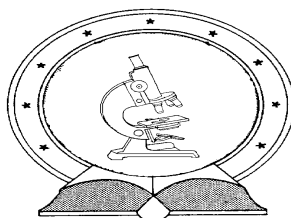


DE TTK



1949

**A Catantopinae alcsalád (Orthoptera: Acrididae) fajai
Magyarországon: elterjedés, taxonómia, ökológia -
esettanulmányok**

Egyetemi doktori (PhD) értekezés

Kisfali Máté

Témavezető:

Dr. Rácz István András

DEBRECENI EGYETEM
Természettudományi Doktori Tanács
Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
Debrecen, 2019

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Természettudományi Doktori Tanács Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola Biodiverzitás programja keretében készítettem a Debreceni Egyetem természettudományi doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Nyilatkozom arról, hogy a tézisekben leírt eredmények nem képezik más PhD disszertáció részét.

Debrecen, 2019. április 18.

.....
Kisfali Máté

Tanúsítom, hogy Kisfali Máté doktorjelölt 2007-2010 között a fent megnevezett Doktori Iskola Biodiverzitás programjának keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult. Nyilatkozom továbbá arról, hogy a tézisekben leírt eredmények nem képezik más PhD disszertáció részét.

Az értekezés elfogadását javasolom.

Debrecen, 2019. április 18.

.....
Dr. Rácz István András

A doktori értekezés betétlapja

**A Catantopinae alcsalád (Orthoptera: Acrididae) fajai Magyarországon:
elterjedés, taxonómia, ökológia – esettanulmányok**

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
a Biológia tudományágban

Írta: **Kisfali Máté okleveles biológus-ökológus**

Készült a Debreceni Egyetem Juhász-Nagy Pál doktori iskolája
(Biodiverzitás programja) keretében

Témavezető: Dr. Rácz István András

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Dr. Pecsénye Katalin

tagok: Dr. Bakonyi Gábor

Dr. Tartally András

A doktori szigorlat időpontja: 2017. május 9.

Az értekezés bírálói:

Dr.

Dr.

Dr.

A bírálóbizottság:

elnök: Dr.

tagok: Dr.

Dr.

Dr.

Dr.

Az értekezés védésének időpontja: 20....

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	7
1.1 Catantopinae alcsalád: Pezotettigini és Podismini tribus	7
1.2 Témafelvetés és célkitűzések	9
1.3 A vizsgált fajok bemutatása	11
2. Catantopinae alcsalád fajainak hazai elterjedése.....	15
2.1 Bevezetés.....	15
2.2 Anyag és módszer	16
2.3 Eredmények.....	17
2.3.1 <i>Miramella alpina</i> (Kollar, 1833).....	17
2.3.2 <i>Odontopodisma decipiens</i> Ramme, 1951.....	19
2.3.3 <i>Odontopodisma rubripes</i> (Ramme, 1931)	20
2.3.4 <i>Odontopodisma schmidtii</i> (Fieber, 1853).....	21
2.3.5 <i>Pezotettix giornae</i> (Rossi, 1794).....	23
2.3.6 <i>Podisma pedestris</i> (Linnaeus, 1758).....	24
2.3.7 <i>Pseudopodisma nagyii</i> Galvagni & Fontana, 1996.....	26
2.4 Diskusszió.....	27
3. A <i>Pseudopodisma</i> Mistshenko, 1947 genus morfológiai és molekuláris taxonómiai vizsgálata	32
3.1 Bevezetés.....	32
3.2 Anyag és módszer	35
3.2.1 A vizsgálatba bevont egyedek.....	35
3.2.2 Morfológiai mérések.....	36
3.2.3 Morfológiai adatok elemzése.....	38
3.2.4 Molekuláris karakterizáció.....	39
3.2.5 Molekuláris filogenetikai analízis.....	41
3.3 Eredmények.....	42
3.3.1 Morfológia	42

3.3.2	Molekuláris filogenetikai jellemzés	45
3.4	Diszkusszió.....	47
4.	<i>Pezotettix giornae</i> és az <i>Odontopodisma decipiens</i> vizsgálata két hazai élőhelyen	51
4.1	Bevezetés.....	51
4.2	Anyag és módszer	52
4.2.1	Élőhelyek leírása	52
4.2.2	Mintavétel	54
4.2.3	Határozás, minták konzerválása.....	56
4.2.4	Az adatok elemzése.....	56
4.3	Eredmények.....	58
4.3.1	Villányi-hegység	58
4.3.2	Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer	62
4.4	Diszkusszió.....	66
4.4.1	Villányi-hegység	66
4.4.2	Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer	68
5.	Összefoglalás.....	71
6.	Summary	79
	Köszönetnyilvánítás	86
	Irodalomjegyzék.....	87
	Függelék.....	109

1. Bevezetés

1.1 Catantopinae alcsalád: Pezotettigini és Podismini tribus

Az egyenesszárnyúak (Orthoptera) a rovarok (Insecta) osztályának egyik nagy fajszerű, világszerte elterjedt rendje (ISHIWATA *et al.* 2011). Jelenleg több mint 28 000 leírt fajuk ismert a Föld minden kontinenséről (CIGLIANO *et al.* 2018). Az Orthoptères kifejezést először OLIVIER (1789) írta le, majd 1810-től vált a ma is használt Orthoptera megnevezés elterjedté (LATREILLE 1810). Az egyenesszárnyúakon belül a genetikailag is jól elkülönülő tojócsövesek (Ensifera) és tojókampósok (Caelifera) alrendjét különböztethetjük meg (FLOOK *et al.* 1999, CIGLIANO *et al.* 2018). Egyes szerzők a fenti két taxont – morfológiai és viselkedésbeli különbségek alapján – rend szinten különítik el egymástól (KEVAN 1986, RÁ CZ 2001). Az általam vizsgált Catantopinae Brunner von Wattenwyl, 1893 alcsalád a Caelifera alrend Acrididae MacLeay, 1821 családjába tartozik. A csoportba tartozó fajok előfordulnak a holarktikus, afrotrópusi, orientális faunaterületeken és az ausztráliai faunabirodalomban is (CIGLIANO *et al.* 2018). VICKERY (1997) arra feltételezésre jutott, hogy a Catantopinae alcsalád nem monofiletikus, felosztása indokolt. Ezt a feltételezését CHAPCO (2013) molekuláris filogenetikai eredményei megerősítették, azonban munkája csak elővizsgálatnak tekinthető, ugyanis korlátozott számú taxon bevonásával készült, a csoport felosztásának tisztázására további kutatásokra van szükség.

A Magyarországon előforduló hét Catantopinae faj közül a *Pezotettix giornae* (Rossi, 1794) a Pezotettigini Brunner von Wattenwyl, 1893 tribusba sorolható (HARZ 1975, OTTE 1995), míg a *Miramella alpina* (Kollar, 1833), az *Odontopodisma decipiens* Ramme, 1951, az *Odontopodisma rubripes* (Ramme, 1931), az *Odontopodisma schmidtii* (Fieber, 1853), a *Podisma pedestris*

(Linnaeus, 1758) és a *Pseudopodisma nagy* Galvagni & Fontana 1996 a Podismini Jacobson, 1905 tribusba tartozik (HARZ 1975). Az utóbbi nemzetséget a legújabb kutatások eredményeként egyes szerzők a Melanoplineae Scudder, 1897 alcsaládba helyezik (VICKERY 1997, LITZENBERGER ÉS CHAPCO 2001). Az új besorolás indokoltságának megítéléséhez először tisztázni kell a Podismini csoport taxonómiai viszonyait, azonban ebben a tekintetben ellentmondásos az irodalom. LITZENBERGER ÉS CHAPCO (2001) az eurázsiai Podismini és az észak-amerikai Melanoplini fajok filogenetikai viszonyát elemezte, munkájuk eredményeként a Podismini tribus monofiletikusnak bizonyult. Vizsgálataikat később kiegészítették több eurázsiai és észak-amerikai Podismini fajjal, az új eredmények már a tribus parafiletikus voltát bizonyították (LITZENBERGER ÉS CHAPCO 2003). CHINTAUAN-MARQUIER (2011) publikációjában kimutatta, hogy a Melanoplineae alcsalád polifiletikus, ezen csoporton belül azonban a palearktikus fajokkal képviselt Podismini nemzetség monofiletikus egységet alkot, feltéve, hogy magába foglalja az észak-amerikai *Phaulotettix* genust (CHINTAUAN-MARQUIER 2014). WOLLER (2014) megerősíti a tribus monofiletikus voltát, bár elemzésében a nemzetséget képviselő nyolc faj közül hét kelet-ázsiai egy pedig északnyugat-amerikai előfordulású. Megállapítása – a csoport földrajzi elterjedését figyelembe véve – így korlátozott érvényű. A nemzetséggel foglalkozó eddigi legrészletesebb taxonómiai mű 22 Japánban előforduló fajról ad átfogó képet, elsősorban morfológiai paraméterek alapján (ITO 2015). A tribus filogenetikai kapcsolatait tárgyaló legfrissebb vizsgálat Japánban és Észak-Amerikában élő fajokra fókuszál, az összesen 82 taxont érintő elemzés arra az eredményre jutott, hogy a Podismini nem tekinthető monofiletikus egységnek (GRZYWACZ ÉS TATSUTA 2017).

Mint ahogy a fenti, részletekbe nem menő összefoglaló is bizonyítja, mind a Catantopinae alcsalád, mind a Podismini csoport taxonómiai helyzete

tisztázatlan. Munkámnak nem célja a bemutatott taxonómiai probléma megoldása, ezért dolgozatomban a Podismini tribus klasszikus rendszertani besorolását követem és a Catantopinae alcsalád tagjaként tárgyalom.

1.2 Témafelvetés és célkitűzések

Az egyenesszárnyúakkal kapcsolatban nagy intenzitással folynak kutatások a viselkedés biológia (pl.: WIRMER *et al.* 2010, MUSCHETT *et al.* 2017, LAGOS 2017), az élettan (pl.: BHAVSAR *et al.* 2017, LEHMANN *et al.* 2018), az evolúciobiológia (pl.: SONG *et al.* 2017, CASTILLO *et al.* 2019, CHAKRABARTY *et al.* 2019), a faunisztika (pl. TLILI *et al.* 2019), a taxonómia (pl.: ZHA *et al.* 2017, JAISWARA *et al.* 2019, WANG *et al.* 2019) és az ökológia (pl.: ALIGNAN *et al.* 2018, SCHIRMEL *et al.* 2019) területén. Az orthopterákhoz kötődő tudományos érdeklődésem fókuszában, az utóbbi három témakör kérdései állnak. A faunisztikai kutatások az egyes fajok elterjedését térképezik fel; a taxonómiai munkák leggyakrabban a tudományra új fajok leírásával foglalkoznak, illetve közel rokon fajok viszonyait vizsgálják; míg az ökológiai és természetvédelmi vizsgálatokban, az orthopterákat indikátor szervezetekként, például természeti állapot jellemzésére, vagy kezelések hatásának monitorozására használják. A fenti témakörök elválaszthatatlanok egymástól, hiszen a fajok pontos ismerete nélkül nem határozhatjuk meg azok elterjedési területeit, amennyiben nem ismerjük egy adott terület pontos fajkészletét, nem tudjuk nyomon követni az élőhelyen végbemenő változások hatását az egyenesszárnyú közösségek összetételére, illetve a fajok és közösségek ökológiai viszonyainak ismerete nélkül nem érthetjük meg az orthopterák fajdiverzitását. Dolgozatomban a Catantopinae alcsalád magyarországi képviselőinek segítségével ezt a három témakört fogom bemutatni.

A Magyarországon előforduló Catantopinae fajok hazai elterjedésének összegzése, az adatok értékelése és revidálása eddig nem történt meg. Disszertációmban célul tűztem ki a fenti munka megvalósítását. A vizsgálat elvégzése a faunisztikai ismeretek bővítése mellett, természetvédelmi szempontból is nagy jelentőséggel bír. A hét vizsgált Catantopinae faj közül kettő törvény által védett (KÖM 2001), illetve hat a hazai fauna ritka tagja (NAGY és RÁCZ 2007a). A kutatás eredményeként létrejött adatbázis nagy segítséget nyújthat a fajok védelmére és megőrzésére irányuló természetvédelmi intézkedések tervezésénél és a taxonnal kapcsolatos élőhelyi prioritások kijelölésénél.

A *Pseudopodisma* genusba tartozó eddig leírt három faj közül hazánkban csak a *P. nagy*i fordul elő, a *Pseudopodisma fieberi* (Scudder, 1897) és a *Pseudopodisma transilvanica* Galvagni & Fontana, 1993 populációival határainkon kívül találkozhatunk. A taxon három képviselőjét kizárólag a hím ivarszervek morfológiája alapján lehet elkülöníteni (GALVAGNI ÉS FONTANA 1993, 1996). Bár az ivarszervek a rovaroknál általában jól alkalmazhatóak a fajok szétválasztására, jelen esetben a gyenge morfológiai különbségek megkérdőjelezzik a *Pseudopodisma* genus leírt tagjainak faji szintű elkülönülését. Dolgozatomban a csoport taxonómiai helyzetének felülvizsgálatára, morfometriai és molekuláris genetikai vizsgálatokat terveztem, mellyel célom a *P. fieberi*, a *P. nagy*i, és a *P. transilvanica* faji státuszának tisztázása volt.

A fajok elkülönítése és elterjedésük meghatározása után lehetőség nyílik az egyenesszárnyú közösségek vizsgálatára is. Ezen témakörben végzett vizsgálataim célja, hogy meghatározzam és jellemezzem azokat az Orthoptera együtteseket, ahol a *Pezotettix giornae* és az *Odontopodisma decipiens* előfordul. Munkám során kíváncsi voltam, hogy az adott közösség karakterisztikájához a két Catantopinae faj milyen mértékben járul hozzá. Erre két markánsan

különböző élőhely típust választottam. A Villányi-hegység természetközeli sziklagyepeit, ahol mind a két faj nagyobb egyedszámban fordul elő, illetve a LIFE-Nature program keretében tájszintű élőhely rehabilitáción átesett Egyek-pusztakócsi mocsárrendszert (LENGYEL *et al.* 2007, DÉRI *et al.* 2009), ahol a *Pezotettix giornae* az adott közösség színező eleme.

A fenti három kutatási téma módszerei és kérdései jelentősen eltérnek egymástól, azonban összeköti őket egy fontos közös cél: a fajok és élőhelyek megőrzése. Az elterjedési adatbázis felhasználásával a szakemberek meghatározhatják, hogy mely Catantopinae fajok esetében van kiemelt felelőssége a hazai természetvédelemnek, illetve hol szükséges a kutatások kiterjesztése, további folytatása. Amennyiben a *Pseudopodisma* genus három tagja faji szinten különül el egymástól, a *P. nagy*i magyarországi populációinak védelme globális jelentőséggel bír, hiszen legnagyobb számban nálunk fordul elő. A természetközeli sziklagyepék Orthoptera közösségeinek meghatározása értékes információkat adhat hasonló élőhelyek és rovar közösségek megőrzéséhez. Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer területén végzett közösség ökológiai vizsgálatok pedig egy tájleptékű rehabilitációs projekt monitorozásához és értékeléséhez nyújtanak hasznos adatokat.

1.3 A vizsgált fajok bemutatása

A fauna- és életforma-típusok meghatározásában RÁCZ (1998a) besorolását használtam, míg a morfológiai jellemzések alapjául HARZ (1957, 1975) munkái szolgáltak. A magyar nevek tekintetében NAGY (2003) publikációját követtem. A fajok földrajzi elterjedése a 2. fejezetben kerül részletes bemutatásra.

Pezotettix giornae (Rossi, 1794) – Kis hegyisáska. Ponto-mediterrán faunaelem. RÁCZ (1998a) a geo-chortobiont életforma-típusba sorolja, azonban saját terepi tapasztalataim alapján, illetve NAGY *et al.* (2007a) által, a hazai

egyenesszárnyú közösségeken végzett metaanalízis eredményeként, a faj előfordulása a zártabb gyeptípusokban jellemző. A fentiek figyelembevételével a *P. giornae* nem sorolható a geobiont életforma-típusba, diszertációmban a továbbiakban chortobiont fajként fogom kezelni. Hím: 11-14 mm, nőstény 13-17 mm. Színe a barna és szürkésbarna árnyalatai között változik, a fedőszárnyak lebenyszerűek, a hátsó szárnyak csökevényesek. Kifejlett példányokkal nyár közepétől találkozhatunk egészen november elejéig, sík- és dombvidéki gyepekben. A fajjal kapcsolatos publikációk zöme faunisztikai jellegű, azonban egy-két kivétellel találkozhatunk; KÖHLER *et al.* (2000) a mandibula kopását vizsgálta az életkor függvényében, munkájában a *P. giornae*-t használta a *Chorthippus parallelus* (Zetterstedt, 1821) és a *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) mellett.

Miramella alpina (Kollar, 1833) – Alpesi sáska. Alpin faunaelem, thamnobiont életforma-típusú. Hím: 16-23 mm, nőstény 22-31 mm. Alapszíne zöld, fekete rajzolattal, csökevényes szárnyai megnyúlt-tojás alakúak. Nyár elejétől késő őszig találkozhatunk vele középhegységekben és magashegységekben, akár 2000 m tszf. magasságig. Elsősorban a sűrű, nedves vegetációt preferálja. Szerepel az IUCN Vörös listáján „Nem fenyegetett” kategóriában (HOCHKIRCH *et al.* 2016a), INGEBORG ÉS HASLETT (1994) publikációjában a sípályák potenciális negatív hatását vizsgálta a fajra. SZÖVÉNYI *et al.* (2001) az 1999-es teljes napfogyatkozás alatt tanulmányozta a *M. alpina* viselkedését természetes környezetében. Kísérletükben azt tapasztalták, hogy a fényviszonyok változásával (fény csökkenése) az állatok aktivitása csökkent, elrejtőztek a bokrok tövében.

Odontopodisma decipiens Ramme, 1951 – Déli hegyisáska. Ponto-mediterrán faunaelem. RÁ CZ (1998a) a chortobiont életforma-típusba sorolja, azonban saját terepi tapasztalataim alapján, a faj gyakran megtalálható a bozótos

szegélyekben is. Hím: 14-17 mm, nőstény 16-24 mm. Színe élénk zöld, fedőszárnyai pikkelyszerűek (ez a következő két *Odontopodisma* fajra is jellemző). Sík- és dombvidéki elterjedésű, azonban 1500 m tszf. magasságig is előfordulhat. A félszáraz és mezofil gyepeket kedveli, főleg szegélyekben fordul elő, cserjék levelein napozva is megfigyelhetjük. Az IUCN Vörös listáján „Nem fenyegetett” kategóriában szerepel (HOCHKIRCH *et al.* 2016b), veszélyeztető tényező lehet a természetes szegély élőhelyek eltűnése, az intenzív mezőgazdasági művelés, valamint a legeltetés felhagyása.

Odontopodisma rubripes (Ramme, 1931) – Erdélyi hegyisáska. Dácikus faunaelem, thamnobiont életforma-típusú. Hím: 15-18 mm, nőstény 14-24 mm. A harmadik lábszár jellegzetes piros színű. Kárpáti szubendemizmus. Lápréteken, mezofil gyepekben, illetve ezen gyepek cserjés szegélyeiben találkozhatunk vele, kedveli a *Rubus* sp. fajokat, 1300 m tszf. magasságig fordul elő. Az előző fajhoz képest erősebben kötődik a gyepek és erdők átmeneti zónájában kialakult speciális élőhelyekhez, illetve csatornapartok, árokpartok bozótos habitatjaihoz, ezért populációinak fennmaradásához nélkülözhetetlen ezek megőrzése. Magyarországon 1993-tól törvényileg védett, eszmei értéke 10 000 Forint (KÖM 2001). Az IUCN Vörös listáján „Mérsékelten fenyegetett” besorolás alatt áll (CHOBANOV *et al.* 2016a), továbbá szerepel az Európai Bizottság Élőhely-védelmi irányelvének ANNEX II és IV listáján (Council of Europe 1992).

Odontopodisma schmidtii (Fieber, 1853) – Schmidt-hegyisáska. Balkáni faunaelem, chortobiont életforma-típusú. Hím: 13-18 mm, nőstény 17-25 mm. Az *O. decipiens* élőhelyeinél nedvesebb habitatokat preferál, mocsaras, magas fűvű gyepekben, bozótosokban, szederbokrokban figyelhető meg, 1000 m tszf. magasságig. A gyakorlott szem könnyen elkülöníti a két fajt. A hímek esetében az *O. schmidtii* példányainak genitális tájéka kerek, lefelé görbülő, míg az

O. decipiens egyedeinek ovális formájú, enyhén lefelé ívelő. Az *O. schmidti* nőtényeinek subgenitális lemezén, annak csúcsán árokszerű bemélyedés van, ezt a másik fajnál nem figyelhetjük meg. Az IUCN Vörös listáján „Nem fenyegetett” besorolás alatt áll (CHOBANOV *et al.* 2016b). A genus előző két képviselőjét is érintő veszélyeztető tényezők miatt indokolt a populációk változásainak figyelemmel kísérése.

Podisma pedestris (Linnaeus, 1758) – Tarka hegyisáska. Angarai faunaelem, chortobiont életforma-típusú. Nálunk a *P. pedestris pedestris* alfaj él. Hím: 18-25 mm, nőstény 24-30 mm. Alapszíne vörösbarna, sárga és fekete rajzolatokkal, jellegzetes a hátsó lábszár halvány-kék színe. Fedőszárnyaik pikkelyszerűek, azonban előfordulnak mikropter és makropter példányok is (LEMONNIER-DARCEMONT ÉS DARCEMONT 2014). Hegyvidéki élőhelyeket preferál, jól tűri a nagy hőmérséklet-ingadozásokat, akár 3000 m tszf. magasságig is felhúzódhat. 1993-tól védett a hazai faunában, eszmei értéke 10 000 Forint (KÖM 2001). A fajjal kapcsolatos publikációk nagy része az X0 és neoXY kromoszóma változataival foglalkozik a hibrid zónákban (HEWITT 1975, BARTON 1980).

*Pseudopodisma nagy*i Galvagni & Fontana, 1996 – Nagy hegyisáska. Balkáni-dácikus faunaelem, chortobiont életforma-típusú. Pannon lokális endemizmus. Hím: 17-23 mm, nőstény 23-30 mm. Alapszíne zöld, olajsárga tónussal, szárnyai pikkelyszerűek. Hegyvidéki kaszálóréteken fordul elő, általában 1000 m tszf. magasságig. Nevét Nagy Barnabás magyar orthopterológusról kapta. Az IUCN Vörös listáján „Mérsékelt fenyegetett” besorolás alatt áll (CHOBANOV *et al.* 2016c). Habár hazai populációi stabilnak mondhatóak, a hegyi rétek cserjésedése és a kaszálás felhagyása egyaránt veszélyezteteti élőhelyei fennmaradását. A *Pseudopodisma* genus három tagja csak a hím egyedek ivarszerv morfológiája alapján különíthető el, dolgozatomban 3. fejezetemben foglalkozom részletesen taxonómiai helyzetük bemutatásával.

2. Catantopinae alcsalád fajainak hazai elterjedése

2.1 Bevezetés

A Pannon biogeográfiai régióban (Magyarország egész területe ide tartozik) az együttesen jelentkező mediterrán, balkáni, alpesi, kárpáti és kontinentális hatás nagy fajgazdagságot eredményez a különböző növényi és állati taxonokban, így például az orthopterák esetében is (RÁCZ 1998a, NAGY *et al.* 2007a). A gyepterületek (pl.: Lejtősztyepprétek, Pannon szikes gyepek és mocsarak, Pannon löszsztyepek és Pannon homoki gyepek) különösen jellegzetes és sérülékeny élőhelyek a régióban. Az egyenesszárnyúak az említett élőhelyek legfontosabb növényevő rovarai közé tartoznak, figyelembe véve mind a fajgazdagságot, mind pedig a tömegességet (ANDERSEN *et al.* 2001, NAGY *et al.* 2007a, 2007b). Az egyenesszárnyú rend Acrididae családjának 58 faja fordul elő Magyarországon (NAGY 2003), ezen belül hét tartozik a Catantopinae alcsaládhoz (*Miramella alpina*, *Odontopodisma decipiens*, *Odontopodisma rubripes*, *Odontopodisma schmidti*, *Pezotettix giornae*, *Podisma pedestris* és *Pseudopodisma nagyí*). A fenti fajok közül négy (*O. decipiens*, *O. rubripes*, *O. schmidti* és *P. nagyí*), a különleges biogeográfiai feltételek miatt, a Pannon régióban éri el elterjedésének valamely határát. Ezek a fajok biogeográfiai és természetvédelmi szempontból egyaránt nagy jelentőséggel bírnak. Az *O. rubripes* és a *P. pedestris* törvény által védett (KÖM 2001), a *P. giornae*-t leszámítva pedig mind a hazai fauna ritka tagja (NAGY ÉS RÁCZ 2007a).

Az orthopterák a hazai rovarvilág jól vizsgált csoportja, kutatásuk nagy múltra tekint vissza Magyarországon is, bár az ország régióinak kutatottságában és a mintavételi intenzitásában vannak különbségek. A fajok elterjedését és gyakoriságát NAGY ÉS RÁCZ (2007a) részletesen vizsgálta. A Catantopinae alcsalád hazai előfordulási adatainak összegzése és értékelése még nem történt

meg. Azonban a kritikusan felülvizsgált elterjedési adatok nélkülözhetetlenek a gyepek megőrzéséhez és kezeléséhez (pl. bioindikátor fajok), illetve a biogeográfiai elemzések elvégzéséhez.

Ebben a munkában felkutattam a fent említett fajokkal kapcsolatos összes olyan publikációt, mely tartalmaz a hazai elterjedésükre vonatkozó információt. Továbbá adatbázisomba építettem a magyarországi egyenesszárnyú kutatók által rendelkezésemre bocsátott, eddig nem publikált adatokat; rovargyűjteményekben fellelhető, a taxonhoz tartozó egyedek gyűjtőhely információit; valamint a saját faunisztikai eredményeimet. Az eredményekből 10×10 km UTM (Univerzális Transzverzális Merkátor) alapú adatbázist építettem. Az UTM a földrajzi pozíció meghatározására szolgáló, speciális hálórendszer, mely zoológiai és botanikai elterjedési adatok prezentálására jól alkalmazható (DÉVAI ÉS MISKOLCZI 1987, MISKOLCZI *et al.* 1997, KIRÁLY ÉS HORVÁTH 2000). Magyarországot 1052 darab 10×10 km-es négyzet fedi le. Az adatok publikálása indokolt, mivel számos további munka alapját, kiindulópontját képezheti.

2.2 Anyag és módszer

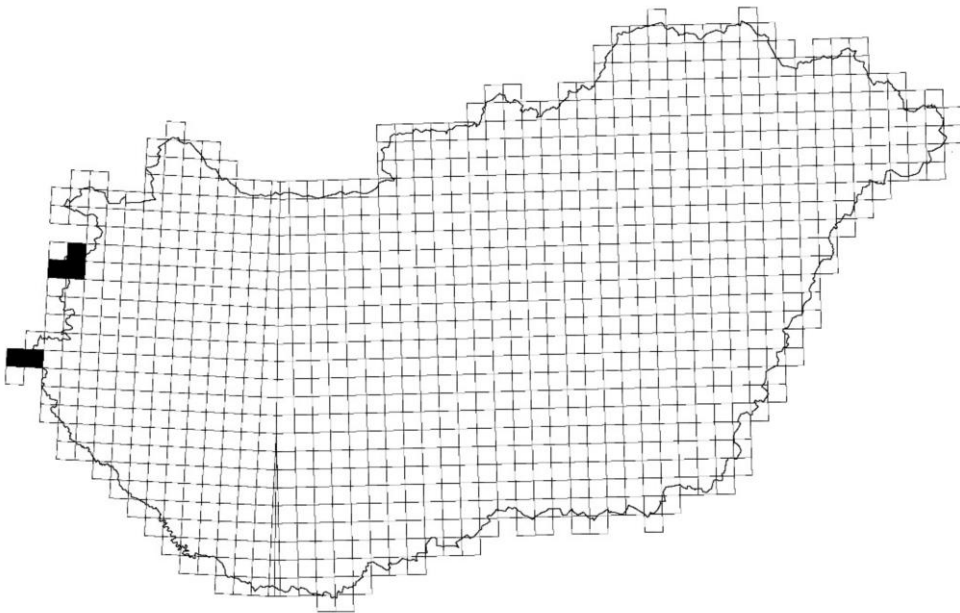
Összegyűjtöttem és felülvizsgáltam az 1899-től 2009-ig közzétett 56 cikkből származó adatokat (1/a Függelék), a kutatótársak által rendelkezésemre bocsátott publikálatlan adatokat (1996-tól 2009-ig), továbbá a Debreceni Egyetem, Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék, Entomológiai gyűjteményének, az Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Állatrendszertani és Ökológia Tanszék, Orthoptera gyűjteményének és a Magyar Természettudományi Múzeum Állattárának egyenesszárnyú adatait. A taxonnal kapcsolatos legújabb elterjedési adatokat (2010 utáni időszak) jelen disszertáció nem tartalmazza, azokat egy következő kéziratban fogjuk közzétenni. A publikált adatok esetében

forráskódokat használtam (1/a Függelék), míg a nem publikált adatok esetében a gyűjtő nevének rövidítését alkalmaztam (1/b Függelék).

A Magyarországon élő Catantopinae fajok elterjedési adatait (1/c-i Függelék) az alábbiak szerint mutatom be: település és gyűjtőhely, gyűjtési dátum(ok) és adatforrás kód (publikáció, vagy gyűjtő azonosítója) zárójelben, például Kórós: Bagó-rét 2006 [KM]. A gyűjtőhelyeket az UTM négyzetek csoportosítják és betűrendben követik egymást. Az egy adott településhez tartozó gyűjtőhelyek vesszővel elválasztva követik egymást. A gyűjtőhely csoportok pontosvesszővel vannak elválasztva (pl. Csarnóta: Kis-hegy 2003-2005 [KM], Nagy-hegy 2003-2005 [KM]; Vokány: Gombás-hegy 2003-2005 [KM]). Ismeretlen adatok (pl.: dátum, gyűjtői név) kérdőjellel lettek jelölve.

2.3 Eredmények

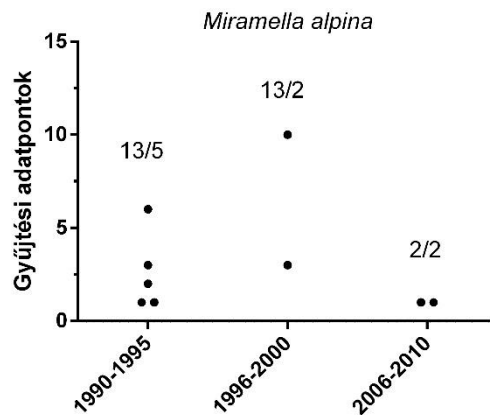
2.3.1 *Miramella alpina* (Kollar, 1833)



1. ábra A *Miramella alpina* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatainak térképe.

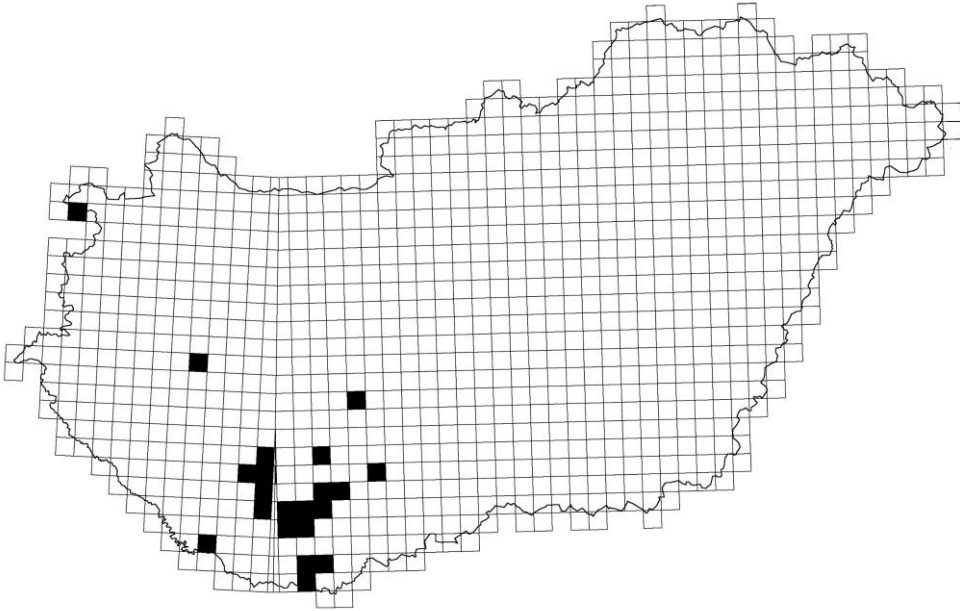
A *Miramella alpina* által elfoglalt UTM négyzetek száma háromról ötre változott a vizsgálat eredményeként (1. ábra, 1/c Függelék). A gyűjtési adatpontok száma: 28. Az adatok jelentős része az 1990-es évek első feléből származik (2. ábra), 2000 és 2010 között mindössze két helyen (Velem és Kőszeg környéke) sikerült a faj előfordulását regisztrálni [SG].

Az adatbázisban javított adat: HARZ (1975) említette előfordulását a Börzsöny-hegységben (Észak-Magyarország) a település részletes meghatározása nélkül. Ezt az adatot számos, a területen végzett terepi munka nem tudta megerősíteni.

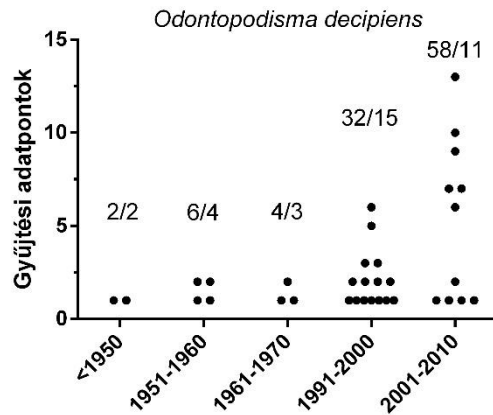


2. ábra A *Miramella alpina* magyarországi gyűjtési adatainak időbeni eloszlása. Minden pont egy individuális UTM négyzetet jelöl, az y tengelyen az adott négyzethez tartozó gyűjtési adatpontok száma került ábrázolásra. A feltüntetett számok megadják az adott gyűjtési időszakban az összes adatpont számát / azon UTM négyzetek számát, ahol a faj előfordult.

2.3.2 *Odontopodisma decipiens* Ramme, 1951



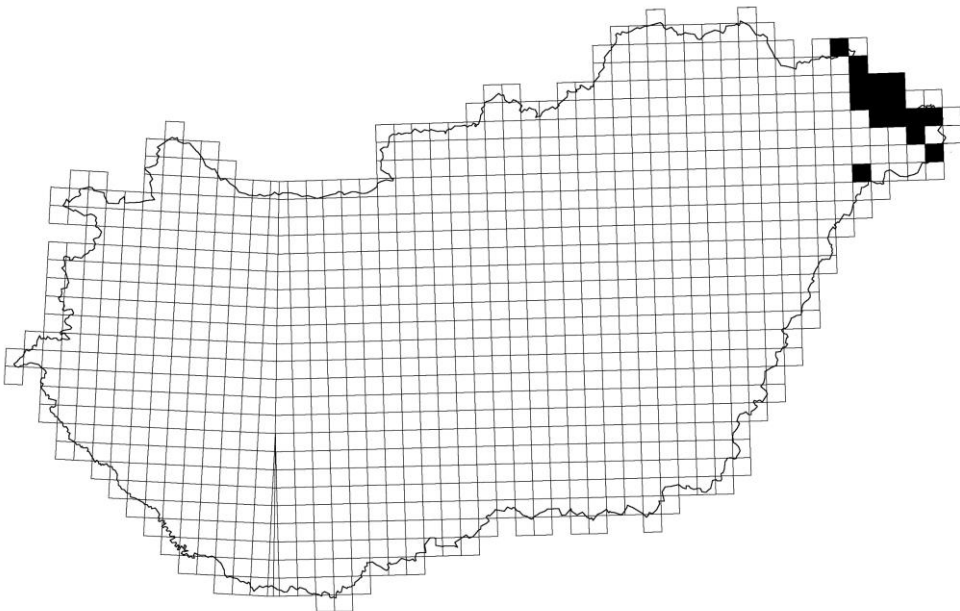
3. ábra Az *Odontopodisma decipiens* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatainak térképe.



4. ábra Az *Odontopodisma decipiens* magyarországi gyűjtési adatainak időbeli eloszlása. Minden pont egy individuális UTM négyzetet jelöl, az y tengelyen az adott négyzethez tartozó gyűjtési adatpontok száma került ábrázolásra. A feltüntetett számok megadják az adott gyűjtési időszakban az összes adatpont számát / azon UTM négyzetek számát, ahol a faj előfordult.

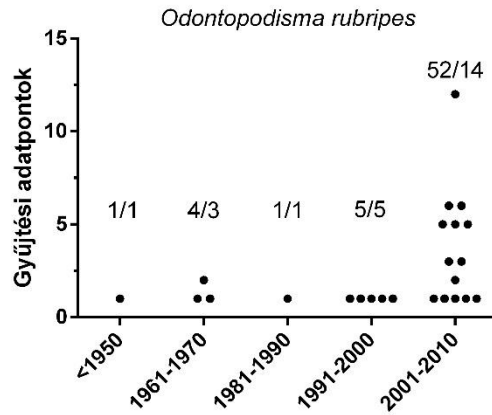
Az *Odontopodisma decipiens* által elfoglalt UTM négyzetek száma 11-ről 22-re nőtt a vizsgálat alatt (3. ábra, 1/d Függelék). A gyűjtési adatpontok száma: 102. Az adatok 88,2 %-a az 1990 és 2010 közötti periódusból ered (4. ábra). A faj jelenlétét a Villányi-hegység és a Mecsek-hegység számos élőhelyén sikerült bizonyítani. Legkorábbi hazai előfordulása 1912-ben lett regisztrálva Simontornyán [P3].

2.3.3 *Odontopodisma rubripes* (Ramme, 1931)



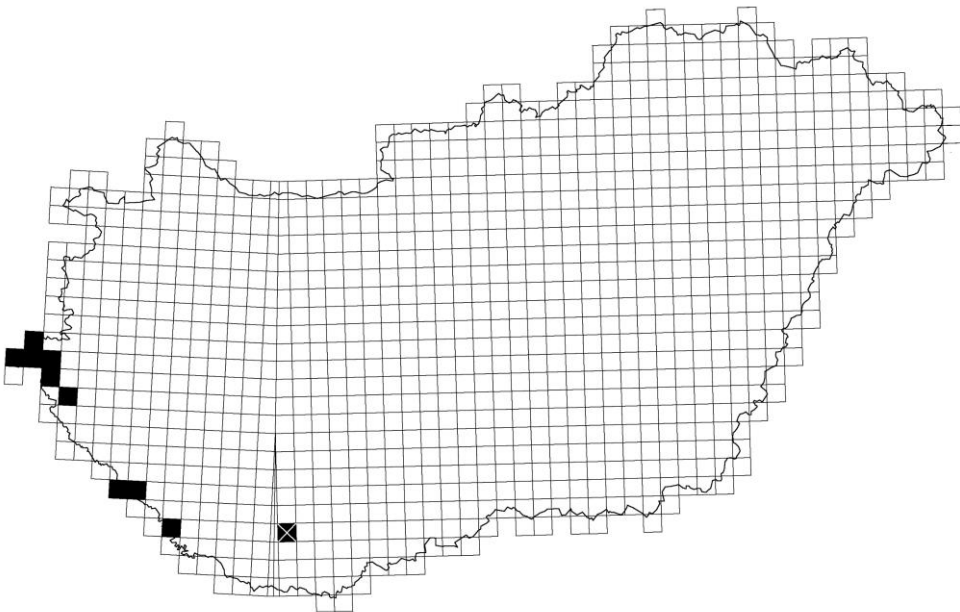
5. ábra Az *Odontopodisma rubripes* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatainak térképe.

Az *Odontopodisma rubripes* által elfoglalt UTM négyzetek száma ötszörösére emelkedett (3-ről 15-re) az elvégzett munka eredményeként (5. ábra, 1/e Függelék). A gyűjtési adatpontok száma: 63. Az adatok 88,5 %-a 2000-es évek utáni periódusból származik (6. ábra). Az *O. rubripes* első hazai előfordulása 1947-ben lett regisztrálva a Bátorligeti-láp területéről [N6], itt jelenleg is a faj stabil populációival találkozhatunk.



6. ábra Az *Odontopodisma rubripes* magyarországi gyűjtési adatainak időbeni eloszlása. Minden pont egy individuális UTM négyzetet jelöl, az y tengelyen az adott négyzethez tartozó gyűjtési adatpontok száma került ábrázolásra. A feltüntetett számok megadják az adott gyűjtési időszakban az összes adatpont számát / azon UTM négyzetek számát, ahol a faj előfordult.

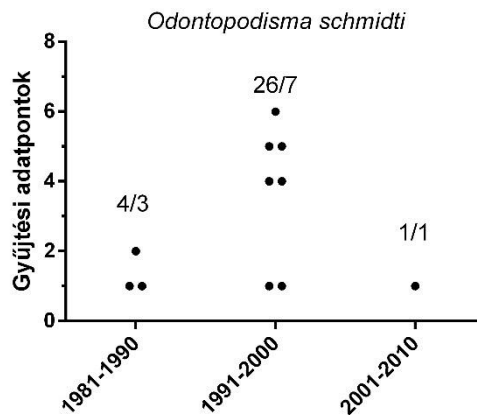
2.3.4 *Odontopodisma schmidti* (Fieber, 1853)



7. ábra Az *Odontopodisma schmidti* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatainak térképe. X: javított adatok.

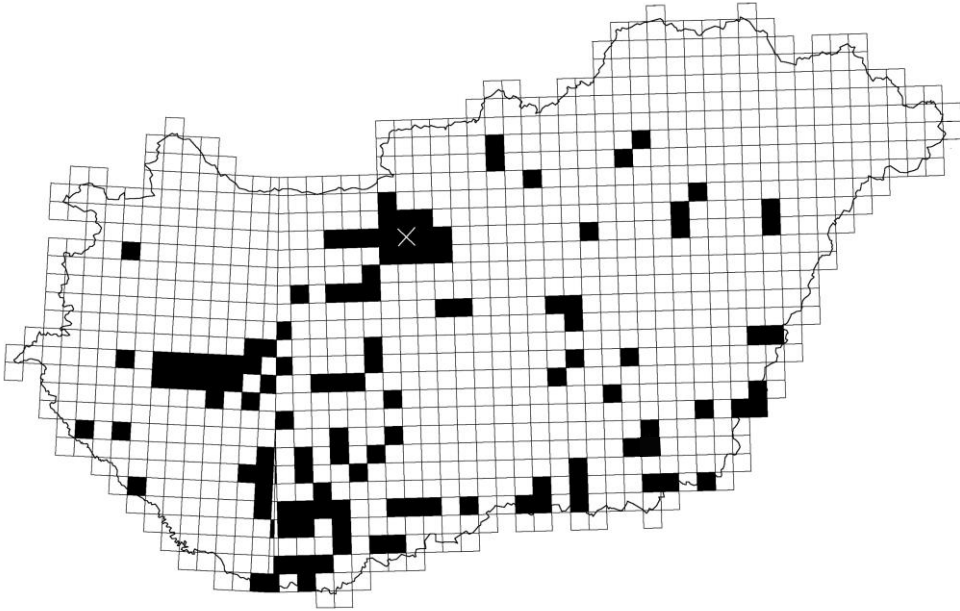
Az *Odontopodisma schmidti* által elfoglalt UTM négyzetek száma kilencről 10-re nőtt a vizsgálat alatt (7. ábra, 1/f Függelék). A gyűjtési adatpontok száma: 31. Az adatok jelentős része (83,9 %-a) az 1990-es évekből ered (8. ábra). A faj 2000-es években regisztrált egyetlen előfordulása 2007-ből származik, a Cserkút melletti Pellérdi-rétekről [S6].

Az adatbázisban javított adatok: **BS70**: Kővágószőlős: Jakabhegy 1928 [G5]; Pécs: Kantavár 1928 [G5] – törölve mivel az *Odontopodisma decipiens* hibás határozásán alapuló adatok.



8. ábra Az *Odontopodisma schmidti* magyarországi gyűjtési adatainak időbeni eloszlása. Minden pont egy individuális UTM négyzetet jelöl, az y tengelyen az adott négyzethez tartozó gyűjtési adatpontok száma került ábrázolásra. A feltüntetett számok megadják az adott gyűjtési időszakban az összes adatpont számát / azon UTM négyzetek számát, ahol a faj előfordult.

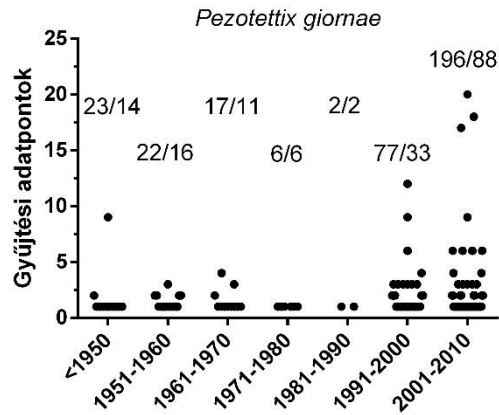
2.3.5 *Pezotettix giornae* (Rossi, 1794)



9. ábra A *Pezotettix giornae* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatainak térképe. X: javított adat.

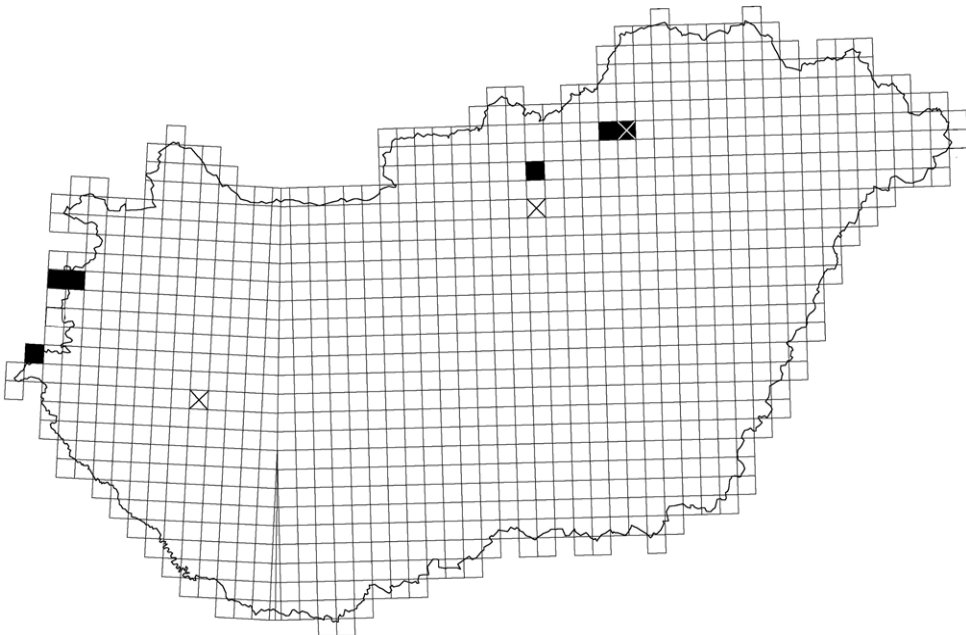
A *Pezotettix giornae* által elfoglalt UTM négyzetek száma több mint megduplázódott, 51-ről 126-ra változott a vizsgálat eredményeként (9. ábra, 1/g Függelék). A gyűjtési adatpontok száma: 343. A Catantopinae fajok elterjedésével kapcsolatos ismeretanyagunk a *P. giornae* esetében bővült a legnagyobb mértékben, az adatpontok és az elfoglalt négyzetek száma ugrásszerűen megnőtt az 1990-es évektől (10. ábra). A hazai egyenesszárnyú előfordulást tartalmazó UTM négyzetek 33,4 %-ában kimutatható a *P. giornae* jelenléte. A faj első magyarországi említése 1899-ből származik, Szegedről [V3].

Az adatbázisban javított adat: **CT46**: Budapest: Látó-hegy 1957 [R4] – a *Stenobothrus crassipes* (Charpentier, 1825) hibásan határozott egyede.



10. ábra A *Pezotettix giornae* magyarországi gyűjtési adatainak időbeni eloszlása. Minden pont egy individuális UTM négyzetet jelöl, az y tengelyen az adott négyzethez tartozó gyűjtési adatpontok száma került ábrázolásra. A feltüntetett számok megadják az adott gyűjtési időszakban az összes adatpont számát / azon UTM négyzetek számát, ahol a faj előfordult.

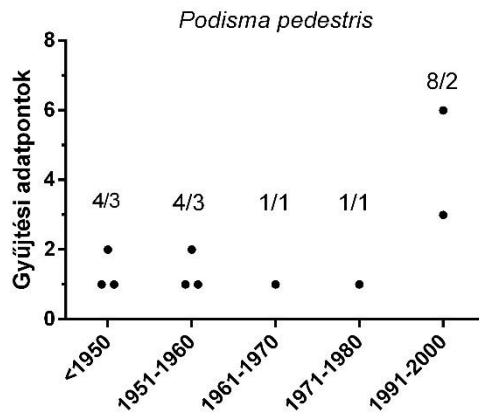
2.3.6 *Podisma pedestris* (Linnaeus, 1758)



11. ábra A *Podisma pedestris* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatainak térképe. X: javított adatok.

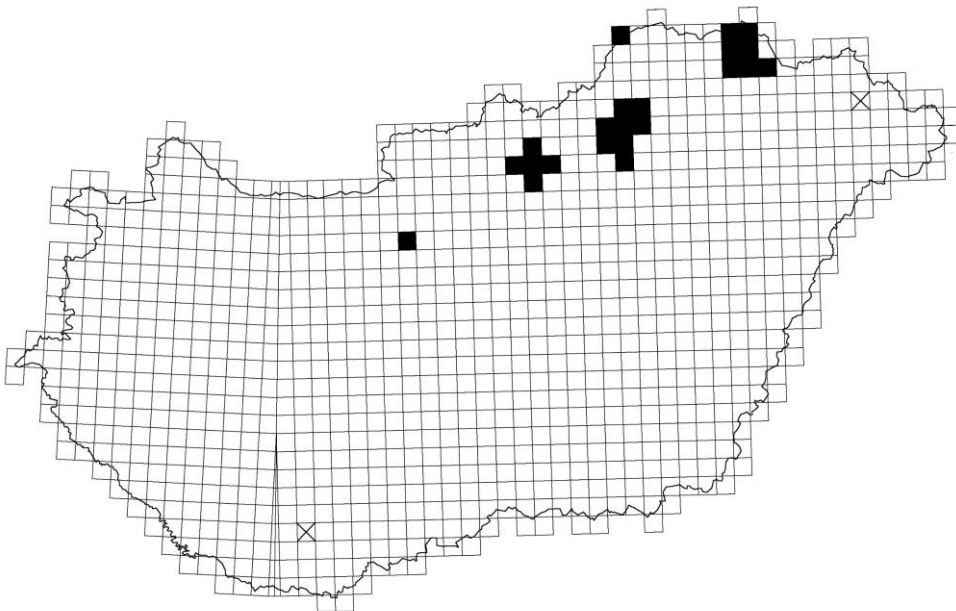
A *Podisma pedestris* által elfoglalt UTM négyzetek száma 5-ről 6-ra bővült az elvégzett munka eredményeként (11. ábra, 1/h Függelék). A gyűjtési adatpontok száma: 18. A faj előfordulásával kapcsolatos információink jelentős része régről származik (12. ábra), a nyugat-magyarországi, illetve a Mátra-hegységből származó adatai nem lettek megerősítve az utóbbi 50 évben. A Bükk-hegységből utoljára 1996-ban mutatták ki a *P. pedestris* jelenlétét [N16].

Az adatbázisban javított adatok: **DT18**: Gyöngyöshalász 1975 [R2] – ismeretlen gyűjtő kétes adata, töröltem, mivel az adott területen a faj számára megfelelő élőhely nem található. **DU62**: Szilvásvárad: Tar-kő [S1] – töröltem a faj számára megfelelő élőhely hiánya miatt. **XM88**: Szigliget 1936 [P4] – töröltem a megfelelő élőhely teljes hiánya miatt.



12. ábra A *Podisma pedestris* magyarországi gyűjtési adatainak időbeni eloszlása. Minden pont egy individuális UTM négyzetet jelöl, az y tengelyen az adott négyzethez tartozó gyűjtési adatpontok száma került ábrázolásra. A feltüntetett számok megadják az adott gyűjtési időszakban az összes adatpont számát / azon UTM négyzetek számát, ahol a faj előfordult.

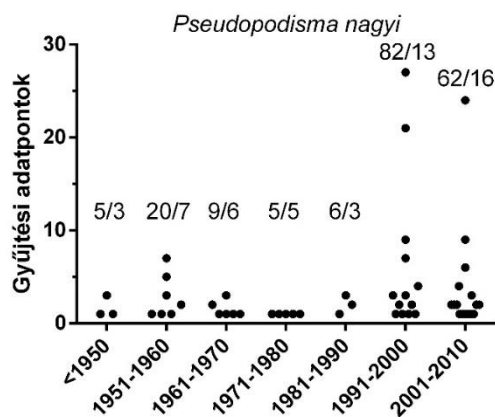
2.3.7 *Pseudopodisma nagy* Galvagni & Fontana, 1996



13. ábra A *Pseudopodisma nagy* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatainak térképe. X: javított adatok.

A *Pseudopodisma nagy* által elfoglalt UTM négyzetek száma 13-ról 22-re változott a vizsgálat eredményeként (13. ábra, 1/i Függelék). A gyűjtési adatpontok száma: 189. A faj a Mátra-, a Bükk-, a Zempléni-hegység és az Aggteleki-karszt területén fordul elő. A Budai-hegységben található populációt Nagy Barnabás kísérleti jelleggel hozta létre. A *P. nagy* legtöbb előfordulási adata (55) a **DU67**-es négyzetből származik, mely az Aggteleki-karszt Jósvafő és Aggtelek feletti területeit fedi le. A faj élőhelyein az aktív kutatás az 1990-es évektől indult (14. ábra).

Az adatbázisban javított adatok: **EU93**: Tizzaszalka: Völgy-oldal 1967 [G4]; Vásárosnamény-Gergelyiugornya 1967 [G4] – az *Odontopodisma rubripes* téves határozása. **BS80**: Pécs: Misina 1985 [R3], Fehérkúti-irtás 1985 [R3] – az *Odontopodisma decipiens* téves határozása.



14. ábra A *Pseudopodisma nagyí* magyarországi gyűjtési adatainak időbeni eloszlása. Minden pont egy individuális UTM négyzetet jelöl, az y tengelyen az adott négyzethez tartozó gyűjtési adatpontok száma került ábrázolásra. A feltüntetett számok megadják az adott gyűjtési időszakban az összes adatpont számát / azon UTM négyzetek számát, ahol a faj előfordult.

2.4 Diskusszió

A Magyarországon élő hét Catantopinae faj hazai elterjedésének vizsgálatára a közzétett és publikálatlan (nem publikált terepi és gyűjteményi) adatok alapján került sor. A hazai Orthoptera fauna UTM adatbázisa képezte a kiindulási alapot a munka értékelésénél (RÁCZ 1998a, NAGY ÉS RÁCZ 2007a). A kiegészült adatbázisban a vizsgált Catantopinae fajok 177 darab 10 × 10 km-es négyzetre vonatkozó elterjedési adata szerepelt, ami az összes magyarországi négyzet 16,8 %-a (DÉVAI ÉS MISKOLCZI 1987, MISKOLCZI *et al.* 1997). Az adatrekordok száma közel 800. Az adatok összegyűjtésével a fajok ismert előfordulása bővült, különösen a *Pezotettix giornae*, *Odontopodisma rubripes* és az *Odontopodisma decipiens* esetében. Az új adatok figyelembevételével a *Pezotettix giornae* gyakorisági kategóriája a NAGY ÉS RÁCZ (2007a) által korábban meghatározott III., azaz kevésbé gyakori kategóriáról (kategória gyakorisági érték tartománya: 0,1251-0,250) IV-re, azaz gyakorira változott (kategória gyakorisági érték

tartománya: 0,2501-0,500). A többi hat faj gyakorisága igen, de gyakorisági kategóriája nem változott az új eredményekkel, azok továbbra is a hazai fauna ritka (I. kategória, gyakorisági érték $\leq 0,0625$) elemeihez tartoznak (1. táblázat). Az *Odontopodisma rubripes* és a *Pseudopodisma nagy*i esetében az új adatok gyűjtéséhez nagyban hozzájárultak, a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) által koordinált megfigyelési programok.

A *Miramella alpina* nálunk éri el elterjedésének keleti határát. Magyarországi populációi a Kőszegi-hegységben és az Őrségben találhatóak (1. ábra), mely két terület biogeográfiai szempontból az alpesi régió keleti szélének tekinthető, figyelembe véve az éghajlatot, a növényzetet és az állatvilágot is. NADIG (1989) szerint a Kőszegi-hegységben élő populáció a *M. alpina* és a *Miramella irena* (Fruhstorfer, 1921) vegyes karaktereit mutatja, azonban az Őrséghez közel, Ausztriában és Szlovéniában, a Mura folyó mentén, a tipikus *M. irena* populációk már megtalálhatók. Ezt az átmeneti mintázatot figyelembe véve, az őrségi populációk további vizsgálatokat igényelnek, mivel az ott gyűjtött egyedek főleg lárva állapotúak voltak (NAGY ÉS SZÖVÉNYI 1997), így azok pontos meghatározása korlátozott.

Az *Odontopodisma decipiens* (3. ábra) és *O. schmidt*i (7. ábra) csak Délnyugat-Magyarországon fordul elő, habár az *O. decipiens* esetében találkozhatunk két régi, izolált adattal a Balaton-felvidékről és Sopron környékéről is (Északnyugat-Magyarország). A Sopron környéki adat érvényességét megerősíti a faj észak-burgenlandi (Ausztria) előfordulása is (ZUNA-KRATKY *et al.* 2013). A genuson belül az *O. decipiens* rendelkezik a legszélesebb földrajzi elterjedéssel, hazai és európai (CIGLIANO *et al.* 2018) viszonylatban egyaránt. Magyarországon stabil populációival találkozhatunk a Villányi-hegység, a Mecsek-hegység, illetve a Dél-Dunántúl dombos területein. Az *O. schmidt*i egyedeit hazánkon kívül főleg a Balkánon (MIKŠIČ 1978) és

Ausztriában (ZECHNER 2005) figyelhetjük meg. Az *O. rubripes* előfordulása (5. ábra) a Kárpát-medence keleti részére korlátozódik és benyúlik Magyarország északkeleti szegletébe (Beregi-sík és Szamoshat). A faj további elterjedési adatai várhatóak, mivel az NBmR program keretében a potenciális élőhelyek intenzív kutatása folyik. A bemutatott elterjedéshez képest mára a faj jelenléte a Szamos vonaláig bizonyított a folyó mindkét partján és két távoli elszigetelt bodrogi (Tisza jobb parti ártér) elterjedése is ismertté vált (Nagy Antal szóbeli közlése).

A magyarországi Catantopinae fajok közül csak a *Pezotettix giornae* tartozik a gyakori fajok közé (1. táblázat). Ebben a régióban nálunk éri el elterjedésének északi határát (9. ábra), Szlovákiából csak egy populációja ismert az ország déli részén (Kováčovské kopce-dombság, KOČÁREK 1999). Európán kívül egyedül Algériából írták le előfordulását (DOUMANDJI ÉS ÇIPLAK 2006). Kutatásom eredményeként több mint megkétszereződött azon UTM négyzetek száma, melyekben a faj előfordulása bizonyított volt ($n = 126$). A *P. giornae* elterjedési adatainak további jelentős bővülése várható, a faunisztikai kutatások eddig nem vizsgált területekre való kiterjesztésével is. A többi hat faj, vagy csak az ország egy régiójában fordul elő, vagy speciális élőhely igénye miatt korlátozódik bizonyos területekre.

A *Podisma pedestris* (11. ábra), előfordulása Spanyolországtól (PRESA 2007) Kazahsztánig (CHILDEBAEV ÉS STOROZHENKO 2001) terjed. Skandináviában éri el európai elterjedésének északi határát (HOLST 1986). Észak-Magyarországon (Bükk-hegység és Mátra-hegység) a nominotipikus alfaja él (*Podisma pedestris pedestris*). Az ország nyugati részéről (Őrség és Kőszegi-hegység) az elmúlt 50 évben nem lettek megerősítve az adatai, az itt található élőhelyek vizsgálata kiemelkedően fontos lenne. ZECHNER *et al.* (2005) a határhoz közeli Steiermark tartományból (Ausztria) említi előfordulását.

1. táblázat A Magyarországon élő Catantopinae fajok által elfoglalt 10 × 10 km-es UTM négyzetek száma, védeltségi státuszuk, gyakorisági kategóriájuk és értékük a magyarországi egyenesszárnyú faunában az elvégzett munka előtt (A) (NAGY ÉS RÁCZ 2007a) és után (B).

	Védeltségi státusz	Az elfoglalt UTM négyzetek száma		Gyakorisági kategória /gyakoriság*	
		A	B	A	B
<i>Miramella alpina</i>		3	5	I / 0.008	I / 0.013
<i>Odontopodisma decipiens</i>		11	22	I / 0.029	I / 0.058
<i>Odontopodisma rubripes</i>	P, AII-IV	3	15	I / 0.008	I / 0.040
<i>Odontopodisma schmidtii</i>		9	10 (2)	I / 0.024	I / 0.026
<i>Pezotettix giornae</i>		51	126 (1)	III / 0.135	IV / 0.334
<i>Podisma pedestris</i>	P	5	6 (3)	I / 0.013	I / 0.016
<i>Pseudopodisma nagyii</i>		13	22 (2)	I / 0.034	I / 0.058

*Előfordulási gyakorisági értékek számítása: a vizsgált faj által elfoglalt UTM négyzetek számának aránya az összes hazai egyenesszárnyú adatot tartalmazó négyzet számához (n = 377). Gyakorisági kategóriák (NAGY ÉS RÁCZ 2007a): I: ritka, II: szórványos, III: alacsony gyakoriságú, IV: gyakori, V: közönséges. P: védett faj (KÖM 2001), AII és AIV: szerepel a Habitat Directive ANNEX II és IV listáján (Council of Europe 1992).

A *Pseudopodisma nagyii* az Északi-középhegység (Aggteleki-karszt, Bükk-hegység, Mátra-hegység és Zempléni-hegység) Orthoptera együtteseinek jellegzetes faja (13. ábra), hazai előfordulása ezekre a hegyvidéki élőhelyekre korlátozódik. A Budai-hegységben élő populációt 1992-1996 között, a Mátrából betelepített egyedekkel alapították, a faj egyedei máig stabilan kimutathatók a területről. Magyarországon kívül, csak Szlovákiából (KOČÁREK *et al.* 2005) és Csehországból (HOLUŠA *et al.* 2013) ismert előfordulása. A csehországi adat további vizsgálatokat igényel, mivel az országból csak két, egymástól több mint 200 km-re lévő, elszigetelt populáció ismert. A faj hazai populációinak védelme érdekében nagyon fontos a fentebb említett élőhelyek megfelelő természetvédelmi kezelése, ami ebben az esetben a rendszeres kaszálást jelenti. Nagyon sokáig nem volt tisztázott, a *Pseudopodisma* genusba tartozó három faj (*P. fieberi*, *P. nagyii* és *P. transilvanica*) taxonómiai státusza. Az értekezésem következő fejezetében ezt a taxonómiai problémát és annak megoldását tárgyalom.

Remélem, hogy az itt közzétett elterjedési adatok további taxonómiai, biogeográfiai és természetvédelmi vizsgálatok alapjául szolgálhatnak és segítséget nyújtanak a fenti sebezhető, ritka és / vagy védett fajok megőrzéséhez.

3. A *Pseudopodisma* Mistshenko, 1947 genus morfológiai és molekuláris taxonómiai vizsgálata

3.1 Bevezetés

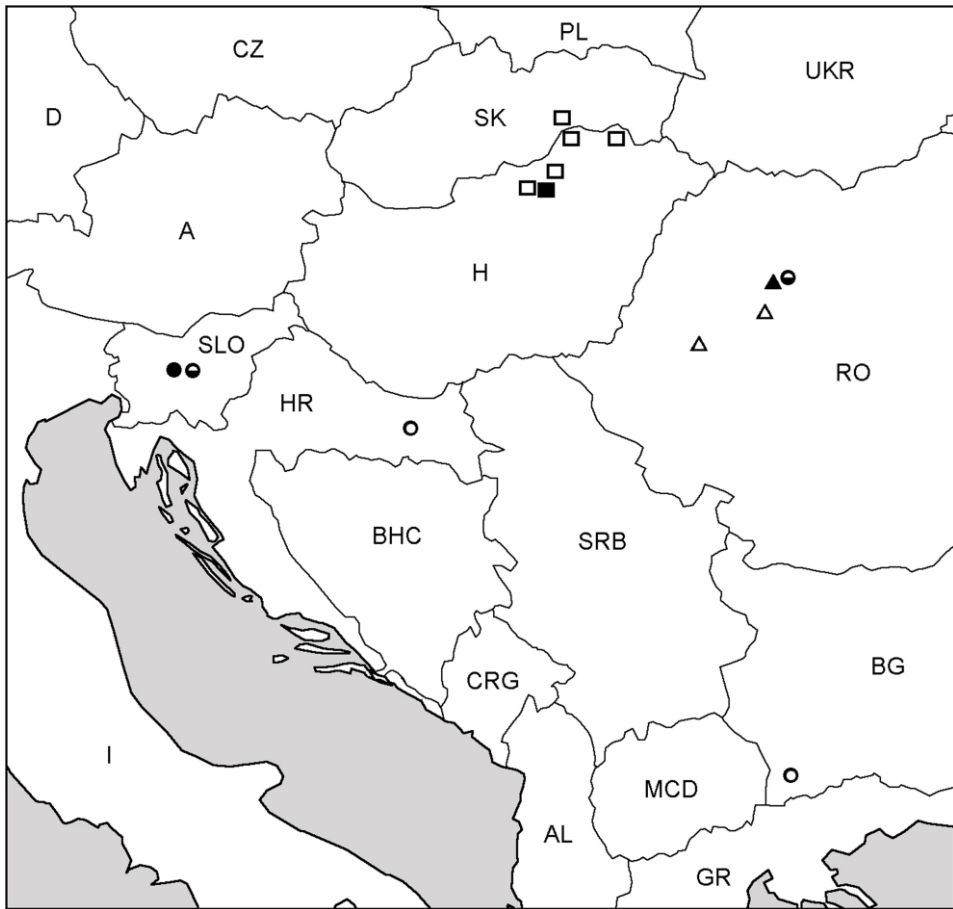
A *Pseudopodisma* genusba három faj tartozik. A *Pseudopodisma fieberi* (Scudder, 1897) a genus elsődlegesen leírt, úgynevezett nominális faja (MISTSHENKO 1947). SCUDDER (1897) eredetileg Carniola-ból (ma Szlovénia) írta le, további előfordulását említette Szerbiából és Romániából. GALVAGNI ÉS FONTANA (1991) *Pseudopodisma disconzii* néven a genus új tagját írta le Olaszországból, a Summano-hegyen gyűjtött példányok alapján, azonban későbbi tanulmányukban (GALVAGNI ÉS FONTANA 1993) revideálták eredményüket, így a *Pseudopodisma disconzii* a *Pseudopodisma fieberi* junior szinonimája lett.

A *P. fieberi* eredeti holotípusa elveszett, ezért Harz egy neotípust jelölt ki Kolozsvár (Románia) területéről (HARZ 1975). A neotípus kijelölése azonban inkorrekt volt, mivel a genus leírásakor használt holotípus nem Romániából származott, ezért GALVAGNI ÉS FONTANA (1993) új neotípust jelölt ki Szlovéniából, a feltételezett eredeti gyűjtőhelyről (15. ábra).

Ugyanebben a publikációban GALVAGNI ÉS FONTANA (1993) leírta a *Pseudopodisma transilvanica* fajt a Kolozsváron (Románia) gyűjtött példányok alapján (15. ábra). A *P. transilvanica* elkülönítése a *P. fieberi*-től a hím példányok ivarszervének morfológiája alapján történt. Később, a *P. transilvanica* egyedei előkerültek Szlovákiából (KOČÁREK *et al.* 1999), illetve Románia egyéb részeiről is (PUSKÁS 2015).

Egy következő taxonómiai publikációjában GALVAGNI ÉS FONTANA (1996) leírta a *P. nagy*i fajt Magyarországról, a Mátra-hegység Galyatető nevű magaslatáról (15. ábra). A faj előfordulását kimutatták még Szlovákiából

(KOČÁREK *et al.* 2005) és Csehországból (HOLUŠA *et al.* 2013) is. A *P. nagy* elkülönítését a genus másik két tagjától szintén a hím ivarszervek morfológiája alapján végezték. A nőstények morfológiai paramétereit alapján a három faj nem különíthető el egymástól (GALVAGNI ÉS FONTANA 1996).



15. ábra Mintavételi helyek és a vizsgált *Pseudopodisma* fajok holotípus és neotípus lokalitásai. *Pseudopodisma fieberi*: kör, *P. nagy*: négyzet, *P. transilvanica*: háromszög; kitöltött szimbólum: holotípus, fél-kitöltött szimbólum: neotípus, üres szimbólum: a vizsgálatba bevont mintavételi helyek.

A fajleírásokon túl összesen két publikáció nyújt filogenetikai adatokat a *Pseudopodisma* genus tekintetében. LITZENBERGER ÉS CHAPCO (2001) említi a *P. nagy*-t, akik publikációjukban a Melanoplinae aloszalád (Orthoptera: Acrididae) Észak-Amerikában előforduló fajainak és Euráziában, Dél-Amerikában található rokonainak filogenetikai kapcsolatait, eredetét vizsgálták. A *P. nagy*-t, a *Pseudopodisma* genus reprezentatív fajaként használták analízisükben. CHINTAUAN-MARQUIER *et al.* (2013) dolgozatában az eurázsiai és európai Podismini nemzetség evolúciós történetét vizsgálta, a három *Pseudopodisma* faj közül csak a *P. transilvanica* szerepelt az elemzésben.

Nagyon keveset tudunk a *Pseudopodisma* genus földrajzi elterjedéséről, csak sporadikus adatok állnak rendelkezésünkre az irodalomban (pl.: KISS 1961, NAGY *et al.* 2005). A *P. nagy* magyarországi élőhely preferenciája és földrajzi előfordulása jól kutatott (NAGY ÉS RÁCZ 2007b, NAGY *et al.* 2007a, NAGY *et al.* 2010). A romániai egyenesszárnyú fajlista (IORGU *et al.* 2008) említi a *P. fieberi*-t és a *P. transilvanica*-t ugyanabból a régióból, miközben HOFFMANN (2009) a *P. nagy* Zarand-hegységben (DNy-Románia) való előfordulásáról számol be.

A hím ivarszervek rendkívül sikeresen alkalmazhatóak egyes rovar csoportoknál a fajok elkülönítésében (pl.: MUTANEN ÉS PRETORIUS 2007, ILANGO 2011, CORRÊA *et al.* 2012, TÓTH ÉS VARGA 2012), ilyen csoport az egyenesszárnyúak rendje is (LÓPEZ *et al.* 2007). Azonban a földrajzi elterjedés, a fajok közötti gyenge morfológiai különbségekkel együtt, megkérdőjelezi a *Pseudopodisma* genus eddig leírt három tagjának faji szintű elkülönülését, valamint felveti annak a lehetőségét, hogy a *P. transilvanica* és a *P. nagy* a *P. fieberi* junior szinonimái.

Érdemes megjegyezni, hogy más egyenesszárnyú csoportokkal szemben, ahol az akusztikus mintázat a taxonómiai kérdések tisztázásában nagy segítséget nyújthat (pl. ORCI *et al.* 2010), ennél a csoportnál nem alkalmazható, mivel

csökevényesen fejlett szárnyuk nem alkalmas ciripelésre. Ezért a *Pseudopodisma* genus taxonómia státuszának vizsgálatára klasszikus morfometriai és modern molekuláris genetikai vizsgálatokat terveztem. Számos külső morfometriai bélyeget, illetve a cytochrome *b* (*CytB*) génszekvenciákat használtam a genus elterjedési területén belül gyűjtött, különböző mintavételi pontokból származó egyedek összevetésére.

3.2 Anyag és módszer

3.2.1 A vizsgálatba bevont egyedek

A morfometriai vizsgálatokban a három faj 41 hím és 34 nőstény egyedét mértem le összesen (2. táblázat). Az *a priori* faj meghatározást a hímek ivarszerv morfológiája alapján végeztem GALVAGNI ÉS FONTANA (1996) munkáját felhasználva. Mivel a nőstények elkülönítésére morfológiai bélyegek alapján nincs lehetőség, ezért az egy mintavételi helyről származó hím és nőstény példányokat egy fajhoz tartozónak tekintettem. A fenti egyedek egy kisebb csoportját (80 V/V % etanolban tárolt) használtam a molekuláris vizsgálatokban, mivel a relatíve friss minták alkalmasak a kiválasztott mitokondriális régió PCR-amplifikálására, ezért a bulgáriai gyűjtéseket ki kellett hagynom a munkának ebből a részéből. Összesen hat mintavételi területről származó *Pseudopodisma* egyed és az *Odontopodisma rubripes* (Ramme, 1931), mint a vizsgált csoport közeli rokon faja szerepelt a molekuláris analízisben.

2. táblázat Mintavételi régiók, mintavételi területek, gyűjtés dátuma, gyűjtők neve, a hím / nőstény aránya az *a priori* azonosított *Pseudopodisma* fajoknak, az *a priori* meghatározás és *a posteriori* csoport tagság (klasszifikáció) a morfometriai analízis alapján.

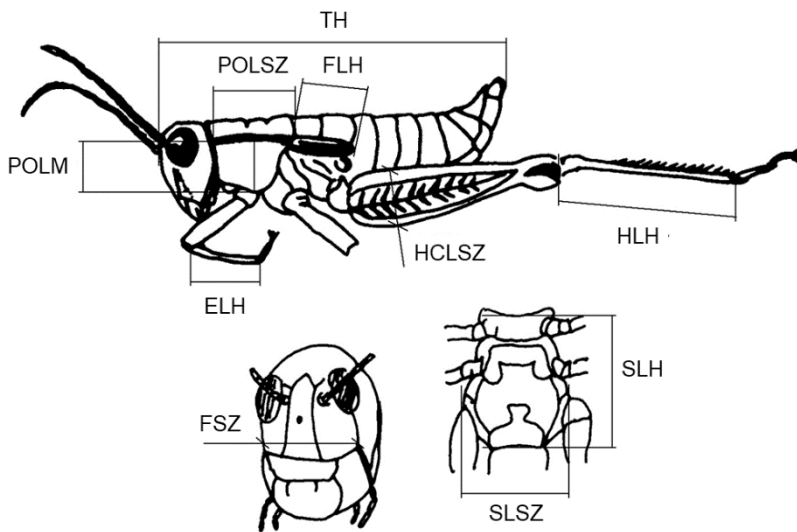
ország	mintavételi régió	mintavételi terület	dátum	gyűjtő	ivar (h/n)	APK	hím			nőstény			
							F	N	T	F	N	T	
H	Mátra-hg.	Mátra-keresztes	2004	Nagy	1/0	N	1						
	Aggteleki-karszt	Jósvafő	2003	Nagy & Kisfali	10/7	N	1	4		1	4		
		Nagy-oldal				N	1	1		1			
		Kerek-Gárdony-tető				N	2	1	1				
	Bükk-hg.	Leány-töbrök	2003	Nagy & Rác	6/5	N	5			4			
		Török-rét				N	1			1			
	Zemplén-hg.	Gyertyánkúti-rétek	2003	Nagy	5/5	N	5			5			
	nincs adat		nincs adat	Varga	2/0	N	2						
BG	Pirin-hg.		1970	Varga	4/3	F	4			1	2		
HR	Papuk-hg.	Gornj Vrhovci	2008	Szövényi & Puskás	2/7	F				2	7		
RO	Trascău-hg.	Piatra Secuiului	2008	Varga	2/3	T				2	3		
	Zarand-hg.	Debela Gora	2007	Szövényi & Puskás	4/1	T	1	3			1		
SK	Szlovák-karszt	Hačava	2003	Nagy	5/3	N	5			3			
							Σ	5	27	9	10	20	4

Rövidítések: H: Magyarország, BG: Bulgária, HR: Horvátország, RO: Románia, SK: Szlovákia, h: hím, n: nőstény, APK: *a priori* kategorizálás, F: *Pseudopodisma fieberi*, N: *P. nagy*, T: *P. transilvanica*.

3.2.2 Morfometriai mérések

A morfometriai vizsgálat során minden egyedden tizennyolc karaktert mértem meg: első lábszár hossza (**ELH**), fedőszárny legnagyobb hossza (**FLH**), fedőszárny legnagyobb szélessége (**FLSZ**), fej magasság (**FM**), fej szélesség (**FSZ**), harmadik comb legnagyobb hossza (**HCLH**), harmadik comb legnagyobb szélessége (**HCLSZ**), harmadik lábszár hossza (**HLH**), mezosternum lobusai közötti távolság (**MLT**), mezosternum lobusainak hossza (**MLH**), pronotum

legnagyobb hosszúsága (PLH), pronotum legnagyobb szélessége (PLSZ), pronotum oldallemezének legnagyobb magassága (POLM), pronotum oldallemezének legnagyobb szélessége (POLSZ), sternum legnagyobb hosszúsága (SLH), sternum legnagyobb szélessége (SLSZ), szemek közötti legkisebb távolság (SZT), testhossz (TH). A későbbi elemzésekben a félkövérrel kiemelt, 16. ábrán is látható 10 paramétert szerepeltettem.



16. ábra A tizennyolc vizsgált morfometriai bélyeg közül kiválasztott tíz elhelyezkedése a *Pseudopodisma* egyedeken. ELH = első lábszár hossza, FLH = fedőszárny legnagyobb hossza, FSZ = fej szélesség, HCLSZ = harmadik comb legnagyobb szélessége, HLH = harmadik lábszár hossza, POLM = pronotum oldallemezének legnagyobb magassága, POLSZ = pronotum oldallemezének legnagyobb szélessége, SLH = sternum legnagyobb hosszúsága, SLSZ = sternum legnagyobb szélessége, TH = testhossz. (Az eredeti rajz HARZ (1957) által készült.)

A méréseket egy Motic SMZ-168 sztereo-mikroszkóppal végeztem. A vizsgálatok után az állatok egyedi azonosítóval ellátva, 80 V/V % etanolba kerültek konzerválás céljából, ezután a Debreceni Egyetem, Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék, Entomológiai Gyűjteményében lettek elhelyezve.

3.2.3 Morfometriai adatok elemzése

A morfometriai adatok elemzése során Wilk-féle λ érték alapján történő (hozzáadásos, "stepwise forward") változó kiválasztást használtam (HOCKING 1976), a hím és nőstény egyedekre egymástól függetlenül. A módszer segítségével azokat a morfometriai bélyegeket kerestem, melyek a legalkalmasabbak a csoportok szétválasztására. A "stepwise forward" változó szelekció egy olyan eljárás, ahol a kiindulási modell (null modell) nem tartalmaz egyetlen független (prediktor) változót sem, a módszer minden egyes ciklusban egy új változót von be (illetve el is hagyhat) a modellbe. Ezt a folyamatot addig végzi, míg egy további változó hozzáadása, vagy elvétele tovább már nem javítja a modellt statisztikailag szignifikáns mértékben. A Wilk-féle λ az F-eloszlás általánosításán alapuló statisztikai teszt, aminek segítségével a többváltozós variancia-analízis során megállapíthatjuk, vannak-e különbségek az azonosított csoportok átlagai között a függő változók egy adott kombinációjánál (EVERITT ÉS DUNN 2001). Minél közelebb áll a Wilk-féle λ értéke nullához, annál nagyobb a csoportok közötti különbség valószínűsége és annál kisebb a csoporton belüli heterogenitás.

A kezdeti modellt olyan változókkal indítottam, amelyek a csoportok közötti legjobb szétválasztást szolgálták. A modellt ezután kiterjesztettem Wilk-féle λ kritériumtól függően, további változók bevonásával: kiválasztottam azt, amely minimálisra csökkenti a modell Wilk-féle λ értékét, miközben a változó p-értéke továbbra is statisztikai szignifikanciát mutatott (MARDIA *et al.* 1979). A változó kiválasztást az R program (R CORE DEVELOPMENT TEAM 2009), 'klaR' csomagjával végeztem (WEIHS *et al.* 2005).

Ez a kiválasztási eljárás olyan változókészletet eredményezett, melyet tovább elemeztem lineáris diszkriminancia analízissel (LDA; FISHER 1936). Az előre meghatározott csoporttagságot (a fajok *a priori* meghatározása és lelőhely

adata, 2. táblázat) használtam, hogy az eredeti változók olyan lineáris kombinációjához jussak, ahol az osztály átlagok szétválási aránya maximális az osztályon belüli varianciákhoz képest (VENABLES ÉS RIPLEY 2002). Három csoportra (és több mint két változóra) a számítható lineáris diszkriminánsok száma kettő. A kapott sajátértékek (eigenvalues) megmutatják, hogy az első (LD1), illetve a második lineáris diszkrimináns (LD2) milyen arányban járul hozzá az osztályok közötti varianciák magyarázatához. Az LDA elemzéseket az R program (R CORE DEVELOPMENT TEAM 2009), MASS csomagjával végeztem (VENABLES ÉS RIPLEY 2002).

3.2.4 Molekuláris karakterizáció

A DNS kivonás az etanolban tartósított minták 800 µl extrakciós pufferben történő homogenizálásával történt (GILBERT *et al.* 2007). Ezt követően 24 órán át 56 °C-on inkubálódtak enyhe rázatás mellett, majd centrifugáltuk 14000 fordulat / perc sebességgel 1 percre. A felülúszót kétszer egyenlő térfogatú kloroform-izoamil-alkohollal (24:1) mostuk a fehérjék eltávolításához. A DNS kicsapása 80 µl ammónium-acetát (7,5 M) és egyenlő térfogatú jéghideg izopropanol elegyének hozzáadásával történt, majd a mintákat -20 °C-on 4 órán keresztül tároltuk. A DNS-t centrifugálással pelletizáltuk 14000 fordulat / perc sebességgel 10 percre 4 °C-on. A centrifugálás után a felülúszót nem használtuk, a DNS-üledéket kétszer mostuk 70 V/V %-os jéghideg etanollal. A pellet 1 órán át szobahőmérsékleten levegőn száradt, ezután 50 µl elúciós pufferben (10 mM Tris HCl, pH = 8,0 és 0,5 mM EDTA, pH = 9,0) került újból feloldásra.

A mitokondrium citokróm *b* (*CytB*) gén alternatívát jelenthet a széles körben használt citokróm *c* oxidáz I (COI) génnel szemben a közelmúltban szétvált taxonok esetében (HEBERT *et al.* 2003), mivel a rovar filogenetikai fák terminális ágáiban jobb felbontású összehasonlítható eredményt ad (SIMMONS ÉS

WELLER 2001), így egy megfelelő eszközt kínál a *Pseudopodisma* fajok feltételezett faji elkülönülésének tesztelésére. Habár LITZENBERGER ÉS CHAPCO (2001) a *CytB* régió egyenesszárnyúakban történő amplifikálásához szolgált primereket, kísérleteimben ezek gyengén működtek. Ennek megoldására új primereket terveztünk a *CytB* régió specifikus amplifikációjára, meghatározva a konzervatív régiókat két közeli rokon fajban [(*Ognevia longipennis* (Shiraki, 1910), *Prumna arctica* (Zhang & Jin, 1985)], ahol a teljes mitokondriális genom elérhető (GenBank azonosítók: EU914848, NC_013835). A következő primerek lettek tervezve: “*CytB*–SaskaIFw” (5’ – CCG TTC ATG CTA ATG GAG C – 3’) mint forward és “*CytB*–SaskaRv” (5’ – GGA CTT TAC CTC GTT TTC G – 3’) mint reverse primer. Ezekkel a primerekkel specifikusan 1047 bázispár (bp) hosszú régiót tudunk amplifikálni, mely a bp 10686-11718 között helyezkedik el (összehasonlítva az *Ognevia*-val, EU914848), ami a *CytB* régió 3'-végének 852 bázispárját fedi le, illetve ND1 gén 5'-végének kis részét tartalmazza az alábbi PCR-körülmények között. A reakcióelegy a következőket tartalmazta: 0,2 mM dNTP, 2 mM Mg, 1 mg / ml BSA, 0,2 μ M az egyes primerekből, 0,02 U Phusion Hot Start II High-Fidelity DNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific Ltd.) és 2 \times a megfelelő reakció pufferből (Phusion HF). A DNS szakasz megsokszorozását egy Veriti 9600 thermal cycler (Applied Biosystem) készülékkel végeztük, a következő beállításokkal: kezdeti denaturálás 98 °C-on 45 másodpercig, majd 35 ciklus denaturálás 98 °C-on 15 másodpercig, ezt követte a kapcsolódási lépés (annealing) 58 °C-on 30 másodpercig, ezután 72 °C-on 1 percig a meghosszabbítás (extension), majd a végső meghosszabbítás 72 °C-on 7 percig. A DNS szakasz megsokszorozásának sikerét etidium-bromiddal festett 1 %-os agaróz gélen ellenőriztük. Az eredményesen amplifikált termékeket mindkét irányból való szekvenálás céljából, egy a kereskedelmi

forgalomban elérhető szolgáltatónak küldtük (Macrogen Inc., Dél-Korea), ahol az eredeti amplifikációs primerek lettek használva szekvenáló primerekként.

3.2.5 Molekuláris filogenetikai analízis

Ugyanazon minta forward és reverse szekvenciái manuálisan lettek ellenőrizve, annak érdekében, hogy nem tartalmazzak-e hibát, ezután a fragmentált, átfedő részeket a folyamatos olvasás érdekében össze kell kombinálni egy nagyobb összefüggő egységbe, ezeket a kombinált szekvenciákat "contigs" -nak nevezzük, amely a "contiguous sequences" (szomszédos szekvenciák) rövidítése (DE WIT *et al.* 2012), ez a folyamat kézzel lett elvégezve a Chromas Lite v.2.1 (Technelysium Pty Ltd.) szoftver segítségével. A szekvenciák összehangolása manuálisan történt a BioEdit v.7.1.3 (HALL 1999) program használatával. A filogenetikai analízis a PAUP v.4.0b * 10 (Swofford 2003) által végrehajtott maximális parszimónia (MP, maximum parsimony) elve szerint, az összes lehetséges kombináció keresésével (exhaustive search) történt. A maximális parszimónia elve egy kladsztikai optimalizációs módszer, ami a lehető legkevesebb evolúciós lépést feltételező fát keresi a leszármazási viszonyok magyarázásához (PODANI 1997a). A szekvenciák száma lehetővé tette az összes lehetséges kombináció keresésének lefolytatását, így elvégeztem ezt az elemzést, amely minden lehetséges fát vizsgál a virtuális fa-térben. A szekvencia átfedő része alapján az *Ognevia longipennis*-t (EU914848), mint távoli kulcsoport, az *Odontopodisma rubripes*-t pedig, mint közeli kulcsoport használtam. A fenti, két különböző rokonsági szinten álló csoport vizsgálatba való bevonásával teszteltem a *Pseudopodisma* genus kohézióját is. A keresés minden karaktert rendezetlenül és súlyozatlanul kezelt. Kiszámoltam az eredményül kapott filogenetikus fa konzisztencia, homoplázia és retenciós indexét. A konzisztencia index (CI) egy nulla és egy közötti szám lehet, értéke

akkor egy, ha adatainkban egyáltalán nincs homoplázia. A homoplázia index (HI) a következőképpen számolható: $HI = 1 - CI$. A retenciós index (RI) szintén nulla és egy közötti értéket vehet föl, a homoplázia meghatározásának egy másik megközelítése, ami méri szünapomorfiá fokát az adatsorban (KITCHING 1998). A fa topológiájának statisztikai robusztusságát egy bootstrap tesztben ellenőriztem 1000 pszeudo-replikációval.

3.3 Eredmények

3.3.1 Morfometria

A hímek esetében hat morfometriai változó került kiválasztásra (ELH, FLH, POLM, SLH, SLSZ, TH) (16. ábra) a 18 mért változó közül, a Wilk-féle λ értékek alapján. Az első diszkrimináns (LD1) a *P. nagy*-t választotta szét a *P. transilvanica* és *P. fieberi* taxontól (17. ábra). Az LD1 standardizált együtthatói a POLM, SLH és SLSZ prediktorok esetében voltak a legmagasabbak (3. táblázat). Ez azt jelenti, hogy a pronotum oldallemezének legnagyobb magassága, sternum legnagyobb hosszúsága és a sternum legnagyobb szélessége alkalmas a *P. nagy* és a másik két faj, a *P. transilvanica* és *P. fieberi* közötti diszkriminációra. A második diszkrimináns (LD2) a *P. transilvanica* és *P. fieberi* közötti elválasztáshoz vezetett (17. ábra). Az LD2 standardizált együtthatói az ELH, FLH és SLH prediktorok esetében voltak a legmagasabbak (3. táblázat). Ez azt jelenti, hogy az első lábszár hossza, fedőszárny legnagyobb hossza és a sternum legnagyobb hosszúsága alkalmas változók a *P. transilvanica* és *P. fieberi* közötti elkülönítésre. A hímek esetében az LD1 77,27 %-ban, míg az LD2 22,73 %-ban járult hozzá az osztályok közötti varianciák magyarázatához, az egyedi érték (SV, singular value, megadja a lineáris diszkriminancia változók csoportok közötti és csoporton belüli szórásának arányát) 4,17 és 2,26 volt a két tengely esetében.

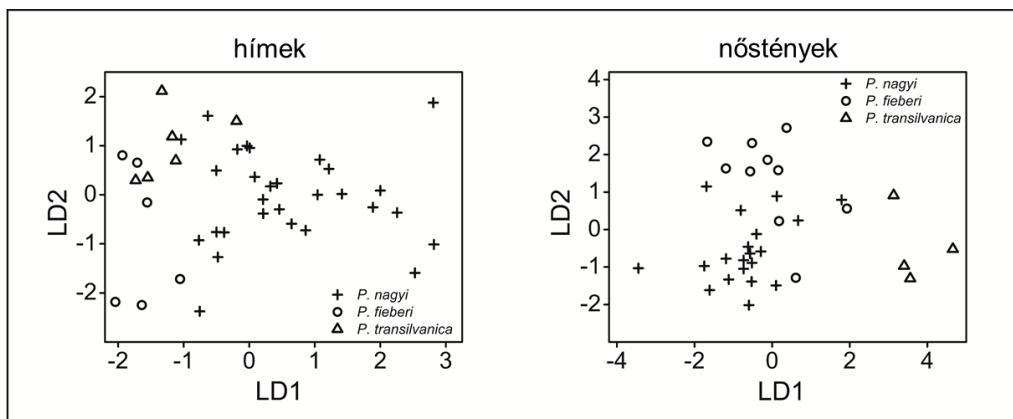
3. táblázat A hat legfontosabb diszkriminatív karakter a csoportok között, átlag és standard deviáció (\pm SD) (mm). Az LD1 és LD2 mutatja a standardizált együttható értékeket minden egyes karakterhez, a nagyobb abszolút értékek nagyobb elkülönítő képességet jelentenek.

ivar	Morfometriai bélyegek	<i>P. fieberi</i>	<i>P. nagyí</i>	<i>P. transilvanica</i>	LD1	LD2
Hím	FLH	3,62 (\pm 0,37)	3,87 (\pm 0,37)	3,39 (\pm 0,39)	0,81	-1,80
	ELH	3,41 (\pm 0,25)	3,58 (\pm 0,20)	3,59 (\pm 0,06)	0,65	5,22
	SLH	4,97 (\pm 0,34)	4,90 (\pm 0,25)	4,91 (\pm 0,26)	-3,70	-1,85
	SLSZ	3,53 (\pm 0,47)	3,96 (\pm 0,38)	3,74 (\pm 0,22)	2,29	0,67
	POLM	2,18 (\pm 0,19)	2,52 (\pm 0,46)	2,30 (\pm 0,22)	1,41	0,12
	TH	18,97 (\pm 1,59)	19,74 (\pm 2,17)	17,84 (\pm 0,67)	0,28	-0,18
Nőstény	POLM	2,69 (\pm 0,20)	2,99 (\pm 0,15)	2,85 (\pm 0,24)	-3,92	-2,90
	FLH	4,49 (\pm 0,46)	4,93 (\pm 0,50)	4,06 (\pm 0,46)	-2,46	-0,12
	HLH	10,02 (\pm 0,46)	10,36 (\pm 0,56)	10,90 (\pm 0,48)	1,42	-0,29
	HCLSZ	2,89 (\pm 0,29)	3,06 (\pm 0,17)	2,90 (\pm 0,34)	-4,05	0,27
	POLSZ	4,35 (\pm 0,36)	4,78 (\pm 0,25)	4,83 (\pm 0,28)	3,04	-1,06
	FSZ	2,60 (\pm 0,35)	2,93 (\pm 0,27)	3,03 (\pm 0,05)	1,73	-1,51

Rövidítések: ELH = első lábszár hossza, FLH = fedőszárnyak legnagyobb hossza, FSZ = fej szélesség, HCLSZ = harmadik comb legnagyobb szélessége, HLH = harmadik lábszár hossza, POLM = pronotum oldallemezének legnagyobb magassága, POLSZ = pronotum oldallemezének legnagyobb szélessége, SLH = sternum legnagyobb hosszúsága, SLSZ = sternum legnagyobb szélessége, TH = testhossz; LD = lineáris diszkriminancia függvény tengelyek.

A nőstények esetében is hat változó került kiválasztásra (FLH, FSZ, HCLSZ, HLH, POLM, POLSZ) (16. ábra) a 18 mért változó közül, a Wilk-féle λ értékek alapján. Az első diszkrimináns (LD1) a *P. transilvanica* és a másik két faj, *P. nagyí* és *P. fieberi* közötti szétválasztáshoz vezetett (17. ábra). Az LD1 standardizált együtthatói a FLH, HCLSZ, POLM és POLSZ prediktorok esetében voltak a legmagasabbak (3. táblázat). Következésképpen a fedőszárny legnagyobb hossza, a harmadik comb legnagyobb szélessége, a pronotum oldallemezének legnagyobb magassága és a pronotum oldallemezének legnagyobb szélessége megfelelő változók ahhoz, hogy elkülönítsük a *P. transilvanica*-t a másik két fajtól. A második diszkrimináns (LD2) szétválasztotta a *P. nagyí*-t és *P. fieberi*-t (17. ábra). Az LD2 standardizált

együtthatói az POLM és FSZ prediktorok esetében voltak a legmagasabbak (3. táblázat). Ez rámutat arra, hogy a pronotum oldallemezének legnagyobb magassága és a fej szélesség a legalkalmasabb elkülönítő bélyeg a *P. nagy*i és *P. fieberi* megkülönböztetésében. A nőstények esetében az LD1 71,31 %-ban, míg az LD2 28,68 %-ban járult hozzá az osztályok közötti varianciák magyarázatához, egyedi érték 5,66 és 3,59 volt a két tengely esetében.



17. ábra A lineáris diszkriminancia elemzés eredményei a hímek (bal) és a nőstények (jobb) tekintetében. Minden egyes szimbólum egy individuális egyedet reprezentál.

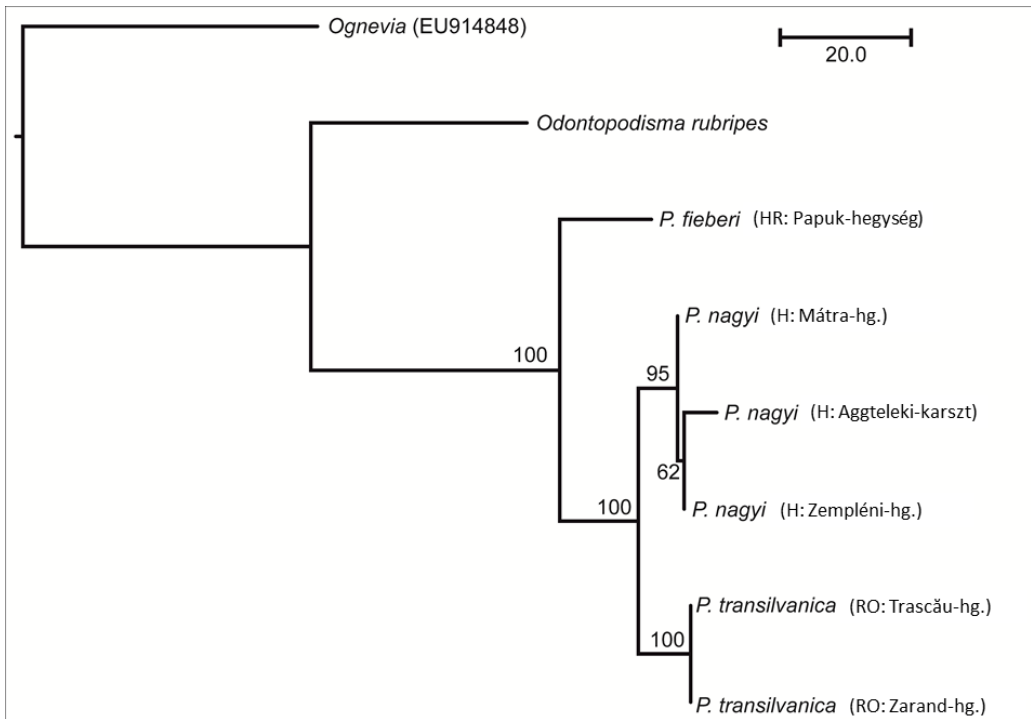
A *P. fieberi* hat *a priori* módon meghatározott hím egyede közül négy példány helyesen lett osztályozva; a fennmaradó két horvátországi egyedet a modell a *P. transilvanica* csoporthoz sorolta. A helyesen azonosított példányok aránya 66,6 % volt. A *P. nagy*i 29 *a priori* módon meghatározott hím egyede közül 26 példány helyesen lett osztályozva; az Aggteleki-karsztról két egyedet a *P. transilvanica* csoporthoz, egyet pedig a *P. fieberi* csoporthoz sorolt a modell. A besorolás pontossága 89,6 % volt. A *P. transilvanica* hat *a priori* módon meghatározott hím egyede közül öt példány helyesen lett osztályozva; a Zarand-hegységben (Románia) gyűjtött egyik egyedet a *P. nagy*i csoporthoz sorolta a modell. A besorolás pontossága 83,3 % volt (2. táblázat).

A *P. fieberi* tíz *a priori* módon meghatározott nőtény egyede közül nyolc helyesen lett osztályozva; a maradék két mintát a Pirin-hegységből (Bulgária) a *P. nagy*i csoporthoz sorolt a modell. A helyesen besorolt példányok aránya 80 % volt. A *P. nagy*i 20 nőtény példányából csak két, az Aggteleki-karsztról származó egyedeket sorolt a modell a *P. fieberi* csoporthoz. A helyesen besorolt példányok aránya 90 % volt. A *P. transilvanica* négy *a priori* módon meghatározott nőtény egyede közül mind a négy példány helyesen került besorolásra, a helyesen besorolt példányok aránya 100 % volt (2. táblázat).

A 41 *a priori* azonosított hím közül, 35 egyed lett helyesen osztályozva (85,3 %), a 34 *a priori* azonosított nőtény közül 30 egyed lett a helyes csoportba sorolva (88,2 %) a modell eredményei alapján (2. táblázat).

3.3.2 Molekuláris filogenetikai jellemzés

Az újonnan tervezett primerek mindkét irányba (forward és reverse) jól működtek, így a *CytB* régió 1047 bp hosszú láncához jutottunk a *Pseudopodisma* csoportban és 1043 bp hosszú láncához az *Odontopodisma rubripes* fajban. Minden rendelkezésre álló szekvencia végső elrendezése összesen 1054 igazított pozíciót tartalmazott, melyek közül 183 variábilis és 59 parszimónia-informatív volt. A *Pseudopodisma* minták esetében a fenti értékek 43-nak és 15-nek adódtak. A maximális parszimónia (MP) kritériumának figyelembevételével az összes lehetséges kombináció keresésének (exhaustive search) lefolytatása, egyetlen, leginkább parszimónikus filogenetikus fát eredményezett (18. ábra), aminek konzisztencia-indexe (CI) 0,9563, homoplázia indexe (HI) 0,0437, retenciós indexe (RI) 0,8929 volt. A bootstrap eljárás egy kivételével a fa összes ágát határozottan támogatta (bootstrap érték 85 % felett). Két magyar minta elkülönülése a harmadiktól azonban csak gyenge bootstrap támogatást kapott (62 %).



18. ábra A *Pseudopodisma* genus egyetlen legparszimónikusabb filogenetikus fája, amely a maximális parszimónia kritériuma szerinti összes lehetséges kombináció kereséséből származik. Az ágak feletti számok az 1000 pszeudoreplikációból eredő bootstrap értékek. A méretarány 20 mutációs változást reprezentál.

A citokróm *b* régió 1047 bp hosszúságú szekvenciája alapos betekintést biztosított a *Pseudopodisma* genus filogenetikai viszonyaiba. Az *Ognevia*-n alapuló filogenetikai fa a genust egy erősen támogatott monofiletikus kládba helyezte három fő ággal: (i) amely a *P. fieberi* Horvátországból származó egyetlen mintája, (ii) tartalmazza a *P. transilvanica* két romániai mintáját, (iii) a három magyarországi *P. nagyii* minta. Az utóbbi kládon belül az Aggteleki-karsztról és a Zempléni-hegységből érkező minták gyengén támogatott testvércsoport (sister-group) kapcsolatot mutattak. A *Pseudopodisma* genus egy közeli rokon fajtát, az *Odontopodisma rubripes*-t használtam a genus testvércsoportjaként.

3.4 Diszkusszió

Megvizsgáltam a morfológiai és molekuláris differenciálódást a *Pseudopodisma* genus három feltételezett faja között. Míg a *P. nagy*i és a *P. transilvanica* esetében rendelkezésemre álltak minták a fajok típus lelőhelyének közeléből (15. ábra), addig a *P. fieberi* esetében nem sikerül egyedeket gyűjteni Szlovéniából (típus lelőhely). Ez némi bizonytalanságot okozhat a taxonómiai következtetéseimmel kapcsolatban, bár úgy vélem, hogy helyesen extrapoláltam a hímek ivarszervén alapuló *a priori* azonosítást.

A morfometriai analízis alapján (i) a sternum legnagyobb hosszúsága (SLH), (ii) a sternum legnagyobb szélessége (SLSZ) és (iii) a pronotum oldallemezének legnagyobb magassága (POLM) a legjobb morfometriai karakterek a hímek esetében a *P. nagy*i szétválasztására a *P. transilvanica* és *P. fieberi* fajoktól. A diszkrimináció statisztikailag szignifikáns volt, de a karaktereket csak közösen (azaz nem külön-külön) lehetett alkalmazni a fajok megkülönböztetésére. Mindazonáltal, ha a három legjelentősebb morfometriai karakter értékét többváltozós megközelítésben elemezzük, a *P. nagy*i elválasztása a másik két fajtól az első diszkrimináns tengelyen szignifikáns volt. A másik két faj, a *P. transilvanica* és a *P. fieberi* között nagyon kis különbség volt, mind statisztikai értelemben, mind a tényleges mérések szempontjából.

A nőstényeknél a legfontosabb morfometriai karakterek (i) a harmadik comb legnagyobb szélessége (HCLSZ), (ii) a pronotum oldallemezének legnagyobb magassága (POLM), (iii) a pronotum oldallemezének legnagyobb szélessége (POLSZ) és (iv) a fedőszárnyak legnagyobb hossza (FLH). Ebben az ivarban a *P. transilvanica* az első tengely mentén különbözik a másik két fajtól, azonban a *P. nagy*i nem választható el a *P. fieberi*-től. A *P. transilvanica* statisztikailag elkülöníthető a *P. fieberi* és a *P. nagy*i egyedeitől, azonban *P. fieberi* és *P. nagy*i közötti statisztikai különbség ismét nagyon kicsi volt a második tengely mentén.

Érdemes megemlíteni a Zarand-hegység populációjára vonatkozó morfológiai vizsgálatokat, ahol a hímek ivarszerve alapján a *P. transilvanica* fajt azonosítottam. Ennek a populációnak egy példánya valamilyen módon közel áll morfológiailag a *P. nagy*-hoz, míg a többi tagját helyesen határoztam meg *a priori* módon (2. táblázat). Ez a Zarand-hegységből származó egyetlen rosszul besorolt minta HOFFMANN (2009) megállapítását – ha ezt kizárólag az általános morfológiára alapozta, nem pedig az ivarszervek struktúrájára – kérdésessé teszi. Sajnos nem derül ki egyértelműen a publikációból, hogy a szerző a genitális karaktereket használta-e a *Pseudopodisma* fajok megkülönböztetésére, vagy az azonosítás csak a hivatkozott irodalom leírásán alapult.

Összefoglalva, az egyes morfológiai karakterek nem voltak alkalmasak a fajok megkülönböztetésére, ellentétben azzal, hogy a vizsgált taxonok között különböző mértékű morfológiai különbségeket azonosítottam. Mindazonáltal a morfológiai karakterek kombinációja a morfológiai elemzésben képes volt megkülönböztetni a hímek esetében a *P. nagy* egyedeit a genus többi tagjától, míg más karakterek lehetővé tették a *P. transilvanica* elválasztását a nőstények vonatkozásában a másik két fajtól. A hímek ivarszerv morfológiája jól működött a *Pseudopodisma* genus fajainak *a priori* meghatározása során, mivel a vizsgált minták 80-90 %-os sikerességgel lettek osztályozva az *a priori* megadott fajba, amit általánosan elfogadhatónak tartok. Ezek az eredmények lehetőséget adnak annak a következtetésnek a levonására, hogy az *a priori* taxonok morfológiailag kis mértékben, de szignifikánsan különböznek, ez egy olyan eredmény, amit várhatunk az evolúciósan kevésbé szétvált fajok esetén.

Annak ellenére, hogy a molekuláris adatkészlet kissé szűkös volt, mégis markáns eredményeket adott elhanyagolható homopláziával. A mitokondriális DNS szekvenciákon alapuló filogenetikai analízis a *Pseudopodisma* genus kohézióját jelezte. Több mintára van szükség a Podismini nemzetségből,

különösképpen a *Podisma* (Berthold, 1827) és *Micropodisma* Dovnar-Zapolskij, 1932 csoportok példányaiból, a genus monofiletikus voltának tesztelésére. A genuson belül három, nagymértékben támogatott (mindegyik 100 %-os bootstrap támogatással) monofiletikus kládot találtam, amelyek megfelelnek az *a priori* faj azonosításnak (azaz *P. fieberi*, *P. nagy*, *P. transilvanica*). A *P. nagy* esetében a Mátra-hegységből származó minta különbsége a másik kettőtől figyelemre méltó és bár csak gyengén támogatott, további vizsgálatot igényel. Ez az eredmény az adatsoron belül bizonyos filogeográfiai struktúrát jelezhet, figyelembe véve, hogy a Mátra-hegység Magyarország legmagasabb hegyvonulata, földrajzilag jobban elszigetelt, mint a Zempléni-hegység vagy az Aggteleki-karszt. Ennek a populációnak a megőrzése ezért több figyelmet igényel. Összeségében úgy gondolom a filogenetikai eredmények támogatják a GALVAGNI ÉS FONTANA (1993, 1996) munkái alapján történt *a priori* fajmeghatározást a *Pseudopodisma* genuson belül.

Figyelemre méltó azonban, hogy a molekuláris genetikai adatok a *P. nagy* és a *P. transilvanica* közelebbi kapcsolatára utalnak, míg a morfometriai eredmények más mintát mutatnak: a morfometriai térben (17. ábra) *P. fieberi*-t nem lehet elkülöníteni a másik két fajtól. Ez az eredmény magyarázható az alkalmazott markerek eltérő jellegével. Amennyiben bármelyik morfometriai karakter szelekciós nyomás alatt áll, a morfometriai eredmények eltérhetnek attól, amit elvárnánk, ha neutrálisan evolválódtak volna – egy előnye a (majdnem) neutrálisan evolválódó molekuláris markerek használatának (HEBERT *et al.* 2003). Továbbá, ha *P. fieberi* egy korai szétválási vonalat képvisel a *Pseudopodisma* genuson belül, kevesebb morfológiai különbséget várhatunk a többi származtatott taxontól.

A genitális morfológiai, a morfometriai és a genetikai eredményeket együttvéve, az adatok azt mutatják, hogy a *Pseudopodisma* genus három tagjának

faji szintű elkülönítése egymástól indokolt. Azonban be kell látni, hogy a taxonnal kapcsolatos kutatásban – ahol csak egy alapvető taxonómiai munkát végeztek eddig – a következő lépésnek egy olyan vizsgálatnak kell lennie, ami több mintavételi területet, régiót von be az elemzésbe (filogeográfiai felmérés). Habár nem zárhatjuk ki teljesen azt a lehetőséget, hogy ez a genetikai mintázat egyszerűen a földrajzi variációt (vagyis a filogeográfiai mintázatot) tükrözi, úgy vélem, hogy fajok karakterizálására használt hím ivarszervek és a *CytB* szekvenciák kellő erővel rendelkeznek ahhoz, hogy markáns izolációra utaljanak.

A filogenetikai adatkészletben található filogeográfiai struktúrák felfedezése egy részletesebb molekuláris munka kiindulópontja lehet a genusban, amihez itt egy hasznos molekuláris módszert nyújtok. A konkrét kérdésem túl az eredmények azt mutatják, hogy egyszerű külső morfometriai technikák önmagukban nem elegendőek ahhoz, hogy egyértelműen elkülönítsék egymástól a tanulmányozott sáskafajokat. Ezeket a módszereket genitális morfometriával és / vagy molekuláris genetikai vizsgálatokkal kell kombinálni. A legcélravezetőbb megközelítés azonban a genitális morfometria és a molekuláris genetikai elemzés együttes használata, amely nagyon hasznos lehet az egyenesszárnyú taxonómiában, különösen a nem ciripelő csoportokban, mint például a *Pseudopodisma*.

4. *Pezotettix giornae* és az *Odontopodisma decipiens* vizsgálata két hazai élőhelyen

4.1 Bevezetés

Az egyenesszárnyúak tömegességük és elterjedtségük révén a gyepök egyik legfontosabb herbivor csoportja (ANDERSEN *et al.* 2001), fajegyütteseik összetételét leginkább az élőhelyszerkezet (növényzeti struktúra) és a mikroklíma határozza meg (KEMP *et al.* 1990, QUINN *et al.* 1991). A növényzettel való erős kapcsolat, a könnyű határozhatóság és a kezelhetően magas fajszaám az egyenesszárnyúakat a fajok és az együttesek szintjén egyaránt az élőhelyek szerkezet-változásának érzékeny indikátoraiává teszik (KÖHLER 1990, SZÖVÉNYI 2002).

Jelen vizsgálatban két röpképtelen Catantopinae faj, a *Pezotettix giornae* és az *Odontopodisma decipiens* viszonyait elemzem a Villányi-hegység és az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer élőhelyein. Az *O. decipiens* hazánkban csak a Dunántúlon fordul elő, a fauna ritka tagja, a *P. giornae* szélesebb áréával rendelkezik (lásd: 2.3.5 fejezet). Mind a két faj ponto-mediterrán faunaelem (RÁCZ 1998a), a Dél-Dunántúlon egy lokalitáson belül is előfordulnak, azonban a gyep más szerkezeti szintjeit népesítik be. A *P. giornae* a zártabb gyepet preferálja (chortobiont életforma-típus), míg az *O. decipiens* a zártabb gyepök szegélyeit, bokorerdő foltokat részesíti előnyben (chortobiont életforma-típus). A fenti fajok jelenlét / hiány adatainak felhasználásával, illetve abundanciájuk változásainak követése révén a gyepök különböző szintjein végbemenő folyamatokról kaphatunk információt. RÁCZ (1998b) alföldi szikes gyepökben végzett vizsgálata során arra a megállapításra jutott, hogy a különböző gyepök – szerkezetük függvényében – jól karakterizálhatóak az egyenesszárnyú közösségek életforma spektrumával.

Munkám során arra kerestem a választ, hogy a *P. giornae* és az *O. decipiens*, az adott egyenesszárnyú közösségek karakterisztikáját milyen mértékben határozza meg, illetve az egyes közösségek közötti különbségekhez hogyan járul hozzá. A vizsgálatba bevont területek közül, az erős mediterrán hatás alatt álló Villányi-hegység sziklagyeppei (dolomit és mészkő sziklagyeppek) ideális viszonyokat teremtenek a két mediterrán faj számára. A sziklagyeppek és azok bokorerdőkkel tagolt szegélyei megfelelő gypstruktúrát nyújtanak mind a *P. giornae*, mind az *O. decipiens* igényeinek. A hortobágyi élőhelyek az Egyekpusztakócsi mocsárrendszer területén találhatóak (szikes gyeppek és mocsarak, félszáraz, száraz gyeppek). Az itt elhelyezkedő területek szélsőséges klimatikus viszonyoknak vannak kitéve, jellemzőek a nagy hőingadozások. Az év egyes szakaszaiban gyakori az élőhelyek időszakos vízborítása.

Vizsgálati eredményeim hozzájárulnak a fenti fajok pontosabb ismeretéhez, illetve felhasználhatóak természetvédelmi kezelések tervezésénél és nyomomonkövetésénél.

4.2 Anyag és módszer

4.2.1 Élőhelyek leírása

A Villányi-hegység Magyarországnak a Mediterráneumhoz legközelebb eső, legdélibb helyzetű hegysége. A klíma szubmediterrán jellegű, mérsékelt meleg, mérsékelt nedves (MAROSI ÉS SOMOGYI 1990). A terület a Dél-Dunántúl flóraidékének (Praeillyricum) mecseki flórajárásához (Sopianicum) tartozik. A hegység növénytakarója balkáni jellegű. A Szársomlyóhoz hasonló mediterrán jellegű flórát és vegetációt az országban sehol máshol nem találunk (DÉNES 1995).

Vizsgálataimat a hegység 10 korábban is kutatott (NAGY 1999, NAGY ÉS NAGY 2000) mintaterületén, 2003 és 2005 közötti időszakban végeztem. A

területeken három növényzeti társulást (*Chrysopogono - Festucetum dalmaticae*, *Sedo sopiane - Festucetum dalmaticae*, *Inulo spiraeifoliae - Brometum pannonicum*), valamint két alapkőzet típust (dolomit, mészkő) különíthetünk el (4. táblázat). A mintavételi területek tszf. magassága 307 és 390 m között változik.

4. táblázat A Villányi-hegységben 2003-2005-ben vizsgált, 10 orthopterológiai mintavételi terület jellemzése.

Terület	Növényzet	Alapkőzet
Szársomlyó csúcs	<i>Sedo sopiane - Festucetum dalmaticae</i>	mészkő
Szársomlyó sziklakopár	<i>Sedo sopiane - Festucetum dalmaticae</i>	mészkő
Szársomlyó gerinc	<i>Inulo spiraeifoliae - Brometum pannonicum</i>	mészkő
Fekete-hegy alsó	<i>Sedo sopiane - Festucetum dalmaticae</i>	dolomit
Fekete-hegy felső	<i>Sedo sopiane - Festucetum dalmaticae</i>	dolomit
Fekete-hegy csúcs	<i>Chrysopogono - Festucetum dalmaticae</i>	dolomit
Csukma gerinc	<i>Chrysopogono - Festucetum dalmaticae</i>	dolomit
Köves-máj	<i>Chrysopogono - Festucetum dalmaticae</i>	dolomit
Köves-máj gerinc	<i>Chrysopogono - Festucetum dalmaticae</i>	dolomit
Köves-máj észak	<i>Chrysopogono - Festucetum dalmaticae</i>	dolomit

Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer a Hortobágy kistájhoz tartozik, a Hortobágyi Nemzeti Park része. A mocsárrendszer nemzetközi jelentőségű vizes élőhely, mely szerepel a Ramsari Egyezmény listáján. A terület a NATURA 2000 hálózat része (KVVM 2010), ahol 2004-ben kezdődött meg a tájszintű élőhely-rehabilitáció az Európai Unió által finanszírozott LIFE-Nature program támogatásával, melynek célja a gyeprekonstrukció, a területek fragmentációjának csökkentése, az élőhelyek védelme (LENGYEL *et al.* 2007, DÉRI *et al.* 2009). Az említett program keretében kapcsolódtam be az itt található élőhelyek Orthoptera együtteseinek vizsgálatába. A mintavételek a kezelések monitorozáshoz kapcsolódóan történtek.

A disszertációhoz kapcsolódó vizsgálataimat 2004-ben és 2007-ben végeztem 13 mintavételi egységben. Az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási

Rendszer (Á-NÉR) alapján a tanulmányozott élőhelyek négy fő Á-NÉR kategóriába sorolhatóak: (a) Mocsarak; (b) Szikések; (c) Zárt száraz és félszáraz gyepek; (d) Másodlagos, illetve jellegtelen származék mocsarak, rétek és gyepek. A fő kategóriák mellett az alkategória besorolást is meg lehetett adni (5. táblázat). A tszf. magasság 87 és 98 m között változott. A területek klímája száraz, mérsékelten meleg.

5. táblázat Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer területén 2004-ben és 2007-ben vizsgált, 13 orthopterológiai mintavételi terület jellemzése. Az adott terület domináns növényzeti Á-NÉR alkategóriája félkövér betűtípussal kiemelve.

Folt azonosító	Á-NÉR	
	fő kategória	alkategória
MOCS1 MOCS2 MOCS3	Mocsarak	Tavak zárt nádasai és gyékényesei, Szikes-rétek; Zsiókás és sziki kákás szikes mocsarak
SZIK1 SZIK2 SZIK3 SZIK4	Szikések	Szikes rétek
SZFGY1 SZFGY2 SZFGY3	Zárt száraz és félszáraz gyepek	Alföldi sztyepprétek, Alföldi gyomos száraz gyepek
MGY1 MGY2 MGY3	Másodlagos, illetve jellegtelen származék mocsarak, rétek és gyepek	Alföldi gyomos száraz gyepek, Alföldi sztyepprétek

4.2.2 Mintavétel

A Villányi-hegységben 10 kijelölt területen végeztem a vizsgálatokat, melyek legalább 250 m távolságra voltak egymástól (az esetek többségében a távolság nagyobb volt). A minták begyűjtésére évente két alkalommal került sor (július első hete, augusztus utolsó hete) 2003 és 2005 között. A mintavételezés minden esetben, az orthopterológiában széles körben használt fűhálózással történt, melyet egyeléssel egészítettem ki. A mintákat területenként egy-egy 25 × 25 méteres kvadrátban, szabálytalan vonal mentén haladva

300 hálócsapással vettem fel. A hálót (átmérő 45 cm) a befogott egyedek védelme érdekében 50 csapás után ürítettem. A populációk minél kisebb bolygatása érdekében a terepen gond nélkül határozható fajok egyedeit a határozást követően elengedtem, ügyelve arra, hogy az egyszer már befogott egyedek újra ne kerüljenek a mintába. A fűhálónál ritka fajokra érzékenyebb egyelés során (15 perc / minta) az újonnan észlelt fajok egy-egy egyedét regisztráltam. Az egyelés adatai az egyedek kis száma miatt a kvantitatív viszonyokat számottevően nem módosítják, azonban fontos adatokat szolgáltatnak a fauna tényleges fajgazdagságáról (NAGY *et al.* 2007c). Néhány nehezen azonosítható egyed 70 V/V %-os etanolban konzerváltam és később laboratóriumban határoztam meg. Tekintettel a vizsgált csoport napi aktivitására, a mintavételeket minden esetben 9 és 17 óra között végeztem, kihagyva a déli legmelegebb órákat (12 - 14 óra).

Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer területén vizsgált 13 élőhelyfolt adatait használtam fel az elemzésekhez. A mintavételi foltok minimum 250 m távolságra helyezkedtek el egymástól, azonban ez a távolság több esetben is kilométeres léptékű. Az egyenesszárnyúak felmérésére évi hat alkalommal került sor (május közepe és szeptember vége között) 2004-ben és 2007-ben. Az orthopterák begyűjtése ebben az esetben is fűhálózással történt (háló átmérő 45 cm), azonban a Villányi-hegységben végzett 25 × 25 méteres kvadrátban történt mintavétellel ellentétben, itt négy 25 méteres transzekt mentén haladva, 200 hálócsapással vettem fel a mintákat. A hálót 50 csapásonként ürítettem. Egyelést nem végeztem a felmérések során. Az egyenesszárnyúak terepi határozása nem volt megoldható, mivel a kutatás során több fűhálóval gyűjthető rovarcsoportot is vizsgáltunk, így a mintákat a gyűjtés után -20 °C-on laboratóriumi körülmények között tároltuk azok feldolgozásáig és határozásáig.

4.2.3 Határozás, minták konzerválása

Az identifikációt HARZ (1957, 1969, 1975) határozó kulcsai alapján végeztem. A nevezéktan tekintetében CIGLIANO *et al.* (2018), a fauna- és életforma-típusok tekintetében pedig RÁCZ (1998a) munkáját vettem alapul. A konzervált anyag a Debreceni Egyetem Biológiai és Ökológiai Intézetében került elhelyezésre.

4.2.4 Az adatok elemzése

Az elemzések alapjául a Villányi-hegység esetében 10 mintaterületen gyűjtött 29 faj (14 Ensifera, 15 Caelifera) 1193 egyedét tartalmazó adatsor, az Egyek-pusztakócsi mocsarak esetében pedig 13 élőhely foltról származó, 28 Orthoptera faj (12 Ensifera, 16 Caelifera) 751 egyedét szerepeltető adattábla szolgált. A Villányi-hegység és az Egyek-pusztakócsi mocsarak adatait függetlenül elemeztem és értékeltem.

A vizsgált élőhely-típusok együtteseit többváltozós statisztikai módszerekkel hasonlítottam össze, mely során ordinációs módszerként főkoordináta-analízist (PCoA), hierarchikus osztályozásként cluster analízist alkalmaztam (Bray-Curtis index). A cluster analízis során a hierarchikus osztályozás talán legismertebb és legáltalánosabban alkalmazott módszerét a Ward-Orlóci-féle eltérésnégyzetösszeg-növekedést minimalizáló összevonást (MISSQ) használtam (TÓTHMÉRÉSZ 1996, PODANI 1997a). Az elemzéseket SynTax 2000 programcsomagot használva végeztem (PODANI 1997b).

Az értékelést a többváltozós analízis során kapott csoportok (együttes-típusok) jellemzésével folytattam. Az egyes típusok fauna- és életforma-típus eloszlását, valamint fajgazdagságát vettem össze.

Az adatok normál eloszlását Shapiro-Wilk teszt segítségével ellenőriztem. Normál eloszlás esetén a csoportok közötti páronkénti összehasonlításokhoz kétmintás t-próbat alkalmaztam. Amennyiben a változók nem teljesítették a

normál eloszlás kritériumát, a nem parametrikus Mann–Whitney-tesztet használtam. A feltüntetett szórások minden esetben a középérték közepes hibáját (standard error of the mean, SEM) jelölik. A számításokat GraphPad Prizm 6.0 statisztikai programcsomaggal végeztem (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA, USA).

Az egyes csoportok indikátor fajait (kvantitatív karakterfajait) IndVal elemzés segítségével határoztam meg, amihez az IndVal 2.0 programot használtam (DUFRENE ÉS LEGENDRE 1997). Az eljárás során a cluster analízisben kapott csoportokat használtam. A módszer kombinálja a fajok mintavételi csoportonkénti relatív gyakoriságát, a csoporton belül megfigyelhető konstanciával. A fajok indikátor értékének (IV) két összetevője van: a faj specifikussága (A_{ij}) és a faj hűsége (fidelitása, B_{ij}). Értéke 0 - 100 között változik. Egy faj IV értéke akkor maximális, ha a vizsgált csoport minden mintájában megtalálható és az adott hierarchia szint többi mintájából hiányzik. Az IndVal módszer előnye, hogy a kapott indikátor érték független a többi faj IV értékétől (MCGEOCH ÉS CHOWN 1998) és a kapott értékek alapján eldönthető, hogy az adott faj valódi, szimmetrikus (jelenléte hozzájárul az élőhely specifikusságához, jelenléte az élőhely minden pontján előre jelezhető, $IndVal > 55\%$), vagy aszimmetrikus indikátorfaj (jelenlétét nem lehet az élőhely minden pontján előre jelezni, de jelenléte hozzájárul az élőhely specifikusságához: $IndVal < 55\%$). Az IndVal program a fajokhoz tartozó IV értékeket a hierarchia minden szintjére kiszámítja, és ezek közül a maximális értéket tekintjük az adott faj indikátor értékének. A program randomizációs eljárás során (1000-szeres iteráció) megadja az indikátor értékek szignifikanciáját is.

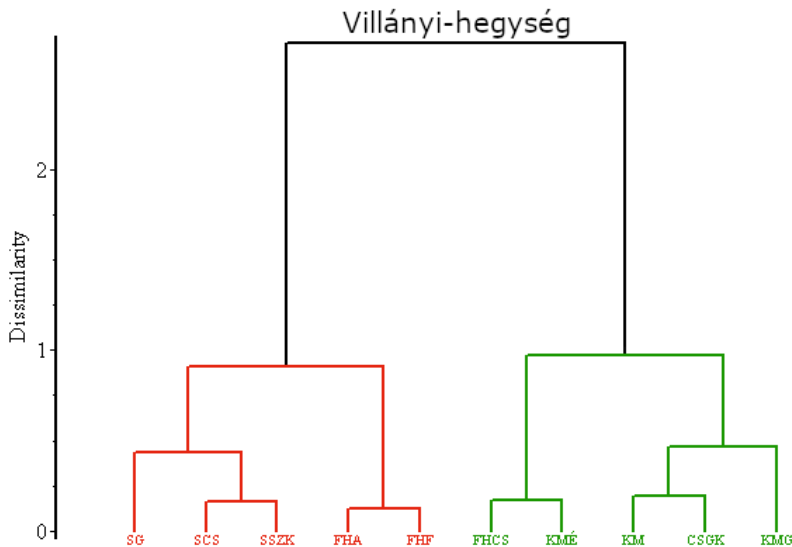
4.3 Eredmények

4.3.1 Villányi-hegység

A vizsgálat során 29 egyenesszárnyú faj (14 Ensifera, 15 Caelifera) 1193 egyedét határoztam meg a 10 mintavételi területről, a hároméves gyűjtési periódusban. Ez a hazai Orthoptera fauna 23,9 %-a (29 / 121; NAGY 2003).

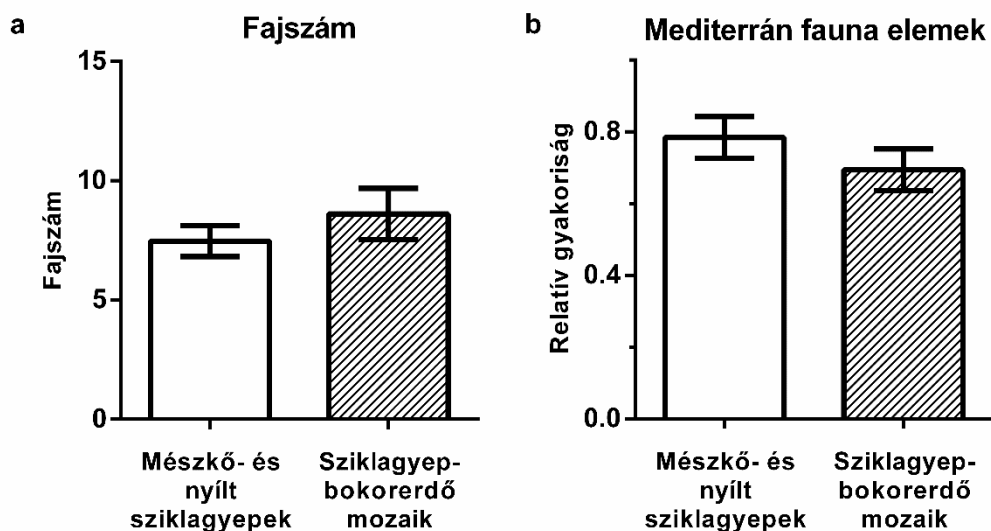
Az előkerült fajok közül az *Isophya modesta* (Frivaldszky, 1868), és a *Saga pedo* (Pallas, 1771) törvény által védettek. A védett fajokon kívül kiemelendő a hazai faunában ritka *Pachytrachys gracilis* (Brunner von Wattenwyl, 1861) és a jelen vizsgálat fókuszában lévő *Odontopodisma decipiens*, melyek a hazai Orthoptera fauna jellegzetes, mediterrán színező elemei (2. Függelék). Az *Aiolopus strepens* (Latreille, 1804) kis egyedszámban (két egyed) fordult elő, ami nem csak ritkaságával magyarázható. Imágói áttelelnék, április-májusban történik a párzás és a petézés, emiatt a júliusi és augusztusi mintavétel nem ideális a gyűjtésükre.

A többváltozós elemzés során az együttesek két típusát különítettem el: mészkő- és nyílt sziklagyeppek (5 terület), illetve sziklagyep-bokorerdő mozaik (5 terület) együttese (19. ábra, 3. Függelék). Az első csoportba a hegység nyíltabb sziklagyeppei kerültek, amelyek mészkövön és dolomiton egyaránt előfordulnak (röviden: nyílt csoport). A második csoportba a zártabb dolomit sziklagyeppek tartoztak, amik rendszerint molyhos-tölgyes bokorerdővel mozaikban található meg a területen (röviden: zárt csoport). A mészkő- és nyílt sziklagyeppek csoportba két dolomit területről származó minta (Fekete-hegy déli lejtői) is bekerült. Ez a két mintavételi hely olyan meredek dolomitlejtőn található, ahol nem a zártabb dolomit sziklagyep, hanem a meredek dolomit és mészkő lejtőkön egyaránt megtalálható *Sedo sopiane - Festucetum dalmaticae* társulás jellemző (ld. 4.2.1 fejezet, 4. táblázat).



19. ábra A Villányi-hegység tíz vizsgálati területén, 2003-2005 között gyűjtött orthopterológiai minták cluster analízise (Bray-Curtis index, MISSQ). SG: Szársomlyó gerinc, SCS: Szársomlyó csúcs, SSZK: Szársomlyó sziklakopár, FHA: Fekete-hegy alsó, FHF: Fekete-hegy felső, FHCS: Fekete-hegy csúcs, KMÉ: Köves-máj észak, KM: Köves-máj, CSGK: Csukma gerinc, KMG: Köves-máj gerinc; bordó: mészkő- és nyílt sziklagyepek, zöld: sziklagyep-bokorerdő mozaik.

A sziklagyep-bokorerdő mozaik csoportból 28, míg a mészkő- és nyílt sziklagyep csoportból 21 faj került elő a vizsgálatok során. A hegységben 2003 és 2005 között megfigyelt 29 egyenesszárnyú faj közül, egyedül a geobiont életforma-típusba sorolható *Oedipoda caerulescens* (Linnaeus, 1758) nem fordult elő a zárt sziklagyepben. A csoportok fajszámai között (20/a ábra) nem sikerült statisztikai eltérést kimutatni (nyílt csoport: $7,47 \pm 0,65$; zárt csoport: $8,60 \pm 1,08$; Mann-Whitney teszt $U = 101,5$, $p = 0,658$).



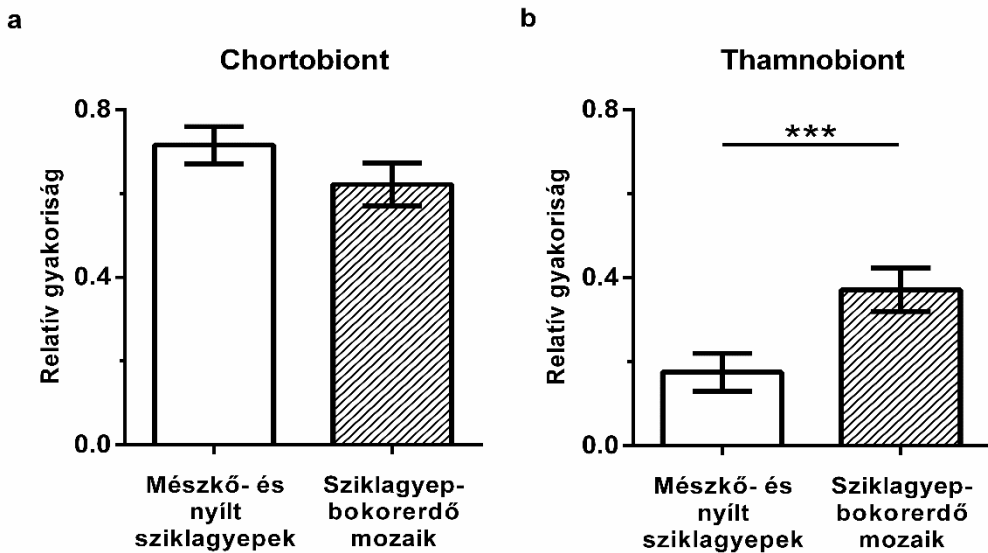
20. ábra A mészke- és nyílt sziklagyepek csoport, valamint a sziklagyep-bokorerdő mozaik csoport **(a)** átlagos fajszámai (\pm SEM) ($n_1 = n_2 = 15$), **(b)** illetve a mediterrán faunaelemek relatív gyakorisága (\pm SEM) ($n_1 = n_2 = 15$).

A két Catantopinae faj közül a *Pezotettix giornae* 171, az *Odontopodisma decipiens* 27 példánya került elő a sziklagyep-bokorerdő csoportból, míg a mészke- és nyílt sziklagyepekben az előbbi fajnak 42, az utóbbinak pedig egy egyede fordult elő.

Az egyes fajokat különböző fauna-típusokba sorolhatjuk, a *P. giornae* és az *O. decipiens* a ponto-mediterrán típusba tartozik, ezért megvizsgáltam a csoportok között a mediterrán faunaelemek (ponto-, észak-, és holo-mediterrán, ponto-kaszpi, afrikai, balkáni, valamint dácikus) arányát (20/b ábra). A mediterrán elemek átlagos relatív gyakorisága mind a két csoportban magasnak adódott, köztük szignifikáns különbség nem volt (nyílt csoport: $0,78 \pm 0,06$; zárt csoport: $0,69 \pm 0,06$; Mann-Whitney teszt $U = 85$, $p = 0,267$).

A fajok jellemzésére használhatjuk az életforma-típus besorolásokat. A *P. giornae* és az *O. decipiens* is a chortobiont típusba sorolható. A vizsgált három évben mind a két csoportban a chortobiont fajok dominanciája volt jellemző

(21/a ábra), köztük szignifikáns különbség nem volt (nyílt csoport: $0,72 \pm 0,04$; zárt csoport: $0,62 \pm 0,05$; t-teszt, $p = 0,175$). A thamnobiontok esetében statisztikai különbséget tapasztaltam az együttesek között (21/b ábra), a sziklagyep-bokorerdő csoportban szignifikánsan magasabb volt a thamnobiontok aránya (nyílt csoport: $0,18 \pm 0,05$; zárt csoport: $0,37 \pm 0,05$; Mann-Whitney teszt $U = 36$, $p = 0,001$). A geobiontok gyakorisága mind a két együttes-típusban nagyon alacsony volt, szignifikánsan nem különböztek a területek (nyílt csoport: $0,11 \pm 0,04$; zárt csoport: $0,007 \pm 0,004$; Mann-Whitney teszt $U = 81$, $p = 0,11$).



21. ábra A mésző- és nyílt sziklagyep csoport, valamint a sziklagyep-bokorerdő mozaik csoport (a) chortobiont életforma-típusba sorolható egyedeinek relatív gyakorisága (\pm SEM) ($n_1 = n_2 = 15$), (b) illetve a thamnobiont életforma-típusba sorolható egyedeinek relatív gyakorisága (\pm SEM) ($n_1 = n_2 = 15$). *** $p < 0,001$

Következő lépésként a fentiekben jellemzett csoportok karakterfajait határoztam meg. Az egyes csoportokra, illetve hierarchia szintekre kapott karakterfajokat és azok IndVal értékeit a 4. Függelékben foglaltam össze. Az összes mintaterületre jellemző általánosan elterjedt fajok közül a *Leptophyes albovittata* (Kollar, 1833) (IV = 90,00) és az *Oecanthus pellucens*

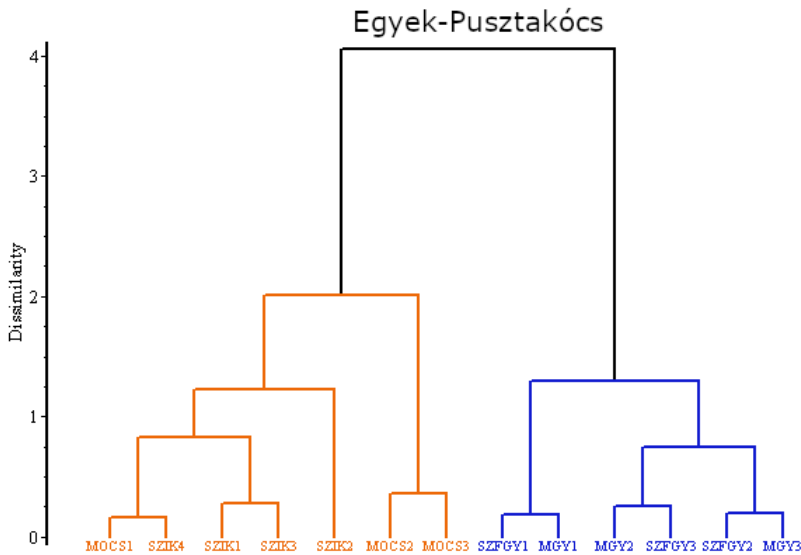
(Scopoli, 1763) (IV = 60,00) emelhető ki, mint a hegység szimmetrikus karakterfajai. Az elemzés során a sziklagyep-bokorerdő mozaik csoportnak három szignifikáns, szimmetrikus karakterfaja adódott, a *Stenobothrus lineatus* (Panzer, 1796) (IV = 77,50), valamint a két általam vizsgált Catantopinae faj, a *P. giornae* (IV = 74,93) és az *O. decipiens* (IV = 57,86). Az *O. decipiens* egyetlen egyed kivételével csak ebben a csoportban fordult elő. A mészkö- és nyílt sziklagyep-csoporthoz két szignifikáns, szimmetrikus karakterfaj került, a *Chorthippus biguttulus* (Linnaeus, 1758) (IV = 98,10) és a *Platycleis grisea* (Fabricius, 1781) (IV = 72,80). A karakterfajok száma a sziklagyep-bokorerdő mozaik együtteseiben volt a legmagasabb (4. Függelék).

4.3.2 Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer

A felmérések során 28 orthopteroid faj (12 Ensifera, 16 Caelifera) 751 egyedét határoztam meg a 13 mintavételi területről, 2004-ben és 2007-ben. Ez a hazai egyenesszárnyú fauna 23,1 %-a (28 / 121; NAGY 2003).

A megfigyelt fajok közül a *Gampsocleis glabra* (Herbst, 1786) és az *Acrida ungarica* (Herbst, 1786) törvény által védett (2. Függelék).

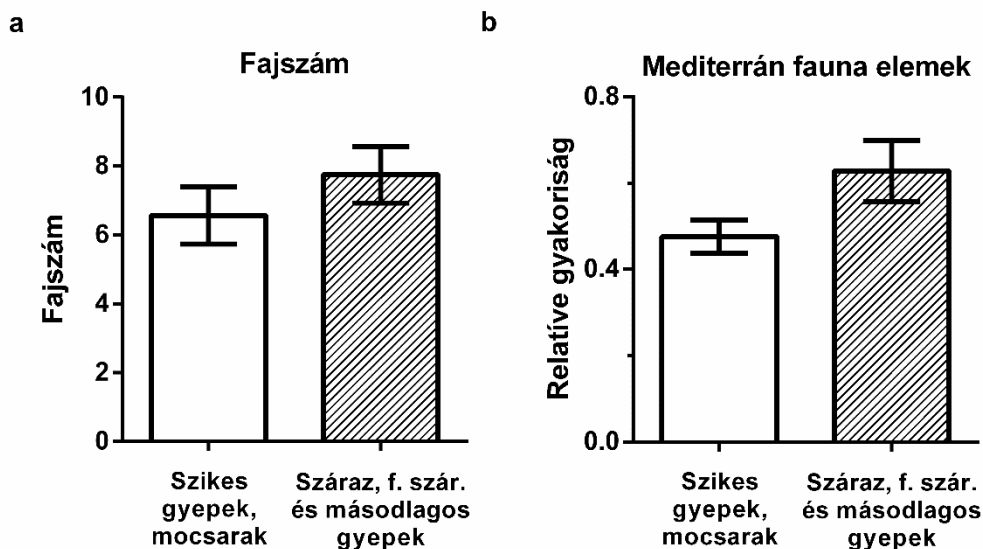
A többváltozós statisztikai elemzés eredményeként a vizsgált mintákat két nagy csoportra oszthatjuk (22. ábra, 5. Függelék). Az első csoportba (7 terület) a szikes gyep és mocsarak kerültek (röviden: szikes gyep), itt szikes rétekekkel és szikes rétekekkel mozaikoló szikes mocsarakkal találkozhatunk. A második csoportba (6 terület) a száraz, félszáraz és másodlagos gyep tartoznak (röviden: alföldi gyep), ezeken az élőhelyeken minden esetben alföldi sztyepprétek és alföldi gyomos száraz gyep különböző arányú elegyei figyelhetőek meg.



22. ábra Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer 13 vizsgálati területén, 2004-ben és 2007-ben gyűjtött orthopterológiai minták cluster analízise (Bray-Curtis index, MISSQ). MOCS: mocsár, SZIK: szikes, SZFGY: Zárt száraz és félszáraz gyepek, MGY: Másodlagos, illetve jellegtelen származék mocsarak, rétek és gyepek; narancs: szikes gyepek, mocsarak, kék: száraz, félszáraz és másodlagos gyepek.

A szikes gyepek, mocsarak élőhelyekről 25, míg a száraz, félszáraz és másodlagos gyepek csoportból 22 faj jelenlétét regisztráltam. A területen 2004-ben és 2007-ben megfigyelt 28 orthopteroid faj közül mindössze három [*Tessellana veyseli* (Koçak, 1984), *Oecanthus pellucens* (Scopoli, 1763), *Stenobothrus crassipes* (Charpentier, 1825)] nem fordult elő a szikes gyepekben. A csoportok fajsámai között (23/a ábra) nem sikerült statisztikai eltérést kimutatni (szikes gyepek: $6,57 \pm 0,83$; alföldi gyepek: $7,75 \pm 0,82$; t-teszt, $p = 0,325$).

A *Pezotettix giornae* négy egyede került befogásra a szikes gyepek és két egyede az alföldi gyepek csoportban. Az *Odontopodisma decipiens* előfordulását nem vártam a területekről, jelenleg csak a Dunántúlon ismertek populációi.

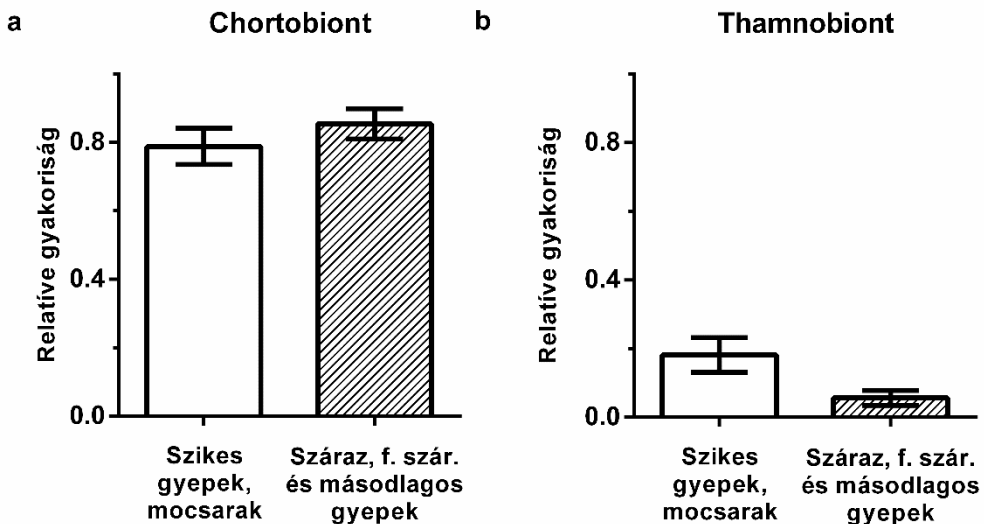


23. ábra A szikes gyepek, mocsarak csoport, valamint a száraz, félszáraz és másodlagos gyepek csoport **(a)** átlagos fajszámai (\pm SEM) ($n_1 = 14, n_2 = 12$), **(b)** illetve a mediterrán faunaelemeinek relatív gyakorisága (\pm SEM) ($n_1 = 14, n_2 = 12$).

Következő lépésként összehasonlítottam a két csoport között a mediterrán faunaelemek (lásd: 4.3.1 fejezet) arányát (23/b ábra). A mediterrán fajok átlagos relatív gyakorisága a száraz, félszáraz és másodlagos gyepek esetén valamivel magasabbnak adódott, azonban nem mutatkozott szignifikáns különbség a csoportok között (szikes gyepek: $0,48 \pm 0,04$; alföldi gyepek: $0,63 \pm 0,07$; Mann-Whitney teszt $U = 51,5, p = 0,098$).

Az életforma-típusok tekintetében a vizsgált két évben mind a két csoportban magas volt a chortobiont fajok dominanciája (24/a ábra), köztük szignifikáns különbség nem volt kimutatható (szikes gyepek: $0,79 \pm 0,05$; alföldi gyepek: $0,85 \pm 0,04$; t-teszt, $p = 0,357$). A thamnobiont fajok relatív gyakorisága a szikes gyepek, mocsarak csoportban magasabb értéket mutatott (24/b ábra), azonban a két csoport statisztikailag nem tért el (szikes gyepek: $0,18 \pm 0,05$; alföldi gyepek: $0,06 \pm 0,02$; Mann-Whitney teszt $U = 50, p = 0,079$). A geobiontok gyakorisága

a Villányi-hegységben vizsgált közösségekhez hasonlóan, mind a két csoportban nagyon alacsony volt, szignifikánsan nem különböztek a területek (szikes gyepek: $0,03 \pm 0,01$; alföldi gyepek: $0,09 \pm 0,05$; Mann-Whitney teszt $U = 68$, $p = 0,399$).



24. ábra A szikes gyepek, mocsarak csoport, valamint a száraz, félszáraz és másodlagos gyepek csoport **(a)** chortobiont életforma-típusba sorolható egyedeinek relatív gyakorisága (\pm SEM) ($n_1 = 14$, $n_2 = 12$), **(b)** illetve a thamnobiont életforma-típusba sorolható egyedeinek relatív gyakorisága (\pm SEM) ($n_1 = 14$, $n_2 = 12$).

Az elemzések utolsó lépéseként a fentiekben jellemzett két élőhely-csoport karakterfajait határoztam meg. Az egyes Orthoptera-együttesekre kapott fajokat és azok IndVal értékeit a 6. Függelékben foglaltam össze. Mind a két csoportra jellemző általánosan elterjedt fajok közül a *Pseudochorthippus parallelus* (Zetterstedt, 1821) ($IV = 73,08$) és a *Chorthippus oschei* Helversen, 1986 ($IV = 61,54$) emelhető ki, mint a terület szimmetrikus karakterfajai. Ide sorolható a *P. giornae* is ($IV = 19,23$), példányai mind a két egyenesszárnyú közösségben hasonló arányban fordulnak elő. A szikes gyepek, mocsarak csoport élőhelyeinek szignifikáns, de nem szimmetrikus karakterfaja a *Conocephalus fuscus*

(Fabricius, 1793) (IV = 50,00), melynek egyedei csak ebben a közösségben fordultak elő. A száraz, félszáraz és másodlagos gyepek csoport szignifikáns, szimmetrikus karakterfajai, magas IV értékekkel, az *Euchorthippus declivus* (Bri. De Barnev., 1848) (IV = 91,82) és a *Stenobothrus crassipes* (IV = 83,33). Utóbbi példányait csak ezeken az élőhelyeken sikerült regisztrálni. A csoport további szignifikáns karakterfaja az *Oecanthus pellucens* (IV = 33,33), melynek egyedei szintén csak itt fordultak elő (6. Függelék).

4.4 Diszkusszió

4.4.1 Villányi-hegység

A Villányi-hegységből, a 2003-2005 közötti gyűjtési periódus során, a hazai Orthoptera fauna több védett, illetve ritka faja került elő. Ezzel is jól mutatva a terület kiemelt természetvédelmi jelentőségét. A *Pezotettix giornae* a vizsgált 10 területből kilenc lokalitásban előfordult, tehát a hegységben általánosan elterjed faj, az *Odontopodisma decipiens* hat területről került elő.

Az egyenesszárnyú fajok kvantitatív előfordulási adatai alapján végzett többváltozós elemzések eredményeként, két jól elkülönülő csoportot tudtam kialakítani (mészkő- és nyílt sziklagyeppek, illetve sziklagyep-bokorerdő mozaik), melyek megfeleltethetőek a különböző növényzeti típusokkal. Ez alapján megállapítható, hogy az eltérő szerkezetű növényzeti formációk sajátos minőségi és mennyiségi összetételű Orthoptera-együttesekkel jellemezhetők.

A két csoport fajszámok tekintetében statisztikailag nem különbözött egymástól, azonban a sziklagyep-bokorerdő mozaik magasabb fajszáma magyarázható az élőhely nagyobb mértékű mikromozaikosságával és a növényzet összetettebb vertikális struktúrájával. NAGY ÉS NAGY (2000) a korábbi adatsorok elemzése során az általam tapasztaltnál hasonlóan a zártabb növényzeti formációkban regisztrált magasabb fajszámot.

A vizsgált élőhelyek gerincközeli elhelyezkedésűek, illetve déli kitétségű lejtők, így a mediterrán klimatikus hatásoknak közel azonos arányban vannak kitéve. Az itt található gyepes nyár végére rendszerint kiégnek, így még a zártabb, sziklagyep-bokorerdő mozaik csoport strukturáltabb gyepi sem képesek a mikroklimatikus hatásokat olyan mértékben módosítani, hogy csoportok között statisztikai különbség adódjon a mediterrán faunaelemek arányában. A hegységben a déli elemek relatív gyakorisága (0,71) hasonlóságot mutatott NAGY ÉS NAGY (2000) korábbi eredményeivel (0,66).

Az életforma-típusok közül a thamnobiont kategória mutatott szignifikáns különbséget a csoportok között. A cserjés, bokros, szegélyeket kedvelő fajok aránya a sziklagyep-bokorerdő mozaik csoportban volt magasabb. Az itt található bokorerdő foltok megfelelő élőhelyet biztosítanak a thamnobiont fajok számára, míg a nyílt gyepesben, az ilyen típusú szegélyek hiányában, jóval alacsonyabb egyedszámban fordulnak elő.

A Villányi-hegység kutatott élőhelyeire általánosan jellemző karakterfajok a *Leptophyes albovittata* és az *Oecanthus pellucens*. Mindkettőre jellemző, hogy szinte az összes vizsgált lokalitásból előkerültek. Érdeemes megjegyezni, hogy a *L. albovittata* thamnobiont, míg az *O. pellucens* chorto-thamnobiont életforma-típusba sorolható. Tehát annak ellenére, hogy a zártabb gyepeseket preferálják, a hegység nyíltabb élőhelyein is stabil, bár kisebb egyedszámú populációikkal találkozhatunk. A karakterfajok száma a sziklagyep-bokorerdő mozaik együtteseiben volt a legmagasabb, ami az élőhely nagy mikrohabitat heterogenitásával magyarázható. A csoport szignifikáns, szimmetrikus karakterfajai a *Stenobothrus lineatus*, a *Pezotettix giornae* és az *Odontopodisma decipiens*. A vizsgálati periódusban a *P. giornae* összes megfigyelt egyedének 80,3 %-a (171 / 213), az *O. decipiens* példányainak 96,4 %-a (27 / 28) ezeken az élőhelyeken fordult elő. A fenti két faj egyértelműen a zártabb, szegélyekben

gazdagabb élőhelyekhez köthető. Az itt található élőhelyek nagy része emberi zavarástól mentes természetvédelmi terület. A megadott szimmetrikus karakterfajoknak (nagy specifitású és a csoport tekintetében nagy fidelitású) fontos szerep juthat az élőhelyek biológiai monitoringja során, míg a ritka színező elemek az élőhelyek minősítésekor juthatnak szerephez.

Vizsgálataim alapján megállapítható, hogy a *Pezotettix giornae* és az *Odontopodisma decipiens* a Villányi-hegység zártabb dolomit sziklagyepének jellegzetes karakterfajai. Eredményeim egyezést mutatnak NAGY *et al.* (2007a) munkájával, ahol a fenti két egyenesszárnyú rovar szintén a zártabb növényzeti struktúrával jellemezhető gyepek karakterfajának adódott. A *P. giornae* magas egyedszámával nagyban hozzájárul a terület mediterrán faunaelemeinek arányához. Az *O. decipiens* jelző faja a bokorerdővel mozaikoló dolomit sziklagyepeknek. Populációinak megőrzése szempontjából kiemelendő a gyepek szegélyében húzódó bozótos, bokros élőhelyek fenntartása.

4.4.2 Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer

Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer területéről, a 2004-ben és 2007-ben végzett felmérések alatt két védett, alföldi gyepekre jellemző faj került elő, a *Gampsocleis glabra* és az *Acrida ungarica*. A *Pezotettix giornae* jelenlétét a vizsgált 13 élőhely foltból ötben sikerült kimutatni. Mind a hat regisztrált példánya a 2007-es vizsgálati évben került begyűjtésre. Ez a faj első előfordulási adata a területről, a Hortobágyon ezen kívül csak két lokalitásból ismert (OLÁH 2006). Feltételezhetően áréája Kelet-Magyarországon jelenleg is bővül, terjedési sebessége azonban korlátozott a nagyrészt mezőgazdasági területekkel tagolt tájban. GAUFFRE *et al.* (2015) vizsgálta a faj diszperziós viszonyait egy agrár területekkel szabdalta franciaországi tájegységben. Eredményük azt mutatja, hogy a mezőgazdasági területek negatívan befolyásolják a *P. giornae* terjedését.

A másik vizsgált Catantopinae faj előfordulása nem volt várható az Egyekpusztakócsi mocsárrendszerben, mivel számára nincsenek megfelelő habitatok, illetve jelenleg csak a Dunántúlon ismertek populációi (NAGY ÉS SZÖVÉNYI 2001, NAGY 2006).

A cluster analízis és a PCoA eredményeként az élőhelyek két csoportba rendeződtek. Míg az első csoportba a szikes gyepek- és mocsarak kerültek, a másodikba az alföldi sztyepprétek, melyek minden itt előforduló élőhely foltban mozaikot alkottak alföldi gyomos száraz gyepekkel. Az egyenesszárnýú közösségek összetétele alapján markánsan elváltak a botanikailag is nagy különbségeket mutató területek. A csoportok megjelenése mögött lehetnek klimatikus vagy edafikus okok is. Míg a szikes mocsarak a párásabb mikroklímát kedvelő fajoknak nyújtanak megfelelő élőhelyet, addig a száraz és félszáraz gyepek a xerophil fajoknak.

A mediterrán faunaelemek arányában nem volt szignifikáns különbség a csoportok között, bár a száraz, félszáraz és másodlagos gyepek csoportban a déli faunakörhöz sorolható fajok relatív gyakorisága magasabb volt a szikes csoporthoz képest. Ennek lehetséges oka az előbbi csoport habitatjainak összetettebb vertikális strukturáltságával magyarázható, mely a Hortobágyon megfigyelhető szélsőséges hőmérséklet ingadozásokkal szemben kiegyenlítettebb mikroklímát biztosítanak a fajok számára.

Az életforma-típusok tekintetében minden lokalitásban általánosan magas volt a chortobiont fajok aránya. A mintavételi területek szegélyektől, cserje sávoktól távolabb estek, így a thamnobiont fajok megjelenésére ezekben a foltokban csak szórványosan, kis egyedszámban számíthatunk.

Az IndVal elemzés eredményeként minden csoportra jellemző szimmetrikus karakterfaj a *Pseudochorthippus parallelus* és a *Chorthippus oschei*. Előfordulásuk általános síkvidéki, mezofil és félszáraz gyepekben. A karakterfaj

analízis során a *P. giormae* is ebbe a csoportba került, egyedei mind a két közösségben előfordultak. Alacsony megfigyelt egyedszáma miatt nem járul hozzá markánsan a vizsgált gyepek közösségeinek karakterisztikájához. Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer területén regisztrált jelenlétéből és hiányából nem következtethetünk a monitorozott élőhelyek növényzeti viszonyaira. A *Conocephalus fuscus* a szikes gyepek és mocsarak csoport szignifikáns karakterfaja, csak ezekben a habitatokban fordult elő, ökológiai igényeit tekintve kimondottan köthető a nedvesebb élőhelyekhez. Az IndVal analízis által a száraz, félszáraz és másodlagos gyepekhez rendelt két Orthoptera, az *Euchorthippus declivus* és a *Stenobothrus crassipes*, melyek a félszáraz és száraz gyepek jellemző képviselői (NAGY *et al.* 2007a).

A mocsárrendszer területén megkezdett vizsgálatok folytatása és a rendszeres felmérés elengedhetetlen a területen lezajlott nagyszabású visszagyepesítési program egyenesszárnú közösségekre gyakorolt hatásának monitorozására. Az itt bemutatott eredmények hasznos referenciaként szolgálhatnak hasonló restaurációs programok tervezésekor.

5. Összefoglalás

Az egyenesszárnyúakkal kapcsolatos tudományos érdeklődésem fókuszában három nagy kutatási terület áll: a faunisztikai jellegű kutatások, ahol az egyes fajok elterjedési adatait publikálják; a taxonómiai munkák, melyek leggyakrabban a tudományra új fajok leírásával foglalkoznak, illetve közel rokon fajok viszonyait vizsgálják; az ökológiai és természetvédelmi kutatások, ahol az orthopterákat indikátor szervezetekként, például természeti állapot jellemzésére, vagy kezelések hatásának monitorozására használják. A fenti témakörök elválaszthatatlanok egymástól, hiszen a fajok pontos ismerete nélkül nem határozhatjuk meg azok elterjedési területeit, amennyiben nem ismerjük egy adott terület pontos fajkészletét, nem tudjuk nyomon követni az élőhelyen végbemenő változások hatását az egyenesszárnyú közösségek összetételére, illetve a fajok és közösségek ökológiai viszonyainak ismerete nélkül nem érthetjük meg az orthopterák fajdiverzitását.

Doktori értekezésemben a Catantopinae alcsalád hét magyarországi képviselőjének segítségével a fenti témaköröket mutatom be. A tanulmányozott fajok a következők: *Pezotettix giornae* (Rossi, 1794), *Miramella alpina* (Kollar, 1833), *Odontopodisma decipiens* Ramme, 1951, *Odontopodisma rubripes* (Ramme, 1931), *Odontopodisma schmidtii* (Fieber, 1853), *Podisma pedestris* (Linnaeus, 1758) és a *Pseudopodisma nagyii* Galvagni & Fontana 1996.

Disszertációmban három esettanulmány segítségével ismertetem kutatásaimat: (i) a Magyarországon előforduló Catantopinae fajok hazai elterjedésének feltérképezése saját kutatási eredmények, publikált és publikálatlan adatok, valamint gyűjteményi adatok felhasználásával; (ii) a *Pseudopodisma* genusba tartozó eddig leírt három faj taxonómiai helyzetének felülvizsgálata, azok faji státuszának eldöntésére; (iii) a hazai faunában ritka

Odontopodisma decipiens, illetve a gyakori *Pezotettix giornae* vizsgálata különböző egyenesszárnyú közösségekben.

A Pannon biogeográfiai régióban az egyenesszárnyú rovarok nagy fajgazdagságot érnek el. Az általam vizsgált fajok közül az *O. decipiens*, *O. rubripes*, *O. schmidtii* és a *P. nagyii* ebben a régióban éri el elterjedésének valamely határát, ezért biogeográfiai és természetvédelmi szempontból is nagy jelentőséggel bírnak. Munkám során összegyűjtöttem és felülvizsgáltam a hét Catantopinae faj magyarországi elterjedési adatait. Feldolgoztam 56 publikált kéziratot, összegeztem a kutatótársak által rendelkezésemre bocsátott publikálatlan adatokat, átvizsgáltam a Debreceni Egyetem rovarani gyűjteményét, valamint feldolgoztam az Eötvös Lóránd Tudományegyetem és a Magyar Természettudományi Múzeum Állattárának egyenesszárnyú anyagát. Az eredményekből 10 × 10 km UTM alapú adatbázist hoztam létre.

Az így létrejött adatbázis a vizsgált Catantopinae fajok 177 darab 10 × 10 km-es négyzetre vonatkozó előfordulási adatát tartalmazza, ez az összes magyarországi UTM négyzet 16,8 %-a. A kutatásnak köszönhetően a fajok eddig ismert előfordulása különösen a *Pezotettix giornae*, az *Odontopodisma rubripes* és az *Odontopodisma decipiens* esetében bővült.

A *Miramella alpina* elterjedésének keleti határát hazánkban éri el, populációi a Kőszegi-hegységben és az Őrségben találhatóak, mely területek biogeográfiai szempontból az alpin régió keleti szélének tekinthetők.

Az *Odontopodisma decipiens* és az *O. schmidtii* Délnyugat-Magyarországon fordul elő, ez utóbbi faj szűkebb elterjedéssel rendelkezik, mindössze kilenc UTM négyzetből került elő a nyugati, délnyugati határ mentén. A védett *O. rubripes* elterjedési centruma az Erdélyi-szigethegységben van, perem helyzetű populációival a Beregi-síkon és a Szamosháton, valamint a Bátorligeti-láp területén találkozhatunk.

Pezotettix giornae ismert előfordulási adatai megduplázódtak az adatgyűjtés során. A faj hazai gyakoriságára vonatkozó korábbi „mérsékelten gyakori” besorolást az eredmények „gyakorira” módosították. A fajnak Magyarországtól északra csupán egy populációja ismert Szlovákiából. Európán kívül Algériából publikálták jelenlétét. A faj áréája folyamatosan bővül hazánkban.

A *Podisma pedestris* a hegyvidéki gyepeket preferálja, a Bükk-hegységben és Mátrában találkozhatunk vele. Nyugat-magyarországi adatait az elmúlt 50 évben nem sikerült megerősíteni, így az itt található élőhelyeken kérdéses a jelenléte.

A *Pseudopodisma nagy*i az Északi-Középhegységben fordul elő, illetve egy mesterségesen létrehozott populációja a Budai-hegységben található. Magyarország határain kívül Szlovákiából, illetve Csehországból ismertek diszjunkt állományai.

Az összegyűjtött és revideált adatok különböző biogeográfiai, ökológiai munkák alapjául szolgálhatnak. Vizsgálataim óta eltelt időszak új adatait egy következő publikáció fogja összegezni.

A *Pseudopodisma* genus három faja a *Pseudopodisma fieberi* (Scudder, 1897), a *Pseudopodisma transilvanica* Galvagni & Fontana, 1993 és a *Pseudopodisma nagy*i Galvagni & Fontana, 1996. A fajleírások a hím egyedek ivarszerve alapján történtek, a nőstényeket morfológiai alapon nem lehet elkülöníteni. Földrajzi elterjedésükről nagyon kevés adat áll rendelkezésünkre, áréajuk pontos határait nem tudjuk megállapítani. A három faj közötti gyenge morfológiai különbség megkérdőjelezi a *Pseudopodisma* genus eddig leírt tagjainak faji szintű szétválását.

A Magyarországról, Szlovákiából, Romániából, Bulgáriából és Horvátországból gyűjtött *Pseudopodisma* egyedeket a hímek ivarszerve alapján *a priori* meghatároztam. Ezt követően 18 külső morfometriai paramétert mértem,

a hím és nőstény egyedeken egyaránt. A mért bélyegeket felhasználva statisztikai módszerek alkalmazásával kiválasztottam azokat a karaktereket, melyek alkalmasak lehetnek a fajok szétválasztására, majd ezeket tovább elemeztem lineáris diszkriminancia analízissel. A morfometriai méréseket molekuláris taxonómiai módszerekkel egészítettem ki, melynek során a cytochrome *b* (*CytB*) génszekvenciákat használtam. Mivel a rendelkezésre álló primerek rossz hatékonysággal működtek, ezért újakat terveztünk, melyek segítségével specifikusan 1047 bázispár hosszúságú régiót tudunk amplifikálni.

A hímek esetében a morfometriai analízis alapján (i) a sternum legnagyobb hosszúsága, (ii) a sternum legnagyobb szélessége és (iii) a pronotum oldallemezének legnagyobb magassága bizonyultak a legjobb morfometriai karakternek a *P. nagy*i szétválasztására a *P. transilvanica* és *P. fieberi* fajtól. A három legjelentősebb morfometriai karakter többváltozós megközelítésben való elemzése, a *P. nagy*i elválasztását eredményezte a másik két fajtól az első diszkrimináns tengelyen. A másik két faj, a *P. transilvanica* és a *P. fieberi* között nagyon kis különbség volt, tehát nem adható meg használható morfológiai jelleg az elkülönítésükhöz.

A nőstényeknél a legfontosabb morfometriai karakternek (i) a harmadik comb legnagyobb szélessége, (ii) a pronotum oldallemezének legnagyobb magassága, (iii) a pronotum oldallemezének legnagyobb szélessége és (iv) a fedőszárnyak legnagyobb hossza adódtak. Ebben az ivarban a jelzett jellegek alapján a *P. transilvanica* az első tengely mentén jól elkülönül a másik két fajtól, azonban a *P. nagy*i nem választható el a *P. fieberi*-től.

A molekuláris adatkészlet markáns eredményeket adott elhanyagolható homopláziával. A filogenetikai fa a genust egy erősen támogatott monofiletikus kládba helyezte. A *Pseudopodisma* genuson belül három, monofiletikus kládot találtam: (i) a *P. fieberi* Horvátországból származó egyetlen mintája, (ii) a

P. transilvanica két romániai mintája, (iii) és a *P. nagy* három magyarországi mintája. Az eredmények megfeleltek az *a priori* fajmeghatározásnak.

Az ivarszervek morfológiája, a morfometriai és a genetikai eredmények együttvéve támogatják annak a lehetőségét, hogy a *Pseudopodisma* genus három képviselőjét faji szinten különítsük el egymástól.

Az egyenesszárnyúak rovarok az élőhelyek szerkezetében végbemenő változások érzékeny indikátorai. Mérsékelt fajszámuk és viszonylag könnyű határozhatóságuk alkalmassá teszi felhasználásukat a különböző ökológiai, természetvédelmi és monitorozó vizsgálatokban. Munkám során a Catantopinae alcsaládba tartozó két chortobiont, mediterrán faj, a *Pezotettix giornae* és az *Odontopodisma decipiens* Orthoptera közösségekben betöltött szerepét elemeztem két különböző magyarországi élőhelyen.

Az egymástól függetlenül vizsgált, két kiválasztott kutatási terület a Villányi-hegység és a Hortobágyi Nemzeti Park részét képező, Egyekpusztakócsi mocsárrendszer. Az elemzések első lépéseként, a fajok kvantitatív előfordulási adatainak felhasználásával, többváltozós statisztikai módszerek alkalmazásával (cluster analízis, PCoA) elkülönítettem az egyes Orthoptera együttes-típusokat. Az így kapott csoportok összehasonlítására a fajszámokat, illetve az egyes fajok fauna- és életforma-típus besorolását használtam. Utolsó lépésként IndVal analízissel a csoportok karakterfajait határoztam meg.

A Villányi-hegységben a cluster analízis és a PCoA alapján két együttes-típus különült el: (i) mészdő- és nyílt sziklagyeppek, (ii) sziklagyep-bokorerdő mozaik. Az utóbbi csoport szignifikáns, szimmetrikus karakterfaja a *Pezotettix giornae* és az *Odontopodisma decipiens*. Mind a két faj ebben az együttes-típusban fordul elő a legnagyobb egyedszámmal, míg az *O. decipiens* mindössze egy példánya került elő a mészdő- és nyílt sziklagyeppekben. A fenti két faj jelentősen hozzájárul a sziklagyep-bokorerdő mozaik csoport mediterrán

faunaelemeinek arányához. Az *O. decipiens* a magyar egyenesszárnyú fauna ritka eleme, *P. giornae*-nál nagyobb mértékben érzékeny a zavarásra, természetközeli gyepekben találkozhatunk vele.

Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer egyenesszárnyú adatain végzett többváltozós elemzés eredményeként két együttes-típus különíthető el: (i) szikes gyepes és mocsarak, (ii) száraz, félszáraz és másodlagos gyepes. Az előbbi csoportban szikes rétek és szikes mocsarak mozaikos élőhelyeivel, az utóbbiban pedig alföldi sztyepprétek és alföldi gyomos száraz gyepes elegyével találkozhatunk. A fauna- és életforma-típusok relatív gyakoriságában nem volt statisztikai különbség a két együttes-típus között. A *Pezotettix giornae* az IndVal elemzés eredményeként, alacsony IV értékkel, a területre általánosan jellemző karakterfajok csoportjába került. Kis egyedszámmal mind a két közösségben hasonló arányban fordul elő. Ezért elmondható, hogy a mocsárrendszer területén található egyenesszárnyú közösségek karakterisztikáját kis mértékben határozza meg.

Itt bemutatott eredményeim hozzájárulhatnak az Egyek-pusztakócsi mocsarak területén végzett nagyszabású visszagyepesítési program kiértékeléséhez és a további természetvédelmi stratégiák kidolgozásához.

A hazai Catantopinae fajok elterjedési adatainak feldolgozása után megállapítható, hogy az egyes taxonok kutatottsága jelentős eltéréseket mutat. Míg például a *Pezotettix giornae* és a *Pseudopodisma nagy*i tekintetében jelentős mennyiségű recens adattal rendelkezünk, addig a *Miramella alpina*, az *Odontopodisma schmidti* és a *Podisma pedestris* magyarországi elterjedésével kapcsolatban hiányosak az ismereteink, illetve csak nagyon régi adatok állnak rendelkezésünkre. A bemutatott eredmények alapján az utóbbi fajok faunisztikai kutatása kiemelkedően fontos lenne. Az adatsorok elemzése alapján elmondható, hogy az 1990-es évektől jelentősen megnöttek a hazai Orthoptera közösségeket

célzó faunisztikai kutatások. A vizsgálat során létrejött adatbázis a hazai természetvédelem számára kiemelkedően hasznos információkat szolgáltathat.

A *Pseudopodisma* genus három képviselőjének morfológiai és genetikai különbségei támogatják az eredeti fajleírásokat, azonban a taxonnal kapcsolatban mindenképp szükséges egy nagyobb területre kiterjedő, több mintát feldolgozó vizsgálat elvégzése, annak érdekében, hogy a fajok szétválásáról biztosabb és pontosabb képet kapjunk. A *P. nagy*i védetté nyilvánítása indokolt lehet, hiszen populációinak jelentős része hazánkban, az Északi-középhegység területén fordul elő, ezen kívül csak Szlovákiában találkozhatunk egyedeivel.

A Villányi-hegység természetközeli élőhelyein meghatározott Orthoptera közösségek két csoportja a hegység nyíltabb és zártabb sziklagyepeit reprezentálja. A csoportok kialakulásában szerepe lehet a növényzet struktúrájának, a mikroklimatikus viszonyoknak és az alapkőzetnek. Az Egyekpusztakócsi mocsárrendszer területén elkülönült két egyenesszárnyú együttes kialakulásában szintén meghatározó szerepe lehet a növényzet szerkezetének, illetve a mikroklimatikus hatásoknak. A fent leírt közösségek monitorozása segíthet az élőhelyeken bekövetkező változások nyomonkövetésében.

Disszertációm új tudományos eredményei a következők:

- Új adatokkal bővítettem a Catantopinae alcsaládhoz tartozó hét egyenesszárnyú faj hazai előfordulásának adatbázisát, revideáltam a fajokra vonatkozó irodalmi adatokat.
- Eredményeim alapján a *Pezotettix giornae* hazai gyakoriságára vonatkozó korábbi „mérsékelten gyakori” besorolás „gyakorira” módosult.
- Morfológiai különbségeket mutattam ki a *Pseudopodisma* genus három faja között, külső morfometriai karakterek diszkriminancia elemzésének segítségével, mind a nőstények, mind a hímek esetén.

- A citokróom *b* (*CytB*) gén elemzése alapján igazoltam *Pseudopodisma* genus monofiletikus voltát.
- A *Pseudopodisma* genus három, fajnak tartott taxonja között markáns genetikai különbséget detektáltam.
- A Villányi-hegység területén két egyenesszárnyú együttes-típust határoztam meg a fajok mennyiségi adatain végzett cluster analízis eredményeként. Az egyik típus jellemzően a bokorerdő-sziklagyep mozaikban fordul elő. Az indikátor faj elemzés eredményeként a *P. giornae* és *O. decipiens* a bokorerdő-sziklagyep csoport karakter faja.
- Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer területén két egyenesszárnyú együttes-típust határoztam meg a fajok mennyiségi adatain végzett cluster analízis eredményeként. Az egyik a nedvesebb, mocsaras élőhelyekhez köthető, míg a másik az alföldi száraz gyeppekhez.

6. Summary

My scientific interest related to orthopterans is focused on three major research areas: faunistic studies that aim to describe the geographical distribution of species; taxonomy studies that describe new species or clarify relationships between closely related taxons; and ecological or conservation studies where orthopterans are used as indicators of habitat quality. These three topics complement each other and equally important as without knowing the species taxonomically it is impossible to identify them, thus, to know their distribution; without faunistical knowledge it is not possible to understand changes in a habitat's species diversity which is essential for conservation planning.

The aim of my dissertation is to demonstrate the importance and complementarity of the above topics through the seven species of the Catantopinae subfamily occurring in Hungary. These species are: *Pezotettix giornae* (Rossi, 1794), *Miramella alpina* (Kollar, 1833), *Odontopodisma decipiens* Ramme, 1951, *Odontopodisma rubripes* (Ramme, 1931), *Odontopodisma schmidti* (Fieber, 1853), *Podisma pedestris* (Linnaeus, 1758) and *Pseudopodisma nagy*i Galvagni & Fontana 1996.

My research is presented in three case studies: (i) Distribution of Catantopinae species in Hungary; (ii) Morphometric and molecular study of the genus *Pseudopodisma*; (iii) Study of *Pezotettix giornae* and *Odontopodisma decipiens* in two Hungarian Orthoptera communities.

Orthoptera species diversity is relatively high in the Pannonian biogeographical region. Due to the region's special biogeographic status many species reach their distribution boundary here. This is the case for four of the seven Catantopinae species living in Hungary. These species (*Odontopodisma decipiens*, *Odontopodisma rubripes*, *Odontopodisma schmidti* and *Pseudopodisma nagy*i) are considered rare in the Hungarian fauna.

In the first study, I collected and revised data from 56 published articles, unpublished data from colleagues and reviewed the insect collections of the Department of Evolutionary Zoology and Human Biology (University of Debrecen), Department of Systematic Zoology and Ecology (Eötvös Loránd University) and the Hungarian Natural History Museum.

The studied species occupied 177 grid cells of the 10 × 10 km Universal Transverse Mercator (UTM) database which is 16.8 % of all the UTM cells covering Hungary. Known distribution of all species has increased significantly, especially for *Pezotettix giornae*, *Odontopodisma rubripes* and *Odontopodisma decipiens*.

Miramella alpina populations can only be found in Kőszeg Mountains and the Órség region which are biogeographically the eastern edge of the Alpine region considering climate, flora and fauna.

Odontopodisma decipiens and *O. schmidtii* both occur in southwestern Hungary. The latter has a narrower distribution and was only detected in nine UTM squares along the west, southwestern border of the country. The distribution center of the protected *O. rubripes* is in Munții Apuseni (Romania) while its edge populations occur in Bereg plain, Szamoshat and Bátorliget-bog.

Known distribution of *Pezotettix giornae* doubled during the data collection. North Hungary is the distribution border of this species and only one population is known from Slovakia. This species also occurs outside Europe in Algeria. As a result of my research, occurrence of this species in Hungary was modified from "moderately frequent" to "frequent".

Podisma pedestris occurs in mountainous grasslands and it occurs in the Bükk and Mátra Mountains. Its western Hungarian distribution has not been confirmed in the past 50 years; therefore, the species' presence in these habitats are questionable.

Pseudopodisma nagyi occurs in the Northern Midlands and in an artificially created population in the Buda Hills. Apart from Hungary, it is only known from Slovakia and from two populations in the Czech Republic.

The data collected and revised by me and presented here could provide a baseline for various biogeographical and ecological studies.

The second study examines the taxonomical relationship between three species of the *Pseudopodisma* genus are *Pseudopodisma fieberi* (Scudder, 1897), *Pseudopodisma transilvanica* Galvagni & Fontana, 1993 and *Pseudopodisma nagyi* Galvagni & Fontana, 1996. Species descriptions were based on the genital structure of male specimens as females cannot be separated morphologically. Little is known about their geographical distribution; therefore, exact boundaries of the species cannot be determined. There is a debate whether species of the genus *Pseudopodisma* should be classified as individual species or synonyms of *P. fieberi*. This is due to the lack of strong morphological differences between species.

Pseudopodisma specimens collected from Hungary, Slovakia, Romania, Bulgaria and Croatia were *a priori* identified based on the male genital structure morphology. Afterwards I measured 18 external morphometric parameters both in males and females. I performed a stepwise forward variable selection to identify which morphometric characters would be suitable for separating the species. This selection procedure resulted in a set of variables that were further analyzed by linear discriminant analysis. Besides morphometrics, molecular taxonomic methods were also used. The cytochrome *b* (*CytB*) gene was sequenced. Available primers were ineffective; therefore, new ones were designed to specifically amplify the *CytB* region.

The morphometric analysis indicated that (i) sternum length, (ii) sternum width, and (iii) the lateral side width of pronotum are the best discriminating

morphological characters to distinguish males of *P. nagyi* from *P. transilvanica* and *P. fieberi*. When using the values of the three most significant morphometric characters in a multivariate approach, the separation of *P. nagyi* from the other two species was highly significant on the first discriminant axis. There was very little separation between the other two species, *P. transilvanica* and *P. fieberi*. This suggests that they cannot be morphologically separated.

The most important morphometric characters for the females were (i) the width of the third femur, (ii) the lateral side width of the pronotum, (iii) the lateral side length of the pronotum, and (iv) the length of tegmen. In this gender, *P. transilvanica* was distinguished from the other two species along the first axis based on the listed morphometric characters; however, *P. nagyi* was not separable from *P. fieberi*. Thirty-five out of the 41 *a priori* identified males were correctly classified (85.3 %), while 30 out of the 34 *a priori* identified females were correctly identified (88.2 %).

The molecular dataset provided clear results with negligible homoplasy. The phylogenetic tree placed the genus in a strongly supported monophyletic clade with three main branches: (i) the single sample of *P. fieberi* from Croatia, (ii) two Romanian samples of *P. transilvanica*, and (iii) three samples of *P. nagyi* from Hungary. The phylogenetic results supported the *a priori* species identification.

My results suggest that members of the *Pseudopodisma* genus could be separated at species level.

Orthoptera species are sensitive indicators of changes in habitat structure. Additionally, the relatively small number of species and easy identification make grasshoppers and katydids ideal for various ecological, conservation and monitoring studies. During my work, I analyzed the role of two chortobiont, Mediterranean species belonging to the Catantopinae subfamily (*Pezotettix*

giornae and *Odontopodisma decipiens*) in Orthoptera communities in two different Hungarian ecosystems.

The two selected research areas were the Villány Hills and the Egyek-Pusztakócs marsh system, part of the Hortobágy National Park. The areas were independently analyzed. As a first step, I separated the different groups of Orthoptera assemblages using multivariate statistics (PCoA and cluster analysis). Then I used the number of species, fauna types and life form data to compare these groups. IndVal analysis was also used to determine the characteristic species of each habitat group.

Two assemblages were distinguished in the Villány Hills based on the multivariate analysis: (i) limestone and open rocky grasslands, (ii) closed rocky grasslands with shrub forest. The significant, symmetrical character species of the latter group is *Pezotettix giornae* and *Odontopodisma decipiens*. Both species occur in the closed rocky grassland group with the highest number of individuals, while only one specimen of *O. decipiens* was found in the other, the limestone and open rocky grassland group. These two species significantly contributed to the high proportion of the Mediterranean elements of the closed rocky grasslands with shrub forest group. *O. decipiens* is a rare species of natural grasslands in Hungary and it is more sensitive to habitat disturbance than *P. giornae*.

Multivariate analysis of Orthoptera species of the Egyek-Pusztakócs marsh system resulted in two grasshopper community types: (i) alkaline grasslands and marshes, (ii) dry, semi-dry and secondary grasslands. Mosaic habitats of alkaline meadows and alkaline marshes belong to the former group while the latter one is a mixture of lowland steppe meadows and disturbed lowland dry grasslands. There was no statistical difference between the two habitat types in the relative frequency of fauna types and life forms. The IndVal analysis identified *Pezotettix giornae* as the character species of both habitat groups with very low IV values.

P. giornae only slightly contributes to the characteristics of the Orthoptera communities in the Egyek-Pusztakócs marsh system.

These results can contribute to the evaluation and further investigations of the large-scale grassland restoration program that is ongoing at the Egyek-Pusztakócs marshes.

The evaluation of the distribution data of the Hungarian Catantopinae species shows that the research intensity varies greatly between these species. For example, in the case of *Pezotettix giornae* and *Pseudopodisma nagyii* we have a considerable amount of recent data, but our knowledge is incomplete and outdated on the distribution of *Miramella alpina*, *Odontopodisma schmidti* and *Podisma pedestris* in Hungary. My results suggest that faunistic research would be extremely important in case of the latter species. There was a significant increase of faunistic research of Orthoptera assemblages in Hungary since the 1990s which would also be advisable to continue. Additionally, the database created during the investigation can provide useful information for domestic nature conservation.

The morphological and genetic differences between the three members of the *Pseudopodisma* genus support the original species descriptions; however, it is necessary to carry out a similar analysis on a bigger sample to get more accurate information on species separation. It is also advisable to add *P. nagyii* to the list of protected species because a significant part of its global population occurs in Hungary.

The two groups of Orthoptera communities in the natural habitats of the Villány Hills represent the open and closed rocky grasslands types. Vegetation structure, microclimatic conditions and bedrock may influence formation of these groups. In the Egyek-Pusztakócs marsh system, vegetation structure and microclimatic effects could be important factors for the two Orthoptera

assemblages. Tracking changes in the communities defined above can serve to monitor changes in habitats.

The novel scientific results of my dissertation are:

- Significant improvement of available distribution data of the seven species of orthopterans in the Catantopinae subfamily in Hungary.
- As a result of my research, occurrence of *Pezotettix giornae* in Hungary changed from "moderately frequent" to "frequent".
- My results show morphological differences between the three species of the *Pseudopodisma* genus based on the discriminant analysis of external morphometric characters, both in females and males.
- Analysis of the cytochrome *b* (*CytB*) gene proved the monophyletic origin of the *Pseudopodisma* genus.
- My results show that there is a significant genetic difference between the three species of the *Pseudopodisma* genus.
- I identified two Orthoptera assemblages as a result of cluster analysis of quantitative species data in the Villány Hills. One of the assemblages is typically found in the closed rocky grasslands with shrub forest habitat. Both *P. giornae* and *O. decipiens* are indicator species of this closed rocky grasslands with shrub forest group.
- I identified two Orthoptera assemblages as a result of cluster analysis of quantitative species data in the Egyek-Pusztakócs marsh system. One is characteristic to humid, marshy habitats, while the other is to dry grasslands.

Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek Rác Istvánnak és Nagy Antalnak a szakmai segítségükért és támogatásukért.

Köszönöm szerzőtársaimnak, különös tekintettel Sramkó Gábornak a genetikai vizsgálatokban, illetve Sólymos Péternek a statisztikai elemzésekben nyújtott nélkülözhetetlen szakmai segítségét.

Köszönettel tartozom Lengyel Szabolcsnak, hogy lehetőséget adott bekapcsolódni az Egyek-pusztakócsi vizsgálatokba.

Köszönet illeti az Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék, valamint az Ökológiai Tanszék minden jelenlegi és volt dolgozóját, akik segítettek munkámat.

Továbbá köszönöm mindenkinek, aki valamilyen formában hozzájárult az értekezésemben bemutatott vizsgálatokhoz, illetve a disszertáció elkészítésében támogatott.

Hálával tartozom barátaimnak, Déri Eszternek és Horváth Péternek, akik biztattak, valamint építő kritikájukkal hozzájárultak disszertációm minőségi javításához.

Legnagyobb köszönettel a családomnak tartozom, akik mindig mellettem állnak, bátorítanak és támogatnak.

Irodalomjegyzék

- ALIGNAN, J.F., DEBRAS, J.F. ÉS DUTOIT, T. (2018) Orthoptera prove good indicators of grassland rehabilitation success in the first French Natural Asset Reserve. *Journal for Nature Conservation* **44**: 1–11.
- ANDERSEN, A.N., LUDWIG, J.A., MOWE, L.M. ÉS 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.
- BARTON, N.H. (1980) The fitness of hybrids between two chromosomal races of the grasshopper *Podisma pedestris*. *Heredity* **45**: 47–59.
- BARTOS, L. (1989) Összehasonlító faunisztikai vizsgálat a Bükk-hegység D-i részének Orthopteráin. *Separatum Acta Academiae Paedagogical Agriensis* **19**(9): 3–13.
- BERTHOLD, A.A. (1827) Latreille's natürliche Familien der Thierreichs aus dem Französischen mit Anmerkungen und Zusätzen von Dr. Arnold Adolph Berthold. Landes-Industrie Comptoir, Weimar.
- BHAVSAR, M.B., STUMPNER, A. ÉS HEINRICH, R. (2017) Brain regions for sound processing and song release in a small grasshopper. *Journal of Insect Physiology* **99**: 15–24.
- CASTILLO, E.R., MARTÍ, D.A., MARONNA, M.M., SCATTOLINI, M.C., CABRAL-DE-MELLO, D.C. ÉS CIGLIANO, M.M. (2019) Chromosome evolution and phylogeny in *Ronderosia* (Orthoptera, Acrididae, Melanoplinae): clues of survivors to the challenge of sympatry? *Systematic Entomology* **44**: 61–74.

- CHAKRABARTY, A., KRONENBERG, P., TOLIOPOULOS, N. ÉS SCHIELZETH, H. (2019) Direct and indirect genetic effects on reproductive investment in a grasshopper. *Journal of Evolutionary Biology* **00**: 1–12. *in press*
- CHAPCO, W. (2013) A Note on the Molecular Phylogeny of a Small Sample of Catantopinae Grasshoppers. *Journal of Orthoptera Research* **22**(1): 15–20.
- CHILDEBAEV, M.K. ÉS STOROZHENKO S.YU. (2001) An annotated list of Brachycerous orthopterous insects (Orthoptera: Caelifera) occurring in Kazakhstan. *Tethys Entomological Research* **3**: 15–60.
- CHINTAUAN-MARQUIER, I.C., JORDAN, S., BERTHIER, B., AMÉDÉGNATO, C., POMPANON, F. (2011) Evolutionary history and taxonomy of a short-horned grasshopper subfamily, the Melanoplineae (Orthoptera, Acrididae). *Molecular Phylogenetics. Evolution* **58**: 22–32.
- CHINTAUAN-MARQUIER, I.C., AMÉDÉGNATO, C., NICHOLS, R.A., POMPANON, F., GRANDCOLAS, P. ÉS DESUTTER-GRANDCOLAS, L. (2014) Inside the Melanoplineae: New molecular evidence for the evolutionary history of the Eurasian Podismini (Orthoptera: Acrididae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* **71**: 224–233.
- CHOBANOV, D.P., HOCHKIRCH, A., IORGU, I.S., IVKOVIC, S., KRISTIN, A., LEMONNIER-DARCEMONT, M., PUSHKAR, T., SIRIN, D., SKEJO, J., SZÖVENYI, G., VEDENINA, V. ÉS WILLEMSE, L.P.M. (2016a) *Odontopodisma rubripes*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T15126A13985425. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T15126A13985425.en>. (2018. január 25.)
- CHOBANOV, D.P., HOCHKIRCH, A., IORGU, I.S., IVKOVIC, S., KRISTIN, A., LEMONNIER-DARCEMONT, M., PUSHKAR, T., SIRIN, D., SKEJO, J., SZOVENYI,

- G., VEDENINA, V. ÉS WILLEMSE, L.P.M. (2016b) *Odontopodisma schmidtii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T16084382A70205163. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T16084382A70205163.en>. (2018. január 26.)
- CHOBANOV, D.P., HOCHKIRCH, A., IORGU, I.S., IVKOVIC, S., KRISTIN, A., LEMONNIER-DARCEMONT, M., PUSHKAR, T., SIRIN, D., SKEJO, J., SZOVENYI, G., VEDENINA, V. ÉS WILLEMSE, L.P.M. (2016c) *Pseudopodisma nagyii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T16084426A70214896. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T16084426A70214896.en>. (2018. január 26.)
- CIGLIANO, M.M., BRAUN, H., EADES, D.C. ÉS OTTE, D. (2018) Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org> (2018. január 22.)
- CORRÊA, A.S., DE OLIVEIRA, L.O., BRAGA, L.S. ÉS GUEDES, R.N. (2013) Distribution of the related weevil species *Sitophilus oryzae* and *S. zeamais* in Brazil. *Insect Science* **20**(6): 763–770.
- COUNCIL OF EUROPE (1992) Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Brussels amended by Council Directive 97/62/EC.
- DE WIT, P., PESPENI, M.H., LADNER, J.T., BARSHIS, D.J., SENECA, F., JARIS, H., OVERGAARD THERKILDSEN, N., MORIKAWA, M. ÉS PALUMBI, S.R. (2012) The simple fool's guide to population genomics via RNA-Seq: an introduction to high-throughput sequencing data analysis. *Molecular Ecology Resources* **12**: 1058–1067.
- DÉNES, A. (1995): A Mecsek és a Villányi-hegység karsztbokorerdői. A Janus Pannonius Múzeum Évkönyve **39**: 5–31.

- DÉRI, E., LENGYEL, SZ., LONTAY, L., DEÁK, B., TÖRÖK, P., MAGURA, T., HORVÁTH, R., KISFALI, M., RUFF, G., ÉS TÓTHMÉRÉSZ, B. (2009) Természetvédelmi stratégiák alkalmazása a Hortobágyon: az egyekpusztakócsi LIFE-Nature program eredményei. *Természetvédelmi Közlemények* **15**: 89–102.
- DÉVAI, G. ÉS MISKOLCZI, M. (1987) Javaslat egy új környezetminősítő értékelési eljárásra a szitakötők hálótérképek szerinti előfordulási adatai alapján. *Acta Biologica Debrecina* **19**: 33–54.
- DOUMANDJI, S.E. ÉS ÇIPLAK, B. (2006) Bioecology of the Orthoptera species of the Setifian Plateau, north-east Algeria. *Turkish Journal of Zoology*. **30**: 245–253.
- DOVNAR-ZAPOLSKIJ, M.V. (1932) Trudy Zool. Inst., Akad. Nauk SSSR, Leningrad **1**(3–4): 262–265.
- DUFRÊNE, M. ÉS LEGENDRE, P. (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* **67**(3): 345–366.
- EVERITT, B.S. ÉS DUNN, G. (2001) *Applied Multivariate Data Analysis*. 2nd ed. Wiley.
- FISHER, R.A. (1936) The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals of Eugenics* **7**: 179–188.
- FLOOK, P.K., KLEE, S., ÉS ROWELL, C.H.F. (1999) Combined Molecular Phylogenetic Analysis of the Orthoptera (Arthropoda, Insecta) and Implications for Their Higher Systematics. *Systematic Biology* **48**(2): 233–253.

- GALVAGNI, A. ÉS FONTANA, P. (1991) *Pseudopodisma disconzii* sp. n. delle prealpi venete (Italia Nord Orientale). *Atti della Accademia Roveretana degli Agiati* **30**: 31–36.
- GALVAGNI, A. ÉS FONTANA, P. (1993) Le specie del genere *Pseudopodisma* Mistshenko, 1947. *Atti della Accademia Roveretana degli Agiati* **7B**: 165–186.
- GALVAGNI, A. ÉS FONTANA, P. (1996) Descrizione della *Pseudopodisma nagy* specie nuova dell' Ungheria Nord–Orientale. *Atti della Accademia Roveretana degli Agiati* **7(5B)**: 209–232.
- GARAY, A. (1995) Adatok Magyarország Orthoptera faunájához. *Folia Entomologica Hungarica* **56**: 231–234.
- GAUFFRE, B., MALLEZ, S., CHAPUIS, MP., LEBLOIS, R., LITRICO, I., DELAUNAY, S. ÉS BADENHAUSSER, I. (2015) Spatial heterogeneity in landscape structure influences dispersal and genetic structure: empirical evidence from a grasshopper in an agricultural landscape. *Molecular Ecology* **24**: 1713–1728.
- GAUSZ, J. (1971) Faunistical and ecological observations on the Orthoptera fauna of the Hungarian Plain. *Tiscia* (Szeged) (1970-1971) **6**: 67–80.
- GAUSZ, J. ÉS GALLÉ, L. (1968) Data for knowledge the entomology of Upper-Tisza district (Orthopteroidea and Formicoidea). *Tiscia* (Szeged) **4**: 83–101.
- GILBERT, M.T.P., MOORE, W., MELCHIOR, L. ÉS WOROBAY, M. (2007) DNA extraction from dry museum beetles without conferring external morphological damage. *PLoS ONE* **2**: e272.
- GRZYWACZ, B. ÉS TATSUTA, H. (2017) Phylogenetic relationship of Japanese Podismini species (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae) inferred from a

- partial sequence of cytochrome c oxidase subunit I gene. *Journal of Orthoptera Research* **26**(1): 11–19.
- GÜNTHER, K. ÉS ZEUNER, F. (1930) Beiträge zur Orthopterenfauna von Ungarn. *Konowia* **9**(3): 193–208.
- HALL, T.A. (1999) BioEdit: a user–friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* **41**: 95–98.
- HARZ, K. (1957) Die Geradflügler Mitteleuropas. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- HARZ, K (1969): Die Orthopteren Europas / The Orthoptera of Europe Vol. I. Dr. W. Junk B. V., The Hague.
- HARZ, K. (1975) Die Orthopteren Europas / The Orthoptera of Europe. Vol. II. Dr. W. Junk B. V., The Hague.
- HEBERT, P.D.N., CYWINSKA, A., BALL, S.L. ÉS DEWAARD, J.R. (2003) Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences* **270**: 313–321.
- HEWITT, G.M. (1975) A sex-chromosome hybrid zone in the grasshopper *Podisma pedestris* (Orthoptera: Acrididae). *Heredity* **35**: 375–387.
- HOCHKIRCH, A., CHOBANOV, D.P., KRISTIN, A., ZUNA-KRATKY, T., PUSKAS, G., LEMONNIER-DARCEMONT, M., IORGU, I.S., BUZZETTI, F.M., WILLEMSE, L.P.M., SIRIN, D., SKEJO, J. SKEJO, IVKOVIC, S., SZÖVENYI, G. ÉS VEDENINA, V. (2016b) *Odontopodisma decipiens*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T16084581A74495954.

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-.RLTS.T16084581A74495954.en>.
(2018. január 25.)

HOCHKIRCH, A., ZUNA-KRATKY, T., MONNERAT, C., ROESTI, C., RUTSCHMANN, F., BRAUD, Y., DUSOULIER, F., PRESA, J.J. ÉS FONTANA, P. (2016a) *Miramella alpina*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T15039587A74495353. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-.RLTS.T15039587A74495353.en>. (2018. január 25.)

HOCKING, R. R. (1976) The Analysis and Selection of Variables in Linear Regression. *Biometrics* **32**: 1–49.

HOFFMANN, R. (2009) Zur Orthopterenfauna (Blattaria, Dermaptera, Mantodea, Ensifera, Caelifera) des westlichen Zarandgebirges (Rumänien). *Articulata* **24**(1/2): 109–121.

HOLST, K.T. (1986) The Saltatoria – Bush-Crickets, Crickets and Grass-Hoppers – Of Northern Europe. E.J Brill / Sandinacian Science Press Ltd. Leiden – Copenhagen. p. 75.

HOLUŠA, J., KOČÁREK, P., VLK, R. ÉS MARHOUL, P. (2013) Annotated checklist of the grasshoppers and crickets (Orthoptera) of the Czech Republic. *Zootaxa* **3616**(5): 437–460.

ILANGO, K. (2011) Radiation of the Oriental phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae). *Insect Science* **18**(5): 590–606.

INGEBORG, P.I. ÉS HASLETT, J.R. (1994) Responses of assemblages of Orthoptera to management and use of ski slopes on upper sub-alpine meadows in the Austrian Alps. *Oecologia* **97**(4): 470–474.

- IORGU, I., PISICĂ, E., PĂIȘ, L., LUPU, G. ÉS IUȘAN, C. (2008) Checklist of Romanian Orthoptera (Insecta) and their distribution by eco-regions. *Travaux du Muséum National d'Historie Naturelle "Grigore Antipa"* **51**: 119–135.
- ISHIWATA, K., SASAKI, G., OGAWA, J., MIYATA, T., SU, Z.H. (2011) Phylogenetic relationships among insect orders based on three nuclear protein-coding gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **58**(2): 169–180.
- ITO, G. (2015) A systematic study of the grasshopper tribe Podismini in Japan (Orthoptera: Acrididae). *Insecta Matsumurana New Series* **71**: 1–119.
- JAIWARA, R., DONG, J., MA, L., YIN, H. ÉS ROBILLARD, T. (2019) Taxonomic revision of the genus *Xenogryllus* Bolívar, 1890 (Orthoptera, Gryllidae, Eneopterinae, Xenogryllini). *Zootaxa* **4545**(3): 301–338.
- KEMP, W.P., HARVEY, S.J. ÉS O'NEILL, K.M. (1990) Patterns of vegetation and grasshopper community composition. *Oecologia* **83**: 299–308.
- KENYERES, Z. (2000) Adatok a Dunántúli-Középhegység egyenesszárnyú (*Ensifera, Caelifera*) faunájának ismeretéhez. *A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* **16**: 93–108.
- KENYERES, Z. ÉS BAUER, N. (2000) Egyenesszárnyú (Orthopteroidea: Saltatoria) kutatás a Balaton-felvidéken. *A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* **15**: 75–92.
- KENYERES, Z., BAUER, N. ÉS NAGY, B. (2004) Az Orthoptera együttesek és habitatok változásai a Tihanyi-félszigeten az 1947. és 2001. évi felvételek alapján. *Állattani Közlemények* **89**(1): 37–53.

- KENYERES, Z. (2006) Adatok a Dunántúli-középhegység egyenesszárnyú (Orthoptera) faunájának ismeretéhez II. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* **30**: 189–201.
- KEVAN, MCE.D.K. (1986) A rationale for the classification of orthopteroid insects—the saltatorial orthopteroids or grigs - one order or two? Proc. 4th Triennial Meeting Pan. Amer. Acridol. Soc., 28 July -2 August, 1985, pp. 49–67.
- KIRÁLY, G. ÉS HORVÁTH, F. (2000) Magyarország flórájának térképezése: lehetőségek a térképezés hálórendszerének megválasztására. *Kitaibelia* **5**(2): 357–368.
- KIS, B. (1961) Adalékok a Cozia-hegység Orthoptera faunájának ismeretéhez. *Folia Entomologica Hungarica* **14**(28): 423–432.
- KISBENEDEK, T. (1995) The effects of sheep grazing on the community structure of grasshoppers (Orthoptera). *Folia Entomologica Hungarica* **56**: 45–56.
- KITCHING, I.J., FOREY, P.L., HUMPHRIES, C.J., WILLIAMS, D.M. (1998) Cladistics: the theory and practice of parsimony analysis. 2nd ed. Oxford University Press, pp. 97–99.
- KOČÁREK, P. (1999) First record of *Pezotettix giornae* (Orthoptera, Acrididae, Catantopinae) from Slovakia. *Biologia* **54**: 150.
- KOČÁREK, P., HOLUŠA, J. ÉS VIDLČIKA, L. (1999) Check-list of Blattaria, Mantodea, Orthoptera and Dermaptera of the Czech and Slovak Republics. *Articulata* **14**(2): 177–184.
- KOČÁREK, P., HOLUŠA, J. ÉS VIDLČIKA, L. (2005) Blattaria, Mantodea, Orthoptera & Dermaptera of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín.

KÖHLER, G. (1990) Biogeographisc-ökologische, Hintergründ der Faunenveränderung bei Heuschrecken (Saltatoria). *Articulata* **5**: 3–23.

KÖHLER, G., JENTZSCH, A. ÉS REINHARDT, K. (2000) Age Related Mandible Abrasion in Three Species of Short-Horned Grasshoppers (Caelifera: Acrididae). *Journal of Orthoptera Research* **9**: 81–87.

KÖM (2001) 13/2001. (V. 9.) KöM rendelet a védett és a fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős növény- és állatfajok közzétételéről. Budapest.

KRAUSZ, K., PÁPAI, J. ÉS GALLÉ, L. (1995) Composition of Orthoptera assemblages in grassland habitats at Lower-Tisza flood plain. *Tiscia* **29**: 47–52.

KRAUSZ, K., PÁPAI, J. ÉS KINÁL, F. (2009) Adatok az egyenesszárnyúak (Orthoptera), a fogólábúak (Mantoptera), a csótányok (Blattoptera) és a fülbemászók (Dermaptera) rendjéhez. [Data to the orders of Orthoptera, Mantoptera, Blattoptera and Dermaptera]. *Natura Somogyiensis* **13**: 81–84.

KvVM (2010) 14/2010. (V. 11.) KvVM rendelet az európai közösségi jelentőségű természetvédelmi rendeltetésű területekkel érintett földrészekről. Budapest.

LAGOS, P.A. (2017) A review of escape behaviour in orthopterans. *Journal of Zoology* **303**(3): 165–177.

LATREILLE, P.A. (1810) Considérations générales sur l'ordre naturel des animaux composant les classes des Crustacés, des Arachnides, et des Insectes; avec un tableau méthodique de leurs genres, disposés en familles. p. 244, 433.

- LEHMANN, G.U., MARCO, H.G., LEHMANN, A.W. ÉS GÄDE, G. (2018) Seasonal differences in body mass and circulating metabolites in a wing-dimorphic pygmy grasshopper: implications for life history? *Ecological Entomology* **43**: 675–682.
- LEMONNIER-DARCEMONT, M. ÉS DARCEMONT, C. (2014) New observation of *Podisma pedestris* (Linné, 1758) forma macroptera (Orthoptera, Acrididae), in the Republic of Macedonia. *Articulata* **29**(1): 1–7.
- LENGYEL, SZ., GÖRI, SZ., LONTAY, L., KISS, B., SÁNDOR, I. ÉS ARADI, CS. (2007) Konzervációbiológia a gyakorlatban, természetvédelmi kezelés és tájrehabilitáció az Egyek-Pusztakócsi LIFE-Nature programban. *Természetvédelmi Közlemények* **13**: 127–139.
- LITZENBERGER, G. ÉS CHAPCO, W. (2001) Molecular phylogeny of selected Eurasian *Podismine* grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Annals of the Entomological Society of America* **94**(4): 505–511.
- LÓPEZ, H., CONTRERAS-DÍAZ, H.G., OROMÍ, P. ÉS JUAN, C. (2007) Delimiting species boundaries for endangered Canary Island grasshoppers based on DNA sequence data. *Conservation Genetics* **8**(3): 587–598.
- MARDIA, K.V., KENT, J.T. ÉS BIBBY, J.M. (1979) Multivariate analysis. Academic Press New York, London.
- MAROSI, S. ÉS SOMOGYI, S. (szerk.) (1990) Magyarország kistájainak katasztere. I-II. - MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. Budapest.
- MCGEOCH, M.A. ÉS CHOWN S.L. (1998) Scaling up the value of bioindicators. *Trends in Ecology and Evolution* **13**(2): 46–47.

- MIKŠIČ, S., (1978) Neke karakteristike faune Orthoptera planinskog područja zapadne Bosne. *Acta Entomologica Jugoslavica*. **14**: 49–57.
- MISKOLCZI, M., DÉVAI, G., KERTÉSZ, G. ÉS BAJZA, Á. (1997) A magyarországi helységek kódjegyzéke az UTM rendszerű, 10 x 10 km beosztású hálótérkép szerint. *Acta. Biol. Debr. Oecol. Hung.* **8**: 43–194.
- MISTSHENKO, L.L. (1947) Two new genera of the tribe *Podismini* (Orthoptera, Acrididae) from the Old World. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London (B)* **16**: 10–12.
- MUSCHETT, G., UMBERS, K.D.L. ÉS HERBERSTEIN, M.E. (2017) Within-season variability of fighting behaviour in an Australian alpine grasshopper. *PLoS ONE* **12**(4): e0171697.
- MUTANEN, M. ÉS PRETORIUS, E. (2007) Subjective visual evaluation vs. traditional and geometric morphometrics in species delimitation: a comparison of moth genitalia. *Systematic Entomology* **32**: 371–386.
- NADIG, A. (1989) Die in den Alpen, im Jura, in den Vogesen und im Schwarzwald lebenden Arten und Unterarten von *Miramella Dovnar-Zap.* (Orthoptera, Catantopinae) auf Grund populationsanalytischer Untersuchungen. *Atti dell'Accademia Roveretana degli Agiati* **238**, 6 (28B): 101–264.
- NAGY, A. (1996) Antropogén terhelések hatásának vizsgálata a Tócsó-völgy Orthoptera együttesein. *manuscript*, KLTE Debrecen. pp. 14.
- NAGY, A. (1999) Data on the Orthoptera fauna of the Villány Hills, South Hungary. *A Janus Pannonius Múzeum Évkönyve* **43**(1998): 41–48.
- NAGY, A. ÉS NAGY B. (2000) The Orthoptera fauna of the Villány Hills (South Hungary). *Dunántúli Dolgozatok Természettudományi Sorozat* **10**: 147–156.

- NAGY, A., KISFALI, M., SZÖVÉNYI, G., PUSKÁS, G. ÉS RÁCZ, I.A. (2010) Distribution of *Catantopinae* species (Orthoptera: Acrididae) in Hungary. *Articulata* **25**(2): 221–237.
- NAGY, A. ÉS RÁCZ, I.A. (2007a): A hazai Orthoptera fauna 10 x 10 km-es UTM alapú adatbázisa. In: KÖVICS, GY. ÉS DÁVID, I. (ed): *12. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum előadások – Proceedings*. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 189–198.
- NAGY, A. ÉS RÁCZ, I.A. (2007b) Az Orthoptera fauna védelmének prioritásai az Aggteleki Nemzeti Parkban. *Állattani Közlemények* **92**(1): 53–65.
- NAGY, A. ÉS SÓLYMOS, P. (2002) Relationship between microclimate and Orthoptera assemblages in different exposures of a dolina. *Articulata* **17**(1): 73–84.
- NAGY, A., RÁCZ, I.A. ÉS VARGA, Z. (2005) *Maculinea* habitats in Hungary: Orthoptera assemblages. *Pensoft Series Faunistica* **53**: 16–21.
- NAGY, A., ORCI, K.M., RÁCZ, I.A. ÉS VARGA, Z. (2007a) Hazai gyeptípusok egyenesszárnyúi. In: L. Forró (ed): *A Kárpát-medence állatvilágának kialakulása*. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, pp. 349–356.
- NAGY, A., RÁCZ, I.A. ÉS VARGA, Z. (2007b) A pannon-régió gyeptípusainak jelentőségé. In: FORRÓ, L. (ed): *A Kárpát-medence állatvilágának kialakulása*. Magyar Természettudományi Múzeum [Hungarian Natural History Museum], Budapest. pp. 339–340.
- NAGY, A., SÓLYMOS, P., RÁCZ, I.A. (2007c) A test on the effectiveness and selectivity of three sampling methods frequently used in orthopterological field studies. *Entomologica Fennica* **18**: 149–159.

- NAGY, B. (1948) On the Orthoptera fauna of the Tihany peninsula (lake Balaton, Western Hungary). *Archiva Biologica Hungarica* **2**(18): 59–64.
- NAGY, B. (1953) Bátorliget egyenesszárnyú faunája. Orthoptera-Saltatoria. In: SZÉKESY V. (ed): *Bátorliget élővilága*. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 187–193.
- NAGY, B. (1958) Ökológiai és faunisztikai adatok a Kárpát-medence sáskáinak ismeretéhez (Ecological and faunistical data to the knowledge of the locusts in the Carpathian Basin). *Folia Entomologica Hungarica* **11**: 217–232.
- NAGY, B. (1960) Magyarországi Saltatoria fajokra vonatkozó néhány fenológiai adat. *Folia Entomologica Hungarica* (Ser. nov.) **13**(9): 189–194.
- NAGY, B. (1987) Vicinity as a modifying factor in the Orthoptera fauna of smaller biogeographical units. In: BACCETTI, B.M. (ed): *Evolutionary Biology of Orthopteroid Insects*. Ellis Horwood Limited, Chichester. pp. 377–385.
- NAGY, B. (1990) Orthopteroid insects (Orthoptera, Mantodea, Blattodea, Dermaptera) of the Bátorliget Nature Reserves (NE Hungary) (an ecofaunistic account). In: MAHUNKA, S. (ed): *The Bátorliget Nature Reserves - after forty years*. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 259–318.
- NAGY, B. (1991) A természeti környezet és az egyenesszárnyú rovarok (Orthoptera) viszonya Budapest körzetében. *Természetvédelmi Közlemények*, **1**(1): 69–79.
- NAGY, B. (1997) Orthoptera species and assemblages in the main habitat types of some urban areas in the Carpathian Basin. *Biologia Bratislava* **52**(2): 233–240.

- NAGY, B. (2003) A revised check-list of Orthoptera-species of Hungary supplemented by Hungarian names of grasshopper species. *Folia Entomologica Hungarica* **64**: 85–94.
- NAGY, B. (2006) A Mecsek Orthoptera faunájának jellegzetes vonásai. *Natura Somogyiensis* **9**:153–166.
- NAGY, B. (2008) A Szénás-hegycsoport (Nagykovácsi) Egyenesszárnyú (Orthoptera). *Rosalia* **4**: 283–294.
- NAGY, B. (2010) Experimental translocation of a subendemic acridid (*Pseudopodisma nagy*i Galvagni & Fontana, 1996) outside of its natural range. *manuscript*
- NAGY, B., ORCI, K.M. ÉS SZÖVÉNYI, G. (2000) Pholidoptera littoralis (Fieber, 1853) – Bujkáló avarszöcske – Magyarország faunájára új Orthoptera faj. *Folia Entomologica Hungarica* **61**: 245–261.
- NAGY, B. ÉS RÁCZ, I. (1996) Orthopteroid insects in the Bükk Mountain. In: MAHUNKA, S.(ed): *The Fauna of the Bükk National Park*. MTM, Budapest. pp. 95–123.
- NAGY, B., RÁCZ, I.A. ÉS VARGA, Z. (1999) The Orthopteroid insect fauna of the Aggtelek Karst region (NE Hungary) referring to zoogeography and nature conservation. In: MAHUNKA, S. (ed): *The Fauna of the Aggtelek National Park*. Hungarian Natural History Museum, Budapest. pp. 83-102.
- NAGY, B., ŠUŠLIK, V. ÉS KRIŠTIN, A. (1998) Distribution of Orthoptera species and stucture of assemblages along Slanské-Zemplén Mountains Range (SE Slovakia – NE Hungary). *Folia Entomologica Hungarica* **59**: 17-27.

- NAGY, B. ÉS SZIRÁKI, GY. (2002) Orthoptera, Mantodea and Dermaptera of the Fertő-Hanság National Park. In: MAHUNKA, S. (ed): *The Fauna of the Fertő-Hanság National Park*. Hungarian Natural History Museum, Budapest. pp. 301–311.
- NAGY, B. ÉS SZÖVÉNYI, G. (1997) Orthopteroid Insects of the Őrség landscape conservation area (Western Hungary). *Savaria (Pars historico-naturalis)* **24**(2): 7–23.
- NAGY, B. ÉS SZÖVÉNYI, G. (1998) Orthoptera együttesek a Körös-Maros Nemzeti Park területén. *Crisicum* **1**: 126–143.
- NAGY, B. ÉS SZÖVÉNYI, G. (1999a) A Körös-Maros Nemzeti Park állatföldrajzilag jellegzetes Orthoptera fajai és konzervációökológiai viszonyaik. *Természetvédelmi Közlemények* **8**: 137–160.
- NAGY, B. ÉS SZÖVÉNYI, G. (1999b) Erdélyi-balkáni hatások a Fekete-Körös erdős vidékének Orthoptera faunájában. *Crisicum* **2**: 123–131.
- NAGY, B. ÉS SZÖVÉNYI, G. (2001) Somogy-megye egyenesszárnyú rovarai (Orthoptera). *Natura Somogyiensis* **1**: 107–117.
- NAGY, B., SZÖVÉNYI, G. ÉS PUSKÁS, G. (2003) A Látrányi Pusztai Természetvédelmi Terület egyenesszárnyú rovarairól (Orthoptera). – A Látrányi Pusztai Természetvédelmi Terület élővilága. *Natura Somogyiensis* **5**: 99–112.
- OLÁH, T. (2006) Alföldi homokpuszta-gyeppek és szikések fenológiai és faunisztikai vizsgálata. A Debreceni Egyetem Tehetséggyondozó Programjának II. Konferenciája, Tanulmányok. Debrecen, **2**:161-168.

- OLIVIER, G.A. (1789) Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle. *Entomologie, ou histoire naturelle des crustacés, des arachnides et des insectes* **4**:12.
- ORCI, K.M., SZÖVÉNYI, G. ÉS NAGY, B. (2010) *Isophya sicula* sp. n. (Orthoptera: Tettigonioidea), a new, morphologically cryptic bush-cricket species from the Eastern Carpathians (Romania) recognized from its peculiar male calling song. *Zootaxa* **2627**: 57–68.
- OTTE, D. (1995) Grasshoppers [Acridomorpha] C: Acridoidea: Lentulidae, Pauliniidae, Tristiridae, Romaleidae, Acrididae (part). *Orthoptera Species File* **4**: 259.
- PARRAGH, D. (1983) Az Aggteleki Bioszféra rezervátum gyeptársulásainak Orthoptera-együttese. *manuscript*, KLTE Debrecen. pp. 52.
- PARRAGH, D. (1987) Composition of Grasshopper (Orthoptera) communities in the Aggtelek Biosphere Reserve. *Acta Biologica Debrecina* **19**(1986-87): 91–106.
- PILLICH, F. (1914) Aus der Arthropodenwelt Simontornya's. Ein monografischer Beitrag. Simontornya. p.124.
- PODANI, J. (1997a) Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmeibe. Scientia, Budapest, pp. 137–200.
- PODANI, J. (1997B): SYN-TAX 5.1: A new version for PC and Macintosh computers. *Coenoses* **12**: 149–152.
- PONGRÁCZ, S. (1936) Helyesbítések a Magyar Fauna Jegyzékében. [Corrections in the list of Hungarian fauna]. *Állattani Közlemények* **33**: 181–193.

- PONGRÁCZ, S. (1940) Adatok a Kőszegi-hegység egyenesszárnyúinak ismeretéhez. *Dunántúli Szemle VII, Publ. Mus. Gynsiensis, Ser. II.* **3**: 297–303.
- PRESA, J.J., GARCÍA, M.D. ÉS CLEMENTE, M.E. (2007) Catalogue of Orthoptera Caelifera from the Iberian Peninsula and Balearic Islands (Orthoptera: Caelifera). *Journal of Orthoptera Research* **16**(2): 175–179.
- PUSKÁS, G. (2015) Orthoptera Fauna of Sălaj County, Romania. *Studia Universitatis “Vasile Goldiș”, Seria Științele Vieții* **25**(4): 263–274.
- QUINN, M.A., KEPNER, R.L., WALGENBACH, D.D., BOHLS, R.A. ÉS POOLER, P.D. (1991) Habitat characteristics and grasshopper community dynamics on mixed-grass rangeland. *Canadian Entomologist* **123**: 89–105.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2009) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available from www.r-project.org (2014. szeptember 10.)
- RÁCZ, I. (1979) A Bakony-hegység egyenesszárnyú faunájának alapvetése. *Veszprém-megyei Múzeumok Közleményei* **14**: 95–114.
- RÁCZ, I. (1986) A Mátra Múzeum Orthopterái. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* **11**: 31–34.
- RÁCZ, I. ÉS VARGA, Z. (1985) Adatok a Mecsek- és Villányi-hegység Orthoptera faunájának ismeretéhez. *A Janus Pannonius Múzeum Évkönyve* **29**(1984): 29–35.
- RÁCZ, I.A. (1998a) Biogeographical survey of the Orthoptera Fauna in Central Part of the Carpathian Basin (Hungary): Fauna types and community types. *Articulata* **13**(1): 53–69.

- RÁCZ, I.A. (1998b) Life form spectra of orthoptera fauna in alkaline grasslands. *Tiscia* **31**: 35–39.
- RÁCZ, I.A. (2001) Some problems of the advanced classification of Orthopteroids. *Articulata* **16**(1/2): 1–10.
- RÁCZ, I.A., NAGY, A. ÉS JANCSEK, E. (2005) Orthoptera collection of the Hungarian Natural History Museum (Budapest) II.: Caelifera. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* **29**: 123–133.
- SCHIRMEL, J., GERLACH, R. ÉS BUHK, C. (2019) Disentangling the role of management, vegetation structure, and plant quality for Orthoptera in lowland meadows. *Insect Science* **26**(2): 366–378.
- SCUDDER, S.H. (1897) Revision of the orthopteran group Melanopli (Acridiidae), with special reference to North American forms. *Proceedings of the United States National Museum* **20**(1124): 112–115.
- SIMMONS, R.B. ÉS WELLER, S.J. (2001) Utility and evolution of Cytochrome *b* in Insects. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **20**: 196–210.
- SIROKI, Z. (1966) Adatok hazánk Saltatoria faunájához. *A Debreceni Déri Múzeum Évkönyve* **48**(1965): 397–402.
- SONG, H., FOQUET, B., MARIÑO-PÉREZ, R. ÉS WOLLER, D.A. (2017) Phylogeny of locusts and grasshoppers reveals complex evolution of density-dependent phenotypic plasticity. *Scientific Reports* **7**: 6606.
- SWOFFORD, D.L. (2003) PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- SZILÁDY, Z. (1912) Magyarországi rovargyűjtésem jegyzéke [A list on my insect collecting trips in Hungary]. *Rovartani Lapok* **19**: 53–58.

- SZIRÁKI, G. (1998) Az *Odontopodisma schmidti* (Orthoptera: Acrididae) előfordulása Dráva mentén. *Dunántúli Dolgozatok Természettudományi Sorozat* **9**: 151.
- SZÖVÉNYI, G. (2002) Qualification of grassland habitats based on their Orthoptera assemblages in the Kőszeg Mountains (W-Hungary). *Entomologica Experimentalis et Applicata* **104**: 159–163.
- SZÖVÉNYI, G. ÉS NAGY, B. (1999a) A Kőszegi-hegység Orthoptera-faunájának kritikai áttekintése. *Savaria (Pars. Hist.-Nat.)* **25**(2): 99–126.
- SZÖVÉNYI, G. ÉS NAGY, B. (1999b) Szikes és löszpuszta élőhelyek egyeneshárnyú rovar (Orthoptera) együtteseinek összehasonlító elemzése a Körös-Maros nemzeti Park területén. *Crisicum* **2**: 115–122.
- SZÖVÉNYI, G., NAGY, B. ÉS PUSKÁS, G. (2007) A Mecsek egyeneshárnyú rovar (Orthoptera) faunája és együttese. In: FAZEKAS I. (ed) *A Mecsek Állatvilága 2. - Acta Naturalia Pannonica*, Komló **2**: 73–106.
- TLILI, H., ABDELLAOUI, K., CHOUIKHA, M.B., MHAFFDHI, M., JEMMAZI, A., AMMAR, M. ÉS DESUTTER-GRANDCOLAS, L. (2019) First Record of *Dericorys albidula* Serville, 1838 (Orthoptera: Dericorythidae) in Tunisia and Libya. *Zootaxa* **4551**(3): 385–393.
- TÓTH, J.P., VARGA, Z. (2012) Inter- and intraspecific variation in the genitalia of the ‘*Melitaea phoebe* group’ (Lepidoptera, Nymphalidae). *Zoologischer Anzeiger* **250**: 258–268.
- TÓTHMÉRÉSZ, B. (1996): NuCoSa Programcsomag botanikai, zoológiai és ökológiai vizsgálatokhoz. *Synbiologia Hungarica* Vol. 2 (1), Scientia Kiadó, Budapest.

- VARGA, Z. (1992) Állatföldrajzi szempontból érdekes, védett és veszélyeztetett rovarfajok előfordulása a Beregi-sík szigethegyein (I. rész). *Calandrella*, Debrecen. pp. 76–80.
- VARGA, Z., V. SIPOS, J., ORCI, K.M., RÁCZ, I. (2000) Félzáraz gyepék az Aggteleki-karszton: fitocönológiai viszonyok, egyenesszárnyú rovar- és lepke-együttesek. In: VIRÁGH, K. ÉS KUN, A. (eds): *Vegetáció és dinamizmus*. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót. pp. 195–238.
- VELLAY, I. (1899) Adatok Szeged faunájához [Data to the fauna of Szeged]. *Rovartani Lapok* **6**:104–107.
- VENABLES, W.N. ÉS RIPLEY, B.D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. 4th ed. Springer, New York.
- VICKERY, V.R. (1997) Classification of Orthoptera (sensu stricto) or Caelifera. In: Gangwere S.K., Muralirangan M.C., Muraliranga M. (eds): *The Bionomics of Grasshoppers, Katydid and their Kin*. CAB International, New York. pp. 5–40.
- WANG, T., CHEN, P. ÉS SHI, F. (2019) Two new species of the tribe Meconematini (Orthoptera: Tettigoniidae: Meconematinae) from Taiwan. *Zootaxa* **4564**(1): 295–300.
- WEIHS, C., LIGGES, U., LUEBKE, K. ÉS RAABE, N. (2005) klaR Analyzing German Business Cycles. In: D. Baier, R. Decker és L. Schmidt–Thieme (eds): *Data Analysis and Decision Support*. Springer–Verlag, Berlin. pp. 335–343.
- WIRMER, A., FAUSTMANN, M., HEINRICH, R. (2010) Reproductive behaviour of female *Chorthippus biguttulus* grasshoppers. *Journal of Insect Physiology* **56**(7): 745–753.

- WOLLER, D.A., FONTANA P., MARIÑO-PÉREZ, R. ÉS SONG, H. (2014) Studies in Mexican Grasshoppers: *Liladownsia fraile*, a new genus and species of Dactyloptini Acrididae: Melanoplineae) and an updated molecular phylogeny of Melanoplineae. *Zootaxa* **3793**(4): 475–495.
- ZECHNER, L., KOSCHUH, A., BERG, H.M., PAUL, W., REINBACHER, H. ÉS ZUNA-KRATKY, T. (2005) Checkliste der Heuschrecken der Steiermark mit Kommentaren zu Verbreitung und Habitatansprüchen (Insecta: Orthoptera). *Beiträge zur Entomofaunistik* **6**: 127–160.
- ZHA, L.S., YU, F.M., BOONMEE, S., EUNGWANICHAYAPANT, P.D. ÉS WEN, T.C. (2017) Taxonomy of *Macromotettixoides* with the description of a new species (Tetrigidae, Metrodorinae). *ZooKeys* **645**: 13–25.
- ZUNA-KRATKY, T., BIERINGER, G., DENNER, M., DVORAK, M., KARNER-RANNER, E. (2013) Schutzprogramm für die gefährdeten Heuschrecken des Nordburgenlands. MDH-Media GmbH, Wien. pp. 62–63.

Függelék

1/a Függelék A Magyarországon élő Catantopinae fajok elterjedési adatbázisához használt cikkek listája és a hozzájuk rendelt forráskódok [zárójelben].

BARTOS (1989) [B1]; GALVAGNI ÉS P. FONTANA (1996) [G1]; GARAY (1995) [G2]; GAUSZ (1971) [G3]; GAUSZ ÉS GALLÉ (1968) [G4]; GÜNTHER ÉS ZEUNER (1930) [G5]; KENYERES (2000) [K1]; KENYERES ÉS BAUER (2000) [K2]; KENYERES, BAUER ÉS NAGY B. (2004) [K3]; KENYERES (2006) [K4]; KISBENEDEK (1995) [K5]; KRAUSZ, PÁPAI, ÉS GALLÉ (1995) [K6]; KRAUSZ, PÁPAI ÉS KINÁL (2009) [K7]; NAGY A. (1996) [N1]; NAGY A. (1999) [N2]; NAGY A. ÉS NAGY B. (2000) [N3]; NAGY A. ÉS SÓLYMOS (2002) [N4]; NAGY B. (1948) [N5]; NAGY B. (1953) [N6]; NAGY B. (1958) [N7]; NAGY B. (1960) [N8]; NAGY B. (1987) [N9]; NAGY B. (1990) [N10]; NAGY B. (1991) [N11]; NAGY B. (1997) [N12]; NAGY B. (2008) [N13]; NAGY B. (2010) [N14]; NAGY B., ORCI ÉS SZÖVÉNYI (2000) [N15]; NAGY B. ÉS RÁCZ (1996) [N16]; NAGY B., RÁCZ ÉS VARGA (1999) [N17]; NAGY B., ŠUŠLIK ÉS KRIŠTIN (1998) [N18]; NAGY B. ÉS SZIRÁKI (2002) [N19]; NAGY B. ÉS SZÖVÉNYI (1997) [N20]; NAGY B. ÉS SZÖVÉNYI (1998) [N21]; NAGY B. ÉS SZÖVÉNYI (1999a) [N22]; NAGY B. ÉS SZÖVÉNYI (1999b) [N23]; NAGY B. ÉS SZÖVÉNYI (2001) [N24]; NAGY B., SZÖVÉNYI ÉS PUSKÁS (2003) [N25]; PARRAGH (1983) [P1]; PARRAGH (1987) [P2]; PILLICH (1914) [P3]; PONGRÁCZ (1936) [P4]; PONGRÁCZ (1940) [P5]; RÁCZ (1979) [R1]; RÁCZ (1986) [R2]; RÁCZ ÉS VARGA (1985) [R3]; RÁCZ, NAGY A. ÉS JANCSEK (2005) [R4]; SIROKI (1966) [S1]; SZILÁDY (1912) [S2]; SZIRÁKI (1998) [S3]; SZÖVÉNYI ÉS NAGY B. (1999a) [S4]; SZÖVÉNYI ÉS NAGY B. (1999b) [S5]; SZÖVÉNYI, NAGY B. ÉS PUSKÁS (2007) [S6]; VARGA (1992) [V1]; VARGA, SIPOS, ORCI ÉS RÁCZ (2000) [V2]; VELLAY (1899) [V3].

1/b Függelék A nem publikált hazai Catantopinae adatok gyűjtőinek jegyzéke az adatbázisban használt rövidített nevekkal.

Bajári Erzsébet [BE], Bozsó Miklós [BM], Gláser M. [GM], Horváth Lajos [HL], Kakassné [Kn], Kisfali Máté [KM], Kovács L.-né [KL], Móczár László [ML], Nagy Antal [NA], Nagy Barnabás [NB], Nagy Csaba [NC], Novák F. [NF], Oláh Tamás [OT], Orci Kirill M. [OK], Podlussány Attila [PA], Puskás Gellért [PG], RácZ István A. [RIA], Rozner István [RI], Sólymos Péter [SP], Steinmann Henrik [SH], Szabó V. [SV], Szijj József [SJ], Sziráki György [SGy], Szövényi Gergely [SG], Tartally András [TA], Ujhelyi Sándor [US], Zsirkó Gizella [ZG]

1/c Függelék A *Miramella alpina* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatai.

WM89: Felsőszölnök: 1993 [N20], Török-patak 1995 [N20]; **WM99:** Szakonyfalu 1993 [N20]; **XN04:** Bozsok: Írott-kő 1992, 1995, 1996, 1998 [S4], Szénégető-kút 1992 [S4]; Velem: Hármashatár-hegy 1996 [S4], 2007 [SG]; **XN14:** Kőszeg: Hétforrás 1997 [S4], Irány-hegy 1995, 1997 [S4], Okmányos 1992, 1998 [S4], 2009 [SG], Óház-csúcs 1998 [S4], Stájer házak 1994, 1996 [S4], Szabó-hegy 1997 [S4], Vörös-kereszt 1992, 1996 [S4]; Velem: 1992, 1997 [S4], Borha-forrás 1997 [S4], Gyertyános-kút 1992 [S4], Szent-Vid 1996 [S4]; **XN15:** Kőszeg: Paradicsomos 1992 [S4]

1/d Függelék Az *Odontopodisma decipiens* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatai.

BR87: Drávapalkonya: Dráva folyó árvízvédelmi töltése 2004-2006 [KM], Drávaszabolcs: Dráva folyó árvízvédelmi töltése 2004-2006 [KM]; **BR88:** Csarnóta: Kis-hegy 2003, 2005 [KM], Nagy-hegy 2003, 2005 [KM]; Siklós: Tenkes 1998 [N2], 1999 [NA-SP]; Siklós-Máriagyúd: Csukma 1999, 2001-2002 [NA-SP], Köves-máj 1999-2002 [NA], 2003, 2004, 2006 [KM]; Vokány: Gombás-hegy 2003, 2005 [KM]; **BR98:** Nagyharsány: Fekete-hegy 1958, 1966 [N3], 1998-2002 [NA], 2003-2006 [KM], Szársomlyó 1958 [N3], 2000 [NA], 2003 [KM]; Siklós: Akasztófa-dűlő 1998, 2000 [NA-SP]; Siklós-Máriagyúd: Csukma 1998 [N2], 2003 [KM]; **BS63:** Nagyberki 2000 [N24]; **BS70:** Kővágószőlős: Jakab-hegy 1998 [SG], Szerkő-alja 1998 [SG]; Cserkút: Bika-domb 2007 [S6]; **BS71:** Abaliget: Kis-Kőhegy 2007 [S6], Bükkösdí-víz 2007 [S6], vasútállomás 2007 [S6]; Hetvehely: Bükkösdí-víz 2007 [S6], Fehérkúti-oldal 1998 [SG]; Kovácsszénája: Nagyerdőköz 2007 [S6], tópart 2007 [S6], régi vasúti alagút 2007 [S6]; Magyarhertelend: Tekerési-völgy 2007 [S6]; Okorvölgy: Kis Márton-tanya 2007 [S6]; Orfű: Tekerés 2007 [S6]; **BS80:** Pécs: Misina 1957 [ML-SH], 1969 [R3], 1970 [R3], Remete-rét 1998 [SG], Tubes 1970 [R3]; **BS81:** Pécs: Melegmányi-völgy 1951 [US], Misina 1969 [R3]; **BS91:** Hosszúhetény: 1998 [SG], Hidasi-völgy 1951 [?], 1998 [SG], Potor-hegy 2007 [S6]; Komló: Takanyó-völgy 2007 [S6], Zobákpusztá 1951 [BE-ML-US], 2007 [S6]; Pécs-Somogy: Őr-hegy 2007 [PG-SG]; Pécsvárad: Arany-hegy 2007 [S6], Püspökszentlászló: Alsó-rétek 2007 [S6], Völgyi-rétek 1998 [SG], Zengő 2007 [S6]; **BS92:** Kárász: Határ-oldal 2007 [S6]; Komló: Egregyi-völgy 2007 [S6]; Máza: Csimasz 2007 [S6]; Hosszúhetény-Kisújványa: Szőlőskertek 2007 [S6], Szürke-rét 2007 [S6], Tél-hegy 2007 [S6]; Szászvár: Kantár-hegy 2007 [S6]; **BS94:** Dúzs: Dúzsi-erdő 2008 [SG]; Mucsi: Mucsi-tető 2008 [SG]; **CS02:** Óbánya: sífutópálya 2006 [PG-SG]; **CS17:** Simontornya 1912 [P3], 1997 [N20]; **CS23:** Szekszárd: Óriás-hegy 2001 [TA]; **XL99:** Darány: Barcsi-borókás 1998, 1999 [N24]; **XM17:** Sopron 1997 [N20]; **XM89:** Raposka: Szent György-hegy 1947 [US]; **YM13:** Zselickislak: 2000 [N24], Pölöskei-rét 2000 [SG]; Zselicszentpál 2000 [N24]; **YM21:** Ibafa: Kisibafa 1997 [SG], Gyűrűfű 2009 [K7]; **YM22:** Kaposgyarmat: 2000 [N24], Vörösalma 2000 [SG]; **YM23:** Cserénfa 2000 [N24]; Taszár 2000 [N24]; **YM24:** Taszár: Felsőberek 2000 [SG]

1/e Függelék Az *Odontopodisma rubripes* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatai.

ET99: Bátorliget: Bátorligeti-láp 1947 [N6], 1964, 1989 [N10], 1992 [V1], 2005, 2007, 2009 [NA]; **EU86:** Záhony: Tisza folyó partja 2009 [PG]; **EU93:** Vásárosnamény-Gergelyiugornya 1967 [G4]; Tiszaszalka: Völgy-oldal 1967 [G4]; **EU94:** Tiszakerecseny: Nagy-erdő 2008 [NA]; **EU95:** Lónya: Lónyai-erdő 2008 [NA]; **FU02:** Gulács 2007 [NA]; Hetefejércse 2007 [NA]; **FU03:** Beregdaróc 2005, 2006 [NA]; Csaroda 1966 [S1]¹, 1992 [V1], 2009 [NA]; Gelénes: 2006, 2008 [NA], Bockereki-erdő 2005, 2007 [NA], Közös Szugolyi-erdő 2005, 2007, 2009 [NA]; Hetefejércse 2007 [NA]; Tákos 2007 [NA]; **FU04:** Beregdaróc 2005, 2006 [NA]; Barabás 2008 [NA]; Gelénes 2008 [NA]; Tiszakerecseny 2008 [NA]; **FU12:** Gulács 2007 [NA]; Kömörő 2007 [NA], Tarpa: Tisza folyó árterület 2007 [NA]; Tivadar 2003 [PG-SG], 2007 [NA]; **FU13:** Beregdaróc 2005, 2006 [NA]; Beregsurány 1992 [V1], Csaroda 2007 [NA]; Hetefejércse 2007 [NA]; Tarpa: Tarpai-erdő 2005, 2007 [NA]; **FU14:** Barabás: Kaszonyi-hegy 1992 [V1], 2005, 2008 [NA]; Beregdaróc 2005, 2006 [NA]; **FU21:** Fülesd 2007 [NA]; **FU22:** Fülesd 2007 [NA]; Kömörő 2007 [NA]; Túrístvándi 2007 [NA]; **FU30:** Csengersima 2007 [NA-KM]; **FU32:** Botpalád 2006, 2008 [NA]; Kispalád 2006, 2008 [NA]; Magosliget: 2006, 2008 [NA], Cserköz-erdő 1992 [V1]

1/f Függelék Az *Odontopodisma schmidti* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatai.

BS70: Cserkút: Pellérdi-rétek 2007 [S6]; **WM89:** Felsőszölnök: 1993, 1994 [N20], Lujza-hegy 1997 [N20], Török-patak 1995 [N20]; **WM99:** Alsószölnök: Tűz-hegy 1997 [N20]; Apátistvánfalva 1993 [N20]; Orfalu 1994 [N20]; Szakonyfalu 1993, 1994 [N20]; Szentgotthárd-Farkasfa 1993 [N20]; **WN90:** Szentgotthárd: Zsida-völgy 1994 [N20]; **XM08:** Óriszentpéter 1982 [N20]; **XM09:** Csörötnék: Huszási-patak 1993 [N20]; Kondorfa 1982 [N20]; Szalafő: Felsőszer 1994 [N20], Pityerszer 1993 [N20], 1996 [NB]; Szentgotthárd-Farkasfa: Nagyerdő 1989 [RI]; **XM17:** Ispánk: Lugosi-erdő 1982 [N20]; **XM42:** Órtilos 1995, 1997 [S3], a Dráva és a Mura folyó találkozási 1995 [PA], Dráva folyó partja 1997, 1998 [N24]; **XM52:** Gyékényes: Lankóci-erdő 1996 [S3]; **XM70:** Bélavár: 1997 [S3], Dráva folyó partja 1995 [SGy], Palinaerdő 1995 [S3], Vízvár 1997, 1999 [N24]

¹Eredeti publikációban *Odontopodisma schmidti rubripes*.

1/g Függelék A *Pezotettix giornae* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatai.

BR67: Hirics 2004-2006 [KM]; Kisszentmárton: Kisszentmártoni-rét 2004-2006 [KM]; **BR68:** Baranyahídvég 2005 [KM]; **BR78:** Kórós: Bagó-rét 2006 [KM]; **BR87:** Drávapalkonya: töltésoldal 2004-2006 [KM]; Drávaszabolcs: töltésoldal 2004-2006 [KM]; **BR88:** Csarnóta: Kis-hegy 2003-2005 [KM], Nagy-hegy 2003-2005 [KM]; Siklós: Tenkes 1998 [NA-SP], 1999 [N2], 2001 [SG]; Siklós-Máriagyúd: Csukma 2001, 2002 [NA-SP], Köves-máj 1997-2002 [NA], 2003-2006 [KM]; Vokány: Gombás-hegy 2003-2005 [KM]; **BR98:** Nagyharsány: Szársomlyó 1958, 1985 [N3], 1969 [R3], 1997, 1998 [N2], 1999, 2000 [NA], 2004-2006 [KM], 2009 [SG], Fekete-hegy 1958, 1966 [N3], 1969 [R3], 1998-2002 [NA], 2003-2006 [KM]; Siklós: Akasztófa-dűlő 1998-2002 [NA-SP], 2003-2006 [KM]; Siklós-Máriagyúd: Csukma 1997,1998 [NA], 2003 [KM]; **BS63:** Nagyberki 2000 [N24]; **BS70:** Cserkút: Bika-domb 2007 [S6], Pellérdi-rétek 2007 [S6]; Kővágószőlős: Jakab-hegy 1998 [SG], Szerkőalja 1998 [SG]; **BS71:** Orfű 1991 [K5]; **BS76:** Somogydöröcske: Temető-domb 2009 [SG]; **BS79:** Siófok: Balatonszéplak: Tóközpuszta 1953 [ML], Töreki-láp 1953 [ML]; **BS80:** Pécs: 1928 [G5], Dömörkapu 1956-1957 [ML], Misina 1957 [N7], 1969, 1970 [R3], Misina Csemete-kert 1969 [R3], Remete-rét 1998 [SG], Tettye 2007 [S6], Tubes 1970, 1971 [R3]; **BS81:** Pécs: Misina 1969 [R3]; **BS83:** Mágocs 1928 [G5]; **BS84:** Mágocs 1928 [G5]; **BS91:** Hosszúhetény-Püspökszentlászló: Alsó-rétek 2007 [S6], Völgyi-rétek 2007 [S6]; Komló: Zobákpuszta 2007 [S6], Alsó-Zobák 2007 [S6]; Pécs-Somogy: Őr-hegy 2007 [PG-SG]; Pécsvárad: Öreg-béke 2007 [S6]; **BS92:** Hosszúhetény-Kisújbánya: Szürke-rét 2007 [S6], Tél-hegy 2007 [S6]; **BS98:** Lajoskomárom 2008 [PG-SG]; **BT71:** Balatonalmádi: Káptalanfüred 1979 [R1], 2000 [K2], Vörösberény 2000 [K2]; Balatonfüzfő 2000 [K2]; **BT83:** Várpalota: Fajdas-hegy 2004 [K4]; **CR09:** Bóly 2009 [SG]; **CR29:** Mohácsi-sziget (Margitta-sziget) 1928 [G5]; **CR39:** Mohácsi-sziget (Margitta-sziget) 1928 [G5]; **CS00:** Máriakéménd 2009 [SG]; **CS01:** Apátvarasd 2009 [SG]; Zengővárkony 2007 [S6]; **CS02:** Bonyhád 2009 [SG]; **CS04:** Hőgyész-Hertelendpuszta 2008 [SG]; **CS05:** Szakadát 2008 [SG] **CS08:** Igar-Vámpuszta 2008 [PG-SG]; **CS13:** Kakasd 2009 [SG]; **CS18:** Igar 2008 [PG-SG]; Simontornya 1912 [P3], 2007 [PG], 2008 [PG-SG]; **CS24:** Tolna 2009 [SG]; **CS29:** Sárbogárd 2008 [PG-SG]; **CS31:** Baja 1928 [G5]; **CS35:** Dunaszentgyörgy 2009 [SG]; **CS37:** Dunaföldvár: Leányvári-völgy 2001 [SG]; **CS41:** Baja 1928 [G5]; **CS51:** Baja-Mátéháza-puszta 2003 [SG]; **CS71:** Bácsalmás 1928 [G5]; **CT03:** Székesfehérvár: Aszal-völgy 2008 [PG-SG]; **CT06:** Várgesztes 1962 [?]; **CT13:** Sukoró 1957 [R4]; **CT16:** Bicske 2009 [SG]; **CT20:** Sárbogárd 2008 [PG-SG]; **CT23:** Velence: 1957 [Kn]; **CT24:** Kajászó: M7 autópálya benzinkút 2009 [PG]; **CT26:** Bicske 2009 [SG]; **CT35:** Biatorbágy: Bolha-hegy 2007 [PG]; **CT36:** Páty 2009 [SG]; **CT37:** Piliscsaba: Kálvária-hegy 2001 [OK]; **CT38:** Pilisszentkereszt: Pilis 1987 [N6]; **CT45:** Budaörs: 1958 [US], Csiki-hegyek 1957 [GM], 1966 [S1], Odvas-hegy 2008 [PG]; Budapest: Kamaraerdő 1997 [SG], Keserüéri szikések 1996 [SG], Budatétény 1998 [SG], M0 autópálya 2007 [PG]; **CT46:** Budapest: Adyliget 1997 [SG], 2003-2009 [PG], Hárs-hegy 1992 [N11], Hármashatár-hegy 1993 [N11], 2007-2008 [PG-SG], Szarvas-hegy 2007 [PG], Szép-völgy 1966 [S1], Tétényi-fennsík 2000 [SG], Újlaki-hegy 2007 [PG]; Diósd: Nap-hegy 2000 [SG]; Törökbálint: Szabadházi-hegy 1996-2009 [SG]; **CT47:** Nagykovácsi: Szénások 2008 [N13]; **CT55:** Budapest: Nagytétény 2003 [NC], Sas-hegy 2008 [SG]; **CT56:** Budapest: Gellért-hegy 2008 [PG], Szent István Egyetem arborétum 2008

[PG]; **CT57**: Budapest: Rómaifürdő 1928 [G5], 1940 [?], Testvér-hegy 1959 [R4]; **CT62**: Dabas: Vizes nyilas 2004 [SG]; **CT65**: Budapest-Ferihegy 2008 [SG], Kispest 1957 [SH]; **CT66**: Budapest-Rákoskeresztúr 2003 [PG-SG]; **CT72**: Dabas: Vizes nyilas 2004 [SG]; **CU90**: Buják: Csirke-hegy 2004 [NA], 2009 [SG], Bukri-hegy 2009 [SG], Zsellérföldek 2009 [SG]; Ecseg: Erős-oldal 2009 [SG]; Kozárd: Kacsás-tó 2009 [SG], Pogányvár 2004 [NA], 2009 [SG], Pohánka 2009 [SG]; **CU91**: Ecseg: Bézma 2009 [SG]; **DS01**: Ásotthalom 1969 [G3]; **DS11**: Mórahalom: Tanaszi-semlyék 2004 [BM]; **DS12**: Zákányszék 2004 [BM]; **DS28**: Tiszaalpár 2009 [PG]; **DS31**: Szeged 2003 [PG-SG]; **DS32**: Szeged 1899 [V3], Tisza és Maros folyó találkozása 1994 [K6], 2003 [PG-SG], Vesszős 1966 [G3]; **DS33**: Szeged: Fehér-tó 1964 [G3]; **DS39**: Tiszakürt 1966 [G3]; **DS57**: Szentes-Cserebökény: 1998 [S5]; **DS64**: Kardoskút 2009 [SG]; **DS69**: Szarvas 1997 [N22]; **DS72**: Csanádpalota 2009 [PG]; Királyhegyes 2009 [PG]; **DS74**: Kardoskút 2009 [SG]; **DS75**: Kardoskút 2007-2009 [SG]; **DS82**: Pitvaros 2002 [OK]; **DT19**: Gyöngyös: Sár-hegy 2009 [NA]; **DT22**: Abony 2009 [SG]; **DT31**: Tószeg 2003 [PG-SG]; **DT32**: Szolnok: 2003 [PG-SG], Paládicpuszta 1959 [R4]; **DT46**: Pély: Hosszú-fertő 2001 [NA]; **DT96**: Tiszafüred: Egyek-pusztakócsi-mocsarak 2007 [KM]; **DT97**: Egyek: Egyek-pusztakócsi-mocsarak 2007 [KM], Egyek-Telekháza 2004 [OT], Ohati-erdő 2004 [OT]; **DU60**: Tard: Szekrény-völgy 2001 [NA]; **DU71**: Kisgyőr: Ásotffa-tető 2004, 2006 [NA]; **ES02**: Battonya-Kistompapuszta 2000 [OK]; **ES06**: Szabadkígyós 1998 [N21]; **ES26**: Gyula: Sitka-erdő 1998 [N10, N16]; **ES36**: Gyula: Mályvádi-legelő 1998 [N10, N16]; **ES37**: Kötegyán: Remete 1959 [?]; **ET08**: Újszentmargita: Margitai-erdő 2004 [OT]; **ET30**: Komádi 1954 [N8]; **ET40**: Biharugra 1959 [SH], 1973 [R2], 2000, 2001 [OK]; **ET46**: Debrecen: Tóció-völgy 2004 [OT], 2006-2008 [NA]; **ET47**: Debrecen-Józsa: Tóció-völgy 1996, 2007-2008 [NA]; **XM25**: Szécsisziget 1997 [SG]; **XM45**: Bocska 1957 [R4]; Magyarszentmiklós 1957 [SH]; **XM49**: Kemendollár 2009 [PG]; Nemesapáti 2009 [PG]; **XM52**: Őrtilos: Dráva folyó partja 1998 [N24]; **XM68**: Cserszegtomaj: Gyötrös-tető 2002 [SG]; **XM69**: Zalaszántó: Tátika 2000 [K1], 2002 [SG]; **XM78**: Balatonyörök: Virágos-hegy 2000 [SG]; Cserszegtomaj: Gyötrös-tető 2002 [SG]; Gyenesdiás: Ló-hegy 2002 [SG], Pajta-völgy 2000, 2001 [SG], Varsás-hegy 2000, 2001 [SG]; Keszthely: Szépkilátó 1979 [R1]; **XM79**: Zalaszántó: Tátika 2001 [SG]; **XM88**: Badacsony 1928 [G5]; Badacsonytördemic 2002 [K4]; **XM89**: Hegymagas: Szent György-hegy 2002 [SG]; **XM97**: Fonyód 1953 [US]; **XM98**: Badacsony 1928 [G5]; Ábrahámhegy 2000 [K2]; Révfülöp 2000 [K2]; **XM99**: Balatonhenye 2000 [K2], 2009 [PG]; Hegyesd: Pokol-tó 2000 [K1]; Köveskál: Sásdi-rétek 2001 [SG]; **XN45**: Vámoscsalád: Répce folyó menti rét 2002 [N19]; **YL27**: Zaláta 2004-2006 [KM]; **YL37**: Hirics 2004-2006 [KM]; **YM22**: Kaposgyarmat 2000 [N24]; **YM08**: Látrány 2000 [N17, N18], 2002 [N25]; **YM09**: Balatonakali 2000 [K2]; Köveskál: Bika-tó 2002 [K4]; Szentantalfa: Alsó-rét 1999 [K1]; **YM13**: Zselickislak: 2000 [N24], Lonka 2000 [SG]; Zselicszentpál: 2000 [N24], Kánya-vár 2000 [SG]; **YM17**: Látrány: Birkás-legelő 2002 [N25]; **YM19**: Örvényes 2000 [K2]; Sajkod (Sojág) 1928 [G5]; Tihany 1928 [G5], 1948 [N5], 1979 [R1], 2000 [K2], Apáti-hegy 2001 [K3], Diós-rét 1947 [K3], Gurbica-tető 1947, 2001 [K3], Kiserdő-tető 2001 [K3], Külső-tó 1947, 2001 [K3], Óvár 1947, 2001 [K3], 2000 [K1], Újlaki-rét 1947, 2001 [K3], Viszhang-domb 1947 [K3]; **YM21**: Ibafa: Gyűrűfű 2009 [K7]; **YM23**: Cserénfa: 2000 [N24], Kopaszka 2000 [SG]; Taszár 2000 [N24]; **YM24**: Taszár: Felső-berek 2000 [SG]; **YM28**: Kőröshegy: Almahegy 2002 [SG]; **YM30**: Szentlőrinc: vasútállomás 2007 [S6]; **YN10**: Aszófő: 1958 [US], Öreg-hegy 2002

[K4, SG], Balatonfüred: 2000 [K2], Szekér-kút 2004 [K4]; Balatonfüred-Balatonarács 2000 [K2]; **YN20**: Alsóörs 1979 [R1], 2000 [K2]; Csopak 1960 [?], 1962 [NF], 2000 [K2]; Lovas 2000 [K2]; Paloznak 2000 [K2]

1/h Függelék A *Podisma pedestris* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatai.

DU10: Mátraszentimre: 1952 [US], Galyatető 1958 [SV]; **DU52**: Szilvásvárad: Istállós-kő 1971 [US], 1996 [N16], Kukucsó-hegy 1996 [N16]; **DU62**: Mályinka: Nyárjúhegy 1951 [US], 1996 [N16], Ördög-oldal 1949 [US]; Miskolc: Jávorkút 1949 [US], [N16], Nagy-mező [N16], Svéd-fenyves 1996 [N16]; Nagyvisnyó: Bálvány 1996 [N16], Ördög-oldal 1996 [N16]; Répáshuta 1996 [N16]; Szilvásvárad: Három-kő 1966 [S1], Keskeny-rét 1996 [N16]; **WN90**: Szentgotthárd 1947 [SJ]; **XN04**: Bozsok: Írott-kő 1940 [P5]; **XN14**: Kőszeg 1960 [ZG]

1/i Függelék A *Pseudopodisma nagy* 10 × 10 km UTM alapú magyarországi elterjedési adatai.

CT46: Budapest: Sváb-hegy 2006 [PG], 2008 [SG], 1994-2006 [N14]; Nagykovácsi: Kecskéhát 2007 [SG]; **DT19**: Gyöngyös: Sár-hegy 2007, 2009 [NA]; **DU00**: Pásztó 1994 [G1]; Muzsla 1964 [G1]; **DU10**: Ágasvár 1957 [R2]; Mátrakeresztes: Nagy-rétek 2004 [NA]; Mátraszentimre: Egres 2004 [NA], Vörös-kő 1959 [G1], Galya-tető 1992, 1994, 1995 [G1]; **DU11**: Bátortereny 2004 [NA]; **DU20**: Gyöngyös: Kékes-tető 1952 [US]; Parádsasvár: Rudolf-tanya 1976 [R2], Szár-hegy 1963 [G1]; **DU51**: Felsőtárkány: Csókás-tető 1993 [G2]; **DU52**: Felsőtárkány: Gyetra-tető 1996 [N16], Hegyes-kő 1996 [N16], Sándor-hegy 1996 [N16], Vörös-kő 1996 [N16]; Miskolc: Szentlélek 1957 [US], 1958 [G1]; Szilvásvárad: Fekete-sár 1952 [SH], 1996 [N16], Istállós-kő 1971 [US], 1996 [N11], Kerek-rét 1996 [N16], Kukucsó-hegy 1996 [N16], Óserdő 2004 [NA], Tányéros-töbör 1996 [N16]; **DU60**: Cserépváralja: Török-rét 1996 [N16], 2003, 2009 [NA]; Noszvaj 1994 [G1]; **DU61**: Bükkzsérc: Ódor-vár 1980 [B1], 2003, 2006, 2009 [NA]; Cserépfalu: Derda-kaszáló 2006, 2009 [NA], Hideg-kút-lapos 2003 [NA]; **DU62**: Mályinka: Nyárjúhegy 1951 [US], 1958 [G1], 1996 [N16], Ördögoldal 1949 [US]; Miskolc: Csipkés 1953 [US], Disznós-patak 1996 [N16], Felső-Borovnyák 1996 [N16], Hetemér 1996 [N16], Jávorkút 1996 [N16], Lusta-völgy 1996 [N16], Nagy-kőrös 1996 [N16], Nagy-mező 1957 [US], 1996 [N16], Svéd-fenyves 1996 [N16], Vadász-völgy 1966 [S1]; Nagyvisnyó: Bálvány 1950 [G1], 1996 [N16], Bálvány-oldal 1994 [G2], Bánkút 1959 [R2], 1996 [N16], Hármaskút 1996 [N16], Nagy-kőhát 1996 [N16], Nagy-mező 1951 [US] 1952, 1982 [G1], Ördög-oldal 1996 [N16]; Répáshuta: 1942 [G1], 1982 [SH], Tebepuszt 1996 [N16]; Szilvásvárad: Három-kő 1966 [S1], 1996 [N16], 2009 [NA], Keskeny-rét 1996 [N16], Sima-kő 1996 [N16], Tar-kő 1966 [S1], 1996 [N16], Zsidó-rét 1996 [N16]; **DU63**: Mályinka: Baróc-patak völgye 1996 [N16], Buzgó-kő 1996 [N16], Harica 1996 [N16]; Miskolc: Köpüs-kő 1996 [N16]; **DU67**: Aggtelek: Csiszár-nyitás 1994-2002 [NA-OK-RIA], 2000 [V2], 2003-2006 [KM-NA-RIA], Haragistya 1999 [N17], Iván-hegy 2006 [NA], Kék-kő-völgy 2001 [NA-SP], 2006 [NA], Kerek-Gárdony-tető [KM-NA-RIA], Ló-kosár 1999 [N17], 2006 [NA], Luzsok 1982 [P1], 1994-2002 [NA-OK-RIA], 1999 [N17], 2003-2006 [KM-NA-RIA], Mihály-láza 1999 [N17], Nagy-Nyilas 1999 [OK], 2006 [KM-NA-OT], víznyelő a 20 számú határkö mellett 1998, 1999 [N4], Százholdas 2006, 2008 [KM-NA], Szilicei-kaszálók

1999 [N17], 2000 [V2], 2006 [KM-NA]; Jósvalő: 1979 [P1], Kopasz-tető 1999 [OK], 2005, 2007, 2008 [NA], Nagy-oldal 1999 [N17], 2003 [NA], Szelcepuszta 1982, 1983 [P2], 1999 [N17], 2002 [SG]; **DU72**: Bükkszentkereszt: Lófő-tisztás 1996 [N16], Dorongós-rét 1989 [SG-TA], 2001 [?]; Miskolc: Hámor 1912 [S2], 1996 [N16], Kerek-hegy 1996 [N16]; **DU73**: Varbó: Barátság-kert 1996 [N16], Örvény-kő 1996 [N16]; **EU25**: Baskó: Gázsó-rét 2008 [NA]; **EU26**: Háromhuta: Istvánkút 1957 [G1], Nagypéter-szikla 1955 [G1], Tokár-tető 1957 [G1], Pengő-kő 1958 [G1]; Regéc: Bohó-rét 1961 [US], Gyertyán-kúti-rétek 2002, 2005, 2008 [NA], Hemzső 1943, 1953 [G1]; **EU27**: Telkibánya 1953 [G1]; **EU35**: Háromhuta-Középhuta 1966 [S1], Komlóska: Pajána 2006 [KM-NA], 2008 [NA], Zsidó-rét 2006 [KM-NA], 2008 [NA]; **EU36**: Háromhuta: Mlaka-rét 2007 [PG-SG]; Komlóska: Kecse-hegy 2007 [PG]; Nagyhuta: Kőkapu 1958, 1978 [G1]; Háromhuta-Újhuta: 1966 [S1], Gerendás-rét 1998 [N18]; Regéc: Rostalló 1961 [G1]; **EU37**: Füzér-Lászlótanya: Oláh-rét 1998 [N18], 2006 [KM-NA], 2008 [NA]; **EU45**: Sátoraljaújhely: Sátor-hegy 2008 [KM-NA]

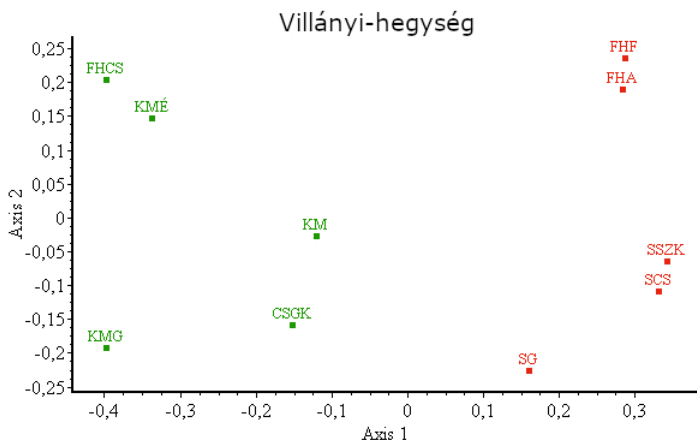
2. Függelék A Villányi-hegység (2003-2005) és az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer (2004 és 2007) területén gyűjtött Orthoptera fajok tudományos neve CIGLIANO *et al.* (2018) szerint, illetve fauna- és életforma-típus besorolása RÁCZ (1998a) alapján. Rövidítések: An: angarai, Af: afrikai, Ba: balkáni, Ca: kaszpi, Da: dácikus, Eu: európai, Holo: holarktikus, Med: mediterrán, Moe: mőziai N: északi, Pc: policentrikus, Po: pontusi, Si: szibériai, Tur: turkesztáni, / Ch: chortobiont, Fi: fissurobiont, G: geobiont, Th: thamnobiont, félkövér betű: védett fajok, *: módosult életforma-típus besorolás (korábban: G-Ch).

Ensifera	Fauna-típus	Életforma-típus	Villányi-hegység	Egyek-Pusztakócs
Tettigonioidea				
<i>Ephippiger ephippiger</i> (Fiebig, 1784)	Po-Med	Th	+	
<i>Conocephalus fuscus</i> (Fabricius, 1793)	Si-Pc	Th		+
<i>Conocephalus dorsalis</i> (Latreille, 1804)	Po-Ca	Th		+
<i>Isophya modesta</i> (Frivaldszky, 1868)	Ba (Moe)	Ch	+	
<i>Leptophyes albobittata</i> (Kollar, 1833)	Po-Med	Th	+	+
<i>Phaneroptera nana</i> Fieber, 1853	Holo-Med	Th	+	
<i>Saga pedo</i> (Pallas, 1771)	Po-Ca	Ch-Th	+	
<i>Decticus verrucivorus</i> (Linnaeus, 1758)	An	Ch-Th		+
<i>Gampsocleis glabra</i> (Herbst, 1786)	Po-Ca	Th		+
<i>Bicolorana bicolor</i> (Philippi, 1830)	An	Ch	+	+
<i>Roeseliana roeselii</i> (Hagenbach, 1822)	Po-Ca	Ch	+	+
<i>Pachytrachis gracilis</i> (B. von Wattenwyl, 1861)	Po-Med	Th	+	
<i>Pholidoptera fallax</i> (Fischer, 1853)	Po-Med	Ch	+	
<i>Pholidoptera griseoptera</i> (De Geer, 1773)	Po-Ca	Th	+	
<i>Platycleis affinis</i> Fieber, 1853	Po-Ca	Ch-Th		+
<i>Platycleis grisea</i> (Fabricius, 1781)	Po-Ca	Ch-Th	+	
<i>Tessellana veyseli</i> (Koçak, 1984)	Po-Ca	Th		+
<i>Rhacocleis germanica</i> (Herrich-Schäffer, 1840)	Po-Med	Th	+	
<i>Tettigonia viridissima</i> (Linnaeus, 1758)	Si-Pc	Th	+	+
Grylloidea				
<i>Gryllus campestris</i> Linnaeus, 1758	Af	Fi		+
<i>Oecanthus pellucens</i> (Scopoli, 1763)	Po-Med	Ch-Th	+	+

A 2. Függelék folytatása.

Caelifera	Fauna-típus	Életforma-típus	Villányi-hegység	Egyek-Pusztakócs
Acridoidea				
<i>Acrida ungarica</i> (Herbst, 1786)	Af	G-Ch		+
<i>Calliptamus italicus</i> (Linnaeus, 1758)	An	G-Ch	+	+
<i>Odontopodisma decipiens</i> Ramme, 1951	Po-Med	Ch	+	
<i>Pezotettix giornae</i> (Rossi, 1794)	Po-Med	Ch*	+	+
<i>Chorthippus biguttulus</i> (Linnaeus, 1758)	Po-Ca	Ch	+	+
<i>Chorthippus brunneus</i> (Thunberg, 1815)	An	Ch	+	+
<i>Chorthippus mollis</i> (Charpentier, 1825)	An	G-Ch	+	
<i>Chorthippus dorsatus</i> (Zetterstedt, 1821)	Si-Pc	Ch	+	+
<i>Chorthippus oschei</i> Helversen, 1986	Po-Ca	Ch		+
<i>Pseudochorthippus parallelus</i> (Zetterstedt, 1821)	An	Ch	+	+
<i>Euchorthippus declivus</i> (Bri. de Barnev., 1848)	N-Med-Pc	Ch	+	+
<i>Doclostaurus brevicollis</i> (Eversmann, 1848)	Po-Ca-Tur	G-Ch		+
<i>Euthystira brachyptera</i> (Ocskay, 1826)	An	Ch	+	
<i>Gomphocerippus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	An	Ch	+	
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charpentier, 1825)	An	Ch		+
<i>Omocestus petraeus</i> (Bri. de Barneville, 1856)	An	Ch		+
<i>Omocestus rufipes</i> (Zetterstedt, 1821)	An	Ch	+	+
<i>Stenobothrus crassipes</i> (Charpentier, 1825)	Po-Med	Ch		+
<i>Stenobothrus lineatus</i> (Panzer, 1796)	An	Ch	+	
<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)	Af	G-Ch	+	
<i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)	Af	G-Ch		+
<i>Oedipoda caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	Pc	G	+	
Tetragoidea				
<i>Tetrix subulata</i> (Linnaeus, 1758)	Eu-Pc	Ch		+

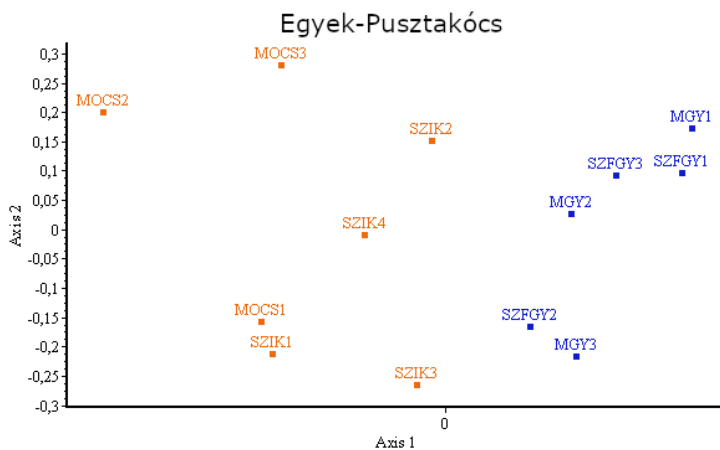
3. Függelék A Villányi-hegységben 2003-2005 között gyűjtött orthopterológiai minták főkoordináta analízise (PCoA) (Bray-Curtis). SG: Szársomlyó gerinc, SCS: Szársomlyó csúcs, SSK: Szársomlyó sziklakopár, FHA: Fekete-hegy alsó, FHF: Fekete-hegy felső, FHCS: Fekete-hegy csúcs, KMÉ: Köves-máj, KM: Köves-máj, CSGK: Csukma gerinc, KMG: Köves-máj gerinc; bordó: mészkő- és nyílt sziklagyepek, zöld: sziklagyp-bokorerdő mozaik.



4. Függelék A Villányi-hegységben 2003-2005 között gyűjtött orthopterológiai mintákon végzett indikátor faj (IndVal) elemzés eredménye. **: szignifikáns karakterfaj, $p > 0,05$) NS: nem szignifikáns, félkövér IndVal érték: szimmetrikus karakterfajok (IV > 55).

Fajok	IndVal	p < 0,05	Mésző sziklagyep	Nyílt sziklagyep	Sziklagyep-bokorerdő mozaik
Minden csoport					
<i>Leptophyes albovittata</i>	90,00	NS	42 / 8	6 / 4	216 / 15
<i>Oecanthus pellucens</i>	60,00	NS	21 / 6	25 / 2	37 / 10
<i>Rhacocleis germanica</i>	36,67	NS	3 / 3	7 / 3	12 / 5
<i>Chorthippus brunneus</i>	33,33	NS	5 / 5	6 / 2	14 / 3
<i>Saga pedo</i>	30,00	NS	11 / 5	0 / 0	16 / 4
<i>Phaneroptera nana</i>	20,00	NS	1 / 1	2 / 2	8 / 3
<i>Isophya modesta</i>	10,00	NS	1 / 1	0 / 0	2 / 2
Mésző sziklagyep					
<i>Euchorthippus declivus</i>	30,30	NS	6 / 3	0 / 0	1 / 1
<i>Ephippiger ephippiger</i>	13,89	NS	2 / 2	0 / 0	2 / 1
<i>Pholidoptera griseoptera</i>	6,94	NS	1 / 1	0 / 0	1 / 1
Nyílt sziklagyep (dolomiton)					
<i>Oedipoda caerulea</i>	34,62	**	4 / 2	6 / 3	0 / 0
Sziklagyep-bokorerdő mozaik					
<i>Stenobothrus lineatus</i>	77,50	**	15 / 5	7 / 4	186 / 13
<i>Pezotettix giornae</i>	74,93	**	4 / 2	38 / 5	171 / 14
<i>Odontopodisma decipiens</i>	57,86	**	1 / 1	0 / 0	27 / 9
<i>Euthystira brachyptera</i>	40,00	**	0 / 0	0 / 0	17 / 6
<i>Bicolorana bicolor</i>	37,89	**	0 / 0	1 / 1	18 / 6
<i>Pachytrachis gracilis</i>	37,78	**	1 / 1	0 / 0	17 / 6
<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	33,33	**	0 / 0	0 / 0	10 / 5
<i>Gomphocerippus rufus</i>	20,00	NS	0 / 0	0 / 0	3 / 3
<i>Tettigonia viridissima</i>	17,14	NS	2 / 2	0 / 0	12 / 3
<i>Pholidoptera fallax</i>	13,33	NS	0 / 0	0 / 0	2 / 2
<i>Aiolopus strepens</i>	13,33	NS	0 / 0	0 / 0	2 / 2
<i>Chorthippus dorsatus</i>	13,33	NS	0 / 0	0 / 0	2 / 2
<i>Roeseliana roeselii</i>	6,67	NS	0 / 0	0 / 0	1 / 1
<i>Omocestus rufipes</i>	6,67	NS	0 / 0	0 / 0	1 / 1
Mésző és nyílt sziklagyep					
<i>Chorthippus biguttulus</i>	98,10	**	54 / 9	49 / 6	2 / 1
<i>Platycleis grisea</i>	72,80	**	30 / 9	9 / 5	11 / 7
<i>Calliptamus italicus</i>	33,33	NS	16 / 3	14 / 3	6 / 2
<i>Chorthippus mollis</i>	16,67	NS	4 / 2	1 / 1	1 / 1
mintaszám			9	6	15

5. Függelék Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer 13 vizsgálati területén, 2004-ben és 2007-ben gyűjtött orthopterológiai minták főkoordináta analízise (PCoA) (Bray-Curtis). MOCS: mocsár, SZIK: szikes, SZFGY: Zárt száraz és félszáraz gyepek, MGY: Másodlagos, illetve jellegtelen származék mocsarak, rétek és gyepek; narancs: szikes gyepek, mocsarak, kék: száraz, félszáraz és másodlagos gyepek.



6. Függelék Az Egyek-pusztakócsi mocsárrendszer területén, 2004-ben és 2007-ben gyűjtött orthopterológiai mintákon végzett indikátor faj (IndVal) elemzés eredménye. **: szignifikáns karakterfaj, $p > 0,05$ NS: nem szignifikáns, félkövér IndVal érték: szimmetrikus karakterfajok ($IV > 55$).

Fajok	IndVal	P < 0,05	Szikes gyepek, mocsarak	Száraz, félszáraz és másodlagos gyepek
Minden csoport				
<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	73,08	NS	51 / 9	45 / 10
<i>Chorthippus oschei</i>	61,54	NS	38 / 10	12 / 6
<i>Omocestus rufipes</i>	53,85	NS	36 / 7	90 / 7
<i>Roeseliana roeselii</i>	50,00	NS	32 / 7	11 / 6
<i>Aiolopus thalassinus</i>	34,62	NS	8 / 5	4 / 4
<i>Platycleis affinis</i>	30,77	NS	7 / 3	9 / 5
<i>Decticus verrucivorus</i>	23,08	NS	4 / 4	4 / 2
<i>Gampsocleis glabra</i>	23,08	NS	5 / 4	4 / 2
<i>Pezotettix giornae</i>	19,23	NS	4 / 3	2 / 2
<i>Tettigonia viridissima</i>	19,23	NS	3 / 3	3 / 2
<i>Conocephalus dorsalis</i>	15,38	NS	12 / 1	12 / 3
Szikes gyepek, mocsarak				
<i>Conocephalus fuscus</i>	50,00	**	27 / 7	0 / 0
<i>Chorthippus dorsatus</i>	40,00	NS	14 / 7	3 / 2
<i>Tetrix subulata</i>	28,57	NS	22 / 4	0 / 0
<i>Chorthippus biguttulus</i>	14,29	NS	2 / 2	0 / 0
<i>Chorthippus brunneus</i>	14,29	NS	4 / 2	0 / 0
<i>Acrida ungarica</i>	7,14	NS	1 / 1	0 / 0
<i>Gryllus campestris</i>	7,14	NS	1 / 1	0 / 0
Száraz, fél. szár. és másod. gyepek				
<i>Euchorthippus declivus</i>	91,82	**	16 / 5	154 / 12
<i>Stenobothrus crassipes</i>	83,33	**	0 / 0	29 / 10
<i>Oecanthus pellucens</i>	33,33	**	0 / 0	10 / 4
<i>Calliptamus italicus</i>	28,65	NS	4 / 2	21 / 4
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>	20,59	NS	1 / 1	4 / 3
<i>Dociostaurus brevicollis</i>	15,71	NS	1 / 1	14 / 2
<i>Omocestus petraeus</i>	15,22	NS	1 / 1	9 / 2
<i>Leptophyes albivittata</i>	14,42	NS	2 / 1	11 / 2
<i>Bicolorana bicolor</i>	11,67	NS	1 / 1	2 / 2
<i>Tessellana veyseli</i>	8,33	NS	0 / 0	1 / 1
mintaszám			14	12

Publikációs lista

Az értekezés alapját képező cikkek:

1. **Kisfali, M**; Sólymos, P; Nagy, A; Rácz, IA; Horváth, O; Sramkó, G
A morphometric and molecular study of the genus *Pseudopodisma* (Orthoptera: Acrididae)
ACTA ZOOLOGICA ACADEMIAE SCIENTIARUM HUNGARICAE 63:(3) pp. 293-307. (2017)
IF: 0.846
2. Rácz, IA; Déri, E; **Kisfali, M**; Batiz, Z; Varga, K; Szabó, Gy; Lengyel, Sz
Early changes of orthopteran assemblages after grassland restoration: a comparison of space-for-time substitution versus repeated measures monitoring
BIODIVERSITY AND CONSERVATION 22:(10) pp. 2321-2335. (2013)
IF: 2.065
3. Nagy, A; **Kisfali, M**; Szövényi, G; Puskás, G; Rácz, IA
Distribution of Catantopinae species (Orthoptera: Acrididae) in Hungary
ARTICULATA 25:(2) pp. 221-237. (2010)
4. **Kisfali, M**; Nagy, A
Középtávú orthopterológiai vizsgálatok a Villányi-hegységben (1999-2005)
ÁLLATTANI KÖZLEMÉNYEK 93:(2) pp. 25-38. (2008)

További közlemények:

2016

5. Lőrincz, Tibor; **Kisfali, Máté**; Lendvai, Balázs; Vizi, E Szilveszter
Phenotype-dependent Ca^{2+} Dynamics in Single Boutons of Various Anatomically Identified GABAergic Interneurons in the Rat Hippocampus
EUROPEAN JOURNAL OF NEUROSCIENCE 43:(4) pp. 536-547. (2016)
IF: 2.941

2013

6. **Kisfali, M**; Lőrincz, T; Vizi, ES
Comparison of Ca^{2+} transients and $[Ca^{2+}]_i$ in the dendrites and boutons of non-fast-spiking GABAergic hippocampal interneurons using two-photon laser microscopy and high- and low-affinity dyes
JOURNAL OF PHYSIOLOGY-LONDON 591:(22) pp. 5541-5553. (2013)
IF: 4.544
7. Vizi, ES; **Kisfali, M**; Lőrincz, T
Role of nonsynaptic GluN2B-containing NMDA receptors in excitotoxicity: Evidence that fluoxetine selectively inhibits these receptors and may have neuroprotective effects
BRAIN RESEARCH BULLETIN 93: pp. 32-38. (2013)
IF: 2.974

2011

8. Déri, E; Magura, T; Horváth, R; **Kisfali, M**; Ruff, G; Lengyel, Sz; Tóthmérész, B
Measuring the short-term success of grassland restoration: the use of habitat affinity indices in ecological restoration
RESTORATION ECOLOGY 19:(4) pp. 520-528. (2011)
IF: 1.681
9. Rácz, IA; Déri, E; **Kisfali, M**; Batiz, Z; Tóthmérész, B; Lengyel, Sz
Gyeprekonstrukció a múlt tükrében
CALANDRELLA 14: pp. 139-143. (2011)

2010

10. **Kisfali, M**; Nagy, A; Sólymos, P; Rácz, IA
A *Pseudopodisma Mistshenko*, 1947 genus (Orthoptera: Acrididae) morfometriai vizsgálata p. 15.
In: Kőrösi, Ádám (szerk.) 4. Szünzoológiai Szimpózium: Program, előadások és poszterek összefoglalói
Szeged, Magyarország, (2010)

2009

11. Déri, E; Horváth, R; Magura, T; Ködöböcz, V; **Kisfali, M**; Ruff, G; Lengyel, Sz; Tóthmérész, B
A földhasználat-változás hatásai az izeltlábú együttesekre Egyek-Pusztakőcson
TERMÉSZETVÉDELMI KÖZLEMÉNYEK 15: pp. 246-256. (2009)
12. Déri, E; Lengyel, Sz; Lontay, L; Deák, B; Török, P; Magura, T; Horváth, R; **Kisfali, M**; Ruff, G; Tóthmérész, B
Természetvédelmi stratégiák alkalmazása a Hortobágyon: az egyek-pusztakőcsi LIFE-Nature program eredményei
TERMÉSZETVÉDELMI KÖZLEMÉNYEK 15: pp. 89-102. (2009)
13. Nagy, A; **Kisfali, M**; Rácz, IA
Protected Orthoptera species of agro-ecosystems in Hungary
AGRÁRTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK = ACTA AGRARIA DEBRECENIENSIS 38: pp. 106-111. (2009)
14. Sólymos, P; Farkas, F; Kemencei, Z; Páll-Gergely, B; Vilisics, F; Nagy, A; **Kisfali, M**; Hornung, E
Micro-habitat scale survey of land snails in dolines of the Alsó-hegy, Aggtelek National Park, Hungary
MOLLUSCA 27:(2) pp. 167-171. (2009)
15. Sólymos, P; Vilisics, F; Kemencei, Z; Páll-Gergely, B; Farkas, R; Nagy, A; **Kisfali, M**; Hornung, E
Globális változás, lokális túlélés: kitettség és nedvességi grádiens hatása avarlakó gerinctelenekre
TERMÉSZETVÉDELMI KÖZLEMÉNYEK 15: pp. 396-411. (2009)

2008

16. **Kisfali, M**; Nagy, A; Rácz, IA
Egyenesszárnyúak (Orthoptera) pp. 111-123.
In: Rácz, IA (szerk.) Állatrendszertani gyakorlatok
Debrecen, Magyarország: Kossuth Egyetemi Kiadó, (2008) p. 387.
17. **Kisfali, M**; Nagy, A
Summary of the Orthoptera fauna of the Villány Hills (Southwest Hungary)
JANUS PANNONIUS MÚZEUM ÉVKÖNYVE 50-52: pp. 48-57. (2008)
18. Nagy, A; Bozsó, M; **Kisfali, M**; Rácz, IA
Data on the Orthoptera fauna of The Tisza district
In: Gallé, L (szerk.) Vegetation and Fauna of Tisza River basin
Szeged, Magyarország: Szegedi Tudományegyetem, (2008) pp. 1-24.
19. Vilisics, F; Nagy, A; Sólymos, P; Farkas, R; Kemencei, Z; Páll-Gergely, B; **Kisfali, M**;
Hornung, E
Data on the terrestrial Isopoda fauna of the Alsó-hegy, Aggtelek National Park, Hungary
FOLIA FAUNISTICA SLOVACA 13:(4) pp. 19-22. (2008)

2007

20. **Kisfali, M**; Nagy, A
Ormánsági higrofil és mezofil gyepek Orthoptera-együttese
TERMÉSZETVÉDELMI KÖZLEMÉNYEK 13: pp. 217-227. (2007)
21. Nagy, A; **Kisfali, M**
Distribution of *Odontopodisma rubripes* Ramme, 1931 (Orthoptera: Acrididae) in
northeast Hungary p. 47.
In: Batáry, P; Kőrösi, Á (szerk.) Fauna Pannonica 2007: Symposium on Conservation and
Genesis of the Fauna of the Carpathian Basin: Abstracts
Budapest, Magyarország: Magyar Természettudományi Múzeum, (2007)
22. Rácz, IA; **Kisfali, M**; Nagy, A
A *Stenobothrus eurasius* Zubovski, 1898 hazai elterjedésének vizsgálata p. 51.
In: Batáry, P; Kőrösi, Á (szerk.) 3. Szünzoológiai Szimpózium: Program; Előadások és
poszterek összefoglalói
Szeged, Magyarország: Magyar Ökológusok Tudományos Egyesülete, (2007)

2006

23. **Kisfali, M**; Nagy, A
A seven-year study of Orthoptera-assemblages in the Villány Hills pp. 125-126.
In: 1st European Congress of Conservation Biology: Book of Abstracts
Eger, Magyarország, (2006)

24. **Kisfali, M**; Nagy, A
Orthoptera-együttesek kompozicionális viszonyainak változása a Villányi-hegységben p. 106.
In: Szentesi, Á; Szövényi, G; Török, J (szerk.) 7. Magyar Ökológus Kongresszus: Előadások és poszterek összefoglalói
Budapest, Magyarország: ELTE TTK, (2006)
25. Nagy, A; **Kisfali, M**
Effects of mowing intensity on Orthoptera-assemblages of meadows in southwest Hungary
ANALELE UNIVERSITATII DIN ORADEA FASCIOLA AGRICULTURA HORTICULTURA 12: pp. 128-133. (2006)
- 2005
26. **Kisfali, M**; Nagy, A
Ormánsági higrofil és mezofil gyepek Orthoptera-együtteseiről p. 133.
In: Lengyel, Sz; Sólymos, P; Klein, Á (szerk.) III. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia Program és Absztrakt kötete
Budapest, Magyarország: Magyar Biológiai Társaság, (2005)
- 2004
27. Jancsek, E; **Kisfali, M**; Nagy, A
Újabb adatok a Villányi-hegység Orthoptera-együtteseiről p. 40.
In: Batáry, P; Báldi, A; Dévai, Gy (szerk.) SzüSzi 2004: 2. Szünzoológiai Szimpózium: Előadások és poszterek összefoglalói
Magyar Ökológusok Tudományos Egyesülete, (2004)