

Klíma- és élőhelyfüggő szárny-dimorfizmus a Roesel-rétiszöcskénél (*Metrioptera roeselii*, Ensifera, Tettigoniidae)

Szanyi Szabolcs¹, Nagy Antal², Rácz István András¹
és Varga Zoltán¹

¹DE-TTK, Evolúciós Állattani és Humánbiológia Tanszék,
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

²DE MÉK, Növényvédelmi Intézet,
4032 Debrecen, Böszörményi út. 138.

e-mail: szanyiszabolcs@gmail.com

Összefoglaló: A rovarok éghajlatváltozásra adott válaszaival számos közlemény foglalkozik. Az ilyen irányú kutatások gyakori céljai a szárny-dimorfizmussal jellemezhető fajok, mint például a *Metrioptera roeselii* szöcskefaj. Az eddigi vizsgálatokból kitűnt, hogy a makropter egyedek aránya a meleg-száraz években jelentősen megnőtt. Más kutatások szerint a makropter jelleg költségei az egyedek csökkent fertilitásában mutatkoznak meg. Megvizsgáltuk, kárpát-medencei élőhelyeken is igazolhatók-e hasonló összefüggések. Célunk a mobilitás és a fertilitás közötti csereviszonyra vonatkozó hipotéziseink vizsgálata volt az ivarok és a szárnytípusok gyakoriságának és testtömegadatainak összevetése révén. A mintavételeket az Aggteleki-karszt hat helyszínén és egy gyeppen a Beregi-sík kárpátaljai részén végeztük. A begyűjtött állatokat abszolút tömegre szárítottuk és lemértük. Kitűnt, hogy a zárt erdővel körülvett gyepekben általában magasabb a makropter egyedek aránya. A nőstények testtömege szignifikánsan nagyobb volt, amit a nagyobb potroh tömeg okozott. A makropter és brachypter egyedek test- és potrohtömege nem, míg tortömegük jelentős eltérést mutatott a makropter egyedek javára. Az ivarokat külön-külön vizsgálva is a makropterek jelentősen nagyobb tortömegét tapasztaltuk. Ez azt a feltételezést erősíti meg, hogy a makropter egyedek aktívan használhatják szárnyaikat. Bár a makropterek és brachypterek potrohtömege nem különbözött szignifikáns mértékben, utóbbiak potrohtömeg adatainak szóródása különösen a nőstényeknél nagyobbabbnak mutatkozott. Így a makropter jelleg és a csökkent fertilitás közti csereviszony nem igazolódott.

Kulcsszavak: testtömeg, vándorlás, szárny izomzat, szárny dimorfizmus

Bevezetés

Ismeretes, hogy a rovarok a közelmúltban tapasztalt éghajlatváltozásokra aktívan reagálnak (Parmesan 2007, Andrew 2013). Néhány rovar, mint pl. a szárny-dimorfizmusra hajlamos fajok, a klímaváltozásra adott válaszok vizsgálatának célpontjává váltak. Ilyen dimorfizmus megfigyelhető számos egyenesszárnyú fajnál (Acrididae: *Chorthippus* spp., Gryllidae: *Gryllus* spp., Tettigoniidae:

Conocephalus, *Platypleis*, *Metrioptera* spp.) (Harz 1957, Uvarov 1977, Zera & Denno 1997, Zera 2005, Hochkirch & Damerau 2009). Korábbi vizsgálatok azt mutatták, hogy a klimatikus tényezők, különösen a hőmérséklet nagyban befolyásolhatja a szárny formáját, vagy közvetlenül a hormonális változásokkal, vagy közvetve a túlszaporodás miatt (Zera & Denno 1997, Zera & Zhao 2003, Zera 2005).

A *Metrioptera roeselii* (Hagenbach, 1822) szöcskefajra jellemző a szárny-di-morfizmus, vagyis az általában jellemző rövid szárnyú (brachypter) alakok mellett rendszerint előfordulnak hosszú szárnyú (makropter) alakok is. Ez a jelenség nagyobb gyakorisággal fordul elő száraz-meleg környezeti körülmények között, ezért ez a faj ideális célfaja a rovarok klímaválaszára vonatkozó kutatásoknak (Gardiner 2009). A faj észak felé terjedése már több mint 20 éve megfigyelhető, (Simmons & Thomas 2004, Gardiner 2009, Preuss *et al.* 2011), ami úgy tűnik, hogy összefügg a földhasználat megváltozásával, valamint a klímaváltozással (Hochkirch & Damerau 2009).

Feltételezésünk szerint a hosszúsárnyú (makropter) egyedek nagyobb mobilitásúak, ezáltal hatékonyabb terjedésre képesek. Így a makropter forma rövidebb idő alatt képes új kolóniákat létrehozni, mint a rövid szárnyú, röpképtelen (brachypter) alak (Zera & Denno 1997). Ezt azonban több elvégzett kísérlet is cáfolta, ugyanis a hosszú- és rövidsárnyú egyedek terjedése között nem találtak különbséget. Csupán annyit figyeltek meg, hogy a hím egyedek között szignifikánsan több a makropter egyed, mint a nőstények között (Poniatowski & Fartmann 2011).

Az utóbbi évek vizsgálatait azt mutatják, hogy a makropter jelleg kialakulása fiziológiai költségekkel jár: a hosszú szárnyú röpképes nőstények alacsonyabb termékenységek (Zera & Denno 1997, Suzuki & Tanaka 1998). A makropter jelleg költségeit a hím egyedeknél eddig kevéssé vizsgálták (Simmons & Thomas 2004), annak ellenére, hogy a spermatorfor termelés az egyenessárnyúak esetében jelentős költséggel jár (Vahed & Gilbert 1996). A makroptéria és a klímaváltozás között összefüggést találni nem egyszerű, mint ahogy a megerősödött repülő izmok és a csökkent fertilitás közötti összefüggést is nehéz kimutatni. Célunk az volt, hogy teszteljük a fentiek alapján kidolgozott hipotéziseinket. (i) Feltételezésünk szerint a rövid szárnyú (brachypter) és a hosszú szárnyú (makropter) egyedek testtömege közötti különbség a tor tömegéből adódik. (ii) Eszerint az várható, hogy a makropter egyedek tortömege nagyobb, és ha ez valóban így van, akkor ez a repülőizmok erősebb fejlettségének a következménye. (iii) Feltételeztük, hogy a fejlettebb repülőizmok költsége a nőstény egyedeknél alacsonyabb termékenységet indukál, emiatt a makropter nőstényeknél a potroh tömegének csökkenése

várható.(iv) Azt is feltételeztük, hogy a potroh tömegének csökkenése kevésbé kifejezett a hímeknél, mint a nőstényeknél.

Módszerek

Mintavételi területek

A mintavételeket hat helyszínen (1-6) végeztük az Aggteleki-karszt területén és egy területen (7) a Beregi-sík kárpátaljai részén, 2013. július 15–27. között. A mintavételi helyek közös jellemzője a sűrű, magas fűborítás, ahol a gyűjtések egyeléssel kiegészített fűhálózással történtek, egyidejűleg 3-4 fő részvételével.

(1) Kis-Gaja hát (275 m, 48°29'N, 20°32'E) – sekély töbör (dolina) a karsztfennsíkon. Fél-száraz, magas fűvű gyeptársulás borítja (*Arrhenaterum elatius*, *Dactylis polygama*, *Brachypodium pinnatum*). Gazdag különféle fészkes- és ernyősvirágzatú növényekben, valamint cserjékben. Korábban kaszálták, most rendszertelen lólegeltetés folyik rajta.

(2) Lófej-völgy (301 m, 48°30'N, 20°32'E) – lovak által rendszertelenül legeltetett fél-száraz gyeppel a jelenleg állandó vízfolyás nélküli völgyben, amelyet gyertyános-tölgyes (elegyfaként magas kőris és hegyi juhar is jelen van) és kisebb patakmeder szegélyez.

(3) Szelcei-völgy (355 m, 48°30'N, 20°36'E) – a terület egy része kaszált, kiszáradó mocsárrét, uralkodó növényei: *Cirsium palustre* valamint magas fűvek és sások. Az élőhely egy nagyobb karsztos terület része, amelyen felhagyott szántó és részlegesen használt kaszáló is van.

(4) „Lókosár” (478 m, 48°31'N, 20°35'E) – sekély karszttöbör, alacsony (*Festuca rupicola*, *Brachypodium pinnatum*) és magas fűvű (*Calamagrostis*) társulás mozaikkal. A töbör szegélyén elegyes gyertyános-tölgyes és telepített lucfenyves van.

(5) Erdőtisztás a Ménes-völgytől D-re (496 m, 48°32'N, 20°33'E) – fél-száraz gyeppel, foltokban váltják egymást a rövid (*Festuca*, *Brachypodium*) és magas fűvű (*Arrhenaterum*, *Avenula*, *Calamagrostis*) társulások. A korábban kaszált gyeppet zárt gyertyános-tölgyesek veszik körül.

(6) „Nagy-Nyilas” (516 m, 48°31’N, 20°33’E) – nagy kiterjedésű gyep, amelyen mozaikosan rövid (*Festuca*, *Brachypodium*) és magas fűvű (*Bromus erectus*, *Arrhenaterum*, *Calamagrostis*, stb.) társulások helyezkednek el. A lágyszárú növényzetten kívül szétszórt csoportokban kocsánytalan tölgy, gyertyán, és kislevelű hárs is jelen van. A mintavételt a terület egy viszonylag üdőbb részén végeztük.

(7) Kis-Gejőci legelő (102 m, 48°27’N, 22°19’E) – a Beregi-sík kárpátaljai részén található. Nagy részét kaszálják, de szarvasmarha legeltetés is folyik rajta. A nagy, nyitott, többnyire nedves rét szegélyén keményfás ligeterdő, fűzcserjések és nádasok találhatók.

Terepi módszerek és adatfeltárás

A mintavételezések során a *Metrioptera roeselii* összesen 410 egyedét gyűjtöttük be (1. táblázat). Ebből a mintából véletlenszerűen kiválasztottunk 84 (42 makropter és 42 brachypter) egyed, közel egyenlő arányban a hímeket (40) és nőstényeket (44), amelyeken elvégeztük a szükséges méréseket. A makropter és brachypter egyedek relatív gyakoriságát minden területre nézve kiszámítottuk.

A kiválasztott egyedeket négy órán át szárítottuk 80°C-on, exsikkátorban. A szárítás után mindkét ivar esetében analitikai mérleggel külön-külön lemértük a makropter és brachypter egyedeket, az alábbi paraméterek bontásában: (I) a teljes testtömeg, (II) a tor tömege, (III) a potroh tömege.

A mintaterületeken tapasztalt ivaronkénti makropter arányoknak az összesített ivaronkénti átlagtól (1. táblázat) való eltérését binomiális teszttel vizsgáltuk. Az ivarok és az eltérő szárnytípusú csoportok (makropterek és brachypterek) átlagos száraz test- (fej + tor + potroh), tor- és potrohtömegeit kétmintás t-teszttel

1. táblázat. A makropter és brachypter egyedek száma és a makropterek nemenkénti százalékos részesedése mintaterületenként. Az egyes területeken tapasztalt makropter arányok összesített arányoktól (♂: 15,3%, ♀: 22,9%) való eltérését binomiális teszttel vizsgáltuk (* p < 0,05).

Területek	makropter ♂♂	makropter ♀♀	brachypter ♂♂	brachypter ♀♀
Kis-Gaja hát	4 (50 %)*	6 (55 %)*	4	5
Lófej-völgy	8 (28 %)*	10 (28 %)	21	26
Szelce-völgy	1 (4 %)*	0 (0 %)*	28	23
“Lókosár”	8 (22 %)	6 (20 %)	28	24
Ménes-valley	13 (44 %)*	13 (41 %)*	16	19
Nagy-Nyilas	0 (0 %)*	2 (12 %)	20	15
Kis Gejőci legelő	0 (0 %)	6 (15%)	71	33
Összesen:	34 (15%)	43 (23%)	188	145

vetettük össze. A makropterek és brachypterek összevetését ivaronként külön is elvégeztük. A t-teszt feltételeinek teljesülését Kolmogorov-Szmirnov (normalitás) és Levene teszt (varianciák homogenitása) segítségével vizsgáltuk (Reiczigel *et al.* 2007). A statisztikai elemzés SPSS 21.0 programmal történt (Ketskeméty *et al.* 2011, IBM Corp. 2012).

Eredmények

A makropter és brachypter egyedek aránya feltűnően eltérő mind az ivarok, mind a mintaterületek között. A makropter hímek területenkénti aránya csaknem minden területen (5/7) jelentősen ($p < 0,05$) eltért az összesített aránytól, míg a nöstényeknél ez a különbség csak három területen volt kimutatható (1. táblázat).

Szignifikáns különbségeket találtunk a hímek és nöstények teljes testtömege ($p < 0,0001$) és a potrohtömege ($p < 0,0001$) között, míg a tortömegek csak marginálisan szignifikáns különbségeket mutattak ($p = 0,0969$) (2. táblázat). Az eredmények megfeleltek az elvárásainknak, mivel a nöstények általában nagyobbak és a testtömegben kimutatott különbségek a nagyobb potrohtömeg következményei.

2. táblázat. A vizsgált egyedek átlagos test-, potroh-, és tortömege [g, \pm SD] hím-nöstény és makropter-brachypter bontásban. Az arab kisbetűk a t-teszttel tapasztalt szignifikáns ($p < 0,05$) eltéréseket jelölik.

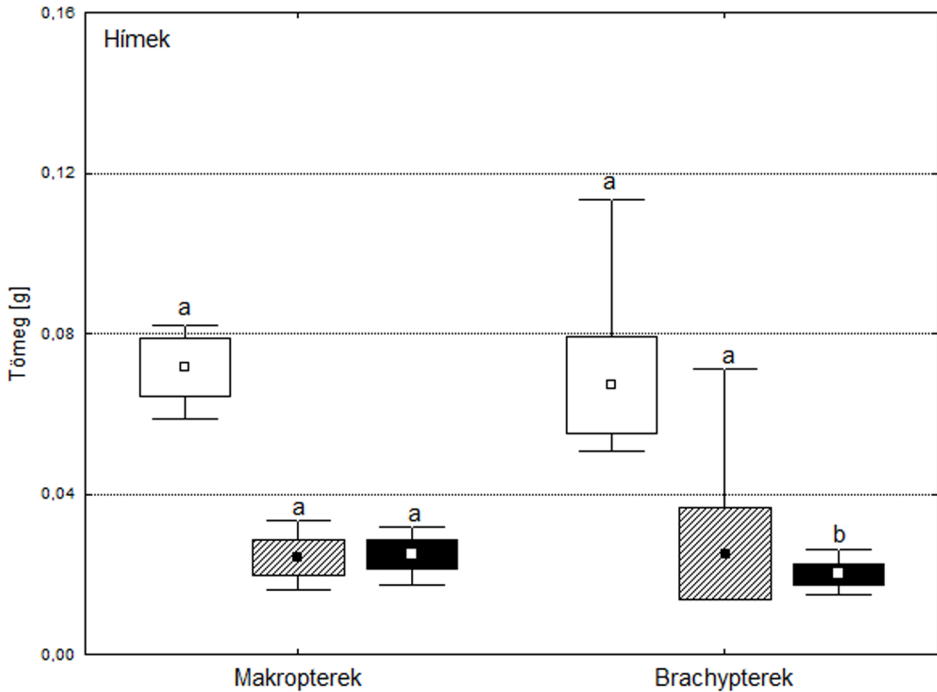
	Test [g, \pm SD]	Potroh [g, \pm SD]	Tor [g, \pm SD]
Nöstény	0,1035 ($\pm 0,0186$) a	0,0470 ($\pm 0,0161$) a	0,0240 ($\pm 0,0045$) a
Hím	0,0694 ($\pm 0,0102$) b	0,0246 ($\pm 0,0086$) b	0,0225 ($\pm 0,0039$) a
Makropter	0,0881 ($\pm 0,0201$) a	0,0358 ($\pm 0,0143$) a	0,0258 ($\pm 0,0035$) a
Brachypter	0,0864 ($\pm 0,0255$) a	0,0369 ($\pm 0,0198$) a	0,0209 ($\pm 0,0036$) b

A makropter és brachypter egyedek tömege csaknem azonos volt, azonban a tor tömegében szignifikánsan eltérés volt kimutatható ($p > 0,0001$). A makropter egyedek átlagos tortömege nagyobb volt, mint a brachyptereké, ami a fejlettebb torizomzat következménye lehet. A makropterek és brachypterek potrohtömege nem különbözött jelentős mértékben (2. táblázat).

Ha a nöstényeket és a hímeket külön vizsgáljuk, azt tapasztaltuk, hogy a makropter hímek torának a tömege szignifikánsan nagyobb volt, mint a brachyptereké ($p < 0,0001$). A test és a potroh tömege nem mutatott jelentős eltérést, azonban a brachypterek adatainak szóródása ezeknél a változóknál jelentősebb volt (1. ábra). A makropter egyedek esetében a test tömege kisebb szóródást mutatott, míg néhány brachypter egyed esetében nagy potrohtömeg értékeket kap-

tunk, ami a fejlettebb zsírtestekkel, vagy ivarszervekkel állhat összefüggésben (1. ábra).

A makropter nőstények tortömege szignifikánsan nagyobbak adódtak, mint brachypter társaiké (p < 0,0001). A potroh és a teljes testtömeg esetén a szárnytípusok közt nem volt statisztikailag kimutatható eltérés. A potrohtömeg adatainak szóródása ebben az esetben is jóval kisebb volt a makroptereknél, mint a brachyptereknél (2. ábra).

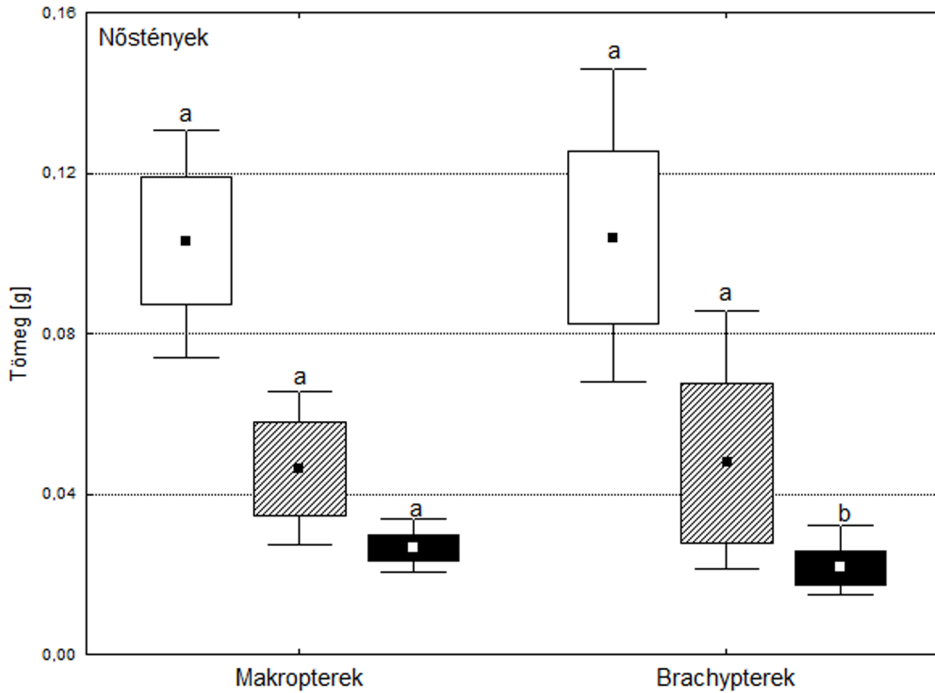


1. ábra. A test, a potroh és a tor tömegeinek átlaga szórása (mean/SD/min-max) a makropter és brachypter hímek esetében. Az arab kisbetűk a két csoport közti szignifikáns különbségeket mutatják (t teszt; p < 0,05). Fehér: test, Sávozott: potroh, Fekete: tor.

Értékelés

Az eredményekből kitűnik, hogy nem igazolódott az az irodalomból ismert állítás, hogy a hím egyedek között szignifikánsan több a makropter egyed, mint a nőstények között (Poniatowski & Fartmann 2011). Feltűnő továbbá, hogy a makropter egyedek aránya meglepően eltérő az egyes mintavételi területek között. A két nagy kiterjedésű nyílt területen (Szelce-völgy, Nagy-Nyilas), amelyeket csak na-

gyobb távolságban vesznek körül erdők, nagyon alacsony gyakorisággal voltak jelen a makropter egyedek, és a makroptéria főleg a nőtény egyedekre korlátozódott, akárcsak a Beregi-sík kárpátaljai részéről származó mintában (Kis-Gejőci-legelő). Annak ellenére, hogy az utóbbi területen volt a legnagyobb egyedsűrűség, a makropter egyedek aránya nagyon csekélynek bizonyult, így az sem bizonyosodott be, hogy a makropter egyedek gyakoriságát fokozza az egyedsűrűség, jóllehet több szerző (Zera & Denno 1997, Olvido *et al.* 2003, Zera 2005, Zeng & Zhu 2012) is arra a következtetésre jutott, hogy a növekvő egyedszám következtében létrejött egyedre ható nyomás hatására olyan hormonális változások következhetnek be, amelyek indukálhatják a makroptéria kialakulását. Két területen (Kis-Gaja hát: ♂ 50 %, ♀ 55 %; Ménes-völgyi tisztás: ♂ 44 %, ♀ 41 %) azonban meglehetősen magas makropter arányt találtunk, ahol a viszonylag zárt élőhelyet erdők veszik körül.



2. ábra. A test, a potroh és a tor tömegeinek átlaga és szórása (mean/SD/min-max) a makropter és brachypter nőtények esetében. Az arab kisbetűk a két csoport közti szignifikáns különbségeket mutatják (t teszt; $p < 0,05$). Fehér: test, Sávozott: potroh, Fekete: tor.

Az eredményeink alapján nem találtunk szignifikáns különbségeket a test teljes tömegében, bár a nőstények nagyobbak voltak a hímeknél. A makropter egyedek tömege nagyobb volt, mint a brachyptereké, ami igazolhatja, hogy a makropter egyedek aktívan használják a szárnyaikat a terjedésre. Ez megerősíteni látszik a (i) és (ii) hipotézisünket. Ezzel szemben nem teljesült az a feltételezés, hogy a makropter egyedeknél csökken a potroh tömege, bár az adatok szóródása – a néhol jelentősen nagyobb tömegű egyedek miatt – a brachypterekénél nagyobb volt. Ezzel együtt adatainkból nem következtethettünk a makroptéria kialakulása és a reprodukív szervek fejlettsége közötti esetleges csereviszonyra (trade-off) sem (v.ö. iii. hipotézis). Az egyedek testtömegének összehasonlításában az ivarokat külön vizsgáltuk, ahol habár a brachypter nőstények testtömegének átlaga nem tért el szignifikáns mértékben a makropterektől, az adatok szóródása azonban nagyobb volt. Ez esetenként összefügghet az nőstények nagyobb petetömegével, illetve a peteéréshez szükséges tartalék tápanyag nagyobb mennyiségével. Ebből következik, hogy a (iv). hipotézisünk, legalábbis részben teljesült.

Köszönetnyilvánítás – Ezúton szeretnénk köszönetet mondani Debnár Zsuzsannának, Kationa Krisztiánnak és Kozma Péternek, akik a terepi mintavételezések során nyújtottak nélkülözhetetlen segítséget. A kutatás eszközbeszerzése, infrastruktúrája és kezdeti eredményeinek feldolgozása az MTA Domus magyarországi ösztöndíj által biztosított forrásból valósult meg (2013). A további kutatómunka és az eredmények megvitatása a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt által nyújtott személyi támogatással valósult meg. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg (2014).

Irodalomjegyzék

- Andrew, N. R. (2013): Population dynamics of insect populations: impacts of a changing climate. – In: Rohde, K. (ed.): *The balance of nature and climate change*. Cambridge University Press, pp. 311–324.
- Gardiner, T. (2009): Makropterism of Roesel's bushcricket *Metroptera roeselii* in relation to climate change and landscape structure in eastern England. – *J. Orthoptera Res.* **18**(1): 95–102.
- Harz, K. (1957): *Die Geradflügler Mitteleuropas*. – Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Hochkirch, A. & Damerau, M. (2009): Rapid range expansion of a wing-dimorphic bush-cricket after the 2003 climatic anomaly. – *Biol. J. Linn. Soc.* **97**: 118–127.
- Ketskemény, L., Izsó, L. & Könyves-Tóth, E. (2011): *Bevezetés az IBM SPSS statisztikai programrendszerbe [Introduction to the IBM SPSS Statistics program system]* – Artéria Stúdió Kft, Budapest.

- Olvido, A. E., Elvington, E. S., & Mousseau, T. A. (2003): Relative effects of climate and crowding on wing polymorphism in the Southern Ground Cricket, *Allonemobius socius* (Orthoptera, Gryllidae). – *Fla Entomol.* **86**(2): 158–167.
- Parmesan, C. (2007): Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. – *Global Change Biol.* **13**: 1860–1872.
- Poniatowski, D. & Fartmann, T. (2011): Does wing dimorphism affect mobility in *Metrioptera roeselii* (Orthoptera: Tettigoniidae)? – *Eur. J. Entomol.* **108**: 409–415.
- Preuss, S., Berggren, Á. & Cassel-Lundhagen, A. (2011): Modelling the distribution of Roesel's bush-cricket (*Metrioptera roeselii*) in a fragmented landscape. – *NeoBiota* **11**: 33–49.
- Reiczigel, J., Harnos, A. & Solymosi, N. (2007): *Biostatistika nem-statisztikusoknak*. [Biostatistics for not-statisticians] Pars Kft, Nagykovácsi.
- Simmons, A. D. & Thomas, C. D. (2004): Changes in Dispersal during Species' Range Expansions. – *Am. Nat.* **164**: 378–395.
- Suzuki, Y. & Tanaka, S. (1998): Physiological trade-offs between reproduction, flight capability and longevity in a wing-dimorphic cricket, *Modicogryllus confirmatus*. *J. Insect Physiol.* **44**(2): 121–129.
- Uvarov, B. I. (1977): *Grasshoppers and Locusts*, Vol. 2. – Centre for Overseas Pest Research, London.
- Vahed, K. & Gilbert, F. S. (1996): Differences across taxa in nuptial gift size correlate with differences in sperm number and ejaculate volume in bushcrickets (Orthoptera: Tettigoniidae). – *Proc. Roy. Soc. B.* **263**: 1257–1265.
- Zeng, Y. & Zhu, D. H. (2012): Trade-off between flight capability and reproduction in male *Velarifictorus asperses* crickets. – *Ecol. Entomol.* **37**: 244–251.
- Zera, A. J. (2005): The endocrine regulation of wing polymorphism in insects: state of the art, recent surprises, and future directions. – *Integr. Comp. Biol.* **43**: 607–616.
- Zera, A. J. & Denno, R. F. (1997): Physiology and ecology of the dispersal polymorphism in insects. – *Annu. Rev. Entomol.* **42**: 207–231.
- Zera, A. J. & Zhao, Z. (2003): Morph-dependent fatty-acid oxidation in a wing-polymorphic cricket: Implications for morph specialization for dispersal vs. reproduction. – *J. Insect Physiol.* **49**: 933–943.

Climate- and habitat dependent differences in wing – dimorphism in Roesels' bushcricket (*Metrioptera roeselii*, Ensifera: Tettigonoidea)

Szabolcs Szanyi¹, Antal Nagy², István A. Rácz¹ and Zoltán Varga¹

¹*Department of Evolutionary Zoology, Faculty of Science, University of Debrecen,
H-4010 Debrecen, Egyetem tér 1, Hungary*

²*Institute of Plant Protection, Faculty of Agricultural and Food Sciences and
Environmental Management,
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138, Hungary
e-mail: szanyiszabolcs@gmail.com*

The responses of insects on the climate change are discussed in several recent publications. The wing dimorphic species are suitable target species of such surveys. Higher frequency of macropterous individuals was observed in warm and dry years in some bush-cricket, e.g. *Metrioptera roeselii*. Furthermore, a trade-off between the costs of macroptery and reduced fertility of females was hypothesised. We have studied the wing dimorphism in Roesels' bush cricket populations in 6 populations in Northern Hungary (Aggtelek karst region) and in one population in the Transcarpathian (Bereg) lowland (Ukraine). The specimens were exsiccated and measured in standardised way. Body weight, thorax weight and abdomen weight were measured in connection to macroptery vs. brachyptery. High frequency of macropterous individuals was found in some meadows surrounded by closed forests. Body weight of females was significantly higher because of their larger abdomen. The body and abdomen weight of the macropters and brachypters were similar, but the thorax weight showed significant differences. Thus, we concluded that the macropterous individuals probably actively use their wings during the step-by-step expansion. However, the abdomen weight of macropterous females did not show any significant decrease, although it showed high individual variation, thus the possible trade-off between macroptery and lower fertility of females was not supported.

Keywords: body weight, migration, wing musculature, wing dimorphism