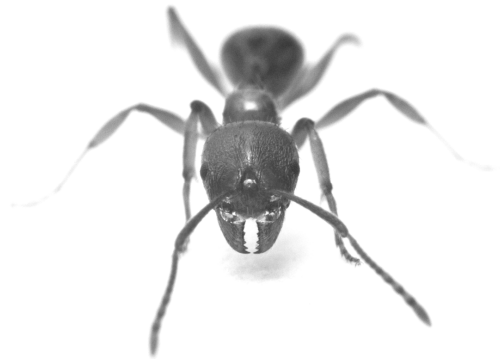


Szegedi Tudományegyetem
Természettudományi és Informatikai Kar
Környezettudományi Doktori Iskola
Ökológiai Tanszék

**Szubmediterrán erdei hangyaközösségek
(Hymenoptera: Formicidae) tér- és időbeli szerveződése**

Doktori (PhD) értekezés tézisei



Lőrinczi Gábor

témavezető:

Prof. Dr. Gallé László

professor emeritus, SZTE, Ökológiai Tanszék

Szeged

2014

1. Bevezetés

A kompetíciót hagyományosan az egyik legfontosabb közösség-szervező mechanizmusként tartják számon a hangyáknál, amelynek bizonyítékként elsősorban a táplálékkereső dolgozók, ill. kolóniák közötti interferencia jellegű viselkedések, valamint az egyes fajok előfordulásának tér- és/vagy időbeli mintázatának jellegzetességei szolgálnak. Ezek közül kiemelendő többek között a dominancia hierarchiák megléte, a territorialitás és ennek különböző megjelenési formái (pl. az ún. „hangyamozaikok”), a dominancia és diverzitás kapcsolata, valamint az inváziós fajoknak a natív hangyaközösségekre gyakorolt hatása.

Az egymással versengő fajok tartós együttélését, és ennek megfelelően a lokális diverzitás fenntartását ugyanakkor számos kompenzáló mechanizmus segítheti elő, amelyek közül leginkább a különböző, dominanciával kapcsolatos csereviszonyok, valamint a készletek tér- és/vagy időbeli felosztása tűnik a leginkább meghatározónak, de emellett a kompetitív interakciók kimenetelét befolyásoló más egyéb tényezők (pl. a parazitoidok jelenléte, az élőhely komplexitásának mértéke, a táplálékforrás típusa, stb.) szerepe is ugyancsak fontos lehet.

A különböző, agresszióval társult viselkedésformákon kívül mindamellett külön figyelmet érdemelnek más egyéb, a kompetíció szempontjából releváns viselkedésbeli mechanizmusok is. Ilyen pl. az eszközhasználat, amely nagyban megnövelheti az eszközhasználó faj kompetíciós sikerét, valamint a különböző hemipterákkal (növénytetvekkkel és kabócákkal) való trofobiotikus kapcsolat, amely nem csupán viselkedésbeli változásokat indukálhat a hangyagazdában, hanem azáltal, hogy nagyban hozzájárulhat az ökológiailag domináns fajok sikeréhez, indirekt módon a teljes közösség szerveződését is jelentős mértékben meghatározhatja.

2. Célkitűzések

A dolgozatomban bemutatott vizsgálatok fő célja két szubmediterrán erdei hangyaközösség összetételének, ill. tér- és időbeli szerveződésének feltárása volt. Alaphipotézisem szerint a különböző készletekért (fészkelőhelyekért és/vagy

táplálékért) folyó kompetíció meghatározó a vizsgált közösségek szerveződésében, amely többek között (1) a fészkek szegregált diszpergáltságában, ill. térbeli eloszlásuk egyenletességének fokozatos növekedésében, (2) a fészkek términtázatának denzitástól való függésében, (3) a különböző, készlethasználattal, ill. hőmérsékleti toleranciával kapcsolatban álló csereviszonyok meglétében, (4) az egyes fajok táplálékkereső dolgozóinak tér- és/vagy időbeli (napi és/vagy szezonális) elkülönülésében, valamint (5) a lineáris (tranzitív) dominancia hierarchiák kialakulásában fog megmutatkozni.

A fentebb vázolt két nagyobb volumenű, közösségi jellegű vizsgálataimon túl egyéb, kisebb kutatásaim a vizsgált közösségek két meghatározó fajára, a *Prenolepis nitens*re és az *Aphaenogaster subterraneá*ra irányultak. Előbbi faj esetén ennek téli aktivitását, míg utóbbinál a táplálékszállítás során alkalmazott eszközhasználatát, valamint a *Reptalus panzeri* recéskabóca fajjal való asszociációját vizsgáltam.

3. Anyag és módszerek

3.1. Vizsgálati élőhelyek

Vizsgálataimat a Dunántúli-középhegységben, a Balaton-felvidék két erdős élőhelyén végeztem. Az első vizsgálati terület, a Péter-hegy a Balaton-felvidék középső részén, Csopaktól Balatonfüred-Arácsig húzódik délnyugati irányban mintegy 2 km hosszúságban, míg a második, a Mogyorós-hegy előbbitől légvonalban kb. 17 km-re, északkeletre fekszik Litér és Királyszentistván községek között. A terepi vizsgálatokra mindkét területen a hegyek déli fekvésű lejtőin került sor.

A Péter-hegy déli lejtőjét karsztbokorerdő (*Cotino-Quercetum pubescentis*) és molyhos tölgyes (*Vicio sparsiflorae-Quercetum pubescentis*) mozaikja borítja, benne molyhos tölgyvel (*Quercus pubescens*) és virágos kőrissel (*Fraxinus ornus*) mint domináns fafajokkal, míg a Mogyorós-hegy déli lejtőjének erdei lombosfákkal (többnyire virágos kőrissel) különböző mértékben elegyes feketefenyő (*Pinus nigra*) állományokból állnak.

3.2. Terepi vizsgálatok

Vizsgálataim során a hangyafészkeket mindkét élőhelyen 3-3 véletlenszerűen elhelyeztettem, 7 m × 7 m-es kvadrátban térképeztem 2010 tavasztól ősziig négy különböző időszakban. A felvételezések során a kvadrátok területét a talaj felsőbb rétegétől az avarrétegen át egészen a földre hullott korhadt faágakig, gallyakig, ill. termésekig (pl. makk), gubacsokig és üres csigaházakig alaposan átvizsgálva térképeztem fel az itt fészkelő hangyakolonniákat, rögzítve az egyes fészkek koordinátáit, ill. feljegyezve a fészkelőhely típusát is (kő alatt, talajban, avarban, stb.).

A csalétkes vizsgálatokat a fészektérképezéshez hasonlóan mindkét élőhelyen négy különböző időszakban, 2011 tavasztól ősziig végeztem. Csaliként mézet és tonhalat használtam, ezzel megadva a szénhidrátban gazdag és fehérjedús táplálékforrás közötti választás lehetőségét a látogató hangyák számára. Az egyes vizsgálatok alkalmával összesen 30 csalétket használtam, amelyeket három csoportban, véletlenszerűen helyeztem el, egymástól kb. 15-15 m-re. Minden egyes csalétkecsoport 5-5 talajra, ill. 5-5 fára, mellmagasságban elhelyezett csalétekből állt, egyenként kb. 3 m-es térközökkel elválasztva egymástól. A felvételezések a tavasztól nyár végéig tartó időszakban 12 órán át (7:00-19:00), az őszi időszakban pedig 10 órán át (8:00-18:00), óránként történtek 7:00-ás, ill. 8:00-ás kezdéssel, mintegy háromnegyed órával a csalétkes kihelyezése után. A kb. 1 perces észlelések során minden egyes csalétkes azonosítottam a rajtuk megjelenő hangyákat, rögzítettem az egyedszámukat, feljegyeztem a tartózkodási helyüket, és az alábbi viselkedésformákat különítettem el: (1) a csalin táplálkozik ("eszik"); (2) különösebb tevékenység nélkül tartózkodik a csalétkes ("jelen"); (3) más faj/kolónia egyedével/egyedeivel szemben támadólag lép fel ("agresszív"); (4) egy másik faj/kolónia egyedének/egyedeinek jelenléte vagy agresszív megnyilvánulása miatt a csalétket elhagyni kényszerül ("menekül"). A felvételezésekkel párhuzamosan óránként mértem a talajfelszíni léghőmérsékletet és kb. 15 cm mélyen a talajhőmérsékletet digitális termométer segítségével.

A *P. nitens* téli aktivitásának vizsgálatára 2012 decembere és 2013 márciusa között hét alkalommal került sor a füredi tölgyesben csalétkes és kiskvadrátos

mintavételezés segítségével. A csalétkezés módja, a csalétek száma, elhelyezése, stb. az előző bekezdésben leírtakkal azonos volt, ill. azonos módon történt, azonban rövidebb, 5 órás (10:00-15:00) óránkénti felvételezésekkel. A talajfelszínen mozgó, táplálékkereső dolgozók aktivitását emellett három, véletlenszerűen kijelölt, egymástól kb. 15-15 m-re lévő 50 cm × 50 cm-es kiskvadrátban becsültem, amelyekben óránkénti három perces megfigyelésekkel regisztráltam az áthaladó egyedek számát, ill. adott esetben az általuk szállított zsákmányállat típusát. A csalétkes és kiskvadrátos felvételezésekkel párhuzamosan itt is óránkénti rögzítésre került mind a talajfelszíni-, mind pedig a talajhőmérséklet a fentebb már leírt módon.

Az *A. subterranea* eszközhasználó viselkedését 2013 augusztusában négy alkalommal vizsgáltam csalétkes mintavételezés segítségével a litéri fenyvesben. Csaliként mézet és petrolátumot használtam, utóbbit annak a kérdésnek a tesztelésére, hogy vajon egy (fél)folyékony, ugyanakkor tápláléknak nem minősülő, ám potenciális veszélyt (pl. a dolgozók belefulladásának, beleragadásának lehetőségét) jelentő anyag is kiváltja-e a hasonló halmazállapotú táplálékforráson tapasztalt reakciókat és viselkedésformákat a kérdéses faj dolgozóiból. Az egyes vizsgálatok alkalmával összesen 20, talajon elhelyezett csalétket használtam, amelyeket négy csoportban, véletlenszerűen helyeztem el, egymástól kb. 15-15 m-re. Minden egyes csalétekcsoporthoz 5-5, egyenként kb. 3 m-es térközökkel elválasztott csalétekből állt. A felvételezések a reggeli órákban, 4 órán át (6:20-10:20) 20 perces időközönként történtek 6:20-as kezdéssel, mintegy háromnegyed órával a csalétek kihelyezése után. A kb. 1 perces észlelések során minden egyes csalétken rögzítettem a látogató dolgozók egyedszámát, feljegyeztem ezek tartózkodási helyét, ill. az alábbi viselkedésformákat különítettem el: (1) a csalin táplálkozik ("eszik"); (2) különösebb tevékenység nélkül tartózkodik a csalétken ("jelen"); (3) „eszközt” hord rá a csalira ("hord"); (4) egy már előzőleg a csalira ráhordott „eszköz” helyzetét módosítja ("igazgat"); (5) egy már előzőleg a csalira ráhordott „eszközt” szállít el a csalétekről a fészek irányába ("szállít").

A *R. panzeri* hangyákkal való asszociációját 5-5, egyenként 3 m × 3 m-es, véletlenszerűen elhelyezett kvadrátok segítségével vizsgáltam 2011 tavaszától ősziig öt alkalommal a füredi tölgyesben. A kvadrátok területét, beleértve a talaj felsőbb

rétegét, az avarréteget, a nagyobb, földre hullott korhadt faágakat, valamint a fák, cserjék gyökereit alaposan átvizsgálva térképeztem fel az itt fészkelő hangyakolóniákat, ill. a hangyákkal esetlegesen nem asszociáló kabócanimfákat. Minden egyes, kvadrátban regisztrált hangyakolónia esetében az alábbi paraméterek kerültek feljegyzésre: (1) a fészkelőhely típusa (kő alatt, talajban, avarban, faágakban, stb.); (2) a dolgozók/ivadékok hozzávetőleges száma, ill. a fészkek kiterjedése alapján becsült relatív kolóniaméret (kis, közepes, nagy); (3) a kabócanimfák jelenléte/hiánya, jelenlét esetén ezek száma, a testnagyság (kicsi, közepes, nagy) alapján becsült fejlődési stádiuma, valamint a fészken belüli lokalizációja; (4) a kabócanimfák számára potenciális táplálékul szolgáló, a kérdéses hangyafészket gyökereikkel átszövő fák és cserjék faji hovatartozása. A terepi vizsgálatot követően három alkalommal gyűjtöttem be *A. subterranea* kolóniatöredékeket a fészkekből származó, de a hangyáktól elszeparált kabócanimfákkal együtt. A begyűjtést követő néhány órán belül a kabócanimfákat Petri-csészébe helyeztem némi fészkekanyaggal, ill. gyökérdarabokkal együtt, majd ezután egyesével hangyadolgozókat engedtem a nimfák közelébe és figyeltem mindkét fél reakcióját.

3.3. Adatelemzés

A hangyafészkek térmentázatának elemzéséhez a Clark-Evans-féle legközelebbi szomszéd analízis módszerét alkalmaztam, amelyet az abundánsabb (kvadrátonként ≥ 9 fészkekkel rendelkező) fajok fészkei mellett az egyes kvadrátokban regisztrált összes fészkekre is elvégeztem. Az előbbieket esetében az *R* indexet mind intraspecifikusan, a legközelebbi konspecifikus fészekszomszéd távolságokra, mind pedig a legközelebbi szomszédok identitásának figyelmen kívül hagyásával vett fészektávolságokra kiszámoltam. Annak eldöntésére, hogy az egyes fajok az azonos vagy az eltérő fajú kolóniák fészkeinek közelségét preferálják-e, ill. hogy ebben kimutatható-e szezonális különbség, mind a négy, tavasztól ősziig tartó periódusban összehasonlítottam a legközelebbi konspecifikus és heterospecifikus fészekszomszéd távolságokat, valamint ezeket külön-külön az egyes időszakok között is. Ezeket az összehasonlításokat

szintén mind az egyes, abundánsabb fajok fészkeire, mind pedig az egyes kvadrátokban regisztrált összes fészekre elvégeztem.

A csalétkeket gyakrabban és nagyobb számban látogató fajpárok közötti, csalétkeken mutatott tér- és időbeli átfedés mértékének megállapításához null-modell analíziseket végeztem. Az időbeli (napi-, ill. szezonális) átfedés mértékének meghatározása a Renkonen-féle hasonlósági index, a térbeli átfedés, azaz a csalétkeken való együttes előfordulás mértékének meghatározása pedig C-score analízis segítségével történt. A csalétkeket látogató gyakoribb fajok felfedező képességének összehasonlításához az alábbiakat számoltam ki: (1) a látogatott csalétkek azon hányada, ahol az illető faj elsőként jelent meg; (2) a tartósan elfoglalt csalétkek azon hányada, ahol az illető faj elsőként jelent meg; (3) a csalétkek felfedezési ideje, függetlenül attól, hogy az illető faj az adott csalétken elsőként jelent meg vagy sem. A táplálkozási hatékonyságot a táplálkozó egyedek és a csalétken tartózkodó összes egyed hányadosával jellemeztem, és külön-külön a kétféle táplálékforrásra nézve hasonlítottam össze az egyes gyakoribb fajpárok között. A más fajokkal gyakrabban előforduló, ill. kölcsönható (≥ 10 kizárással végződő interakcióban résztvevő) fajok interspecifikus interakcióinak összehasonlításához az alábbi kölcsönhatástípusokat különítettem el: (1) más faj(ok)/kolóniák egyedeivel való konfrontációmentes együttes jelenlét a csalétken ("koegzisztencia"); (2) a csalétekről való kizáráshoz nem vezető, kölcsönös agresszióval (pl. harccal) vagy azzal nem járó bármilyen agresszív megnyilvánulás (pl. harapás, méreg-/riasztóanyag kibocsátása, stb.) ("agresszió"); (3) egy másik faj/kolónia egyedének/egyedeinek kizárása a csalétekről passzív vagy agresszív módon ("kizárás"); (4) egy másik faj/kolónia egyedének/egyedeinek jelenléte vagy agresszív megnyilvánulása által kiváltott menekülés a csalétekről ("menekülés"). A dominancia rangsorrendjének megállapításához a ≥ 10 kizárással végződő interakcióban résztvevő fajok esetében az ún. dominancia indexet használtam. A dominancia-hierarchiák linearitásának meghatározása a Landau-féle linearitási index segítségével történt. A hierarchia linearitásának szignifikanciáját de Vries randomizációs eljárásával teszteltem.

4. Főbb eredmények

4.1. Fészkek denzitásának és diszpergáltságának tér-idő mintázata

A kvadrátos felvételezések során a füredi tölgyesben összesen 9 hangyafaj 427 fészket, míg a litéri fenyvesben 15 faj 351 fészket sikerült regisztrálni. A legabundánsabb, leggyakoribb fajok a füredi tölgyesben a *P. nitens* és az *A. subterranea*, míg a litéri fenyvesben az *A. subterranea*, ill. a *Lasius emarginatus* és a *Formica fusca* voltak.

Az előzetes hipotézisekkel szemben a két élőhelyen (1) az egyes, abundánsabb fajok fészkei intraspecifikusan többnyire véletlenszerű diszpergáltságot mutattak, és a legtöbb esetben hasonlóképpen véletlenszerűnek bizonyult az egyes kvadrátokban regisztrált összes fészkek térmentázata is; (2) egyetlen esetet leszámítva a fészkek denzitása és diszpergáltsága között nem volt kimutatható szignifikáns pozitív összefüggés; (3) a fészkek térbeli eloszlásának egyenletessége nem növekedett az évad során, sőt, a fészektérmentázat vagy alapvetően nem is változott jelentősen (litéri fenyves), vagy éppen szegregáltból ment át véletlenszerűbe (füredi tölgyes). Összességében interspecifikusan többnyire a fészkek erőteljes aggregációja volt jellemző, és ezzel együtt a legközelebbi heterospecifikus szomszéd távolságok is rendre szignifikánsan kisebbnek bizonyultak a legközelebbi konspecifikus szomszéd távolságoknál.

A legközelebbi fészekszomszéd távolságok mindkét élőhelyen többnyire jelentős ingadozást mutattak az évad során, amely, bár az egyes, abundánsabb fajok esetében viszonylag egyedi módon és mértékben mutatkozott meg, rendszerint a fészekszomszéd távolságok megnövekedését jelentette, szoros összefüggésben a fészkek tavasztól ősziig való denzitáscsökkenésével. Két faj, a *P. nitens* és a *L. emarginatus* esetében azonban ettől jelentős mértékben eltérő trend volt megfigyelhető; míg előbbinél a fészkek denzitása tavasszal, ill. nyár végén és ősszel volt a legnagyobb, addig utóbbinál a nyár elején érte el maximumát. Minthogy mindkét faj családkeken mutatott aktivitása is ugyanezen periódusokban volt a legnagyobb, a szezonális expanzió legvalószínűbb oka az lehet, hogy ezen fajok

kolóniái az év bizonyos szakában több, különálló fészket elfoglaló alegységre fragmentálódnak, vagy ezen időszakokban a dolgozók több fészkekijáratot is megnyitnak, ezáltal növelve meg a kolónia táplálkozási területét, ill. csökkentve le a keresési időt és a dolgozók által a táplálékforrás és a fészek között megtett távolságokat.

A fészkek többnyire véletlenszerű térbeli eloszlását, ill. a denzitásfüggő diszpergáltság hiányát magyarázhatja, hogy (1) ezeken az élőhelyeken az alkalmas fészkelőhelyek nem jelentenek limitáló tényezőt, így ezek abundanciája és diszpergáltsága határozza meg a fészkek términtázatát; (2) a kolóniák mortalitása nem denzitástól függő, hanem térben random, amely véletlenszerű diszpergáltságot eredményez függetlenül attól, hogy a fészkek términtázata eredetileg milyen volt; (3) a különböző környezeti tényezők közvetlenül vagy közvetetten, a különböző denzitásfüggő folyamatokon keresztül hatva befolyásolják a fészektérmintázat jellegét; (4) a kolóniák bizonyos időközönkénti relokációja a szezonális polidómiával együtt nagyfokú instabilitás ad a fészkek términtázatának, amelynek relatíve gyors ütemű változása meggátolja a kolóniák közötti szorosabb kölcsönhatások kialakulását.

4.2. Táplálékszerzés tér-idő mintázata

A füredi tölgyesben végzett csalétkezések során 12 hangyafaj több mint 100 ezer egyedet sikerült regisztrálni, amelyek közül a legabundánsabb (legnagyobb egyedszámmal előforduló) és leggyakoribb (legtöbb csalétket elfoglaló) faj a *P. nitens* volt. A litéri fenyvesben a csalétkes vizsgálatok során 13 faj közel 20 ezer egyede került felvételezésre, ezek közül a legabundánsabb faj az *A. subterranea*, míg a leggyakoribb a *F. fusca* volt.

A csalétkes kísérletek során a felállított hipotézisekkel szemben (1) sem a dominancia-forrásfelfedezés trade-off, sem a dominancia-hőmérsékleti tolerancia trade-off meglétét nem sikerült igazolni, és emellett (2) a csalétkeket látogató gyakoribb fajok napi aktivitásában sem volt kimutatható jelentős elkülönülés.

Az évszakos elkülönülés leginkább a füredi tölgyesben látszott meghatározónak, ahol az élőhely két ökológiailag domináns faja, az *A. subterranea* és

a *P. nitens* szezonális aktivitásában a vártnál jelentősen kisebb mértékű átfedés volt kimutatható. Míg előbbi szezonális aktivitásának csúcsát a nyár elején érte el, addig utóbbi a hűvösebb tavaszi és őszi időszakban bizonyult a legaktívabbnak.

A térbeli elkülönülés jelentőségét látszott igazolni mindkét élőhelyen, hogy (1) a csalétkeken regisztrált fajok jelentős mértékben különböztek a tekintetben, hogy a talajon vagy fákon elhelyezett csalétkeket látogatták-e nagyobb arányban, valamint (2) számos gyakoribb fajpáros esetében a csalétkeken való együttes előfordulás mértéke a vártnál szignifikánsan kisebb volt azokra az időszakokra nézve, amikor az illető fajpáros mindkét tagja viszonylag nagyobb aktivitást mutatott.

Annak ellenére, hogy a dominancia rangsorrendje alapján a domináns és szubordinált fajok mindkét élőhelyen viszonylag jól elkülönültek egymástól, a dominancia-hierarchia linearitása egyik esetben sem különbözött szignifikánsan a véletlenszerűtől, amely alighanem a nem ismert dominanciaviszonyok viszonylag nagy számának tudható be, lévén bizonyos fajpárok tagjai az erős térbeli szegregáció és/vagy a kevésbé gyakori előfordulásuk miatt nem konfrontálódtak a csalétkeken.

A legtöbb agresszív megnyilvánulás és csalétekről való kizárás mindkét élőhelyen az *A. subterranea*-hoz volt köthető. A faj ezeken az élőhelyeken mutatott nagyfokú viselkedésbeli dominanciájára (1) nagy lokális abundanciája, ill. gyakori előfordulása (azaz számbeli dominanciája), (2) a hasonló viselkedésbeli dominanciát mutató fajoktól (pl. *P. nitens*, *L. emarginatus*) való tér- és/vagy időbeli (szezonális) elkülönülése, valamint (3) az agresszív, territoriális fajok (füredi tölgyes: *Liometopum microcephalum*, *Crematogaster schmidtii*; líteri fenyves: *Formica pratensis*) csekély mértékű jelenléte és/vagy hatása szolgálhat magyarázatul. A faj általános sikeréhez a fentiek mellett nagyban hozzájárulhat az alább tárgyalt sajátos eszközhasználó viselkedése, valamint a *R. panzeri* recéskabócafajjal való szoros asszociációja is.

4.3. *Prenolepis nitens* téli aktivitása

Vizsgálataim alapján észak-amerikai testvérfajához, a *Prenolepis imparis*hoz hasonlóan a *P. nitens* sem vonul valódi hibernációba a téli hónapokra, hanem aktivitását más szüntopikus fajoktól eltérően egész télen megőrzi. A felvételezések

során a legalacsonyabb talajfelszíni hőmérséklet, ill. talajhőmérséklet, amelyen a dolgozók már aktívak voltak mindössze 1,3 °C, ill. 2,5 °C volt a csalétkes, és 0,9 °C, ill. 2,5 °C a kiskvadrátos felvételezések során. Téli aktivitása során elsősorban a talajhőmérséklet tűnik a faj számára a leginkább meghatározónak.

A nagyfokú hidegtűrő képesség előnye, hogy amellet, hogy ezen ún. kriofil fajok elkerülhetik potenciális kompetítoraikat, táplálkozási sikerüket is nagyban megnövelhetik azáltal, hogy táplálékukat az alacsony hőmérséklet következtében elpusztult vagy inkapacitált zsákmányállatokkal egészíthetik ki.

4.4. *Aphaenogaster subterranea* eszközhasználata

Az *A. subterranea* táplálékforráson mutatott eszközhasználatát alapvetően három, időben elkülönülő, rendszerint más-más dolgozók által végzett fázisra lehetett felosztani: (1) a ráhordási fázis során a dolgozók egyesével, többször fordulva hordták rá a kiválasztott „eszközöket” a folyékony táplálékra, egészen addig, míg annak teljes felszínét be nem fedték velük; (2) a pozícionálási fázis során a dolgozók aszerint módosították a táplálékra hordott „eszközök” pozícióját, hogy azok minél jobban átítatódjanak, ill. minél több táplálék tapadjon meg a felszínükön; míg (3) az elszállítási fázis során a táplálékkal már kellőképpen átítatottak, ill. bevontnak ítélt „eszközöket” a dolgozók a csalilapról a fészek irányába szállították el.

Az „eszközökkel” foglalatосkodó dolgozók egyedszáma a csalin táplálkozó és különösebb tevékenység nélkül jelenlévő dolgozókénál szignifikánsan kisebbnek bizonyult, ugyanakkor a kettő között viszonylag erős pozitív korreláció volt kimutatható, azaz minél több dolgozó jelent meg a csalétkeken, rendszerint annál több mutatott valamely eszközhasználattal kapcsolatos viselkedési formát.

A dolgozók „eszközként” talajszemcséket és különböző, könnyebben mozgatható növényi törmelékanyagokat (pl. fenyőtű-, toboz- vagy kéregdarabokat) használtak fel, amelyeket a ráhordást végző dolgozók mindig közvetlenül a csalétkek mellől gyűjtöttek be.

A csalétkek 60%-án a dolgozók a felvételezés ideje alatt a petrolátumra is végeztek ráhordást, azonban egyetlen esetben sem olyan mennyiségben vagy intenzitással, mint a táplálékforrásul szolgáló mézcseppekre.

Az eszközhasználat ezen formájának fő adaptációs előnye lehet (1) a táplálékforrás hathatósabb védelme, (2) a folyékony táplálék hatékonyabb szállítása, valamint (3) a más fajokkal való ütközés elkerülésének lehetősége.

4.5. *Aphaenogaster subterranea* asszociációja recéskabócákkal

A hangyafészkeken belül talált kabócanimfák jelentős többsége (96%) az *A. subterranea* fészkeiből került elő, ahol átlagos számuk 3,42 ($\pm 2,84$) volt, a legnagyobb regisztrált nimfacsoport 12 egyedből állt. A fészkeikben talált nimfák egyedszáma tekintetében a különböző nagyságú *A. subterranea* kolóniák között nem volt kimutatható szignifikáns különbség.

Vizsgálataim alapján az *A. subterraneának* a *R. panzeri* nimfáival való kapcsolata feltehetőleg fakultatív jellegű, lévén ezen hangyafaj fészkeinek mindössze felében sikerült csak kabócanimfákat, ill. ezek korábbi jelenlétére utaló nyomokat találni. A *R. panzeri* részéről ugyanakkor a kapcsolat már inkább obligát jellegűnek tűnik, minthogy egyrészt a nimfák jelentős többsége hangyafészkekből került elő, másrészt pedig a fészken kívül talált nimfák is a legtöbb esetben az *A. subterranea* dolgozóival együtt voltak megfigyelhetőek.

Annak ellenére, hogy a vizsgálatok során sem mézharmatgyűjtés, sem más egyéb direkt kontaktus nem volt megfigyelhető az *A. subterranea* dolgozói és a *R. panzeri* nimfái között, mégis eléggé valószínűnek tűnik, hogy a kapcsolat közöttük mutualista jellegű, lévén (1) a hangyadolgozók nem mutattak zsákmányszerző vagy agonisztikus viselkedést a kabócanimfákkal szemben; (2) a nimfák, noha képesek védekezésképpen elugrani, egy esetben sem próbáltak elmenekülni a hangyák elől; (3) a hangyafészkeken kívül talált nimfák rendszeresen az *A. subterranea* dolgozóival együtt fordultak elő, egy alkalommal még akkor is, amikor a nimfák egy másik hangyafaj fészkében voltak jelen.

Az *A. subterranea* és a *R. panzeri* szoros asszociációja tehát, bár csupán közvetett bizonyítékok támasztják alá, az egyszerű együttélésen túl tényleges mutualista kapcsolatot is jelenthet a két faj között, ezáltal stabil mézharmatforrást és az ezzel járó előnyöket biztosítva az *A. subterranea* kolóniái számára ezeken az élőhelyeken.

5. A dolgozat témaköréből készült publikációk

Tudományos közlemények:

Lőrinczi G. (2014): Some notes on the tool-using behaviour of the ant, *Aphaenogaster subterranea* (Hymenoptera: Formicidae). *Tiscia* **40**, 17-24.

Lőrinczi G. (2012): A novel association between *Aphaenogaster subterranea* (Hymenoptera: Formicidae) and the nymphs of *Reptalus panzeri* (Hemiptera: Cixiidae). *European Journal of Entomology* **109**(4), 509-515.

Lőrinczi G. (2011): Density and spatial pattern of nests in sub-Mediterranean ground-dwelling ant communities (Hymenoptera: Formicidae). *Community Ecology* **12**(1), 51-57.

Lőrinczi G. (2009): Hangyafészkek denzitása és términtázata két szubmediterrán élőhelyen. In: Gallé L. (ed.): *Entomológia: kutatás, szemléletformálás, ismeretterjesztés*. Szeged, pp. 155-163.

Lőrinczi G. (2008): Hangyaközösségek (Hymenoptera: Formicidae) fajösszetétele és diverzitása Litér környéki szubmediterrán élőhelyeken. *Folia Musei Historico-Naturalis Bakonyiensis - A Bakonyi Természettudományi Múzeum közleményei* **25**, 89-99.

Előadások és poszterek megjelent kivonatokkal:

Lőrinczi G. (2013): Winter activity of the false honeypot ant, *Prenolepis nitens* (Mayr, 1853) in Hungary. In: *5th Central European Workshop of Myrmecology - Abstracts*. Innsbruck, Ausztria, 2013. szeptember 5-8., p. 87.

Lőrinczi G. (2012): Két szimpatrikus erdei hangyafaj, az *Aphaenogaster subterranea* és a *Prenolepis nitens* (Hymenoptera: Formicidae) táplálékszerzésének tér-idő mintázata. In: *9. Magyar Ökológus Kongresszus - Kivonatok*. Keszthely, Magyarország, 2012. szeptember 5-7., p. 67.

Lőrinczi G. (2012): Association of *Aphaenogaster subterranea* (Hymenoptera: Formicidae) with the nymphs of *Reptalus panzeri* (Hemiptera: Cixiidae). In: *5th Congress of the European Sections of the IUSI - Abstracts*. Montecatini Terme, Olaszország, 2012. augusztus 26-30., p. 91.

Lőrinczi G. (2012): Egy recéskabóca faj, a *Reptalus panzeri* (Hemiptera: Cixiidae) nimfáinak asszociációja *Aphaenogaster subterraneával* (Hymenoptera: Formicidae). In: *4. Kárpát-medencei Műrmekológiai Szimpózium - Kivonatok*. Kisnamény, Magyarország, 2012. július 30.-augusztus 4., p. 10.

Lőrinczi G. (2011): Seasonal structuring of sub-Mediterranean ground-dwelling ant communities. In: *4th Central European Workshop of Myrmecology - Abstracts*. Kolozsvár, Románia, 2011. szeptember 15-19., p. 8.

Lőrinczi G. (2010): Hangyafészkek denzitásának és términtázatának időbeli változása. In: *3. Kárpát-medencei Műrmekológus Szimpózium - Kivonatok*. Szenéte, Románia, 2010. szeptember 1-5., p. 10.

Lőrinczi G. (2009): Structure and organization of ant communities in two sub-Mediterranean habitats. In: *3rd Central European Workshop of Myrmecology - Abstracts*. Fraueninsel Chiemsee, Németország, 2009. október 8-10., p. 42.

Lőrinczi G. (2009): Hangyakolóniák términtázatának elemzése két szubmediterrán erdei élőhelyen. In: *8. Magyar Ökológus Kongresszus - Kivonatok*. Szeged, Magyarország, 2009. augusztus 26-28., p. 136.

Lőrinczi G. (2007): Ant assemblage composition and diversity in a set of sub-Mediterranean habitats. In: *2nd Central European Workshop of Myrmecology - Abstracts*. Szeged, Magyarország, 2007. május 17-19., p. 34.

Lőrinczi G. (2007): Hangyakolóniák términtázatának elemzése szubmediterrán gyepen és erdőben. In: *3. Szünzoológiai Szimpózium - Kivonatok*. Budapest, Magyarország, 2007. március 5-6., p. 35.

Lőrinczi G. (2006): A kompetíció szerepe a hangyaközösségek szerveződésében. In: *7. Magyar Ökológus Kongresszus - Kivonatok*. Budapest, Magyarország, 2006. szeptember 4-6., p. 135.

Lőrinczi G. (2004): Szubmediterrán hangyaközösségek szerveződése. In: *1. Kárpát-medencei Mürmekológiai Szimpózium - Kivonatok*. Szeged, Magyarország, 2004. október 26., p. 7.

6. Egyéb publikációk

Tudományos közlemények:

Gallé L., Kanizsai O., Maák I., **Lőrinczi G.** (2014): Close nesting association of two ant species in artificial shelters: Results from a long-term experiment. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, megjelenés alatt.

Kanizsai O., Maák I., **Lőrinczi G.** (2014): The effect of laboratory colony condition on the trophallactic interactions of *Camponotus vagus* (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, megjelenés alatt.

Maák I., Szántó A., **Lőrinczi G.** (2014): Waste management in the polymorphic ant *Camponotus aethiops* (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Scientiarum Transylvanica*, megjelenés alatt.

Kanizsai O., **Lőrinczi G.**, Gallé L. (2013): Nesting associations without interdependence: a preliminary review on plesiobiosis in ants. *Psyche: A Journal of Entomology Vol. 2013* (Annual Issue on Ants and Their Parasites), pp. 1-9.

Gallé R., **Lőrinczi G.**, Szpisjak N., Maák I., Torma A. (2012): Data on the arthropod (Araneae, Formicidae, Heteroptera) fauna of floodplain forests at the lower reach of the river Maros/Mureş. In: Körmöczi, L. (ed.): Landscape-scale connections between the land use, habitat quality and ecosystem goods and services in the Mureş/Maros valley. *Tiscia Monograph Series 10*, 45-66.

Lőrinczi G. (2011): *Lasius nitidigaster* Seifert, 1996 - a new ant species (Hymenoptera: Formicidae) for the Hungarian fauna. *Natura Somogyiensis 19*, 223-226.

Lőrinczi G., Bozsó M., Duma I., Petrescu M., Gallé R., Torma A. (2011): Preliminary results on the invertebrate fauna (Araneae, Orthoptera, Heteroptera and Hymenoptera: Formicidae) of alkaline grasslands of the Hungarian-Romanian border. In: Körmöczi, L. (ed.): Ecological and socio-economic relations in the valleys of river Körös/Criş and river Maros/Mureş. *Tiscia Monograph Series 9*, 159-173.

Előadások és poszterek megjelent kivonatokkal:

Somogyi Á. A., Maák I., **Lőrinczi G.**, Kovács J. (2013): Successional changes of ant communities in planted poplar forests. In: *5th Central European Workshop of Myrmecology - Abstracts*. Innsbruck, Ausztria, 2013. szeptember 5-8., p. 103.

Szikora T., Erdős L., **Lőrinczi G.**, Bozsó M. (2012): Gyepgazdálkodás hatása délkelet-alföldi szikes gyepök egyenesszárnyú közösségeire. In: *9. Magyar Ökológus Kongresszus - Kivonatok*. Keszthely, Magyarország, 2012. szeptember 5-7., p. 98.

Szalárdy O., **Lőrinczi G.**, Gallé R., Gallé L. (2009): Hangyaközösségek szerkezete három Tisza-menti tájablakban. In: *8. Magyar Ökológus Kongresszus - Kivonatok*. Szeged, Magyarország, 2009. augusztus 26-28., p. 206.