

Universitatea Babeş–Bolyai
Facultatea de Biologie și Geologie
Școala Doctorală Biologie Integrativă

Mirmecofilie facultativă la unele specii de Lycaenidae
(Lepidoptera) din Transilvania

Îndrumător științific:
Prof. dr. László RÁKOSY

Doctorand:
Enikő NÉMET

Cluj-Napoca
2016

Cuprins

1. Mirmecofilie la Lycaenidae	3
2. Speciile studiate	5
2.1 Kretania sephirus	5
2.2 Pseudophilotes bavius hungarica	6
3. Siturile studiate	7
4. Obiectivele cercetării	8
5. Rezultatele.....	10
5.1. Preferința de ovipozitare la Kretania sephirus	10
5.2. Structura comunităților de furnici și preferințele de hrană ale furnicilor în habitatele fluturelui Kretania sephirus.....	13
5.3. Structura comunităților de furnici	16
5.4. Relații mirmecofile și preferința față de planta gazdă a fluturelui Kretania sephirus ..	20
5.5. Relații mirmecofile și preferința față de planta gazdă Pseudophilotes bavius hungarica	23
6. Concluzii	27
7. Mulțumiri	28
8. Bibliografie	29
9. Lista lucrărilor științifice publicate, depuse la tipar sau susținute la conferințe	35

Cuvinte cheie:

mirmecofilie facultativă, mirmecofilie obligatorie, paraziți sociali, comunități de furnici, strategie de ovipozitare, preferință de hrană, *Kretania sephirus*, *Pseudophilotes bavius hungarica*, *Salvia nutans*, *Astragalus sp.*

1. Mirmecofilie la Lycaenidae

Furnicile se regăsesc aproape în fiecare habitat terestru constituind una dintre cele mai abundente grupuri de insecte terestre, oferind un important și interesant obiect de studiu. Furnicile sunt specii eusociale, fiind caracterizate prin: (1) cooperare între indivizi în scopul îngrijirii generațiilor următoare, (2) diviziune reproductivă a muncii, (3) suprapunere între generații. Diviziunea reproductivă a muncii la furnici este foarte bine definită: matca sau mătcile (femele reproductive) se ocupă numai de producerea ouălor, lucrătoarele (femele sterile) se ocupă de îngrijirea larvelor, de căutarea surselor de hrană și de apărarea coloniilor, iar masculii au rol numai în procesul de reproducere (Hölldobler și Wilson 1990).

În timpul evoluției lor furnicile au dezvoltat o gamă largă de relații cu diferite organisme, de la mutualism până la parazitism (Pierce et al. 2002). Deși sistemul social asigură o protecție și siguranță mărită față de condițiile vieții solitare, totuși furnicile sunt parazitare de diferite grupuri de organisme, de ex. ciuperci (*Rickia wasmanii*, *Pandora spp.*, *Cordyceps sp.*) (Csata și colab. 2013), larve de sirfide (*Microdon spp.*), precum și diferite larve de fluturi (*Maculinea spp.*) cu stil de viață social-parazit (Fiedler 2001). În anumite cazuri însă relația dintre larvele de fluturi și furnici poate deveni o relație mutualistă în cadrul căreia larvele oferă substanțe zaharoase furnicilor în schimbul protecției față de prădători și paraziți (Axén 2000, Kaminski și colab. 2010). Mirmecofilia este o relație destul de bine cunoscută (Hölldobler și Wilson 1990, Fiedler 1991, Fiedler 2006, Fiedler și colab. 1996) la insecte, dar mai ales în cazul afidelor. Studiile referitoare la relațiile parazitism/mutualism dintre fluturi și furnici, au adus multe contribuții și noutăți pentru știință, un exemplu concludent reprezentând relația dintre speciile de furnici din genul *Myrmica* și speciile de fluturi din genul *Maculinea*, în cazul cărora larva, după primele trei stadii, în timpul cărora se hrănește pe planta gazdă, în cel de al patrulea stadiu își completează dezvoltarea în cuibul

unei furnici gazde (Elmes și colab. 1991, Elmes și colab. 1994, Elmes și Thomas 1992, Thomas 1995, Als și colab. 2004).

Furnicile din specia gazdă aduc larvele în colonie, unde acestea se dezvoltă până la împupare. În cazul speciilor tip cuc de *Maculinea* (*M. alcon*, *M. 'rebeli'*) larvele sunt îngrijite și hrănite de către gazde, iar la speciile prădătoare (*M. arion*, *M. nausithous*, *M. teleius*) acestea se hrănesc consumând larve și ouă de furnici (Als și colab. 2002, Als și colab. 2004).

În cazul larvelor de fluturi mutualiste, baza relației mirmecofile este oferirea unei surse de hrană în schimbul protecție (Axén și colab. 1996). Aceste larve pot să dezvolte organe specifice, care au un scop unic, de a satisface furnica parteneră (Als și colab. 2004). Astfel de relații mutualiste s-au format între larve de fluturi Lycaenidae și furnici pe parcursul evoluției lor. (Fiedler 1991). Cel mai specific caz fiind cel al fluturilor din genul *Maculinea*, unde larvele au evoluat în paraziți sociali, obligatoriu mirmecofili ai genului de furnici *Myrmica* (Witek și colab. 2014).

Relația între furnici și fluturi Lycaenidae au determinat adaptări specifice din partea fluturelui: (1) cuticula omizilor este mai groasă comparativ cu alte specii de Lepidoptere (DeVries 1991), (2) prezența organului cupolă și organului dorsal – a căror secreții zaharoase joacă un rol important în relațiile cu furnicia (3) producerea feromonilor defensivi, (4) femela de fluturi mirmecofili alege pentru ovipozitare spații în care sunt prezente furnicile gazdă specifice (Pierce și colab. 2002, Als și colab. 2004, Bächtold și Alves-Silva 2012, Barbero și colab. 2012). După rezultatele lui Robbins (1991) larvele de fluturi non-mirmecofili, sunt atacate mai frecvent comparativ cu larvele mirmecofile. Foarte rar și larvele mirmecofile pot fi atacate de către furnici, mai ales în primele două stadii larvale când organele dorsale încă nu funcționează. Procentul de supraviețuire la specia facultativ mirmecofilă *Polyommatus icarus* a crescut de la 55%, până la 94% când furnicile (*Formica podzolika*, *F. neogaagtes* și *Tapinoma sessile*) le-au vizitat regulat (Axén 2000).

2. Speciile studiate

2.1 *Kretania sephirus*

Taxonomia speciei este foarte complicată, specia, genul și subgenul a trecut prin mai multe etape de revizii (Bálint 1991). După studii genetice (Talavera și colab. 2012) specia *K. sephirus* din genul *Plebejus* a trecut în Genul *Kretania*.

Specia *Kretania sephirus* zboară într-o singură generație, perioada de zbor este foarte scurtă de la jumătatea lunii mai, până la sfârșitul lunii (Bálint 1992), în Transilvania de la jumătatea lunii mai până la prima parte a lunii iunie (Rákósy 2013). Planta gazdă a speciei este *Astragalus monspessulanus*, *A. excapus*, *A. dasyanthus*. Fluturele *Kretania sephirus* este prezent în habitate uscate de stepă, pajisti semi-închise, cu vegetația de înălțime mică cu *Astragalus* sau *Festuca rupicola*. Femela depune ouăle pe frunzele plantei gazde, larva hrănindu-se cu aceasta 12-14 zile, după ce intră în diapauză. Primăvara anului următor (martie-aprilie), urcă pe plante hrănindu-se, timpul în care este vizitată de către furnici. Împușcă, la suprafața solului, iar după 2 săptămâni apare forma de adult (Bálint 1992). *Kretania sephirus* este o specie facultativ mirmecofilă, care nu se dezvoltă în cuibul furnicilor. După studiile lui Fiedler și Bálint 1994 avem câteva informații legate de relația între larvele de *Kretania sephirus* și diferite specii de furnici. După observațiile lui Fiedler și Bálint (1994) știm că larvele sunt vizitate de diferite specii de furnici (*Tetramorium* cf. *caespitum*, *Formica pratensis*, *Camponotus aethiops*, *Lasius alienus*), iar larvele oferă substanțe zaharoase furnicilor în schimbul protecției față de prădători și paraziți.

Specia are o răspândire ponto-mediteraneană, este caracteristică Bazinului Carpatic, Balcani, Peninsula Crimeea și Asia Mică. Răspândirea speciei în România: Câmpia Transilvaniei, Sudul Dobrogei și Banat. Starea de conservare a speciei: în Ungaria – periclitat, în Spania, în Elveția și în Italia – vulnerabil. Nivelul de periclitație a speciei în România, la nivelul național este de specie pe cale de dispariție (Endangered), la nivelul regional are un risc extrem de mare de dispariție fiind considerată foarte periclitată (Critically Endangered) (Rákósy 2003, Rákósy și colab. 2003). Nu apare pe Lista roșie a IUCN, la nivel European este aproape periclitat (Near Threatened).

Conservarea habitatului este dificilă din mai multe cauze (Bálint și Kertész 1990):

- habitatele sunt mici, izolate și specifice

- mobilitatea speciei *Kretania sephirus* este limitată,
- pe lângă cositul continuu este necesar un anumit nivel de pășunat pentru a evita apariția tufărișurilor.

2.2 *Pseudophilotes bavius hungarica*

Pseudophilotes bavius hungarica (Diószeghy 1913) este o subspecie endemică care figurează în anexele Directivei UE referitoare la conservarea habitatelor naturale. Subspecia este încadrată în categoria periclitată, și poate ajunge în categoria critic periclitată, în cazul în care habitatul ei dispare (Rákosy și colab. 2003). Fiind o specie de interes comunitar, în scopul protejării ei cinci arii protejate au fost create pe teritoriul țării. Trei arii protejate în județul Cluj (Fânețele Clujului, Suatu, Podișul Secașilor), una în județul Alba (zona Blaj) și una în județul Sibiu (zona Slimnic). Principalul factor care determină periclitarea speciei este reprezentată de degradarea habitatelor, și dispariția plantei gazdă, *Salvia nutans*. Cele mai cunoscute populații se găsesc în Rezervațiile de la Suatu și în Rezervația Fânețele Clujului, dar a fost semnalată și din zone mai sudice: în 1912 la Teiuș (Bálint 1996) și în zona Blaj (König 1986), iar în 1950, *Pseudophilotes bavius hungarica* a fost capturat în apropiere de Slimnic (județul Sibiu). „Albăstrelul transilvan”, cum a fost denumit de László Rákosy. *P. bavius hungarica* poate fi găsită doar în zone cu vegetație stepică, unde este prezentă planta gazdă *Salvia nutans*, care este, la rândul ei, un relict postglaciar în bazinul Carpatic (Németh 1990, Simon 1992). Subspecia tipică *P. bavius bavius* trăiește în stepele din Ucraina, Rusia, respectiv în Caucaz. După Bálint (1996), știm că subspeciea *P. bavius egea* apare și în Balcani, subspeciea era inițial cunoscută doar din partea asiatică a Turciei. Subspeciea *egea* a fost colectată, prima dată în România a fost colectată în 1988 în sudul Dobrogei (Székely 1994). *P. bavius hungarica* este o specie facultativ mirmecofilă, care nu se dezvoltă în cuibul furnicilor. Femela depune ouăle pe inflorescența plantei gazde (*Salvia nutans*), larva hrănindu-se cu aceasta, iar când ajunge la un anumit grad de dezvoltare se retrage în sol unde se transformă în pupă, hibernează, și anul următor apare adultul.

3. Siturile studiate

Pentru *Kretania sephirus* au fost investigate patru populații din Câmpia Transilvaniei. Prima populație lângă localitatea Cojocna (jud. Cluj) unde planta gazdă este *Astragalus exscapus*, a doua populație lângă localitatea Căianu Vamă (jud. Cluj) unde planta gazdă este *A. monspessulanus*, a treia populație lângă Bărâi (jud. Cluj) planta gazdă fiind *A. monspessulanus*, a patra populație a fost localizată între Bărâi și Vișea, unde planta gazdă este *A. dasyanthus* (fig. 1.). Pentru *Pseudophilotes bavius hungarica* cercetările s-au realizat lângă Suatu (jud. Cluj), unde după datele din literatură găsim cea mai mare populație.

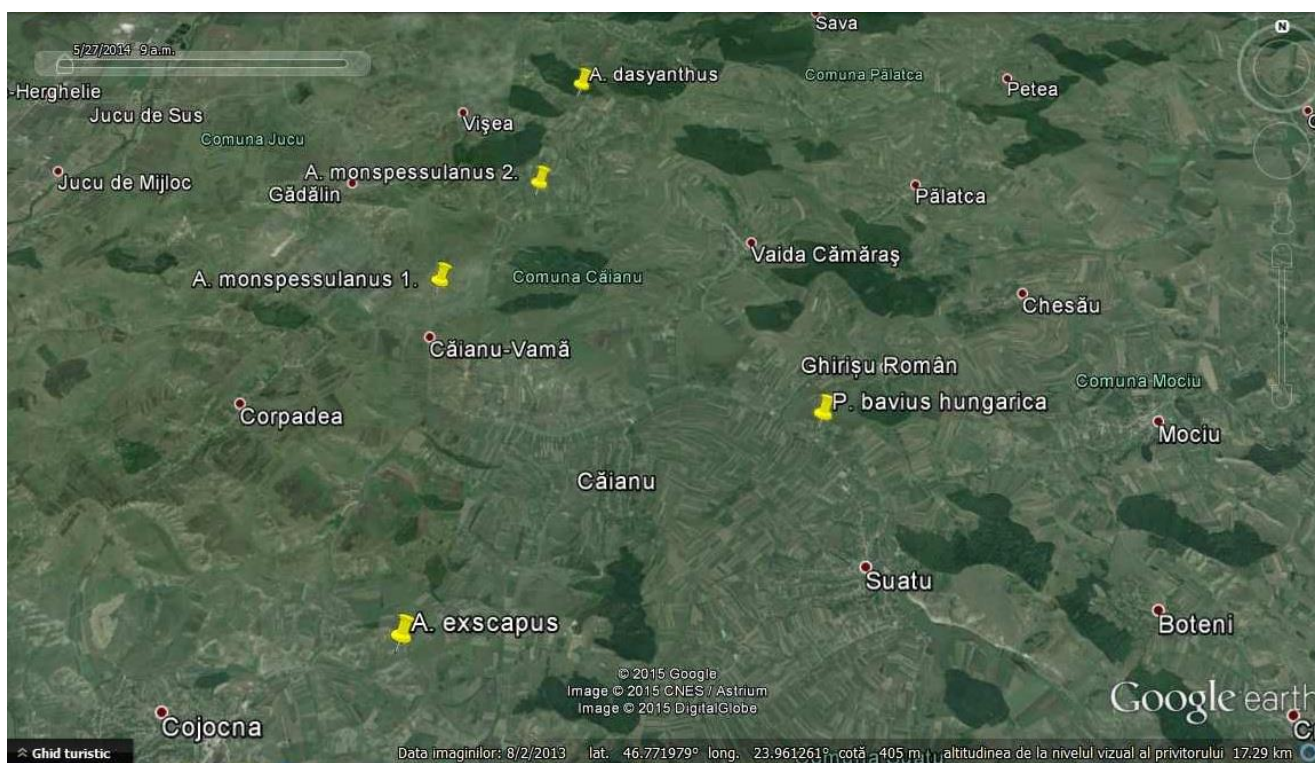


Fig. 1. Locurile studiate.

4. Obiectivele cercetării

Familia *Lycaenidae* conține mai mult de 5000 specii de fluturi, din care peste 75 % au o anumită relație cu diferite specii de furnici. Mare parte din aceste relații sunt mutualistic, facultative sau obligatorii. În cadrul relației facultative larvele oferă substanțe zaharoase furnicilor în schimbul protecției față de prădători și paraziți. Este importantă conservarea populațiilor care aparțin acelor specii, a căror areal este diminuat. Izolarea și efectivele reduse ale populațiilor periclitare au efect negativ în supraviețuirea acestora (Hill și colab. 1996, Kéri și colab. 2001) ele fiind mai puțin rezistente la efectul erbivorilor și a patogenilor (Ericson și colab. 1999).

Studiul populațiilor de *K. sephirus* din Bazinul Carpatic este important, deoarece acest important element biogeografic are limita de răspândire nord-vestică în regiunea Pannonică. Deși această fluture este un element biogeografic important în Bazinul Carpatic, nu avem informații despre populațiile lui din Transilvania. În literatură există mai multe studii legate de biologia și taxonomia speciei (Bálint 1991, Fiedler și Bálint 1994, Vojnits și Ács 1995), dar legate de relația larvă - furnici există doar un singur studiu (Fiedler și Bálint 1994). Deși relația dintre plantă gazdă și fluture este cât de cât cunoscută (Bálint 1996, Fiedler și Bálint 1994), se știe foarte puțin despre mirmecofilia acestei specii.

Astfel este posibil ca între *Kretania sephirus* și anumite specii de furnici să existe o relație mutualistă mai specifică, în cadrul căreia furnicile protejează larvele în schimbul excrețiilor zaharoase nutritive. Nu se știe însă care este nivelul de adaptare din partea larvelor (comportament, supraviețuire etc.) și din partea furnicilor (comportament, abundență, constanță în protecție etc.). Caracteristicile acestei relații nu sunt pe deplin cunoscute, astfel contribuțiile aduse pot să îmbunătățească gradul de cunoaștere a biologiei fluturului având implicații semnificative în ceea ce privește conservarea eficientă a speciei.

Bazinul Carpatic, mai exact Bazinul Transilvaniei este cunoscut, ca și un hotspot al biodiversității. Populațiile izolate ale unor specii, din cauza izolației îndelungate, pot avea căi evolutive diferite, care duc la apariția fenomenului de microspeciație. Exemplul tipic este al fluturului *Pseudophilotes bavius hungarica* (Diószeghy, 1913), o subspecie endemică din Câmpia Transilvaniei. Deși relația dintre plantă gazdă și fluture este din ce în ce mai bine cunoscută (Crișan și colab. 2011), se știe foarte puțin despre mirmecofilia acestei specii. Din

literatura de specialitate se poate observa că în tema respectivă au fost aduse câteva contribuții sporadice, dar lipsesc observațiile sistematice, iar încă există semnele de întrebare persistă mai ales în ceea ce privește specificitatea mirmecofiliei și natura acestei relații.

De exemplu Crișan și colab. (2011) raportează că specia de furnici *Camponotus atricolor* (Nylander, 1849) vizitează frecvent larvele, iar Jutzeler și colab. (1997) au observat că larvele de *P. bavius hungarica* sunt vizitate mai ales de către specia *Crematogaster sordidula* (Nylander, 1849). După Crișan și colab. (2011) este posibilă o mirmecofilie specifică între *C. atricolor* și larva *P. bavius hungarica*. O relație tripartită poate exista prin implicarea afidelor. Totuși s-a observat că în prezența afidelor larvele de *P. bavius hungarica* sunt absente pe planta gazdă.

Obiectivele acestui studiu, ar consta în răspuns la următoarele întrebări:

(1) Dacă caracteristicile plantei gazde influențează strategia de ovipozitare la fluturii *Kretania sephirus*?

(2) Care sursă de hrană este mai important pentru furnici: în relația cu *Kretania sephirus* sursa de proteine sau sursa de carbohidrați?

(3) Care este specia dominantă de furnică în cadrul comunităților de furnici din habitatul speciei *Kretania sephirus*?

(4) Dacă caracteristicile plantei gazdă influențează strategia de ovipozitare la fluturi în cazul ambelor specii studiate?

(5) Există o specificitate în cazul speciilor de furnici care vizitează larvele de fluturi, care? Care este comportamentul diferitelor specii de furnici (cele care în mod regulat nu vizitează larvele) față de larvele la celor două specii de fluturi studiate?

5. Rezultatele

5.1. Preferință de ovipozitare la *Kretania sephirus*

Pentru a evalua mărimea populației și preferința trofică larvară a fluturelui, mulți cercetători au studiat strategia de ovipozitare a fluturilor. Preferință pentru planta gazdă a fost studiată în cazul mai multor specii, supraviețuirea populațiilor depinzând în mare parte de caracteristicile plantei gazdă (Dolek și colab. 1998, Nowicki și colab. 2005, Fürst și Nash 2010, Czekes și colab. 2014). Ovipozitarea femelelor, a fost studiată în cazul multor specii de fluturi: *Jalmenus evagoras* (Baylis și Pierce 1991), *Melissa samuelis* (Pickens și Root 2008), *Lycaena dispar batavus* (Webb și Pullin 2000), *Maculineaalcon* și *Maculinea rebeli* (Nowiczki și colab. 2005, Árnayas și colab. 2006, Körösi et al 2008, Árnayas și colab. 2009, Czekes și colab. 2014) etc. În cazul mai multor specii de fluturi mirmecofili, ovipozitarea joacă un rol important în relația dintre larve și furnicile gazdă (Pierce și Elgar 1985, Jutzeler 1989, Fiedler 1991, Jordano și colab. 1992, Seufert și Fiedler 1996).

Nu avem informații, legate de ovipozitarea la *Kretania sephirus*. În cadrul cercetării noastre am căutat răspuns la următoarele întrebări: (1) dacă caracteristicile plantei gazdă afectează ovipozitarea *Kretania sephirus*; (2) Dacă abundența plantei gazdă are un efect asupra ovipozitării? (3) Există diferențe între populațiile studiate? Studiile au fost efectuate în patru populații, în vara anului 2013 și 2014, unde planta de gazdă a fluturilor a fost *Astragalus monspessulanus* (în cazul 2 populații), *A. exscapus* și *A. dasynathus*.

În mod aleatoriu am ales plante gazde, am notat caracteristicile acestora (mărimea, numărul de lăstari, numărul și locul ouălor, distanța până la planta gazda cea mai apropiată – înălțimea, numărul frunzelor, prezența ouălor pe planta ce mai apropiată, distanța până la a doua cea mai apropiată plantă, înălțimea și stratul vegetației în jurul plantei gazdă.

Rezultatele noastre arată că fluturile, alege planta care are caracteristici mai bune. Ouăle sunt depuse pe partea abaxială a frunzelor. Înălțimea plantei, numărul lăsturilor, distanța până la planta gazdă cea mai apropiată, înălțimea lor, prezența petelor și numărul frunzelor plantei are un efect pozitiv pentru strategia de ovipozitare a speciei *Kretania*

sephirus (fig. 2., 3.). Înălțimea și acoperirea vegetației în jurul plantei gazdă are un efect negativ asupra ovipozității fluturului.

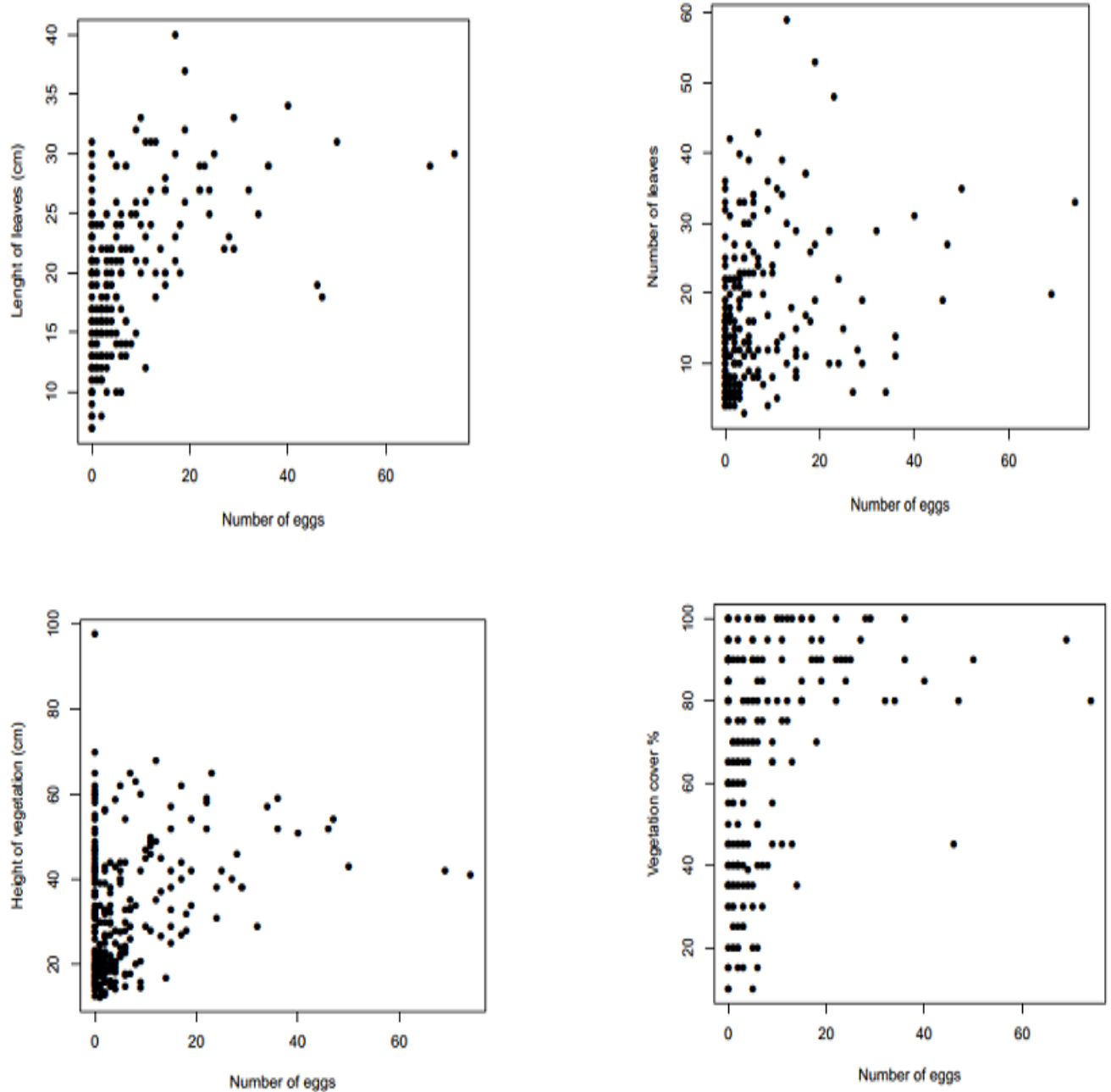


Fig. 2. Efectul caracteristicilor plantelor gazdă asupra numărului de ouă depuse.

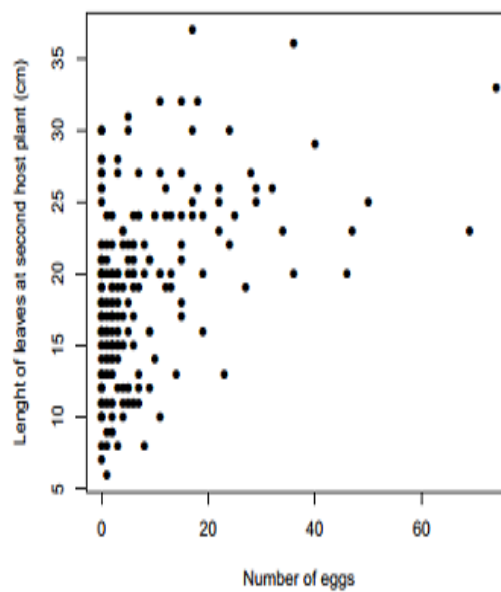
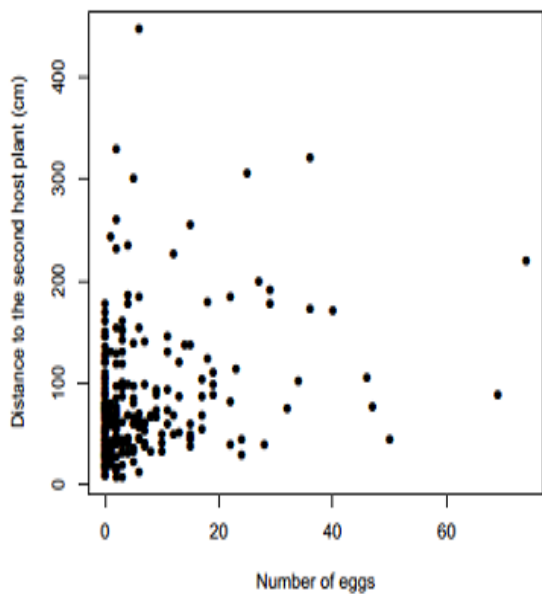
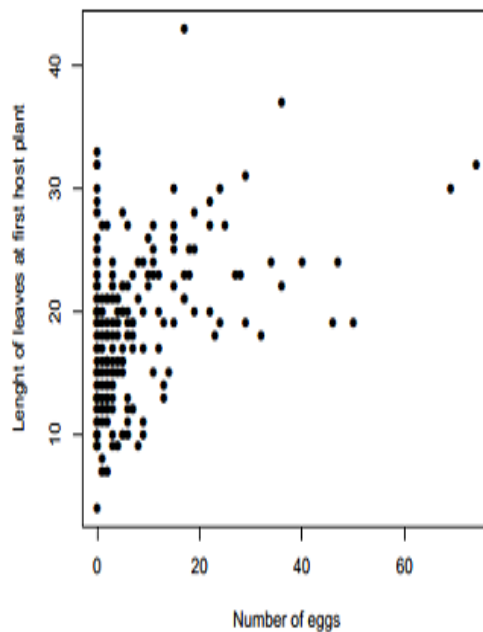
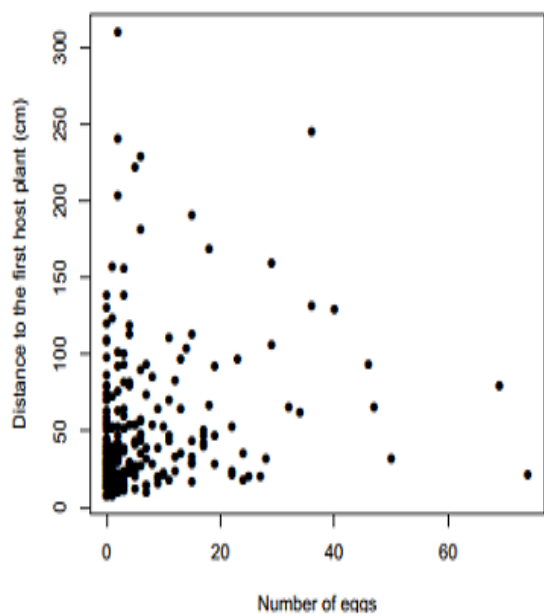


Fig. 3. Efectul densității plantelor gazdă asupra numărului de ouă depuse.

5.2. Structura comunităților de furnici și preferința de hrană în habitatele fluturului *Kretania sephirus*

Relația mutualistă dintre larvele de fluturi și furnici constă în protejarea larvelor împotriva diferiților paraziți și prădători. Furnicile sunt recompensate de către larve cu o secreție zaharoasă bogată în aminoacizi. Au fost alese două habitate diferite în care *K. sephirus* trăiește pe planta *Astragalus dasyanthus* și altul în care larvele se dezvoltă pe *A. monspessulanus*. Scopul nostru a fost de a caracteriza structura comunităților de furnici și preferințele lor de hrană în habitatul fluturului *Kretania sephirus*. Furnicilor au nevoie de carbohidrați pe care-i procură din secrețiile afidelor (Baker și colab. 1985, Hahn și Wheeler 2002), și de proteine pe care le procură din corpul artropodelor (Sudd and Franks 1987). Proteinele sunt importante pentru creșterea larvelor, iar carbohidrații sunt necesari pentru lucrătoare (Markin 1970, Cassill și Tschinkel 1999).

Studiul nostru a vizat obținerea unor răspunsuri la următoarele întrebări:

(1) Există vreo diferență legată de comunitățile de furnici din habitatele caracterizate prin baza trofică larvară diferită? (2) Care este specia dominantă? (3) Există preferință pentru sursă de protein sau de carbohidrați?

Rezultatelor relevă că diversitatea comunităților (Shannon-Wiener, \log_2) de furnici este similară între cele două habitate (fig. 4.), dar structura comunităților de furnici totuși diferă (fig. 5.). În ambele habitate în densitatea maximă au înregistra-o speciile din genul *Camponotus*.

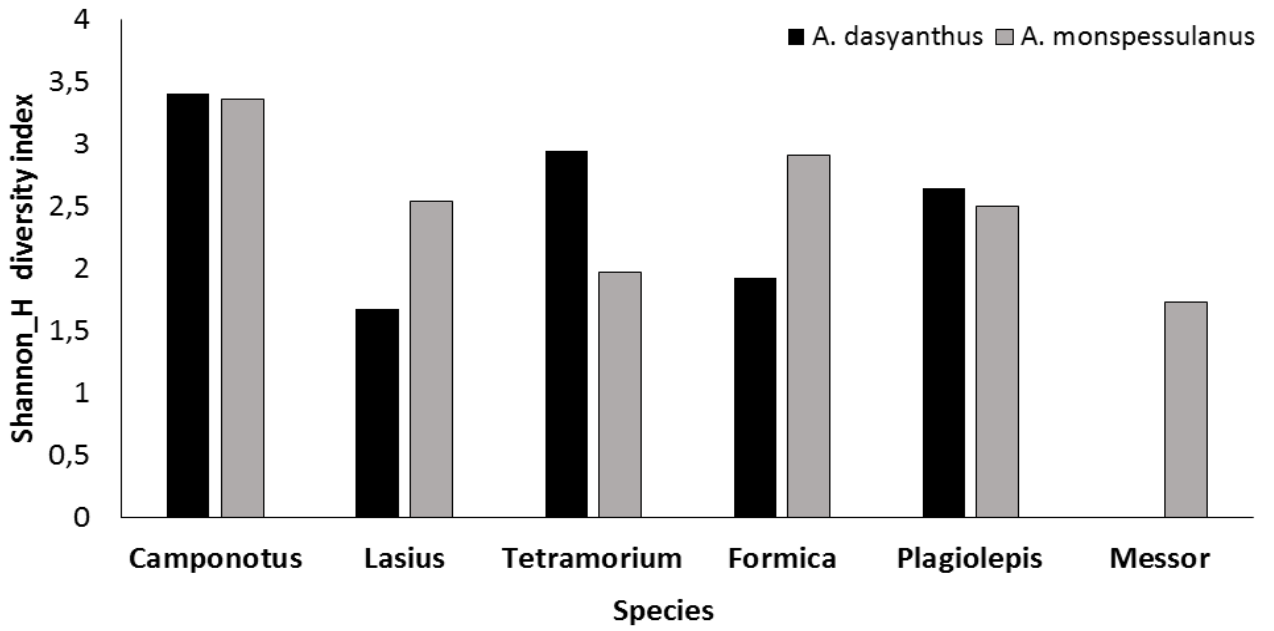


Fig. 4. Diversitatea speciilor de furnici în diferite habitate

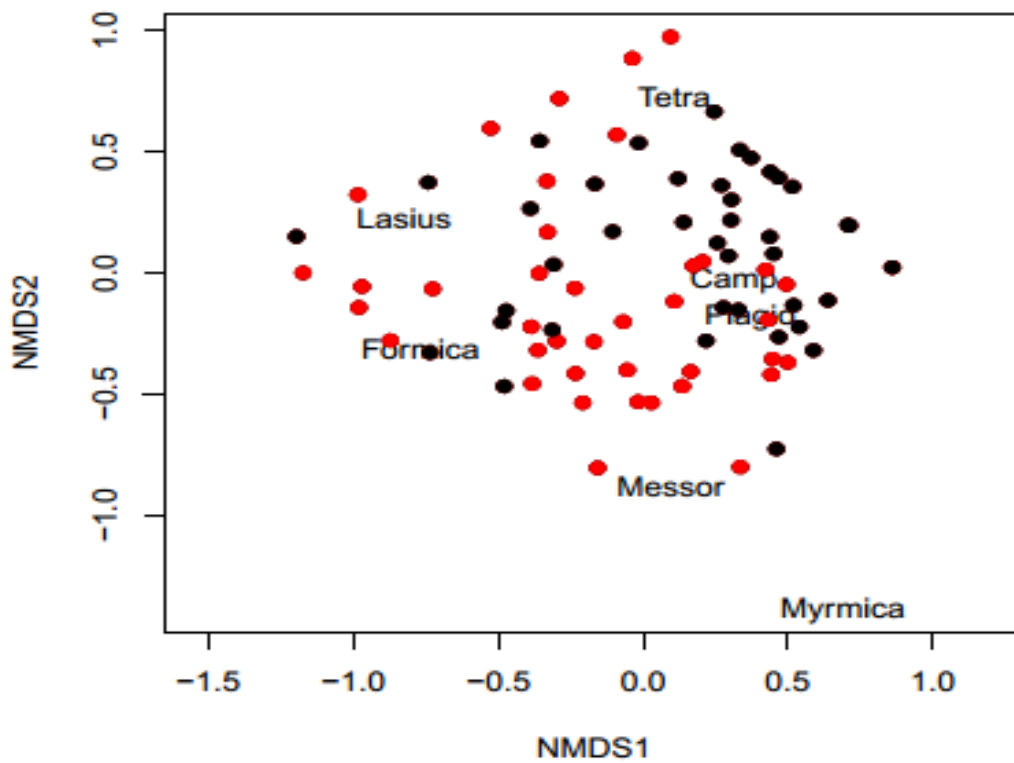


Fig. 5. Graficul NMDS al comunităților de furnici (Bray-Curtis similarity index) (stress=0.213631) (roșu – *A. monspessulanus*, negru – *A. dasyanthus*).

Pe parcursul cercetărilor noastre am utilizat momeli alimentare, ca sursă de proteine am folosit carne de ton, ca sursă de carbohidrați miere poliflorală. Speciile de furnici prezente în habitatele fluturului *Kretania sephirus* au preferat în cea mai mare parte hrana pe bază de proteine (fig. 6., 7.).

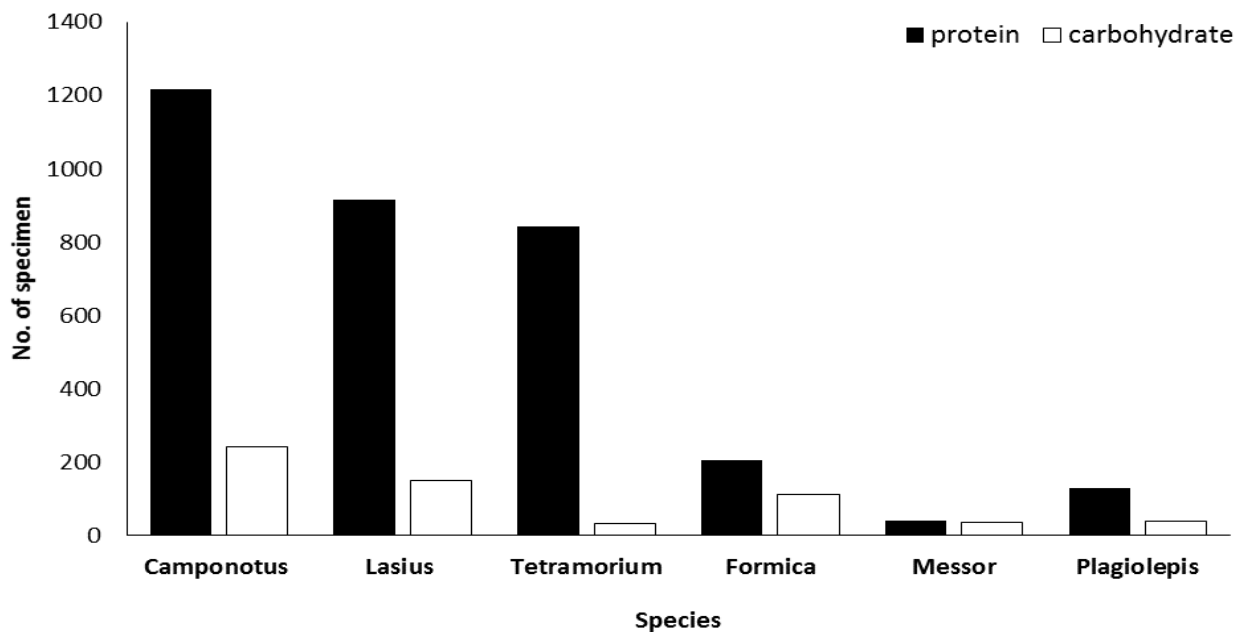


Fig. 6. Preferință de hrană în habitatul cu *A. dasyanthus*

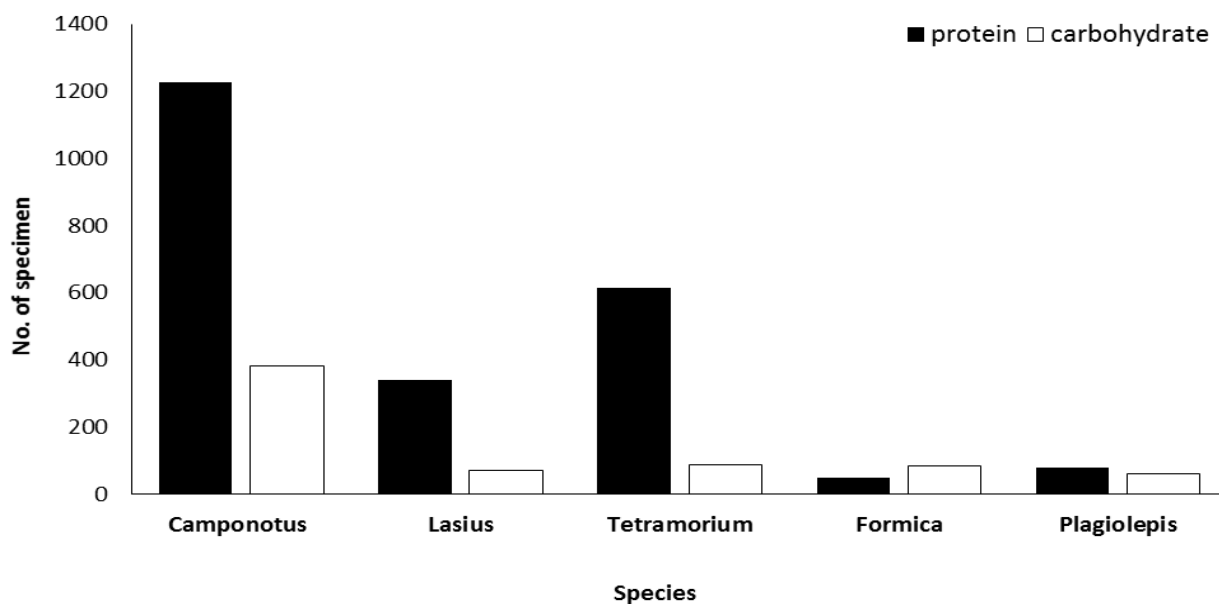


Fig. 7. Preferință de hrană în habitatul cu *A. monspessulanus*

5.3. Structura comunităților de furnici

Cu ajutorul capcanelor de tip Barber, vom caracteriza structura comunității de furnici, astfel vom putea determina gradul de selectivitate al larvelor de fluturi. În total am colectat 11 specii de furnici, majoritatea speciilor sunt comune în fiecare sit. Speciile fac parte din trei subfamilii: Myrmicinae, Formicinae și Dolichoderinae. În timpul prelevării de probe în 2013 de pe habitatele cu planta *A. exscapus* și *A. monspessulanus* numărul speciilor de furnici a fost foarte scăzut. În cazul prelevării de probă în anul 2014, am lucrat pe două teritorii: un habitat cu *A. monspessulanus* și altul cu *A. dasyanthus*, teritoriul cu *A. monspessulanus* și martorul său au fost cele mai diversificate înregistrându-se 10 specii de furnici. Pe teritoriul cu *A. dasyanthus* am identificat 6 specii. Legat de abundență, habitatul cu *A. dasyanthus* fost cel mai abundent, speciile dominante fiind *Camponotus aethiops* și *Tetramorium cf. caespitum* (fig. 8.).

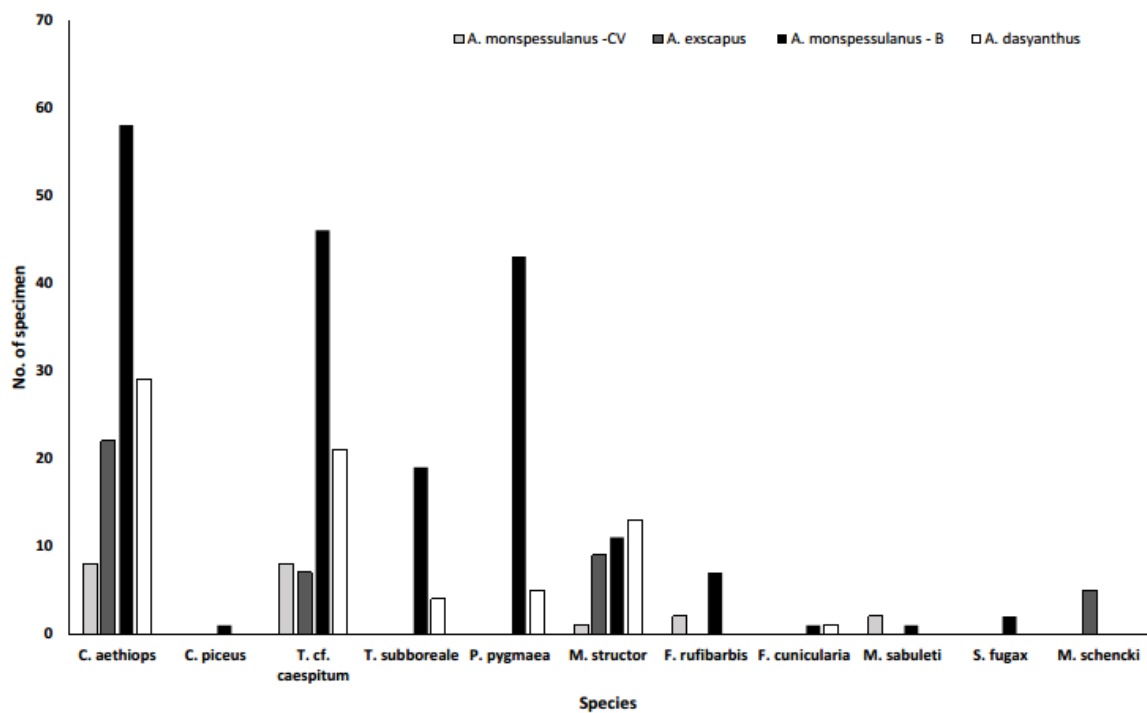


Fig. 8. Abundența furnicilor în diferite habitatele

Structura comunităților de furnici diferă semnificativ de la un habitat la altul. Diferențele sunt vizibile analizând graficul NMDS (fig. 9.).

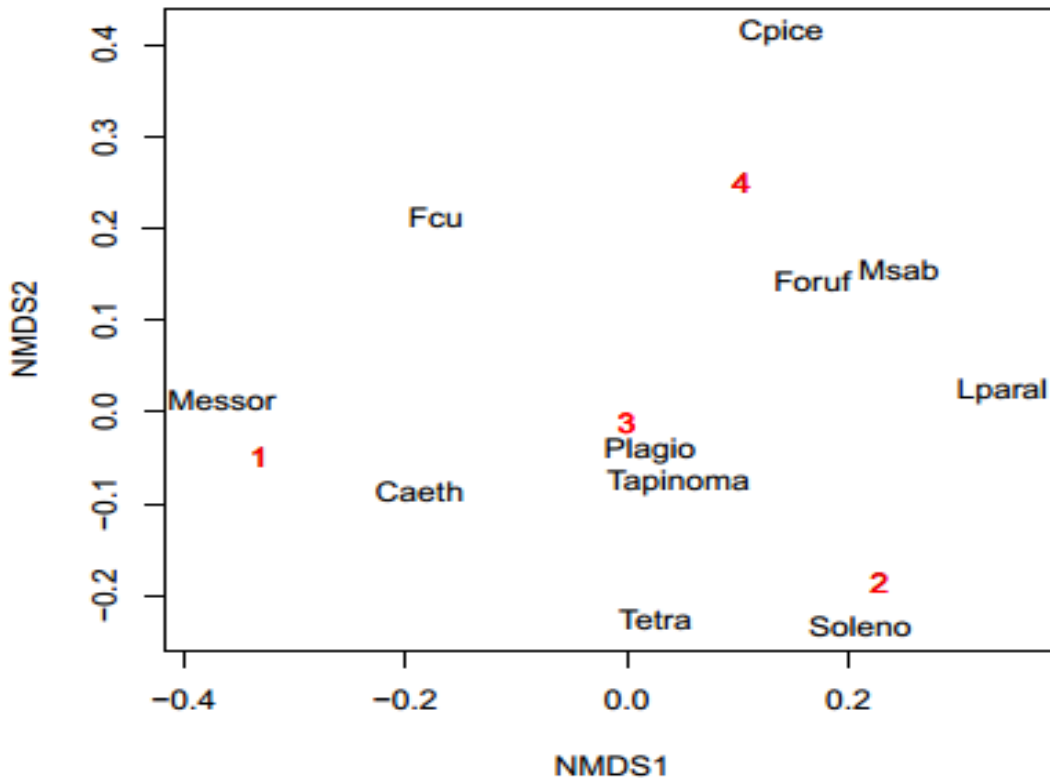


Fig. 9. Graficul NMDS a comunităților de furnici din populațiilor studiate. (index de similaritate Bray-Curtis) (stress = 0,004)

1 – *A. dasyanthus* (Vișea), 2 – *A. monspessulanus*2 (Băraii), 3 – *A. exscapus* (Cojocna), 4 – *A. monspessulanus* (Căianu-Vamă) (Foruf – *Formica rufibarbis*, Focu – *Formica cunicularia*, Msab – *Myrmica sabuleti*, Msch – *Myrmica schencki*, Lasius – *Lasius paralienus/alienus*, Messor – *Messor structor*, Tetra – *Tetramorium cf. caespitum*, Caeth. – *Camponotus aethiops*, Plagio – *Plagiolepis pygmaea*, Tapinoma – *Tapinoma subboreale*).

Analizând capcanele în mod separat observăm că *T. subboreale* caracterizează toate siturile, *C. aethiops* a fost specie tipică doar pe siturile de studiu. Din analiza graficului se poate constata o oarecare aliniere a comunităților de furnici dar în general acestea sunt bine separate în spațiu NMDS una de alta (fig. 10.).

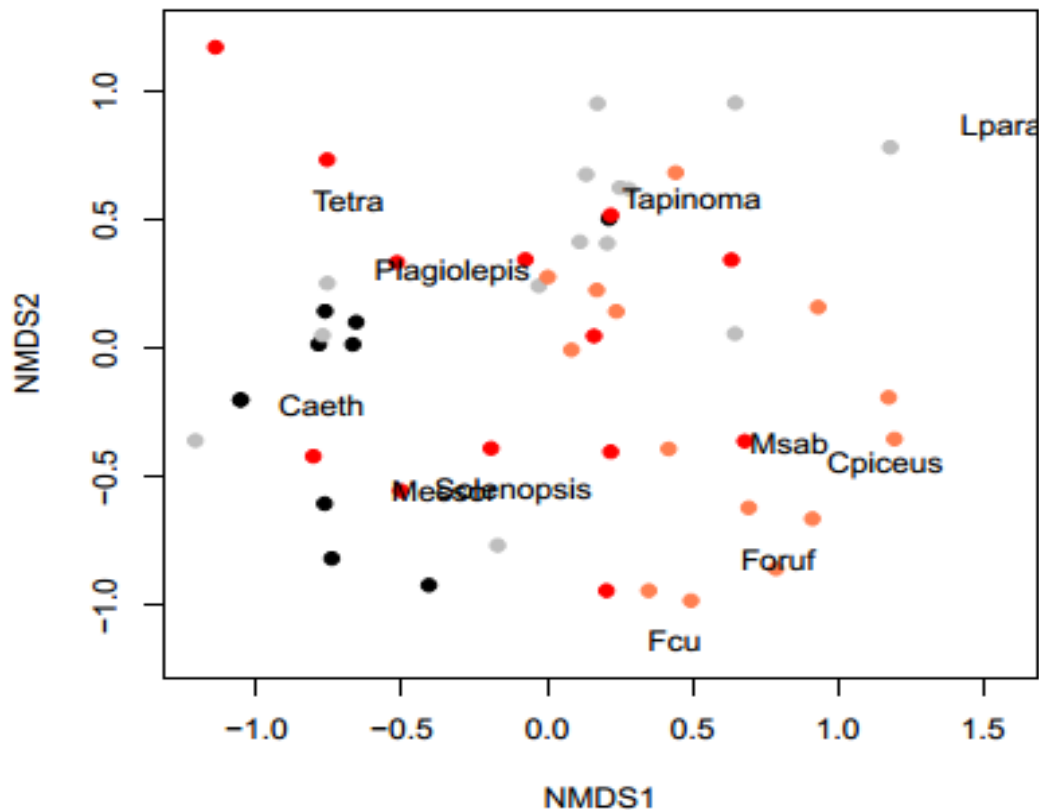


Fig. 10. Graficul NMDS a comunităților de furnici din populațiilor studiate. (index de similaritate Bray-Curtis)

(negru – Vișea – planta gazdă *A. dasyanthus*, grii - Vișea – situl de control, roșu - Băraii – plantă gazdă *A. monspessulanus*, coral – Băraii – situl de control).

(Foruf – *Formica rufibarbis*, Focu – *Formica cunicularia*, Msab – *Myrmica sabuleti*, Msch – *Myrmica schencki*, Lasius – *Lasius paralienus/alienus*, Messor – *Messor structor*, Tetra – *Tetramorium cf. caespitum*, Caeth. – *Camponotus aethiops*, Plagio – *Plagiolepis pygmaea*, Tapinoma – *Tapinoma subboreale*, Soleno – *Solenopsis fugax*, Cpice – *Camponotus piceus*).

5.4. Relații mirmecofile și preferința față de planta gazdă la fluturile *Kretania sephirus*

Plantele gazdă ale fluturului *Kretania sephirus* sunt din genul *Astragalus*, larvele se dezvoltă în relația mutualistică cu furnici. Este o specie periclitată, și nu avem de loc informații despre preferință față de baza trofică larvară și despre natura relației cu furnicile. Din cauza schimbărilor în tehnicile de management a habitatelor, a dispariției tehnicilor tradiționale de agricultură (Ciaian și Pokrivcak 2007), modificările habitatelor periclitează multe populații de *Kretania sephirus*. Întufărirea habitatelor reprezintă în multe cazuri, factorul primar al declinului populaționale, datorat extincției bazei trofice.

Întrebările pe care ni le punem în acest subcapitol sunt: (1) dacă caracteristicile plantei gazde influențează alegerea din partea larvelor de *Kretania sephirus*? (2) există o specificitate în cazul speciilor de furnici care vizitează larvele de fluturi?

Studiul a fost efectuat în prima parte a lunii mai în anul 2015, în doua tipuri de habitat. Într-un habitat planta gazdă a fost *A. monspessulanus* (Bărâi) în al doilea habitat planta gazda este *A. dasyanthus* (Bărâi - Vișea). În fiecare sit, în mod randomizat am ales plantele gazdă (n = 100) în așa fel încât să fie măcar 2 m spațiu liber între plantele studiate. Am realizat cartarea plantelor gazde și a caracteristicilor acestora (mărimea, numărul de lăstari). De asemenea, am numărat larvele găsite pe planta gazdă. Am determinat și speciile de furnici care au vizitat larvele. Am înregistrat speciile de furnici care au fost pe planta și abundența lor. Am înregistrat înălțimea maximă a vegetației (cm) acoperirea stratului de vegetație (%) în jurul plantei gazdă.

Am efectuat probe de agresivitate în laborator între larvele de fluture și potențialele specii de furnici gazdă care le-au vizitat sau care s-au găsit pe plantele gazdă (*Lasius paralienus* și *Camponotus aethiops*). De asemenea am testat comportamentul altor specii de furnici ca grupe de control, (*Tetramorium* cf. *caespitum* care, de obicei, nu vizitează planta gazdă, și *Myrmica scabrinodis*, care rareori apare în zona de studiu). După primul contact furnica-larva de fluture am observat interacțiunile dintre larve și furnici timp de 5 min. Am separat modurile de comportament în trei grupe: (a) comportamentul agresiv - (mușcare și mandibule deschise), (b) comportament neutru (antenare) (c) comportament mirmecofil - (cerere hrană).

În cercetările de laborator interacțiunile dintre larvă și furnică au fost astfel organizate încât fiecare larvă de fluture să poată întâlni numai un individ aparținând unei singure specii de furnică.

Caracteristicile plantelor gazdă

În total am găsit 12 larve de *Kretania sephirus*. Cercetările nu au relevat corelații semnificative între prezența lervelor de *K. sephirus* și parametrii structurali cuantificați de noi, atât în habitatul cu *A. dasyanthus* cât și cel *A. monspessulanus*.

Comportamentul furnicilor față de larva de *Kretania sephirus*

Comportamentul diferitelor specii de furnici cu larvele de *K. sephirus* a constat în antenarea lervelor, fără aspect de agresivitate. Singurul caz de agresivitate a fost observat în cazul unui individ de *C. aethiops*. Comportament mirmecofil a fost obserat la speciile *Camponotus aethiops* și *Lasius paralienus* (fig. 11., 12.).

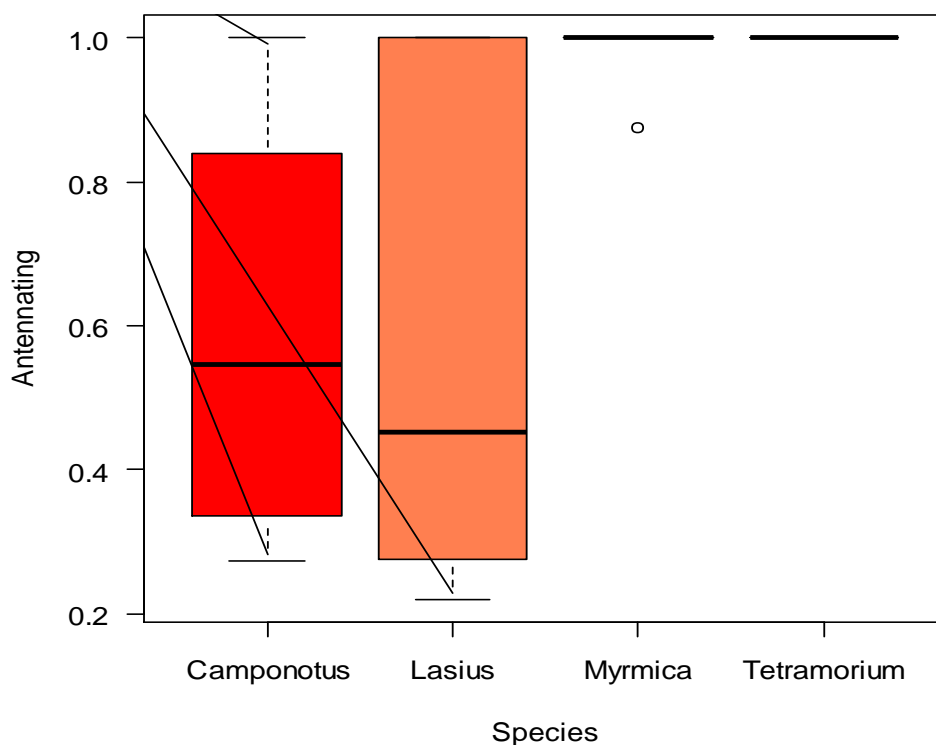


Fig. 11. Comportamentul neutral a furnicilor față de larva

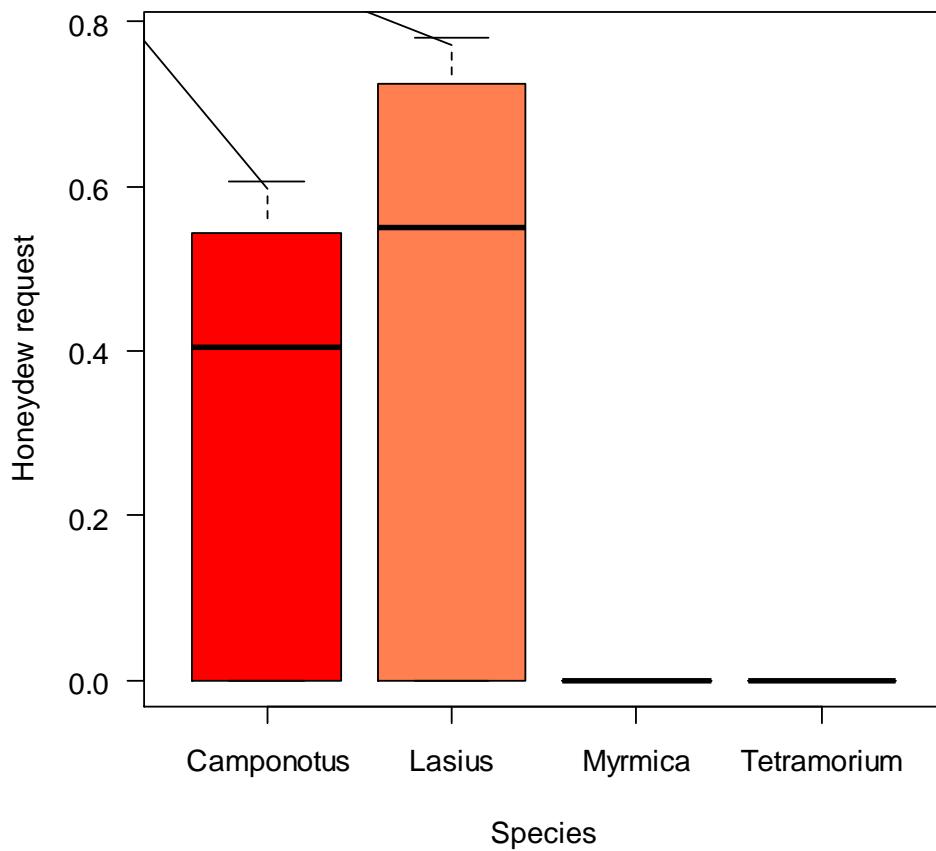


Fig. 12. Comportamentul mirmecofil

Pentru analiza modelului de comportament am folosit testul ANOVA permutational, și am vizualizat pe graficul NMDS. Sa observat o diferențiere legată de comportamentul diferitelor specii de furnici față de larva de *K. sephirus* (fig. 13.).

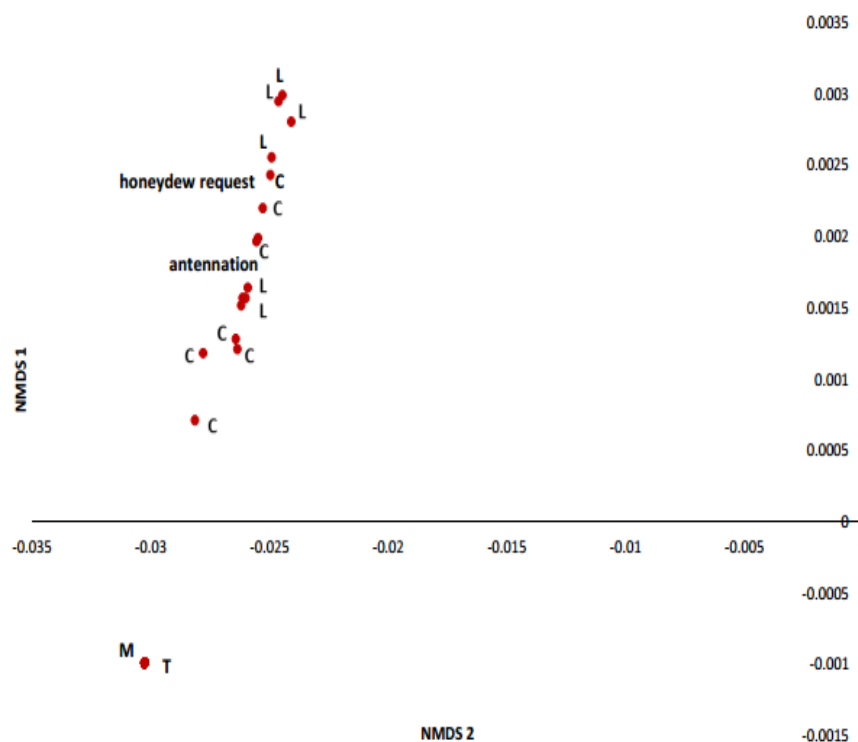


Fig. 13. Graficul NMDS a patternul de comportament față de larvele a speciilor de furnici (M – *Myrmica scabrinodis*, T – *Tetramorium cf. caespitum*, L – *Lasius paralienus*, C – *Camponotus aethiops*) (stres = 0,004)

5.5. Relații mirmecofile și preferința față de planta gazdă la specia *Pseudophilotes bavius hungarica*

Pseudophilotes bavius hungarica este o subspecie endemică, pentru a căreia protecție și conservare României îi revine sarcina principală. Subspecia este încadrată în categoria periclitată, și poate ajunge în categoria critic periclitată, în cazul în care habitatul ei dispare (Rákosy și colab. 2003).

Întrebările pe care ni le-am pus în acest subcapitol sunt:

(1) Dacă caracteristicile plantei gazde influențează strategia de ovipozitare la fluturi? (2) Dacă există o specificitate în cazul speciilor de furnici care vizitează larvele de fluturi, (3) care este comportamentul diferitelor specii de furnici (cele care în mod regulat nu vizitează larvele) față de larve?

Studiul a fost efectuat în prima parte a lunii mai în anul 2014, lângă localitatea Suatu. În mod randomizat am ales plantele gazdă ($n = 215$) în așa fel încât să fie măcar 2m spațiu liber între plantele studiate. Am realizat cartarea plantelor gazdă și caracteristicilor acestora (mărimea, numărul inflorescenței). De asemenea, am numărat larvele găsite pe planta gazdă. Am determinat și speciile de furnici care au vizitat larvele. Am înregistrat speciile de furnici care au fost pe planta și abundența lor, am înregistrat prezența afidelor, și abundența lor aproximativă

Am efectuat probe de agresivitate în laborator între larvele de fluturi și potențialele specii de furnici gazdă care le-au vizitat sau care s-au găsit pe plantele gazdă (*Lasius paralienus* și *Camponotus aethiops*). De asemenea am testat comportamentul altor specii de furnici ca grupe de control, ca *Tapinoma subboreale* care, de obicei, nu vizitează planta gazdă, și *Myrmica scabrinodis*, care rareori apare în zona de studiu. După primul contact furnica-larva de fluturi am observat interacțiunile dintre larve și furnici timp de 5 min. Am separat modurile de comportament în două grupe: (a) comportamentul agresiv – (mușcare și mandibule deschise), (b) comportament neutral (antene).

Caracteristicile plantei gazdă

În total am găsit 28 larve de *Pseudophilotes bavius hungarica*. Cele mai numeroase specii de furnici pe planta gazdă au fost *Palgiolepis* spp., *Lasius paralienus* și *Camponotus aethiops*. După rezultatele noastre caracteristicile plantei gazdă nu au efect semnificativ pentru prezența larvelor. În schimb prezența diferitelor specii de furnici în anumită abundență are un efect pozitiv asupra larvelor, iar prezența afidelor pe planta gazdă un efect negativ.

Comportamentul furnicilor față de larva de Pseudophilotes bavius hungarica

Am separat două modele de comportament pentru furnici, comportamentul neutral conține antenare, comportamentul de agresivitate conține deschiderea mandibulelor și mușcare. În interacțiunea a diferitelor specii de furnici cu larva de *P. bavius*, am considerat specia *Tapinoma subboreal* are un comportament agresiv (fig. 14.) (care în mod obișnuit nu a fost

văzută pe planta *Salvia nutans*), restul speciilor *Camponotus aethiops*, *Myrmica scabrinodis* și *Lasius paralienus* au avut un comportament neutral față de larve (fig. 15.).

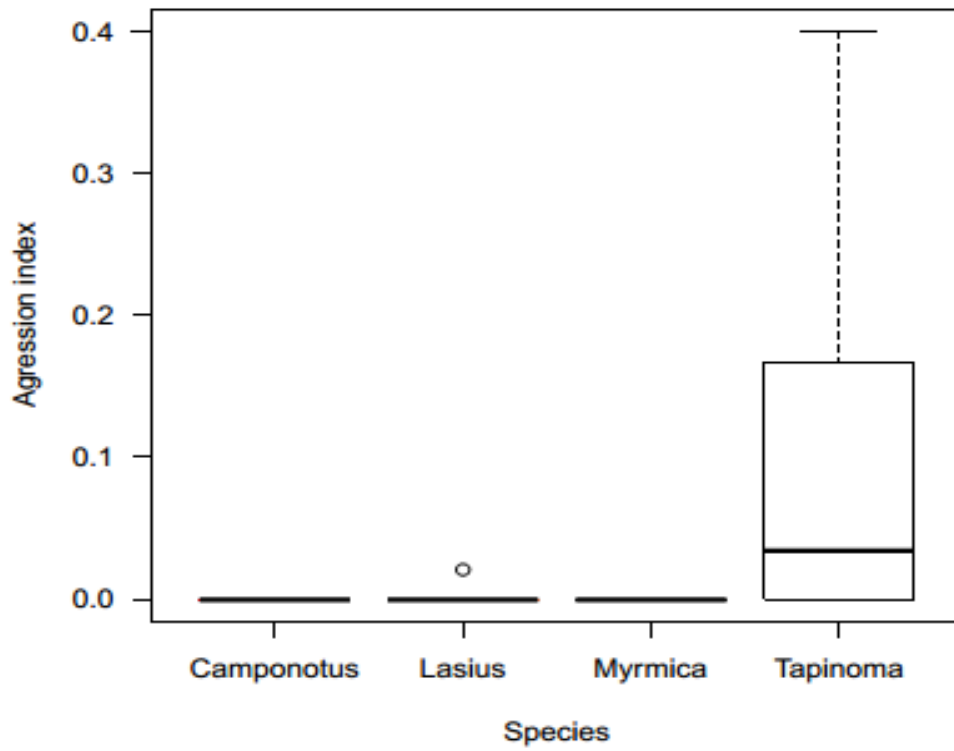


Fig. 14. Comportamentul agresiv a furnicilor față de larva

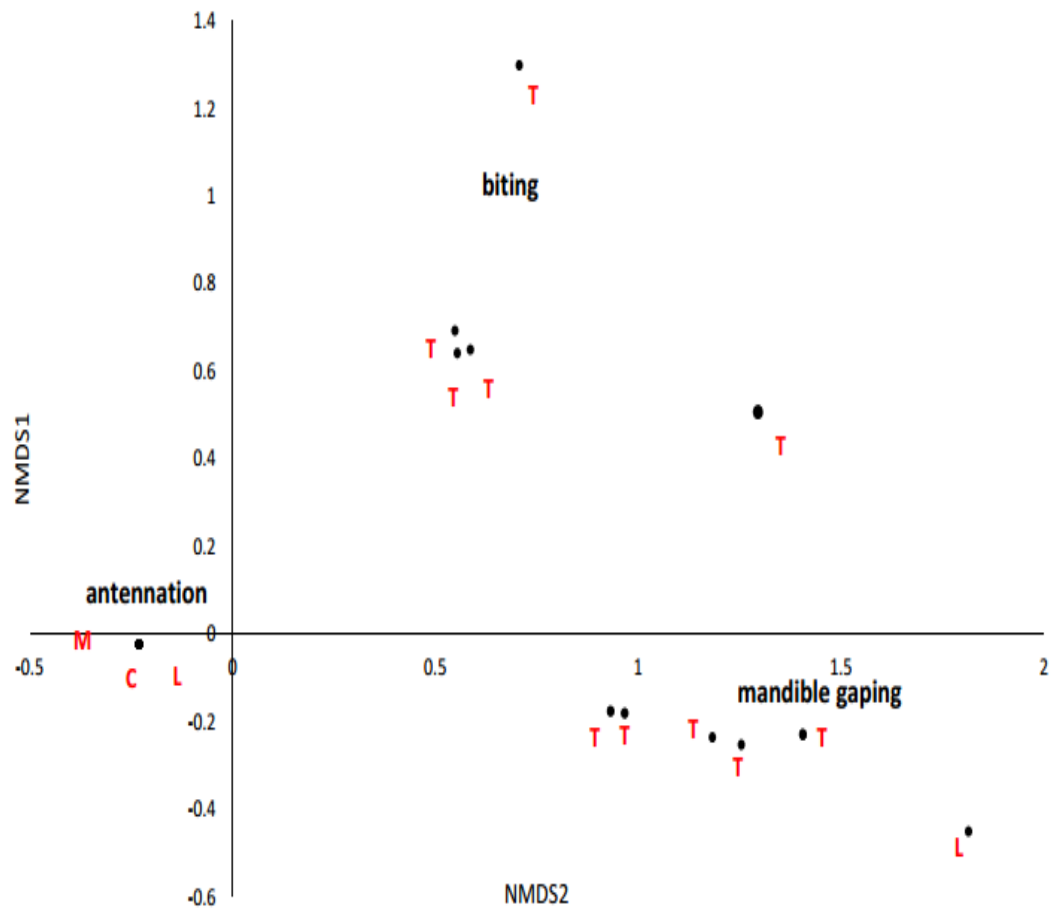


Fig. 15. Graficul NMDS a modelului comportamental al furnicilor față de larvele fluturului *P. bavius hungarica* (M – *Myrmica scabrinodis*, T – *Tapinoma subboreale*, L – *Lasius paralienus*, C – *Camponotus aethiops*) (stres = 0,001).

6. Concluzii

Înălțimea plantei, numărul lăstarilor, distanța până la planta gazdă cea mai apropiată, înălțimea acesteia, prezența petelor și numărul frunzelor plantei au un efect pozitiv pentru strategia de ovipozitare la *Kretania sephirus*. Cu cât înălțimea și acoperirea stratul vegetației din jurul plantei gazdă sunt mai mari, numărul de ouă depuse scade.

În urma rezultatelor putem spune că diversitatea comunităților de furnici este similară între cele două habitate (*A. dasyanthus*, *A. monspessulanus*), dar structura comunităților de furnici diferă totuși, în ambele habitate cea mai mare densitate a fost înregistrată de *Camponotus* ssp.

Speciile de furnici prezente în habitatele fluturelui *Kretania sephirus* au preferat în cea mai mare parte hrana pe bază de proteină, *Camponotus aethiops* a fost specia dominantă. În cazul fluturelui *Kretania sephirus* caracteristicile plantei gazdă nu au prezentat efect semnificativ, iar înălțimea și stratul de vegetație în apropierea plantei gazdă are un efect negativ asupra prezența larvelor.

În interacțiunea cu larvele de *K. sephirus* un singur individ de *C. aethiops* a manifestat comportament agresiv, restul speciilor au avut comportament neutru. Comportament mirmecofil a fost observat numai în cazul speciilor *C. aethiops* și *L. paralienus*.

În cazul fluturelui *P. bavius hungarica* caracteristicile plantei gazdă nu au prezentat efect semnificativ pentru prezența larvelor. Prezența speciilor de furnici într-o anumită abundență se corelează cu un efect pozitiv asupra larvelor, iar prezența afidelor pe plantă cu un efect negativ.

În interacțiunile dintre diferitele specii de furnici cu larva de *P. bavius*, studiate în laborator, am considerat comportament agresiv atitudinea furnicilor din specia *Tapinoma subboreale* (pe care în mod obișnuit nu am găsit-o pe planta *Salvia nutans*), restul speciilor *C. aethiops*, *My. scabrinodis* și *L. paralienus* au avut un comportament neutru față de larve.

7. Mulțumiri

Îi mulțumesc d-lui. **prof. dr. László Rákósy** coordonatorului științific al tezei, pentru încrederea pe care a avut-o față de mine pe parcursul desfășurării studiilor de doctorat și pentru sugestiile oferite.

Mulțumesc lui d-lui conferențiar **dr. Markó Bálint** care a fost mentorul meu de la nivelul licență, și mi-a dezvăluit lumea extraordinară a furnicilor, fiind totodată prezent lângă mine cu sfaturi utile.

Mulțumesc colegilor din gupul de **Sociobiologie din Cluj**.

Mulțumesc **familiei mele, prietenilor mei** care au fost lângă mine în în toți acești ani.

Această lucrare este rezultatul cercetării doctorale care a beneficiat de sprijinul financiar prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, cofinanțat prin Fondul Social European, în cadrul proiectului POSDRU/159/1.5/S/133391, cu titlul **“Programe doctorale și post-doctorale de excelență pentru formarea de resurse umane înalt calificate pentru cercetare în domeniile Științele Vieții, Mediului și Pământului”**.

8. Bibliografie

- Als, T.D., Nash, D.R., Boomsma, 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., Bereczki, J., Tóth, A., Pecsénye, K., Varga, Z. (2006): Egg-laying preferences of the xerophilous ecotype of *Maculinea alcon* (Lepidoptera : Lycaenidae) in the Aggtelek National Park. *European Journal of Entomology*, 103(3): 587-595.
- Árnyas, E., Bereczki, J., Tóth, A., Varga, K., Pecsénye, K., Tartally, A., Varga, Z. (2009): Oviposition preferences of *Maculinea alcon* as influenced by aphid (*Aphis gentianae*) and fungal (*Puccinia gentianae*) infestation of larval host plants. *Ecological Entomology*, 34(1), 90–97.
- Axén, A.H. (2000): Variation in behavior of lycaenid larvae when attended by different ant species. *Evolutionary Ecology*, 14: 611-625.
- Axén, A.H., Leimar, O., Hoffman, V. (1996): Signalling in a mutualistic interaction. *Animal Behaviour*, 52: 321–333.
- Bächtold, A., Alves-Silva, E. (2012): Behavioural strategy of a lycaenid (Lepidoptera) caterpillar against aggressive ants in a Brazilian savanna. *Acta Ethologica*, 16(2): 83–90.
- Baker, T.C., Key, S.V.V., Gaston, L.K. (1985): Bait-preference tests for the Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology*, 78(5): 1083-1088.
- Bálint, Zs. (1991): Egy xeromontán boglárkalepke: a *Plebejus pylaon* (Fisher von Waldheim, 1832) és rokonsági köre (Lepidoptera: Lycaenidae), I. A Janus Pannonius Múzeum Évkönyve 35: 33-69.
- Bálint, Zs. (1992): Egy xeromontán boglárkalepke: a *Plebejus pylaon* (Fisher von Waldheim, 1832) és rokonsági köre (Lepidoptera: Lycaenidae), II. A taxonok biológiája, ökológiája és védelme. A Janus Pannonius Múzeum Évkönyve, 36: 37-48.
- Bálint, Zs. (1996): *A Kárpát-medence nappali lepkéi I.* Magyar Madártani Egyesület, Budapest.

- Bálint, Zs., Kertész, A. (1990): A survey of subgenus *Plebejides* (Sauter, 1968) – preliminary revision. *Linneana Belgica*, 12: 190-224.
- Ballmer, G.R., Prett, G.F. (1991): Quantification of Ant Attendance (Myrmecophily) of Lycaenid Larvae. *Journal of Reserch on the Lepidoptera*, 30(1-2): 95–112.
- 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: A Journal of Entomolgy*, Article ID 725237.
- Baylis, M., Pierce, N.E. (1991): The effect of host-plant quality on the survival of larvae and oviposition by adults of an ant-tended lycaenid butterfly, *Jalmenus evagoras*. *Ecology of Entomology*, 16: 1–9.
- Cassill, D.L., Tschinkel, W.R. (1999): Effects of colony-level attributes on larval feeding in the fire ant, *Solenopsis invicta*. *Insectes Sociaux*, 46(3): 261-266.
- Ciaian, P. and J. Pokrivcak. 2007. Agriculture Reforms and Development in East-Central Europe, 117–132. In: Sergi, B.S., Bagatelas, W.T., Kubicova, J. (eds): *Industries and Markets in Central and Eastern Europe*. Aldershot. Burlington, Ashgate.
- Crisan, A., Sitar, C., Craioveanu, M.C., Rákosy, L. (2011): The protected Transylvanian Blue (*Pseudophilotes bavius hungarica*): new information on the morphology and biology. *Nota Lepidopterologica*, 34(2): 163–168.
- Crișan, A., Sitar, C., Craioveanu, M.C., Rákosy, L. (2011): The protected Transylvanian Blue (*Pseudophilotes bavius hungarica*): new information on the morphology and biology. *Nota Lepidopterologica*, 34(2): 163–168.
- 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): 23-29.
- Czekes, Z., Markó, B., Nash, D.R., Ferencz, M., Lázár, B., Rákosy, L. (2014): Differences in oviposition strategies between two ecotypes of the endangered myrmecophilous butterfly *Maculinea alcon* (Lepidoptera: Lycaenidae) under unique syntopic conditions. *Insect Conservation and Diversity*, 7(2), 122–131.
- DeVries, P.J. (1991): Mutualism between *Thisbe irenea* butterflies and ants, and the role of ant ecology in the evolution of larval-ant associations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 43: 179–195.
- Diószeghy, L. (1913): Adatok a *Lycaena Bavius* Ev. életmódjához, *Rovartani Lapok*, 20: 105-109.

- Dolek, M., Geyer, A., Bolz, R. (1998): Distribution of *Maculinea 'rebeli'* and hostplant use on sites along the river Danube. *Journal of Insect Conservation*, 2: 85–89.
- 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:
- Elmes, G.W., Thomas, J.A., Hammarstedt, O., Munguira, M.L., Martin, J., van der Made, J.G. (1994) Differences in host-ant specificity between Spanish, Dutch and Swedish populations of the endangered butterfly, *Maculinea alcon* (Denis et Schiff.) (Lepidoptera). *Memorabilia Zoologica* 48: 55–68.
- Elmes, G.W., Thomas, J.A., Wardlaw, J.C. (1991) Larvae of *Maculinea rebeli*, a large-blue butterfly and their *Myrmica* host ants: wild adoption and behaviour in ant-nests. *Journal of Zoology* 223: 447–460.
- Ericson, L., Burdon, J.J., Müller, W.J. (1999): Spatial and temporal dynamics of epidemics of the rust fungus *Uromyces valerianae* on populations of its host *Valeriana salina*. *Journal of Ecology*, 87: 649–658.
- Fiedler, K. (1991): Systematic, evolutionary, and ecological implications of myrmecophily within the Lycaenida. *Bonner Zoologische Monographien*. Bonn.
- Fiedler, K. (1991): Systematic, evolutionary, and ecological implications of myrmecophily within the Lycaenida. *Bonner Zoologische Monographien*. Bonn.
- 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.
- Fiedler, K. (2006): Ant-associates of Palaearctic lycaenid butterfly larvae (Hymenoptera: Formicidae; Lepidoptera: Lycaenidae) – a review. – *Myrmecologische Nachrichten* 9: 77-87.
- Fiedler, K. 2001: Ants that associate with Lycaenidae butterfly larvae: diversity, ecology and biogeography. – *Diversity and Distributions* 7:45-60.
- Fiedler, K., Balint, Zs. (1994): A zefír-boglárkalepke (*Plebejus sephirus* Frivaldszky 1835) hernyóinak hangyaszimbiózisával kapcsolatos megfigyelések (Lepidoptera, Lycaenidae). *A Janos Pannonius Múzeum Évkönyve*. 38: 61-66.

- Fiedler, K., Bálint, Zs. (1994): A zefír-boglárkalepke (*Plebejus sephirus* Frivaldszky 1835) hernyóinak hangyaszimbiózisával kapcsolatos megfigyelések (Lepidoptera, Lycaenidae). *A Janos Pannonius Múzeum Évkönyve*. 38 (1993), 61-66.
- Fiedler, K., Hölldobler, B., Seufert, P. (1996): Butterflies and ants: the communicative domain. *Experientia*, 52: 14–24.
- Fiedler, K., Saam, C. (1995): Ants Benefit from Attending Facultatively Myrmecophilous Lycaenidae Caterpillars: evidence from a survival study. *Oecologia*, 104: 316-322.
- Früst, M.A., Nash, D.R. (2010): Host ant independent oviposition in the parasitic butterfly *Maculinea alcon*. *Biology Letters*, 6: 174–176.
- Hahn, D.A., Wheeler, D.E. (2002): Seasonal Foraging Activity and Bait Preferences of Ants on Barro Colorado Island, Panama1. *Biotropica*, 34(3): 348-356.
- Hill, J.K., Thomas, C.D., Lewis, O.T. (1996): Effects of habitat patch size and isolation on dispersal by *Hesperia comma* butterflies: implications for metapopulation structure. *Journal of Animal Ecology*, 65: 725–735.
- Hölldobler, B., Wilson, E.O. (1990): The ants. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1-732.
- Jordano, D., Rodriguez, J., Thomas, C.D., Haeger, J.F. (1992): The distribution and density of a lycaenid butterfly in relation to *Lasius* ants. *Oecologia*, 91: 439-446.
- Jutzeler, D. (1989): Kan das Weibchen von *Plebejus argus* (Linnaeus 1761) Ameisen riechen? (Lepidoptera, Lycaenidae). *Mitt. Entomol. Ges. Basel.*, NF 39: 150-159.
- Jutzeler, D., Rákosy, L., Bros, E. (1997): Observation et élevage de *Pseudophilotes bavius* (Eversmann, 1832) des environs de Cluj; distribution de cette espèce en Roumanie. Une nouvelle plante nouricière de *Colias alfacariensis* (Ribbe, 1905). *Bulletin de la Société Entomologique de Mulhouse*, Avril- Juin: 23 – 30.
- Kéry, M., Matthies, D., Fischer, M. (2001): The effect of plant population size on the interactions between the rare plant *Gentiana cruciata* and its specialized herbivore *Maculinea rebeli*. *Journal of Ecology*, 89: 418–427.
- König F. (1986): Date morfologice, biologice și ecologice referitoare la *Philotes bavius hungaricus* DIÓSZEGHY, 1913 (Lepidoptera, Lycaenidae), *Lucr.IV-a Conf. Naț. Ent. Cluj-Napoca*, 175-182.
- Körösi, A., Orvösy, N., Batáry, P., Kövér, S., Peregovits, L. (2008): Restricted within-habitat movement and time-constrained egg laying of female *Maculinea rebeli* butterflies. *Oecologia*, 156(2): 455–64.

- Leimar, O., Axén, A.H. (1993): Strategic behaviour in an interspecific mutualism: interaction between lycaenid larvae and ant. *Animal Behaviour*, 46: 1177–1182.
- Markin, G.P. (1970): The seasonal life cycle of the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Hymenoptera: Formicidae), in southern California. *Annals of the Entomological Society of America*, 63(5): 1238-1242.
- Németh, F. (1990): Száras növények. In: Rakonczay, Z. (ed.) (1990) *Vörös Könyv*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 265-321.
- Nowicki, P., Witek, M., Skórka, P., Woyciechowski, M. (2005): Oviposition patterns in the myrmecophilous butterfly *Maculinea alcon* Denis & Schiffermüller (Lepidoptera: Lycaenidae) in relation to characteristics of foodplants and presence of ant hosts. *Polish Journal of Ecology*, 53: 409–417.
- Pickens, B.A., Root, K.V. (2008): Oviposition strategy and behavior of the Karner blue butterfly, *Lycaeides melissa samuelis* (Lycaenidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 62(3): 130–132.
- Pierce, N.E., Braby, M.F., Heath, A., Lohman, D.J., Mathew, J., Rand, D.B. Travassos, M.A. (2002): The ecology and evolution of ant association in the Lycaenidae (Lepidoptera). *Annual Reviews of Entomology*, 47: 733-771.
- Pierce, N.E., Elgar, M.A. (1985): The influence of ants on host plant selection by *Jalmenus evagoras*, a myrmecophilous lycaenid butterfly. *Behavioral, Ecology and Sociobiology*, 16(3): 209–222.
- Rákósy, L. (2003): Lista roşie pentru fluturii diurni din România. – Buletin informare Societatea Lepidopterologică Română 13 (1-4): 9–26.
- Rákósy, L. (2013): *Fluturii de zi din România. Cunoaştere, protecţie, conservare*. Editura MEGA, Cluj-Napoca.
- Rákósy, L., Goia, M., Kovács, Z. (2003): Catalogul Lepidopterelor României - Verzeichnis der Schmetterlinge Rumäniens, Societatea Lepidopterologică Română, Cluj-Napoca.
- Robbins, R.K. (1991): Cost and evolution of a facultative mutualism between ants and lycaenid larvae (Lepidoptera). *Oikos*, 62: 363–369.
- Seufert, P., Fiedler, K. (1996): The influence of ants on patterns of colonization and establishment within a set of coexisting lycaenid butterflies in a south-east Asian tropical rain forest. *Oecologia*, 106(1): 127-136.
- Simon, T. (1992): *A magyarországi edényes flóra határozója, Harasztok – Virágos növények*. Tankönyvkiadó, Budapest, 891.

- Sudd, J.H., Franks, N.R., (1987): The behavioural ecology of ants. Blackie & Son Ltd.; Glasgow and London. pp. 1-206.
- Székely, L. (1994): Des nouveautés concernant la faune de lépidoptères des sud-ouest de la Doubroudga. *Sargetia Acta Musei Devensis*, 16: 139-144.
- Talavera, G., Lukhtanov, V.A., Pierce, N.E., Vila, R. (2013): Establishing criteria for higher-level classification using molecular data: the systematics of *Polyommatus* blue butterflies (Lepidoptera, Lycaenidae). *Cladistic*, 29: 166-192.
- Thomas, J.A. (1995): The ecology and conservation of *Maculinea arion* and other European species of large blue butterfly. In: Pullin, A.S. (ed.): Ecology and conservation of butterflies. Chapman and Hall, London, pp. 180–197.
- Vojnits, A.M. Ács, E. (1995): A population of the hungarian zephyr blue, *Plebejus sephirus kovacsi* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Holarctic Lepidoptera*, 2: 23–26.
- Webb, R.M., Pullin, S.A. (2000): Egg distribution in the large copper butterfly *Lycaena dispar batavus* (Lepidoptera: Lycaenidae): Host plant versus habitat mediated effects. *European Journal of Entomology*, 97: 363–367.
- Weeks, J.A. (2003): Parasitism and ant protection alter the survival of the lycaenid *Hemiargus isola*. *Ecological Entomology*, 28(2): 228–232.
- Witek, M., Barbero, F., Markó, B. (2014): Myrmica ants host highly diverse parasitic communities: from social parasites to microbes. *Insectes Sociaux*, 61: 307–323 (2014).

9. Lista lucrărilor științifice

List of scientific publications from the topic of the thesis

1. **Német, E.**, Czeker, Zs., Markó, B., Rákósy, L. (2015): Myrmecophily and host plant preference in the protected and endemic Transylvanian Blue (*Pseudophilotes bavus hungarica*) butterfly (Lepidoptera: Lycaenidae). *Insect Conservation Diversity* (submitted) **IF: 2.17**
2. **Német, E.**, Ruprecht, E., Gallé, R., Markó, B. (2015) Abandonment of crop lands leads to different recovery patterns for ant and plant communities in Eastern Europe. *Community Ecology*, (under review). **IF: 1.21**
3. **Német, E.**, Markó, B., Rákósy, L. (2015): Myrmecophily and host plant preference in the protected Zephyr blue (*Kretania sephirus*) butterfly. *Entomologica Romanica* (accepted).
4. **Német, E.** (2015) Hangyabarátok és -ellenségek: mirmekofília a boglárkalepkéknél. *Acta Scientiarum Transylvanica, Biologia* (accepted).
5. Csata, E., Czeker, Zs., Erős, K., **Német, E.**, Hughes, M., Csósz, S., Markó, B. (2013): Myrmecopathogenic fungi in Romania: list of species, distribution and host range. *North-Western Journal of Zoology* 9 (1): 23-29. **IF: 0.747**

Other scientific publications from myrmecology

1. Markó, B., Csata, E., Erős, K., **Német, E.**, Czeker, Zs., Rózsa, L. (2015) Distribution of the myrmecoparasitic fungus *Rickia wasmannii* (Ascomycota: Laboulbeniales) across colonies, individuals, and body parts of *Myrmica scabrinodis*. *J. of Invertebrate Pathology*, (under review) **IF: 2.11**
2. **Német, E.**, Czeker, Zs., Tăușan, I., Markó, B. (2013): Contribution to the knowledge of the myrmecofauna the Cefa Nature Park (North-Western Romania). *Acta Scientiarum Transylvanica, Biologia*, 20(1):61-84.
3. **Német E.**, Szász-Len A.-M., Markó B. (2011): Adatok a vaslábi védett Fenékláp és Szenéte (Gyergyói medence, Hargita megye) környékének hangyafaunájához In: Markó, B. and Sárkány Kiss, E. (eds.): A Gyergyói medence: egy mozaikos táj természeti értékei.

Kolozsvári (Contribution to the knowledge of the myrmecofauna of the surroundings of Senetea and of the protected Mlaștina după Luncă marsh of Voșlobeni (Giurgeului Depression, Harghita County) Presa Universitară Clujană.

Participation at national and international conferences

Participation at international conference

1. **Német, E.**, Markó, B., Rákósy, L. (2015): Myrmecophilous relationships and host plant preference in the protected and endemic Transylvanian Blue (*Pseudophilotes bavius* ssp. *hungarica*. IV Central European Meeting of IUSSI, March, Lichtenfels, Germany
2. **Német, E.**, Csata, E., Markó, B., Rákósy, L. (2014): A védett és endemikus erdélyi csinosboglárka lepke (*Pseudophilotes bavius* ssp. *hungarica* Diószeghy, 1913) mirmekofil kapcsolatai és tápnövény preferenciája. Természetvédelmi Biológia Konferencia (Conservation Biology Conference), November, Szeged, Hungary.
3. Czekes, Zs., Erős K., Maák I., Pálfi Zs. Benedek K., **Német E.**, Markó B (2013): Density dependent effect of a *Formica exsecta* supercolony on diversity and structure of co-occurring ant community and foraging strategy of rivals. 5th Central European Workshop of Myrmecology 5-8 September, Innsbruck, Austria.
4. **Német, E.**, Markó, B., (2013): Short term changes in ant community structure along a successional gradient on abandoned old fields in Romania. 5th Central European Workshop of Myrmecology 5-8, September, Innsbruck, Austria.
5. Csata E, Erős K, Czekes Zs, **Német E**, Markó B (2012): Gazda-parazita viszony sajátosságai a *Rickia wasmannii* Cavara, 1899, ektoparazita gombafaj és *Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846 hangyagazda esetében: a gazda túlélési esélyei és viselkedésmódosulások (Hungarian) (Grooming behaviour of *Myrmica scabrinodis* infested by the fungus *Rickia wasmannii* (Ascomycetes: Laboulbeniales)) IX. MÖK September, Keszthely, Hungary.
6. Czekes, Zs., **Német, E.**, Csata, E., Erős, K., Markó B., (2012): A legyek, amelyek kifürkészték a hangyákat: *Microdon myrmicae* és *M. mutabilis* Erdélyben. – 4. Kárpát-

medencei Mürmekológus Szimpózium (Myrmecology Conference), July, Kisnamény, Hungary.

7. Markó, B., Csata, E., Erős, K., Czekes, Zs., **Német, E.**, (2011): The effect of the parasitic fungus *Rickia wasmanni* (Ascomycetes: Laboulbeniales) on the lifespan of its host ant *Myrmica scabrinodis* (Hymenoptera: Formicidae). - 4nd Central European Workshop of Myrmecology, 15-18 September, Cluj-Napoca.

8. Csata, E., Czekes, Zs., Erős, K., **Német, E.**, Markó, B., (2011): Myrmecopathogenic fungi in Romania. 4nd Central European Workshop of Myrmecology, 15-18 September, Cluj-Napoca.

9 Markó, B., Erős, K., **Német, E.**, Czekes, Zs., Csata, E., (2011): Prevalence and body part specificity of *Rickia wasmanni* Cavara in *Myrmica scabrinodis* Nyl. (Hymenoptera: Formicidae) in Romania – IUSI, 2nd Central European Meeting 25th-28th March, Osnabrück, Austria.

Participation at national conference

1. Német, E., Csata, E., Markó, B., Rákossy, L. (2015): Mirmekofil kapcsolatok és tápnövény preferencia a védett és endémikus erdélyi csinosboglárka lepkénél (*Pseudophilotes bavius* ssp. *hungarica*). Kolozsvári Biológus Napok, (Biology days in Cluj) 12-14 April, Cluj-Napoca.

2. Német, E., Markó, B. (2013): Hangyaközösségek szerkezetének rövidtávú változása felhagyott mezőségi szántóföldeken, XIV. Kolozsvári Biológus Napok (Biology days in Cluj) 12-14 April, Cluj-Napoca.

3. Kolcsár L.P, Erős K, Csata E, **Német E**, Markó B (2013): Vegetation survey of the Mlaștina după Luncă and the Piemont of Borzont protected marshlands in Giurgeu Depression (Romania) (in Hungarian). XIV. Kolozsvári Biológus Napok (Biology days in Cluj), 12-14 April, Cluj-Napoca.

4. Német, E., Markó, B. (2013): Schimbări în structura comunităților de furnici pe terenuri agricole abandonate în Câmpia Transilvaniei. BIOTA: BIODiversitate: Tradiții și Actualitate,

5. Csata E, Czekes Zs, Erős K, **Német E**, Markó B (2013) Fungi mirmecoparazitice din România: specii noi și distribuție. BIOTA: BIODiversitate: Tradiții și Actualitate November, Cluj-Napoca.

6. Markó, B., Erős, K., **Német, E.**, Czekes, Zs., Csata, E., (2011): Gazdafaj- és testtájspecificitás a *Rickia wasmannii* Cavara hangyaparazita gombafajnál (Ascomycetes: Laboulbeniales) (in Hungarian) Prevalence and body part specificity of *Rickia wasmannii* Cavara in *Myrmica scabinodis* Nyl. (Hymenoptera: Formicidae). – Biológus Napok (Biology days in Cluj), April, Cluj Napoca.