

A hangyák szerepe a magyarországi erdei ökoszisztémákban

Mikó Ágnes és Csóka György

NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, Erdővédelmi Osztály, 3232 Mátrafüred, Hegyalja u. 18.

E-mail: mikoa@erti.hu és csokagy@erti.hu

Az „erdei hangya” kategóriát meglehetősen nehéz röviden definiálni. A Magyarországon feljegyzett 126 hangyafaj jelentős része ugyanis kisebb-nagyobb mértékben kötődik az erdőkhöz, illetve a fásszáruakhoz. Potenciálisan erdei hangyáknak nevezhetjük azokat a fajokat, amelyek obligát módon, vagy preferáltan kötődnek a fákhhoz, mint táplálékforráshoz és/vagy fészekhelyhez. Az erdei hangyafajok kolóniáit számos sajátos mikrohabitatban találhatjuk meg. Ilyenek például az élő fák odvai, különböző méretű és megjelenésű holtfák, tölgymakkok, cynipida gubacsok stb. Egyes fajaik nagyméretű bolyokat építenek. Táplálékforrásaik is meglehetősen változatosak. Az állati zsákmány (elsősorban ízeltlábúak) mellett a növényi magvak és a mézharmat jelenti fő táplálékukat, de gyakran táplálkoznak állati tetemekkel is.

A hangyák jelentős szerepet töltenek be az erdők tápanyagforgalmában és fajok közötti ökológiai kölcsönhatásokban. A hozzájuk kötődő mirmekofil fajok révén nagyban növelhetik az erdők fajgazdagságát is. Az erdei hangyafajok közül kiemelt figyelemben részesültek az erdei vöröshangyák. Első sorban német nyelvterületen (Németország, Svájc) és Skandináviában, jellemzően fenyevesekben folytak a velük kapcsolatos kutatások. Ezek eredményei azonban csak részben alkalmazhatók a magyarországi viszonyokra. Az erdei vöröshangyák erdővédelmi jelentősége többoldalú. Generalista ragadozóként tömegesen zsákmányolják a fákon élő rovarokat, csökkentve ezzel a herbivor nyomást. Ugyanakkor egyes rovarcsoportokkal, pl. levéltetvek, pajzstetvek mutualista kapcsolatban élnek, azokat védelmezik. Ezáltal pedig növelhetik is a herbivor nyomást, aminek negatív fiziológiai hatásai is lehetnek a fákra nézve. Az erdők egészségi állapotára gyakorolt hatásuk jelentős, de több vonatkozásban még nem kellően tisztázott. Más erdei hangyafajokkal kapcsolatban még több a megválaszolatlan (illetve a még fel sem tett) kérdés.

Az erdei hangyák védelme a jogi szabályozáson túl élőhelyeik kíméletét, életfeltételeik biztosítását kell, hogy jelentse. Többek között a változatos záródású állomány szerkezet, a kiegyenlített és változatosabb táplálékbázist biztosító elegyes állományok, a fakitermelések során a bolyok körül facsoportok meghagyása, megfelelő mennyiségű holtfa visszahagyása a hangyák életfeltételeit javítja. Ennek révén jobban betölthetik az erdei diverzitás növelésében és az erdők immunrendszerében betöltött jelentős, mással nem pótolható szerepüket. Esetenként a hangyabolyok fizikai védelme is szükséges lehet. A hangyabolyok mesterséges áttelepítése is lehetséges alternatíva, de élőhelyeik védelme, kímélete valószínűleg hatékonyabb és egyszerűbb megoldás lehet.

Kulcsszavak: erdei hangyák, hangyaterjesztés, mirmekofília, ragadozás, fajok közötti interakciók, erdővédelem, hangyavédelem

Bevezetés

A hangyák családjában (Hymenoptera: Formicidae) ez idáig világszerte mintegy 8800 fajt írtak le. Egyes vélemények szerint (HÖLLDOBLER és WILSON 1990) a valós fajszám akár a 20 000-et is elérheti. A család fajgazdagsága mellett a változatos életmód, a fejlett szociális szerveződés és az ökológiai/ökonómiai jelentőség okán is megkülönböztetett figyelemben részesült és részesül mai is a kutatók körében.

Szinte nincs is olyan szárazföldi élőhely a Földön – beleértve akár az emberi településeket is – ahol a hangyák ne telepednének meg, és ne játszanának igen változatos, sok vonatkozásban meghatározó szerepet az adott ökoszisztéma működésében. Ugyanez fokozottan igaz Közép-Európa (így Magyarország) erdeire is, ahol a jellemzően fajgazdag és nagy egyedszámú hangyaegyüttes, rendkívül változatos szerepet tölt be

a szerves anyag lebontásának folyamatában, növények terjesztésében, ízeltlábúak ragadozójaként, vagy éppen más állatfajok táplálékforrásaként.

Jelen tanulmány a teljesség igénye nélkül példákat kíván szolgáltatni a hangyák hazai erdei ökoszisztémákban betöltött változatos szerepére, illetve azokra az ökológiai kölcsönhatásokra vonatkozóan, amiknek a hangyák meghatározó szereplői. Megkülönböztetett figyelmet szentelünk annak a szerepnek, amit a hangyák játszanak az erdők egészséges működésében, illetve arra is, hogy az erdőgazdálkodás módja miként befolyásolhatja fajgazdagságukat és funkcionális szerepüket. Tudatosan, még csak érintőlegesen sem tárgyaljuk a hangyákkal kapcsolatos taxonómiai kérdéseket és a rájuk jellemző bonyolult fajok belüli szociális szerveződést, vagy éppen a hangyaközösségek közötti interspecifikus interakciókat (pl. rab-szolgáltatás).

Melyik hangyák az „erdei hangyák”?

A fejezetcímbe megfogalmazott kérdés megválaszolása csak első megközelítésben tűnik könnyűnek. Rövid, tömör, támadhatatlan definíció szinte nem is adható. A Magyarországon regisztrált 126 hangyafaj (Csősz és mtsai 2011) jelentős része ugyanis kisebb-nagyobb mértékben kötődik a fásszárú növényekhez. Ezek egyrészt fészekhelyet biztosíthatnak a hangyakolóniáknak, másrészt pedig közvetve táplálékforrást, ami egyrészt lehet a fákon élő levéltetvek által termelt mézharmat, másrészt pedig a fákon, bokrokon élő herbivor ízeltlábú együttes, mint a hangyák potenciális zsákmány forrása. Ezeket a feltételeket azonban nem csak a szűkebben értelmezett erdei élőhelyek elégítik ki. Annál is inkább nem, mert sok esetben a hangyák az erdőszegélyeket, a tisztásokat, azaz az alacsonyabb záródású erdőfoltokat előnyben részesítik a zárt erdővel szemben. Így nem meglepő, hogy a némi nagyvonalúsággal „erdeinek” minősített fajok parkokban, de néhány törzset számláló belterületi facsoportokban is megtelepszenek. Ez igaz még az erdőhöz való kötődést nevükben is jelző erdei vöröshangyákra (*Formica rufa* csoport) is. Ennek megfelelően talán célszerűbb az egyes hangyafajok fákhöz való kötődését, illetve a kötődés mértékét alapul venni. Azon fajok többsége tehát, amik a fákhöz, mint fészekhelyhez és/vagy táplálékforráshoz obligát módon, illetve jellemzően kötődnek (dendrofil fajok) egyben potenciális erdei hangyafajnak is tekinthető. Néhány hangyafaj élőhelyi igényéről a következő fejezetben részletesebben is szót ejtünk.

Az erdei hangyafajok élőhelyválasztása

A hangyák érzékenyek környezetük jellemzőire, illetve azok változásaira. Megtelepedésüket több, gyakran egymással is összefüggő feltétel teszi lehetővé, illetve lehetetlenné. Ilyen tényezők (a teljesség igénye nélkül) pl. a táplálék ellátottság, a mikroklíma, a fényviszonyok, a talajjellemzők, a vegetáció, a potenciális fészekhelyek megléte, más hangyakolóniák jelenléte, stb. Optimális helyzetben a fontosabb feltételek megfelelően finom léptékben állnak rendelkezésre, hiszen a hangyák, korlátozott mozgáskörzetük révén csak így tudják hasznosítani azokat. Az alábbiakban néhány szempontot vázolunk fel egyes „erdei hangyafajok” megtelepedésének és fennmaradásának feltételeire vonatkozóan.

Az erdőben élő hangyák gyakori fészekhelye többek között az élőfa és a holtfa is. Az élő és holtfában fészkelő hangyaegyüttesek bizonyos mértékig szétválaszthatók, de ez az osztályozás semmiképpen nem diszkrét kategóriákon alapszik, csupán bizonyos fokú (sok esetben nem is túl erős) preferenciákat tükröz.

Gyakran élő fákból, illetve azok kisebb elhalt részeiben, odvaiban fészkelnek a *Dolichoderus quadripunctatus*, a *Camponotus truncatus*, a *Camponotus fallax*, a *Liometopum microcephalum*, a *Lasius fuliginosus* és a *L. platythorax*, *L. emarginatus*, *L. brunneus*, amikkel akár városi parkok fáin, facsoportjain is találkozhatunk. A *Camponotus fallax* kolóniái ugyanakkor elhalt fák leváló kérge alatt, illetve korhadó tuskókban is előfordulhatnak (Csóka és Csősz 2014). MITRUS és mtsai (2015) széncinegék (*Parus major*) és barátcinegék (*Poecile palustris*) által fészkelési időben lakott természetes odvakban rendszeresen talál-



1. ábra. Nagyméretű *Formica* boly mátrai, tölggyel elegyes fenyvesben (fotó: Nagy Gyula)

2. ábra. *Formica* boly kidőlt, korhadó fenyő tövéénél (fotó: Csóka György)



tak *Lasius brunneus* kolóniákat. Valószínűsítik, hogy a hangyák számára kifejezetten előnyös lehet, hogy a fészekodvakban jóval magasabb a hőmérséklet, mint a lakatlanokban. Ugyanakkor azt is feltételezik, hogy a hangyák az élősködő ízeltlábúak zsákmányolásával segíthetnek „tisztán tartani” a fészkeket.

A tölgyfahangya (*Liometopum microcephalum*) leggyakrabban tölgyesekben található, de fészkei vadgesztenyén, hársakon, nyárákon is előfordulnak (ZETTEL és mtsai 2004, FARKAS és TÁNCZOS 2009). Élő fák korhadó üregeiben, illetve elhalt fákban épít kartonfészket. Kedveli a nagyobb testű xilofág rovarok, pl. a nagy hőscincér (*Cerambyx cerdo*) járatait. Ezeket a cincérlárvák még az élő fában rágják, de a hangyák a fa pusztulása után is hosszú ideig hasz-

nálják őket. ZETTEL és mtsai (2004) szerint kolóniái azért fogyatkoztak meg, mert a fészkelésre alkalmas nagyméretű fák egyre ritkábbá váltak az erdőkben.

A különböző méretű és jellegű erdei holtfa sok hangyafaj szempontjából meghatározó élőhelyi elem (CSÓKA és Csősz 2014). Valószínűsíthető, hogy a korhadó fa jó hőszigetelő képessége, illetve az általa biztosított mechanikai védelem is előnyös a hangyáknak. Általánosságban elmondható, hogy a holtfa mennyisége és változatossága pozitív hatással van a hangyafajok fajgazdagságára (HUGHES és BROOME 2007, CSÓKA és Csősz 2014). Lábon álló, földön fekvő holtfához, vagy akár tuskókhoz szorosan kötődnek a faodvasító hangyák (pl. *Camponotus ligniperda*, *C. herculeaneus*), amik ezekben készítik fészkeiket.



3. ábra. *Temnothorax* kolónia csermakk belsejében (fotó: Csóka György)

Általában a puhább tavaszi pásztákat rágják, így a faanyag keményebb őszi pásztái szinte válaszfalakként maradnak vissza. Melegigényesek, így főként állományszegélyeken, tisztásokon fordulnak elő.

A nagytermetű erdei vöröshangyák (*Formica rufa* csoport) talajszemcsékből és növényi maradványokból (fenyőtűk, levéldarabok, fűszálak stb.) bolyokat építenek, melyek egyes fajoknál elérhetik a 3 m-es átmérőt és az 1 m-es magasságot is (1. ábra). A fészkek leggyakrabban tuskókon, álló holtfa tövében, vagy fekvő holtfához kötődve készülnek el, jellemzően azok déli oldalán (2. ábra). Az erdei vöröshangyák általában kevésbé kedvelik a zárt erdőt, bolyaik a tisztásokon, állományszegélyen, illetve az alacsonyabb záródású állományrészekben a gyakoribbak. Ökológiai igényeik vonatkozásában azonban a csoport két gyakori faja, a *F. rufa* és a *F. polyctena* eltéréseket mutat. Az előbbi bolyai a nyílt területek, gyepek és a teljesen zárt fiatalosok kivételével mindenhol megtalálhatók. A többi fajnál tágabb tűrésű, az üdebb termőhelyek 10–40%-os relatív besugárzású foltjait kedveli. A fény (illetve besugárzás), mint környezeti változó jelentőségét jól lehet érzékeltetni a *Formica fusca* fényigényével is. Ez a középhegységi zártabb erdőkben (bükkösök, fenyvesek) szegélyfaj, viszont az alacsonyabb záródású (így jobb fényellátottságú) alföldi tölgyesekben már az állományok belsejében is megtalálható.

A boly körüli légyszárú növényzettel szemben a *F. rufa* toleránsabb, mint a többi *Formica* faj. A *F. polyctena* inkább hegyvidéki, ritkább faj. Idősebb fenyvesek, illetve fenyő elegyes lombos állományok faja. Bolyai zárt állományokban és azok peremén is megtalálhatók. Mikroklíma tekintetében igénye hasonló a *Formica rufa*-hoz, viszont a bolyok körül a gyéresebb légyszárú növényzetet preferálja (GREATHEAD 1976, HARTNER 1994). Az élő fák közelsége, jelenléte szinte minden erdei hangya, így a vöröshangyák számára jelentős feltétel, mert meghatározó részben ezekhez kötődik táplálékforrásuk, akár a begyűjthető mézharmatra, akár fákon élő, zsákmányolható ízeltlábúakra gondolunk. Általában a közeli, nagyméretű fák a kedvezők, mivel ezeken jóval nagyobb mennyiségű lehet a táplálék kínálat, mint a fiatal faegyedeken (VEPSALAINEN és SAVOLAINEN 1994, CAPPELLI 2015). A fák bolyokhoz való közelsége több szempontból is előnyös lehet. A táplálékgyűjtés gazdaságossága szempontjából (költség/haszon) előnyösebb a kisebb „szállítási távolság”. A hangyabolyok közelében koncentrálódó tápanyagokból profitáló fákon élő levéltetű kolóniák pedig valószínűleg jobb minőségű mézharmatot termelnek (CAPPELLI 2015), mint a távolabb lévők.

Az erdei vöröshangyák egyes fajainak fenyőkhöz való kötődése több okra is visszavezethető. Egyrészt jellemzően fenyőtűkből építik bolyaikat, másrészt pedig a fenyőkön gyakori *Cinara* tetvek mézharmatával és tűfogyasztó lárvákkal (lepkehernyók, levéldarázs lárvák) is táplálkoznak (lásd később). A *Formica*



4. ábra. *Temnothorax* kolóniának otthont adó nagyméretű *Andricus quercustozae* aszexuális gubacs (fotó: Csóka György)

paralugubris (nálunk nem honos) esetében kimutatták, hogy a dolgozók száraz fenyőgyantát hordanak a bolyba a fiasítások közelébe, mert a gyanta baktericid és fungicid hatása révén jelentősen csökkenthetik pl. a rovarpatogén *Pseudomonas fluorescens* baktérium és a *Metarhizium anisopliae* gomba által okozott mortalitást (CASTELLA és mtsai 2008, CHAPUISAT és mtsai 2007, CHRISTE és mtsai 2003). Azaz a hangykolóniák sikerességét jelentősen javíthatja a fenyők közelsége. A nálunk honos erdei vöröshangya fajok is használják ezt a „természetes gyógymódot”. A szociális rovarok nagy denzitású kolóniáiban a rovarpatogén kórokozók általában jelentős veszteségeket okozhatnak (lásd pl. a méhek költésrothadása).

Néhány hangyafaj egészen speciális mikrohabitatokban hozza létre kolóniáit. Egyes *Temnothorax* fajok vékony száraz ágak belsejében fészkelnek. A *Temnothorax*-ok fészkei időnként földre hullott tölgyemakok kivájt belsejében is megtalálhatók (3. ábra). Több faj kolóniáival régebbi, nagyobb méretű, cynipida gubacsok (Hymenoptera: Cynipidae) kivájt belsejében is találkozhatunk (CSÓKA és mtsai 2005). ESPADALER és NIEVES-ALDREY (1983) Spanyolországból 13 hangyafajról említi, hogy gubacsokat használ. Magyarországon a *Temnothorax* fajok mellett a *Crematogaster scutellaris*-ról és a *Dolichoderus quadripunctatus*-ról is tudjuk, hogy „gubacs lakást” is elfoglalhat. Erre a célra általában a nagyobb méretű, gömbölyű, aszexuális nemzedékek által okozott, lassabban lebomló gubacsok a legalkalmasabbak. Ilyenek például az

Andricus kollari, az *A. hungaricus* és az *A. quercus-tozae* (4. ábra) gubacsai. A *Myrmica rubra* kolóniáját megfigyelték már kucsmagomba (*Morchella esculenta*) termőtestének belsejében is (Varga Zoltán szóbeli közlése, 2016).

Az „erdei hangyák” táplálékspektruma

A hangyák jellemzően omnivor táplálkozást folytatnak, azaz minden számukra alkalmas táplálékot elfogyasztanak, ami térben és időben elérhető számukra. Ennek megfelelően étrendjük rendkívüli változatosságot mutat, amit itt csak röviden tekintünk át.

A növényi eredetű táplálékok között említendők a magvak, melyeknek első sorban tápláló burkát fogyasztják a hangyák. A hangyák által terjesztett növényfajok magjai meghatározóak, mint hangyatáplálék. CZECHOWSKI és mtsai (2002) a *Myrmica rubra* és *Lasius emarginatus* fajokkal kapcsolatban említik, hogy a mézharmat mellett a nektár (főként az ernyősvirágzatúak nektárja) is jelentős arányt képvisel. Egyes növény-, illetve hangyafajok esetében jelentős lehet a növények extraflórális nektáriumai által kiválasztott édes váladék (lásd később). CZECHOWSKI és mtsai (2002, 2008) szerint a pollenfogyasztás jóval elterjedtebb a hangyák között, mint azt korábban gondolták. Vizsgálataik során fakultatív pollenfogyasztónak bizonyult többek között a *Myrmica rubra*, a *Formica pratensis*, *F. sanguinea*, *Lasius niger* és a *L. fuliginosus*.

Az állati eredetű táplálék lehet élő zsákmány, illetve elhalt. Általánosságban mondható, hogy a hangyák minden olyan állatot (elsősorban ízeltlábúakat) zsákmányolnak, amit egyenként vagy csoportosan képesek megölni és egészben, vagy feldarabolva el-

hurcolni. A hangyák csoportos zsákmányszerzésének hatékonyságára jó példát szolgáltat HARTNER (1994) megfigyelése, miszerint a kb. 7 cm hosszúságú imádkozó sáskát (*Mantis religiosa*) a *Formica polyctena* dolgozók az első dolgozó érkezését követő fél percen belül mozgásképtelenné tették, 20 perc alatt pedig egészében a boly belsejébe szállították.

Zsákmányszerzésük során túl sok preferenciára mutató jelet nem mutatnak, de általában kedvelik a csupasztestű, kémiai védekezésre nem képes lárvákat (pl. araszoló hernyók, levéldarazsak álhernyói – 5. ábra). A sűrű, erős szőrzetű lepkehernyókat általában nem kedvelik. A szőrzet mellett a lárvák által kiválasztott keserű váladék is teljes vagy részleges védelmet nyújthat a hangyák támadása ellen. Ezzel a módszerrel élnek a levélbogarak és a katicabogarak is. Ugyanezt célozza a néhány hemiptera fajnál (kabócák, pajzstetvek stb.) megfigyelhető viaszos bevonat. A hangyák elleni önvédelmet szolgálja a csigalepkék családjába tartozó *Apoda limacodes* hernyójának speciális testalkata. A gömbölyű testfelszínű, a levélhez szinte tapadókorong-szerűen simuló hernyót a hangyák nehezebben tudják zsákmányolni. Megjegyzendő, hogy a rovaroknak nem csak a lárváit, hanem tulajdonképpen bármelyik fejlődési stádiumát zsákmányolhatják a hangyák. A nagytestű *Formica*-k időnként (főként sérült, vagy beteg) gerinceseket is megtámadnak. Így megfigyelték már azt is, amint sérült, de még élő törékeny gyíkból (*Anguis colchica*) táplálkoztak (Varga Zoltán szóbeli közlése, 2016).

CsÓKA és KOVÁCS (1999) említik, hogy a hangyák a xilofág rovarok petéit/lárváit/bábjait is gyakran zsákmányolják (6. ábra). REZNIKOVA és PANTEEVA (2001) szerint az ugróvillások (Collembola) jelentős hányadot képviselnek a *Myrmica rubra* táplálékában. Ha kisebb arányban is, de szintén fogyaszt ugróvillásokat a *Lasius niger* is.



5. ábra. *Mesoneura opaca* levéldarázs lárvát zsákmányoló *Formica rufa* (fotó: CsÓka György)



6. ábra. Leváló fenyőkéreg alatt cincérlárvát zsákmányoló *Lasius fuliginosus*-ok (fotó: Csóka György)

DOMISCH és mtsai (2009) finnországi lucfenyvesben 3 éven keresztül vizsgálták a *Formica aquilonia* táplálékspektrumát. Szárazanyag tartalomban kifejezve a mézharmat a táplálék 78–92%-át. A gerinctelen zsákmányállatok közül a kétszárnyúak (legyek és szúnyogok különböző fejlődési stádiumai) 26,2%-ot, a bogarak 12,5%-ot, a levéltetű alkatúak 9,3%-ot, a pók-szabásúak pedig 8,5%-ot tettek ki. A táplálék kínálat függvényében még az egymáshoz közeli hangyakoló-

niák táplálék összetételében, ugyanazon időszakban is nagy különbségek adódhatnak, mivel a hangyák a boly közvetlen környezetének kínálatát „mintázzák” (HARTNER 1994). A hangyák erdővédelmi szempontból jelentősebb zsákmányfajairól később részletesebben is szólnunk.

Az állati eredetű táplálék másik forrása az elpusztult állatok tetemein történő táplálkozás. Itt tulajdonképpen bármilyen elpusztult állat, a gyűrűsférgektől, az ízeltlábúakon keresztül a gerincesekig szóba jöhet (7. ábra).



7. ábra. Elpusztult gyík tetemén táplálkozó *Tetramorium*-ok (fotó: Csóka György)

Hangyák, mint növények beporzói és terjesztői

Az erdei hangyafajok rendszeresen látogatják az erdőben, erdőszegélyen virágzó növényeket és azokról nektárt, esetenként virágport (lásd később) is gyűjtenek. Eközben nyilván az adott növényfaj egyedei között szállíthatják is a testükön megtapadt virágport, azaz közreműködhetnek a beporzásban. Kis termetüknél fogva (hasonlítsuk őket pl. a poszméhekhez) ez a virágportszállítás azonban nyilvánvalóan nem túl jelentős volumenű. Mozgáskörzetük sem túl nagy, így a virágpor nagytávolságú szállításában sem jelentős

a szerepük. Összességében megállapítható, hogy bár végezhetnek beporzást, de ilyen jellegű közreműködésük másodlagos.

Sokkal fontosabb szerep azonban, amit növények szaporítóképleteinek terjesztésével végeznek. Számos generalista táplálkozású hangyafaj ugyanis több más táplálék mellett növényi magvakat is gyűjt és szállít. Ezt a jelenséget myrmecochoriának hívják. Ez a kapcsolat mutualista jellegű (mindkét fél számára előnyös). A hangya a terjesztés révén ezzel tulajdonképpen szolgáltatást nyújt az adott növénynek. Az anyanövénytől távolabbra kerülő mag, illetve az abból kikelő növény sok vonatkozásban előnyösebb helyzetbe kerül. Kisebb eséllyel fogják pl. elfogyasztani a kismélsők, de a herbivor rovarok jelentette kockázatok is valószínűleg csökkenni. További előny lehet az, hogy pl. a mag a hangyabolyban, vagy annak közvetlen közelében kel ki, ahol is általában tápanyag feldúsulás a jellemző.

A hangyák által összegyűjtött és szállított magvak burka általában tápanyagokban gazdag. Egyes növényfajok magján úgynevezett „olajtestecskek”, vagy népiesen „hangyakalácsok” találhatóak, amit a hangyák elfogyaszthatnak, anélkül, hogy magában a szaporító képletben kárt tennének. Ez a táplálékforrás az ellentételezés a hangya általi terjesztésért. Az interakció általában aszimmetrikus, a hangyák ugyanis generalistaként vesznek benne részt, mivel nem kötődnek egyes növényfajokhoz (ABRAHAMSON 1989). Azaz minden olyan magot gyűjtenek, ami szállítható méretű és tápanyagforrást is biztosít számukra. Egyes becslések szerint a közép-európai lombos erdőben előforduló lágyszárú növényfajok 50%-ánál a magok terjesztésében a hangyák kisebb-nagyobb szerepet játszanak. Számos növényfaj azonban sokkal inkább rá van utalva a hangyák közreműködésére. Jellemzően hangyák terjesztik például a maszlagok (*Datura* fajok), ibolyák (*Viola* fajok) és a keltikék (*Corydalis* fajok) magját. A *Lasius* fajok gyakran kakukkfüveket (*Thymus* spp.) telepítenek a bolyaikra. Ezzel a növényzet mozaikosságát fokozzák. A kakukkfüvek számos lepkefaj hernyójának tápnövényei, illetve sok rovarfaj nektár- és pollenforrásai (Varga Zoltán szóbeli közlése, 2016). Azonban ezek a növényfajok sem egyetlen hangyafajhoz kötődnek, hanem minden olyanhoz, amelyik gyűjti és szállítja a növényi magvakat. GÖSSWALD (1951) szerint egy vöröshangya kolónia évente mintegy 30 000 magot szállít, illetve raktároz el. Egy tölgyesben 80, egy bükkösben pedig 45 növényfaj magját „vetik el” a hangyák. (Az erdei hangyák által terjesztett növényfajokat jelen kötetben Bartha Dénes tanulmánya is tárgyalja.)

Megjegyzendő, hogy a madarakhoz és az emlősökhöz viszonyítva a hangyák általi magterjesztés jóval rövidebb távolságú, sok esetben csupán néhány méter (ABRAHAMSON 1989). Ennek megfelelően a hangyák a lágyszárú növények elterjedésének csak kisebb léptékű mintázatában játszanak szerepet.

Erdei hangyák, mint gerincesek táplálékai

Általánosan elfogadott tény, hogy a rovarevő énekesmadarak túlnyomó része nem fogyaszt hangyákat. Ezt a megfigyelést általában két ténnyel magyarázzák. Egyrészt a kistermetű hangyák tápanyag- és energiatartalma alacsony, azaz nem kifizetődő őket fogyasztani, másrészt pedig a hangyasav kellemetlen ízűvé teszi őket (HERRERA 1984). Ezzel együtt is néhány madárfajról elmondható, hogy táplálékában meghatározó szerepet töltenek be a hangyák. Egyik közismert hangya-specialista a zöld küllő (*Picus viridis*). Herman Ottó klasszikus, „*A madarak hasznáról és káráról*” című művében (HERMAN 1901) ismerteti a zöld küllő hangyafogyasztását: „*De éppen oly buzgó az erdő földjén is, hol a hangyabolyokat gyalogosan keresi fel, kilyukasztatja s mikor a hangyák nagy-mérgesen és tömegesen kigyülekeznek, közéjük bőki hosszú ragadós nyelvét, a melyre mint valami friss lépvesszőre reátapadnak, hogy pillanat alatt az ácsoló madár gyomrába vándoroljanak. Ezt a furfangot télen át is űzi és bizony kibontogatja a keményre fagyott bolyok oldalát, hogy a téli álomban szunnyadozó hangyanépet megdézsmálja.*” Érdekes, hogy a zöld küllőt, illetve a nyaktekercset is hangyafogyasztásuk okán sorolja a „hasznos” madarak közé. CSIKI (1905) számos hangyafajt, így pl. a *Lasius niger*, *L. fuliginosus*, *L. flavus*, *Formica pratensis*, *F. rubra* fajokat név szerint is említ a madár étrendjéből. ROLSTAD és mtsai (2000) Skandináviában évszaki eltéréseket mutattak ki a zöld küllők hangyafogyasztásában. Nyáron a *Serviformica* (rabszolgahangya), télen pedig a *Formica rufa* csoportba tartozó fajok képezték a madarak fő táplálékát. ALDER és MARSDEN (2010) szerint az Egyesült Királyságban a zöld küllő fő tápláléka a *Lasius flavus* hangyafaj, amely elsősorban réteken fordul elő. RIEMER és mtsai (2010) szerint Alsó-Ausztriában a zöld küllő területválasztásában meghatározó szerepet játszik a táplálékforrás, nevezetesen a hangyák jelenléte. Mindhárom közlemény utal arra, hogy a zöld küllő preferált élőhelyei a változatos szerkezetű, rétekkel, tisztásokkal szabdaltságot. A hangyafogyasztás kevésbé jellemző a hamvas küllőre (*Picus canus*), de télen ez a faj is gyakran megbontja az erdei hangyabolyokat táplálék után kutatva (KALOTÁS 2014).

A nyaktekercs (*Jynx torquilla*) fő táplálékát is a hangyák képezik (HERMAN 1901, HERRERA 1984). A megfelelő fészkelőhelyek és a táplálékforrás (talajlakó hangyák) együttes jelenléte meghatározó a faj számára. Ennek megfelelően a változatos, mozaikos, borítatlan talajfelszínt is biztosító élőhelyeket preferálja (COUDRAIN és mtsai 2010, MERMOD és mtsai 2009).

A hangya-specialisták mellett helyenként és időnként számos további rovarevő énekesmadár étrend-

jében jelentős részt tesznek ki a hangyák. HERRERA (1984) Spanyolországban (Nyugat-Andalúzia) például több madárfaj esetében észlelt jelentős mértékű hangyafogyasztást. Az őszi/téli időszakban például a vörösbegy (*Erithacus rubecula*) táplálékának 75,6%-át, a barázdabillegetőének (*Motacilla alba*) 73%-át, a kormos légykapóének (*Ficedula hypoleuca*) pedig 90,9%-át teszik ki a hangyák. Megjegyzendő, hogy ezek az adatok Magyarországra nézve kevésbé relevánsak, mivel az utóbbi két faj Magyarországon jellemzően nem telel át. Az időnként áttelelő házi rozsdafarkú (*Phoenicurus ochruros*) hangyafogyasztását is megfigyelték már (Varga Zoltán szóbeli közlése, 2016). MURAKAMI és NAKANO (2000) kísérleti eredményei szerint a széncinegék (*Parus major*) nem, a csuszkák (*Sitta europaea*) viszont fogyasztják a tölgyek koronájában található hangyákat.

A generalista táplálkozású erdei kételtű fajok, így például a gyepi béka (*Rana temporaria*), erdei béka (*Rana dalmatina*) és a barna varangy (*Bufo bufo*) egyaránt fogyasztanak hangyákat is.

Az emlősök közül a borz (*Meles meles*) és a vad-disznó (*Sus scrofa*) túrja szét a hangyabolyokat táplálék után kutatva. A hangyabolyok védelmével kapcsolatos egyik fő feladat egyébként éppen a vaddisznók elleni védelem. Bár Magyarországon kevésbé releváns, érdekességgként megemlíthető, hogy a barnamedve (*Ursus arctos*) is fogyaszt hangyákat. Skandináviában pl. a lóhangya (*Camponotus herculeans*) az egyik leggyakoribb zsákmány (SWENSON és mtsai 1999, FRANK és mtsai 2015). A hangyafogyasztás kisebb volumenű a szlovéniai bükkösökben és nagyobb a svédországi fenyvesekben (GROSSE és mtsai 2003). A különbség magyarázata az eltérő erdőtársulások jelentősen eltérő hangya-kínálata. A medvék hangyafogyasztása egyébként Észak-Amerikában is ismert jelenség (NOYCE és mtsai 1997, MATTSON 2001).

Mutualista kapcsolatok más ízeltlábúakkal

A hangyák legelterjedtebb és leginkább közismert, kölcsönös előnyükön nyugvó kapcsolata más ízeltlábúakkal, a levéltetvekkel fenntartott viszony. A levéltetvek növényi nedveket szívogatva táplálkoznak. Ez a tápanyagforrás szénhidrátokban gazdag, nitrogénben szegény. A felesleget a levéltetvek mézharmat formájában kiválasztják. Ez fontos, több hangyafaj számára meghatározó táplálékforrás. Nem minden hangyafaj gyűjt mézharmatot. Ez leginkább a Formicinae, a Dolichoderinae alcsalád fajaira, illetve a Myrmicinae alcsalád *Myrmica* és *Tetramorium* genuszának néhány fajára jellemző (KUNKEL és mtsai 1985). A hangyák a kiváló minőségű táplálék ellentételezéseként védik a tetveket a ragadozók és parazitoidok ellen (8. kép). Az általuk gondozott levéltetű kolóniák közelében kifejezetten agresszív viselkedést mutatnak a ragadozókkal szemben, de bármi más ízeltlábút (pl. lepkehernyók) is megtámadnak. A hangya addig üldözi az ellenséget (legyen az vélt vagy valós), amíg azt le nem löki a növényről, vagy meg nem öli. Ezért például a katicák lehetőség szerint hangyák által nem gondozott tetűkolóniákon táplálkoznak, a hangyák által őrzöttet csak akkor támadják, ha védtelen kolónia nem áll rendelkezésre. Több katicafaj kifejezett bogárként, de lárvaként is rendelkezik valamilyen védekezési stratégiával a hangyák ellen. Ilyen például a bűzös váladék (*Coccinella*, *Harmonia*), vagy egyes bödöce fajok (*Scymnus* spp.) lárváinak viaszos védőbevonata (9. ábra). A levéltetveket fogyasztó zengőlégy lárvák pedig az ágakhoz simuló testalkatukkal próbálnak a hangyák ellen védekezni (10. ábra).

Több esetben morfológiai jelei, illetve következményei is vannak a hangyákkal való szoros kapcsolatnak. Egyes fajok, pl. a *Prunus*-okon élő *Brachycaudus prunicola* egyedei el is pusztulnának a hangyák gondos-



8. ábra. Levéltetveket védelmező *Formica lemani* (fotó: Csóka György)



9. ábra. Tölgylevélen élő *Phylloxera* tetűlárvákra vadászó *Scymnus* (bödice) lárvája. A lárvák viaszos bevonata a hangyák elleni védelmet is szolgálja (fotó: Csóka György)

kodása nélkül, ugyanis végbéllyílásuk elzáródna, ha a hangyák rendszeresen nem távolítanák el onnan a mézharmat cseppeket (GYÖRFI 1957, THOMAS 1962). Mint ahogyan nem minden hangyafaj gyűjt mézharmatot, nem minden levéltetű csalogat magához hangyákat a mézharmat kiválasztásával. A mézharmatot nem termelő fajokat, illetve a mézharmat termelést szüneteltető egyedeket a hangyák egyébként zsákmányolják és megeszik. Az 1. táblázatban, a teljesség igénye nélkül, néhány példát mutatunk be a fásszárúakon élő, hangyák által gondozott növénytetű fajok közül.

A hangyák egyébként nem csak a fák törzsén és lombkoronaszintjében élő levéltetűekkel állhatnak mutualista kapcsolatban, a *Formica execta* például gyökértetűket is gondoz (SKINNER 1980).

Lasius fuliginosus, ritkábban *L. brunneus* hangyák látogatják a nálunk is honos, a tölgyek kéreglemezei alatt szívogató, kifejezetten nagytermetű *Stomaphis quercus* kéregtetűt (RIPKA 2008). Ez csak azokon a tölgyfákon található meg, amik az említett hangyák akciórádiuszán belül vannak, azaz a tetűfaj obligát módon igényli a hangyák szolgálatait. A hangyák jelenléte más fajok esetén is nagyban befolyásol-

1. táblázat. Néhány fásszárúakon élő, hangyák által látogatott levéltetű faj

Levéltetű faj	Tápnövény	Forrás
<i>Aphis sambuci</i>	<i>Sambucus</i>	SKINNER és WHITTAKER 1981
<i>Calaphis juglandis</i>	<i>Juglans</i>	RIPKA 2008, saját adat
<i>Cinara pinea</i>	<i>Pinus</i>	BREEN 1979, SKINNER és WHITTAKER 1981, SZATHMÁRY és mtsai 2005
<i>Cinara piceae</i>	<i>Picea</i>	BREEN 1979
<i>Glyphina betulae</i>	<i>Betula</i>	BREEN 1979, RIPKA 2008
<i>Lachnus roboris</i>	<i>Quercus</i>	BREEN 1979, SKINNER és WHITTAKER 1981, SZATHMÁRY és mtsai 2005, saját adat
<i>Stomaphis quercus</i>	<i>Quercus</i>	STADLER és DIXON 2005, saját adat
<i>Symidobius oblongus</i>	<i>Quercus</i>	BREEN 1979
<i>Thelaxes</i> fajok	<i>Quercus</i>	SKINNER és WHITTAKER 1981, saját adat

ja a tetvek denzitását. A *Symidobius oblongus* egyedei például 82-szer gyakoribbak azokon a nyírfákon, amelyeket a hangyák is látogatják (MAHDI és WHITTAKER 1993). A tölgyeinken gyakori, természetes *Lachnus roboris*-t *Camponotus truncatus*, *Formica rufibarbis*, *Lasius brunneus*, *Lasius niger*, *Prenolepis nitens* látogatja (SZATHMÁRY és mtsai 2005), de a *Liometopum microcephalum* is védelmezheti a golyvatetű kolóniáit (saját adat – 10. ábra).

Amíg a levéltetvek oldaláról a hangykapcsolat sok esetben erősen specializálódott (egy tetűfajt egy, vagy csak néhány hangyafaj gondoz), fordítva ez nem áll fent. Azaz a hangyák kevésbé kötődnek szorosan egy tetűfaj kolóniáihoz, egy-egy hangyafaj egyedei a kínálattól függően számos tetűfaj kolóniáit gondozhatják.

A mézharmat gyűjtésén túl egyes hangyafajok gyakran szállítanak is levéltetűket. A *Lasius fuliginosus* például a korábban már említett *Stomaphis quercus* fiatal egyedeit a telelőhelyről (törzs talajhoz közeli ré-



10. ábra. *Lachnus roboris* kéregtetűekre vadászó *Epistrophella euchroma* zengőlégy lárvák és a tetűket védelmező *Liometopum microcephalum* (fotó: Csóka György)



11. ábra. *Kermes roboris* pajzstetű nőtényt látogató *Lasius* hangyák (fotó: Csóka György)

sze) a koronába viszi ahol jobb táplálkozáshelyek állnak rendelkezésre (GOIDANICH 1959). A *Lasius niger* a füzeken élő *Pterocomma salicis* fiatal példányait telepíti át olyan tápnövény egyedekre, ahol még nincsenek jelen kolóniái (COLLINS és LEATHER 2002).

A levéltetvek mellett számos további rovarcsoport (liszteskék, levélbolhák, pajzstetvek, gubacsdarazsak) is termelnek mézharmatot, amit a hangyák szintén hasznosítanak. A 2. táblázatban néhány példát sorolunk fel az erdei fa- és cserjefajokon élő, mézharmatot termelő, és hangyák által látogatott pajzstetű fajokra vonatkozóan:

A Magyarországon is honos, csertölgyön monofág *Dryocosmus cerripilus* nevű gubacsdarázs egyivarú nemzedékének csoportos gubacsai (amikben csak nőtény darazsak fejlődnek) is édes váladékot termelnek, amit hangyák gyűjtenek. Egyik leggyakoribb hangyatárs a mézesbödön hangya (*Prenolepis nitens*), de számos további faj (*Lasius*, *Formica*) is látogatja és védi is ezeket a gubacsokat (12. ábra). A hangyák jelenléte jelentősen csökkenti a ragadozók és paraziták által okozott mortalitást (ABE 1992, FERNANDES és mtsai 1999, SEIBERT 1993, WASHBURN 1984). Ez az önvédelmi stratégia felettébb sikeresnek mondható, hiszen a gubacsdarazsak családjának (Cynipidae) 3 genuszában is kialakult: *Andricus* (ABE 1992), *Dryocosmus* (CSÓKA 1997, STONE és COOK 1998) és a *Discolhaspis* (WASHBURN 1984, SEIBERT 1993, FERNANDES és mtsai 1999).

Számos növényfaj, köztük nálunk is honos fásszárúak, rendelkezik úgynevezett „extrafloralis nektá-

2. táblázat. Néhány fásszárúakon élő, hangyák által látogatott pajzstetű faj

Pajzstetű faj	Tápnövény	Forrás
<i>Acanthococcus roboris</i>	<i>Quercus</i>	ÜLGENTÜRK és mtsai 2013
<i>Kermes quercus</i>	<i>Quercus</i>	saját adat
<i>Kermes roboris</i>	<i>Quercus</i>	saját adat (11. ábra)
<i>Parthenolecanium rufulum</i>	<i>Quercus</i>	ÜLGENTÜRK és mtsai 2013, saját adat
<i>Physokermes</i> fajok	<i>Picea</i>	ÜLGENTÜRK és mtsai 2013, saját adat

riummal”. Ezek olyan képződmények, amik nem a virágban vannak, és édes váladékot termelnek. Az ezt gyűjtögető hangyák pedig védelmi szolgáltatást nyújtanak a növényeknek. Ilyen például a cseresznyék levelén látható „nektárfejtő” szemölcs. Az észak-amerikai származású, de nálunk is meghonosodott kései meggy (*Prunus serotina*) nektártermelése a rügyfakadást követő 3 hét alatt a legnagyobb volumenű. Ezt követően lecsökken, illetve meg is szűnik, ugyanis ekkorra már a fő lombfogyasztónak számító *Malacosoma americanum* hernyói akkorára nőnek, hogy a hangyák már nem tudják őket zsákmányolni, azaz a hangyák nyújtotta szolgáltatás már nem rentábilis a növény számára (TILMAN 1978). Önvédelmi célú nektár kiválasztás a *Prunus* fajok mellett füzeken és tölgyeken is megfigyelhető. A kocsányos tölgy fiatal makkjain időnként édes váladék jelentkezik, amit a hangyák gyűjtenek (Csóka publikálatlan megfigyelés).

A hangyák mellett egyébként a méhek is gyűjtik a rovarok által kiválasztott mézharmatot, de a fentebb említett extrafloralis nektárt is. Az ebből készült méz kiváló minőségű. Bulgáriában pl. a Carevoi Erdőgazdaság (Burgasztól délre) területén 14 méhészet is működik, amik kifejezetten az itteni tölgyesekben gyűjtött mézharmat mézre specializálódtak. Egyes években kaptáranként akár 36 kg ilyen méz is összegyűlik (GEORGIEV és mtsai 2013).



12. ábra. A *Dryocosmus cerripilus* gubacsdarázs nektárt kiválasztó aszexuális gubacsa és a nektárt gyűjtögető *Prenolepis nitens* hangyák (fotó: Csóka György)

Hangyakolóniákhoz kötődő mirmekofil ízeltlábúak

A hangyák kolóniáihoz, illetve fészkeihez fajgazdag, mirmekofil („hangyavendég” vagy „hangyakedvelő”) ízeltlábú közösségek kötődnek, amiknek hangyákkal való együttélése sajátos interakciókon keresztül valósul meg. A hangyafészkekhez kötődő mirmekofil együttes fajgazdagsága vonatkozásában az erdei vöröshangyák (*Formica rufa* csoport) nagyméretű bolyai kiemelkedőek. PARMENTIER és mtsai (2014) 125 obligát mirmekofil fajt, köztük 52 bogarat, 15 hártýásszárnyút, 10 kétszárnyút, 7 félfedelesszárnyút és 36 pókszabásút (ebből 28 atka) említene. A mirmekofil bogarak tipikus példái a *Clytra* levélbogarak. A gyakoribb *C. laeviuscula* kifejelett egyedei füzeken, a ritkább *C. quadripunctata*-é pedig tölgyeken táplálkoznak. A nőstények petéiket a hangyabolyok, illetve hangyajáratok közelébe rakják le. Ezeket a hangyák a bolyokba szállítják, ahol a kikelő lárvák szerves maradékokon táplálkoznak (ERBER 1988, MERKL és VIG 2009). A lárvák saját testváladékaikból és talajszemcsékből védőköpenyt készítenek, ami megóvjá őket a hangyák rágóitól.

A rezes virágbogár (*Potosia cuprea*) nőstényei gyakran petéznék hangyabolyok közelébe, így lárváik is rendre megtalálhatók hangyabolyokban, illetve a hangyák által kihordott szerves törmelék („hangya szemétdomb”) alatt (MICÓ és GALANTE 2003).

A kartonépítő hangyák (*Lasius fuliginosus*) fák üregeiben, odvaiban építenek kartonszerű fészket. Ezekben gyakran mirmekofil holylvafajok is élnek. A mirmekofil bogárfajok jelentős része a holylvák közül kerül ki. Az érdes hangyászholylva (*Pella bumeralis*) hangyatetemekkel, illetve a hangyák zsákmányának maradékával táplálkozik, de időnként élő hangyákat is zsákmányol (MERKL és VIG 2009). Szintén ehhez a hangyafajhoz kötődik a szegélyes hangyászfénybogár (*Amphotis marginata*): A bogarak nappal a kolóniák közelében rejtőznek, éjszaka pedig a hangyák csapása mellett a fészkekbe visszatérő hangyáktól szerzik be táplálékukat (HÖLLDOBLER és WILSON 1990, MERKL és VIG 2009).

Az egyenesszárnyúak rendjében unikális család a hangyásztücsköké (Orthoptera : Myrmecophilidae) (FRANC és mtsai 2015). Táplálékszerzésük során, obligát módon kötődnek a hangyákhoz, azok nélkül hosszabb ideig nem képesek élni. Életmódjuk tulajdonképpen egyfajta kleptoparazitizmusként definiálható. A *Myrmecophilus acervorum* a hangyák testéről nyalogatja le a váladékot, illetve hangyák szájából is elfogyasztja a más hangyáknak szánt táplálékot. Időnként hangyapetéket és lárvákat is eszik. Egyik bolyból a másikba gyalogolva, a hangyacsapások feromon jelzéseit követve jut át. Magyarországi viszonylatban a *Formica* fajokat részesíti előnyben (NAGY és mtsai 1998).



13. ábra. Hangyászpikkelyke (*Atelura formicarius*) (fotó: Csóka György)

Az ugróvillások (Collembola) körében is ismertek hangyakolóniákhoz erősen kötődő fajok (TRASER és WINKLER 2012). Ilyen például az *Entomobryoides myrmecophilus* nevű faj (DÁNYI és TRASER 2008). Több hangya genusz kolóniáiban, így a holtfához kötődőekben is gyakran lehet találkozni a sertefarkúak ősi rendjébe (Thysanura) tartozó hangyászpikkelykével (*Atelura formicaria* – 13. ábra). Ez a faj ellopkodja a fészkekbe visszatérő dolgozók által kiöklendezett táplálékot (HÖLLDOBLER és WILSON 1990). Kémiai álcázási képessége révén éri el, hogy a hangyák ne támadják meg. Ennek lényege, hogy olyan vegyületeket választ ki, amik alapján a hangyák fajtársuknak hiszik, és így nem bántják.

LAAKSO és SETÄLÄ (1997) kimutatták, hogy az ízeltlábúak mellett gyűrűsférgék is kötődhetnek a hangyabolyokhoz. Több földigilisztafaj hétszer gyakrabban volt jelen a *Formica aquilonia* bolyokban, illetve azok közvetlen környezetében, mint a bolyoktól távol. A jelenség magyarázata minden bizonnyal a bolyokban, illetve közvetlen környezetükben jelentkező tápanyag feldúsulás.

A hangyaboglárkák és a hangyák közötti kapcsolat az egyik kifejezetten sokat kutatott jelenség. A *Maculinea* boglárkák meglehetősen sajátos életmódot folytatnak. Lárvaik az első három stádiumban a tápnövény termésében táplálkoznak, ezt követően pedig szociálpazsitaként *Myrmica* hangyák fészkeiben fejlődnek (THOMAS és mtsai 1989). Az egyes hangyaboglárka fajok életmódja között azonban jelentős ökológiai különbségek lehetnek. A *Maculinea alcon* lárvoját a hangyák táplálják és felnevelik („kakukk módszer”), a *M. arion*, *M. nausithous* és *M. teleius* lárva viszont ragadozóként a hangyapetéket és lárvákat fogyasztja (PECSENYE és mtsai 2015). A különböző lepkepopulációk különböző *Myrmica* fajokat használnak. A *Maculinea*-k kárpát-medencei hangyagazdait TARTALLY (2009) tekinti át. Mivel a hangyaboglárkák jellemzően nem erdei élőhelyeken fordulnak elő, ennél részletesebben itt nem tárgyaljuk őket.



14. ábra. *Microdon analis* hangyalégy bábja leváló tölgykéreg alatti hangyakolóniában (fotó: Csóka György)

A zengőlegyek (*Syrphidae*) családjának *Microdon* genuszába tartozó egyes hangyalégy fajok a fák kérge alatt élő hangyakolóniák lárváit fogyasztják. Félgömböszzerű, az aljzathoz simuló lárváik és bábjaik felépítése kiváló védelmet nyújt a hangyák támadása ellen, azok gyakorlatilag nem találhatnak rajta fogást (14. ábra). Ez a forma annyira sajátos és megtévesztő, hogy a *Microdon* fajok lárváinak némelyikét eredetileg meztelencsigaként írták le. Maguk a kifejlett *Microdon* imágók egyébként inkább méhekre, mint legyekre emlékeztetnek (15. ábra).

Több más faj mellett leggyakrabban a fentebb említett két *Lasius* faj dolgozóit parazitálják púposlegyek (*Phoridae*) *Pseudacteon* nemének fjai (POR-



15. ábra. Kifejlett *Microdon analis* hangyalégy (fotó: Csóka György)

TER 1998, MASCHWITZ és mtsai 2008). Áldozatukat valószínűleg a kolóniából kiáramló hangyasav szaga alapján találják meg. A parányi nőstények a petéiket a hangya testébe injektálják. A néhány nap után kikelő lárvá fúrni kezdi magát a fej felé. A kifejlett lárvá a hangya fejében bábozódik, úgy, hogy közben a fejet el is választja a testtől. Ezért „hangyafejező” legyekként is szokták említeni őket. Így a parazitoid tulajdonképpen az áldozat erősen kitinizált fejtokját használja saját bábhéjaként. Ez pedig megvédi a hangyáktól, sőt maguk a hangyák szállítják az elpusztult társaikat, illetve testrészeiket a boly szemétdombjára. A genusz több fajt egyébként az inváziós hangyafajok elleni biológiai védekezés keretében is használják (PORTER 1998).

Szintén fák üregeiben, korhadó faanyagban él a hangyákra specializálódott *Tracheliodes varus* nevű ragadozó darázsfa is, aminek éppen a tölgfahangya a leggyakoribb zsákmánya (ZETTEL és mtsai 2004).

„Hangyáztatás” – egy sajátos madár-hangya interakció

Számos megfigyelés igazolja az egyes madárfajok és hangyák között fennálló, meglehetősen sajátos kommenzalista interakciót, amit „hangyáztatásnak” is nevezhetünk. Ennek lényege, hogy bizonyos madarak „szándékosan” hangyákat juttatnak a tollaik közé, valószínűleg azzal a céllal, hogy megszabaduljanak a rajtuk élősködő parazitáktól (pl. atkák, tetvek), ápolják tollazatukat, vedlés közben bőrük irritációját csökkentsék (MOROZOV 2015), vagy azért, hogy a rájuk kerülő hangyasav révén a gombás és baktériumos fertőzéseket meggátolják (WILES és MCALLISTER 2011, REVIS és WALLER 2004). A hangyasav több mint 12 órán át a tollazaton maradhat (KELSO és NICE 1963), így jótékony hatása hosszabb távon is érvényesül. A hangyáztatás végbemehet aktív és passzív módon is (HAUSER 1964, MOROZOV 2015). Az aktív hangyázás az, amikor a madár csőrével felveszi a hangyát, és szárnyai, tollai alá helyezi azokat. A passzív hangyázás pedig, amikor a madár tollait kiterítve beleül a bolyba és hagyja, hogy a hangyák rámasszanak (HAUSER 1964, RÓZSA 2003). Aktívan hangyáztat például a seregély (*Sturnus vulgaris*), míg passzívan a szajkó (*Garrulus glandarius*) (RÓZSA 2003). Több mint 200 madárfajnál (többségük verébalkatú) jegyezték fel ezt a speciális viselkedést. A már említett fajok mellett többek között a mezei pacsirta (*Alauda arvensis*), búbos banka (*Upupa epops*) (KELSO és NICE 1963), illetve néhány varjúfaj is hangyáztat (HENDRICKS és NORMENT 2015). A madarak mellett egyébként az észak-amerikai szürke mókus (*Sciurus carolinensis*), és az európai sün (*Erinaceus europaeus*) is alkalmazza ezt a módszert (HAUSER 1964).

Kompetíció rovarrevő énekesmadarak és hangyák között

A rovarrevő énekesmadarak és a hangyák sok esetben átfedő habitatokban (pl. fák koronája, lomboszata) átfedő táplálékforrást (pl. lombfogyasztó lárvák) hasznosítanak, így nem meglepő, hogy közöttük kompetíció léphet fel. HAEMIG (1992, 1996) vizsgálatai szerint a cinegék, csuszkák, poszáták, fakuszek ritkábban és csak rövidebb időre keresik fel azokat a fákat, amelyeken sok a hangya. Ezeken ugyanis a hangyapredáció miatt kisebb a táplálék kínálat. JÄNTTI és mtsai (2007) szerint a fakusz (*Certhia familiaris*) fiókák fejlődése lassúbb, általános fitness állapotuk rosszabb olyan odvakban, aminek 50 m-es körzetében az erdei vöröshangya (*Formica rufa*) denzitása magas. A hangyák ugyanis ilyen helyeken jelentősen csökkentik a fakuszfiókák táplálékául szolgáló potenciális zsákmány-denzitást.

A hangyák erdővédelmi jelentősége

Számos erdei hangyafaj generalista ragadozó, így a herbivor rovarok tömeges zsákmányolása révén jelentős mértékben csökkenthetik az azok abundáns jelenlétéből fakadó negatív hatásokat. Erdővédelmi szempontból az egyes hangyafajok alábbi tulajdonságait tekinthetjük előnyösnek:

- Széles zsákmány-spektrum: az ilyen fajok hatása nem csak egy, vagy néhány preferált zsákmányfaj népességére hat, hanem többre is, köztük erdővédelmi szempontból jelentős fajokra is.
- Tömegesség: nyilván azok a hangyafajok játszanak jelentősebb szerepet, amelyek tömegesen vannak jelen az adott területen.
- Nagyobb méret: a nagyobb méretű hangyák nyilván könnyebben zsákmányolnak nagyobb méretű herbivor rovarokat, mint a kisebbek.
- A táplálékszerzés helye: A táplálékukat a fák koronájában (is) kereső fajok nyilván nagyobb jelentőséggel bírnak, mint pl. a talaj felszínén keresők.
- Éjjel-nappali aktivitás: a folyamatos aktivitás eredményeként gyorsabban fejthetik ki népesség csökkentő hatásukat a zsákmánypopulációkra.

A fenti szempontoknak legnagyobb mértékben minden bizonnyal az erdei vöröshangyák (*Formica rufa* csoport) felelnek meg. Erre utal az is, hogy a hangyák erdővédelmi szerepére vonatkozó tanulmányok (első sorban német nyelvterületről) túlnyomó része ezzel a csoporttal foglalkozik.

Nagyon hamar reagálnak a zsákmány egyedszámának emelkedésére is (CARROL és JANZEN 1973, HÖLLDOBLER és WILSON 1990), a territóriumukon belül található növényeken képesek a herbivor rovarok népességét gyorsan és jelentős mértékben csökkenteni. Hatékonyságuk egyik oka, hogy megfelelő környezeti viszonyok esetén képesek nagy területet lefedő úgynevezett superkolóniákat létrehozni (PUNTTILA és mtsai 2004). Generalista táplálkozásuk lévén azt fogyasztják, ami számukra kifizetődő távolságon belül az adott időben jelen van. Így az egyes bolyok zsákmányspektruma jelentős változatosságot, illetve egy-egy boly táplálék összetétele is jelentős időbeni eltéréseket mutathat. Ennek megfelelően a különböző tanulmányok táplálék-összetételre vonatkozó adatai, megállapításai nehezen hasonlíthatók össze. Abban azonban konszenzus mutatkozik, hogy a rovarzsákmány, illetve a mézharmat képezik az erdei vöröshangyák legjelentősebb táplálékforrásait. A rovarfogyasztás általában a tavaszi, kora nyári időszakban jellemző. Az utódgondozás miatt ugyanis ebben az időszakban van a legnagyobb szükség fehérje forrásra (PUNTTILA és mtsai 2004). Ez az igény egyébként jól illeszkedik a kínálathoz is, ugyanis az erdei fák (különösen a lombosokon, de a fenyőkön is) vegetációs időszak első felében van jelen a legtöbb herbivor rovarlárva. Ha többet zsákmányolnak, mint amennyit a kolónia egyedei képesek elfogyasztani, akkor elraktározzák azokat. A mézharmat a vegetációs időszak második felében válik domináns táplálékká (CARROLL és JANZEN 1973).

A hangyapredáció volumenét érzékeltető adatok meglehetősen nagy szórást mutatnak, de mindenképpen figyelemre méltóak. WELLENSTEIN (1952) szerint egy közepes méretű *F. polystena* boly egy év alatt 8 millió rovar képes elpusztítani. Lucfenyő-levéldarazsak esetében a lárvastádium 4 hete alatt egy boly hangyái (mérettől és létszámtól függően) akár egymillió lárvát is képesek bolyonként összegyűjteni (BRUNS 1954). RUST (1958) szerint a tölgyilonca tömegszaporodása során 400 boly több mint egymillió lepkét, és ezen kívül egyéb rovarokat is képes elpusztítani. Egy 600 bolyos superkolónia naponta egymillió kis téliaraszoló és tölgyilonca lárvát gyűjt össze (RUST 1958). Fenyő bagolylepke (*Panolis flammea*) erős gradációjakor az első hetekben egy boly hangyái 112 000 lárvát fogtak (BEHRNDT 1933, 1934). WARRINGTON és WHITTAKER (1985) szerint a hangyák által nem járt hegyi juharokon 3–4-szer magasabb a lombfogyasztó hernyók népessége, mint a hangyák által látogatottakon.

Természetesen a hangyák a felsorolt herbivor fajoknak a petéit és bábjaikat is fogyasztják, illetve sok más rovarcsoport egyedeit is zsákmányolják. HARTNER (1994) szerint táplálékukban kisebb részben szerepelnek a ragadozó rovarok. Ezt azzal magyarázza, hogy ezeket a jellemzően gyorsabb mozgású fajokat nehezebb zsákmányolni.

A jelentős predációs nyomás miatt a bolyokhoz közeli fák nem, vagy csak kisebb mértékű lombvesztést (tüvesztést) szenvednek, mint a távolabbiak. Különösen feltűnő ez a hangyavédelemet nem élvező fák tarágása esetén. Ezt a jelenséget „zöld sziget” jelenségnek (VOUTE 1942), vagy pedig „hangyabozótnak” (GYÖRFI 1957) is szokás nevezni. WELLENSTEIN (1959) *Panolis flammea* által erősen rágott fenyvesekben vizsgált ilyen zöld szigeteket. Számításai szerint egy hangyaboly átlagosan 1200 m²-en védte meg a fákat. Ez közelítőleg egy 20 m sugarú körnek felel meg. A hangyaboly hatása ezen túl is érzékelhető, de természetesen jelentősen csökkenő mértékben. Ugyanez a szerző megállapítása, hogy a hangyabolyok jótékony hatása 25–35 m-es sugarú körön belül mutatható ki.

Finnországi nyíreseken, hangyabolyok közelében a nyírfák még a lombfogyasztó lepkehernyók (pl. *Epirrita autumnata*) tömeges megjelenése esetén is alacsonyabb lombvesztést szenvednek, mint a hangyák által nem, vagy csak kevésbé járt területeken. Ennek hosszabb távú következményeként a hangyabolyok közelében álló fák között alacsonyabb mértékű az ismétlődő lombvesztés miatt bekövetkező pusztulás (PUNTTILA és mtsai 2004, LAINE és NIEMELÄ 1980, NIEMELÄ és LAINE 1986, KARHU 1998, KARHU és NEUVONEN 1998). A bolyoktól távolodva, a territóriumok széle felé haladva a fapusztulás mértéke növekszik. Ez azt is jelenti, hogy nagyobb területre kiterjedő védelmet csak a hangyabolyok megfelelő denzitása esetén lehet remélni.

A *Formica rufa* csoport fajai mellett természetesen számos más hangyafaj is játszhat említésre méltó erdővédelmi szerepet. Ezekre vonatkozóan azonban nagyságrenddel kevesebb kutatási eredmény ismert, csupán szórvány adatok állnak rendelkezésre. Megfigyelték, hogy a nagyobb termetű *Camponotus* fajok fogyasztják a gyapjaslepke (*Lymantria dispar*) hernyóit és bábjaikat. A fiatal hernyókat pedig még a kistermetű *Lasius emarginatus* is zsákmányolja (16. ábra).

Bár nagyon kevés tudományos bizonyíték áll rendelkezésre, de okkal feltételezhető, hogy a hangyák szerepet játszhatnak egyes rovarpatogén kórokozók vektoraként is. A talajon és a fatörzseken egyaránt tömegesen mozgó hangyák közreműködhetnek a gombaspórák, baktériumok, vírusok terjesztésében is. Az esetlegesen fertőzött zsákmányuk szállításával betölthetik ugyanezt a funkciót. A hangyák esetleges vektor szerepének tisztázására vonatkozóan további kutatások szükségesek.

A teljesség kedvéért meg kell említeni a hangyák felróható negatív előjelű hatásokat is. Generalista ragadozóként mindent zsákmányolnak, aminek elejtésére képesek. Sok esetben ez náluk nagyságrenddel nagyobb tömegű zsákmányt is jelenthet. Így olyan rovarokat is elpusztítanak (parazitoidok, más ragadozók), amik maguk is közreműködnek a herbivor rovarok népességének csökkentésében. GYÖRFI (1957) szerint a hangyák étrendjében szereplő rovarok 16%-



16. ábra. Fiatal *Lymantria dispar* hernyót támadó *Lasius emarginatus* (fotó: Csóka György)

a „hasznos”, szemben a 42% „káros”, 28% „közömbös” és 14% meg nem határozható fajjal.

WELLENSTEIN (1952) említi, hogy a hangyák kifejezetten támadólag lépnek fel lombfogyasztó rovarok parazitoidjaival szemben (pl. Ichneumonidae). SCHWENKE (1957) szerint a Hymenoptera és Diptera parazitoidok mellett a tetvek jelentős ragadozóival, a katicákkal szemben is agresszívak. WELLENSTEIN (1957) megfigyelése szerint a hangyák nemcsak a kis lucfenyő levéldarázs (*Pristiphora abietina*) bábjaikat, hanem a faj parazitoidjainak bábjaikat is tömegesen fogyasztják. A hangyakolóniák közelében, a fenyő bagolylepke (*Panolis flammea*) tömegszaporodásakor a hangyák a fürkészlegyek népességét 5–60%-kal csökkentették. Ugyanakkor a zsákmányolt hernyók 53%-a már parazitált volt, azaz ezek zsákmányolása már inkább negatív hatásként értelmezhető. A fenyőaraszó (*Bupalus piniarius*) peteparazitoidjainak népességét 20%-kal csökkenthetik a hangyák (WELLENSTEIN 1959). WICHMANN (1954) feljegyezte, hogy a hangyák zsákmányolják a betűzőszű (*Ips typographus*) fémfürkész és gyilkosfürkész parazitoidjait.

A negatív hatások másik nagyobb csoportja a levéltetvekhez fűződő mutualista viszonytal kapcsolatos. A hangyák által nyújtott védelmi szolgáltatás pozitív hatást gyakorol a levéltetvek, pajzstetvek, stb. népességére. Ennek következményeként azok több tápanyagot vonnak el a fáktól. Pontosabban fogalmazva a levéltetvek az általuk kiszívott tápanyagoknak csak egy részét emésztik meg, annak jelentős részét, közvetett módon a mézharmatot gyűjtő hangyák hasznosítják. A potenciálisan begyűjthető mézharmat mennyisége alapvetően függ a területen lévő tetűkolóniák denzitásától. A hangyák által gyűjtött mézharmat mennyiségére vonatkozó adatok meglehetősen változatosak. ZOELEIN (1954, 1956a,b) szerint egy *Formica polyctena* boly hangyái évente akár 290–320 kg mézharmatot is gyűjthetnek. A *Formica rufa* esetében ez a mennyiség még nagyobb is lehet (450–500 kg/év). Legnagyobb mennyiségű mézharmatot *Pinus*

állományokban gyűjtöttek a hangyák. *Picea* és *Fagus* állományokból gyűjtve ez a mennyiség jelentősen kevesebb volt. WELLENSTEIN (1952) bolyonként 200 liter/év mennyiségről számol be, 0,5 ha-nyi területről. Az ilyen jelentős mennyiségű tápanyagvesztés nyilván negatív hatással van a fák fiziológiai állapotára. Ilyen legyengült állapotban a fák fokozottan ki vannak téve bizonyos „másodlagos” xilofág rovarok, szűk, cincérek, díszbogarak, ormányosok tömeges fellépésének (ZOEBELEIN 1957).

A levéltetvek gyakran több mézharmatot választanak ki, mint amennyit a hangyák be tudnak gyűjteni. Az így keletkező ragacsos bevonaton korompenész gombák telepsznek meg. Ez a jelenség gyakran megfigyelhető a lucok ágörveiben csoportosan fejlődő *Physokermes* pajzstetvek esetében. Ezek ugyan nem betegítik meg a fákat, de ha az asszimiláló felület jelentős részét befedik, akkor fiziológiai zavarokat is okozhatnak.

A *Lachnus pallipes* nevű kéregtetű a bükk hajtásain, ágain szívogatva torzulásokat, repedéseket, esetenként száradást is okoz. MÜLLER (1956) a faj erős kártételét tapasztalta baden-würtembergi hangyarezervátumokban. A kárt arra vezeti vissza, hogy a hangyák védelme mellett a tetvek népessége jelentősen megnövekedett. SCHMUTTERER (1956) ugyanezen tetűfajjal kapcsolatban megemlíti továbbá, hogy a szívása nyomán keletkező sebek fertőzési kaput nyithatnak a bükk kéregtrákot okozó gombának (*Nectria ditissima*).

A fákon megtelepedő levéltetű (illetve pajzstetű) kolóniák jelenléte (már ha azok nem tömegesek) valószínűleg nem mindig feltétlenül negatív a fára nézve. Az alacsony denzitású tetűpopuláció ugyanis nem okoz túl nagy tápanyagvesztést a fának, a kolóniákat látogató hangyák pedig az egyéb herbivor rovarok (lepkehernyók, levéldarázs lárvák) eltávolításával esetenként a levéltetvek negatív hatásait meghaladó pozitív hatást gyakorolhatnak a fára.

Az erdei hangyák pozitív és negatív erdővédelmi hatásainak objektív mérlegét megvonni meglehetősen nehéz. A pozitív és negatív hatások mértéke helytől és időtől függően nagymértékben változhat. Ez a nehézség fokozottan igaz a magyarországi viszonyokra, hiszen a témakörben rendelkezésre álló ismeretek túlnyomó része külföldi, elsősorban németországi (újabbán skandináv) tanulmányokból származik, jellemzően tülevelű állományokból. A hazai viszonyokat jobban tükröző eredeti kutatási eredmények még váratnak magukra.

A vöröshangyák erdővédelmi szerepének alapos kritikai elemzését ADLUNG (1966) közli. Megjegyzendő azonban, hogy közleményének leegyszerűsítő kérdésfeltevése, miszerint „képesek-e a hangyák megvédeni az erdőket a „káros rovarok” tömeges fellépése esetén?” eleve nem túl szerencsés. Aligha van ugyanis a természetes ellenségeknek egyetlen kitüntetett csoportja, ami önmagában erre képes lenne. Sokkal helyesebb a

hangyákat és a herbivor rovarok antagonistáinak más csoportjait is (énekes madarak, ragadozó bogarak, parazitoidok, denevérek stb.) is a népességszabályzás egy-egy (egymással is bonyolult interakciókban álló) összetevőjének tekinteni, amelyek együttes hatása határozza meg a népességszabályozás mértékét. Példaként ismételtelen megemlíthető, hogy pl. a cinegék nagyobb hatást gyakorolhatnak a zsákmánypopulációkra a hangyák által kevésbé látogatott fákon, a denevérek és egyes rovarrevő madarak nyilván nagyobb arányban fogyasztják a repülő rovarokat, mint a hangyák, stb.

A hangyapredáció relatív mértékének zsákmánydenzitástól való függése (denzitásfüggés) kevésbé tanulmányozott és valószínűleg nem is egyszerűen tanulmányozható kérdéskör. Ezzel együtt is nagyon valószínű, hogy a hangyák hatása alacsony denzitású zsákmánypopuláció esetében valószínűleg nem kevésbé jelentős, mint a zsákmány magas denzitása esetén. Azaz a hangyák erdővédelmi szerepének egyik fontos (ha nem a legfontosabb) összetevője is lehet az, hogy a zsákmánypopulációkat tartósan alacsony népességen tart(hat)ják, és nem teszik lehetővé azoknak gyors, robbanásszerű népességnövekedését. Ennek eredményeként a herbivor rovarok tömegszaporodása ritkábban és kisebb amplitúdóval jelentkezik. Hosszabb távon pedig ez a szerep (még ha kevésbé látványos is) jóval jelentősebb is lehet, mint az, hogy tömegszaporodások esetén bolyaik körül kisebb-nagyobb területen megakadályozzák a jelentősebb lomb-, illetve tűvesztést.

WELLENSTEIN (1980) összegezi az erdei vöröshangyák pozitív és negatív erdővédelmi hatásait. Megállapítja, hogy összességében az erdei vöröshangyák mindenképpen „hasznos és védendő” erdei rovarok. Ezt a megállapítást erősíti meg HARTNER (1994) is.

Az erdei hangyafajok védelme

Az erdei hangyafajok (főként a *Formica* fajok bolyainak) magyarországi jogi védelméről először az 1935. évi IV. törvénycikk az erdőkről és a természetvédelemről II. fejezetében „Az erdei kihágások meghatározása” pontban, a 258. paragrafusban olvashatunk: „...erdei kihágást követ el: „1. aki erdőterületről ... hangyabábot (hangyatojást) vagy petét ellop, vagy ellopását megkísérli”. A jogi védelem nyilván szükséges volt, mert ahogya RÖSZLER (1941) írja, „a hangyák és fészük különböző célokra való gyűjtése évszázadokra nyúlik vissza”. A „hangyaszesz”, hangyaalom mellett a hangyalárvákat és bábokat (főként Budapest környékén) akvárium díszhalak és díszmadarak etetésére gyűjtötték tömegesen. Németországi tapasztalatokat is említ, miszerint a tömeges „iparszerű” gyűjtés a hangyakolóniák erőteljes megfogyatkozását eredményezi. Megjegyzendő, hogy Németországban már az 1920-as évben védettek voltak a hangyák és a hangyabolyok (WELLENSTEIN 1973).

A Magyarországon jelenleg is érvényben lévő 13/2001. (V.9.) KöM rendelet 5. melléklete 6 erdei vöröshangya faj: *Formica rufa*, *F. polyctena*, *F. pressilabris*, *F. execta*, *F. truncorum* és *F. pratensis* bolyait/fészkeiket nyilvánítja védetté. Szokatlan módon ez a védettség nem a felsorolt fajok egyedeire, hanem azok fészkeikre, bolyaikra vonatkozik. Ennek jelentősége a fentebb leírtakból egyértelműen kitűnik.

A törvényi védettség mellett nem kevésbé fontos azonban az erdei fajok élőhelyeinek védelme, ami főképpen a természetközeli erdőgazdálkodás keretein belül, az erdőgazdálkodási beavatkozások kíméletes végrehajtása révén valósulhat meg. A teljesség igénye nélkül ismertetünk néhány olyan szempontot, amiknek figyelembe vétele a hangyák élőhelyi viszonyait megőrizheti, illetve számottevően javíthatja.

Ahogy korábban már említést nyert, a hangyák túlnyomó része a zárt erdőkkel szemben a változatos záródású állományokat kedvelik. A kisebb záródású foltok például előnyösebbek lehetnek a bolyok hógazdálkodása szempontjából, másrészt a táplálék-kínálat (táplálékul hasznosítható növényi magvak, rovarzsákmány, mézharmat stb.) is valószínűleg kedvezőbb a strukturálisan diverzebb erdőkben.

Számos dendrofil hangyafaj gyakorlatilag obligát módon kötődik a fákhöz, azok nélkül nem tud létezni. Ezért az erdészeti beavatkozások alapvetően meghatározhatják, illetve befolyásolhatják a hangyák életfeltételeit. Egy nagykiterjedésű pusztavágás (üres vágásterület) nagy valószínűséggel a *Formica* boly, illetve a benne élő kolónia pusztulását jelenti, mivel ha „rentábilis távolságon” belül nem maradnak nagyobb fák, akkor a kolónia nem talál elegendő táplálékot magának. Nem is beszélve arról, hogy a fakitermelések során – elegendő figyelem híján – a hangyabolyok nemritkán fizikailag is megsemmisülnek (gépek mozgása, égetés stb.). Fakitermelések során tehát a hangyaboly körüli facsoport meghagyása biztosíthatja a kolónia életbenmaradását. Ez egyben a boly fizi-

kai károsodásának esélyét is csökkenti. A folyamatos erdőborítás, illetve az ehhez kötődő kisebb lécekben történő felújítás a hangyák számára is kedvező állományszerkezeti viszonyokat hoz létre (nagyobb fákkal körülvett tisztások, stb.).

Az elegyes állományok a hangyák számára is előnyösebbek, mint az elegyetlenek. Az elegyesség ugyanis már eleve önmagában hordoz bizonyos fokú strukturális változatosságot. Egy ilyen állományban változatosabbak a fény- és besugárzási viszonyok. Nem kevésbé jelentős hogy egy többfafajú erdő változatosabb, rövidebb és hosszabb időtávlatban is kiegyenlítettébb táplálékbázist kínál. Az elegyesség vonatkozásában a hangyák (különösen a *Formica rufa* csoport) szempontjából kiemelkedő jelentőségűek a fenyők (táplálékbázis, kórokozók elleni védekezés). Ezért a védett területeken, lombos erdőkben szálsként, vagy kisebb foltokban előforduló fenyők tűzzel-vassal való üldözése (pl. tölgy, vagy bükk fiatalosokban spontán megjelenő fenyők) hangyák szempontjából bizonyosan hátrányos hatású gyakorlat. A lombos erdőkben alacsony elegyarányval jelenlévő tűlevelűek egyébként diverzítási és erdővédelmi szempontból is előnyösek.

Sok, erdőhöz kötődő hangyafaj számára az erdei holtfa alapvetően fontos élőhelyi elem (Csóka és Csősz 2014). Fokozottan igaz ez az erdei vöröshangyákra, amiknek bolyai igen gyakran holtfához kötődnek. A megfelelő mennyiségű és megfelelően diverz kínálatú erdei holtfa a hangyák fajgazdagságára, abundanciájára, ezen keresztül az általuk betöltött ökológiai szerepkörökre is pozitívan hat. Az állományszegélyen lévő, lábon álló holtfák a *Camponotus* fajok számára jelentenek potenciális fészkelőhelyet. Az állományszegélyeken, illetve tisztásokon álló, részben, vagy egészében elhalt tölgyeken gyakran megtalálhatók a nagy hőscincér (*Cerambyx cerdo*) járatai. Ezeket a járatokat a tölgyfahangyák szívesen választják fészkelhelyül, ami újabb érvet szolgáltat az ilyen faegyedek kímélete érdekében.



17. ábra. *Formica* boly védelme rúdkerítéssel az Őrségi Nemzeti Park területén (fotó: Csóka György)

Az álló, földön fekvő, leváló kérgű törzsek, vagy akár a tuskók is többek között a *Lasius*, illetve *Formica* kolóniáknak adhatnak otthont. Bár közismert tény, mégis fontos megemlíteni, hogy a különböző jellegű erdei holtfa számos más szaproxilofil fajnak (fajcsoportnak), közöttük madaraknak (ÓNODI és WINKLER 2014), denevéreknek (DOBROSI 2014), kételtűeknek és hullóknak (RENDES és CSÓKA 2014), szaproxilofág rovaroknak (CSÓKA és KOVÁCS 1999, KOVÁCS 2014), ragadozó és parazitoid rovaroknak (ANDRÉSI és mtsai 2014), puhatestűeknek (PÁLL-GERGELY és VARGA 2014) is fontos (sok esetben mással nem helyettesíthető) élőhelyi elemet jelent. Azaz megfelelő mennyiségű holtfa visszahagyása a hangyák mellett sok más élőlényre (köztük védett ritka fajokra is) nézve nélkülözhetetlen, vagy legalábbis kedvező.

Az erdei hangyabolyokat, túl a jogszabályi védettségén, gyakran mechanikai-fizikai értelemben is célszerű védeni. A fakorlátokkal megvalósított védelem (17. ábra) bizonyos fokú védelmet nyújthat pl. a vad-disznók ellen. Kisebb emlősök (pl. borz) és madarak ellen dróthálával fedett keretet lehet alkalmazni.

Irodalomjegyzék

- ABE, Y. (1992): The advantage of attending ants and gall aggregation for the gall wasp *Andricus symbioticus* (Hymenoptera: Cynipidae). – *Oecologia* **89**: 166–167.
- ABRAHAMSON, W. G. (1989): *Plant-Animal Interactions*. – McGraw-Hill Publishing, New York, 480 pp.
- ADLUNG, K. G. (1966): A critical evaluation of the European research on use of red wood ants (*Formica rufa* group) for the protection of forests against harmful insects. – *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **57**: 167–189.
- ALDER, D. és MARSDEN, S. (2010): Characteristics of feeding-site selection by breeding Green Woodpeckers (*Picus viridis*) in a UK agricultural landscape. – *Bird Study* **57**(1): 100–107.
- ANDRÉSI, D., KOVÁCS, T. és CSÓKA, GY. (2014): *Gerinctelen ragadozók és parazitoidok*. – In: CSÓKA, GY. és LAKATOS, F. (szerk.): A holtfa. *Silva naturalis* Vol. 5. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 97–108.
- BEHRNDT, G. (1933): Die Bedeutung der Roten Waldameise bei Forleulenkalamitäten (The significance of the red wood ants in outbreaks of *Panolis flammea*). – *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* **65**: 479–498.
- BEHRNDT, G. (1934): Einige Beobachtungen über die Bedeutung von *Formica rufa* und *F. fusca* bei Forleulenkalamitäten. – *Forst-archiv* **10**(18): 289–294.
- BREEN, J. (1979): Aphids visited by *Formica lugubris* (Hymenoptera: Formicidae) including eleven species new to Ireland. – *Irish Naturalists' Journal* **19**: 349–352.
- BRUNS, H. (1954): Beobachtungen zum Verhalten der Roten Waldameise während des Nahrungserwerbes. – *Zeitschrift für Tierpsychologie* **11**(1): 151–154.
- CAPPELLI, S. (2015): *Tree choice of red wood ants – A study about tree use of red wood ants in the Swiss National Park*. – Master Thesis, 32 pp.
- CARROLL, C. R. és JANZEN, D. H. (1973): Ecology of foraging by ants. – *Annual Review of Ecology and Systematics* **4**: 231–257.
- CASTELLA, G., CHAPUISAT, M. és CHRISTE, P. (2008): Prophylaxis with resin in wood ants. – *Animal Behaviour* **75**(4): 1591–1596.
- CHAPUISAT, M., OPPLIGER, A., MAGLIANO, P. és CHRISTE, P. (2007): Wood ants use resin to protect themselves against pathogens. – *Proceedings of the Royal Society of London B*, 274, pp. 2013–2017.
- CHRISTE, P., OPPLIGER, A., BANCALÀ, F., CASTELLA, G. és CHAPUISAT, M. (2003): Evidence for collective medication in ants. – *Ecology Letters* **6**(1): 19–22.
- COLLINS, C. M. és LEATHER, S. R. (2002): Ant-mediated dispersal of the black willow aphid *Pterocomma salicis* L.; does the ant *Lasius niger* L. judge aphid-host quality? – *Ecological Entomology* **27**(2): 238–241.
- COUDRAIN, V., ARLETTAZ, R. és SCHAUB, M. (2010): Food or nesting place? Identifying factors limiting Wryneck populations. – *Journal of Ornithology* **151**(4): 867–880.
- CZECHOWSKI, W., MARKÓ, B. és RADCHENKO, A. (2008): Rubbish dumps reveal the diet of ant colonies: *Myrmica schencki* Em. and *Myrmica rubra* (L.) (Hymenoptera: Formicidae) as facultative pollen-eaters. – *Polish Journal of Ecology* **56**: 737–741.
- CZECHOWSKI, W., RADCHENKO, A. G. és CZECHOWSKA, W. (2002): *The ants (Hymenoptera: Formicidae) of Poland*. – Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences, 200 pp.
- CSIKI, E. (1905): Biztos adatok madaraink táplálkozásáról. – *Aquila* **1905**(1–4): 312–330.
- CSÓKA, GY. (1997): *Gubacsok – Plant galls*. – Agroinform, Budapest, 160 pp.
- CSÓKA, GY. és KOVÁCS, T. (1999): *Xilofág rovarok – Xylophagous insects*. – Agroinform, Budapest, 189 pp.
- CSÓKA, GY. és CSÓSZ, S. (2014): *Hangyák és a holtfa*. – In: CSÓKA, GY. és LAKATOS, F. (szerk.): A holtfa. *Silva naturalis* Vol. 5. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 109–114.
- CSÓKA, GY., STONE, G. N. és MELIKA, G. (2005): *Biology, Ecology, and Evolution of Gall-inducing Cynipidae*. – In: RAMAN, A., SCHAEFER, C. W. és WITHERS, T. M. (szerk.): *Biology, Ecology, and Evolution of Gall-inducing Arthropods*, Science Publishers, USA, pp. 573–642.

- CSÖSZ, S., MARKÓ, B. és GALLÉ, L. (2011): The myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) of Hungary: an updated checklist. – *North-Western Journal of Zoology* 7(1): 55–62.
- DÁNYI, L. és TRASER, GY. (2008): An annotated checklist of the springtail fauna of Hungary (Hexapoda: Collembola). – *Opuscula Zoologica* 38: 3–82.
- DOBROSI, D. (2014): A holtfa és a denevérek. – In: CSÓKA, GY. és LAKATOS, F. (szerk.): A holtfa. *Silva naturalis* Vol. 5. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 146–154.
- DOMISCH, T., FINÉR, L., NEUVONEN, S., NIEMELÄ, P., RISCH, A. C., KILPELÄINEN, J. és JURGENSEN, M. F. (2009): Foraging activity and dietary spectrum of wood ants (*Formica rufa* group) and their role in nutrient fluxes in boreal forests. – *Ecological Entomology* 34(3): 369–377.
- ERBER, D. (1988): *Biology of Camptosoma Clytrinae–Cryptoccephalinae–Chlamisinae–Lamprosomatinae*. – In: JOLIVET, P., PETITPIERRE, E. és HSIAO, T. H. (szerk.): *Biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht – Boston – London, pp. 513–552.
- ESPADALER, X. és NIEVES-ALDREY, J. L. (1983): Hormigas (Hymenoptera, Formicidae) pobladoras de agallas abandonadas de cinípidos (Hymenoptera, Cynipidae) sobre *Quercus* sp. en la Península Ibérica. – *Boletín de La Estación Central de Ecología* 12: 89–93.
- FARKAS, E. és TÁNCZOS, E. (2009): Adatok a *Liometopum microcephalum* hangyafaj autökológiájának ismeretéhez. – *Diplomamunka*, Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 86 pp.
- FERNANDES, G. W., FAGUNDES, M., WOODMAN, R. L. és PRICE, P. W. (1999): An effect of threetrophic level interactions: plant, galls, and parasitoids. – *Ecological Entomology* 24: 411–415.
- FRANC, V., MAJZLAN, O., KRISTÍN, A. és WIEZIK, M. (2015): *On the distribution and ecology of the ant cricket (Myrmecophilus acervorum) (Orthoptera: Myrmecophilidae) in Slovakia*. – *Matthias Belivs Univ. Proc.* 5, Suppl. 2, pp. 40–50.
- FRANK, S. C., STEYAERT, S. M. J. G., SWENSON, J. E., STORCH, I., KINDBERG, J., BARCK, H. és ZEDROSSER, A. (2015): A “clearcut” case? Brown bear selection of coarse woody debris and carpenter ants on clearcuts. – *Forest Ecology and Management* 348: 164–173.
- GEORGIEV, G., ACADEMY, B., BORISOV, P. és BULGARIAN, M. (2013): Honeydew producers in oak forests of Strandzha Mountain, Bulgaria. – *Silva Balcanica* 9(1): 85–90.
- GOIDANICH, A. (1959): Le migrazioni coatte mirmicogenedello *Stomaphis quercus* L. Aphido olicilico monoico omotopo. – *Bolettino Istituto Entomologia dell’Universitario Bologna* 23: 93–131.
- GÖSSWALD, K. (1940): Die Massenzucht von Königinnen der Roten Waldameise im Laboratorium. – *Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft* 11:283–291.
- GÖSSWALD, K. (1951): *Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. Forstwirtschaftliche Bedeutung, Nutzung, Lebensweise, Zucht, Vermehrung und Schutz*. – Kinau Verlag, Lüneburg, 160 pp.
- GREATHEAD, D. J. (1976): A review of biological control in western and southern Europe. *Technical Communications of Commonwealth Institute of Biological Control*, No. 7 Farnham: CIBC, 182 p.
- GROSSE, C., KACZENSKY, P. és KNAUER, F. (2003): Ants: A food source sought by Slovenian brown bears (*Ursus arctos*)? – *Canadian Journal of Zoology* 81(12): 1996–2005.
- GYÖRFI, J. (1957): *Erdészeti rovarstan*. – Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 126–127.
- HAEMIG, P. (1992): Competition between ants and birds in a Swedish forest. – *Oikos* 65(3): 479–483.
- HAEMIG, P. D. (1996): Interference from ants alters foraging ecology of great tits. – *Behavioral Ecology and Sociobiology* 38: 25–29.
- HARTNER, A. (1994): *Formicoidea vizsgálatok Nyugat- és Dél-dunántúli erdőkben* – Kandidátusi értekezés, 124 pp.
- HAUSER, D. C. (1964): Anting by gray squirrels. – *Journal of Mammalogy* 45(1): 136–138.
- HENDRICKS, P. és NORMENT, G. (2015): Anting behavior by the northwestern crow (*Corvus caurinus*) and american crow (*Corvus brachyrhynchos*). – *Northwestern Naturalist* 96(2): 143–146.
- HERMAN, O. (1901): *A madarak hasznáról és káráról*. – A Magyar Királyi Földművelésügyi Miniszter kiadványai, Budapest, 124 pp.
- HERREIRA, C. M. (1984): Significance of ants in the diet of insectivorous birds in southern spanish mediterranean habitats. – *Ardeola* 30: 77–81.
- HÖLLDOBLER, B. és WILSON, E. O. (1990): *The Ants*. – Harvard University Press, Cambridge, 732 pp.
- HUGHES, J. és BROOME, A. (2007): *Forests and Wood Ants in Scotland*. – Forestry Commission, Information note, 8 p.
- JÄNTTI, A., SUORSA, P., HAKKARAINEN, H., SORVARI, J., HUHTA, E. és KUITUNEN, M. (2007): Within territory abundance of red wood ants *Formica rufa* is associated with the body condition of nestlings in the Eurasian treecreeper *Certhia familiaris*. – *Journal of Avian Biology* 38(5): 619–624.
- KALOTÁS, ZS. (2014): *Hamvas küllő*. – In: HARASZTHY, L. (szerk.): *Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon*. Pro Vértess Közalapítvány, Csákvár, pp. 637–640.
- KELSO, L. és NICE, M. M. (1963): A russian contribution to anting and feather mites. – *The Wilson bulletin* 75(1): 23–26.
- KARHU, K. J. (1998): Green islands – Top-down and Bottom-up effects of wood ants in forests under folivore attack. – *Annales Universitatis Turkuensis*, p.107.
- KARHU, K. és NEUVONEN, S. (1998): Wood ants and a geometrid defoliator of birch: predation outweighs beneficial effects through the host plant. – *Oecologia* 113: 509–516.
- KOVÁCS, T. (2014): *Szaproxilofág bogarak*. – In: CSÓKA, GY. és LAKATOS, F. (szerk.): *A holtfa. Silva naturalis* Vol. 5. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 79–86.
- KUNKEL, H., KLOFT, W. J. és FOSSEL, A. (1985): *Die Honigtau-Erzeuger des Waldes*. – In: KLOFT, W. J. és KUNKEL, H. (szerk.): *Waldtracht und Waldhonig in der Imkerei*, Ehrenwirth, Munich, pp. 48–265.
- LAAKSO, J. és SETÄLÄ, H. (1997): Nest mounds of red wood ants (*Formica aquilonia*): hot spots for litter-dwelling earthworms. – *Oecologia* 111(4): 565–569.
- LAINE, K. J. és NIEMELÄ, P. (1980): The influence of ants on the survival of mountain birches during an *Oporinia autumnata* (Lep., Geometridae) outbreak. – *Oecologia* 47: 39–42.
- MAHDI, T. és WHITTAKER, J. B. (1993): Do birch trees (*Betula pendula*) grow better if foraged by wood ants? – *Journal of Animal Ecology* 62: 101–116.
- MASCHWITZ, U., WEISSFLOG, A., SEEBAUER, S., DISNEY, R. H. L. és WITTE, V. (2008): Studies on European Ant Decapitating Flies (Diptera: Phoridae): I. Releasers and Phenology of Parasitism of Pseudacteon formicarum. – *Sociobiology* 51(1): 127–140.
- MATTSON, D. J. (2001): Myrmecophagy by Yellowstone grizzly bears. – *Canadian Journal of Zoology* 79(5): 779–793.
- MERKL, O. és VIG, K. (2009): *Bogarak a Pannon régióban*. – Vas Megyei Múzeumok Igazgatósága, B. K. L. Kiadó, Magyar Természettudományi Múzeum, Szombathely, 496 pp.
- MERMOD, M., REICHLIN, T. S., ARLETTAZ, R. és SCHAUB, M. (2009): The importance of ant-rich habitats for the persistence of the Wryneck *Jynx torquilla* on farmland. – *Ibis* 151: 731–742.

- MICÓ, E. és GALANTE, E. (2003): Biology and new larval descriptions for three cetoniine beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae: Cetoniini: Cetoniina, Leucocelina). – *Annals of Entomological Society of America* **96**(2): 95–106.
- MITRUS, S., HEBDA, G. és WESOŁOWSKI, T. (2015): Cohabitation of tree holes by ants and breeding birds in a temperate deciduous forest. – *Scandinavian Journal of Forest Research* (August 2015), 1–5.
- MOROZOV, N. S. (2015): Why do birds practice anting? – *Biology Bulletin Reviews* **5**(4): 353–365.
- MURAKAMI, M. és NAKANO, S. (2000): Species-specific bird functions in a forest-canopy food web. – *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences* **267**(1453): 1597–1601.
- MÜLLER, H. (1956): Können Honigtau liefernde Baumläuse (Lachnidae) ihre Wirtspflanzen schädigen? – *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **39**(2): 168–177.
- NAGY, B., KRISKA, G. és LOVAS, B. (1998): A hangyászticsök és mozgásetológiája. – *Állattani Közlemények* **83**: 161.
- NIEMELÄ, P. és LAINE, K. (1986): Green islands-predation not nutrition. – *Oecologia* **68**: 476–478.
- NOYCE, K. V., KANNOVSKI, P. B. és RIGGS, M. R. (1997): Black bears as ant-eaters: seasonal associations between bear myrmecophagy and ant ecology in north-central Minnesota. – *Canadian Journal of Zoology* **75**(10): 1671–1686.
- ÓNODI, G. és WINKLER, D. (2014): A holtfa szerepe az odúlakó madárközösségek kialakulásában. – In: CSÓKA, GY. és LAKATOS, F. (szerk.): A holtfa *Silva naturalis* Vol. 5. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 125–144.
- PÁLLI-GERGELY, B. és VARGA, A. (2014): *Puhatestűek és a holtfa*. – In: CSÓKA, GY. és LAKATOS, F. (szerk.): A holtfa. *Silva naturalis* Vol. 5. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 115–120.
- PARMENTIER, T., DEKONINCK, W. és WENSELEERS, T. (2014): A highly diverse microcosm in a hostile world: A review on the associates of red wood ants (*Formica rufa* group). – *Insectes Sociaux* **61**(3): 229–237.
- PECSENYE, K., BERECKZI, J., JUHÁSZ, E., TARTALLY, A. és VARGA, Z. (2015): Contrasting genetic structure in cuckoo and predatory *Maculinea* butterflies. – *Conservation Genetics* **16**(4): 939–954.
- PORTER, S. D. (1998): Biology and Behavior of *Pseudacteon* Decapitating Flies (Diptera: Phoridae) that Parasitize Solenopsis Fire Ants (Hymenoptera: Formicidae). – *Florida Entomologist* **81**(3): 292.
- PUNTTILA, P., NIEMELÄ, P. és KARHU, K. (2004): The impact of wood ants (Hymenoptera: Formicidae) on the structure of invertebrate community on mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*). – *Annales Zoologici Fennici* **41**: 429–446.
- RENDES, N. és CSÓKA, GY. (2014): *Kisemlősök és ragadozók*. – In: CSÓKA, GY. és LAKATOS, F. (szerk.): A holtfa. *Silva naturalis* Vol. 5. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 145–146.
- REVIS, H. C. és WALLER, D. A. (2004): Bactericidal and fungicidal activity of ant chemicals on feather parasites: an evaluation of anting behavior as a method of self-medication in songbird. – *The Auk* **121**(4): 1262–1268.
- REZNIKOVA, Z. és PANTEEVA, S. N. (2001): Interaction of the ant *Myrmica rubra* L. as a predator with springtails (Collembola) as a mass prey. – *Doklady Biological Sciences* **380**: 475–477.
- RIEMER, S., SCHULZE, C. H. és FRANK, G. (2010): Population density and habitat use of the green woodpecker (*Picus viridis*) in Donau-Auen National Park (Lower Austria). – *Vogelwarte* **48**: 275–282.
- RIPKA, G. (2008): Checklist of the Psylloidea of Hungary (Hemiptera: Sternorrhyncha). – *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* **43**(1): 121–142.
- ROLSTAD, J., LØKEN, B. és ROLSTAD, E. (2000): Habitat selection as a hierarchical spatial process: the green woodpecker at the northern edge of its distribution range. – *Oecologia* **124**: 116–129.
- RÓZSA, L. (2003): A madarak tetvei (Phthiraptera). – *Állattani Közlemények* **88**(2): 3–29.
- RÖSZLER, P. (1941): Az erdő és a hangya. – *Erdészeti Lapok* **80**(8): 449–457.
- RUST, E. (1958): Aufbau der ersten Ameisenfarm. – *Forst und Jagd* **8**: 131–135.
- SCHMUTTERER, H. (1956): Saugschäden an Eichen und Buchen durch Lachniden in Abhängigkeit von Ameisen-Trophobie. – *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **39**(2): 178–185.
- SCHWENKE, W. (1957): Über die räuberische Tätigkeit von *Formica rufa* L. und *F. nigricans* Emery überhalb einer Insektenmassenvermehrung. – *Beiträge zur Entomologie* **7**(3–4): 226–246.
- SEIBERT, T. F. (1993): A nectar secreting gall wasp and ant mutualism – selection and counter-selection shaping gall wasp phenology, fecundity and persistence. – *Ecological Entomology* **18**: 247–253.
- SKINNER, G. J. (1980): The feeding habits of the wood ant *Formica rufa* (Hymenoptera: Formicidae) in limestone woodland in north west England. – *Journal of Animal Ecology* **49**: 417–433.
- SKINNER, G. J. és WHITTAKER, J. B. (1981): An experimental investigation of the inter-relationships between the wood ant (*Formica rufa*) and some tree-canopy herbivores. – *Journal of Animal Ecology* **50**: 313–326.
- STADLER, B. és DIXON, A. F. G. (2005): Ecology and Evolution of Aphid-Ant Interactions. – *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **36**(1): 345–37.
- STONE, G. N. és COOK, J. M. (1998): The structure of cynipid oak galls: patterns in the evolution of an extended phenotype. – *Proceedings of the Royal Society, Series B* **265**: 979–988.
- SWENSON, J. E., JANSSON, A., RIIG, R. és SANDEGREN, F. (1999): Bears and ants: myrmecophagy by brown bears in central Scandinavia. – *Canadian Journal of Zoology* **77**: 551–561.
- SZATHMÁRY, E., HALTRICH, A. és TARTALLY, A. (2005): Data to the Knowledge of the Lachnid Fauna (Homoptera : Lachnidae) of Hungary. – *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* **40**(3–4): 403–408.
- TARTALLY, A. (2009): A *Maculinea* boglárkalepkék Kárpát-medencéből ismert hangyagazdái, parazitoidjai és a hangyagazdák egyéb szociálpazitái. – *Természetvédelmi Közlemények* **15**: 23–34.
- THOMAS, K. H. (1962): Die Blattläuse des Formenkreises *Brachycaudus prunicola* (Kalt). – *Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock* **11**: 125–138.
- THOMAS, J. A., ELMES, G. W., WARDLAW, J. C. és WOYCIECHOWSKI, M. (1989): Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* ant nests. – *Oecologia* **79**(4): 452–457.
- TILMAN, D. (1978): Cherries, Ants and Tent Caterpillars: Timing of Nectar Production in Relation to Susceptibility of Caterpillars to Ant Predation. – *Ecology* **59**(4): 686–692.
- TRASER, GY. és WINKLER, D. (2012): *Ugróvillások*. – In: KÁRPÁTI, L. és FALLY, J. (szerk.): Fertő–Hanság – Neusiedler See–Seewinkel Nemzeti Park. Monografikus tanulmányok a Fertő és a Hanság vidékéről. Fertő–Hanság Nemzeti Park Igazgatóság – Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, pp. 143–150.
- ÜLGENTÜRK, S., ÖZDEMİR, I., KOZÁR, F., KAYDAN, M. B. és SARIBAŞAK, H. (2013): Honeydew producing insect species in forest areas in Western Turkey. – *Türkisch Entomologica Bülleten* **3**(4): 125–133.

- VEPSALAINEN, K. és SAVOLAINEN, R. (1994): Ant-aphid interaction and territorial dynamics of wood ants. – *Memorabilia Zoologica* **48**: 251–259.
- VOUTE, A. D. (1942): Classification of factors influencing the natural growth of a population of insects. – *Acta Biotheoretica* **7**(1): 99–116.
- WARRINGTON, S. és WHITTAKER, J. B. (1985): An experimental field study of different levels of insect herbivory induced by *Formica rufa* predation on sycamore (*Acer pseudoplatanus*) I. Lepidoptera larvae. – *Journal of Applied Ecology* **22**: 775–785.
- WASHBURN, J. O. (1984): Mutualism between a cynipid wasps and ants. – *Ecology* **65**: 654–656.
- WELLENSTEIN, G. (1952): Zur Ernährungsbiologie der Rotenwaldameise. – *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **59**: 430–51.
- WELLENSTEIN, G. (1957): Die Beeinflussung der forstlichen Arthropoden Fauna durch Waldameisen (*Formica rufa* Gruppe), I. Teil. – *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **41**(2–3): 368–385.
- WELLENSTEIN, G. (1959): Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Krankheitserregern, Nutzinsekten und Vögeln im praktischen Forstschutz. – *Forstwissenschaftliches Centralblatt* **78**(5–6): 150–166.
- WELLENSTEIN, G. (1973): The Development of Artificially Founded Colonies of Hill-building Red Wood Ants of the *Formica rufa*-Group in South Western Germany. – *EPPO Bulletin* **2–3**(9): 23–34.
- WELLENSTEIN, G. (1980): Auswirkung hügelbauender Waldameisen der *Formica rufa*-Gruppe auf forstschädliche Raupen und das Wachstum der Waldbäume. – *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **89**(2): 144–157.
- WICHMANN, H. E. (1954): Untersuchungen über *Ips typographus* L. und seine Umwelt. – *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **35**(2): 201–206.
- WILES, G. J. és MCALLISTER, K. R. (2011): Records of anting by birds in Washington and Oregon. – *Washington Birds* **11**: 28–34.
- ZETTEL, H., LJUBOMIROV, T., STEINER, F.M., SCHLICK-STEINER, B.C., GRABENWEGER, G. és WIESBAUER, H. (2004): The European ant hunters *Tracheliodes curvitaris* and *T. varus* (Hymenoptera: Crabronidae): taxonomy, species discrimination, distribution and biology. – *Myrmecologische Nachrichten* **6**: 309–47.
- ZOEBELEIN, G. (1954): Versuche zur Feststellung des Honigtauertrags von Fichtenbeständen mit Hilfe von Waldameisen. – *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **36**: 358–362.
- ZOEBELEIN, G. (1956a): Der Honigtau als Nahrung der Insekten Teil I. – *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **38**: 369–416.
- ZOEBELEIN, G. (1956b): Der Honigtau als Nahrung der Insekten Teil II. – *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* **39**: 129–167.
- ZOEBELEIN, G. (1957): Zur Frage des biologischen Nutzwertes der Roten Waldameise. – *Mitteilungen aus der Bayerische Staatsforstverwaltung* Heft 29.

Role of ants in the Hungarian forest ecosystems

Ágnes Mikó & György Csóka

NARIC Forest Research Institute, Department of Forest Protection,
Hegyalja str. 18, H-3232 Mátrafüred, Hungary. E-mails: mikoa@erti.hu and csokagy@erti.hu

The category of “forest ants” is quite difficult to define briefly. The majority of the 126 ant species recorded in Hungary are all dependent on forests or trees to some extent. These species can potentially be categorized as forest ants that are dependent on trees as nesting place or food source in an obligate or a preferential manner. Colonies of forest ants can be found in several specific microhabitats including decaying parts of living trees, deadwood of different sizes and appearances, oak acorns, cynipid galls etc. Some species build large anthills. Their food sources are rather diverse. Besides hunting (mainly arthropods), their diet mostly consists of honeydew and seeds but they often feed on carcass too.

Ants play an important role in the nutrient flow of forests and in the ecological interaction of different species. They can increase biodiversity through the myrmecophilous species associated with them. Red wood ants have enjoyed special attention among forest ant species. Red wood ant research has mainly been conducted in German-speaking territories (Germany, Switzerland) and in Scandinavia, most often in coniferous forests. The results of these studies can only be partially adapted to Hungarian circumstances. The importance of red wood ants from the aspect of forest protection is complex. As generalist predators, they often feed on herbivorous insects living on trees, hence decreasing herbivore pressure. However, they are in a mutualistic relationship with certain groups of insects like aphids and scale insects and protect them; this way they can increase herbivore pressure which would mean a negative physiological effect on trees. Their impact on forest health is significant but is not yet clarified in many aspects. There are still many unanswered (or never even verbalized) questions regarding other forest ant species.

On top of legal restrictions, the protection of forest ants should include the protection of their habitat and living conditions too. Among other things, stands with diverse canopy closure and a mixed species composition providing balanced and more diverse food basis, leaving tree groups around the anthills during logging and leaving an appropriate amount of dead wood behind can improve the living conditions for ants. This way they can fulfill their role of increasing forest diversity and improving the immune system of the forest. Occasionally the physical protection of anthills might be necessary. Artificial relocation of anthills is one possible alternative but the protection of their habitat could likely be a better solution.

Key words: forest ants, myrmecochory, myrmecophily, ant predation, interspecific interactions, forest protection, ant protection