

Fragmentált gyepek három védett egyenesszárnyúfajának (Orthoptera) metapopuláció-hálózata az Aggteleki-karszton

SZANYI SZABOLCS¹, DEBNÁR ZSUZSANNA², NAGY ANTAL³, RÁCZ ISTVÁN ANDRÁS¹ és VARGA ZOLTÁN¹

¹ Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Evolúciós Állattani Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

² Debreceni Egyetem, TEK TTK Ökológia Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

³ Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Növényvédelmi Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út. 138. E-mail: szanyisabolcs@gmail.com

Összefoglalás. Kutatásunk során három egyenesszárnyúfaj (*Paracaloptenus caloptenoides*, *Pholidoptera transsylvanica*, *Arcyptera fusca*) elterjedését térképeztük fel az Aggteleki-karszt jósvafői területén, 2010-ben, 31 mintaterületen. Vizsgálatunk során a jelenlét–hiány meghatározását és az állomány méretének becslését transzekt menti számlálással, illetve fűhálózással végeztük. A *P. transsylvanica* esetén a közel egyenlő értékű részpopulációk regionális dinamikával jellemezhetőek, illetve a korábbi elterjedéséhez képest nyugatabbra terjeszkedett. Az *A. fusca* esetén izolált részpopulációk vannak, melyek között nincs kapcsolat, a faj visszaszorulóban van a gyepek fokozatos felhagyása miatt. A *P. caloptenoides* esetén az izolált részpopulációk közt nincs kapcsolat a gyepek fokozatos csökkenés miatt. Vizsgálatunk is bizonyítja, hogy a terület körültekintő kezelése és állapotának megóvása kulcsfontosságú a vizsgált védett fajok szempontjából.

Kulcsszavak: metapopuláció, élőhely fragmentáció, élőhelyvédelmi irányelv, természetvédelem

Bevezetés

Fragmentált élőhelyek és metapopulációs hálózatok

A természetes tájakat különböző élőhelyek olyan mozaikjai alkotják, amelyeket eltérő tér- és időbeli szinten működő fizikai és biotikus folyamatok alakítanak ki (DUNHAM et al. 1999). A foltok különállósága változó mértékű, a természetben rendszerint vannak teljesen elkülönült foltok, amelyek között a migráció csak egészen csekély valószínűséggel zajlik, míg más élőhelyfoltok között többé-kevésbé rendszeres az egyedek cseréje, és ezáltal a génáramlás is (HANSKI 1998). A kihalások és a megtelepedések időbeli váltakozása miatt adott időben nem minden alkalmas élőhely népesedik be. Az említett folyamatok során kialakuló, egymással rendszeres migrációs kapcsolatban álló és génáramlással is összekötött

populációkat nevezzük metapopulációknak. A metapopulációk létrejötte a demográfiai folyamatok időbeli változásának eredménye.

A fragmentált tájak tájleptékű geometriáját a habitatfoltok térbeli alakja, mérete és izoláltsága, illetve időbeni előfordulása adja. A tájökológia és metapopulációs dinamika egyik központi problémája, hogy hogyan függenek össze ezek a térbeli változók az életmenetekkel, a helyi és regionális környezeti változatossággal, illetve az emberi zavarással. Emellett figyelembe veendő, hogy a fragmentált élőhelyeken a csökkent habitatterület és növekvő izoláció is növeli a fajok kihalásának kockázatát (DUNHAM et al. 1999). A metapopulációs hálózatok szerkezetének és stabilitásának vizsgálata újabban gráfelméleti megközelítésekkel történik (JORDÁN et al. 2003, 2004, BENEDEK et al. 2011). Ezeknek az elemzéseknek az eredményei a gyakorlatban az élőhelyvédelmi intézkedések prioritásainak meghatározásában csapódnak le.

A természeti örökség megőrzésének igénye nyomán kialakuló természetvédelem felismerte, hogy a fajok hatékony védelme csupán élőhelyeikkel együtt, az ún. integrációs modell (MADER 1991) alapján történhet. E stratégia szellemében hozta létre az Európai Unió a Natura 2000 természetvédelmi hálózatát. Fő célkitűzése a biológiai sokféleség megővése, a fajok és élőhelytípusok hosszú távú fennmaradásának biztosítása konnektivitásuk megőrzésével vagy növelésével.

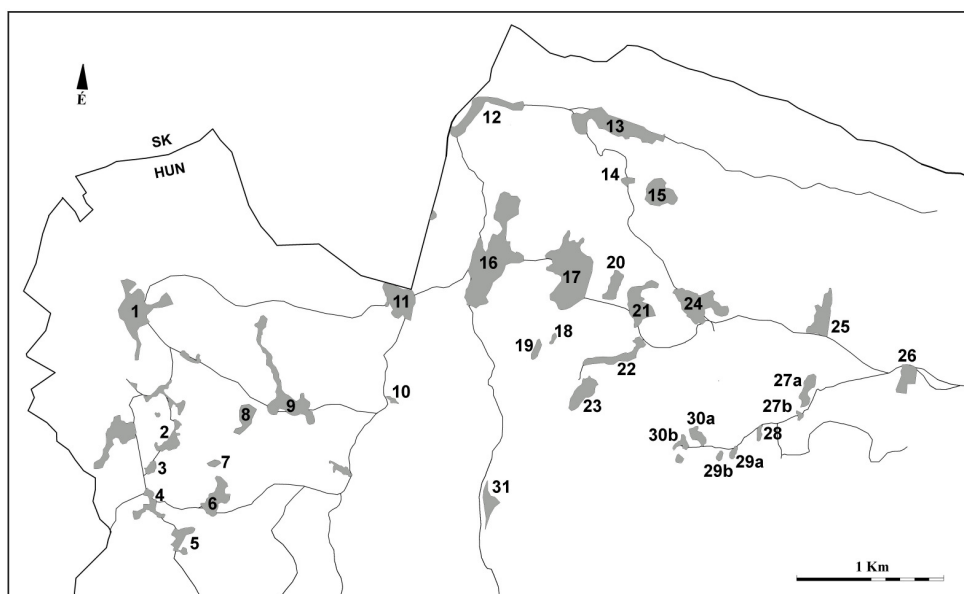
Az egyenesszárnyúak elterjedésük, tömegességük és életközösségekben betöltött szerepük révén a gyepek egyik legfontosabb herbivor csoportjának tekinthetők. Kezelhető fajszámuk, viszonylag könnyű gyűjthetőségük és határozhatóságuk, valamint a növényzeti változások iránti érzékenységük révén már korán az élőhelyszerkezet változásának széles körben használt indikátoraivá váltak (ANDERSEN et al. 2001). A hazai fajok elterjedését és közösségeik összetételét, különösen az elmúlt évtizedekben, számos területen vizsgálták. E tekintetben leginkább vizsgált tájegységünk az Északi-középhegység, amin belül az Aggteleki-karszt kutatottsága kiemelkedőnek mondható (NAGY A. & RÁ CZ 2007).

Munkánk során két, az Élőhelyvédelmi Irányelv II. Függeléke alapján védett egyenesszárnyúfaj (Orthoptera), az ál-olaszsáska (*Paracaloptenus caloptenoides*) és az erdélyi avarszöcske (*Pholidoptera transsylvanica*), valamint egy védett, a hazai faunában ritka faj, a szép hegyisáska (*Arcyptera fusca*) elterjedését térképeztük fel az Aggteleki-karszt Jósvafőtől északra eső fennsíki platóján, 2010-ben. Célunk az említett fajok elterjedésbeli változásának vizsgálata, valamint védelmük prioritásainak kijelölése volt. Az elterjedési adatok alapján kiválasztottuk azokat az élőhelyeket, melyeken az említett három faj a leghatékonyabban (legkisebb ráfordítással) védhető, és eredményeinket összevetettük más, a területre vonatkozó hasonló ajánlásokkal (BENEDEK et al. 2009, 2011, JORDÁN et al. 2003, NAGY A. 2008, NAGY A. & RÁ CZ 2007).

A vizsgálati terület

Az Aggteleki-karszt az Aggtelek–Rudabányai-hegység középtáj része. A karszt az Aggteleki-hegységet és a tőle keletre elterülő Alsó-hegyet foglalja magába. A tengerszint feletti magasság alapján a terület alacsony középhegységi, dombvidéki jellegű. A fennsíkok egybefüggő tömbjei és a közük bevágódott szurdokjellegű völgyek (pl. Ménes-, Jósva-, Lófej-völgy) az átlagtól való jelentős eltérést mutatnak. A hegységek fő tömegét mezozoikumi (f. Triász) mészkő és dolomit alkotja (MAROSI & SOMOGYI 1990).

A terület nagy része erdősült, bár a karsztos alapkőzet és domborzat miatt az általános zonalitástól eltérő, igen gyakoriak az extra- és azonális fás- és erdőssztyepp-társulások. A hűvös, északi lejtőkön szubmontán bükkösök, a délies mészkőlejtőkön melegkedvelő tölgyesek, illetve a talajréteg vékonyodásával sajmeggyes, molyhostölgy-bokorerdők sziklagyepekkel, lejtőssztyeppfoltokkal váltakozó komplexei jellemzőek (VARGA 1996, VARGA et al. 1999). Az egykori faszénégetők sajátos, sűrű vágásfordulós fakitermelési módja nyomán az erdők nagy részéből visszaszorult a bükk, viszont eluralkodott a sarjtról könnyen újuló gyertyán. Emellett bizonyos extrém élőhelyek, mint a törmelékes dolomit- és szinpetri fáciesű mészkőgerincek, valamint a sziklás meredek letörések csak hézagosan erdősülhettek be. Ennek ellenére ma a platókon a nyílt területek kiterjedése jelentős, melynek történeti okai vannak. Az 1960-as évekig a Szilicei-fennsíkhhoz tartozó területeken jelentős kiterjedésű kaszálók voltak (pl. Nagy-Nyilas, Haragistya). Az alacsonyabb platószin-ten kisparscellás hagyományos gazdálkodás folyt (gabona-, kukorica-, burgonya- és takarmánytermelés), míg a völgyek lejtős oldalait itt is kaszálták. A meleg, déli lejtőkön szőlők és kaszált aljú szórványgyümölcsösök voltak. A művelés elmaradásával a fajgazdag szekunder gyepek kiterjedése csökkent, területük feldarabolódott. Mára a megmaradt foltok egy része természetvédelmi kezelés alatt áll.



1. ábra. A 2010-ben vizsgált mintaterületek elhelyezkedése a Jósvalfőtől északra eső fennsík területén. (A területek számozása megegyezik az 1. táblázatban használt számozással.)

Figure 1. The locations of sampling sites in 2010, on the plateau area north from Jósvalfő (numbers are the same as in Table 1.)

Azokon a helyeken, ahol a beerdősülés az antropogén hatások megszűnése után sem indult meg vagy nagyon lassú (pl. a sekély termőrétegű, közettörmelékes talajokon), a korábban szegélyekre kiszorult, legelést–taposást és kaszálást nem tűrő, fényigényes sarjtelepes és magaskórós növények benyomulnak a területre, így ezek az élőhelyek szegélyesednek. A szegélyesedést létrehozó jellegzetes fajok a gyepalkotó *Brachypodium pinnatum*, míg a

sarjtelepképző fajok közül az *Inula hirta* (szárazabb termőhelyeken *I. ensifolia*), a *Dorycnium germanicum*, *Vicia angustifolia* és *Geranium sanguineum* jellemzők.

Anyag és módszer

A mintavételi területek jellemzése

A mintaterületek rövid bemutatását az 1. táblázat tartalmazza, elhelyezkedésük a 1. ábrán látható. A vizsgált 34 mintaterület közül a területek összefüggősége és hasonló szerkezete miatt néhány összevonásra került (a táblázatban a-b-vel jelölve). Az így kialakított 31 mintaterület közül 26 már korábban is részletesen kutatott volt, míg ötöt első ízben jelen munka során vizsgáltunk meg alaposabban.

1. táblázat. A 2010-ben vizsgált mintaterületek rövid bemutatása

Table 1. Short description of the 2010 sampling sites

	Élőhelyfoltok	Terület jellemzése
1	Haragistya-erdészház	Nagy kiterjedésű, egykori kaszáló és legelő az egykori Haragistyai erdészház környékén
2	Pásztor-völgy	A Pásztor-völgy központi helyzetű nagy tisztása a Haragistyától délre
3	Pásztor-völgy (dél)	Kis kiterjedésű, enyhe északi kitettségű, kezelt kaszálófolt a Pásztor-völgy déli részén
4	Kék-kő-völgy	A Kék-kő-völgy közepes kiterjedésű kezeletlen egykori kaszáló és legelőterület
5	Ocsisnya-tetői-töbör	Nagy kiterjedésű fátlan töbör a Haragistyán, a töbörálya telepített lucos folttal
6	Ocsisnya-tető (észak)	Az előző töbörtől északkeletre eső nagyobb, közepes kiterjedésű, felhagyott töbrökkel szabdalts kaszáló
7	Juh-lápa (dél)	Felhagyott egykori kaszálók kis kiterjedésű, felszabdalt, elszigetelt erősen cserjésedő maradványfoltjai
8	Juh-lápa	A tőle északra található, nagy kiterjedésű kaszálótól (9. folt) elszigetelődött felhagyott kaszálófolt
9	Iván-hegy	Nagy kiterjedésű, észak-déli lefutású mély töbör sor felhagyott kaszálók-kal az Iván-hegytől nyugatra
10	Káposztás-bérc (észak)	Elszigetelt, felhagyott kaszálófolt egy kis kiterjedésű töbörben a Káposztás-bérctől északra
11	Húszaskői-töbör	Kaszálatlan közepesen nagy töbör a Haragistya Bioszféra Rezervátum magterületen a 20-as határkötől közvetlen szomszédságában
12	Mogyorós-forrás	Nagy kiterjedésű, ma is kezelt kaszáló a Ménes-völgy nyugati részében a Mogyorós-kúttól nyugatra
13	Mogyorós-kúti-rétek	Nagy kiterjedésű ma is kezelt, dús, magasfüvű, kaszáló a Ménes-völgy nyugati részén a Mogyorós-kúttól keletre
14	Luzsoki út	Kis elszigetelt tisztás a Luzsoki úton az Iván-hegytől nyugatra
15	Mihály-Láza (észak)	Közepes kiterjedésű tisztás, a Mihály-Lázától északra a Luzsoki út keleti oldalán
16	Szilicei-kaszáló	Nagy kiterjedésű, többnyire kezelt kaszáló a fennsík központi részén
17	Nagy-Nyilas	Nagy kiterjedésű, ma is többnyire kezelt kaszáló a szilicei kaszálóktól keletre

18	Kék-Nyilas (észak)	Erősen becsrjésedett elszigetelődött egykori kaszáló az egykori kék turistaút mentén a Nagy Nyilastól délre
19	Kék-Nyilas (dél)	Erősen becsrjésedett, vadjárta, elszigetelődött egykori kaszáló az egykori kék turistaút mentén a Nagy-Nyilastól délre
20	Luzsok (nyugat)	Többé-kevésbé összefüggő, egykori kaszálók nyugati része a fennsík központi területén (Luzsok) a Nagy-Nyilastól keletre
21	Luzsok (kelet)	Az előző élőhelyfolt-komplex keleti része
22	Csiszár-nyitás	Többnyire déli kitettségű, árvalányhajas és félszáraz gyepek, ritkás fecsoportokkal szegélyezve a Luzsoktól délre
23	Kerek-Gárdony-tető	Közepes kiterjedésű fátlan többör a Kerek-Gárdony-tetőtől északra, egykori felhagyott kaszálóval
24	Mihály-Láza (dél)	Töbrök a Mihály-lázától délre a Luzsoki út mentén, részben ma is kezelt kaszálókkal
25	100 holdas észak	Nagy kiterjedésű, részben cserjésedő töbrögyepek a Luzsoki út északi oldalán, a Százholdas szomszédságában
26	Ló-kosár	Nagy kiterjedésű, erdőtületlen töbrök, felhagyott kaszálókkal és telepített fenyvessel a Ló-kosár területén
27a-b	100 holdas (dél)	Kis, többé-kevésbé elszigetelt, kezeletlen gyepfoltok a 100 holdastól délre
28	Lopó-galya (nyugat)	Kis, elszigetelt, gyepes töbrök a Lopó-galyától nyugatra
29a-b	Nagy Oldal mögött	Kis, elszigetelt, üde kezeletlen gyepfoltok a Nagy-Oldal északi oldalán
30a-b	Kató-lápa (kelet)	Közepes méretű, déli kitettségű, többé-kevésbé egybefüggő árvalányhajas gyepek a Nagy-Oldal északi oldalán a Kató-lápától keletre
31	Lófej-völgy	Felhagyott nedves kaszálófolt a Lófej-völgy aljában, a Második-zsilip magasságában

A vizsgált egyenesszárnyúfajok rövid bemutatása

Szép hegyisáska – *Arcyptera fusca* (PALLAS, 1773)

A Gomphocerinae alcsaládba tartozó, feltűnően színes külseje és hangadása alapján a terepen is könnyen felismerhető faj. A hímek gyakran csoportosan cirpelnék (rivalizáló éneklés), és röptükben kerepelő hangot adnak. Ennek alapján jól monitorozható. Chortogeobiont életformájú (RÁCZ 1998), leginkább rövidfüvű hegyi réteken, illetve mozaikos vegetációjú, félszáraz gyepekben fordul elő. Hazánkban főleg az Északi-középhegységben, többnyire 500 m felett található. Szigetszerű populációi alkalmanként igen népesek lehetnek (a 20. század hetvenes éveinek elejéig még tömeges volt a Bükk-fennsíkon és a Zempléni-hegység központi részén). Imágói júniustól szeptemberig vannak jelen.

Védett, vörös könyves faj. Egyes jelentős állományai (Zempléni-hegység, Bükk: Nagymező) már kipusztultak. Hazai elterjedése erősen visszaszorult.

Ál-olaszsáska – *Paracaloptenus caloptenoides* (BRUNNER VON WATTENWYL, 1861)

A Catantopidae családba, illetve a Calliptaminae alcsaládba tartozó faj. Hazánkban a törzsalakja él. Azonosítása terepen sem okoz nehézséget. A hátsó combok felső élei fogazottak, de hangadásra nem képes; az elülső szárny pikkelyszerű, a hátsó szárny teljesen csökevényes. A hím 15–22 mm, a nőstény 26–28 mm. Első pillantásra az olaszáska (*Calliptamus italicus*) lárváira emlékeztet, de testarányai és ivarszervei alapján jól megkülönböztethető.

Hegységekben 1000 méter körüli magasságig hatol fel. Szigetszerű kis populációkban előfordul xeromontán faj. Geobiont (RÁCZ 1998), röpképtelen, a hegyvidéki rövidfüvű, kopár foltokkal tarkított, félszáraz és száraz gyepeket részesíti előnyben. Eddigi adatok alapján a Déli-Bükkben és az Aggteleki-karszton ismertek állományai. Korábbi, újabban meg nem erősített adatai vannak a Balaton-felvidékről és a Pilisből. A Kárpát-medencében éri el elterjedésének északi határát. Fokozottan védett, vörös könyves faj.

Erdélyi avarszöcske – *Pholidoptera transsylvanica* (FISCHER, 1853)

A Tettigoniidae családba, a Decticinae alcsaládba tartozó faj. A legnagyobb hazai avarszöcskefaj. Teste sötét vörösbarna, az előtor oldallemezein világosabb szegéllyel; elülső szárnya szintén vörösbarna, rövid, a szárnyerek hálózatosak. A hím 19–26 mm, a nőstény 23–30 mm. A nőstény tojócsöve hosszú (21–26 mm), egyenes. Erősen hangzó, jellegzetes cirpelése alapján jelenléte és állománysűrűsége is jól monitorozható (ORCI 2002).

Dácikus faj, hegységekben az erdőhatár fölé is hatol, pl. a Keleti- és a Déli-Kárpátokban. Magyarországon lokálisan található, védett, vörös könyves faj, izolált populációkban, a Zempléni-hegység központi részén, a Kaszonyi-hegyen (Beregi-sík) és az Aggteleki-karszt magasabban fekvő területein lokálisan nagy egyedszámú. Nagy termetű, brachypter, jórészt ragadozó életmódú (BENEDEK et al. 2009). Thamno-chortobiont életformájú (RÁCZ 1998), hegyi réteken, erdőszegély-társulásokban, magaskórósokban, magas füvű, zárt gyepfoltok peremén él, de a foltok között viszonylag nagy távolságokat is megtehet, amit akusztikus képessége és ragadozó életmódjából adódó viszonylagos vagilitása tesz lehetővé (JORDÁN et al. 2004). Júniustól szeptemberig található kifejlett állapotban.

2. táblázat. A vizsgált gyepek egyenesszárnyúak előfordulása szempontjából lényegesnek ítélt élőhelytípusainak rövid leírása.

Table 2. Brief descriptions of the considered habitat types, in connection with the presence of Orthoptera species.

Kód	Élőhelytípus	Leírás
1	töbörperemek	töbörperemek <i>Poo badensis</i> – <i>Caricetum montanae</i> gyepei
2	töböroldal	töbörlejtők és tisztások jól benapozott részeinek változatos szerkezetű, jól záródott gyepei (<i>Polygalo majori</i> – <i>Brachypodium pinnati</i>)
3	gyepes szegély	homogén <i>Brachypodium pinnatum</i> gyepek a tisztások árnyékolt részein és szegélyein
4	vadföldek	a tisztásokon létesített, alkalmanként bevetett, többnyire gyomosodott vadföldek (<i>Agropyron</i>)
5	sík felszínén	leginkább kitettség nélküli felszíneken megjelenő gyepek a szálfűszintben <i>Bromus erectus</i> dominanciával
6	töbörárljak	a töbörárljakon megjelenő tömött szerkezetű, magasfüvű töbörárlji rét
7	cserjés szegély	a tisztások szegélyei cserjékkel, a gyepszintben <i>Festuca rubra</i> és <i>Brachypodium pinnatum</i>
8	árvalányhajás gyepek	<i>Pulsatillo</i> – <i>Festucetum stipetosum</i>
9	kopár kőzetfelszínek	sziklák, utak, töbrök meredek peremei
10	magaskórósok	források környékén megjelenő, magas zárt növényzetű élőhelyek

Adatgyűjtés és -feldolgozás

A mintaterületek feltérképezésénél első lépéseként a két Natura 2000-es, valamint az országos prioritású faj jelenlét–hiány (egyelés) felmérését végeztük el. Az irodalmi adatokra támaszkodva felkerestük a fajok korábban is ismert élőhelyeit, valamint azok környékén is vizsgáltuk jelenlétüket.

A jelenlét–hiány meghatározást és az állomány méretének becslését mindhárom faj esetén transzekt menti számlálással végeztük. A transzektet a fajok jellemző élőhelytípusain túl a területre jellemző – az egyenesszárnyúak szempontjából fontos – élőhelytípusokat minden esetben egyaránt érintették. A *Pholidoptera transsylvanica* esetén akusztikus és vizuális, míg a másik két faj esetén vizuális megfigyelést végeztünk. A bejárt élőhelyeken a jelenlét–hiány megállapítása és az állományméretek becslése mellett közösségi mintavételezést is végeztünk. Az élőhelyfoltokat GPS koordináták felvételével és fotókkal dokumentáltuk.

A közösségi szintű mintavételeket egyeléssel kiegészített fűhálózással végeztük. A mintavételezést 50 cm átmérőjű fűhálóval, 200 hálócsapással végeztük. A hálót 100 csapás után ürítettük, ügyelve a befogott állatok épségére. A fajok és egyedszámuk feljegyzése után az állatokat a helyszínen szabadon engedjük. A gyűjtés közben észlelt, de el nem fogott fajok egyedeit is feljegyeztük. Ezek a megfigyelésekből származó adatok – kis mennyiségük miatt – a minták dominancia-viszonyait nem befolyásolják. A fűhálózás bizonyos esetekben nem alkalmazható, ezért kiegészítésként minden esetben egyelést is végeztünk (10–15 perc/mintavétel).

Az adatrögzítés során megadtuk az alkalmazott módszerekkel kapcsolatos tapasztalatainkat. Ezt követően a vizsgált fajok elterjedési adatit táblázatban rögzítettük. Az élőhelyfoltok adatai közül az élőhelyi sokféleséget (*HD*) az egyenesszárnyúak szempontjából lényegesnek ítélt élőhelyszerkezeti típusok számával határoztuk meg. Itt összesen tíz élőhelytípust vettük figyelembe (2. táblázat).

A helyi állományok méretét 1-től 5-ig terjedő skálán adtuk meg a tapasztalt egyedsűrűség és az élőhelyfolt méretének függvényében. Az értékek csak adott faj lokális állományméreteinek összevetésére szolgálnak, a fajok közti összevetésre – tekintve az eltérő észlelhetőséget, egyedsűrűséget stb. – nem alkalmazható. A foltok 2010-ben tapasztalt fajszámait a korábbi publikált adatokkal vetettük össze, kiemelve a lényegesnek ítélt fajösszetételbeli változásokat.

A vizsgált fajok elterjedésének változásait a publikált és a 2010-ben gyűjtött adatok összevetése révén értékeltük. A fajokkal kapcsolatos területi prioritásokat a területválasztás elve alapján, a vizsgált fajok elterjedésére alapozva határoztuk meg. Kijelöltük azokat a területeket, melyeken a vizsgált fajok védelme a legkisebb ráfordítással megoldható. A területválasztást egyszerű rangsor alapján végeztük, ahol a rangsorváltozóként a három faj előfordulását használtuk. A fajszámot a lokális állomány időbeli stabilitásával és a populációmérettel korrigáltuk. Elsőként azt a területet választottuk ki, ahol a három faj egyaránt stabil állományú, majd ahol két faj stabil állománya mellett egy időszakosan van jelen, és így tovább. Az így azonos rangsort kapó területek között a populációméretet összehasonlítva alapján állítottunk rangsort. Harmadik rangsorváltozóként a terület tapasztalt fajszámát vettük figyelembe, ahol erre még szükség volt. A kapott eredményeket a korábbi fajszámra, a védett, valamint a ritka fajokra alapozott területválasztás eredményeivel vetettük össze.

Eredmények és értékelésük

Az élőhelyek és a fajok metapopulációinak változásai

A 7. 8. valamint a 27a-b., 28. és 29a-b. területek esetén a 2010-ben végzett felmérések adták az első részletes eredményeket, úgy hogy az első két terület esetén semmilyen korábbi adattal nem rendelkezünk, míg a fennmaradó kis élőhelyfoltokról a *P. transsylvanica* jelenléte korábban is ismert volt. E mellett a részletesebb vizsgálatnak köszönhetően a 9. mintaterület esetén két korábban nem jelzett élőhelytípust sikerült azonosítani (3. táblázat).

A 2000-2006-ban tapasztalt fajszámokhoz képest a 2010-ben gyűjtött minták fajszámában néhol jelentős eltérés mutatkozik. A fajösszetétel alapján azonban kimondható, hogy a fajszámok (S1-S2) közti különbségeket döntően a ritka, illetve a nehezen gyűjthető fajok adták. Ez, és az élőhelydiverzitás értékek állandósága mutatja, hogy a vizsgált területeken nem zajlottak mélyreható változások az előző vizsgálati ciklus végét jelentő 2006-os év óta.

A kiemelten vizsgált fajok elterjedési adatait vizsgálva a korábbi évekhez képest csak a *Pholidoptera transsylvanica* esetén találunk jelentősebb változást. A faj a korábbi elterjedéséhez képest nyugatabbra terjeszkedett. A korábban tapasztaltnál nagyobb méretű állományt sikerült kimutatni a 9. mintaterületen. Ez forrásként szolgálhatott a faj délnyugati irányú terjeszkedéséhez a 8-7-6. foltok irányában. Utóbbi területeken a faj jelenléte mindaddig nem volt kimutatható (BENEDEK et al. 2009, NAGY A. 2008). A 10. területre a 9. és a 11. irányából egyaránt érkezhettek egyedek, melyek jelenléte még 2009-ben sem volt kimutatható. A faj legkeletibb előfordulását jelentő 26. területen (Ló-kosár) több év után először sikerült kimutatni a faj jelenlétét. Figyelembe véve a JORDÁN et al. (2003), majd a BENEDEK et al. (2009) által elemzett élőhelyhálózat felépítését, melyek 11, illetve 33 élőhelyfoltot tartalmaztak, valamint a faj három 2010. előtt még nem foglalt folton való megjelenését kijelenthető, hogy a faj terjedőben van a területen. Az állománynövekedést azonban az élőhelyfoltok véges száma (már csaknem mindet elfoglalta a faj) korlátozza, különösen, hogy a szomszédos szlovákiai oldalon csak a 12-es folt közelében találunk potenciálisan alkalmas foltokat megfelelő közelségben.

A *Pholidoptera transsylvanica* adatokat a 2010-es adatokkal összevetve megerősíthetjük a faj metapopulációs szerkezetéről korábban tett megállapításokat (JORDÁN et al. 2003, 2004, BENEDEK et al. 2009). Az új élőhelyfoltok jól illeszkednek a már vázolt struktúrához. Ez a metapopulációs szerkezet a fentieknek megfelelően erős kapcsolatokkal rendelkező részpopuláció-halmazt jelent, azaz klasszikus „A” típusú metapopuláció, ahol a közel egyenlő értékű részpopulációk regionális dinamikával jellemezhetőek. A bővülés lehetséges okai között ez mindenképpen fontos szerepet játszik. Annál is inkább, mert az utóbbi években a felgyorsuló természetes szukcesszió a szegélyesedés folyamata révén egyrészt a korábban meglévő élőhelyek bővülésével a részpopulációk egyedszámának növekedését eredményezi, másrészt újabb, benépesíthető élőhelyeket teremt e szegélylakó faj számára.

3. táblázat. A 2010-ben vizsgált lelőhelyek élőhely diverzitása (HD) a korábbi és újabb adatok (félkövér számok) alapján, a korábban (S1: 2000-2006 között fogott fajok száma; Nagy 2008) és a 2010-ben (S2) tapasztalt fajszámok valamint az egyes fajok előfordulása és állományaik becült mérete (/1-5). 11: állandó előfordulás (korábbi és újabb adatokkal), 01: időszakos előfordulás ?: kérdéses/archaikus adat.

Table 3. Habitat diversity (HD) of the sampling sites 2010, based on previous and recent data (bold numbers), earlier (S1: species number caught between 2000-2006; Nagy 2008) and species number (S2) in 2010, as well as the presence of species, and the estimated size of their populations (/1-5) 11: constant occurrence (previous and recent data), 01: periodic occurrence (uncertain/earlier data).

Minta- vételi helyek	Élőhelytípusok										HD	S1	S2	A. <i>fusca</i>	<i>P. calop- tenoides</i>	<i>P. trans- sylvanica</i>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	1	1	1		1		1				6	26	19	?		
2	1		1	1		1	1		1		6	24	16		11/1	
3	1		1		1		1				4	27	15		11/1	
4	1		1		1	1	1		1		6	22	13		11/2	
5	1		1		1		1		1		5	25	22		11/4	
6	1	1	1	1	1	1	1		1		8	23	17			01/1
7		1	1			1	1				4	-	11			01/1
8	1	1	1			1	1				5	-	13			01/1
9	1	1	1	1	1	1	1				7	19	21			11/5
10	1	1	1		1	1					5	13	14			01/1
11	1	1	1		1	1	1		1		7	27	21	01/1	11/5	11/3
12		1	1		1		1				4	16	14			11/4
13		1	1			1	1			1	5	20	17			11/5
14			1		1		1				3	14	10			11/1
15	1		1		1		1				4	14	12			11/2
16	1	1	1		1		1				5	36	22	11/5		11/5
17	1	1	1		1		1		1		6	31	22	11/5		11/5
18		1	1			1	1				4	12	8			11/1
19		1	1			1	1				4	16	12			11/1
20		1	1		1		1				4	18	14			11/3
21	1	1	1		1		1		1		6	23	18		11/5	11/2
22	1	1			1		1	1			5	27	24			11/1
23	1	1	1		1	1	1		1		7	24	19			11/3
24	1	1	1		1	1	1		1		7	34	24	11/2	11/2	11/4
25	1	1	1	1	1	1	1				7	23	19		11/3	11/2
26	1	1	1		1	1	1		1		7	29	17		?	01/1
27a-b		1	1			1	1				4	-	10			11/1
28		1	1			1	1				4	-	7			11/1
29a-b		1	1			1	1				4	-	12			11/1
30a-b	1	1					1		1		4	22	17		11/4	11/2
31		1	1				1				3	17	14			11/2

Az *Arcyptera fusca* számára a fennsíki legelők, kaszálók biztosítják a létfeltételeket. Úgy tűnik, hogy a gyepes fokozatos felhagyásával – 1950. és 2000. között a gyepes aránya 20%-ról mintegy 13%-ra csökkent – nem csak a faj számára szükséges élőhelyek területi szűkülése jelent korlátozó tényezőt, de a megmaradó gyepes természetvédelmi kezelésük során történő időnkénti kaszálása sem elegendő a faj számára szükséges élőhelyek fenntar-

tására. Ezzel magyarázható, hogy már a 60-as években a hajdani haragistyai erdészház környéki kezeletlen, filcesedő gyepekből eltűnt (1.), míg a Húszaskő-töbörben (11.) csak rendszertelenül, esetlegesen fordul elő. A kaszálás rendszertelensége miatt a jelenlegi nagyobb populációi (17., 21., 24.) is erősen veszélyeztetettek, ez alól csupán a folyamatosan erős, 15. élőhelyfolt népessége a kivétel. Összességében tehát jelen faj metapopulációs típusa „D”, azaz fragmentált, non-equilibrium metapopuláció: izolált részpopulációk vannak, melyek között nincs kapcsolat. Nem túlzó állítás tehát, hogy az *Arcyptera fusca* a Bükk és a Zemplén hegyi rétjeihez hasonlóan az Aggteleki-karszton is visszaszorulóban van.

A *Paracaloptenus caloptenoides* elterjedése kevésbé összpontosul egy blokkba. A faj kisebb-nagyobb állományai a fennsík legtávolabbi pontjain is megtalálhatók. A kis mozgáskörzetű, röpképtelen faj – ellentétben az *Arcyptera fusca*-val – a kisebb kiterjedésű gyepfoltokat részesíti előnyben (pl. 29a-b, ahol a legerősebb populáció él), a töbörben leginkább a déli kitettségű töbörperemek mentén fordul elő. A faj legkeletibb előfordulási adata (26. terület: Ló-kosár) 2010-ben sem volt megerősíthető (3. táblázat).

A metapopulációs folyamatok leginkább a geobiont *Paracaloptenus caloptenoides* számára kedvezőtlenek jelen körülmények között, mert csak a sekély termőrétegű talajú, kevésbé záródott gyepekben találhat optimális életfeltételeket. Ezért valószínű, hogy részpopulációi erősen izoláltak, tekintettel a faj röpképtelen voltára is. Ennek megfelelően a fragmentált, non-equilibrium „D” típusú metapopuláció jellemző rá, ahol az izolált részpopulációk közt nincs kapcsolat. Ismerve a Karszt nagyrészt antropogén hatásokra bekövetkező vegetációs dinamikáját (NAGY D. 2008), feltételezhetjük, hogy azokban az időszakokban, amikor a gyepes területek aránya nagyobb (20% fölötti) volt, mint például 1830–1950. között, a faj több, számára alkalmas élőhelyet népesített be. Tehát lehettek olyan vegetációs állapotok, amelyek esetén a faj valódi metapopulációs szerkezettel volt jellemezhető. Ebből az is következik, hogy a korábbiakhoz hasonló vegetációs szerkezet kialakulása esetén e metapopulációs szerkezet is újra létrejöhet.

4. táblázat. Az egyszerű rangsorral végzett területválasztás eredményeként kiválasztott első hét terület a kiválasztás sorrendjében, a fogott fajok korábban (S1: 2000-2006 között fogott fajok száma; Nagy 2008) és a 2010-ben (S2) tapasztalt fajszámai, az egyes fajok előfordulása és állományaik becsült mérete (I-5), valamint a területek élőhelydiverzitás értékei. 11: állandó előfordulás (korábbi és újabb adatokkal), 01: időszakos előfordulás ? : kérdéses/archaikus adat.

Table 4. The first seven selected sites (in the same order as selected) as a result of simple ranking method of site selection (S1: species number caught between 2000-2006; Nagy 2008) and species number (S2) in 2010, as well as the presence of species, and the estimated size of their population (I-5) 11: constant occurrence (previous and recent data), 01: periodic occurrence (uncertain/earlier data).

Mintavételi helyek	HD	S1	S2	A. <i>fusca</i>	P. <i>caloptenoides</i>	P. <i>transsylvanica</i>
24 Mihály Láva dél	7	34	24	11/2	11/2	11/4
11 Húszaskői-töbör	7	27	21	01/1	11/5	11/3
16 Szilicei-kaszáló	5	36	22	11/5		11/5
17 Nagy Nyilas	6	31	22	11/5		11/5
21 Luzsok (kelet)	6	23	18		11/5	11/2
25 100 holdas észak	7	23	19		11/3	11/2
30a-b Kató-lápa kelet	4	22	17		11/4	11/2

Következtetések

Területi prioritások a fajmegőrzésben

A három vizsgált faj elterjedése alapján végzett egyszerű területkijelölés eredményét a 4. táblázat és a 2. ábra mutatja. A kiválasztott területek a fennsík középső területén csoportosulnak. Mindhárom faj együttes védelmére mindössze egy területen van lehetőség. Ez a Mihály-Lázától délre eső nagyobb kiterjedésű töbörgyeppek területe (24. terület, lásd: 2. ábra), míg a Húszaskői-töbörben (11. terület, lásd: 2. ábra) két faj a *Pholidoptera transsylvanica* és a *Paracaloptenus caloptenoides* védelmére jó lehetőség van, ám az *Arcyptera fusca* csak időszakosan van jelen a területen. A harmadikként kiválasztott Szilicei-kaszálókon (16. terület, lásd: 2. ábra) az *Arcyptera fusca* és a *Pholidoptera transsylvanica* egyaránt erős állományainak védelmére nyílik lehetőség. Ezek mellett, a kisebb kiterjedésű, illetve izoláltabb gyepek közül leginkább a 15-ös (*Pholidoptera transsylvanica* és *Arcyptera fusca* erős populációi) és a 29a-b gyepek (*Arcyptera fusca* és *Paracaloptenus caloptenoides* erős populációi) érdemelnek figyelmet.



2. ábra. Az egyszerű rangsorral végzett területválasztás eredményeként kiválasztott első hét terület. A területek jellemzőit és sorrendjüket a 4. táblázat mutatja.

Figure 2. The first seven selected sites, as a result of simple ranking method of site selection. Characteristics and ranking of sites are shown in Table 4.

Eredményeink jó egyezést mutatnak a NAGY ANTAL és munkatársai által 2007-ben és 2008-ban leírt területválasztási eredményeivel. Ott a kiválasztott területek az egyszerű rangsort és a komplementer területek módszerét használva egyaránt a fennsíkon csoportosultak, és jelentős egyezést mutatnak az itt kiválasztottakkal. A JORDÁN et al. (2003), illetve a BENEDEK et al. (2009) munkáiban a *Pholidoptera transsylvanica* metapopulációkra kimu-

tatott kulcsfontosságú foltokat szintén kiválasztottuk. Így a fennsík központi területének nagy kiterjedésű, korábban kaszált gyepi több elemzés során egyaránt a legfontosabb élőhelyfoltoknak bizonyulnak, mind a fajok, mind a közösségek védelme szempontjából. Körültekintő kezelésük és állapotuk megóvása a vizsgált védett fajok és az őket magába foglaló közösségek számára egyaránt kulcsfontosságú.

Köszönetnyilvánítás. Köszönettel tartozunk az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóságának, hogy támogatották a területeken végzett vizsgálatainkat. Ezen kívül hálával tarozunk még HEGYI BOGLÁRKÁNAK és TÓTH ENIKŐNEK a mintavételezésben nyújtott segítségükért.

Irodalomjegyzék

- ANDERSEN, A. N., LUDWIG, J. A., MOWE, L. M. & RENTZ, D. C. F. (2001): Grasshopper biodiversity and bioindicators in Australian tropical savannas: Responses to disturbance in Kakadu National Park. *Austral Ecology* 26: 213–222.
- BENEDEK Z., NAGY A., RÁCZ I. A., JORDÁN F. & VARGA Z. (2009): Az erdélyi kurtaszárnyú szöcske (*Pholidoptera transsylvanica* Fischer Waldheim, 1853) élőhelyhálózatának változásai. *Természetvédelmi Közlemények* 15: 369–380.
- BENEDEK, ZS., NAGY, A., RÁCZ, I.A., JORDÁN, F. & VARGA, Z. (2011): Landscape metrics as indicators: Quantifying habitat network changes of a bush-cricket *Pholidoptera transsylvanica* in Hungary. *Ecological Indicators* 11: 930–933.
- HANSKI, I. A. (1998): Metapopulation dynamics. *Nature* 396: 41–49.
- DUNHAM, J. B. RIEMAN, B. E. (1999): Metapopulation structure of bull trout influences of physical, biotic, and geometrical landscape characteristics. *Ecological Applications* 9(2): 642–655.
- JORDÁN, F., BÁLDI, A., ORCI, K. M., RÁCZ, I. A. & VARGA, Z. (2003): Characterizing the importance of habitat patches and corridors in maintaining the landscape connectivity of a *Pholidoptera transsylvanica* (Orthoptera) metapopulation. *Landscape Ecology* 18: 83–92.
- JORDÁN F., BÁLDI A., ORCI K. M., RÁCZ I. A. & VARGA Z. (2004): Kritikus élőhelyfoltok azonosítási lehetőségei – egy esettanulmány. *Természetvédelmi Közlemények* 11: 31–38.
- LEVINS, R. (1968): *Evolution in changing environments: Some theoretical explorations*. Princeton University Press, Princeton, 132 pp.
- MADER, H-J. (1991). The isolation of animal and plant populations: Aspects for a European Nature Conservation Strategy. In: SEITZ, A. & LÖSCHKE, V. (eds): *Species conservation: A population biological approach*. Birkhäuser Verlag, Basel–Boston–Berlin, pp. 265–276.
- MAROSI S. & SOMOGYI S. (1990): *Magyarország kistájainak katasztere*. Budapest, Földrajtudományi Kutató Intézet, 876 pp.
- NAGY A. (2008): *Az Aggteleki Nemzeti Park egyenesszárnyú (Orthoptera): Fauna, együttesek természetvédelem*. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen, 115 pp.
- NAGY A., & RÁCZ I. A. (2007): Egyenesszárnyúak (Orthoptera) védelmének élőhelyi és faji prioritásai az Aggteleki Nemzeti Parkban. *Állattani Közlemények* 92(1): 53–65.
- NAGY A., ORCI K., RÁCZ I. A. & VARGA Z. (2007): A pannon-régió gyeptípusainak jelentősége. In: FORRÓ, L. (ed.): *A Kárpát-medence állatvilágának kialakulása*. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, pp. 339–340.

- 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 D. (2008): *A Gömör-Tornai-karszt történeti felszínborítása*. ANP Füzetek V., ANPI, Jósvafő, 107 pp.
- ORCI K. M. (2002): *Orthoptera fajcsoportok bioakusztikai és morfometriai vizsgálata. (On the bioacustics and Morphology of some species-group of Orthoptera.)* PhD értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen, 102 pp.
- RÁCZ, I. A. (1998): Biogeographical survey of the Orthoptera fauna in the central part of the Carpathian Basin (Hungary): fauna types and community types. *Articulata* 13(1): 53–69.
- VARGA, Z. (1997): Trockenrasen im pannonischen Raum: Zusammenhang der physiognomischen Struktur und der floristischen Komposition mit den Insektenzönosen. *Phytocoenologia* 27: 509–571.
- VARGA, Z. (2003): Halbtrockenrasen im pannonischen Raum als Lebensräume schutzwürdiger Orthopteren- und Lepidopterenengesellschaften. *Berichte der Reinhold Tüxen-Gesellschaft* 15: 115–167.
- VARGA Z., V. SIPOS J., ORCI K. M. & RÁCZ I. (2000): Félzáraz gyepek az Aggteleki-karszton: fitocönológiai viszonyok, egyenesszárnyú rovar- és lepkegyüttesek. In: VIRÁGH K. & KUN A. (szerk.): *Vegetáció és dinamizmus*. MTA ÖBKI, Vácrátót, pp. 195–238.

Metapopulation network of three protected grasshopper species (Orthoptera) on the Aggtelek karst

SZABOLCS SZANYI¹, ZSUZSANNA DEBNÁR², ANTAL NAGY³, ISTVÁN ANDRÁS RÁCZ¹ &
ZOLTÁN VARGA¹

¹University of Debrecen, Department of Evolutionary Zoology, Egyetem tér 1, H-4032 Debrecen, Hungary

²University of Debrecen, Department of Ecology, Egyetem tér 1, H-4032 Debrecen, Hungary

³University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environment Management, Institute of Plant Protection, Böszörményi út 138, H-4032 Debrecen, Hungary E-mail: szanyiszabolcs@gmail.com

ÁLLATTANI KÖZLEMÉNYEK (2013) 98(1–2): 97–110.

Abstract. In our study we mapped the habitat patches of three Orthoptera species (*Pholidoptera transsylvanica*, *Paracaloptenus caloptenoides*, *Arcyptera fusca*) on the Aggtelek-karst, in 2010, inspecting 31 sampling sites. The registration of presence-absence and the population size estimation were carried out by counting along transects and by sweep-netting. In *P. transsylvanica* the nearly even values of sub-populations are characterized by regional dynamics. They expanded westwards, compared to previous data. In *A. fusca* nearly completely isolated sub-populations were found, without any connectivity among them. This species is declining because of loss of suitable grassland habitats. Furthermore, we did not find any connections among the sub-populations of *P. caloptenoides* either, due to the decline of short-grass swards. According to our results, the restoration of mowing and the establishing of grassy corridors are necessary to stabilise the metapopulation structures of these protected species.

Keywords: metapopulations, habitat fragmentation, Habitat Directive, conservation