemzeti park legjobban kutatott területei a Jósvafőtől északra eső fennsíkok és a jósvafői Szőlő-hegy. Legkevésbé a Szalonnai-karszt, a Rudabányai-hegység, az Esztramos, a Teresztenyei-fennsík, a Jósvalégytől délre és a Szelcepusztától keletre eső területek, Szin és Szinpetri környéke, valamint az Alsó-hegy kutatottak. A faunakutatás prioritásait a megerősítést igénylő adatok felülvizsgálata és a gyengén, illetve egyáltalán nem kutatott területek köre jelöli ki.

(ii) Az Orthoptera fauna vizsgálatakor legtöbbször fűhálózást, egyelést és tálcsapdázást alkalmaztak. A módszerek hatékonyságát, szelektivitását és a gyepszerkezet ezekre gyakorolt hatását a mintavételi hibák csökkentése és a metodika fejlesztése céljából elemeztem. A gyűjtött fajok száma alapján az egyelés, míg ráfordítás alapján a fűhálózás bizonyult leghatékonyabbnak. A könnyen standardizálható csapdázás, több főleg talajon mozgó taxon együttes gyűjtésekor hatékony. A tesztelt nagyméretű ($\varnothing = 20$ cm) csapdák kvantitatív adatgyűjtésre is alkalmasak. Az egyelés a ritka, míg a tálcsapda a fissurobiont fajokra bizonyult szelektívnek. Az egyelés és fűhálózás chorto-, illetve thamnobiontokkal szembeni érzékenységét közvetett módon igazoltam. Utóbbi két módszer hasonló szelektivitása, a minták összevethetőségének

megtartása mellett, teszi lehetővé azok együttes alkalmazását, míg a tálcsapda ellentétes szelektivitása együttes alkalmazás esetén ellensúlyozza azok szelektivitását. A vizsgált skálán a vegetációstruktúra hatása nem volt kimutatható. Eredményeim alapján a módszerek egyike sem tekinthető kizárólagosan megfelelőnek, így adatszükségletünk és erőforrásaink ismeretében kell közülük választanunk, vagy kombinálnunk azokat. Az egyelés és fűhálózás kombinációjával egy széles körben alkalmazható, ritka fajokra érzékeny, kis terepi és laboratóriumi munkaigényű, hatékony, jelenlét-hiány és kvantitatív adatok gyűjtésére egyaránt alkalmas eljárást kapunk. A fentieket figyelembe véve az együttesek vizsgálatakor az egyeléses és fűhálós mintákat használtam fel.

(iii) A különböző növényasszociációk szerkezetüknek megfelelő Orthoptera együttesekkel feleltethetők meg. Az Aggteleki Nemzeti Park fajgazdag másodlagos gyepeinek együtteseit egy tizenkét éves mintavétel-sorozat adatai alapján elemeztem. A vizsgált együttesek összetételük alapján négy csoportra oszthatók. A fennsík mezo-higrofil és átmeneti jellegű gyepeinek együttesei jól elkülönültek a fennsík és a jósvafői Szőlő-hegy xerotherm gyepeinek együtteseitől. A fennsíki együtteseket a domináns fajok alapján euthystira- (mezo-higrofil), átmeneti- és crassipes-típusúnak (xerotherm) tekinthetjük, míg a Szőlő-hegy együtteseit a sajátos fajösszetétel miatt külön kategóriába kell sorolnunk. A típusok hasonló elkülönítése már az 1994-1996 közti adatok elemzése során is felmerült. A xerotherm crassipes- és szőlő-hegyi típusokban a fajszám, a diverzitás, a thamno- és geobiont fajok, illetve a mediterrán faunaelemek aránya egyaránt nagyobb volt, mint a humidabb gyepek együtteseiben. A balkáni és dácikus fajok aránya az átmeneti típusban volt legmagasabb. Az általánosan jellemző fajok a hazai fauna gyakori euriök fajai közül kerültek ki. A fennsík zártabb gyepeire a mezo-higrofil szöcskék (pl. *Tettigonia cantans*, *Metrioptera brachyptera*, *M.*

roeselii), míg a xerotherm együttesekre a choro- és geobiont sáskák (*Stenobothrus crassipes*, *Calliptamus italicus*), illetve a xerofil szegélyek szöcskéi (*Metrioptera bicolor*, *Phaneroptera falcata*, *Pholidoptera fallax* stb.) voltak jellemzők. A humidabb élőhelyek egyöntetűségét a típusok kisszámú saját indikátor faja is igazolta.

(iii) A nemzeti park Orthoptera fajainak elterjedésében, az elmúlt évtizedek során lezajlott változások vizsgálatát az alkalmazott módszerek és a gyűjtésintenzitás időbeli különbségei nem tették lehetővé. Az együttesek biológiai monitoringban való felhasználásához azonban szükséges azok dinamikájának ismerete. Az euthystira-, crassipes- és a szőlő-hegyi típusú együttesek az 1994-1996 közti időszakban állandónak bizonyultak, azonban később azok felbomlása (1998-2000), majd újraszerveződése (2001-2003) volt kimutatható. A változások a típusok domináns fajainak gyakoriság-változásában is megmutatkoztak. Az euthystira- és átmeneti-típusokban a domináns fajok rangsora állandóbbnak bizonyult, mint a crassipes- és szőlő-hegyi típusokban. A legnagyobb változások minden típusban az 1996-1998 és 2000-2002 közti időszakban mutatkoztak. A domináns fajok rangsorának állandósága a típusok fajszerkezetével és diverzitásával negatív kapcsolatot mutatott, ami leginkább a közepes zavarási hipotézis alapján magyarázható. A vizsgált élőhelyeken a fenntartó kezelés (kaszálás) jelenti az egyetlen „zavarást”, ami azonban típustól függetlenül jelen van, így az abundancia rang szerkezet állandóságának eltérései az élőhelyek eltérő intenzitású éves változásaival magyarázhatók. A Szőlő-hegy mezoklimájának változékonysága és a termőhelyi adottságok (pl. kitettség, talajtípus és vastagsága stb.) egyaránt az élőhelyek változékonyságát erősítik. A fennsík temperáltabb klimatikus viszonyai közt, változékonyság szerkezetű élőhelyek, a töborperemeken és a meredek déli lejtőkön találhatók. A vizsgált együttesek dinamikája az élőhelyek változékonyságával összhangban alakult, ami az

együttesek és az élőhely szerkezete közti szoros összefüggést mutatja. A gyepszerkezet változásait legjobban a domináns fajok gyakoriság-változásai mutatták. A fajszám, a fajösszetétel és az életforma-típusok eloszlása kevésbé hatékony változónak bizonyultak. A nagyszámú mikro- és mezoklíma zug a makroklima együttesek kompozíciójára gyakorolt hatását elfedi, így az a vizsgált változók esetén nem volt kimutatható.

(iv) A nemzeti park természetvédelmi szempontból jelentős, nagy fajgazdagságú másodlagos gyepeinek fragmentálódása a fajgazdagság csökkenését eredményezi. A fennsík 33 vizsgált élőhelyszigetén a terület (A) és élőhelyi diverzitás (HD) fajszámra gyakorolt hatása egyaránt jelentősnek bizonyult, míg a szigetek kerületének (P) és kutatottságának (Tr) fajszámra gyakorolt hatása nem volt kimutatható. A fajszám-terület összefüggés (SAR) két általánosan elfogadott lineáris modellje (log-log, semi-log) egyaránt jó illeszkedést mutatott. Log-log modell esetén a faj-terület görbe meredeksége ($z = 0,1781$) megfelelt az irodalomban teresztris szigetekre megadott intervallumnak. Ez az élőhelyszigetek kisfokú izoláltságát mutatja. A terület és az élőhelyi diverzitás hatását együttesen figyelembe vevő *choros*-modell a hagyományos modelleknél jobb illeszkedése, az élőhelyi diverzitás fajszámára gyakorolt jelentős pozitív hatására utal. A fennsík élőhelyszigetein sem töréspont regresszióval, sem path-elemzéssel nem sikerült jelentős kis-sziget hatást (SIE) kimutatnom. A kis-sziget hatás hiánya a szigetek kis mértékű izoláltságával és viszonylagos fiatalságával magyarázható. A szigetek izoláltságának stabilizálódása a fajszámok csökkenését és a jelenség mérettartományának emelkedését eredményezheti.

Természetvédelmi alkalmazások

(i) Az Aggteleki Nemzeti Park Orthoptera faunája a fajszám (77), valamint a védett (11) és országosan ritka fajok (12) száma alapján egyaránt jelentős

természeti értéket képvisel. A faunisztikai adatok revíziója során a védett *Isophya brevipennist* (*camptoxypha*) töröltem a fajlistából, míg további négy védett faj esetén elterjedési adatokat revideáltam. A védett *Leptophyes punctatissima*, *Poecilimon intermedius* és *Tettigonia caudata* elterjedése adataik kora miatt megerősítést igényel.

(i) A rendezett elterjedési adatok alapján a faj- és élőhelyvédelem prioritásai egyaránt kijelölhetők. A lelőhelyek rangsorolásakor (egyszerű rangsor, komplementer területek módszere) a fajszám (S) és a ritkasággal súlyozott fajszám (SR) a ritka fajok számánál (SQ) módszertől függetlenül hatékonyabb rangsorváltozónak bizonyult. Eszerint a ritka fajokra alapozott természetvédelmi törekvések nem feltétlenül vezetnek megfelelő eredményre. Az egyenesszárnyúak védelmében a Középső-plató és a jósvafői Szőlő-hegy fajgazdag másodlagos gyepei bizonyultak legjelentősebbnek. A fajokhoz tartozó természetvédelmi felelősség magadása során a terület védett és ritka fajai közül háromhoz (*Pholidoptera transsylvanica*, *Pseudopodisma nagyí*, *Isophya stysi*) globális, további öthöz (*Leptophyes discoidalis*, *Poecilimon fussi*, *Saga pedo*, *Paracaloptenus caloptenoides*, *Stenobothrus eurasius*) európai szintű természetvédelmi felelősség volt kapcsolható. A legnagyobb országos szintű felelősség az *Omocestus viridulus* kapcsán merült fel. A jelzett fajok és élőhelyeik védelme, monitorozása a helyi természetvédelem kiemelt feladata.

(ii) Az egyenesszárnyúak az élőhelyszerkezet változásának érzékeny indikátorai, ám a monitorozáshoz ideális esetben torzítatlan adatok szükségesek. Az adatminőség az alkalmazott módszerek szelektivitásának és hatékonyságának ismeretében javítható. A hatékonyság és szelektivitás mutatóit figyelembe véve a fűháló-egyelés kombinációja mutatja a legtöbb előnyös tulajdonságot. A faj és közösségi monitoring során is e két módszer együttes alkalmazása ajánlott.

(iii) A ritka és védett fajok száma, valamint a diverzitási értékek alapján, a legnagyobb természeti értéket a fennsíkok crassipes-típusú együtteseinek képviselik, ami megerősíti a területválasztás eredményeit. Az élőhelyszerkezet változásait legjobban a domináns fajok gyakoriság-változásai jelzik, a fajszám, a fajösszetétel és az életforma-típusok eloszlása kevésbé hatékony indikátornak bizonyultak.

(iv) A területhasználat változása a gyepek fragmentálódását és szerkezetük átalakulását eredményezi. A területhasználat váltása a XVIII. század óta többször is lezajlott a területen. A gyepek visszaszorulását követően azok fajai újra és újra szétterjedtek a fennsíkokon. A jelenlegi állapot stabilizálásának fő veszélye épp az élőhelyfoltok izolációjának „tartósítása”. A hosszú távú elszigetelődés a kis szigetek fajszámát meghatározó, területtől független hatások (degradáció, katasztrófák stb.) erősödését, azaz a kis-sziget hatás mérettartományának növekedését és a fajgazdagság csökkenését eredményezi. A fajok és együttesek megóvása érdekében a természetvédelem elsődleges feladata az élőhelyszigetek összeköttetéseinek fenntartása és az elszigetelődött foltok visszaintegrálása, melynek fontosságra a *Pholidoptera transsylvanica* metapopulációk vizsgálatának eredményei szintén felhívták a figyelmet.

4. A doktori értekezés témájában megjelent publikációk

Külföldi folyóiratban megjelent lektorált szakcikkek

Nagy, A., Sólymos, P. & Rácz, I. A. (2007): A test on the effectiveness and selectivity of three sampling methods frequently used in orthopterological field studies. *Entomologica Fennica* **18**: 149-159.

Nagy, A. & Sólymos, P. (2002): Relationship between Orthoptera assemblages and microclimate in different exposures of a dolina. *Articulata* **17**(1):73-84.

Hazai folyóiratban megjelent lektorált szakcikk

Nagy, A. (2007): Egyenesszárnyúak (Orthoptera) védelmének élőhelyi és faji prioritásai az Aggteleki Nemzeti Parkban. *Állattani Közlemények* **92**(1): 53-65.

Szerkesztett kötetben megjelent szakcikkek

Nagy, A., Orci, K. M., Rácz, I. A. & Varga Z. (2007): Hazai gyeptípusok egyenesszárnyúi. In: Forró, L. (szerk.): A Kárpát-medence faunájának kialakulása. MTM, Budapest. 349-356 p.

Nagy, A., Rácz, I. A., Varga, Z. (2005): Maculinea habitats in Hungary: Orthoptera assemblages. (Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model). *Pensoft Series Faunistica* **53**: 16-21.

Rácz, I., Nagy, A. & Orci, K.M. (2003): Orthoptera assemblages in different habitats of the Aggtelek Karst (NE Hungary). In Boldog, S. (szerk.): Researches in Aggtelek National Park and Biosphere Reserve, *ANP Füzetek II.*: 55-76.

Konferencia összefoglalók

Nagy, A., Orci, K. M., Rácz, I. A. & Varga, Z. (2008): Az Aggteleki-karszt Orthoptera faunájának kritikai áttekintése. In: Sólymos, P. (szerk.): KÖSZI 2008 „Életre keltett adatok” A 3. Kvantitatív Ökológiai Szimpózium program és absztrakt kötete. MÖTE, Budapest. 21 p.

Nagy, A., Rácz I. A. & Sólymos, P. (2007): Setting priorities for conservation of the Orthoptera species in the Aggtelek National Park (Northeast Hungary). In: Batáry, P. & Körösi, Á. (ed.): *Fauna Pannonica 2007. Symposium on Conservation and Genesis of the fauna of the Carpathian Basin – Abstracts*. Natural History Museum, Budapest. 48 p.

Nagy, A., Sólymos, P. & Rácz, I. A. (2007): Hegyi kaszálórét foltok Orthoptera együtteseinek fajszerkezetét meghatározó tényezők és a kis sziget hatás vizsgálata. 3. Szünzoológiai Szimpózium, Budapest. *Előadások és poszterek összefoglalói*: 42 p.

Nagy, A., Sólymos, P. Rácz, I. A. (2006): A comparison of three sampling methods frequently used in orthopterological studies: effectiveness, selectivity and vegetation structure. 1st European Congress of Conservation Biology: Diversity for Europe, Eger. *Book of Abstracts*: 140 p.

Nagy, A., Sólymos, P. Rácz, I. A. (2006): Az orthopterológiai vizsgálatokban használt mintavételi módszerek összehasonlítása: hatékonyság,

szelektivitás és vegetáció szerkezet. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest. *Előadások és poszterek összefoglalói*: 152 p.

Nagy A. & Rácz I. A. (2004): Orthoptera-assemblages in the Hungarian Habitats of Maculinea (Lepidoptera) species, The First Central European Symposium on Orthopteroid Insects, Bratislava. *Book of Abstracts*: 18 p.

Nagy A., Orci K. M. & Rácz I. A. (2003): Hosszútávú orthopterológiai vizsgálatok az Aggteleki-karszton. VI. Magyar Ökológus Kongresszus, Gödöllő. *Előadások összefoglalói*: 197. p.

Nagy A. & Sólymos P. (2000). A mikroklíma és az egyenesszárnyú együttesek kapcsolatának vizsgálata klimatikus grádiens index segítségével. *Eötvös Konferencia, Bárány Eötvös József Collegium*, Budapest. *Előadások összefoglalói*: 42-43. p.

Nagy A. & Sólymos P. (1999): Relationship among Orthoptera ensembles, microclimate and vegetation structure: the Temperature Gradient Index, V. Nemzetközi Környezetvédelmi Szakmai Diákkonferencia, Mezőtúr. *Előadások összefoglalói*: 64. p.

Nagy A. & Sólymos P. (1999): A klíma és az állományszerkezet hatása Orthoptera-együttesek kompozicionális viszonyaira. XXIV. OTDK, Debrecen. *Előadások összefoglalói*: 169. p.

**Orthopterans of the Aggtelek National Park:
fauna, assemblages, conservation**

Outline of the PhD thesis

Nagy Antal

Tutors:

Dr. István A. Rácz

and

Prof. Dr. Zoltán Varga

University of Debrecen, Department of Evolutionary Zoology and
Human Biology

University of Debrecen

Debrecen, 2008.

1. Introduction and aims of the study

Most valuable open habitats of the Aggtelek National Park are natural and seminatural primary grasslands (e.g. rocky grasslands), species rich hayfields, meadows, orchards and vineyards, that are maintained mostly by active management. Planning these managements, estimation and assessment of biodiversity, biological monitoring require good quality data. Orthopterans constitute one of the major herbivorous taxa of grasslands, that are widely used indicators of changes in grassland structure. The Orthoptera fauna of the national park is intensively surveyed, but we can still find undercollected or uncollected areas. Based on good quality data, species and area protection and management can be enhanced, which is crucial under limited resources. Effectiveness can be increased by identifying hotspot areas and stewardship responsibility values attached to species. I give a critical review of the Orthoptera fauna of the national park based on own collections, and published and unpublished literature data. Based on the revised data set I prioritised areas and species (i).

In biodiversity assessment and monitoring, abundance indices are widely used, that assumes constant catchability and detectability of the species. In reality, many factors affect sampling bias, and these can be corrected in the light of knowledge on selectivity and effectiveness of the methods. I tested effectiveness, selectivity and effect of vegetation structure in common sampling techniques, based on the data set of twelve habitats (ii).

Arthropods are increasingly emphasised in terrestrial ecosystem studies. The study of their species composition, dynamics and distribution gives essential information for conservation. Thus I analysed compositional changes of the Orthoptera assemblages in the national park in the period 1994-2005 based on regular sampling (iii).

Land use change has resulted in the fragmentation of formerly extensively used grasslands that led to decreasing mean patch area and richness. The species area relationship quantifies the relationship between patch/island area and species richness. These models have been widely used in the conservation context. Species richness on islands and insular habitats is driven by other factors than area as well, and this is referred to as the small island effect. This phenomenon has been largely neglected, and only recently used in biogeographical studies. The area limit of the small island effect can be calculated by breakpoint regression or path analysis. Recent theoretical and methodological advances highlight the prevalence of the small island effect. Based on this, traditional species area relationship should only be used on medium and large islands, where the small island effect diminishes. I analysed the small island effect and species area relationship on the data of 33 insular grassland habitats (iv).

In this manuscript, I show results of my studies on the Orthoptera fauna of the Aggtelek National Park in the period 1998-2008, with emphasis on the conservation biologically important points that can be used in decision support and adaptive management.

2. Materials and methods

(i) I used own collections, published and unpublished data on the Orthoptera fauna of the Aggtelek National Park. Altogether I used data of 67 localities and six geographically broadly defined areas (with settlement names only). I made an actual species list by inspecting the age and validity of the records.

I calculated exploration rate as the rate of observed and predicted species richness. Predicted maximal richness was based on the Clench equation. I identified priorities of further faunistic research on the basis of

dubious records and survey intensity. I used site selection procedures (simple ranking and complementarity algorithm) to select areas for species persistence. For species prioritisation, I related the geographic ranges and Hungarian occurrences of the species to evaluate responsibility scores at different spatial scales.

(ii) I used twelve samples from the plateau region and Szőlő-hegy (Jósvafő) to compare the selectivity and effectiveness of hand collecting, sweep netting and dish trapping. In each sites, I used all three methods independently. Sites were clustered into two groups based on PCA axis scores from vegetation height and cover. Grassland structure had no detectable effect on selectivity and effectiveness. Abundance ranks from samples of the same sampling method were compared by Kendall's concordance. To test within-group agreement of abundance ranks of the species in samples collected with the same method we used two group concordance.

To analyse the effectiveness of the three methods, I compared species accumulation curves specific to each method by the Clench equation. For each method in each sampling site, I determined the observed number of species (S_{obs}), the estimated maximum number of species (S_{max}), the expected number of species associated to the minimum number of individuals observed in samples (33 individuals) (S_{N33}), and the estimated number of individuals necessary to detect the minimum number of species observed in all samples (5 species) (N_{S5}). These dependent variables were log-transformed. I used the values of species richness, effectiveness and selectivity (described above) of the 12 sites as subjects, and compared by general linear models (GLM) with repeated measures. To analyse the selectivity of the methods, I determined the number of unique species for each method (S_{diff}) and the proportion of life forms in the samples. I used nonparametric two-way analysis of variance. I tested the association between method-specific presence ("unique species"

sampled by only one of the three methods in a given site) and absence (species not sampled by only one of the three methods in a given site) of species and life form categories by multinomial logistic regression.

(iii) For long term studies, I used Orthoptera sampling data of the period 1994-200 from the sites of the Szőlő-hegy, plateaus of the Nagy-oldal and Haragistya. I used data of 154 samples (16815 individuals) based on direct search and sweep-netting.

I used principal coordinate analysis (PCoA) and cluster analysis to assess composition and differentiate among assemblage types based on yearly aggregated and polled samples, too. I excluded species with less than five percent relative frequency from analysis. As a result, I used data of 16788 individuals of 39 species. The assemblage types were characterised by species richness (S), Shannon's diversity (H), the distribution of fauna and life form types, and abundance ranks. The Kruskal-Wallis test was applied on these variables with assemblage type as factor. Pairwise comparisons were made by the Mann-Whitney test. Characteristic species of the assemblage types were identified by the IndVal method.

I used multivariate results of the year-by-year analyses, frequency of the dominant species, constancy of dominance ranks and frequency of life forms to assess temporal trends in species composition. Dominance ranks were analysed by Kendall's concordance. Concordance value were determined for all the species and for dominants ($d > 5\%$) only. Concordance values of the groups were tested by the Kruskal-Wallis test. I used correlation analysis to assess the relationship among concordance values, richness and diversity. I used yearly mean temperature, precipitation, mean temperature and insolation of the growing season (from March to October) to describe macroclimate. I used these parameters to correlate with assemblage descriptor variables (frequency of dominant species, proportion of life forms).

(iv) Species area relationship (SAR) and the small island effect (SIE) were assessed based on the 33 fragmented grassland sites of the plateau region. Data were pooled from the 2000-2006 interval. I used generalised linear model (GLM) to test the effect of area (A), habitat diversity (HD), perimeter of the patches (P) and sampling intensity on the species richness. I used log-log and semi-log SAR models, model selection was based on r^2 values. I used the choros model to test the effect of habitat diversity on species richness.

The small island effect was assessed by breakpoint regression and path analysis. The path analysis assumes, that area has direct and indirect (through habitat diversity) effects on species richness.

3. Results and discussion

Fauna, assemblages and methods

(i) The occurrence of 79 orthopteran species is known from the Aggtelek National Park. This list reduces to 77 (41 Ensifera, 38 Caelifera species) after the revision of the occurrences of *Isophya camptoxypha* and *Stenobothrus fischeri*. The overwhelming number of Siberian elements (57 %) indicates strong continental influence. Proportion of Mediterranean elements (eg. *Sagapedo*, *Poecilimon fussi*) reach its maxima up to 50 % on xerothermic southern slopes. The most characteristic Dacian and Balkanic species, like *Pholidoptera transsylvanica*, *Paracaloptenus caloptenoides*, *Leptophyes discoidalis* and *Isophya stysi* are living in the grasslands of the plateaus.

Distributions of seven species were based on unreliable data, the conformation their occurrence needs survey of the Ménes-völgy (Szögliget), Bérc-, Baradla- and Galya-tető, and Nagy-oldal areas. Estimated exploration rate of the 67 locations were 97.8 %. Surveying the above areas will

supposedly not contribute with new species to the list. Some instances with exceptionally high species richness (e.g. Szőlő-hegy near Jósvafő with 51 species) can be due to favourable habitat characteristics and overcollecting. Most intensively surveyed areas of the national park are plateaus north to and Szőlő-hegy near Jósvafő. Less intensively surveyed areas are Szalonnai-karszt, Rudabányai-hegység, Esztramos, Teresztenyei-fennsík and areas south to Jósua-völgy and east to Szelcepuszta, surroundings of Szin and Szinpetri, and Alsó-hegy. Priorities of further faunistic research involve confirmation of dubious records and surveying undercollected areas (i).

(ii) In the national park survey, sweep-netting, hand collecting and dish trapping were used in most of the cases. I tested the effectiveness, selectivity and effects of grass structure in order to reduce biases and to improve sampling methodology. Based on number of collected species hand collecting, based on cost-effectiveness sweep netting was most efficient. Dish trapping is easy to standardise, and can be useful for collecting ground-active species. Our results indicate that wide ($\varnothing = 20$ cm) traps can be used to collect quantitative samples. Hand collecting was selective for rare species, while dish trapping was selective towards fissurobionts. Hand collecting and sweep-netting was sensitive to chorto- and thamnobionts. This result can indicate that these two methods can be combined. The use of dish-trapping can balance selectivity. The effect of vegetation structure on the results was not significant on the small scale of the study. None of these methods can be universal, and one has to choose among them or combine these according to the aims and budget of a given study. In summary, the combination of hand-collecting and sweep-netting was most useful, because it can be widely used, sensitive to rare species, it has low field and lab costs, highly effective, can be used for binary and quantitative data collecting. Thus for further analyses I

used the combination of sweep-netting and hand collecting, because this gives the most comparable results.

(iii) Plant associations can be characterised with Orthoptera assemblages due to their structure, and thus orthopterans can be used as indicators of structural changes. I analysed Orthoptera assemblages of secondary grasslands in the Aggtelek National Park in a twelve-year study. Four assemblage groups were identified. The meso-hygrophilous and transitional grasslands of the plateau region differ from the xerophilous grasslands of the plateau and the Szőlő-hegy. The plateau sites can be characterised as euthystira-type (meso-hygrophilous), transitional and crassipes-type (xerothermic) based on dominant species, while assemblages of the Szőlő-hegy form a distinct cluster of sites. This kind of characterisation was earlier proposed by Orci between 1994-1996. The crassipes-type and Szőlő-hegy type assemblages were species rich and dominated by thamnophilous and geobiont species and Mediterranean species than in the more humid sites. Balcanic and Dacian species were most abundant in transitional type assemblages. General species of different types were widely distributed generalists. In the dense grasslands hygrophilous grasshoppers (*Tettigonia cantans*, *Metrioptera brachyptera*, *M. roeselii*), while in xerothermic sites locusts (*Stenobothrus crassipes*, *Calliptamus italicus*) and thermophilous grasshoppers (*Metrioptera bicolor*, *Phaneroptera falcata*, *Pholidoptera fallax*) were characteristic. Uniformity of the more humid sites is proved by the smaller number of characteristic species.

(iii) We can not identify trends in the changes of Orthoptera assemblages during the last decades due to heterogeneous sampling intensity and variable sampling protocol. But, for the application of the above detailed assemblage-types in biological monitoring, we have to know their natural dynamics. The main assemblage types (euthystira, crassipes, Szőlő-hegy)

were compositionally constant in the 1994-1996 period, but these were reorganised during the years 1998-2000, and later re-established between 2001-2003. This cyclic change was prominent in the changes in the relative frequency of the dominant species. In the euthystira- and transitional type assemblages the dominance ranks of the species were more constant, than that of in the crassipes- and Szőlő-hegy types. Largest changes occurred in the period 1996-1998 and 2000-2002 for all assemblage types. The constancy of dominant species ranks were negatively correlated with the species richness and diversity of the assemblage types. This phenomenon can be explained by the intermediate disturbance hypothesis. In the studied sites, the mowing is the only “disturbance” that is used to sustain these grasslands. This was present irrespective of grassland type, thus changes in the abundance rank structure can be attributed to different year-to-year changes of these grasslands. Mesoclimatic variability of the Szőlő-hegy and its habitat features (i.e. aspect, soil type, soil depth) contribute to the acceleration of changes. The more balanced mesoclimate of the plateau region variable habitats can only be found at doline edges and steep southern slopes. Dynamics of the studied assemblages were parallel to the variability of habitats, underlying the strong association between habitat structure and species composition. Changes in habitat structure were reflected by changes in the frequency of the most abundant species, while species richness, composition and distribution of life forms were not very sensitive to these changes. The geologically complex karstic surface provides many micro- and mesoclimatic shelters that are able to mask macroclimatic effects on species composition.

(iv) In recent decades fragmentation of species rich secondary grasslands of the Aggtelek National Park resulted in decrease in species richness. I studied the richness and its determinants in the fragmented grasslands of the middle plateau. I studied the relationship between the area

(A), habitat diversity (*HD*) and species richness, and both proved to be significantly affecting richness. While the perimeter of the patches and survey intensity had no significant effect. The log-log and semi-log model of the species-area relationship (*SAR*) fitted well to the data. For the log-log model, slope ($z=0,1781$) agreed well with the theoretical expectations of terrestrial habitat islands by McArthur & Wilson (1967), thus reflecting small isolation. The choros model incorporates both the effects of area and habitat diversity, and fit was highest indicating the strong effect of habitat diversity on species richness. I tried to identify the upper threshold of small island effect (*SIE*) used both breakpoint regression and path analysis. I could not find small island effect for the Orthoptera data set. The lack of this effect can be due to the small isolation of these patches and the relatively young separation of them. Isolation may result in decreasing richness when stabilised in the future.

Conservation applications

(i) The Orthoptera fauna of the Aggtelek National Park is of outstanding value based on its richness (77 species), the number of protected species (11) and nationally rare species (12). As a result of the revision of the faunistic data, the protected species *Isophya brevipennis* (*camptoxypha*) was deleted from the species list, and I corrected occurrence data for other four species. The records of the protected species *Leptophyes punctatissima*, *Poecilimon intermedius* and *Tettigonia caudata* need further support.

(i) Based on the revised data set, I prioritised species and areas. Areas were prioritised based on simple ranking and complementarity. The species richness (*S*) and rarity weighted species richness (*SR*) performed better than the number of rare species (*SQ*). Highest ranking areas included the rich secondary grasslands of the Középső-plató and the Szőlő-hegy near Jósvalő. I also determined responsibility scores for each species. I identified global

responsibility for three species (*Pholidoptera transsylvanica*, *Pseudopodisma nagy*i, *Isophya stysi*), European responsibility for five species (*Leptophyes discoidalis*, *Poecilimon fussi*, *Saga pedo*, *Paracaloptenus caloptenoides*, *Stenobothrus eurasius*). National scale responsibility was highest for the species *Omocestus viridulus*. Habitat protection and monitoring for these species is a priority for local protection agenda.

(ii) Orthopterans are sensitive indicators of changes in habitat structure, but their monitoring ideally requires unbiased data. This depends on the selectivity and effectiveness of the applied methods. Most commonly used method is sweep-netting, hand-collecting and dish-trapping, but these are not necessarily comparable to each other. The combination of data from hand-collecting and sweep-netting is the most reliable. The use of these two methods in community monitoring is suggested.

(iii) Highest natural value was found at the crassipes-type assemblages of the plateau region, and this is in accordance with the site selection results. Variability in the abundance rank structure of the xerothermic types is due to variability of habitat characteristics. This is best reflected by the frequency changes of the most dominant species. Species richness, diversity and distribution of life forms were less sensitive to these changes.

(ii) The abandonment of the hayfields in the plateaus resulted in the fragmentation of these grasslands. Land use change has been taken place several times during the last two centuries. The conservation of the current situation may conserve isolation as well. Isolation may cause decrease in richness in the long run through area independent effects (degradation, catastrophic events) in small patches (i.e. small island effect). Primary duty of nature protection is to maintain connectivity among these isolated grassland fragments. This was also highlighted for the cases of *Pholidoptera transsylvanica* metapopulations.

4. Publications related to the Thesis

Peer reviewed papers in international journal

Nagy, A., Sólymos, P. & Rácz, I. A. (2007): A test on the effectiveness and selectivity of three sampling methods frequently used in orthopterological field studies. *Entomologica Fennica* **18**: 149-159.

Nagy, A. & Sólymos, P. (2002): Relationship between Orthoptera assemblages and microclimate in different exposures of a dolina. *Articulata* **17**(1):73-84.

Peer reviewed papers in Hungarian journal

Nagy, A. (2007): Egyenesszárnyúak (Orthoptera) védelmének élőhelyi és faji prioritásai az Aggteleki Nemzeti Parkban. *Állattani Közlemények* **92**(1): 53-65.

Papers in edited books

Nagy, A., Orci, K. M., Rácz, I. A. & Varga Z. (2007): Hazai gyeptípusok egyenesszárnyúi. In: Forró, L. (ed.): A Kárpát-medence faunájának kialakulása. MTM, Budapest. 349-356 p.

Nagy, A., Rácz, I. A., Varga, Z. (2005): Maculinea habitats in Hungary: Orthoptera assemblages. (Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model). *Pensoft Series Faunistica* **53**: 16-21.

Rácz, I., Nagy, A. & Orci, K.M. (2003): Orthoptera assemblages in different habitats of the Aggtelek Karst (NE Hungary). In Boldog, S. (ed.): Researches in Aggtelek National Park and Biosphere Reserve, *ANP Füzetek* **II.**: 55-76.

Conference abstracts

Nagy, A., Orci, K. M., Rácz, I. A. & Varga, Z. (2008): Az Aggteleki-karszt Orthoptera faunájának kritikai áttekintése. In: Sólymos, P. (ed.): KÖSZI 2008 „Életre keltett adatok” A 3. Kvantitatív Ökológiai Szimpózium program és absztrakt kötete. MÖTE, Budapest. 21 p.

Nagy, A., Rácz I. A. & Sólymos, P. (2007): Setting priorities for conservation of the Orthoptera species in the Aggtelek National Park (Northeast Hungary). In: Batáry, P. & Körösi, Á. (ed.): *Fauna Pannonica 2007. Symposium on Conservation and Genesis of the fauna of the Carpathian Basin – Abstracts*. Natural History Museum, Budapest. 48 p.

- Nagy, A., Sólymos, P. & Rácz, I. A. (2007): Hegyi kaszálórét foltok Orthoptera együtteseinek fajszerkezetét meghatározó tényezők és a kis sziget hatás vizsgálata. 3. Szünzoológiai Szimpózium, Budapest. *Előadások és poszterek összefoglalói*: 42 p.
- Nagy, A., Sólymos, P. Rácz, I. A. (2006): A comparison of three sampling methods frequently used in orthopterological studies: effectiveness, selectivity and vegetation structure. 1st European Congress of Conservation Biology: Diversity for Europe, Eger. *Book of Abstracts*: 140 p.
- Nagy, A., Sólymos, P. Rácz, I. A. (2006): Az orthopterológiai vizsgálatokban használt mintavételi módszerek összehasonlítása: hatékonyság, szelektivitás és vegetáció szerkezet. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest. *Előadások és poszterek összefoglalói*: 152 p.
- Nagy A. & Rácz I. A. (2004): Orthoptera-assemblages in the Hungarian Habitats of Maculinea (Lepidoptera) species, The First Central European Symposium on Orthopteroid Insects, Bratislava. *Book of Abstracts*: 18 p.
- Nagy A., Orci K. M. & Rácz I. A. (2003): Hosszútávú orthopterológiai vizsgálatok az Aggteleki-karszton. VI. Magyar Ökológus Kongresszus, Gödöllő. *Előadások összefoglalói*: 197. p.
- Nagy A. & Sólymos P. (2000). A mikroklíma és az egyenesszárnyú együttesek kapcsolatának vizsgálata klimatikus grádiens index segítségével. *Eötvös Konferencia, Bárány Eötvös József Collegium*, Budapest. *Előadások összefoglalói*: 42-43. p.
- Nagy A. & Sólymos P. (1999): Relationship among Orthoptera ensembles, microclimate and vegetation structure: the Temperature Gradient Index, V. Nemzetközi Környezetvédelmi Szakmai Diákkonferencia, Mezőtúr. *Előadások összefoglalói*: 64. p.
- Nagy A. & Sólymos P. (1999): A klíma és az állományszerkezet hatása Orthoptera-együttesek kompozicionális viszonyaira. XXIV. OTDK, Debrecen. *Előadások összefoglalói*: 169. p.