

**Egy védett lepkefaj, a *Maculineaalcon*
'*xerophila*' (Lepidoptera: Lycaenidae) torockói
populációjának felmérése**



Szerző:

Ferencz Márta

Szárazföldi és vízi ökológia szak, MSc II., Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár

Témavezető:

dr. Markó Bálint

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
1.1. Lepkékről általában.....	3
1.2. A hangyaboglárka lepkenemzetség.....	4
1.2.1. A <i>Maculineaalcon</i> 'xerophila'.....	7
1.3. A <i>Maculinea</i> fajok természetvédelmi jelentősége.....	9
1.4. A <i>Maculineaalcon</i> 'xerophila' populációméret-becslésére vonatkozó vizsgálatok	11
1.5. A kutatási téma indoklása és célkitűzések.....	12
2. Anyagok és módszerek.....	14
2.1. A vizsgálat helyszíne és időpontja.....	14
2.2. Módszerek.....	15
2.3. Adatfeldolgozás.....	17
3. Eredmények.....	18
3.1. Populációdinamika, túlélési és visszafogási valószínűség, populációméret.....	18
3.2. Térbeli eloszlás és diszperzió.....	20
4. Tárgyalás.....	22
5. Következtetések.....	24
Irodalomjegyzék.....	25
Köszönetnyilvánítás.....	30

1. Bevezetés

1.1. Lepkékről általában

A lepkék rendjébe (Lepidoptera) világszerte több mint 150000 faj tartozik (Reichholf-Riehm 1996, Van Swaay és mtsai. 2010). A rovarok osztályának (Insecta) e népes csoportjára jellemző a nagy és gyakran színes szárny, valamint a csak náluk jelen lévő pödörnyelv. Utóbbi az ajkak megnyúlása következtében létrejött hosszú, két részből álló cső. A csigavonalban feltekeredő pödörnyelv csak folyékony táplálék felvételére alkalmas, így a lepkék ezt főként a virágok nektárjának a szívogatására használják. Egyedfejlődésük tökéletes átalakulással történik (pete, lárva, báb, imágó).

A lepkék fontos biodiverzitás indikátorok, valamint számos növény megporzójaként kiemelt szerepük van a természetes ökoszisztémák fenntartásában. A rendelkezésre álló adatok alapján az IUCN által összeállított Vörös Listán Európa lepkefajainak közel egyharmada (31%) populáció-jelenlét és -méret tekintetében csökkenő tendenciát mutat, a fajoknak 8,5%-a veszélyeztetett (*threatened*), további 10%-a pedig mérsékelten veszélyeztetett (*near threatened*). Csupán a fajok 4%-ánál figyelhető meg populációméret-növekedés. A legfontosabb veszélyeztető tényezők közé tartozik az élőhelyvesztés és a lepkék számára megfelelő élőhelyek degradációja. Ezek kiváltó okai lehetnek természetes (predáció, parazitizmus, extrém klimatikus tényezők, gazdanövény állapota) vagy antropogén (túlzott gyakoriságú kaszálás, túllegeltetés, égetés, lecsapolás, intenzív mezőgazdaság, toxikus anyagok, invazív növények vagy állatok behurcolása) eredetűek (Meyer-Hozak 2000, Varga 2006, Nowicki és mtsai. 2007, Kőrösi és mtsai. 2009, Van Swaay és mtsai. 2010).

A veszélyeztetett lepkefajok populációinak védelme érdekében célszerű mielőbbi természetvédelmi intézkedések megfogalmazása és gyakorlatba ültetése. A lepkék védelme főképp konkrét fajmegőrzési tervek kidolgozása által lehetséges, amelyekhez azonban az adott lepkefajok populációinak széleskörű ismerete szükséges. A populációdinamikai változások követése érdekében pedig minél hamarabb, és minél több országban be kellene vezetni bizonyos lepkepopulációk monitorizálását, amely segítségével a Vörös Lista pontossága is jócskán növekedhetne (Van Swaay és mtsai. 2010).

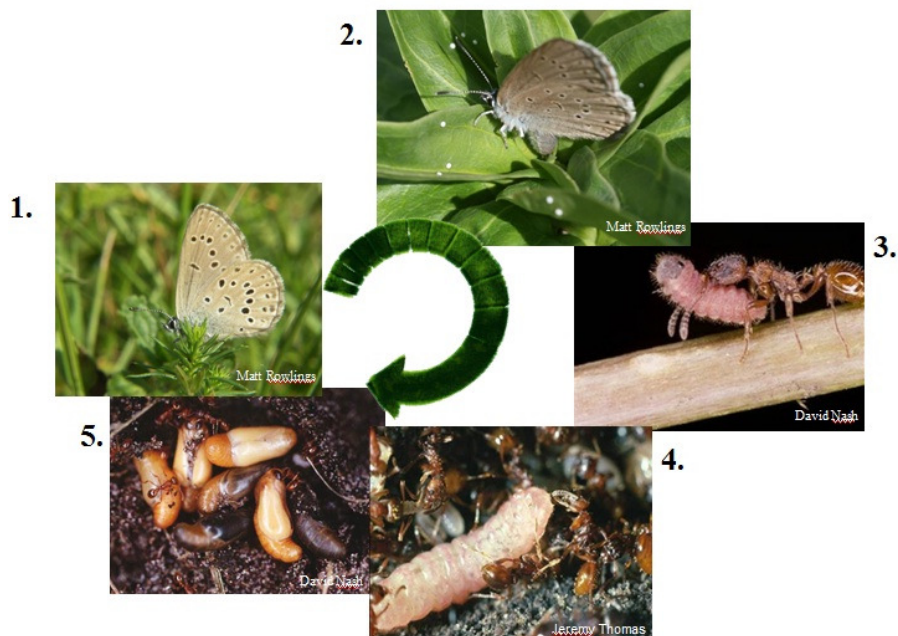
1.2. A hangyaboglárka lepkenemzetség

A boglárkalepkék családjába (Lycaenidae Leach, 1815) tartozó hangyaboglárka nemzetség (*Maculinea* van Eecke, 1915 = *Phengaris* Doherty, 1891) fajai obligát mirmekofilek (Fiedler 1998, Thomas és mtsai. 1998a, Als és mtsai. 2002, Tartally és mtsai. 2008, Tartally 2009), mivel egyedfejlődésük a hernyók egyes hangyafajok általi adoptálásához kötött. A nemzetségbe tartozó öt faj közül három kizárólag a *Myrmica* Latreille, 1804 nemzetségbe (Hymenoptera: Formicidae) tartozó hangyafaj, míg kettő a *Myrmica* génuszhoz közeli *Aphaenogaster* Mayr, 1853 nem szociálpazitája is lehet. Az európai *Maculinea* fajok hangyagazdái kizárólag a *Myrmica* génusz fajai közül kerülnek ki (Fiedler 2006). A *Maculinea* lárvák, a gazdanövényen töltött rövid időszak után, a fenti génuszokba tartozó hangyafajok fészkeiben fejlődnek, a hangyák szociális rendszerét parazitálva. Ez az obligát mirmekofília feltehetően fakultatív mutualista kapcsolatból jött létre, annak következtében, hogy a *Maculinea* fajok őse fennsíkokon sztyepp-szerű élőhelyeken élt, ahol a hosszú kedvezőtlen időszak arra kényszerítette, hogy a fejlődése egy részét hangyafészkekben töltse (Fiedler 1998).

A hangyaboglárka nemzetség Közép-Kelet-Ázsiából származik (Fiedler 1998). A génuszba tartozó öt faj közül négy, főként Európa középső és keleti területein fordul elő, az ötödik viszont csak Ázsiában található meg (Wynhoff 1998, Als és mtsai. 2004, Pech és mtsai. 2004, Bereczki és mtsai. 2005, Steiner és mtsai. 2006, Pecsénye és mtsai. 2007). Románia természeti adottságainak köszönhetően a négy Európában előforduló *Maculinea* faj mindegyike megtalálható az országban (Rákosy és Vodă 2008). A *Maculinea* nemzetség különlegességét az adja, hogy életciklusuk kifejlődéséhez több tényező együttes jelenléte szükséges, amelyek meglétét ugyancsak egyéb paraméterek befolyásolják, többek között a klimatikus tényezők és az emberi tevékenységek (Simon 1992, Tartally 2009, Van Swaay és mtsai. 2010).

A hangyaboglárkák június-júliusban, a repülési idejük alatt, egy adott tápnövényfajra helyezik petéiket. A fiatal hernyó a tápnövény magkezdeményeivel táplálkozik. Fejlődése a növényben gyors és addig tart, ameddig el nem éri a negyedik lárvastádiumot. A negyedik lárvastádium elérése után, a lárva leesik a földre és optimális esetben megtalálja őt egy, a *Myrmica* génuszba tartozó hangyafaj dolgozója (Thomas és mtsai. 1998a), amely speciális interakciók során sajátjaként ismeri fel a lepkehernyót (Akino és mtsai. 1999, Elmes és mtsai. 2002, Schlick-Steiner és mtsai. 2004, Schönrogge és mtsai. 2004). A hangyák által adoptált lárva további fejlődése a hangyafészkekben történik, ahol 11

vagy 23 hónapot tölt, miközben végleges tömegének a 98%-át éri el. Továbbá, a fészkekben történik a bebábozódás, majd tavasszal onnan repül ki a kifejlett egyed (Thomas és mtsai. 1998a) (1. ábra).



1. ábra. A hangyaboglárkák életciklusa

Fontos kérdés azonban, hogy milyen mechanizmusoknak köszönhetően fogadják be a *Myrmica* hangyák a *Maculinea* hernyókat. Ugyanis a lepkék, csak nagyon pontos utánzással érhetik el a hangyafészkekbe való sikeres beilleszkedést (Thomas és Elmes 1998), amely a túlélésük elengedhetetlen feltétele. A dolgozó és a lepke lárvája közötti találkozás során fontosnak tűnő jelek közé tartozik többek között a hernyó mérete és viselkedése, valamint a dolgozó általi végigtapogatása (lásd Elmes és mtsai. 2002). Azonban mára már több kutatás is alátámasztja, hogy az adoptálási folyamatban a kémiai kommunikáció tölti be a kulcsfontosságú szerepet. A *Maculinea* spp. hernyói, a negyedik lárvastádium elérése után, a *Myrmica* spp. lárváira jellemző kutikuláris szénhidrogén vegyületeket hoznak létre. A *Maculinea* lárvák jelzései annyira hasonlóak a hangyák saját lárvái által kibocsátott kémiai jelekhez, hogy a megtévesztett dolgozók a külső hatásoktól védett hangyafészkekbe viszik a lepkehernyókat, mintha saját lárváik lennének (Akino és mtsai. 1999, Elmes és mtsai. 2002, Schlick-Steiner és mtsai. 2004, Schönrogge és mtsai. 2004).

Táplálkozási stratégiájukat tekintve a *Maculinea* nemzetségben belül két csoportot különböztethetünk meg: a ragadozó és a kakukk stratégiájakat. Előbbi esetén, amely az

említett nemzetség evolúciója során megelőzte a kakukkot (Pech és mtsai. 2004), a hangyafészekbe kerülő lepkelárva a hangya utódait fogyasztva fejlődik (Fiedler 1998, Thomas és mtsai. 1998a), ezáltal erős parazita nyomást gyakorolva a hangyakolóniára, ellentétben a kakukk stratégiát folytató lárvákkal (Fiedler 1998, Elmes és mtsai. 2002). Az utóbbira jellemző, hogy a lepkehernyókat a dolgozók táplálják, tehát ugyanabban a gondozásban részesülnek, mint a hangyák saját ivadékai (Fiedler 1998, Thomas és mtsai. 1998a). A kakukk életmódot folytató lárvák által parazitált hangyák fitnessének a csökkenése kisebb, mint a ragadozók által parazitáltaké. Emellett, a kakukk stratégiát folytató lepkelárvák örökbefogadási ideje rövidebb, mint a predátor stratégiájú hernyóké. Továbbá, a kakukk hernyók és a hangyagazda közötti interakciók fejlettebbek és bonyolultabbak, mint a ragadozó lárvák esetében (Fiedler 1998, Elmes és mtsai. 2002). Ragadozó stratégia jellemző a *Maculinea arion*-ra Linnaeus, 1758, a *M. nausithous*-ra Bergsträsser, 1779 és a *M. teleius*-ra Bergsträsser, 1779, míg kakukk stratégiát folytat a *M. alcon* Denis és Schiffermüller, 1775 és ennek ökotípusa, a nemrégiben még külön fajként kezelt *M. alcon* 'xerophila' Hirschke, 1904 (Thomas és mtsai. 1998a). Bár a kakukk életmódú hernyók táplálását a hangyák végzik, a *M. alcon* 'xerophila' lárvái időnként hangyaivadékokkal is táplálkoznak, amelynek köszönhetően gyorsabban fejlődnek (Wardlaw és mtsai. 2000).

A hangyaboglárka nemzetség fajainak hangyagazdájául szolgáló *Myrmica* génusz fajai Európa-szerte elterjedtek. A déli melegben kis aktivitást mutató *Myrmica* hangyák élőhelyigénye különböző, mely függ a talaj nedvességétől, a talajszinti hőmérséklettől, a gyepmagasságtól és a növényborítottságtól (Tartally 2009). A *Myrmica* nemzetségbe tartozó fajoknak a hangyaboglárkákon kívül egyéb parazitái is vannak. A *Rickia wasmannii* Cavana, 1899 (Ascomycetes: Laboulbeniales) gomba a *Myrmica* spp. ektoparazitája (Csata és mtsai. 2013). A *Microdon myrmicae* Schönrogge és mtsai., 2002 zengőlégyfaj (Familia Syrphidae) szociálpazita lárvája a *Myrmica* lárvákkal táplálkozik, így akár egyes *Maculinea* fajok kompetitora is lehet (Tartally 2009). A *Myrmica* fajok legismertebb mutualista kapcsolata a növények föld feletti részein élő levéltetvekkel (Aphidoidea) alakult ki. A levéltetvek édes váladékot szolgáltatnak a hangyáknak, amely cukrot és más tápláló anyagokat is tartalmaz, cserébe a hangyák védik őket az ellenségeiktől (Hölldobler és Wilson 1990, Stadler és Dixon 2005, Styrsky és Eubanks 2006).

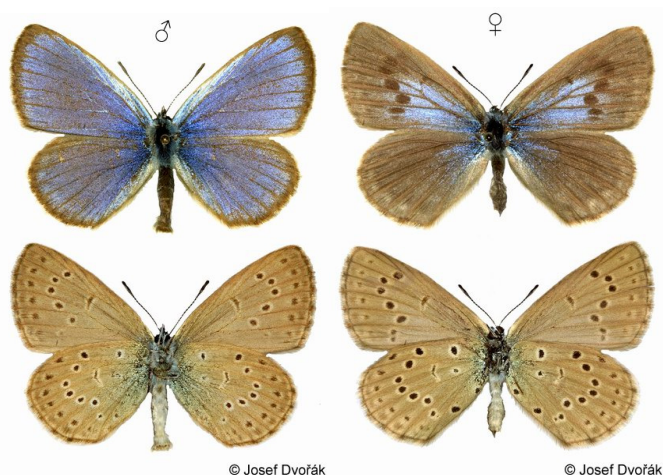
1.2.1. A *Maculineaalcon* ‘*xerophila*’

A *Maculinea* nemzetségen belül a *M.alcon* ‘*xerophila*’ vitatott taxonómiai helyzetű. Bár sokáig külön fajként kezelték, már régebben is kérdéses volt, hogy valóban a *M.alcon*-tól különálló faj-e, vagy csupán egy alfaj, illetve forma (Elmes és mtsai. 1998). A *M.alcon* ‘*xerophila*’ taxonómiai helyzetének meghatározása érdekében számos morfológiai és genetikai vizsgálat született. Pech és mtsai. (2004) a hangyaboglárka lepkék törzsfejlődését vizsgálva azt találták, hogy a *Maculinea* ősi élőhelyei eléggé páradúsak voltak, tehát e lepkék elsődlegesen a nedves élőhelyeket népesítették be, a száraz élőhelyek elfoglalása csupán a nedves területek hiányában következett be. Így alakulhatott ki később a genetikailag és morfológiailag is azonos, nedves élőhelyet kedvelő, kornistárnicsra petéző *M.alcon* forma, valamint a száraz élőhelyet kedvelő, Szent László-tárnicsra petéző *M.alcon* ‘*xerophila*’ forma. A Pecsénye és mtsai. (2007) által végzett kutatások eredményei rámutatnak arra, hogy a tápnövényként kornistárnicsot (*Gentiana pneumonanthe*) és a Szent László-tárnicsot (*G. cruciata*) használó *M.alcon* két formája genetikailag nem különül el egymástól. Az említett vizsgálatok mellett még számos egyéb kutatás eredménye is rámutat arra, hogy a *M.alcon* ‘*xerophila*’ a *M.alcon*-nak csupán egy eltérő ökológiai igényekkel rendelkező formája, amely egyedfejlődéséhez eltérő tápnövényt és sokszor más hangyagazdát használ, mint a *M.alcon*, de semmiképpen sem kezelhető külön fajként (Als és mtsai. 2004, Pech és mtsai. 2004, Bereczki és mtsai. 2005, Steiner és mtsai. 2006, Pecsénye és mtsai. 2007).

A *Maculineaalcon* ‘*xerophila*’ elterjedését vizsgálva elmondható, hogy Európában elszigetelt populációkat találunk Ausztriában, Bulgáriában, Csehországban, Franciaországban, a volt Jugoszlávia területén, Lengyelországban, Magyarországon, Németországban, Olaszországban, Oroszország európai részén, Spanyolországban, Svájcban, Szlovákiában és Szlovéniában (Wynhoff 1998, Van Swaay és Warren 1999). Romániában Erdély területén többek között a Kolozs megyei Kendilóna (*Luna de Jos*) és a Fehér megyében található Torockó (*Rimetea*) falvak közelében (Rákosy és Vodă 2008), valamint a Hargita megyei Szépvíz (*Frumoasa*) és Csíkszereda (*Miercurea Ciuc*) helységek mellett (Vizauer T. Cs. szem. közl.), valamint Kászonszelt (Plăieșii de Sus) és Vasláb (*Voșlobeni*) közelében találjuk meg a lepkét (Czekes Zs. szem. közl.).

A *Maculineaalcon* ‘*xerophila*’ eltérő nemű egyedei között erős ivari dimorfizmus figyelhető meg (2. ábra). A hím szárnyának felszíne kissé lilás árnyalatú ragyogó kék, melynek szegélye fekete és mérsékelten széles. Ezzel szemben a nőstény szárnyfelszíne sötétbarna vagy barnás-fekete, kék behintés csak a szárnyak tövében látható. Mindkét

szárnyán többé-kevésbé fejlett fekete foltos hűzódik végig, szárnyainak szélén pedig piszkosfehér rojtok figyelhetők meg. Mind a hímek, mind a nőtények fonákja földbarnás szürke rajta fekete szemfoltosorral. A szárnyak szélén található szegélyfoltosornak csupán erőteljes árnyéka figyelhető meg (Gozmány 1968).



2. ábra. A *Maculineaalcon* 'xerophila' hím (bal) és nőtény (jobb) egyedeinek morfológiája

A *Maculineaalcon* 'xerophila' a tápanyagban szegény száraz és meleg élőhelyeket kedveli, valamint a meszes talajú hegyvidéki gyepeket (Rákosi és Vodá 2008). Tápnövénye a Szent László-tárnics (*Gentiana cruciata* Linnaeus) (Gozmány 1968), hangyagazdái pedig a *Myrmica lonae* Finzi, 1926, *M. sabuleti* Meinert, 1860, *M. scabrinodis* Nylander, 1846, *M. schencki* Viereck, 1903 és *M. specioidea* Bondroit, 1918 (Elmes és mtsai. 1998, Als és mtsai. 2002, Steiner és mtsai. 2003, Tartally és mtsai. 2008). A fent említettek közül a Kárpát-medencéből ismert elsődleges hangyagazdája a *M. schencki* és a *M. sabuleti*, másodlagos pedig a *M. scabrinodis* (Tartally és mtsai. 2008).

Több kutatás is fényt derített arra az érdekes tényre, hogy a *Maculineaalcon* 'xerophila' hernyója által kibocsátott kémiai jelzések specifikussága a különböző gazdafajok esetében eltérő lehet. E kutatások eredményei azt mutatják, hogy a *M.alcon* 'xerophila' lárvája által kibocsátott speciális szénhidrogén vegyületek összetétele, ha *Myrmica schencki* a gazdafaj, sokkal közelebb áll e hangya lárváinak a jelzéseihez, mint más *Myrmica* fajok kutikuláris szénhidrogén vegyületeihez. Ennek ellenére a lepke lárváit más *Myrmica* fajok is befogadhatják (Akino és mtsai. 1999, Thomas és Elmes 2001, Schlick-Steiner és mtsai. 2004, Schönrogge és mtsai. 2004).

A *Maculinea alcon* 'xerophila' lárvákat a virágzó *Gentiana cruciata* közelében található *Myrmica* fészkek dolgozói adoptálják (Elmes és mtsai. 1998). Azonban sokszor előfordulhat, hogy a hangyák több lárvát fogadnak be, mint amennyit a kolónia képes eltartani (Thomas és mtsai. 1998b). Ebben az esetben egyes lárvák, bár a hangyagazdák táplálják őket, mégis lassabban fejlődnek, valamint kisebb méretet érnek el a következő év tavaszáig, mint a többi lárva, így a dolgozók a nagyobb tápanyagigényű lárvákra koncentrálnak. E hernyók a több mint 11 hónapig tartó hangyák általi gondozás után tehát túlságosan későn fejlődnének ki és kezdenék el a tápnövényre való petézést, ezért nem bábozódnak be, hanem egy újabb évet töltenek a hangyafészkekben (Thomas és mtsai. 1998a). A lárvapolimorfizmusnak köszönhetően a lepkefaj populációja tehát védve van a sztochasztikus klimatikus tényezők okozta drasztikus károkkal szemben (Meyer-Hozak 2000).

A *Maculinea* nemzetségbe tartozó kakukk stratégiát folytató lepkék hernyói ugyanakkor maguk sem mentesek a parazitáktól és a parazitoidoktól: az *Ichneumon* fürkészgénusz egyes fajai parazitálják e lárvákat (Hochberg és mtsai 1992, Sielezniew és Stankiewicz 2004, Tartally 2008). Az *I. eumerus* Wesmael, 1857 például a hangyák riasztóferomonjait kiválasztva zavart kelt a fészkekben, ezáltal képes beférkőzni és belepetézni az ott gondozott *M. alcon* 'xerophila' lárvákba (Sielezniew és Stankiewicz 2004, Tartally 2008).

1.3. A *Maculinea* fajok természetvédelmi jelentősége

A boglárkalepkék családja világszerte mintegy 5000 fajt foglal magába. Európában ebből 129 szerepel az IUCN által összeállított Vörös Listán. A hangyaboglárka nemzetség mind a négy Európában előforduló faja szerepel a 2010-ben kiadott Vörös Listán. A *Maculinea arion* a veszélyeztetett (*endangered*), a *M. nausithous* a közel veszélyeztetett (*near threatened*), a *M. teleius* pedig a sebezhető (*vulnerable*) kategóriába tartozik mind Európa, mind az Európai Unió határain belül. A *M. alcon*-ra vonatkozó adatok, amelyek jelenleg magukba foglalják a *M. alcon* 'xerophila'-t is, azt mutatják, hogy Európa szintjén a faj nem veszélyeztetett (*least concern*), azonban az Európai Unió határain belül a közel veszélyeztetett kategóriába kerül (*near threatened*) (Van Swaay és mtsai. 2010). A *M. alcon* 'xerophila', amíg külön fajként kezelték (lásd elébb), az 1999-es Vörös Lista adatai szerint Európában a sebezhető (*vulnerable*) kategóriába tartozott (Van Swaay és Warren 1999). Jelenleg egy 2007-es romániai sürgősségi kormányrendelet sem kezeli külön fajként, ezért itt is csak a *M. alcon*

védettségi helyzetéről van információnk. Eszerint a *M. alcon* Romániában szigorúan védett (OUG 2007).

A *Maculinea* génuszba tartozó fajok védelmének a fontosságát leginkább az egyetlen Angliában előforduló hangyaboglárka faj, a *Maculinea arion* 1979-es angliai kipusztulásának esete példázza. E faj a déli kitettségű domboldalakat kedveli. Általában alacsony fűvű, legeltetésre alkalmas gyepeken fordul elő, ahol megtalálhatóak a tápnövényeül szolgáló kakukkfű fajok (*Thymus* spp.) (Thomas 1980). A *M. arion* fő hangyagazdája az adott területen a *Myrmica sabuleti* volt. Kihalásának oka, amelyre az utána végzett kutatások derítettek fényt, a hangyagazda eltűnése volt, amelyet a legeltetés hiánya váltott ki. Bár a területről kiszorult *M. sabuleti* helyét átvette egy másik *Myrmica* faj, nevezetesen a *M. scabrinodis*, amely a néhány centiméterrel magasabb növényzetű élőhelyen is jól meg tud élni, a *Maculinea arion* mégsem tudott életképes populációkat fenntartani, így kihalt (Thomas 1980, Elmes és mtsai. 1998). Bár a fajt később nagy erőfeszítések árán visszatelepítették, ebből a példából is látszik, hogy a *Maculinea* nemzetségbe tartozó lepkék védelmének elengedhetetlen feltétele a fajok megfelelő ismerete, amely kellő mennyiségű információt feltételez a faj biológiai (életműködéshez szükséges feltételek) és ökológiai (élőhely biotikus és abiotikus tényezői) igényeiről egyaránt (Tartally 2009).

A *Maculinea* nemzetségbe tartozó fajok populációmérete Európa-szerte csökkenő tendenciát mutat (Wynhoff 1998, Van Swaay és Warren 1999, Van Swaay és mtsai. 2010). Ennek oka az élőhelyek fokozatos leromlása és feldarabolódása, valamint a nem megfelelő kezelés, mivel ezek a lepkék, különleges életciklusuknak köszönhetően, rendkívül érzékenyen reagálnak a környezetüket ért változásokra (Thomas 1980). Speciális élőhelyeik eltűnésével magyarázható Európa nyugati felében bekövetkezett dramatikus populációméret-csökkenésük, néhol akár kihalásuk (Elmes és mtsai. 1998, Wynhoff 1998, Van Swaay és Warren 1999, Thomas és Settele 2004).

A vizsgálatom tárgyát képező, Romániában eddig kevésbé kutatott *Maculinea alcon* 'xerophila' ún. esernyőfaj, azaz védelme által az általa lefedett élőhelyen számos más faj is védelem alá kerül. Megőrzése érdekében ezért célszerű a lepke minél széleskörűbb vizsgálata, tanulmányozása

1.4. A *Maculinea alcon* 'xerophila' populációméret-becslésére vonatkozó vizsgálatok

A *Maculinea* fajok populációmérete és populációdinamikája számos tényezőtől függ. A legfontosabbak közé tartozik a tápnövények és hangyagazdák jelenléte, denzitása és minősége (Hochberg és mtsai. 1992, Meyer-Hozak 2000, Nowicki és mtsai. 2007), valamint az időjárás sztochaszticitása (Árnyas 2007, Nowicki és mtsai. 2009). Emellett egy populáció méretét nagyban befolyásolhatja az is, hogy az adott populáció nyílt vagy zárt, azaz van-e be- és kivándorlás vagy nincs. Egy zárt populáció hátrányos helyzetben van egy nyílttal szemben, hiszen esetében a populáció genetikai anyagának frissülése nem biztosított, az adott populáció elterjedési területe viszonylag kicsi és egy esetleges metapopulációs struktúra fenntartása sem lehetséges (Nowicki és Vrabec 2011).

A *Maculinea alcon* 'xerophila' populációiról, az eddigi ismeretek alapján elmondható, hogy általában kicsik és zártak (Meyer-Hozak 2000, Árnyas 2007). Hochberg és mtsai. (1992) szerint jellemző populációira a sűrűségfüggő szabályozás, mind a tápnövényen, mind a hangyafészekben, bár az utóbbiban való túlélés aránytalanul fontosabbnak tűnik a populáció szempontjából, mint a növényen zajló kompetíció. A hangyafészekben és a tápnövényen folyó versengés következtében a lárvák sűrűségfüggő mortalitása figyelhető meg. Emellett jellemző a lepkelárvák polimorfizmusa is a hangyafészekben. Ez azt jelenti, hogy egyazon év tavaszán a gazdafészekben egy és két éves lárvák is találhatóak. A lárvák eltérő fejlődésének következtében pedig a populáció mérete egy adott évben nem csupán az előző évtől, hanem az előző két évtől függ (Thomas és mtsai. 1998a).

A felnőtt *Maculinea alcon* 'xerophila' nőtények átlagos élettartama 3,5 nap, a hímeké pedig 3,7, de a maximális életidejük elérheti a 13 napot is (Meyer-Hozak 2000). Meyer-Hozak (2000) azt találta, hogy a nemek körülbelül egyforma arányban visszafoghatóak. Árnyas (2007), több éven át folyó kutatása során, a nemek közötti visszafogási arány tekintetében ellentmondásos eredményeket kapott. Két évben azonosnak, egy évben azonban eltérőnek mutatkozott a fent említett arány. A nemek között a visszafogásukban megmutatkozó különbséget a hímek és nőtények eltérő viselkedésével magyarázta. Így a hímek magasabb visszafogási rátája annak köszönhető, hogy a párizótárs keresése miatt intenzívebben és magasabban repülnek, mint a nőtények, ezért könnyebb megfogni őket. Ezzel szemben a nőtények a tápnövények keresése érdekében alacsonyabban repülnek, mint a hímek, így nehezebb észrevenni őket.

A *Maculinea alcon* 'xerophila' aktivitási periódusa körülbelül a június és július közepe közötti egy hónapban van. A populáció aktivitási csúcsa június végére tehető. A hímek aránya a mintavételi időszak első felében jóval magasabb, mint a nőstényeké (Meyer-Hozak 2000). Ennek potenciális magyarázata az lehet, hogy a hímek néhány nappal hamarabb bábozódnak be, mint a nőstények (Elmes és Thomas 1987 in Meyer-Hozak 2000). A *Maculinea alcon* 'xerophila' rajzágörbáját az időjárási viszonyok erősen befolyásolják. Így meleg és száraz körülmények között a rajzás csúcsa, majd a populáció aktivitásának vége viszonylag gyorsan bekövetkezik, míg nyár eleji hűvös és csapadékos klímának köszönhetően a populáció lassan, fokozatosan nő, tehát a rajzási időszak elnyúlik. A lepkék populációjának vizsgálatát nagyban befolyásolhatja az aktuális időjárás. A túlzott meleg a lepkék alacsony intenzitású rajzását eredményezi. Továbbá a szél erősödésével és a felhőzet mennyiségének a gyarapodásával jelentősen csökken a fogások száma, mivel az állatok elülnek az aljnövényzetben, így nehézkessé válik a megfogásuk (Meyer-Hozak 2000, Árnay 2007).

1.5. A kutatási téma indoklása és célkitűzések

A kiemelt természetvédelmi jelentőségű *Maculinea* fajok megfelelő védelme érdekében szükséges kielégítően ismerni e lepkék biológiai és ökológiai igényeit, valamint a populációkat veszélyeztető rövid, illetve hosszú távú tényezőket. Emellett, a populációk fennmaradása szempontjából rendkívül fontos életképességük meghatározása. A *Maculinea* fajok populációinak vizsgálata választ adhat arra, hogy mekkora egy életképes populáció, milyen nemek közti arány figyelhető meg, továbbá hogyan befolyásolja a populáció fennmaradását az egyedek diszperziója. Ezen információk segítséget nyújtanak a megfelelő védelmi tervek kidolgozásához, amelyek elősegítik e sérülékeny populációk fennmaradását. Ennek érdekében kutatásom során egy torockói *Maculinea alcon* 'xerophila' populációt tanulmányoztam. Vizsgálatom szükségességét bizonyítja az a tény, hogy erről a populációról eddig semmilyen információ nem áll a rendelkezésünkre, továbbá a *M. alcon* 'xerophila' romániai populációinak méretére vonatkozóan sincs ismert adat. Mindezek fényében a következő kérdésekre keresem a választ:

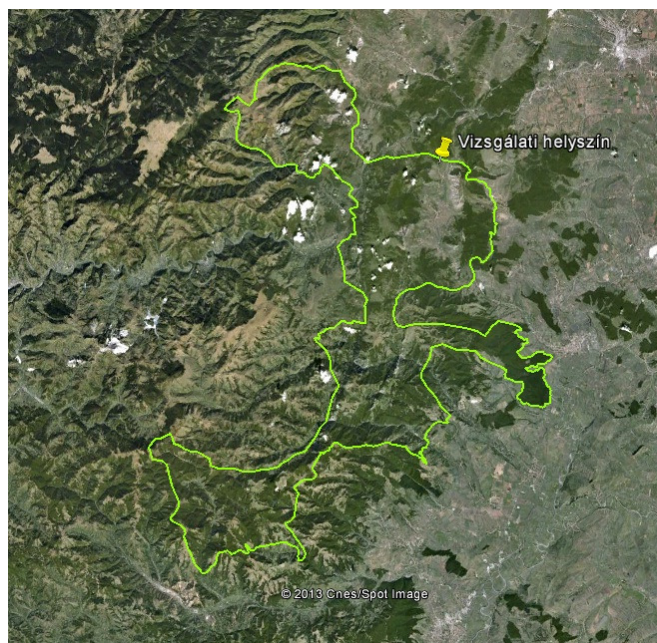
1. Mekkora a torockói *Maculinea alcon* 'xerophila' populáció?
2. Milyen a nemek közti arány?

3. Milyen az egyedek túlélési és visszafogási valószínűsége? Mutatkozik-e különbség e tekintetben a nemek között?
4. Milyen hosszú a populáció repülési időszaka?
5. Milyen az egyedek térbeli eloszlása?
6. Mekkora a populációt alkotó egyedek diszperziója? Van-e különbség a két nem diszperziós távolsága között?

2. Anyagok és módszerek

2.1. A vizsgálat helyszíne és időpontja

A terepi vizsgálatot 2012. június 15. és július 16. között végeztük az Erdélyi Szigethegység (*Munții Apuseni*) délkeleti részét alkotó Torockói-hegységben (*Munții Trascăului*) (3. ábra). Az Aranyos (*Arieș*), a Maros (*Mureș*) és az Ompoly (*Ampoi*) völgyei között elterülő Natura 2000 terület (kód: ROSCI0253) alapkőzetének fő alkotóeleme a mészkő (Mészáros 1998, Ordin 2387/2011 Anexa 6).



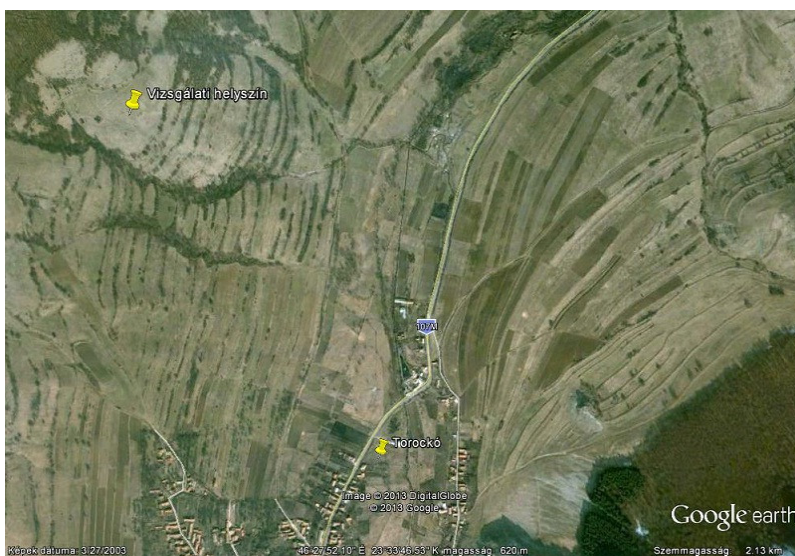
3. ábra. A Torockói-hegység Natura 2000 Természetvédelmi Terület

A vizsgálat helyszíne Torockó helység közelében található, egy délkeleti kitettségű hozzávetőlegesen 9252 m²-es nagyságú terület (620 m tszfm) (4. ábra). A Környezetvédelmi és Erdőgazdálkodási Minisztérium által kiadott 2387/2011-es számú rendelet 6-os számú melléklete alapján kutatási területünk a Natura 2000 terület védett élőhelytípusai közé tartozó meszes alapkőzetű féltermészetes száraz gyepek, amely fontos orchidea-lelőhely.

A vizsgálati helyszínre általánosan jellemző, hogy fajokban gazdag xeromezofil terület, amelynek domináns növénye a tollas szálkaperje (*Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv.), de olyan ritka fajok is előfordulnak, mint például a szarvas bangó (*Ophrys scolopax*

Cav. 1793) (Havadtői K. szem. közl.). A vidék éghajlata mérsékelt kontinentális. Az évi átlaghőmérséklet 7-8 °C, az átlagos csapadékmennyiség pedig 600-700 mm (Kardos 2005).

A területen intenzív kecskelegeltetés folyik, amely nagyban befolyásolhatja a *Maculineaalcon* 'xerophila' tápnövényekre lerakott petéinek a túlélését, így a populáció méretét is. A populációt potenciálisan zavaró tényezők közé sorolható a Torockót érintő intenzív turizmus is, amely következtében számtalan kiránduló megfordul a falu körüli területeken is.



4. ábra. A vizsgálati helyszín

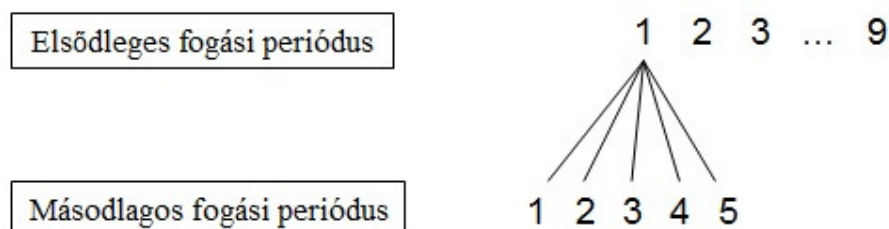
2.2. Módszerek

A *Maculineaalcon* 'xerophila' torockói populációjának vizsgálatát jelölés-visszafogás (MRR – Mark-Release-Recapture) módszer alkalmazásával végeztük. Ez széles körben elterjedt metódus a különböző állatpopulációk demográfiai paramétereinek a becslésére, mint például a populációméret, a túlélési és visszafogási valószínűség (Seber 1982 in Kendall és mtsai. 1995). A módszer lényege, hogy a teljes populációból megfogunk x darab egyedet, melyeket megjelölünk és elengedünk. A következő mintavételezés során megszámoljuk, hogy a befogott egyedek közül hány van már megjelölve. Az eredetileg jelölt egyedek száma úgy aránylik a populáció teljes egyedszámához, mint a visszafogott jelölt egyedek száma a következő fogás összes egyedszámához. A módszer alapkövetelményei, (1) hogy a jelölés nem tűnhet el, mivel akkor a mintában kisebb lesz a jelölt egyedek aránya, mint

a valójában megjelölt egyedeké a populációban, (2) a megjelölt állatok tökéletesen el kell keveredjenek a populáció többi tagja között, (3) valamint a jelölt egyedek túlélési és visszafogási valószínűsége nem különbözhet a jelöletlen egyedek befogási valószínűségétől (Nowicki és mtsai. 2009).

A jelölés-visszafogás módszere kiválóan alkalmas gerinctelen és gerinces állatok mintavételezésére egyaránt. A módszer széleskörű alkalmazását támasztja alá, hogy már sikeresen alkalmazták többek között természeteken, lepkéken, szalamandrákon, pockokon, egereken, madarakon és medvéken is (Su és Scheffrahn 1988, Kendall és mtsai. 1997, Knight és mtsai. 1999, Mowat és Strobeck 2000, Lindberg és mtsai. 2001, Bailey és mtsai. 2004).

Vizsgálatunk a *Maculineaalcon ‘xerophila’* populáció teljes repülési idejét lefedte. A mintavételezés a vizsgálati időszak minden harmadik napján történt, így összesen kilenc elsődleges fogási periódusunk volt. A kilenc elsődleges fogási periódus mindegyike öt másodlagos fogási periódusból állt, melyek egy óráskak voltak és fél óra szünet választotta el őket annak érdekében, hogy teljesüljön a módszer második alapkövetelménye (ld. feljebb). A mintavételezés minden elsődleges fogási periódus esetén 10:00 és 17:00 óra között zajlott (5. ábra). A speciális mintavételezési eljárást a statisztikai elemzés során használt Pollock’s Robust Design teszi szükségessé (lásd 2.3.).



5. ábra. A fogási periódusok egymáshoz való viszonya

A terepi vizsgálat során a *Maculineaalcon ‘xerophila’* egyedeket a hálóval való befogás után vízálló, nem mérgező, alkoholos filctollal jelöltük meg a bal hátsó szárnyuk fonákján (6. ábra). Az egyes lepkék befogási helyét GPS segítségével rögzítettük, a lepke számát és nemét pedig lejegyeztük. A vizsgált terület minél jobb lefedése érdekében a mintavételezést hárman végeztük, továbbá a terület átfésülése lineáris transzekt mentén történt.



6. ábra. Jelölt *Maculinea alcon* 'xerophila'

2.3. Adatfeldolgozás

A *Maculinea alcon* 'xerophila' populációméretét POPAN modell segítségével becsültem meg. Az egyedek fogási történetét a Pollock's Robust Design modellel elemeztem. A modell a zárt és nyílt populációmodellek tulajdonságait ötvözi: külön elemzi az elsődleges és másodlagos fogási periódusok alatt gyűjtött adatokat, az elsődleges fogási periódusok között a populációt nyílnak tekinti, míg a másodlagos fogási periódusokon belül zártnak. Ezáltal minden elsődleges fogási periódusra kapunk egy becsült populációméretet, amelyek elemzésével megkapjuk az illető populáció repülési dinamikáját. Emellett a Pollock's Robust Design lehetővé teszi olyan paraméterek megbecsülését is, amelyek csak a nyílt, illetve csak a zárt populációmodellek segítségével nem meghatározhatóak (Pollock 1982). A modellt sikeresen használták már szalamandrák, pockok, egerek és récék populációméret-becslése esetében is (Kendall és mtsai. 1997, Lindberg és mtsai. 2001, Bailey és mtsai. 2004).

A *Maculinea alcon* 'xerophila' hím és nőstény egyedei által bejárt területek és megtett távolságok összehasonlításához Kolmogorov-Smirnov teszt segítségével vizsgáltam az adatok normalitását, illetve F-teszttel a varianciák homogenitását. Normál eloszlású adatsorok esetén, ha a homogenitás feltétele teljesült kétmintás t-tesztet alkalmaztam, nem homogén mintákra pedig Welch-tesztet.

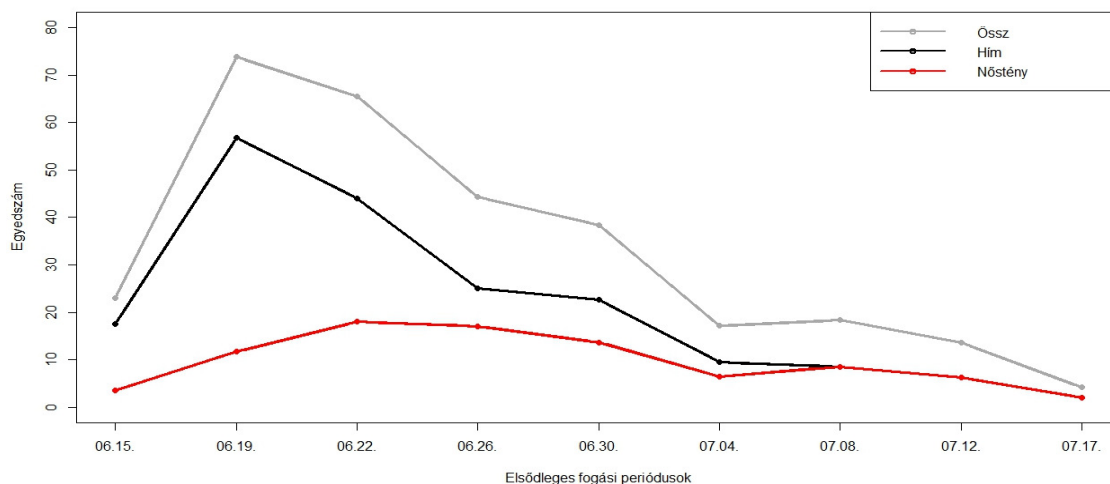
A statisztikai elemzéseket az R-statisztikai nyelv R.Mark csomagjával végeztem (The R Foundation for Statistical Computing, 2013), amely a MARK programon (White és Burnham 1999) keresztül végzi az elemzéseket. Továbbá, a megjelölt *Maculinea alcon* 'xerophila' egyedek GPS koordinátáit a Garmin Trip and Waypoint Manager segítségével dolgoztam fel.

3. Eredmények

Terepi vizsgálataink során összesen 225 egyedet jelöltünk meg, amelyekből 152 hím, 73 pedig nőstény volt. Az elsődleges fogási periódusok között összesen 30 egyedet fogtunk vissza, amely 13,3%-os visszafogási sikert jelent. A harminc egyedből 28-at csak egy alkalommal kettőt pedig két alkalommal fogtunk vissza. A visszafogott egyedekből 28 hím (18,42% visszafogási siker), 2 pedig nőstény volt (2,73% visszafogási siker).

3.1. Populációdinamika, túlélési és visszafogási valószínűség, populációméret

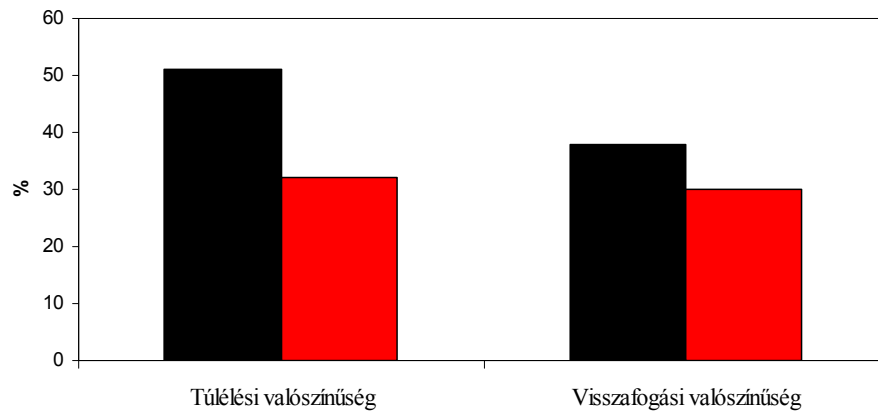
A *Maculinea alcon* 'xerophila' populációdinamikáját tekintve elmondható, hogy a populáció repülésének a kezdete június közepére tehető. A populáció június végén éri el a repülési csúcst, de a repülési időszak egészen július közepéig tart. A mintavételi időszak első egyharmadában a hímek aránya jóval magasabb, mint a nőstényeké. A két nem egyedszáma csupán a repülési időszak utolsó egyharmadában azonos (7. ábra).



7. ábra. A *Maculinea alcon* 'xerophila' populációdinamikája (Pollock's Robust Design)

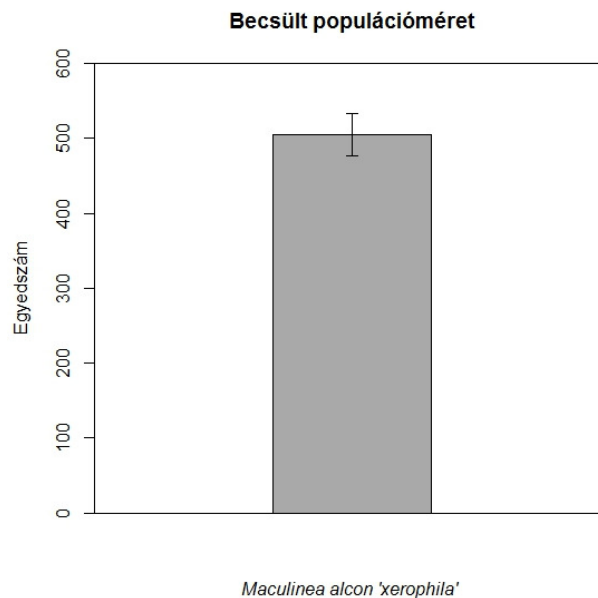
Az egyedek túlélési és visszafogási valószínűségét tekintve a hímek és nőstények között eltérés mutatkozott. Így a hímek túlélési valószínűsége 51% (Pollock's Robust Design, $S_{gH} = 0,51$; $SE = 0,03$), a nőstényeké 32% (Pollock's Robust Design, $S_{gN} = 0,32$; $SE = 0,07$). Továbbá, a hímek visszafogási valószínűsége 38% (Pollock's Robust Design, $p_{gH} =$

0,38; SE = 0,03), a nőstényeké pedig 30% (Pollock's Robust Design, $p_{gN} = 0,30$; SE = 0,04) (8. ábra).



8. ábra. A *Maculinea alcon* 'xerophila' hím (fekete) és nőstény (piros) egyedeinek túlélési és visszafogási valószínűsége

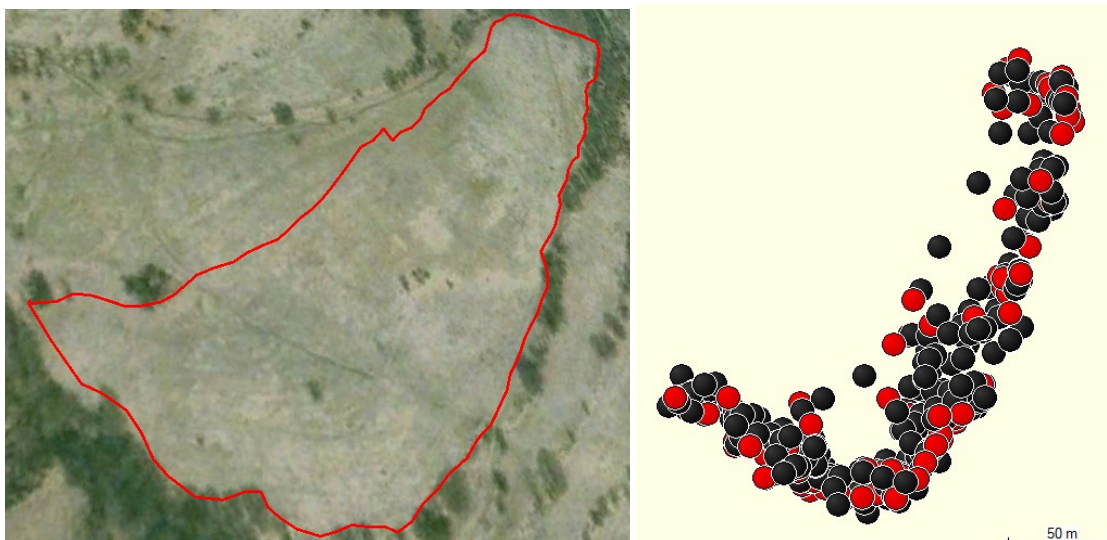
A torockói *Maculinea alcon* 'xerophila' becsült populációmérete közel 500 egyedre tehető (POPAN, $N = 505 \pm 54$, SE = 28) (9. ábra).



9. ábra. A torockói *Maculinea alcon* 'xerophila' becsült populációmérete (POPAN, $N = 505 \pm 54$, SE = 28)

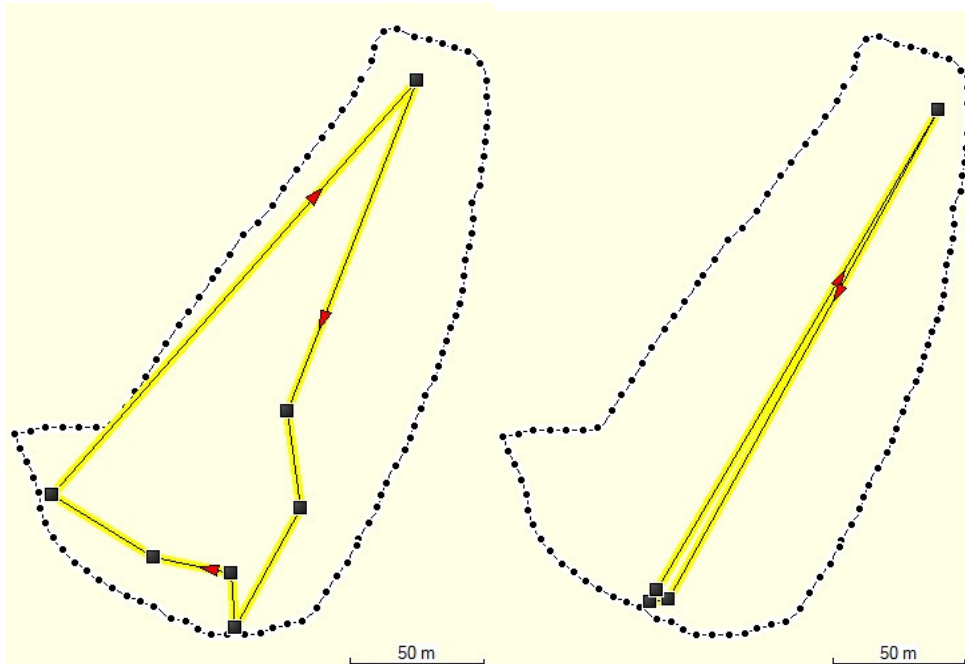
3.2. Térbeli eloszlás és diszperzió

A *Maculineaalcon* 'xerophila' egyedek térbeli eloszlására jellemző, hogy a lepkék főként a vizsgálati területet övező cserjesáv mentén mozognak. Továbbá, a hímek és nőstények esetén sem mutatkozik preferencia a bejárt terület egyik része iránt sem (10. ábra).



10. ábra. A vizsgálati helyszín (bal) és a *Maculineaalcon* 'xerophila' egyedek térbeli eloszlása (jobb; fekete – hím, piros – nőstény)

A *Maculineaalcon* 'xerophila' általunk befogott egyedei átlagosan 1528,5 m² területet jártak be (SD = ±2156,62, min = 5, max = 8091, n = 33). Két, általunk felvett pont közötti legnagyobb megtett távolság pedig átlagosan 76,56 m (SD = ±57,76, min = 5, max = 217, n = 69). A hímek átlagosan 1766,98 m² területet jártak be (SD = ±2260,673, min = 25, max = 8091, n = 28), valamint átlagosan 81,61 m távolságot tettek meg (SD = ±56,99, min = 9, max = 217, n = 59). Ezzel szemben a nőstények átlagosan jóval kevesebb, 193 m² területet jártak be (SD = ±289,1972, min = 5, max = 684, n = 5), átlagosan megtett távolságuk pedig 53,90 m (SD = ±57,72, min = 14, max = 213, n = 10) (11. ábra). A rendelkezésre álló adatok alapján a hímek szignifikánsan nagyobb területet jártak be, mint a nőstények (Welch-teszt, $t = 3.52$, $p < 0,05$, $n_1 = 28$, $n_2 = 5$), az általunk észlelt legnagyobb megtett távolság tekintetében azonban nem mutatható ki szignifikáns különbség a hímek és nőstények között (Két mintás t-teszt, $t = 1.41$, $p > 0,05$, $n_1 = 59$, $n_2 = 10$).



11. ábra. A legnagyobb területet bejáró *Maculinea alcon* 'xerophila' hím (bal) és nőstény (jobb) egyedek mozgása a vizsgálati területen

4. Tárgyalás

A torockói *Maculinea alcon* 'xerophila' populációjának becsült mérete közel 500 egyed. Ez egy erős, életképes populációra utal. Árnys (2007), a vizsgálati területünkénél háromszor nagyobb élőhelyen, egy közel 1000 egyedből álló stabil populációt írt le. Ez az eredmény megerősíti a torockói populáció életképességét is.

Ivararány tekintetében elmondható, hogy a több mint kétszer annyi hímeket fogtunk be, mint nőstényt. Ez ellentétben a Meyer-Hozak (2000) és Árnys (2007) által két évben találtakal, de megegyezik Árnys (2007) egy évi eredményeivel. A nemek eltérő visszafogási aránya potenciálisan a hímek és nőstények eltérő viselkedésével magyarázható (Árnys 2007), melyet terepi tapasztalataink is alátámasztanak. A hímek, a párzótárs keresése miatt, sokkal intenzívebben és magasabban repülnek, mint a nőstények, amelyek a tápnövények felkutatása érdekében alacsonyabban repülnek, ezért nehezebben észrevehetőek (Árnys 2007). A nőstények alacsony visszafogási arányát Nowicki és Vrabec (2011) *Maculinea teleius*-on és *M. nausithous*-on végzett kutatása során a pozitív sűrűségfüggő emigrációval magyarázta. Magas denzitás esetén a nőstényeknek ugyanis különösen előnyös a kivándorlás, mivel ezáltal lehetőségük nyílik olyan élőhely felkutatására is, amelyen alacsony az intraspecifikus kompetíció. Ennek eredményeképpen utódaik potenciálisan jobb minőségű tápnövényen fejlődhetnek, továbbá a hangyagazdák sincsenek még túlterhelve, így csökken a lárvák tápnövényen és a hangyafészkekben tapasztalható sűrűségfüggő mortalitása (Thomas és mtsai. 1998a, Nowicki és mtsai. 2009). A hímek és nőstények látszólagos túlélési és visszafogási valószínűsége között jelentős különbség mutatkozott, amely ugyancsak a nemek eltérő viselkedésével magyarázható (Árnys 2007).

Terepi megfigyeléseink alapján is elmondható, hogy a lepkék aktivitását nagyban befolyásolják az időjárási viszonyok. Erős szél és felhős égbolt esetén csökken a lepkék aktivitása, csakúgy, mint túlságosan nagy melegben (Árnys 2007).

Meyer-Hozak (2000) 1990-es eredményeivel megegyezően azt találtuk, hogy a torockói *Maculinea alcon* 'xerophila' populáció aktivitási periódusa a június és július közepe közötti egy hónapban van. A populáció aktivitási csúcsa június végére tehető. A mintavételi időszak első egyharmadában a hímek aránya jóval magasabb, mint a nőstényeké (Meyer-Hozak 2000, Árnys 2007). Ezt potenciálisan Elmes és Thomas (1987) kutatásának eredményei magyarázhatják, amelyek szerint a hímek néhány nappal hamarabb bábozódnak be, mint a nőstények, így a repülési időszak korai szakaszában a teljes populáció főleg

hímekből áll. A két nem repülési görbéje csupán az aktivitási periódus utolsó egyharmadában mutatott egyezést.

A *Maculineaalcon* 'xerophila' egyedek térbeli eloszlására jellemző, hogy a lepkék főként a vizsgálati területet övező cserjesáv mentén mozogtak. Ez feltehetően annak köszönhető, hogy a lepkék aktivitásának nem kedvező környezeti tényezők esetén, a közelben levő dúsabb növényzet lehetőséget biztosít a gyors elúlésre.

Nowicki és Vrabec (2011) *Maculinea teleius*-on és *M. nausithous*-on végzett kutatása során azt találta, hogy az egyedek átlagos diszperziós távolsága, nemekre való tekintet nélkül, *M. teleius* esetén 15-270 m, míg a *M. nausithous*-nál 80-220 m. Eredményeink a *Maculineaalcon* 'xerophila' esetén hasonló változatosságot mutatnak. A hím egyedek szignifikánsan nagyobb területet jártak be, mint a nőtények. Ennek potenciális oka a pározótárs keresése lehet. A nőtények mozgása ezzel szemben jóval kisebb területre korlátozódott, amely a tápnövény keresése miatt lehet (Árnyas 2007). Mindezek ellenére az általunk mért két pont közötti legnagyobb távolság tekintetében nem mutatkozott jelentős különbség a nemek között. Ez potenciálisan ugyancsak a hím és nőtény egyedek eltérő viselkedésével magyarázható (Árnyas 2007).

5. Következtetések

1. A vizsgált torockói *Maculinea alcon* 'xerophila' populáció becsült mérete közel 500 egyed.
2. A nemek közötti arány a hímek felé tolódik el. A teljes repülési periódus alatt több mint kétszer annyi hím egyedet jelöltünk meg, mint nőtényt.
3. A hímek túlélési és visszafogási valószínűsége magasabb, mint a nőtényeké.
4. A populáció aktivitási periódusa megközelítőleg a június és július közepe közötti időszak. Ezen belül a repülési csúcs június végére tevődik. A mintavételi időszak első egyharmadában a hímek aránya jóval magasabb, mint a nőtényeké. A két nem egyedszáma pedig csak a repülési időszak utolsó egyharmadában azonos.
5. A populációt alkotó egyedek többnyire a vizsgálati területet övező cserjesáv mentén mozognak, tehát a terület lepkék általi lefedettsége nem egyenletes.
6. A hímek átlagosan nagyobb területet járnak be, mint a nőtények, azonban a megtett távolság tekintetében nincs jelentős különbség a nemek között.

Irodalomjegyzék

- Akino, T., Knapp, J. J., Thomas, J. A. & Elmes G. W. (1999) Chemical mimicry and host specificity in the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. *Proc. R. Soc. Lond. B*, **266**, 1419-1426.
- Als, T. D., Nash, D. R. & Broomsma, J. J. (2002) Geographical variation in host-ant specificity of the parasitic butterfly *Maculinea alcon* in Denmark. *Ecological Entomology*, **27**, 403-414.
- Als, T. D., Vila, R., Kandul, N. P., Nash, D. R., Yen, S-H., Hsu, Y-F., Mignault, A. A., Boomsma, J. J., Pierce N. E. (2004) The evolution of alternative parasitic life histories in Large Blue butterflies. *Nature*, **432**, 386-390.
- Árnyas, E. M. (2007) *Populációstruktúra, -dinamika és peterakási preferencia vizsgálatok egy veszélyeztetett lepkefajnál (Maculinea alcon, Lepidoptera: Lycaenidae)*. PhD tézis, Debreceni Egyetem, Debrecen.
- Bailey, L. L., Simons, T. R. & Pollock, K. H. (2004) Estimating Detection Probability Parameters for Plethodon Salamanders Using the Robust Capture-Recapture Design. *The Journal of Wildlife Management*, **68(1)**, 1-13.
- Berezki J., Pecsénye K., Peregovits L. & Varga Z. (2005) Pattern of genetic differentiation in the *Maculinea alcon* species group (Lepidoptera, Lycaenidae) in Central Europe. *JZS*, **43(2)**, 157-165.
- Csata E., Czekes Zs., Erős K., Német E., Hughes, M., Csősz S. & Markó B. (2013) Comprehensive survey of Romanian myrmecoparasitic fungi: new species, biology and distribution. *North-Western Journal of Zoology*, **9(1)**, art. 131101.
- Elmes, G. W., Akino, T., Thomas, J. A., Clarke, R. T. & Knapp, J. J. (2002) Interspecific differences in cuticular hydrocarbon profiles of *Myrmica* ants are sufficiently consistent to explain host specificity by *Maculinea* (large blue) butterflies. *Oecologia*, **130**, 525-535.
- Elmes, G. W. & Thomas, J.A. (1987) Die Gattung *Maculinea*. Tagfalter und ihre Lebensraume. In *Schweizerischer Bund für Naturschutz* (eds), Basel. In Meyer-Hozak, C. (2000) Population biology of *Maculinea rebeli* (Lepidoptera: Lycaenidae) on the chalk grasslands of Eastern Westphalia (Germany) and implications for conservation. *Journal of Insect Conservation*, **4**, 63-72.

- Elmes, G. W., Thomas, J. A., Wardlaw, J. C., Hochberg, M. E., Clarkel, R. T. & Simcox, D. J. (1998) The ecology of *Myrmica* ants in relation to the conservation of *Maculinea* butterflies. *Journal of Insect Conservation*, **2**, 67-78.
- Fiedler, K. (1998) Lycaenid-ant interactions of the *Maculinea* type: tracing their historical roots in a comparative framework. *Journal of Insect Conservation*, **2**, 3-14.
- Fiedler, K. (2006) Ant-associates of Palaearctic lycaenid butterfly larvae (Hymenoptera: Formicidae; Lepidoptera: Lycaenidae) – a review. *Myrmecologische Nachrichten*, **9**, 77-87.
- Gozmány L. (1968) *Nappali lepkék – Diurna. Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) 16, 15*. Akadémiai Kiadó, Budapests, 87.
- Hochberg, M. E., Thomas, J. A. & Elmes, G. W. (1992) A Modelling Study of the Population Dynamics of a Large Blue Butterfly, *Maculinea rebeli*, a Parasite of Red Ant Nests. *Journal of Animal Ecology*, **61(2)**, 397-409.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O. (1990) *The Ants*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Kardos Zs. (2005) Az Ompoly-völgyétől a Havasgáldi (Intregáldi)-szorosig. *Erdélyi Gyopár*, **3**.
- Kendall, W. L., Nichols, J. D. & Hines, J. E. (1997) Estimating Temporary Emigration Using Capture-Recapture Data with Pollock's Robust. *Ecology*, **78(2)**, 563-578.
- Knight, A., Brower, L. P. & Williams, E. H. (1999) Spring remigration of the monarch butterfly, *Danus plexippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) in north-central Florida: estimating population parameters using mark-recapture. *Biological Journal of the Linnean Society*, **68**, 531-556.
- Kőrösi Á., Szentirmai I., Örvössy N., Kövér Sz., Batáry P. & Peregovits L. (2009) A kaszálás hatásának vizsgálata a vérfű hangyaboglárka (*Maculinea teleius*) populációira – egy kezelési kísérlet első tapasztalatai. *Természetvédelmi Közlemények*, **15**, 257-268.
- Lindberg, M. S., Kendall, J. E., Hines, J. E. & Anderson, M. G. (2001) Combining Band Recovery Data and Pollock's Robust Design to Model Temporary and Permanent Emigration. *Biometrics*, **57(1)**, 273-281.
- Meyer-Hozak, C. (2000) Population biology of *Maculinea rebeli* (Lepidoptera: Lycaenidae) on the chalk grasslands of Eastern Westphalia (Germany) and implications for conservation. *Journal of Insect Conservation*, **4**, 63-72.
- Mészáros M. (1998) Borrév – Torockó – Kőköz földtana. *Erdélyi Gyopár*, VIII, **3(41)**, 27-29.

- Mowat, G. & Strobeck, C. (2000) Estimating population size of grizzly bears using hair capture, DNA profiling, and mark recapture analysis. *Journal of Wildlife Management*, **64**(1), 183-193.
- Nowicki, P., Bonelli, S., Barbero, F. & Balletto, E. (2009) Relative importance of density-dependent regulation and environmental stochasticity for butterfly population dynamics. *Oecologia*, **161**, 227-239.
- Nowicki, P., Pepkowskab, A., Kudleka, J., Skórka, P., Witeka, M., Settele, J. & Woyciechowska, M. (2007) From metapopulation theory to conservation recommendations: Lessons from spatial occurrence and abundance patterns of *Maculinea* butterflies. *Biological Conservation*, **140**, 119-129.
- Nowicki, P. & Vrabec, V. (2011) Evidence for positive density-dependent emigration in butterfly metapopulations. *Oecologica*, **167**, 657-665.
- Ordinul Ministrului Mediului si Pdurilor nr. 2387/2011 pentru modificarea Ordinului Ministrului Mediului si Dezvoltării Durabile nr. 1964/2007 privind instituirea regimului de arie naturală protejată a siturilor de importanță comunitară, ca parte integrantă a rețelei ecologice europene Natura 2000 în România. Apărut în Monitorul Oficial al României, Anul 179, Nr. 864 bis, Partea I, 29 noiembrie 2011.
- Ordonanța de Urgență nr. 57 din 20 iunie 2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei si faunei sălbatice aprobată prin legea 49/2011 – Monitorul Oficial 262/2011
- Pech, P., Fric, Z., Konvicka, M. & Zrzavy, J. (2004) Phylogeny of *Maculinea* blues (Lepidoptera: Lycaenidae) based on morphological and ecological characters: evolution of parasitic myrmecophily. *Cladistics*, **20**, 362-375.
- Pecsenye K., Bereczki J., Tihanyi B., Tóth A., Peregovits L. & Varga L. (2007) Genetic differentiation among the *Maculinea* species (Lepidoptera: Lycaenidae) in eastern Central Europe. *Biological Journal of the Linnean Society*, **91**, 11-21.
- Pollock, K. H. (1982) A Capture-Recapture Design Robust to Unequal Probability of Capture. *The Journal of Wildlife Management*, **46**(3), 752-757.
- Rákossy L. & Vodă, R. (2008) Distribution of *Maculinea* genus in Romania. *Entomol.rom.*, **13**, 9-17.
- Reichholf-Riehm, H. (1996) *Lepkék*. Magyar könyvklub, 10.
- Schlick-Steiner, B. C., Steiner, F. M., Höttinger, H., Nikiforov, A., Mistrik, R., Schafellner, C., Baier, P. & Christian, E. (2004) A butterfly's chemical key to various ant forts:

- intersection-odour or aggregate-odour multi-host mimicry? *Naturwissenschaften*, **91**, 209-214.
- Schönrogge, K., Wardlaw, J. C., Peters, A. J., Everett, S., Thomas, J. A. & Elmes, G. W. (2004) Changes in chemical signature and host specificity from larval retrieval to full social integration in the myrmecophilous butterfly *Maculinea rebeli*. *Journal of Chemical Ecology*, **30**, 1, 91-107.
- Seber, G. A. F. (1982) The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters. Második kiadás, London: Griffin. In Kendall, W. L., Pollock, K. H. & Brownie, C. (1995) A Likelihood-Based Approach to Capture-Recapture Estimation of Demographic Parameters under the Robust Design. *Biometrics*, **51**(1), 293-308.
- Sielezniew, M. & Stankiewicz, A. M. (2004) Simultaneous exploitation of *Myrmica vandeli* and *M. scabrinodis* (Hymenoptera: Formicidae) colonies by the endangered myrmecophilous butterfly *Maculineaalcon* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Eur. J. Entomol.*, **101**, 693-696.
- Simon T. (1992) *A magyarországi edényes flóra határozója, Harasztok – Virágos növények*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Stadler, B. & Dixon, A. F. G. (2005) Ecology and evolution of aphid-ant interactions. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, **36**, 345-72.
- Steiner, F. M., Schlick-Steiner, B. C., Höttinger, H., Nikiforov, A., Moder, K. & Christian, E. (2006) *Maculineaalcon* and *M. rebeli* (Insecta: Lepidoptera: Lycaenidae) – one or two Alcon Blues? Larval cuticular compounds and egg morphology of East Austrian populations. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **107 B**, 165-180.
- Styrsky, J. D. & Eubanks, M. D. (2006) Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. *Proc. R. Soc. B*, **274**, 151-164.
- Su, N-Y & Scheffrahn, R. H. (1988) Foraging Population and Territory of the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in an Urban Environment. *Sociobiology*, **14**(2), 353-359.
- Tartally A. (2008) *A Maculinea boglárkalepkék mirmekofiliája a Kárpát-medencében (Lepidoptera: Lycaenidae)*. PhD tézis kivonat, Debreceni Egyetem, Debrecen
- Tartally A. (2009) *A Maculinea boglárkalepkék Kárpát-medencéből ismert hangyagazdái, parazitoidjai és a hangyagazdák egyéb szociálpazsitái*. *Természetvédelmi Közlemények*, **15**, 23-34.

- Tartally A., Nash, D. R., Lengyel S. & Varga Z. (2008) Patterns of host ant use by sympatric populations of *Maculinea alcon* and *M. 'rebeli'* in the Carpathian Basin. *Insect. Soc.*, **55**, 370-381.
- The R Foundation for Statistical Computing, 2013
- Thomas, J. A. (1980) Why did the large blue become extinct in Britain? *Oryx*, **15**, 243–7.
- Thomas, J. A. & Elmes, G. W. (1998) Higher productivity at the cost of increased host specificity when *Maculinea* butterfly larvae exploit ant colonies through trophallaxis rather than by predation. *Ecol. Entomol.*, **23**, 457-464.
- Thomas, J. A., Elmes, G. W. & Wardlaw, J. C. (1998a) Polymorphic growth in larvae of the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. *Proc. R. Soc. Lond. B*, **265**, 1895-1901.
- Thomas, J. A. & Settele, J. (2004) Butterfly mimics of ants. *Nature*, **432**, 283-284.
- Thomas, J. A., Simcox, D. J., Wardlaw J. C., Elmes, G. W., Hochberg, M. E. & Clarke, R. T. (1998b) Effects of latitude, altitude and climate on the habitat and conservation of the endangered butterfly *Maculinea arion* and its *Myrmica* ant hosts. *Journal of Insect Conservation*, **2**, 39-46.
- Van Swaay, C., Cuttelod, A., Collins, S., Maes, D., Lopez Munguira, M., Šašić, M., Settele, J., Verovnik, R., Verstrael, T., Warren, M., Wiemers, M. & Wynhof, I. (2010) European Red List of Butterflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Van Swaay, C. & Warren, M. (1999) Red Data Book of European Butterflies (Rhopalocera), *Nature and Environment*, **99**
- Varga, Z. (2006) *Díszes tarkalepke (Euphydryas maturna)*. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Természetvédelmi Hivatal
- Wardlaw, J. C., Thomas, J. A. & Elmes, G. W. (2000) Do *Maculinea rebeli* caterpillars provide vestigial mutualistic benefits to ants when living as social parasites inside *Myrmica* ant nests? *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **95**, 97-103.
- White, G. C. & Burnham, K. P. (1999) Program MARK: survival estimation for populations of marked animals. *Bird Study*, **46**, 120-138.
- Wynhoff, I. (1998) The recent distribution of the European *Maculinea* species. *Journal of Insect Conservation*, **2**, 15-27.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani dr. Markó Bálintnak, dr. Czekes Zsoltnak, Molnár Gyöngyvérnek, Vizauer Tibor Csabának, Tökölyi Jácintnak, Tóth Jánosnak, Veres-Szászka Juditnak és prof. dr. Rákosy Lászlónak a vizsgálat megtervezésében, lebonyolításában, és az adatok feldolgozásában nyújtott segítségével. Továbbá, köszönöm az Emberi Erőforrások Minisztériuma és a Balassi Intézet (Magyarország), valamint a Babeş-Bolyai Tudományegyetem kutatói ösztöndíja által biztosított anyagi támogatást.