



Universitatea “Babeș-Bolyai”
Facultatea de Biologie și Geologie
Departamentul de Taxonomie și Ecologie

Rezumatul tezei de doctorat

Doctorand: Natalia Timuș
Taxonomia, biologia și ecologia
speciei mirmecofile *Maculinea teleius*
(Lepidoptera, Lycaenidae) din zona

Îndrumător științific: dealurilor Clujului și Dejului (județul
Prof. Dr. László Rákosy Cluj)

Cluj-Napoca, 2014

Cuprins

Introducere	3
Zona de studiu	4
Capitolul 1. Aspecte generale de ecologie și taxonomie la <i>Maculinea teleius</i>	5
Capitolul 2. Adopția larvelor de <i>Maculinea</i> de către furnicile speciei <i>Myrmica scabrinodis</i> infestate cu <i>Rickia wasmannii</i> versus neinfestate	11
Capitolul 3. Supraviețuirea și dezvoltarea larvelor de <i>Maculinea</i> în coloniile de furnici <i>Myrmica scabrinodis</i> infestate cu <i>Rickia wasmannii</i> versus neinfestate	14
Capitolul 4. Aspecte de dinamică populațională la <i>Maculinea teleius</i> și <i>M. nausithous kijeensis</i> din zona Dealurile Clujului Est	18
Capitolul 5. Mobilitatea și distribuția spațială în interiorul habitatului la fluturii de <i>Maculinea teleius</i> și <i>M. nausithous kijeensis</i>	21
Capitolul 6. Impactul utilizării terenului asupra populațiilor de <i>Maculinea teleius</i> din situl Natura 2000 “Dealurile Clujului Est”	25
Bibliografie selectivă	28
Lista publicațiilor	32
Mulțumiri	36

Cuvinte cheie: *Maculinea*, *Myrmica*, Laboulbeniales, *Ichneumonidae*, mirmecofilie, paraziți sociali, parazitoizi, morfologie, ecologie, taxonomie, comunități biologice, capturare – marcarea - recapturare, ecologie populațională, specializare locală, polimorfism larvar, sistem metapopulațional, dinamica *source-sink* (nucleu – periferie), utilizarea terenului, conservare, Transilvania, România.

Fluturii din genul *Maculinea* Van Eecke 1915 (Lepidoptera, Lycaenidae) (albăstreii ai furnicilor) sunt specii mirmecofile extrem de specializate care au dezvoltat pe parcursul evoluției lor o relație strânsă cu furnicile, fiind una dintre cele mai complicate și fascinante forme de parazitism social (Fiedler 1998). Ciclul de viață al fluturilor *Maculinea* implică plante gazde specifice (Asteraceae și Rosaceae) și specii de furnici din genul *Myrmica* Latreille 1804 (Elmes & Thomas 1992).

Speciile de *Maculinea* sunt incluse pe listele roșii din majoritatea țărilor europene cu diferite grade de periclitate, de la critic amenințat până la vulnerabil (van Swaay et al. 2012, Rákossy 2013). Albăstreii sunt exemple de specii adaptate peisajelor culturale tradiționale (Elmes & Thomas 1992, Grill et al. 2008). Cei mai importanți factori care periclitează populațiile de *Maculinea* din România sunt fragmentarea habitatului, diminuarea activităților agricole tradiționale, abandonul și drenarea terenurilor, pășunatul intensiv cu un număr mare de oi pe toată durata anului, transformarea fânețelor și pășunelor în terenuri arabile (Vodă et al. 2010, Timuș et al. 2011, Timuș et al. 2013a, Rákossy 2013).

Fluturii din genul *Maculinea* sunt specii umbrelă, de a căror conservare beneficiază în principal specii de fluturi (Skórka et al. 2007), dar și alte specii de insecte (Thomas et al. 2005, Anton et al. 2007). De asemenea sunt specii stindard (Kühn et al. 2005) ai conservării, fiind un exemplu pentru modul în care managementul pentru protecția lor merge mână în mână cu păstrarea și conservarea culturii umane (Grill et al. 2008).

În România cu excepția datelor faunistice limitate, studii referitoare la genul *Maculinea* au lipsit până în anul 2009. Speciile de albăstreii ai furnicilor au început să fie studiate intensiv în special după descoperirea de către D-I Prof. Dr. László Rákossy a unicului sit din Europa cu 5 taxoni sintopi de *Maculinea* din zona Dealurile Clujului Est (Transilvania, România). Astfel, împreună cu o echipă de tineri cercetători din cadrul Facultății de Biologie din Cluj (UBB), am studiat taxonii *Maculinea teleius*, *M. nausithous kijeensis*, *M.alcon* „*cruciata*” și *M.alcon* „*pneumonanthe*” din zona Dealurile Clujului Est. În această lucrare, alături de rezultatele pentru *M. teleius*, sunt prezentate o parte din rezultatele obținute pentru celelalte specii studiate.

Zona de studiu

Studiile s-au desfășurat în situl Natura 2000 Dealurile Clujului Est. Siturile studiate:

1. Fânașul Domnesc, cca 41 ha, comuna Dăbâca- pajiște mezohigrofilă, abandonată și parțial pășunată intensiv (Capitolele 1, 2, 3, 4, 5 și 6)
2. Fânașul Sătesc, cca 92 ha, comuna Dăbâca - pajiște mezohigrofilă, cosit mozaicat și parțial pășunat (Capitolele 4, 6)
3. Secheliște, cca 81 ha, comuna Borșa - pajiște mezohigrofilă, cosit mozaicat și interzis pașunatul (Chapter 6).

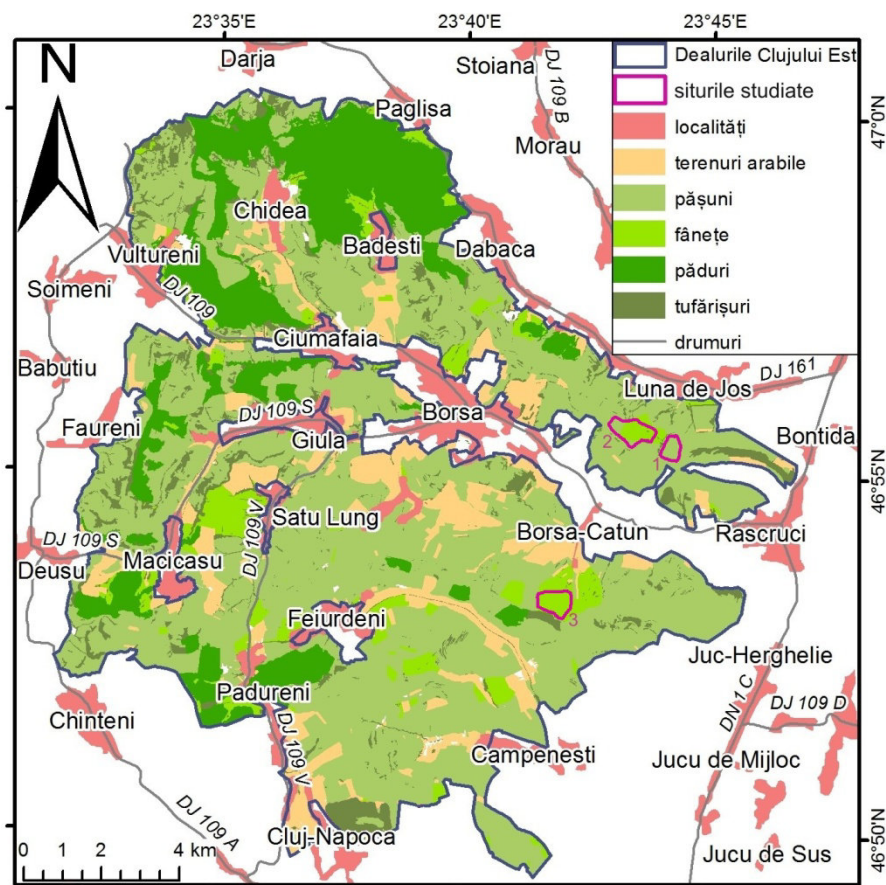


Fig.1. Harta sitului Dealurile Cluj Est (Natura 2000) cu principalele categorii de folosință a terenului în anul 2012 (modificat după harta realizată în proiectul „Elaborarea planului de management integrat pentru situl de importanță comunitară ROSCI0295 - Dealurile Clujului Est”, Societatea Lepidopterologică Română)

Capitolul 1. Aspecte generale de ecologie și taxonomie la *Maculinea teleius*

Ciclul de viață la *Maculinea teleius*

În România adulții de *Maculinea teleius* zboară din iulie până la sfârșitul lunii august. Femelele ovipozitează [Fig.1.1 (1)] pe inflorescențe verzi (tinere) de *Sanguisorba officinalis*, unica specie de plantă gazdă utilizată de acești fluturi (Malicky 1968, Thomas 1984). Omizile în primele 3 stadii larvare (3-4 săptămâni) se vor hrăni asemenea insectelor fitofage cu anterele, ovarul și semințele necoapte ale plantelor gazdă (Thomas 1984).

Imediat după a treia năpârlire [exuvia stadiului larvar III Fig.1.1 (2)], omizile în stadiul larvar IV părăsesc planta gazdă. Omizile de *Maculinea teleius* coboară pe sol cu ajutorul unui fir de mătase [Fig.1.1(3)] secretat de glanda sericigenă. Prima interacțiune cu furnicile are loc sub forma unui ritual de adopție care variază ca și complexitate și durată în funcție de speciile de *Maculinea* și de speciile de *Myrmica*. Cel mai complex ritual de adopție se întâlnește la *M. teleius* și poate dura de la câteva minute până la câteva ore, timp în care furnicile palpează cu antenele corpul omizilor (Thomas 1984, Fiedler 1990). În urma palpării, omida va oferi furnicii un lichid dulce sub formă de picături secretate de organul dorsal. Furnica va bea picăturile dulci [Fig.1.1(4)], după care va transporta omida în propriul furnicar [Fig.1.1(5)] (Frohawke 1924, Thomas 1984).

În coloniile furnicilor gazdă, comportamentul și modul de hrănire al omizilor speciilor de *Maculinea* este diferit. **Omizile “prădătoare”** de *M. teleius*, *M. nausithous* și *M. arion* se ascund în camerele mai dosite ale furnicarului și ies din când în când să devoreze larvele furnicilor gazdă (Thomas & Wardlaw 1992). Speciile *Maculinea alcon* și *M. “rebeli”* (= ecotipul “*cruciata*”), numite și **omizi “cuc”**, sunt atât de bine integrate în colonia gazdă încât sunt îngrijite și hrănite prin trofalaxie de către furnicile lucrătoare (Elmes et al. 1991).

Omizile hibernează în furnicarele gazdă (Thomas & Wardlaw 1992), iar în primăvară (după 10/23 luni, Witek et al. 2006) se hrănesc intensiv și cresc rapid [Fig.1.1(6)] (Witek et al. 2011). Împuparea [Fig.1.1(7)] are loc în camerele de sus ale furnicarului numit solarium [Fig.1.1(8)]. Adulții eclozează [Fig.1.1(9)]. după cca 2 săptămâni (Thomas 1984, Witek et al. 2006).

Adaptări la mirmecofilie la speciile *Maculinea*

Cuticula omizilor este mai groasă față de alte grupe de Papilionoidea și își pot retrage capsula cefalică sub un **pliu cefalic** (scut protoracic) (Malicky 1970, Fiedler 1991) (Fig.1.2.a). Omizile “prădătoare” de *Maculinea*, așa cum este și

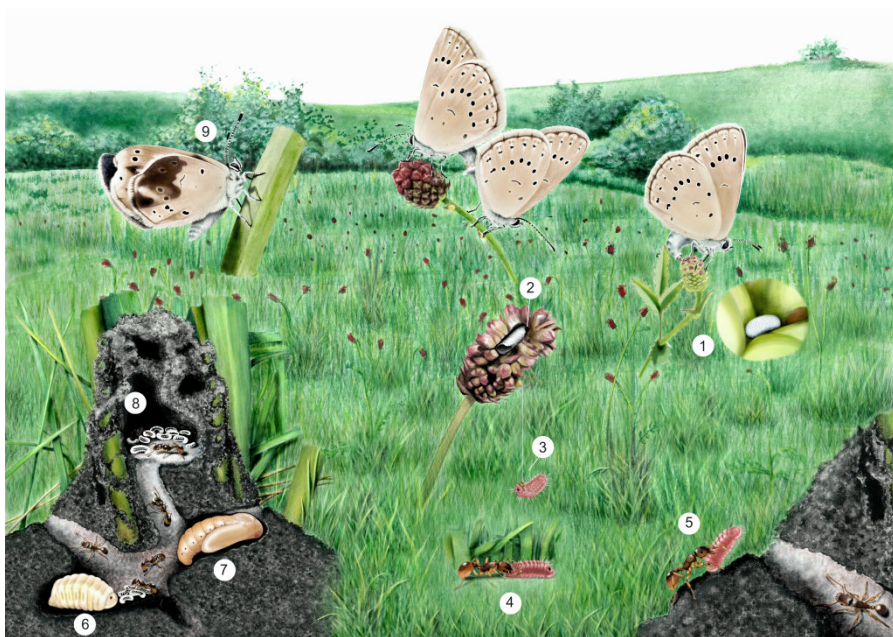


Fig.1.1. Ciclul de viață la *Maculinea teleius*.

Maculinea teleius, se ascund sub pliul cefalic atunci când se hrănesc cu larvele furnicilor gazdă. Omizile “prădătoare” de *M. teleius* au pe partea dorsală două șiruri de **sete** lungi și groase (Fig.1.2.a) dispuse pe primele segmente în mănunchiuri de câte 3 sau 2, și câte o singură pereche de peri dorsali pe segmentele abdominale AII până la AVII (Fig.1.2.c). Setele mari și groase pe suprafața corpului omizilor protejează organele vitale, în eventualitatea unui atac din partea furnicilor. *M. nausithous kijeensis* de asemenea are peri dorsali cu rol protectiv, dar mai puțini: 4 sete mari dispuse în pereche pe segmentul toracic 2 și 3 (observații personale) (Fig1.2.b). În descrierea făcută de Śliwińska et al. (2006) larvele de *M. nausithous* sunt lipsite de asemenea peri. Prezența celor două perechi de sete ar putea fi o trăsătură caracteristică omizilor de *M. nausithous kijeensis*, diferențiindu-se astfel de specia *M. nausithous*. Sunt necesare cercetări pentru confirmare.

În timpul ritualului de adopție, omizile de *M. teleius* „invită” furnicile să le transporte (Fiedler 1990). Pentru aceasta, omida își îngustează **primul segment abdominal** (AI) (Fig.1.2.c), care este mai mic și lipsit de peri, omizile facilitând astfel, transportarea lor de către furnici.

Prin mișcări dorsoventrale ale abdomenului care determină frecarea spinilor intersegmentari (Fig.1.2.d), larvele “cuc” de *Maculinea* produc **sunete**

similare celor emise de reginele furnicilor *Myrmica*, obținând atenție, grijă și protecție din partea lucrătoarelor (Barbero et al. 2009, 2012).

Larvele de *Maculinea* au distribuite pe toată suprafața corpului glande epidermale specializate numite **papile cupuliforme** (brișe) (Fi.1.2.f) (Malicky 1970). Aceste glande epidermale produc substanțe volatile care atenuează nivelul de agresivitate al furnicilor când acestea întâlnesc omizile (Pierce 1983, Cottrell 1984).

Organul dorsal (Glanda lui Newcomer) este localizat pe al șaptelea segment abdominal (Fig.1.2.e) (Malicky 1968, Fiedler 1991). Când larva de *Maculinea* este palpată de către furnică, această glandă secretă o picătură dulce ce conține în principal carbohidrați (Malicky 1968, Fiedler 1991).

Organul dorsal este înconjurat de un câmp de sete dendritiforme [Fiedler 1991, observații personale la *M. teleius* (Fig. 1.2.f) și *M. n. kijeensis*]. Foarte probabil la speciile de *Maculinea* acești **peri mecanoreceptori** pot recunoaște modelul de palpare (ritmul și intensitatea) a furnicilor gazdă din genul *Myrmica*, fenomen descris la *Polyommatus icarus* (Tautz & Fiedler 1992).

Spre deosebire de *M. teleius* la omizile de *M. n. kijeensis* perii mecanoreceptori și papilele cupuliforme se găsesc într-un număr mai mare.

Aspecte de taxonomie

Genul *Maculinea* Van Eecke 1915 este încadrat în familia Lycaenidae, subfamilia Polyommatae, ce cuprinde specii răspândite în toată regiunea Paleartică (Sibatani et al. 1994, Wynhoff 1998).

Cercetări recente au arătat că cea mai apropiată înrudire a genului *Maculinea* ar fi cu genul oriental *Phengaris* (Als et al. 2004, Pech et al. 2004, Fric et al. 2007), și s-a propus încadrarea tuturor speciilor *Maculinea* Van Eecke 1915 alături de cele ale genului *Phengaris* Doherty 1891, într-un singur gen. Deoarece denumirea dată de Doherty 1891 este mai veche decât cea dată de Van Eecke 1915, s-a propus (Fric et al. 2007) ca numele *Maculinea* să fie tratat ca un sinonim junior. Din cauza popularității denumirii de *Maculinea* (referințe bibliografice în Barbero et al. 2012) a fost înaintată propunerea către Comisia internațională pentru Nomenclatură Zoologică pentru conservarea numelui *Maculinea*. În lucrarea de doctorat am utilizat denumirea de *Maculinea* din următoarele motive: decizia ICNZ încă nu a fost pronunțată; diferențele morfologice și genetice dintre speciile genului *Maculinea* și cele ale genului *Phengaris*, pot justifica menținerea ambelor genuri; în România în anul 2012 a fost introdus Pachetul 6 - Pajiști importante pentru fluturi pentru protejarea și conservarea fluturilor *Maculinea* (Măsura 214 "Plăți de Agro-Mediu").

În urma studiilor bazate pe analiza secvențelor mitocondriale s-a presupus că speciile *M. teleius* ar prezenta specii criptice (Als et al. 2004, Ugelvig et al. 2011, Fric et al. 2007). Conform rezultatelor unui studiu realizat recent (Ritter et al. 2013)

este înlăturată ipoteza speciilor criptice și se demonstrează că majoritatea scindărilor în filogenia mitocondrială la *M. teleius* pot fi explicate de infecțiile cu *Wolbachia*. Pe lângă aceasta, izolarea geografică în timpul glaciațiunilor din Pleistocen, au contribuit la diferențierea genomului nucleotidic și mitocondrial. La *M. teleius* s-a presupus (Ritter et al. 2013) că speciația taxonului (între 1,2 și 3,2 milioane de ani) a avut loc în centrul sau estul Asiei (Sibatani et al. 1994, Fiedler 1998), de unde ramuri s-au răspândit și probabil s-au diversificat în întreaga Eurasie. Condițiile climatice în una din ultimile glaciațiuni (Schmitt 2007) ar fi eliminat speciile din Europa și din cea mai mare parte a regiunilor din Asia. În schimb, în estul îndepărtat al continentului asiatic și Japonia, speciile au găsit numeroase refugii (Tsukada 1982), confirmat și de diversitatea genetică mare din aceste areale. Ipoteza filogeografică este întărită și de faptul că toate subspeciile de *M. teleius* sunt restricționate arealelor din estul distribuției Palearctice (*M. t. sinalcon* Murayama 1992, *M. t. obscurata* Staudinger 1892, *M. t. euphemia* Staudinger 1887), în principal în Japonia (*M. t. hosonoi* Takahasi 1973, *M. t. kazamoto* Druce 1875, *M. t. ogumae* Matsumura 1910 și *M. t. daisensis* Matsumura 1926) (Sibatani et al. 1994).

Complexe parazitare în sistemul *Maculinea-Myrmica*

În zona de studiu (comunele Borșa și Dăbâca, jud. Cluj) specia de furnici *Myrmica scabrinodis* Nylander 1846 este gazda principală pentru speciile de fluturi *Maculinea*, dar și pentru sirfidul *Microdon myrmicae* Schönrogge et al. 2002 (Fig.1.3.a,b,c). De asemenea această specie de furnici este parazitată și de specia de ciuperca (ectoparazit) *Rickia wasmannii* Cavara 1899 (Tartally et al. 2007) (Fig. 1.3.a,e).

În România studiile cu privire la parazitoizii speciilor de *Maculinea* sunt extrem de puține. Pupe parazitare de *Ichneumon eumerus* aparținând celor 2 ecotipuri de *Maculinea alcon* au fost găsite la Șardu și Răscruci (Tartally 2008).

În urma investigațiilor efectuate în 2010 și 2012, în 3 colonii de *Myrmica scabrinodis* s-au descoperit pupe infestate de *M. alcon* (derminate după Śliwińska et al. 2006). În total au fost colectate și ținute în condiții de laborator 13 pupe infestate (Fig.1.3.g), din care după 1-2 săptămâni au eclozat 3 masculi și 5 femele de *Ichneumon balteatus* Wesmael 1845 (Fig.1.3.h).

Până în prezent *Ichneumon balteatus* a fost obținut numai din două specii de gazde: *Melitaea cinxia* (L.1758) (Nymphalidae) și *Calliteara pudibunda* L. (Lymantriidae) (Constantineanu 1959, Paul & Hanski 2004). *Ichneumon eumerus* a fost singura specie cunoscută ca parazitoid al fluturilor de *M. alcon* (referințe în Shaw et al. 2009). Prin urmare relația *Maculinea alcon* - *Ichneumon balteatus* este nouă pentru știință (Timuș et al. 2013b).

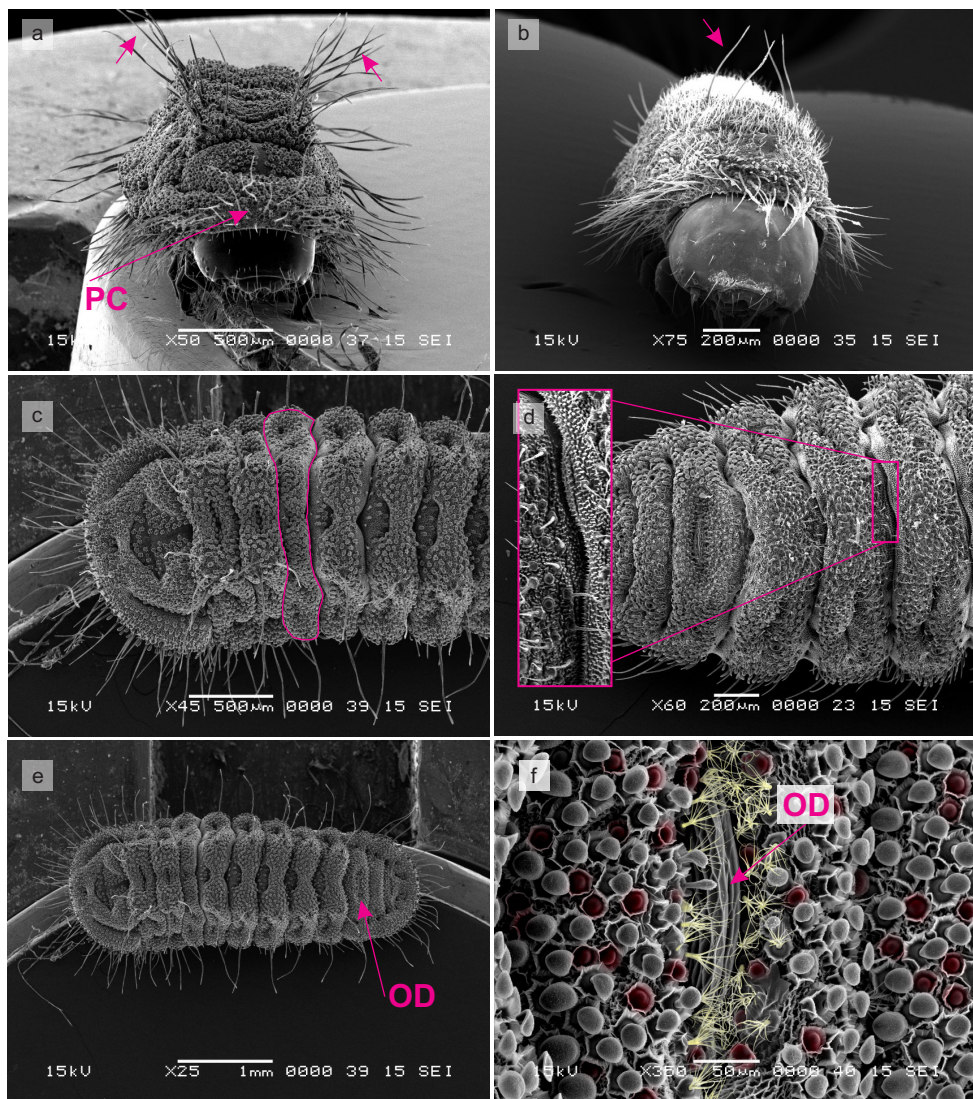


Fig. 1.2. Imagini SEM Ciprian Mihali

a) Peri dorsali la omida (stadiul IV) de *Maculinea teleius*, PC - pliul cefalic. **b)** Peri dorsali la omida (stadiul IV) de *M. nausithous kijeensis*. **c)** Primul segment abdominal (AI) la omida de *Maculinea teleius* este lipsit de sete. **d)** Detaliu - spini intersegmentari, posibil organ stridulator la *M. nausithous kijeensis*. **e)** Omida de *Maculinea teleius* văzută dorsal, OD - organul dorsal. **f)** Peri mecanosenzoriali (colorat în galben), papile cupuliforme (colorat în roșu), OD - organul dorsal.

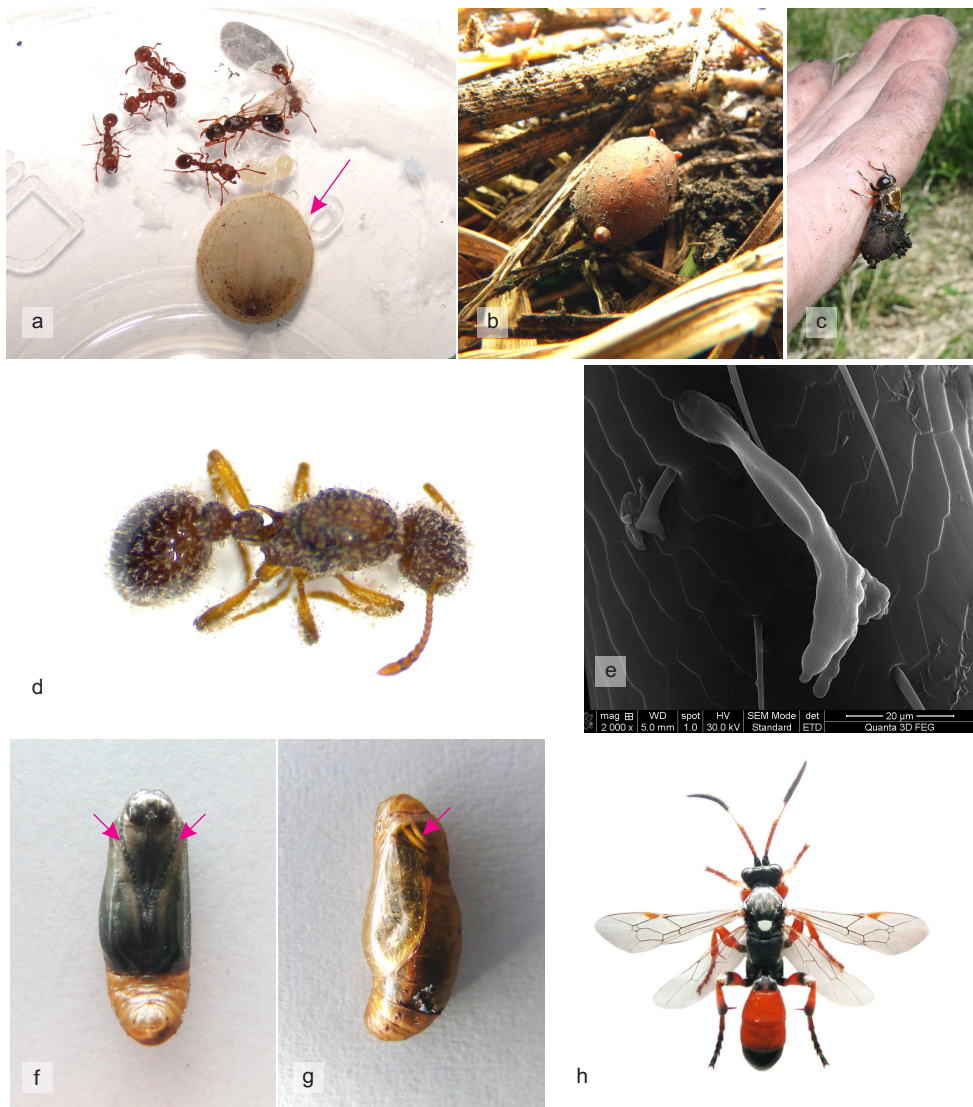


Fig. 1.3. Foto: Natalia Timuș; imagine SEM Lucian Barbu Tudoran

a) Larva de *Microdon myrmicae* (stadiul III) și furnici *Myrmica scabrinodis*. **b)** Pupă de *Microdon myrmicae*. **c)** Eclozarea adultului de *Microdon myrmicae*, mai 2012, Fânașul Domnesc, (Luna de Jos, jud. Cluj). **d)** Regină de *Myrmica scabrinodis* infestată cu *Rickia wasmannii*. **e)** Tal de *Rickia wasmannii*. **f)** Pupă de *Maculinea alcon* "pneumonanthe" văzută ventral, săgețile indică antenele fluturului. **g)** Pupă de *M. alcon* "pneumonanthe" (văzută lateral) infestată cu *Ichneumon balteatus*, săgeata indică antenele parazitoidului. **h)** Mascul de *Ichneumon balteatus*.

Capitolul 2. Adoptia larvelor de *Maculinea* de către furnicile speciei *Myrmica scabrinodis* infestate cu *Rickia wasmannii* versus neinfestate

Rezultate din acest studiu în: Timuş N., Csata E., Witek M., Babik H., Czekes Z., Erős K., Rákossy L., Markó B.: Parasitic fungi as key to the ant social system. In prep.

Scop

Pentru a identifica mecanismul care stă la baza interacţiunilor diferitelor specii dintr-o comunitate ecologică (*Myrmica scabrinodis* – *Rickia wasmannii* – *Maculinea* spp), ne-am propus să investigăm în condiţii de laborator, durata (minute) şi complexitatea (comportament) procesului de adopţie la speciile de *Maculinea* (*M. alcon* “*cruciata*”, *M. a.* “*pneumonanthe*”, *M. nausithous kijevensis*, *M. teleius* Fig.2.2. a, b, c, d), urmărind diferenţele între coloniile de *Myrmica scabrinodis* infestate cu *R. wasmannii* versus neinfestate şi de asemenea diferenţele între speciile de *Maculinea* care exploatează aceeaşi specie de furnici gazdă (*Myrmica scabrinodis*).

Materiale şi metode

Materialul (furnici infestate şi neinfestate, plantele gazdă specifice pentru obţinerea larvelor de *Maculinea*) a fost din Fânaţul Domnesc (12.05-21.07.2012). Experimentul de adopţie s-a desfăşurat astfel: în fiecare colonie de *Myrmica scabrinodis* (*formicarium* cu 50 de furnici, fără regină, Fig.2.2.e,f) s-a introdus câte o larvă de *Maculinea* în stadiul IV şi s-a înregistrat timpul din momentul plasării larvei în arenă până la transportarea acesteia în adăpost de către o furnică (Fig.2.2.g). Timp de 120 de min s-au făcut observaţii continue asupra compartamentului furnicilor faţă de larvele de *Maculinea* (antenare, transport, secreţia picăturilor etc). În total în experiment au participat 132 de larve de *Maculinea* în 65 colonii infestate versus 67 colonii neinfestate. Influenţa infestării furnicilor şi influenţa speciei de *Maculinea* asupra ratei de adopţie a larvelor a fost analizată cu modelul Cox de regresie, iar comportamentul de inspecţie a furnicilor cu modelul GLMM.

Rezultate şi discuţii

Infestarea furnicilor *Myrmica scabrinodis* cu specia de ciuperci *Rickia wasmannii* a avut un efect diferenţiat asupra succesului de adopţie şi a duratei procesului de adopţie la speciile de *Maculinea* (Fig.2.1). La *M. alcon* “*pneumonanthe*” larvele au fost adoptate într-un timp scurt şi rata de adopţie a fost mai ridicată în colonii de furnici infestate (efect pozitiv semnificativ). Furnicile infestate au adoptat un număr mai mic şi într-un timp mai lung larvele *M.*

nausithous kijeensis (efect negativ semnificativ). Un procent mai mare de larve de *M. teleius* au fost adoptate într-un timp mai scurt de furnicile infestate (efect pozitiv marginal semnificativ). La *M. alcon* "*cruciata*" efectele infestării furnicilor au fost nesemnificative. Pentru populațiile de *Maculinea* este caracteristică segregarea spațială în interiorul habitatului. Distribuția spațială a fluturilor este strict asociată cu prezența plantelor gazdă și numai cuiburile de *Myrmica* din vecinătatea plantelor gazdă pot fi ocupate de omizile de *Maculinea* (de exemplu Timuș et al. 2013a). Astfel, efectele diferite ale infestării furnicilor ar putea fi rezultatul specializării locale a omizilor de *Maculinea* la furnicile infestate sau neinfestate din vecinătatea plantelor gazdă specifice.

Tot în acest studiu am descoperit că furnicile lucrătoare de *Myrmica scabrinodis*, indiferent dacă au fost infestate sau neinfestate, au efectuat un ritual de adopție caracteristic fiecărui taxon de *Maculinea*. Cel mai scurt ritual de adopție (de la câteva secunde până la 5min) a fost înregistrat la *M. alcon* "*pneumonanthe*". Cele mai lung (în medie 50 min) și complex ritual de adopție a fost la *M. teleius* (Fig.2.2.h). Larvele de *M. alcon* "*cruciata*" au avut un proces de adopție mai lung (în medie 30 min) și mai complex față de *M. alcon* "*pneumonanthe*". La *M. nausithous kijeensis* ritualul de adopție a fost mai scurt (în medie 15 min) față de *M. alcon* "*cruciata*" și *M. teleius*. Variabilitatea în utilizarea speciilor/populațiilor de furnici gazdă la nivel local trebuie luată în considerare în stabilirea și implementarea unui management de conservare a speciilor amenințate de *Maculinea*.

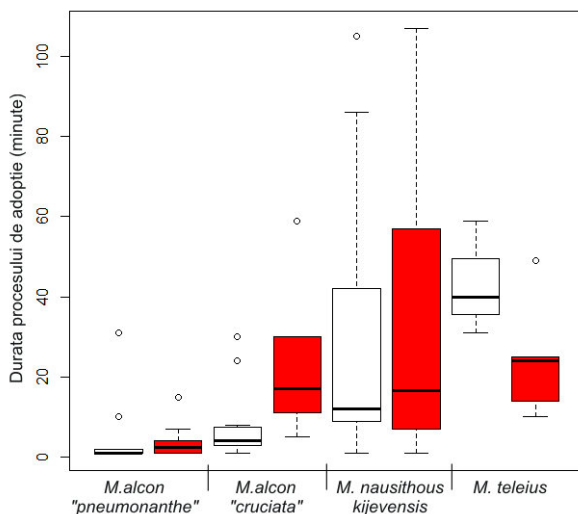


Fig. 2.1. Durata procesului de adopție la speciile de *Maculinea* cu *Myrmica scabrinodis* infestate (culoare roșie) și neinfestate (culoare albă).



Fig.2.2. Foto: Natalia Timuș

a) *Maculinea alcon* “*cruciata*”. **b)** *Maculinea alcon* “*pneumonanthæ*”. **c)** *Maculinea teleius*. **d)** *Maculinea nausithous kijeensis*. **e)** *Formicarium* **f)** Colonie cu 50 de furnici de *Myrmica scabrinodis*. **g)** Furnică de *Myrmica scabrinodis* infestată cu *Rickia wasmannii* transportă larva de *M. teleius*. **h)** Furnică de *Myrmica scabrinodis* “soarbe” picătura secretată de organul dorsal al larvei de *M. teleius*.

Capitolul 3. Supraviețuirea și dezvoltarea larvelor de *Maculinea* în coloniile de furnici *Myrmica scabrinodis* infestate cu *Rickia wasmannii* versus neinfestate

Rezultate din acest studiu în: Markó B., Csata E., Timuş N., Hughes M., Tartally A., Csósz S., Rózsa L.: A unique multispecies parasitic system worth protecting in ants. In prep.

Scop

În studiul de față am analizat în condiții de laborator supraviețuirea (zile) și creșterea în greutate (mg) a larvelor la patru taxoni sintopi de *Maculinea* (*M. alcon* “*cruciata*”, *M. a.* “*pneumonanthe*” *M. teleius*, *M. nausithous kijeensis*), în colonii de furnici *Myrmica scabrinodis* infestate cu specia de ciuperci *Rickia wasmannii* versus colonii de furnici neinfestate. Scopul a fost să identificăm și să analizăm: efectele infestării furnicilor asupra omizilor de *Maculinea* în aceleași condiții de mediu; nivelul de integrare a speciilor de *Maculinea* în coloniile speciei *Myrmica scabrinodis*; diferențele între speciile de *Maculinea* cu tip de hrănire “cuc” (*M. alcon* “*cruciata*”, *M. a.* “*pneumonanthe*”) și “prădătoare” (*M. teleius*, *M. nausithous kijeensis*).

Materiale și metode

Materialul (furnici infestate și neinfestate, plantele gazdă specifice pentru obținerea larvelor de *Maculinea*) a fost colectat dintr-o pajiște mezohigrofilă cu expoziție nordică numită Fânașul Domnesc (Luna de Jos, comuna Dăbâca, județul Cluj). În total în experiment au participat 158 de larve de *Maculinea*: 79 colonii cu furnici infestate versus 79 colonii cu furnici neinfestate. Odată la 10 zile larvele de *Maculinea* au fost cântărite (Balanță analitică Axis, precizie 0,1mg), examinate și fotografiate cu un microscop digital DigiMicro 2.0 Scale (10X până la 200). Experimentul s-a desfășurat pe durata unui an (1 iulie 2012 – 26 iulie 2013). Influența infestării furnicilor asupra duratei de viață a larvelor de *Maculinea* a fost analizată cu modelul GLMM (Generalized Linear Mixed Model). Analizele statistice Mann-Whitney (supraviețuire și dezvoltare comparație între specii de *Maculinea*), Wilcoxon (dezvoltarea larvelor de *Maculinea* în colonii infestate și neinfestate), Kruskal-Wallis (comparație dezvoltare între specii de *Maculinea*), au fost realizate în programul PAST (Hammer et al. 2001).

Rezultate și discuții

Rata de supraviețuire și durata medie de viață au fost mai ridicate la speciile “cuc” și foarte reduse la speciile “prădătoare”. Omizi “prădătoare” de *M. teleius* au supraviețuit până la cca 20 săptămâni, iar *M. n kijeensis* până la cca 14 săptămâni. Omizi “cuc” ale celor două ecotipuri de *M. alcon* au supraviețuit 11 luni în coloniile furnicilor. Infestarea furnicilor a avut efecte diferite pentru fiecare

specie de *Maculinea* (Fig.3.1). A avut efecte negative asupra larvelor de *M. n. kijeensis* prin reducerea ratei de supraviețuire (Fig.3.2) și a duratei medii de viață (Fig.3.1). La *M. teleius* efectele infestării furnicilor au fost pozitive: rata de supraviețuire (Fig.3.2.) și greutatea au prezentat valori mai ridicate în colonii infestate. La *M. a. "cruciata"* rata de supraviețuire și durata medie de viață, deși marginal semnificativ, au fost mai mari în colonii infestate. La *M. a. "pneumonanthe"* infestarea nu a avut nici un efect semnificativ.

Toate speciile *Maculinea* (excepție *M. a. "cruciata"*) au crescut intensiv în primele 10 zile, atingând o greutate medie specifică post-adopție (Fig.3.2, Fig.3.3.d). Greutatea medie post-adopție a larvelor de *M. a. "cruciata"* a crescut constant până la împupare (Fig.3.2). La *M. a. "pneumonanthe"* greutatea medie post-adopție a fost stabilă din august până în martie-aprilie, iar din aprilie-mai s-a evidențiat două clase de greutate ceea ce ar putea indica prezența polimorfismului larvar. Diferențele în tiparul de creștere a larvelor la cele două ecotipuri de *M.alcon* este un mecanism de sincronizare a perioadei de zbor cu fenologia plantelor gazdă specifice (Sielezniew & Stankiewicz 2007). *M. a. "pneumonanthe"* și *M. a. "cruciata"* sunt foarte bine integrate în colonia gazdă (Fig.3.3a), specia *M. n. kijeensis* este mult mai bine integrată (Fig.3.3.b) decât omizile de *M. teleius* care sunt doar tolerate sau ignorate de furnicile gazdă. *M. n. kijeensis* prezintă atât caractere "cuc" cât și "prădătoare", iar cel mai important aspect observat de noi este readoptarea larvelor după reintroducerea lor în colonia gazdă. Doar larvele "cuc" de *M. a. "pneumonanthe"* și *M. a. "cruciata"* au fost infestate de *R. wasmanii* (Fig.3.3 e, f). Infestarea nu a avut un efect detectabil, singura larvă care s-a împupat a fost o larvă infestată de *M.alcon* "*pneumonanthe*".

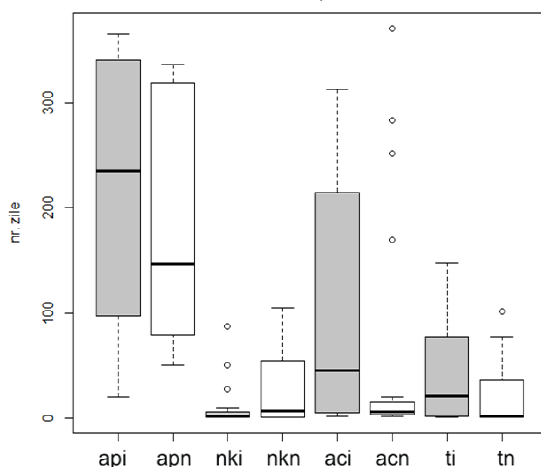


Fig. 3.1. Durata medie de viață la speciile de: *M. a. "pneumonanthe"* în colonii infestate (api) vs neinfestate (apn), *M. a. "cruciata"* (aci vs acn), *M. n. kijeensis* (nki vs nkn), *M. teleius* (ti vs tn).

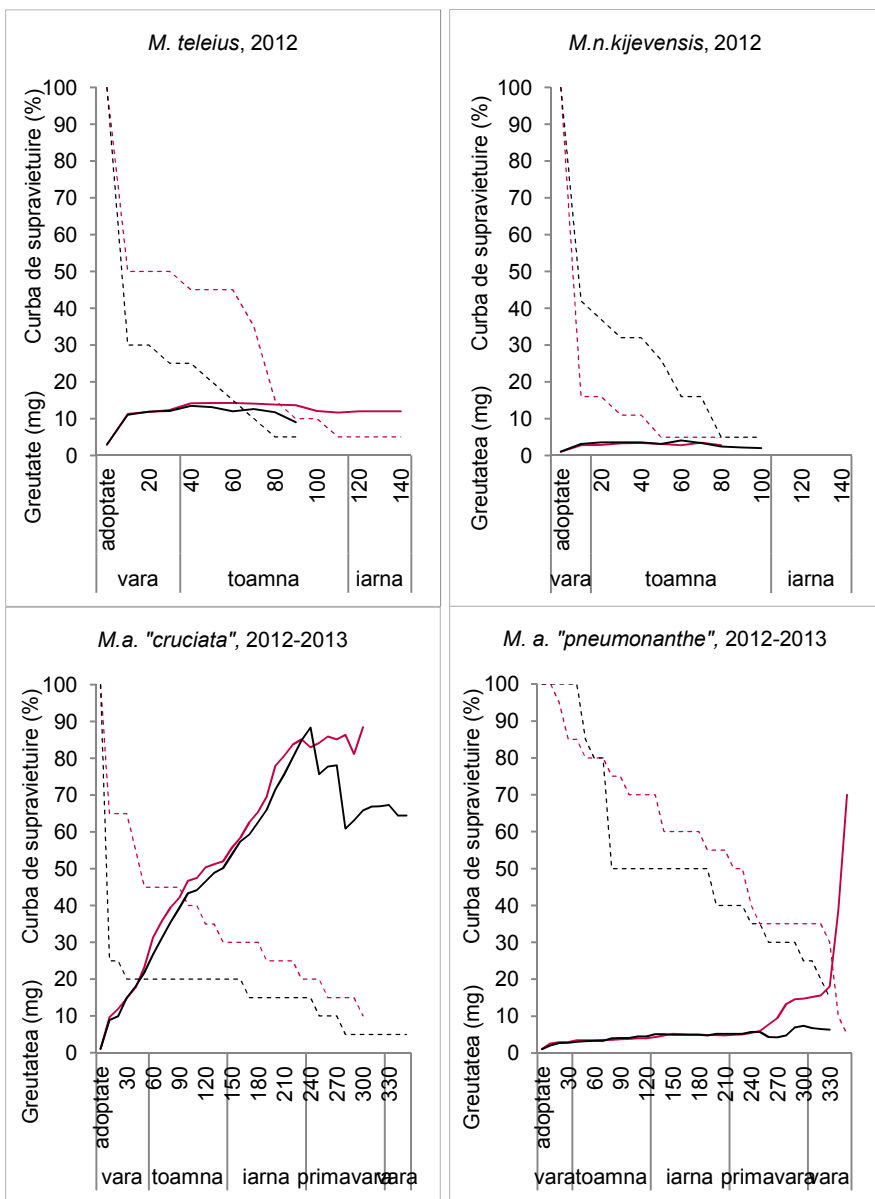


Fig. 3.2. Curba de supraviețuire (linia întreruptă) și curba de creștere (linia continuă) a larvelor de *Maculinea* în colonii infestate (culoare roșie) și colonii neinfestate (culoare neagră).

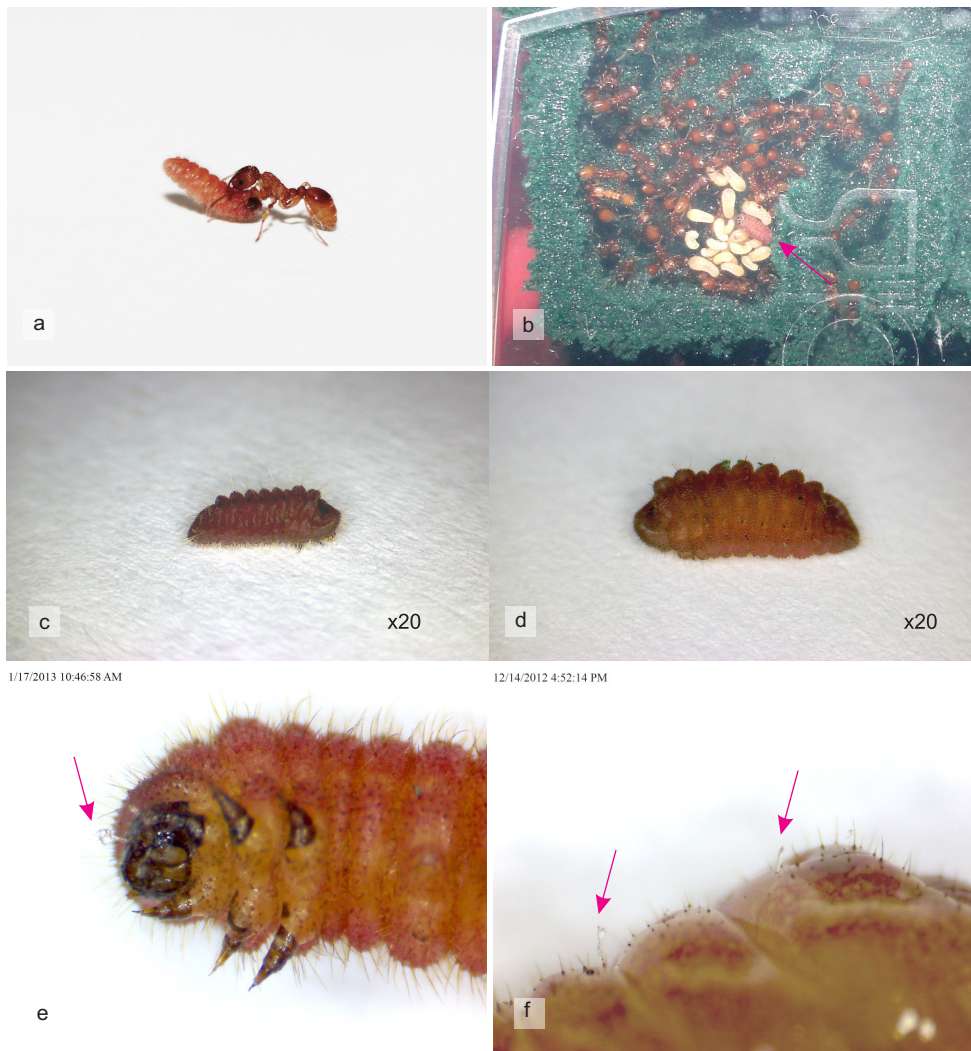


Fig.3.3. Foto: Natalia Timuş

a) *Myrmica scabrinodis* transportă omida de *M. alcon* "*pneumonanthe*" **b)** Omida de *M. n. kijeensis* adoptată (săgeată) alături de larvele și furnicile *Myrmica scabrinodis* sub buretele floral. **c)** Omida de *M. teleius* în stadiul IV, înainte de a fi adoptată (2,9 mg). **d)** Omida de *M. teleius* (11,7 mg) după 10 zile petrecute în interiorul coloniei gazdă. **e)** Omida de *M. alcon* "*pneumonanthe*" infestată cu *Rickia wasmanii* (săgeată). **f)** Omida de *M. alcon* "*cruciata*" infestată cu *Rickia wasmanii* (săgeată).

Capitolul 4. Aspecte de dinamică populațională la *Maculinea teleius* și *M. n. kijeensis* din zona Dealurile Clujului Est

Rezultate din acest capitol au fost publicate în: Vodă et al. 2010, Timuș et al. 2011

Scop

Studiul de față și-a propus analizarea structurii populației la *Maculinea teleius* din zona Dealurile Clujului Est (sit Natura 2000). Pentru a putea identifica dacă dinamica populațională la specia *M. teleius* urmărește un model specific, am studiat populații sintope de *M. teleius* și *M. nausithous kijeensis* din fânețe diferite (Fânațul Domnesc și Fânațul Sătesc, județul Cluj). În zona de studiu, ambele specii sunt caracterizate de cerințe ecologice similare: folesesc aceeași specie de plantă gazdă, *Sanguisorba officinalis* și aceeași specie de funici gazdă, *Myrmica scabrinodis*.

Materiale și metode

Studiul s-a desfășurat în două fânețe numite local: Fânațul Domnesc și Fânațul Sătesc (comuna Dăbâca, jud. Cluj). Populația de *Maculinea teleius* din Fânațul Domnesc a fost studiată cu metoda de Capturare-Marcare-Rrecapturare (CMR) în 2009, 2010 și 2011. În 2011 s-a aplicat metoda CMR populațiilor sintope de *Maculinea teleius* (Fi.4.2. a, b) și *M. nausithous kijeensis* (Fig.4.2. c, d) din Fânațul Domnesc și Fânațul Sătesc. Datele obținute cu CMR au fost analizate în programul MARK (Cooch & White 2010), conform modelului Cormack-Jolly-Seber, tipul „modele cu restricții” (Schwarz & Arnason 1996). De asemenea, s-a urmărit succesul de colonizare a fluturilor: traversarea dintr-un fânaț în altul.

Rezultate și discuții

Perioada de zbor a fluturilor de *M. teleius* și *M. n. kijeensis* este cuprinsă între 7 iulie - 25 august, iar durata medie de viață a indivizilor este de 3-5 zile (Tabelul 4.1). În Fânațul Domnesc cu metoda capturării-marcării-recapturării (CMR) s-a estimat că populația de *M. teleius* este de 1000 – 1800 de indivizi. În 2011 populația estimată la *M. n. kijeensis* din Fânațul Domnesc a fost de cca 1200 de indivizi (Tabelul 4.1, Fig.4.2.f). Pentru Fânațul Sătesc populația estimată la *M. teleius* a fost de cca 2800 de indivizi, iar la *M. n. kijeensis* a fost de cca 1700 de indivizi (Tabelul 4.1, Fig. 4.2 e,f). Populațiile ambelor specii sunt supuse unor fluctuații anuale ușoare. Caracteristic pentru dinamica populației la *M. teleius* dar și la *M. n. kijeensis* este tiparul bimodal determinat de două vârfuri cu număr maxim de indivizi estimați care se suprapun cu curbele de eclozare din dinamica indivizilor noi din populație (Fig.4.1), fenomen descris și în alte studii (Nowicki et al. 2005a). Populațiile speciilor de *M. teleius* și *M. n. kijeensis* sunt caracterizate de proterandrie (Nowicki et al. 2005a,b). S-au înregistrat doar cinci cazuri de

traversare a fluturilor dintr-un fânaț în altul. Structura fizică a habitatului poate reduce succesul de colonizare a noilor habitate de către indivizii de *M. teleius* și *M. nausithous kijevensis*.

Tabelul 4.1. Parametrii populației la *Maculinea teleius* și *M. nausithous kijevensis* (M.n.k.), obținuți cu programul MARK (date CMR), în Fânațul Domnesc (FD) și în Fânațul Sătesc (FS) din zona Dealurile Clujului Est (comuna Dăbâca, județul Cluj).

	zona studiată și anul	N.M.	N.E.	M : F (%)	φ		p	Durata medie de viață	
					M	F		M	F
Maculinea teleius	FD 2009	268	1231	48 : 52	0,71	0,71	0,23	4,34	4,34
	FD 2010	279	981	46 : 54	0,81	0,81	0,42	4,66	4,66
	FD 2011	342	1774	55 : 45	0,81	0,75	0,20	4,73	3,54
	FS 2011	332	2808	59 : 41	0,73	0,73	0,15	4,72	4,72
M.n.k.	FD 2011	235	1204	63 : 37	0,85	0,78	0,15	3,33	2,96
	FS 2011	247	1676	60 : 40	0,81	0,59	0,20	4,85	1,93

N.M. - nr. indivizi marcați, N.E. - nr. indivizi estimați, φ rata medie de supraviețuire; p media probabilității zilnice de capturare; M - masculi, F - femele, M : F - raportul sexelor estimat (%) (masculi:femele).

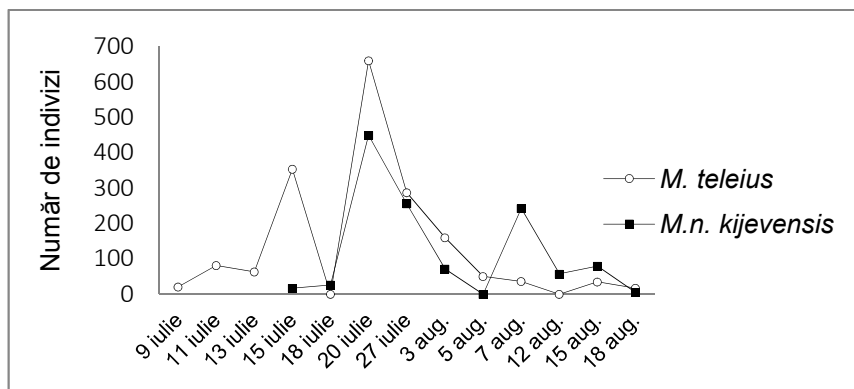


Fig. 4.1. (Bi) estimarea ajustată a numărului de indivizi noi din populație pentru *M. teleius* și *M. n. kijevensis* din Fânațul Domnesc, 2011

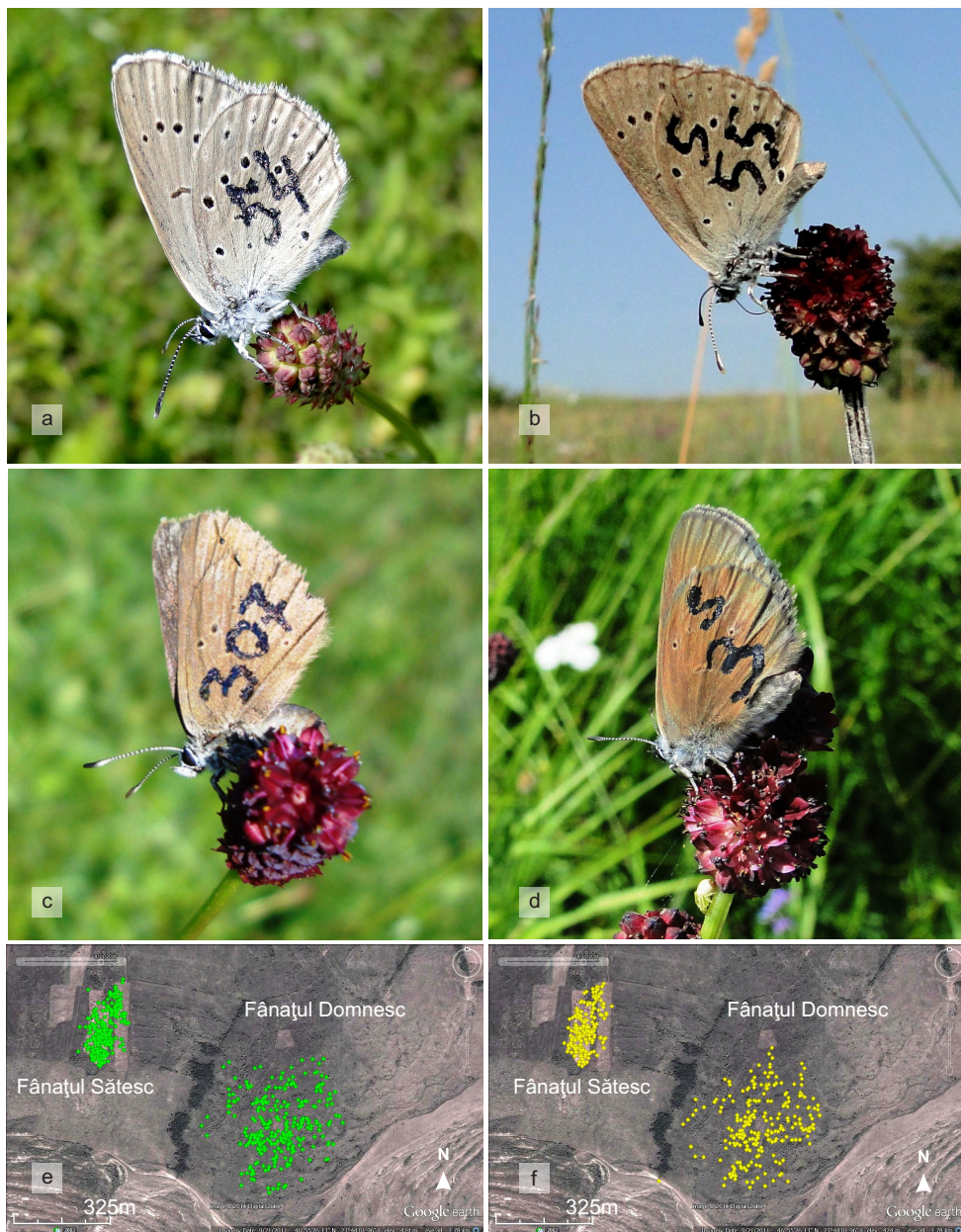


Fig. 4.2.Foto: Natalia Timuș

Indivizi de *Maculinea teleius* marcați în Fânațul Domnesc **a)** și Fânațul Sătesc **b)** Indivizi de *M. nausithous kijeensis* marcați în Fânațul Domnesc **c)** și Fânațul Sătesc **d)**

e) Coordonate GPS fluturi capturați de *M. teleius* în Fânațul Domnesc și Fânațul Sătesc. **f)** Coordonate GPS fluturi capturați de *M.n.kijeensis* în Fânațul Domnesc și Fânațul Sătesc (Luna de Jos, jud. Cluj).

Capitol 5. Mobilitatea și distribuția spațială în interiorul habitatului la fluturii de *Maculinea teleius* și *Maculinea nausithous kijeensis*

Rezultate din acest studiu în: Timuș N., Nowicki P., Rákósy L.: Within-population source-sink dynamics in *Maculinea* butterflies. In prep.

Timuș N., Czekeș Z., Craioveanu C., Nowicki P., Rákósy L.: Movement patterns of two syntopic *Maculinea* species. In prep.

Scop

În diferite regiuni cu specii sintope de *M. teleius* și *M. nausithous* (Kőrösi et al. 2012, Wynhoff et al. 2011, Nowicki et al. 2013, Skórka et al. 2013a,b), distribuția spațială și mobilitatea în interiorul habitatului a avut un tipar specific zonelor studiate, determinat de cerințele ecologice, structura fizică a arealului disponibil și distribuția spațială a resurselor în habitat (plante gazdă și furnici gazdă). Scopul studiului a fost să identificăm tiparul de mobilitate și distribuție spațială la speciile sintope de *M. teleius* și *M. nausithous kijeensis* din Fânațul Domnesc (Fig. 5.5 a, b) și factorii care influențează acest tipar, ținând cont că ambele specii de fluturi au nevoie de aceleași resurse larvare: planta gazdă, *Sanguisorba officinalis* și specia de furnici gazdă *Myrmica scabrinodis*.

Materiale și metode

Pentru mobilitatea și distribuția spațială s-au utilizat datele (coordonate GPS) de Capturare-Marcare-Recapturare, metodă aplicată în 2009, 2010 și 2011. Mobilitatea fluturilor a fost analizată cu Modelul Mixt Linear Generalizat (Generalized Linear Mixed Model). Modificarea în timp a distribuției spațiale a fost analizată în programul MARK cu modelul *multi – state* pentru recapturări, unde s-a calculat probabilitatea de tranziție între 2 tipuri de areale: cu calitate înaltă a habitatului (*nucleu*) și calitate scăzută (*periferie*)

Rezultate și discuții

Mobilitatea și distribuția spațială în habitat are un model specific și este similar între speciile sintope de *M. teleius* și *M. nauisthous kijeensis* din Fânațul Domnesc. Fluturii sunt fideli locului în care au eclozat și sunt caracterizați de o mobilitate redusă, distanța medie de zbor este de 100 – 200 m. La ambele specii femelele sunt mai mobile. Mobilitatea celor două specii se modifică de-a lungul perioadei de zbor (Fig.5.1), în special femelele tind să zboare pe distanțe mai lungi în a doua jumătate a perioadei de zbor (Fig.5.2., Fig.5.3), comportament determinat de preferințele de ovipozitare. Populațiile de *M. teleius* și *M. nauisthous kijeensis* din Fânațul Domnesc sunt caracterizate de o distribuție spațială specifică care se modifică de-a lungul perioadei de zbor, fenomen metapopulațional numit dinamică *source-pseudosink* (nucleu-periferie) (Watkinson

& Sutherland 1995, Boughton 1999). În prima parte a perioadei de zbor fluturii se aglomerează pe fragmentele reprezentate de calitate înaltă a habitatului, nucleu (*source*) (Fig.5.5 c,e), unde densitățile maxime de plante gazdă și colonii de furnici gazdă se suprapun. La sfârșitul perioadei de zbor densitățile mari de fluturi, insuficiența plantelor gazdă libere pentru ovipozitare, cauzează dispersia femelelor (Fig.5.4., Fig.5.5. d, f) în periferie (*pseudosink* - habitat cu calitate scăzută) unde se găsesc plante gazdă, dar densitatea coloniilor de furnici gazdă este foarte scăzută. Dinamica *source-pseudosink* (nucleu-periferie) ar putea avea un rol de reglare a populațiilor și menținere a diversității speciilor sintope de *Maculinea* din Fânașul Domnesc, prin absorbția excesului de indivizi de către periferie și scăderea presiunii parazitismului asupra furnicilor din nucleu.

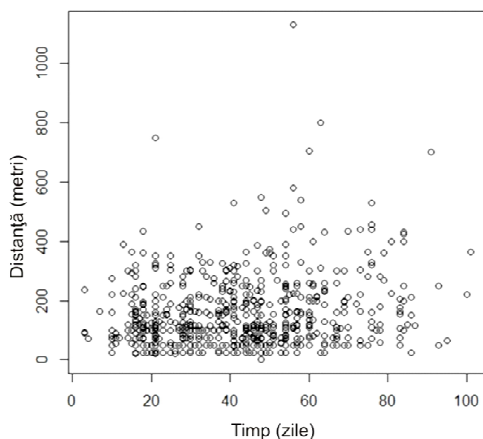


Fig. 5.1. Distanța dintre două puncte de capturare și timpul scurs de la începutul sezonului și mijlocul perioadei dintre cele două două capturi la *M. teleius* și *M. n. kijeensis*, CMR 2009-2010, analiză GLMM.

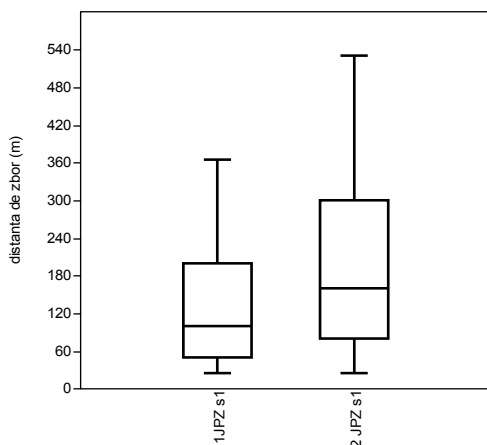


Fig. 5.2. Distanța medie de zbor la femele de *M. teleius* în prima (1JPZ s1) și a doua jumătate (2JPZ s1) a perioadei de zbor, date CMR 2009- 2010

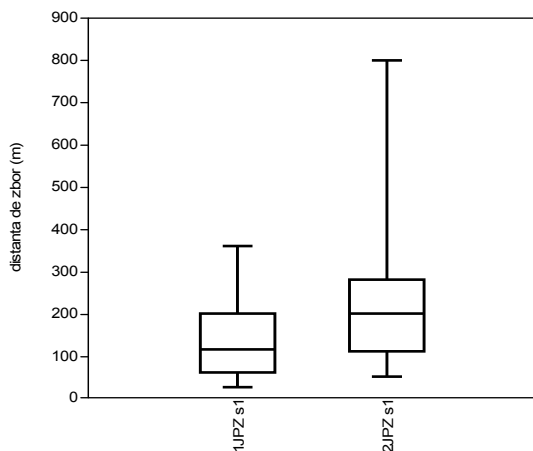


Fig. 5.3. Distanța medie de zbor la femele de *M. n. kijeensis* în prima (1JPZ s1) și a doua jumătate (2JPZ s1) a perioadei de zbor, date CMR 2009- 2010

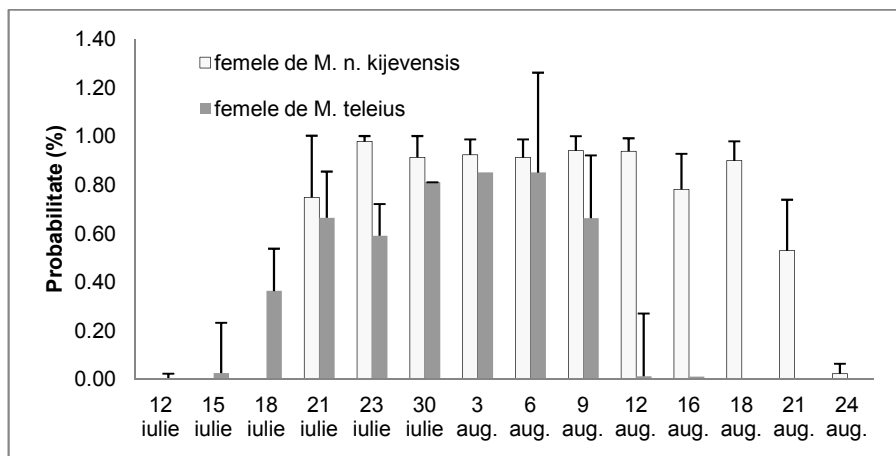


Fig. 5.4. - Probabilitatea (%) de dispersie din nucleu (source) spre periferie (pseudosink) la *M. teleius*, 2010 (Psi A to B, multi-state model)

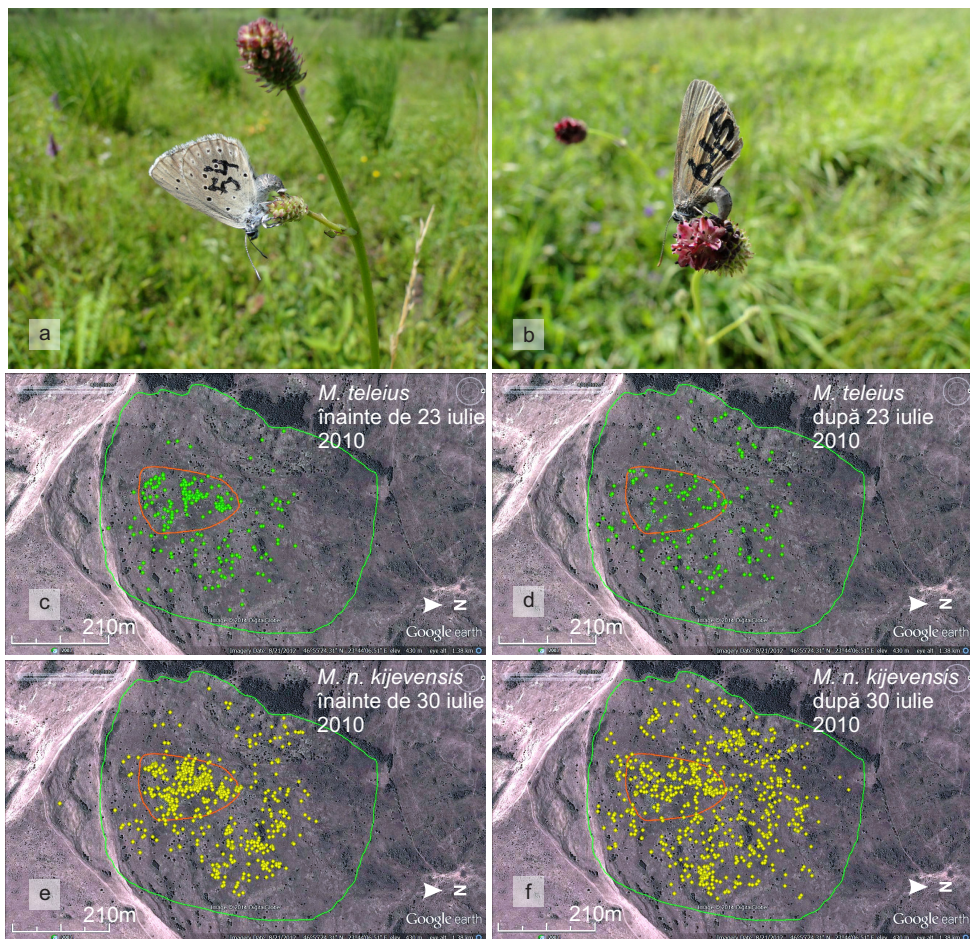


Fig.5.5. Foto: Natalia Timuş

a) Femelă de *M. teleius* (marcată cu cifra 54) ovipozitează pe inflorescența verde de *Sanguisorba officinalis*. **b)** Femelă de *M. n. kijeensis* (marcată cu cifra 645) ovipozitează pe inflorescența de *S. officinalis*.

Hărțile reprezintă nucleul (delimitat de o linie portocalie) și periferia (delimitat de o linie verde) în Fânașul Domnesc.

Indivizi de *Maculinea teleius* capturați în prima **c)** și în a doua jumătate **d)** a perioadei de zbor. Indivizi de *Maculinea nausithous kijeensis* capturați în prima jumătate **e)** și în a doua jumătate **f)** a perioadei de zbor.

Capitolul 6. Impactul utilizării terenului asupra populațiilor de *M. teleius* din situl Natura 2000 “Dealurile Clujului Est”

Rezultate din acest capitol în Timuș et al. 2011

Scop

În anul 2011 ne-am propus să identificăm impactul modului de utilizare a terenului (abandonat, cosit, pășunat) asupra populațiilor de *Maculinea teleius* din zona Dealurile Clujului Est (sit Natura 2000). Un alt obiectiv a fost să vedem dacă utilizarea metodei transectelor, mai puțin costisitoare decât metoda de capturare-marcare-recapturare (CMR) ar putea fi eficientă în urmărirea reacției populațiilor *Maculinea* la schimbarea utilizării terenurilor. Pe baza rezultatelor acestui studiu și literaturii de specialitate am stabilit și am descris măsurile de management potrivite pentru protecția și conservarea speciei *M. teleius*.

Materiale și metode

Pentru acest studiu am ales 3 fânețe din zona comunelor Dăbâca și Borșa (județul Cluj): Fânațul Domnesc (41ha) care este abandonat și parțial pășunat intensiv (Fig.6.4.c), Fânațul Sătesc (93ha) - cosit mozaicat și pășunat parțial intensiv (Fig.6.4.b), Secheliște (89ha) - cosit mozaicat și interzis pășunatul (Fig.6.4.a). În fiecare fânaț au fost identificate suprafețele ocupate de populații de *Maculinea teleius*, astfel: 20 ha în Fânațul Domnesc (FD), 5 ha Fânațul Sătesc (FS), 15 ha Secheliște A (SA) și 3,8 ha Secheliște B (SB). În 2011 s-au realizat câte 6 transecte fixe a câte 100 de m în FD, FS, SA și SB, iar metoda CMR a fost aplicată în FD și FS. Datele obținute cu CMR au fost analizate în programul MARK.

Rezultate și discuții

Cu metoda transectelor cele mai mici valori au fost înregistrate în Fânațul Domnesc (53 de indivizi) și Fânațul Sătesc (62 de indivizi) (Fig. 6.1, Fig.6.2). Cele mai mari valori au fost obținute în Secheliște A (108 de indivizi) și B (140 de indivizi) (Fig.6.2). Rezultatele transectelor s-au corelat cu cele obținute cu metoda CMR (Fig.6.1), astfel populațiile estimate de *M. teleius* sunt: 5276 indivizi în Secheliște B, 2808 de indivizi în Fânațul Sătesc, 1937 de indivizi în Secheliște A, 1774 de indivizi în Fânațul Domnesc (Fig.6.3). Populații mai mari de *M. teleius* din zona Dealurile Clujului Est se găsesc în fânețe unde s-a cosit târziu, nesincron, mozaicat și este interzis pășunatul. Pe baza cercetărilor efectuate asupra populațiilor de *M. teleius* din zona Dealurilor Clujului Est, recomandăm necosirea și nepășunarea pajiștilor în care s-au identificat colonii de *M. teleius* în intervalul 1.06 – 10.09. Un interval de compromis, care avantează fermierul și producția de fân menținând însă și populația de *M. teleius* la o densitate populațională medie ar fi 1.06. – 25.08.

Metoda trasectelor poate reprezenta o unealtă utilă în urmărirea tendințelor populațiilor în timp și a reacției lor la schimbarea utilizării terenurilor.

În zona studiată cei mai importanți factori care au avut ca rezultat declinul sau extincția locală a populațiile de *M. teleius* sunt transformarea fânețelor și pășunelor în terenuri arabile și cosirea siturilor cu fluturi în Iulie-August (Fig. 6.4. d). Alți factori care periclitează populațiile de *M. teleius* din România sunt: diminuarea activităților agricole tradiționale, abandonul terenurilor, pășunatul intensiv cu un număr mare de oi pe toată durata anului (Fig.6.4.c), drenarea zonelor umede (Fig.6.4.f). De asemenea, un impact negativ ar putea avea și incendiarea vegetației uscate (Fig.6.4.e).

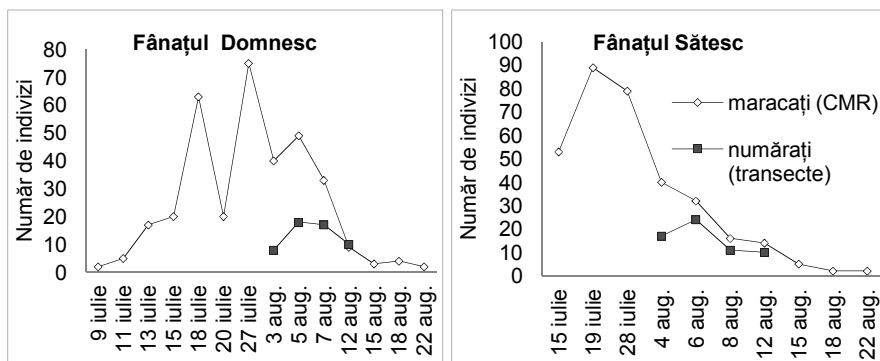


Fig. 6.1. Grafice reprezentând numărul de indivizi de *M. teleius* numărați cu metoda transectelor și numărul de indivizi marcați cu metoda CMR în anul 2011.

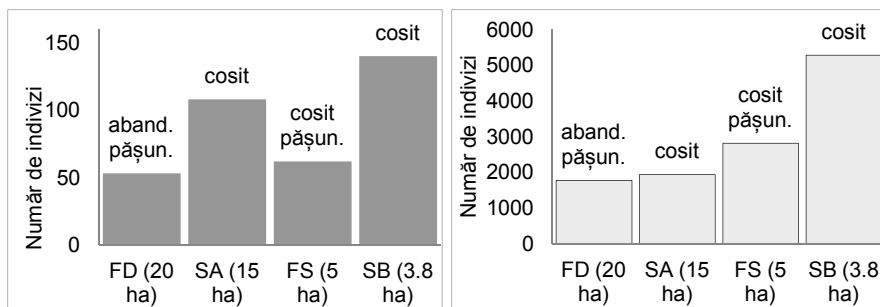


Fig. 6. 2. Numărul total de indivizi numărați de *M. teleius* cu metoda transectelor în Fânațul Domnesc (FD), Fânațul Sătesc (FS), Secheliște A (SA), Secheliște B (SB), în anul 2011.

Fig. 6.3. Efectivul estimat al populațiilor (MARK) de *M. teleius* în Fânațul Domnesc (FD), Fânațul Sătesc (FS), Secheliște A (SA), Secheliște B (SB), în anul 2011.



Fig.6.4. Foto: Natalia Tîmuș

a) Secheliște - cosit mozaicat, interzis pășunatului. **b)** Fânatul Satesc - cosit (manual și mecanizat) mozaicat și pasunat intensiv parțial. **c)** Fânatul Domnesc, versantul nordic al Dealului Cocoșului - abandonat și parțial pasunat intensiv. **d)** Situl cu populații *Maculinea* - cosit în iulie 2012. **e)** Incendierea vegetației uscate în Fânatul Domnesc, în special parcelele cu *Molinia caerulea* (mai 2011). **f)** Canal de drenaj construit în anul 2009 pe versantul sudic al Dealului Cocosului.

Bibliografie selectivă

- 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.
- Anton C., Zeisset I., Musche M., Durka W., Boomsma J.J., Settele J. (2007) Population structure of a large blue butterfly and its specialist parasitoid in a fragmented landscape. *Molecular Ecology* 16(18): 3828-3838.
- Barbero F., Bonelli S., Thomas J. A., Balletto E. & Schönrogge K. (2009) Acoustical mimicry in a predatory social parasite of ants. *The Journal of Experimental Biology* 212: 4084-4090.
- Barbero F., Patricelli D., Witek M., Balletto E., Casacci L. P., Sala M., & Bonelli S. (2012) *Myrmica* ants and their butterfly parasites with special focus on the acoustic communication. *Psyche* Volume 2012, Article ID 725237.
- Boughton D. (1999) Empirical evidence for complex source-sink dynamics with alternative states in a butterfly metapopulation. *Ecology* 80(8): 2727-2739.
- Constantineanu M. (1959) Familia *Ichneumonidae*, Subfamilia *Ichneumoninae*, *Tribul Ichneumoninae Stenopneusticae*, Fauna Rom., Insecta, 9 (4):1–1248, Edit. Acad. București.
- Cooch E. & White G. (eds.) (2010) Program MARK “A Gentle Introduction” (ninth edition). Cornell University, US, 828 pp.
- Elmes G.W. & Thomas J.A. (1992) Complexity of species conservation in managed habitats: interaction between *Maculinea* butterflies and their ant hosts. *Biodiversity and Conservation* 1: 155-169
- Elmes G.W., Wardlaw J.C., Thomas J.A. (1991) Larvae of *Maculinea rebeli*, a large-blue butterfly, and their *Myrmica* host ants: patterns of caterpillar growth and survival. *J Zool* 224:79–92.
- Fiedler K. (1990) New information on the biology of *Maculinea nausithous* and *M. teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Nota lepid.* 12 (4): 246-256.
- Fiedler K. (1991) Systematic, evolutionary, and ecological implications of myrmecophily within the Lycaenidae (Insecta: Lepidoptera: Papilionoidea). – *Bonner zoologische Monographien* 31: 1-210.
- 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.
- Fric Z., Wahlberg N., Pech P. & Zrzavy J. (2007) Phylogeny and classification of the *Phengaris-Maculinea* clade (Lepidoptera: Lycaenidae): total evidence and phylogenetic species concepts. *Systematic Entomology* 32: 558-567.

- Frohawke F.W. (1924) *Natural History of British Butterflies: A Complete, Original, Descriptive Account of the Life-History of Every Species Occurring in the British Islands, Together with Their Habits, Times of Appearance, and Localities*, Hutchinson, London, UK.
- Grill A., Cleary D.F.R., Stettmer C., Bräu M. & Settele J. (2008) A mowing experiment to evaluate the influence of management on the activity of host ants of *Maculinea* butterflies. *Journal of Insect Conservation* 12:617-627.
- Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. (2001) PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9.
- Kőrösi A., Orvössy N., Batáry P., Harnos A., Peregovits L. (2012) Different habitat selection by two sympatric *Maculinea* butterflies at small spatial scale. *Insect Conserv Divers* 5: 118–126
- Kühn E., Feldmann R., Thomas J. Settele J. (Eds.). (2005) Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe vol. 1: General Concepts and Case Studies. Conference proceedings, UFZ Leipzig-Halle. Ed. Pensoft, Sofia-Moscow, 128 p.
- Malicky H. (1968) Freilanduntersuchungen über eine ökologische Isolation zwischen *Maculinea teleius* Bgstr. und *M. nausithous* Bgstr. (Lepidoptera, Lycaenidae). *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland* 40: 65-68;
- Malicky H. (1970) New aspects of association between lycaenid larvae (Lycaenidae) and ants (Formicidae, Hymenoptera). *Journal of the Lepidopterists Society* 24:190–202.
- Nowicki P., Witek M., Skórka P., Settele J., Woyciechowski M. (2005a) Population ecology of the endangered butterflies *Maculinea teleius* and *M. nausithous* and the implications for conservation. *Popul Ecol* 47:193–202.
- Nowicki P., Halecki W., Kalarus K. (2013) All natural habitat edges matter equally for endangered *Maculinea* butterflies. *J Insect Conserv* 17:139–146.
- Nowicki P., Settele J., Thomas J.A., Woyciechowski M. (2005b) A review of population structure of *Maculinea* butterflies. In: Settele J., Kühn E., Thomas J.A. (eds) *Studies in the ecology and conservation of butterflies in Europe. Species ecology along a European Gradient: Maculinea butterflies as a model*, vol 2. Pensoft Publishers, Sofia, Moscow, 144–149 p.
- Paul R. E. & Hanski I. (eds) (2004) *On the wings of checkerspots: A model system for population biology*. Oxford University Press, New York, 165 p.
- 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.
- Rákossy L. (2013) *Fluturii diurni din România. Cunoaștere, protecție, conservare*. Editura Mega Cluj-Napoca.
- Ritter S., Michalski S.G., Settele J., Wiemers M., Fric Z.F. et al. (2013) *Wolbachia* infections mimic cryptic speciation in two parasitic butterfly species, *Phengaris teleius* and *P.*

nausithous (Lepidoptera:Lycaenidae). PloS ONE 8(11): e78107. doi:10.1371 / journal.pone. 0078107.

- Schmitt T. (2007) Molecular biogeography of Europe: Pleistocene cycles and postglacial trends. *Front Zool* 4: 1–13.
- Schwarz C.J. & Arnason A.N. (1996) A general methodology for the analysis of capture-recapture experiments in open populations. *Biometrics* 52: 860-873.
- Shaw M.R., Stefanescu C. & Van Nouhuys S. (2009) Parasitoids of European Butterflies. In: *Ecology of Butterflies in Europe*. Cambridge University Press, Cambridge, 130-156 p.
- Sibatani A, Saigusa T, Hirowatari T (1994) The genus *Maculinea* van Eecke 1915 (Lepidoptera: Lycaenidae) from the East Palearctic Region. *Tyô to Ga* 44: 157–220.
- Sielezniew M. & Stankiewicz A. (2007) Differences in the development of the closely related myrmecophilous butterflies *Maculinea alcon* and *Maculinea rebeli* (Lepidoptera: Lycaenidae). *European Journal of Entomology* 104: 433– 444.
- Skórka P., Nowicki P., Kudlek J., Pępkowska A., Śliwińska E.B., Witek M., Settele J., Woyciechowski M. (2013b) Movements and flight morphology in the endangered Large Blue butterflies. *Cent. Eur. J. Biol.* 8 (7): 662-669.
- Skórka P., Nowicki P., Lenda M., Witek M., Śliwińska E.B., Settele J., Woyciechowski M. (2013a) Different flight behaviour of the endangered scarce large blue butterfly *Phengaris teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae) within and outside its habitat patches. *Landscape Ecol* 28: 533–546.
- Skórka P., Settele J., Woyciechowski M. (2007) Effects of management cessation on grassland butterflies in southern Poland. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 121: 319-324.
- Śliwińska E.B., Nowicki P., Nash D.R., Witek M., Settele J. & Woyciechowski M. (2006) Morphology of caterpillars and pupae of European *Maculinea* species (Lepidoptera: Lycaenidae) with an identification table. *Entomologica Fennica* 17: 351-358.
- Tartally A. (2008) Myrmecophily of *Maculinea* butterflies in the Carpathian Basin (Lepidoptera: Lycaenidae). PhD Thesis. Department of Evolutionary Zoology and Human Biology. University of Debrecen, Debrecen.
- Tartally A., Szűcs B., Ebsen J.R. (2007) The first records of *Rickia wasmannii* Cava 1899, a myrmecophilous fungus, and its *Myrmica* Latreille 1804 host ants in Hungary and Romania (Ascomycetes: Laboulbeniales; Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 10: 123.
- Tautz J. & Fiedler K. (1992) Mechanoreceptive properties of caterpillar hairs involved in mediation of butterfly-ant symbioses. *Naturwissenschaften* 79: 561-563.
- Thomas J.A. & Wardlaw J.C. (1992) The capacity of a *Myrmica* ant nest to support a predacious species of *Maculinea* butterfly. *Oecologia* 91: 101-109.

- Thomas J.A. (1984) The behavior and habitat requirements of *Maculinea nausithous* (the Dusky Large Blue) and *M. teleius* (the Scarce Large Blue) in France. *Biological Conservation* 28: 325-347.
- Thomas J.A., Clarke R.T., Randle Z., Simcox D.J., Schönrogge K., Elmes G.W., Wardlaw J. C., Settele J. (2005) *Maculinea* and myrmecophiles as sensitive indicators of grassland butterflies (umbrella species), ants (keystone species) and other invertebrates. In: *Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe Vol. 2: Species ecology along a european gradient: Maculinea butterflies as a model*. Pensoft, 28-31p.
- Timuș N., Constantineanu R., Rákossy L. (2013b) *Ichneumon balteatus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) – a new parasitoid species of *Maculinea alcon* butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae). *Entomologica Romanica* 18: 31-35.
- Timuș N., Craioveanu C., Sitaru C., Rus A., Rákossy L. (2013a) Differences in adult phenology, demography, mobility and distribution in two syntopic ecotypes of *Maculinea alcon* (*cruciata* vs. *pneumonanthæ*) (Lepidoptera: Lycaenidae) from Transilvania (Romania). *Entomologica romanica* 18: 21-30.
- Timuș N., Vodă R., Paulini I., Crișan A., Popa R., Rákossy L. (2011) Managementul pajiștilor mezohigrofile de pe Dealurile Clujului Est (Transilvania) pentru protecția și conservarea speciei *Maculinea teleius* (Bergsträsser 1779) (Lepidoptera: Lycaenidae). Volumul de lucrări al Simpozionului "Biodiversitatea și Managementul Insectelor din România", Suceava, 24-25 septembrie 2010, în memoria entomologului bucovinean Ioan Nemeș: 29-46.
- Tsukada M. (1982) *Cryptomeria japonica* - Glacial refugia and late-glacial and postglacial migration. *Ecology* 63: 1091–1105.
- Ugelvig L.V., Vila R., Pierce N.E., Nash D.R. (2011) A phylogenetic revision of the Glaucopsyche section (Lepidoptera: Lycaenidae), with special focus on the *Phengaris-Maculinea* clade. *Mol Phylogenet Evol* 61: 237–243.
- Van Swaay C., Collins, S., Dušej G., Maes D., Munguira M.L., Rákossy L., Ryrholm N., Šašić M., Settele J., Thomas J.A., Verovnik R., Verstraël T., Warren M., Wiemers M., Wynhoff I. (2012) Dos and Don'ts for butterflies of the Habitats Directive of the European Union. *Nature Conservation* 1: 73–153.
- Vodă R., Timuș N., Paulini I., Popa R., Mihali C., Crișan A., Rákossy L. (2010) Demographic parameters of two sympatric *Maculinea* species in a Romanian site (Lepidoptera: Lycaenidae). *Entomologica romanica* 15: 25-32.
- Watkinson A. R. & Sutherland W.J. (1995) Sources, sinks and pseudo-sinks. *Journal of Animal Ecology* 64:126-130.
- Witek M., Skórka P., Śliwińska E.B., Nowicki P., Moroń D., Settele J., Woyciechowski (2011) Development of parasitic *Maculinea teleius* (Lepidoptera, Lycaenidae) larvae in laboratory nests of four *Myrmica* host species. *Insect. Soc.* 58: 403-411.

- Witek M., Śliwińska E.B., Skórka P., Nowicki P., Settele J., Woyciechowski M. (2006) Polymorphic growth in larvae of *Maculinea* butterflies, as an example of biennialism in myrmecophilous insects. *Oecologia* 148: 729–733.
- Wynhoff I. (1998) The recent distribution of the European *Maculinea* species. *Journal of Insect Conservation* 2: 15–27
- Wynhoff I., Gestel R., Van Swaay C., Van Langevelde F. (2011) Not only the butterflies: managing ants on road verges to benefit *Phengaris* (*Maculinea*) butterflies. *J Insect Conserv* 15:189–206.

Lista publicațiilor

Articole:

- Timuș N.**, Craioveanu C., Sitaru C., Rus A., Rákossy L. (2013a) Differences in adult phenology, demography, mobility and distribution in two syntopic ecotypes of *Maculinea alcon* (*cruciata* vs. *pneumonanthæ*) (Lepidoptera: Lycaenidae) from Transilvania (Romania). *Entomologica romanica* 18: 21-30.
- Timuș N.**, Constantineanu R., Rákossy L. (2013b) *Ichneumon balteatus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) – a new parasitoid species of *Maculinea alcon* butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae). *Entomologica Romanica* 18: 31-35.
- Timuș N.**, Vodă R., Paulini I., Crișan A., Popa R., Rákossy L. (2011) Managementul pajiștilor mezohigrofile de pe Dealurile Clujului Est (Transilvania) pentru protecția și conservarea speciei *Maculinea teleius* (Bergsträsser 1779) (Lepidoptera: Lycaenidae). Volumul de lucrări al Simpozionului “Biodiversitatea și Managementul Insectelor din România”, Suceava, 24-25 septembrie 2010, în memoria entomologului bucovinean Ioan Nemeș: 29-46.
- Vodă R., **Timuș N.**, Paulini I., Popa R., Mihali C., Crișan A., Rákossy L. (2010) Demographic parameters of two sympatric *Maculinea* species in a Romanian site (Lepidoptera: Lycaenidae). *Entomologica romanica* 15: 25-32.
- Avram A., Cîmpean M., Jurca A., **Timuș N.** (2009) Water quality assessment using biotic indices based on benthic macroinvertebrates in the Somesul Mic catchment area. *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Biologia* 1: 61-70.

Lucrări pregătite pentru trimitere spre publicare:

Timuş N., Csata E., Witek M., Babik H., Czekes Z., Erős K., Rákósy L., Markó B.: Parasitic fungi as key to the ant social system.

Markó B., Csata E., **Timuş N.**, Hughes M., Tartally A., Csősz S., Rózsa L.: A unique multispecies parasitic system worth protecting in ants.

Timuş N., Nowicki P., Rákósy L.: Within-population source-sink dynamics in *Maculinea* butterflies

Timuş N., Czekes Z., Craioveanu C., Nowicki P., Rákósy L.: Movement patterns of two syntopic *Maculinea* species.

Premii:

Kutter – Prize pentru cel mai bun poster, 3rd Central European IUSSI Meeting, 2013

Participări la workshop-uri, congrese, conferințe și simpozioane internaționale:

Natalia Timuş, Markó Bálint, László Rákósy (2013) Infestation of *Myrmica scabrinodis* with *Rickia wasmannii* (Ascomycetes: Laboulbeniales) aids the infiltration of socially parasitic *Maculinea species* (Lepidoptera: Lycaenidae) differentially. 5th Central European Workshop of Myrmecology, Innsbruck, Austria.

Natalia Timuş, Markó Bálint, László Rákósy (2013) Fungal infestation in *Myrmica* host ant influences the adoption succes of *Maculinea* caterpillars. 3rd Central European IUSSI Meeting, Cluj-Napoca, România.

Craioveanu Cristina, **Timuş Natalia**, Sitar Cristian, László Rákósy (2011) Population dynamics in *Maculinea alcon* and *Maculinea "xerophila"* in semi natural grasslands in Transylvania, Romania. Laufen, Germania.

Andrei Crişan, Cristian Sitar, **Natalia Timuş**, László Rákósy (2011) The fragmentation of grassland habitats as a consequence of land use and land use abandonment. Ethnic Landscapes & Ethno-Ecosystems – interdisciplinary workshop. Cluj-Napoca, România.

Inge Paulini, Sabin Bădăraș, Cristian Malos, Monica Beldean, Raluca Vodă, **Natalia Timuș**, Andrei Crișan, László Rákossy (2010) Vegetation survey of the hay meadows in the proposed Natura 2000 site "Eastern Hills of Cluj" (Transylvania, Romania). 7th European Dry Grassland Meeting. Smolenice, Slovakia.

László Rákossy, Raluca Voda, **Natalia Timuș**, Ciprian Mihali (2010) Habitat management for *Maculinea* in Romania. Laufen, Germania.

László Rákossy, Raluca Voda, **Natalia Timuș**, Ciprian Mihali (2009) *Maculinea* genus in Romania. 16th European Congress of Lepidopterology. Cluj-Napoca, România.

Participări la congrese, conferințe și simpozioane naționale

Natalia Timuș, Zsolt Czekes, Cristian Sitar, Cristina Craioveanu, László Rákossy (2014) Mobilitatea la fluturii *Maculinea teleius* și *Maculinea nausithous kijeensis* în interiorul habitatului. Al XXIV-lea Simpozion SLR, Cluj-Napoca, România.

Natalia Timuș, Bálint Markó, László Rákossy (2014) Supraviețuirea și dezvoltarea larvelor de *Maculinea* (Lepidoptera, Lycaenidae) în coloniile de furnici *Myrmica scabrinodis* (Hymenoptera, Formicidae) infestate cu *Rickia wasmannii* (Ascomycetes, Laboulbeniales) versus neinfestate. Al XXIV-lea Simpozion SLR, Cluj-Napoca, România.

Natalia Timuș, Bálint Markó, László Rákossy (2013) Cum poate influența infestarea furnicilor gazdă *Myrmica scabrinodis* (Hymenoptera, Formicidae) cu ciuperca *Rickia wasmannii* (Ascomycetes, Laboulbeniales) succesul de adopție a larvelor de *Maculinea* (Lepidoptera, Lycaenidae). Simpozion BIOTA, Cluj-Napoca, România.

Natalia Timuș, Cristian Sitar, Cristina Craioveanu, László Rákossy (2013) "Capcana ecologică" – o posibilă amenințare pentru fluturii *Maculinea*? Al XXIII-lea Simpozion SLR, Cluj-Napoca, România.

Natalia Timuș & László Rákossy (2012) Complexe parazitare din furnicarele de *Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846 (Hymenoptera, Formicidae). Al XXII-lea Simpozion SLR, Galați, România.

Natalia Timuș, Cristian Sitar, Cristina Craioveanu, László Rákossy (2012) Dinamica populațională multianuală la *Maculinea* (= *Phengaris*) *teleius* Bergsträsser, 1779 (Lepidoptera, Lycaenidae) pe Dealurile Clujului Est (Transylvania, România). Al XXII-lea Simpozion SLR, Galați, România.

Natalia Timuș, Raluca Vodă, Cristina Craioveanu, Andrei Crișan, Cristian Sitar, Dagmar Schmidt, Silvia Griger, Alexandra Rus, László Rákossy (2011) Date preliminare

referitoare la dinamica populațională a speciei *Maculinea alcon* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Lycaenidae) din Fânațul Domnesc (Dealurile Clujului Est). Al XXI-lea Simpozion SLR, Cluj-Napoca, România.

Natalia Timuș, Raluca Vodă, Andrei Crișan, Cristian Sitar, Cristina Craioveanu, Silvia Griger, László Rákossy (2011) Dinamica populațională la *Maculinea teleius* (Bergsträsser, 1779) și *M. nausithous kijeensis* (Sheljuzhko, 1928) (Lepidoptera: Lycaenidae) din Fânațul Domnesc (Dealurile Clujului Est). Al XXI-lea Simpozion SLR, Cluj-Napoca, România.

Natalia Timuș, Raluca Vodă, Ciprian Mihali, Andrei Crișan, Czeke Zsolt (2010) Coduri și strategii secrete în relația fluture (*Maculinea*) - furnică (*Myrmica*). În cadrul conferințelor științifice de la departamentul de Taxonomie și Ecologie al Facultății de Biologie și Geologie (UBB), Cluj-Napoca, România.

Natalia Timuș, Raluca Vodă, Inge Paulini, Andrei Crișan, Răzvan Popa, László Rákossy (2010) Managementul habitatelor din peisajul cultural al Transilvaniei pentru protecția și conservarea genului *Maculinea* (Lepidoptera: Lycaenidae.). Simpozion "Biodiversitatea și managementul Insectelor din România", Suceava, România.

Raluca Vodă, **Natalia Timuș**, Ciprian Mihali, László Rákossy (2010) Cercetări asupra unei populații de *Maculinea teleius* (Bergsträsser 1779) și *M. nausithous ssp. kijeensis* (Sheljuzhko 1928) (Lepidoptera: Lycaenidae) din Transilvania. Al XX-lea Simpozion SLR, Cluj-Napoca, România.

Natalia Timuș, Raluca Vodă, Ciprian Mihali, László Rákossy (2010) Morfologie clasică și morfologie biochimică la larvele de *Maculinea teleius* (Bergsträsser 1779) și *M. nausithous ssp. kijeensis* (Sheljuzhko 1928). Al XX-lea Simpozion al Societății Lepidopterologice Române (SLR), Cluj-Napoca, România.

Natalia Timuș, Raluca Vodă, László Rákossy (2009) Interrelația fluturi și furnici în cazul genului *Maculinea* (Lepidoptera). În cadrul conferințelor științifice de la departamentul de Taxonomie și Ecologie al Facultății de Biologie și Geologie (UBB), Cluj-Napoca, România.

Raluca Vodă, **Natalia Timuș**, Ciprian Mihali, László Rákossy (2009) Date referitoare la *Maculinea teleius* Berg., și *M. nausithous* Berg. în România (Lepidoptera, Lycaenidae). Al XIX-lea Simpozion al Societății Lepidopterologice Române, Galați, România

Mulțumiri

Această lucrare nu ar fi fost realizată fără ajutorul inestimabil al D-lui. Prof. Dr. László Rákossy și cel al lui Octavian Iarmenco. Îi mulțumesc D-lui. Prof. Dr. László Rákossy pentru încrederea pe care a avut-o față de mine pe tot parcursul desfășurării studiilor de doctorat. De asemenea, îmi exprim recunoștința pentru ideile, îndrumările, criticile constructive și pentru răbdarea cu care a revizuit fiecare referat, manuscris, inclusiv lucrarea de față. Sincere mulțumiri lui Octavian Iarmenco pentru nemărginată răbdare și înțelegere. Mulțumesc pentru sprijinul moral și participarea la activități de teren și laborator, cât și pentru suportul financiar oferit timp de 5 ani pentru deplasările pe teren, experimente, materiale și echipamente de laborator.

Sincere mulțumiri pentru analiza statistică a datelor, pentru idei și recomandări Dr. Cristina Craioveanu, Conf. Dr. Bálint Markó, D-lui Piotr Nowicki și colegilor Inge Paulini și Zsolt Czekes.

Mulțumesc colegilor care au participat la munca de teren (aplicarea metodei Capturare-Marcare-Recapturare și împărțirea terenului de studiu): Raluca Vodă, Cristian Sitar, Cristina Craioveanu, Andrei Crișan, Silvia Griger, Vasilian Bojan, Dagmar Schmidt, Alexandra Rus, Vlad Dincă.

Mulțumesc colegelor Inge Paulini și Emilia Stoianov pentru susținerea activităților din teren, pentru informațiile referitoare la istoricul modului de folosință a terenului zonelor studiate și pentru datele floristice puse la dispoziție.

Pentru fotografiile (SEM) de o calitate deosebită mulțumesc colegului Dr. Ciprian Mihali și D-lui Șef. Lucr. Dr. Lucian Barbu Tudoran.

Mulțumiri deosebite D-lui Dr. Raoul Constantineanu pentru prelucrarea și identificarea indivizilor de *Ichneumon balteatus*.