



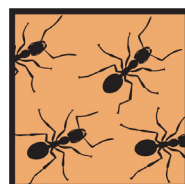
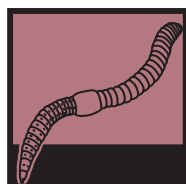
ELENA

Experiential Learning and Education for Nature Awareness

Project duration: 2013 - 2016



*School activities with living animals based on the **Tiere live** approach*



ELENA

Educating with living animals



The trans-european project **ELENA** with partners from Georgia, Hungary, Romania and Germany aims to support a sustainable way of living and acting during a human lifetime. Through personal experiences with living animals, the awakened positive emotions can form a link between knowledge an action and motivate children to find ways to live in more harmony with nature. It was funded by the European Comission.

Find more: www.elena-project.eu

Project management	Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) Katalin Czíppan, Wolfram Adelman, Christian Stettmer
Person responsible	Dieter Pasch, Director of the ANL
Country coordinator	Mihaela Antofie (for Romania), Ildiko Kovacs (for Hungary), Alexander Rukhaia (for Georgia), Wolfram Adelman (for Germany)
Project Quality Assurance	Virag Suhjada, Levente Turóczi
Dissemination/ Public relation	Anca Voineag
Webpage	Levente Turóczi

Many thanks to all team members of the **ELENA** project:

in Georgia:

Natia Javakhishvili
Manana Ratiani
Alexander Rukhaia

Celina Stanley

Christian Stettmer
Julia Stich
Peter Sturm

in Romania:

Mihaela Antofie
Ştefan Firu
Voichiţa Gheoca
Blanca Grama
Mirela Kratochwill
Daniela Mara
Simona Morariu
Corina Olteanu
Daniela Preda
Alexandru Taco
Camelia Sava
Nicolae Suciu
Ramona Todericiu
Anca Voineag

in Germany:

Wolfram Adelman
Elisabeth Brandstetter
Katalin Czíppan
Martin Eiblmaier
Alfred Kotter
Ute Künkele
Melanie Schuhböck
Nicolas Friedl
Bernd Schwaiger
Katarina Schwarz
Birgit Siepmann

in Hungary:

Katalin Erdös
Kata Kostyál
Ildikó Kovács
Zsuzanna Kray
Judit Rátz
Tünde Szabo
Peter Szandi-Varga
Eniko Szlággyi
Virág Suhajda
Levente Turóczi

Project partners:



Associated partners:





A hangyák

Tanári kézikönyv



Az egész életen
át tartó tanulás
programja

Tiere live



Kiadó



© ELENA Projekt
Experiential Learning and
Education for Nature Awareness
www.elena-project.eu

Projektvezető



Bayerische Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege (ANL)
Seethalerstraße 6, 83410 Laufen
poststelle@anl.bayern.de
www.anl.bayern.de

Partnerek



Inspectoratul Scolar
Judetean
www.isjsibiu.ro



Junior Achievement
Magyarország
www.ejam.hu



Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu
„Lucian Blaga”
University of Sibiu
www.ulbsibiu.ro



National Center For Teacher
Professional Development
www.tpdce.ge



Rogers Személyközpontú
Oktatásért Alapítvány
www.rogersalapitvany.hu



Scoala Gimnaziala Nr. 21
www.scoala21sb.webs.com



SABUKO
Society for Nature Conservation
Society for Nature
Conservation
www.sabuko.org



UNESCO Biosphärenregion
Berchtesgader Land
www.brbgl.de

Szerzők

Angol nyelvű kiadvány (alap)

Voichita Geocha, Peter Sturm, Wolfram Adelman, Birgit Siepmann,
Maria – Mihaela Antofie, Csizmazia Katalin, Kovács Ildikó, Nagy Andrea,
Hrács Krisztina, Nicolas Friedl;

Közreműködők: Csósz Sándor, Gallé László, Cselényi Péter, Kovács Anikó,
Saly Erika, Vásárhelyi Tamás, Victor András, Oborny Beáta, Papp Judith

Román nyelvű kiadvány

Voichita Geocha, Maria – Mihaela Antofie, Judith Papp, Ioan tausan,
Anca Vioneag, Nicolae Suciu

Magyar nyelvű kiadvány

Kovács Ildikó, Csizmazia Katalin, Nagy Andrea, Hrács Krisztina

Közreműködők: Csósz Sándor, Gallé László, Cselényi Péter, Kovács Anikó,
Saly Erika, Vásárhelyi Tamás, Victor András, Oborny Beáta

Szakértő: Tartally András

Lektorálta: Ilosvay György

Német nyelvű kiadvány

Peter Sturm, Wolfram Adelman, Hans Bleicher

Grúz nyelvű kiadvány

Manana Ratiani

Nyomdai előkészítés:

Magyar nyelvű kiadvány: Musákné Gergely Orsolya

Címlapfotó:

Kis fekete hangya mézharmat „fejése” közben (Fotó: Roland Günter)

ISBN: 978-3-944219-24-0

Együttműködő partnerek



Akademie für
Lehrerfortbildung und
Personalführung
www.alp.dillingen.de



GaiaGames
www.ecogon.de



Milvus Group
www.milvus.ro



Rottmayr Gymnasium
www.rottmayr-gymnasium.de



Universität
Hamburg
www.uni-hamburg.de



**Az egész életen
át tartó tanulás
programja**

Az Európai Bizottság támogatást nyújtott ennek a projektnek a költségeihez.
Ez a kiadvány a szerzők nézeteit tükrözi, és az Európai Bizottság
nem tehető felelőssé az abban foglaltak bármilyen felhasználásért.

A projekt
kezdeményezésében
közreműködött:





Tartalom

1. Bevezetés
2. A hangyák osztályozása és sokszínűsége
3. A hangyák biológiája
4. A hangyák életciklusa, fejlődése
5. A hangyák életmódja
6. A hangyák ökológiai jelentősége
7. Mit tanulhatunk a hangyáktól?
8. A magyarországi hangyafajok
9. A kis fekete hangya (*Lasius niger*)
10. Az erdei vöröshangya (*Formica rufa* fajcsoport)
11. Jogi, egészségügyi és biztonsági előírások és rendszabályok
12. Hogyan végezzünk kísérleteket hangyákkal?
13. Kapcsolódás a Nemzeti alaptantervhez
14. Irodalomjegyzék
15. Szakértők
16. További információk a hangyákkal kapcsolatban

Feladatok

1. Feladat: A hangyák táplálékszerzésének megfigyelése
2. Feladat: Mi történik akkor, ha... (egyszerű kísérletek és megfigyelések)
3. Feladat: Az erdei hangyák védekezési reakciója
4. Feladat: Miért nincsenek forgalmi dugók a hangyák útvonalain?
5. Feladat: Egyszerű hangyafarm (formicarium) építése

Mellékletek

1. Melléklet: Mi történik akkor, ha...? - feladatlap
2. Melléklet: Hogyan gyűjtsünk hangyákat?
3. Melléklet: Hogyan építsünk hangyafarmot (formicariumot)?
4. Melléklet: Hogyan tartsunk hangyákat?



Képek a kiadványban:

- 1. kép: Manfred Fiedler
- 2. kép: Dean Epli
- 3., 6., 7., 13. kép: Peter Sturm
- 4., 11., 12. kép: Wolfram Adelman
- 5., 9. kép: Roland Günter
- 8. kép: Kristel Kerler
- 10. kép: Gallé László
- 14., 15., 16., 17., 18., 19., 20., 21., 22. kép: Voichita Geocha



1. kép: *Serviformica* sp. (Fotó: Manfred Fiedler)

A hangyák

1. Bevezetés

A hangyákkal kapcsolatos ismeretszerzés igazán szórakoztató dolog! Egy kis kreativitással a tanulási lehetőségek végtelen tárháza nyílik meg előttünk eme aprócska állatok segítségével. Lehet szó társadalmuk felépítéséről, roppant erejükről vagy túlélési képességeikről szinte bárhol a Földön. A hangyák tökéletes megfigyelési alanyok lehetnek a gyerekek számára, hiszen közvetlen környezetünkben is fellelhetők, ráadásul nagyon élénk, folyton valamin buzgón munkálkodó állatok, így könnyen lekötik a megfigyelők figyelmét. Ami pedig ugyancsak nem mellékes dolog, hogy mindenkinek van a hangyákhoz fűződő személyes élménye, így a diákoknak is könnyebb kapcsolódni a témához.

Az emberek általában meglehetősen vegyes érzelmeket táplálnak a hangyák iránt, leggyakrabban a konyháikat, kamráikat vagy uzsonnás kosaraikat megtámadó illetéktelen behatolók képével azonosítják őket. Gyakran előfordul, hogy a hangyákra csupán úgy tekintenek, mint a nem szívesen látott vendégekre, amelyek folyton megzavarják az életüket. Néhányan talán még félnek is tőlük.

A feladatok fő céljai:

- a hangyákkal kapcsolatos negatív ellenérzések leküzdése
- együttérzés a hangyákkal kapcsolatban
- a hangyák ökoszisztémában betöltött szerepének megismertetése
- felébreszteni az érdeklődést a hangyák, mint rovarok iránt
- a hasonlóságok felismerése a hangyák és az emberek társadalma között



Miután nagyon nagyszámú és meglehetősen kisméretű élőlényekről van szó, a gyerekek gyakran nincsenek tudatában meggondolatlan tetteik következményeinek. Persze azt is érdemes megjegyezni, hogy sokan hiányos információkkal rendelkeznek a hangyákkal kapcsolatban, nem ismerik társadalmuk felépítését, életmódjukat, munkavégzésüket, vagy csodálatra méltó együttműködési képességeiket. Napjainkban végzett kutatások rámutattak arra, hogy mi emberek is milyen sokat tanulhatunk a hangyák rendkívül hatékonyan működő szervezeti modelljéből, kommunikációjából (elég megemlíteni a telekommunikáció területét, az internetet vagy a közlekedést).

Ahhoz, hogy megváltoztassuk a sokakban élő negatív képet nem elég megtanulni, hogy a hangyák miért fontos szereplői közvetlen környezetünknek, vagy milyen szerepet töltenek be az ökoszisztémában, hanem közvetlen kapcsolatba kell lépni velük. Be kell lépni az érzelmek világába, hogy felülkerekedjünk a félelem vagy az undor érzésén. Ha fel tudjuk kelteni a gyerekek érdeklődését, akkor már meg tudnak feledkezni a negatív érzéseikről és így a tanulási folyamat is sokkal hatékonyabb lesz.

2. A hangyák osztályozása és sokszínűsége

A világon szinte mindenütt találhatunk hangyákat kivéve az Antarktisz, Grönlandot, Izlandot és Hawaiit.

Megközelítőleg 10^{15} a hangyák száma a Földön, azaz 6 nagyságrenddel nagyobb, mint az embereké.

A Földön becslések szerint 24.000 hangyafaj él, amelyből napjainkig körülbelül 14.000 fajt írtak le.

Előfordult már, hogy kutatók egy perui fán 43 különböző hangyafajra bukkantak. Viszonyításképpen az emlősökből „csupán” 4500, a madarakból pedig 9000 faj él bolygónkon. Becslések szerint a szárazföldi állati biomassa 15-20%-át alkotják, annak ellenére, hogy egyetlen hangya nagyjából egy ember csupán 30-40 milliomod része.

A hangyák az ízeltlábúak törzsébe, a rovarok osztályába, a hártýásszárnyúak rendjébe, és a hangyaalkatúak (*Formicidae* /ejtsd: formicidé) családjába tartoznak. A hangyák közösségalkotó rovarok.

A hártýásszárnyúak (*Hymenoptera*) rendjébe tartozó méhek és a röpképtelen darazsak rokonai. Az első hangyák a kréta korszak idején jelentek meg kb. 110-130 millió évvel ezelőtt.

A hangyák az állatvilág egyik legsikeresebben működő közösségeit alkotják. A legnagyobb fajgazdagság a trópusokon található, míg az Európában fellelhető fajok száma is több százra tehető.

Néhány érdekesség a hangyákról:

- A hangyák egyike a legfejlettebb rovaroknak a Földön. Például a hangyák fejében található sejtek száma messze meghaladja bármelyik más ismert rovarcsoportét.
- A hangyák a leggyakrabban használt állatok az informatikai és bionikai alkalmazások területén.
- Állkapcsaikkal képesek akár testtömegük 50-szeresét is elcipelni.
- A legnagyobb ismert kolónia kb. 2,7 négyzetkilométer területen terült el és 300 millió egyedet foglalt magába.
- Vannak olyan hangyák is, melyek más fajok egyedeit rabszolgaként tartják, expedíciókat indítanak és más hangyafajok bábait vagy lárváit elrabolják. Később ezek a fészkekben kikelve, velük született ösztöneiket követve, továbbra is gondozni fogják a lárvákat, segítik a fészkepítési munkálatokat vagy a táplálékgyűjtést és szállítást.

A feladatok elvégzéséhez ajánlott a gyakori és széles körben elterjedt hangyafajok megfigyelése. Legközönségesebb nálunk a kis fekete hangya (*Lasius niger*) (ejtsd: láziuszigner). Úgyszólván mindenütt, erdőn-mezőn, kertekben megtalálható földből épített, kúp alakú fészke. Kolóniái kövek alatt és korhadó fatörzsekben is megfigyelhetők.



A kis fekete hangyát nem könnyű megkülönböztetni az invazív kerti hangyától (*Lasius neglectus*). A kerti hangyák sok királynős telepei egymással szoros kapcsolatban lévő bolyok ezreiből állnak, így alkotnak az emberi metropoliszokhoz hasonló szuperkolóniákat, amelyek számos európai városban megjelentek. Az őshonos fajoktól eltérően az invazív fajok szuperinvazív kolóniákat hoznak létre, melyek akár sok-sok négyzetkilométernyi területen húzódnak. (A szuperkolóniákat létrehozó hangyafaj akadálytalanul terjed, ahol eddig megjelent, ott látványosan romlottak az őshonos fajok életkilátásai. A hetvenes években rögzítették az első európai esetet, akkor találták meg a kontinensen a nulladik kolóniát, méghozzá Budapesten (Van Loon et al. 1990). Azóta Magyarországról 21 szuperkolóniát regisztráltak (Tartally & Báthori 2015). Az invazív fajok terjeszkedése nem csupán Európában, hanem az egész Földön megfigyelhető. Egyéni stratégiájuk a sikeresen működő szuperkolóniák építésén alapul, amikor az egy régióban élő faj összes kolóniája együttműködik egymással. Ahol megjelennek, ott rövid időn belül a legtöbb őshonos hangya- és más ízeltlábú faj száma drasztikusan lecsökken, mert az invazív hangyák szuperkolóniai minden lehetséges táplálékot elpusztítanak a szétszórtan élő, egymással nem kommunikáló egyéb hangyafajok elől (Nagy et al. 2009).

3. A hangyák biológiája

A hangyaalkatúak családjában számos faj található. Nagyméretű kolóniákban élnek, melyekben egyaránt megtalálhatók szárnyas, ivaros egyedek illetve szárnyatlan, steril példányok.

Testük részei: fej, tor és a potroh a potrohnnyéllel. Könnyen felismerhetők a két részből álló térd alakúan kapcsolódó csápjaikról és a „karcsú derekukról”. A hangyák 1. potrohszelvénye hozzánőtt a torhoz, ez a gyakorlatban úgy néz ki, mintha a tor része lenne, ezért áltorszelvénynek hívjuk. A 2. potrohszelvény sok fajnál nyélpikkelyként (pikkely formájú) alkot egy karcsú derekat. Ez jellemző pl. a „hangyasavas”, vagy más néven „egybütykös” (*Formicinae* alcsalád) hangyákra, melyek hangyasavat fecskendeznek a mart sebbe. Más fajoknál a 2. és a 3. potrohszelvény is nyélbütyköt (bütyök formájú) alkotva még hosszabb derekat formál, mely a fullánkös életmód esetén (pl. *Myrmicinae* alcsalád) fontos, hiszen ez a hosszú és karcsú derék segíti a potroh begömbösítését és ezáltal a rágókkal elkapott áldozat megszúrását.



2 Kép: Egy hangya (*Camponotus*) rágó szájszerve. Jól látszanak a nagy fogazott szélű felsőállkapcsok. (Forrás: www.AmeisenWiki.de, Fotó: Dean Epli).

Az egész testet kemény kitinváz borítja, amelyhez belülről tapadnak az izomrostok, ahogy a legtöbb ízeltlábúnál. A kitinpáncélnak a vízvesztesség csökkentésében is jelentős szerepe van.

A hangya fejének alakja és viszonylagos nagysága nagyon változó; a fej elülső részén találjuk meg a szájszerveket, a páros csápot és a szemeket. A fejen található az összes érzékszerve, ez az a testrész, mely előrehaladásakor elsőként érzékeli a környezetből érkező ingereket. Ez fontos mind az egyén, mind a kolónia túlélése szempontjából. A fejen található csápok folyamatosan mozgásban vannak, ezekkel tapogatnak, szagolnak és ízlelnek. Egyes hangyafajok esetében a csápok végén hő- illetve széndioxid érzékelő receptorok is vannak. Mivel a csápok páros szervek és mozgathatóak, ezért a hangyák „három dimenzióban tudnak velük szagolni”, így a szagok alapján térben is tudnak tájékozódni.

A kémiai és optikai ingerek segítségével tájékozódó, különösen fejlett társas életet élő rovarok, mint például a hangyák vagy a háziméh esetében, az előagyban található a kivételesen fejlett gombatest. Ide érkeznek a csápokon lévő szagló- és a szemben lévő fényérző sejtekből az ingerületek. Ez a rovaragy legmagasabb rendű érző-, asszociációs- és ösztönközpontja.



A közös fészkekbe tartozó hangyák szaglász útján felismerik egymást és az idegeneket is. Kísérletek kiderítették, hogy a „fészekszag” teszi ezt lehetővé, amelyet minden példány magán hordoz. Ugyanakkor a hangyák képesek szagok alapján megkülönböztetni a kolónián belül a különböző feladatokat ellátó egyedeket.

Az összetett szemek látómezeje 180°-ot képes lefedni. Attól függően, hogy a hangyák mennyire hagyatkoznak látásukra változik a szem mérete. Azoknak a hangyáknak, amelyeknek szüksége van a látásra a táplálékszerzés során, nagyobb szemei vannak, míg azoknak a hangyáknak, amelyek a sötét talajban élnek, a szeme jóval egyszerűbb, vagy el is tűnhet. Az összetett szemek mellett lehetnek egyszerű pontszemek is (1-3).

A szájszervek legfeltűnőbb része a két, többnyire fogó alakú rágó. Ezek segítségével épít, hurcolja a társait vagy utódait, ezzel szedi szét zsákmányát, ez (is) a támadó és védekező fegyvere. Fontos fegyvere ugyanakkor a fullánk és/vagy a potroh végén található mirigyek, melyekből a testük méretének többszörös távolságára is képesek pontosan célozni a mérgező váladékkal (pl. hangyasavat, ketonokat).

Az ivaros alakok tora (a szárnymozgató izmok helyigényének megfelelően) jóval erősebb és differenciáltabb, mint a steril dolgozóké, így egymástól könnyen megkülönböztethetők. A tor has oldali felületéhez kapcsolódik a három pár láb illetve a szárnyas egyedek esetében a szárnyak töve is az első két torsiágyra helyezkedik el. A hangyák lábai a futáshoz alkalmazkodtak, ugyanis méretükhöz képest meglepően gyorsan tudnak szaladni. A lábak végén karmok találhatók, melyek nagyon fontos szerepet töltenek be a mászás során, hiszen szinte teljesen sima felületen is képes megkapaszkodni, és még akár fejjel lefelé is tud lógni az üvegen a testének sokszorosát a rágói között tartva. Az emeletes házakban való megjelenését ezen túl megmagyarázza az is, hogy repülni is tud.

A potrohban található a legtöbb fontos belső szerv: szív, mirigyek, melyek támadás esetén felelősek a kémiai anyagok kiválasztásáért. Emésztőrendszere az egész testen végighúzódik. Ennek köszönhetően eltérőek lehetnek az egyes hangyafajok. Van, amelyiknek kivételesen nagy potroha van, vagy fullánkja a mérgeg kifecskendezéséhez, míg másoknak egy nyílása van, amelyen keresztül kilövellik a hangyasavat, például a zsákmány lebénítására vagy védekezés céljából. (Az utolsó potroh-szelvény a hímeknél ivarszervvé, a nőstényeknél és a dolgozóknál fullánkká alakult).

4. A hangyák életciklusa, fejlődése

A hangyák életciklusa 4 szakaszból áll: pete (tojás), lárv, báb és kifejlett hangya, avagy imágó.

A hangyakolóniák élete a rajzás idejével meglehetősen felbolydul, amint a szárnyas egyedek nagy igyekezettel próbálják elhagyni fészkeiket. Ezek a nászrepülések jellemzően nyár derekán, egy napsütötte, szélcsendes napon történnek meg. Párzás ideje alatt, a nőstény az egész életére elegendő spermát kap, amelyet egy tasakban tárol. Lerakja a petéket, amelyek lágy, ovális, kis alakzatok. A peterakás ideje alatt a nőstény képes a petéket saját maga megtermékenyíteni (a későbbi dolgozók és nőstények), vagy nem termékenyíti meg őket (hímek lesznek csak 1n kromoszómaszámmal). Ugyanakkor nem minden petéből lesz kifejlett példány, némelyiküket elfogyasztják a lárvák, a dolgozók által gyűjtött táplálék kiegészítéseképpen. A hangyapeték mérete maximálisan 1 mm még a nagyobb fajok esetében is. A petekamrákban a petegondozók folyamatosan nyalogatják a petéket, ami fontos a kiszáradás megelőzése céljából illetve, hogy biztosítsák a megfelelő higiénit, vagy megszabadítsák őket a testükre tapadó bármilyen szennyeződéstől vagy gombaspórától.



A soron következő lárvális fázisban a lávaőrök vigyáznak a féregszerű, részlegesen áttetsző lárvákra. A fajtól és kaszttól függően a lárvák képesek akár eredeti méretük több tízszeresére, vagy akár több százszorosára is megnőni. Ezek lényegében csak „evőgépek”, melyeket speciális, proteinben gazdag pépes táplálékkal (pl. mirigyváladékokkal, rovarokkal) és cukros nedvekkel (pl. mézharmat) etetnek a lárvagondozók. Ez azért lényeges, mert a peterakást követő első néhány nap alatt dől el, hogy egy királynő vagy egy dolgozó fog kifejlődni a petéből. Gyorsan nőnek és többször is vedlenek a növekedés során, az utolsó átalakulást követően kifejlődik a báb. Ez a pihenés és az átalakulás ideje, melynek végén a szabadbábból kibújnak a kifejlett egyedek. E bábok onnan kapták a nevüket, hogy a kifejlett egyedek minden testrésze jól kivehető rajtuk és azok (bár össze vannak húzódva) szabadon mozgathatóak. A fullánkos hangyák lárvái bábbá vedlés előtt nem szőnek maguk köré gubót, de a hangyasavas hangyák lárvái ezt megteszik. Ez utóbbiakat alakjuk miatt sokan „hangyatojásnak” nevezik, de nem szabad összetéveszteni a tojásformájú bábokat a hangyák petéjével! A bábból kel ki a kifejlett egyed (imágó). A frissen kikelt példányok világosak, majd a növekedés során testük egyre sötétebbé válik.

5. A hangyák életmódja

A hangyák híresek kitűnő alkalmazkodóképességükről. Sikerük okai között szerepel kitűnően szervezett társadalmuk, képességük az élőhelyük megváltoztatására, táplálékforrás felkutatására vagy fészük védelmére. Fejlődésük során a hangyák más fajokkal különböző típusú kapcsolatokat alakítottak ki, mint például barát, megtűrt vendég, vagy éppen ellenség. A hangyák kolóniákban élnek, amelyek méretben rendkívüli változatosságot mutatnak. Lehet például néhány tucat egyed együttélése egy természetes üregben vagy egy magasan szervezett, hatalmas területre terjedő és több millió tagot számláló kolónia. A nagyméretű kolóniák általában steril, szárnyatlan nőstényekből állnak, amelyek „dolgozók”, „katonák” vagy számos egyéb szerepkör betöltői. Az év bizonyos időszakában szinte minden hangyakolóniában találunk ivaros hímeket és nőstényeket (ezek még szárnyasak), illetve egy vagy több megtermékenyített (szárnyát levetett) nőstényt, amelyeket „királynőnek” nevezünk.



A hangyák szoros családi egységekben élnek, amelyek akár több millió dolgozót és hozzájuk képest csupán néhány ivarérett egyedet foglalnak magukba (általában egy királynő és időszakosan hím példányok). A nőstények kivételesen hosszú ideig élnek a többi rovarhoz képest. Fajtól függően a dolgozók elérhetik a 3-6 éves kort, míg a királynők akár 20-25 éven keresztül is aktívak. A vöröshangyák esetében már bizonyítást nyert, hogy a királynő elérheti akár a 30 éves kort is. A hazánkban honos hangyafajok főleg korhadt fákban, kövek alatt vagy a talajban alakítják ki fészüket. A kerti hangyák földalatti fészkeik illetve a vöröshangyák túlevelekből emelt otthonaik már sokkal bonyolultabb építmények. Az apró *Temnothorax* fajok kis kolóniái akár egy gubacsban, vagy tölgymakkban is be tudnak rendezkedni.

3. Kép: Kis fekete hangya (*Lasius niger*) felnyitott fészke
(Fotó: Peter Sturm)



Az erdei vöröshangyák (*Formica rufa* fajcsoport) a tűlevélből épült fészkeikkel jól alkalmazkodtak a mérsékelt öv téli hidegéhez. A tűlevelek viszonylag lassan bomlanak, mert azokat a gyanta konzerválja, így a fészkek gyakran elérik a majdnem két méteres magasságot is. A több mint 700 fészket magába foglaló többkirálynős szuperkolóniák is gyakran előfordulhatnak. Az ilyen fészkek ideális „hőtermelő” tulajdonságokkal bír. Áprilistól októberig a fészken belül mérhető hőmérséklet eléri a 20-30°C-ot. A napsugárzás természetes fűtési forrásként szolgál, mellette a fészkek hőmérsékletéhez hozzájárul a fészkek anyagának rothadása által gerjesztett hő és a hangyák metabolizmusa során felszabaduló meleg. A bejáratok kinyitásával és bezárásával jól működő légkondicionáló rendszert működtetnek: a forró napokon a bejáratot tágra nyitják, míg a hűvös napokon a legtöbbjüket bezárják.



4. Kép: Erdei vöröshangyák napfűrdőzés közben

(Fotó: Wolfram Adelman, ANL)

Télen viszonylagosan hűvös van a fészkekben, a kiváló szigetelésnek köszönhetően a hőmérséklet nem csökken a hangyákra veszélyes mértékig. Tavasszal a fészkek gyors felmelegítése céljából a hangyák kívülről „hozzák be” a meleget, az eljárás igen egyszerű: napfűrdőzés közben sötét foltokba összeállva „napoznak”, így jól átmelegítik a testüket és a fészkek felsőbb rétegeit, majd visszabújnak felhevült testükkel a hűvös fészkekbe és ott leadják a hőt a még áthűlt társaik között. Miután a tűlevelekből készült fészkek átlag feletti hőmérsékletet képesek biztosítani, az ivarérett egyedek párzási időszaka csupán 5-6 hétre csökken.

A hangyák életmódjukat tekintve rendkívüli változatosságot mutatnak:

- A mézgyűjtő hangyák az összegyűjtött mézharmatot néhány élő dolgozóba tömnek, akiknek a potroha ettől hatalmasra nő, így képtelenek mozogni. A fészkek belsejében az éléskamra mennyezetén függnek egymás mellett a „mézesbödönök”. Türelmesen várják, míg a potrohukban tárolt mézet ki kell adniuk magukból a közösség számára, ez általában akkor történik meg, amikor nincs hozzáférésük elegendő táplálékhoz.

- A levélvágó hangyák a saját fészkeikben kialakított kertészetben nevelik a számukra táplálékul szolgáló gombákat. A fészkek munkásai időről időre ellepik a növényzetet, az apró darabokra vágott leveleket a fészkekbe szállítják, majd ezeket pépszerű anyaggá dolgozzák fel, amelyen a gombatenyésztet nevelik. A gombák nagyon érzékenyek a levegő páratartalmára és a hőmérsékletére, illetve sok széndioxidot termelnek, emiatt a levélvágó hangyák a mai építészettől meghaladó, önműködő szellőzőrendszert fejlesztettek ki a hatalmas, több milliós kolóniáik számára. (Videó: hangyafészkek feltárása: <https://www.youtube.com/watch?v=IFg21x2sj-M>). E fészkekben nagyon sokféle méretű, különféle feladatokat ellátó dolgozó van jelen. Van, aki csak leveleket nyír, van aki csak hordja azokat, van aki védi az útvonalakat, van aki gondozza a „gombakertet”, van aki a lárvákat gondozza és van aki csak a „szeméttelen” tartózkodhat és onnan nem viheti be a fertőzést a fészkek többi részére.



- A rabszolgatartó hangyák időszakonként hadjáratokat indítanak más békésebb fajok ellen, céljuk pedig az, hogy idegen segítőket szerezzenek maguknak. Ezek a hangyafajok sok esetben alkalmatlanokká váltak arra, hogy külső segítség nélkül családot alapítsanak. A királynők is a rabszolga fajok fészkeibe nyomulva megölik az ottani királynő(ke)t (melyek a párosodás után hónapokig éhezve nevelték ki a saját tartalékaikból az első dolgozókat). Egyik képviselőjük a hazánkban is honos amazonhangya. E faj dolgozói sarló alakú állkapcsukkal sem fészket építeni, sem élelmet gyűjteni nem tudnak, de még az ivadékaik gondozását is másra bízják. Önálló táplálkozásra is képtelenek, rabszolgáik etetik őket.

- A kapushangyák általában kemény fába rágják fészkeiket, melyeknek csak egyetlen kijárata van. Ez a nyílás kör alakú s ebbe a nyílásba illik bele pontosan a nagyobb termetű munkás feje. A fészkekbe visszaérkező dolgozó csápjaival megérinti a „kapuőr” hangya fejét, ami csápjaival meggyőződik arról, hogy a fészektársa tért vissza, és csak ezt követően enged be.

- A vándorhangyák Afrikában és Dél-Amerikában hatalmas kolóniákat alkotnak, melyek rendszeresen új helyre költöznek. Oszlopokban haladva szinte előzönlük a vidéket, s mindent elpusztítanak, majd feldarabolnak, és a fészükbe cipelnek ami az újtukat keresztezi.

- A levélszövő hangyák egymásba kapaszkodva összehúzzák a leveleket a fák koronájában, majd a társaik a lárvákat megragadva, azok (a más hangyáknál bábuból szövésre használt) selymével „összevarrják” a leveleket egy gömbbé, így készítve maguknak fészket a fák tetején.

6. A hangyák ökológiai jelentősége

Szinte az összes szárazföldi ökológiai rendszerben fontos szerepet töltenek be: más rovarokat fogyasztanak, levéltetveket gondoznak, beporoznak virágokat, növényi magokat szállítanak és hozzájárulnak a tápanyag körforgásához, hiszen igen fontos lebontói az elpusztult rovaroknak és egyéb kistestű állatoknak.

Társas életmódjuk és fészkepítési technikájuk rengeteg energiát vesz igénybe, így emiatt nagy mennyiségű táplálékot fogyasztanak. A hangyapopulációknak ennek köszönhetően kivételes hatása van az őket körülvevő flórára és faunára. A hangyák együttélése leginkább sűrűn lakott nagyvárosokhoz hasonlít, ahol szinte minden háznak már megvan a lakója, így az újonnan érkezőknek nincs könnyű dolga, amikor szeretnének letelepedni.

A fajokban igazán gazdag területeken akár 200-300 hangyaboly is található 100 négyzetméteren. Az apró méretű fajok még ennél is nagyobb sűrűségben jelenhetnek meg. Az élőhelyre jellemző fajoktól függően akár 30-40 kg élő hangya (az utódokat is beleértve) jut egy hektár területre.

A hangyák a földigiliszták után a legjelentősebb talaj és táptalaj szállító élőlények, és fontos szerepet töltenek be a talajszemcsék aprózódásában azáltal, hogy azok forgatásával a szemcsék „összedörzsölődnek”. Biológiai jelentőségük leginkább annak köszönhető, hogy fészkeik építése és átépítése folytán rendszeresen átrendezik a talajt, így a talajrétegeket lazítják és szellőztetik. A hangyák ezen kívül magokat is szállítanak, és ezzel segítik a növények elterjedését.



A levéltetvek fejésével nyert mézharmat nem csupán saját maguknak, hanem más állatoknak is táplálékforrásként szolgál. Megközelítőleg 250 egyéb rovarfaj számára biztosít táplálékot a levéltetvek által termelt mézharmat, a hangyák mellett számos madár, emlős, hüllő, kételtű, ragadozó rovar és pók is fogyasztja. Számos verébalakú, illetve a zöld küllő és a hamvas küllő főleg hangyákkal, a nyaktekercs pedig hangyabábokkal táplálkozik, de sokszor a medvék is belenyálnak a mancsukkal széttépet hangyabolyokba az ott található fiasításért. Ismertek hangyákra specializálódott emlősök is (pl. sörényes hangyász, hangyászsün). Télen jellemző, hogy a hangyák alkotják egyes harkályok fő táplálékát. A hangyákban gazdag erdők általában madarakban gazdag erdőt is jelentenek.

A hangyák a rovarokon belül a legnagyobb egyedszámban jelenlevő ragadozók és képesek szabályozni a többi ízeltlábú elterjedését és populációdinamikáját (meggátolják a növényevő rovarok populációinak felszaporodását, majd összeomlását), így a hangyapopuláció pusztító hatással van a növényzetre és a többi ízeltlábú állatra is.

A hangyák nem csupán elpusztítják a kártékonynak tekinthető rovarokat és azok lárváit, hanem



5. Kép: Kis fekete hangya (*Lasius niger*) mézharmat „fejése” közben. (Fotó: Roland Günter).

hozzájárulhatnak a többi ízeltlábú védelméhez és élőhelyének biztosításához is, például pókok, százlábúak, alsórendű rovarok, lepkék, bogarak és így tovább. A hangyavendégek, (*myrmecophil* fajok), a hangyákkal élnek együtt (holyvafélék, hangyásztücsök, hangyás vakászkák, bizonyos zengőlegyek, boglárkalepke hernyók és azok fürkészdarazsai). Lehetséges, hogy csupán a fejlődésük folyik le ott, vagy ott töltik egész életüket, mint különösen sok bogár vagy levéltetű. Viszonyuk a hangyákhoz különböző, lehet barátságos, a hangyák még gondozzák is őket mirigyeik váladékaiért; másokat közömbösen tűrnek, ismét mások ellenséges betolakodók, melyektől nem tudnak megszabadulni. A hangyabolyok vendégeinek egy része élősködő pl.: az atkák, a hangyaboglárka hernyója vagy a hangyásztücsök. A háromezret is meghaladhatja az ilyen „hangya vendégek” száma (például egy

vöröshangya fészek környékén). A boglárkalepkék több fájának hernyói hangyákkal élnek együtt, tehát csak azokon a helyeken tudnak megtelepedni, ahol a megfelelő hangyagazda jelen van. „A védett boglárkalepkék hernyói a *Myrmica* hangyáknál fejlődnek (szociálpazsiták). A hernyók kezdetben egy tápnövény magkezdeményeit fogyasztják, majd (az esetek kb. 1%-ában) egy megfelelő fajú *Myrmica* dolgozó a fészkebe cipeli (adoptálja) és ott a hernyókat a hangyák etetik, vagy a hangyalárvákkal táplálkoznak. Ennek oka, hogy a hernyók a hangyalárvák szagát utánozzák.” (Tartally, 2008)

Segítik a magas olaj és fehérjetartalmú magfüggelékekkel (elioszóma) szaporodó zárvatermő növények elterjedését (pl. erdélyi csillagvirág, keltikék, ibolyák, hóvirág, egyhajúvirág), amelyek a hangyák számára értékes tápanyagokat tartalmaznak. Elfogyasztják a magot körülvevő függeléket, a magot pedig a bolyukba cipelik és elássák. Ezzel javítják a zárvatermők túlélési, elterjedési esélyeit. A hangyák magterjesztésének egyedisége abban rejlik, hogy a terjesztés igen rövid távolságú (1-2 méter), és a hangyák a magvakat el is temetik. A terjesztés jutalma a kedvelt olajsavakban gazdag magfüggelék, mely funkcionálisan megegyezik a növények által a gerinceseknek szánt jutalmakkal, a húsos gyümölcsökkel. A hangyák magterjesztése a zárvatermők terjesztésében jelent meg evolúciós újjáításként.



7. Mit tanulhatunk a hangyáktól?

A természetben rengeteg olyan megoldás született, amelyekre az ember sokáig csak irigykedve tekintett. Napjainkra a mérnökök, kutatók és fejlesztők egyre többet fordulnak az élővilághoz inspirációért, hogy mindennapi életünkben mi is felhasználjuk a természet találmányait. A hangyák társas életmódja, kommunikációja során számos hatékony megoldással szolgálnak a hétköznapi problémáira.

Miért olyan sikeresek a hangyák? A hangyák, éppúgy mint az emberek, közösségalkotó lények, ám az emberi közösségeken belül egyfajta hierarchia uralkodik, ahol az utasítások és szabályok fentről indulva jutnak el az alsóbb szintekre azzal a céllal, hogy így szabályozzák a csoport dinamikáját a különböző szinteken illetve, hogy így éri el az ideális eredményeket. Ez gyakran vezet merev szerkezetű közösségekhez, amelyek képtelenek önmagukat szabályozni. A „top-down” (felülről lefelé) stratégia sikeresen működhet egy statikus környezetben ám nagy valószínűséggel csődöt mond egy dinamikus változó közegben. Ezzel szemben a hangyakolóniákban a folyamat nagyrészt kétirányú, azaz alulról felfelé is indulnak el változások. A hangyáknak helyben kell reagálni az aktuális kihívásokra és nem felülről érkező szabályokra várnak. Nagy valószínűséggel ez is hozzájárult az elmúlt 100 millió évben a hangyaközösségek bizonyított túléléséhez az örökösen változó környezeti körülmények és feltételek között. Így talán nem is olyan meglepő, hogy egyre gyakrabban fordulnak kutatók is a hangyákhoz. A megfigyelések alapján nagyon hasznos és izgalmas következtetéseket vonnak le, amelyeket sikeresen alkalmaznak az emberi társadalomban is.

Az utóbbi évek mesterséges élet-, mesterséges intelligencia-kutatásaiban az egyik legizgalmasabb vizsgálódási terület a raj-intelligencia (swarm intelligence). A raj-intelligencia nem szorul rá semmilyen hierarchikus rendre, vagy vezetőkre. A rajok önmagukat szervezik – és az így mutatott intelligencia jócskán meghaladja az egyének képességeit. Az adott állatközösségek tagjai - egyenként - ugyan nem képesek túl sokra, ezzel szemben, csoportosan meglepő dolgokat visznek véghez, legyen szó akár egy bonyolult matematikai művelet megoldásáról. Ez szolgálhat magyarázatul arra a tényre, hogy a mesterséges intelligencia és a robotika területén végzett kutatások nagyban hagyatkoznak a hangyák viselkedésének algoritmusaira. Például az internet is a hangyák által alkalmazott algoritmuson alapszik.

Len Fisher, brit orvos és kutató, „raj-intelligenciáról” szóló könyvében ezt a koncerteken hallható taps jelenségével illusztrálja. Ha egy néző elkezd tapsolni, akkor rövid időn belül mások is így tesznek, mígnem az egész közönség tapsban tör ki. Fisher arra a megállapításra jut, hogy az az erő, ami egy személytől indul ki nem lineáris, emiatt lehetséges az, hogy aránytalanul nagy hatást képes kiváltani akár egyetlen személy is a tömegből. Amikor a koncert közönsége egy bizonyos ritmusú tapsban fejezi ki tetszését, akkor az a ritmus a közönség spontán reakciója – nem egyetlen néző szándékát tükrözi. Ennek alapján a kutatók meghatározták a raj egy kiemelkedő tulajdonságát vagyis, hogy az egyének egy csoportja központi irányítás nélkül képes megoldani egy olyan problémát is, amelyre önállóan képtelenek lennének.

Kitűnő példa erre a táplálék keresése: a hangyák mindig a legrövidebb utat választják. De hogyan lehetséges ez? A hangyák feromont bocsátanak ki magukból, így hagynak nyomot a többieknek, miközben feltérképezik a boly környezetét. A feromonok az állatok közötti kommunikáció célját szolgáló kémiai anyagok, melyet az egyed a külvilágba kibocsátva meghatározott viselkedést vált ki a faj többi egyedéből. Már kis mennyiségben is hatásosak. Az a hangya fog először visszatérni a bolyba, amelyik leggyorsabban találta meg a táplálékforrást, visszafelé haladva ugyancsak megjelölte az útvonalat, a többiek pedig innentől kezdve már abba az irányba fognak haladni, amelyiknek erősebb az illata. Ez egy önigazoló hatásmechanizmus, nélkülözve bármilyen komplex kommunikációs technológiát.



A hangyáknál előforduló feromonok különböző csoportokba tartoznak. Az ún. nyomjelző feromonok a táplálékhoz vezető utat jelölik meg. A közösségjelző feromonokkal a társas életmódot folytató rovarok társaikat jelölik meg. „A hangyák kellemetlen helyzetben veszélyt jelző feromont bocsátanak ki. Ez az aktus belső állapotukat a meneküléssel és a támadással kapcsolatos magatartási akciókra hangolja, a feromon koncentrációjától függően, de ugyanez a hatása a kibocsátott feromonnak a fajtársakra is, azokban is a menekülés és a támadás akciót indukálja” (Csányi, 2006). Az ivari csalogató feromonokat általában a nőstény termeli és bocsátja ki, így a hím könnyen rátalálhat tartózkodási helyére, és megtörténhet a párosodás, (megjegyzés: van ivari izgató feromon is).

8. A magyarországi hangyafajok

Magyarország területén jelenleg körülbelül 150 hangyafaj ismert. Ezeket viselkedésük alapján két nagy csoportra választhatjuk szét: egykirálynős (Monogyn) illetve többkirálynős (Poligyn) kolóniák. Az egykirálynős kolóniák királynői általában nagyobb méretűek a dolgozóknál. Abban az esetben, ha egy másik királynő lép be a fészekbe akkor azt elpusztítják. A többkirálynős kolóniák királynői nem kifejezetten nagyobbak mint a fészektársai, így nehéz felismerni őket.

Néhány tipikus magyarországi hangyafaj:

- Maggyűjtő hangya (*Messor structor*)
- Kis fekete hangya (*Lasius niger*)
- Rabszolgahangyák (*Seriformica* fajok)
- Gyepi hangya (*Tetramorium caespitum*)
- Fekete fahangya (*Lasius fuliginosus*)
- Erdei vöröshangya (*Formica rufa*)
- Réti vöröshangya (*Formica pratensis*)
- Borostyánsárga hangya (*Lasius flavus*)
- Sárgahátú hangya (*Lasius emarginatus*)
- Vöröstorúlóhangya (*Camponotus ligniperda*)
- Fekete lóhangya (*Camponotus vagus*)
- Bütykös hangyák (*Myrmica* fajok)
- Amazonhangya (*Polyergus rufescens*)

Jövevény fajok:

- Fáraóhangya (*Monomorium pharaonis*)
- Invazív kerti hangya (*Lasius neglectus*)



9. A kis fekete hangya (*Lasius niger*)

Előfordulás: Széles körben elterjedt és egész Európában ismert, nagyon jól alkalmazkodó faj. Élőhelyét tekintve a nem túlságosan száraz területeket kedveli, mint például az erdők széle, utak mente, vagy a települések.

Fészkeképítés: Talajban rejtőző vagy növények szára mentén fölből emelt akár 20-30 cm magas várak jellemzőek rá, a nem túlságosan stabil építmény a növény erősödésével válik szilárdabbá, mivel a szára egyfajta tartóoszlopként funkcionál. Esőt követően a beomlott folyosókat újra kell építeni, ami magyarázatul szolgál a hangyák nagyfokú aktivitására egy-egy záport követően.



6. Kép: *Lasius niger* királynők (Fotó: Peter Sturm)



7. Kép: A *Lasius niger* fészke (Fotó: Peter Sturm)

Kolónia mérete: Minden kolóniának egyetlen királynője van, a dolgozók száma pedig elérheti a 14.000-es példányszámot. A nagyon nagy fészkekben ez a létszám akár 50.000 is lehet. Egy átlagos fészkekből körülbelül 1000 hím és 200 királynő repül ki évente június-július fordulóján, napos szélcsendben, de közvetlenül az eső előtti délután (érezik a közeledő front okozta légnyomásváltozást, az átázott talaj segíti majd a királynők fészekását). E rajzások igen látványosak: a parkokban pár méterenként nagyszámú szárnyas hangya gyülekezik a hangyafészkek környékén. A sok apró hím és a kevesebb nagyméretű nőstény jól megkülönböztethető egymástól. A különböző rovarrevő ragadozók (pl. a földön békák, gyíkok; a levegőben szitakötők, fecskék) a fészkek közvetlen közelében „lakmároznak”. A felrepült nőstényekre rákapaszkodnak a hímek és a párok a levegőben szabad szemmel is kivehetőek. Miután a nőstény elég hímmel párosodott, leszáll a földre és leveti az esetleg még rajta lévő hímet, majd a szárnyait. Ezt a folyamatot kis türelemmel könnyen végigkísérhetjük. A nászrepülés közepétől még pár óráig sok szárnyavesztett nőstényt lehet látni a földön, melyekből gyűjtve könnyen kinevelhetünk majd kis kolóniákat e közönséges hangyafajból.

Viselkedés: A fészkek megzavarása agresszív viselkedést vált ki az egyedekből. Nyár idején a legintenzívebb táplálékszerzés késő este illetve hajnalban jellemző.



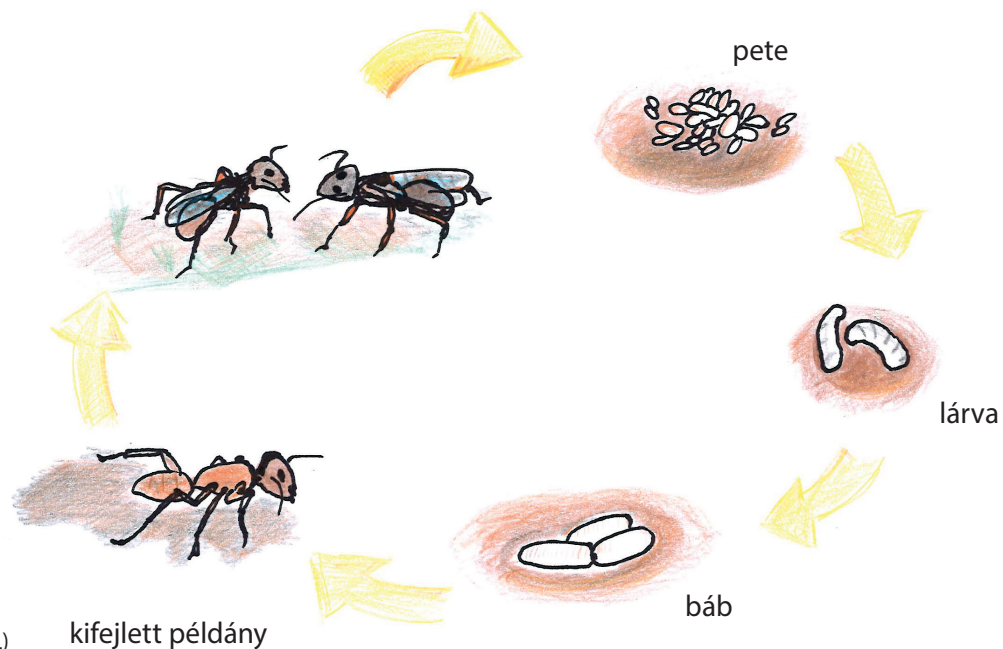
Táplálkozás: Mint a legtöbb őshonos hangyafaj, a kis fekete hangya is mindenevő. Kisebb rovarokat ejtenek el, mézharmatot, zárwatermők magvait, illetve édes gyümölcsöket is fogyasztanak. Szoros köteléket alakítottak ki a levél-, pajzs- és gyökértetvekkkel. A hangyák az általuk nyújtott édes csemegéért cserébe védelmet biztosítanak nekik az ellenségeikkel szemben. A hangyák által látogatott levéltetű kolóniák ezért erőteljesebben fejlődnek és szaporodnak, mint a többiek. Sok faj közöttük a kis fekete hangya is- nem elégszik meg a „vad” tetvekkal, hanem saját maga neveli őket, főleg gyökértetveket.

Méret: királynő 8-9 mm, dolgozó (3-) 4 mm, hím 4-5 mm

Fejlődési szakaszok: a petétől a lárvá állapotig kb. 10-15 nap telik el. A lárvá 10-15 nap múlva bebábozódik, a bából pedig, 10-25 nap elteltével kel ki az imágó. A metamorfózis teljes időszaka átlagosan 1-1,5 hónap, de akár 2 hónap is lehet.

Hibernáció: október- március

Szaporodás: Az ivarérett egyedek párzása jellemzően nyár derekán, meleg napokon történik meg, ezt követően a hímek hamarosan elpusztulnak. A fiatal királynők elhagyják szárnyaikat és új kolóniát alapítanak egy zárt földalatti kamrában (önálló államalapítású). Hamarosan elkezdenek petéket rakni, felélik a már fölösleges szárnymozgató izmaikat és zsírtartalékaikat, majd a dolgozók első generációja (kb. 5-10) nyár végére ki is kel.



8. Kép: Fejlődési ciklusok
(Grafika: Kristel Kerler, ANL)

10. Az erdei vöröshangya (*Formica rufa* fajcsoport)

Előfordulás: Európában a 40-63,5 szélességi fokok közötti területen terjedt el. A napsütötte helyeket kedveli, fenyővel tarkított lombhullató, vagy tűlevelű erdők szélén bukkanhatunk fészkeikre.

Fészkek: Tülevelekből vagy más növényi anyagokból emelt fészkekben élnek, ha több királynő is van, akkor gyakran a fészkek hálózata is jellemző. A boly alapanyagául szolgáló tülevelekben található gyantát a hangyák sokszor fertőzések elleni antibiotikumként is használják. Az utódokat a dolgozók szállítják az emeletes járatokon és kamrahálózaton belül, annak megfelelően, hogy milyen melege és páratartalomra van szükségük.



Méret: királynő 9-11 mm, dolgozó 4,5-8 mm, hímek 9-11 mm

A nászrepülés ideje jellemzően: május- június

Viselkedés: nagyon agresszív, az erős szájszervével képes harapni majd hangyasavat fecskendezni a sebbe. A fészek megzavarása esetén, akár 10-20 mm távolságra is képesek a hangyasavat kilövellni, amelynek célja, hogy a támadóra, így akár a közel hajoló ember szemébe kerüljön.

Táplálkozás: Leginkább rovarokat, pókszabásúakat, elhullott tetemeket fogyasztanak, illetve levél és pajzstetvek ürülékét (mézharmat), fák nedveit és gyümölcsöket.

Erejük rendkívüli, hiszen akár olyan nagyobb állatokat, mint pl. egy elpusztult erdei egér tetemét is képesek együttesen bevinni a fészekbe.

Szaporodás: Szociálpazita államalapítású, azaz a királynő a rabszolgahangya (*Serviformica*) fajok fészkebe nyomul be és megöli az ottani királynő(ke)t, majd a petéit a rabszolgák nevelik fel. Az amazonhangyával ellentétben a kolóniái később kitisztulnak, mert a dolgozói nem rohannak le rabszolgahangya kolóniákat, hogy onnan bábokat raboljanak. Ha a kolónia megerősödik és megjelennek az ivaros alakok, azok sokszor a fészken belül (intranidálisan) párosodnak, de be is fogadhatnak vérfrissítés gyanánt idegen királynőket, így a kolónia többkirálynőssé válhat. Márciusban a királynők nagy mennyiségű petét raknak a fészek belsejébe.



9. Kép: Erdei vöröshangya
(*Formica rufa*). (Fotó: Roland Günter)



10. Kép: Kisebbs méretű vöröshangya fészek
(*Formica rufa*). (Fotó: Gallé László)

11. Jogi, egészségügyi és biztonsági előírások és rendszabályok

Egészségügyi és biztonsági vonatkozások

A hangyák tiszta állatok és nagyon sok időt töltenek a fészük, a bábok gondozásával és karbantartásával, ennek köszönhető, hogy nem tehetők felelőssé járványok kirobbanásáért.

Mindenképpen fontos a diákokat emlékeztetni arra, hogy bár a hangyák apró élőlények, ezek is ugyanúgy megérdemlik az etikus (tisztességes) bánásmódot és odafigyelést. Oktatási céllal minden hangyafaj lehet a megfigyelések alanya, kivéve az erdei vöröshangya fajokat, amelyek fészkei védettek hazánkban.

A védett és a fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős növény- és állatfajokról szóló 13/2001. (V. 9.) KöM rendelet értelmében védettnek minősülnek a fészkepítő vöröshangya fajok fészkei, azaz mind a 6 hazai vöröshangya faj. A törvény értelmében tilos zavarni, befolyásolni vagy megbontani a fészkeket. A törvény vonatkozik a hangyabolyok elpusztítására is. Ez kiváltképp igaz a hangyavárak környékén húzódó hangyaútvonalakra is.



Jogi vonatkozások

Néhány hangyafaj védelem alatt áll, melynek általánosságban két oka lehet:

1. Vannak erdőben honos fajok, amelyek elpusztítják a rovarokat és szabályozzák a kártevők létszámát. Ezért (először Németországban majd Svájcban is) az emberek a hangyákra, mint az erdő biológiai védelmezőire tekintenek (biológiai védekezés). Egyes biológiai védekezési eljárások során a kártevők és kórokozók ellen azok természetes ellenségeit alkalmazzák visszaszorításuk érdekében. A hangyák álca- és hernyófogyasztásuknak köszönhetően a lombfogyasztók kártételét érzékelhetően csökkentik.

2. Általában természetes közösségekben élnek és ezért jelentős ökológiai jelentőséggel bírnak. A fészkeik sérülékenyek és bármilyen rongálódást követően sok időbe és munkába telik nekik, hogy visszatérhessenek bonyolult ám jól szervezett életükhöz.

Az emberi gazdaság szempontjából vannak kevésbé kedvelt fajok is, mint Amerikában a levélvágó hangya, amelyek számtalan növényt tesznek tönkre, ugyanis nagy mennyiségű növényre van szükségük a gombák tenyésztéséhez. Magyarországon a gyepi hangya okoz károkat a kertek növényeiben és a palántákban, míg a ragyogóhangya (*Prenolepis nitens*) a szőlőkre lehet ártalmas.

Az invazív hangyák (pl. nálunk az invazív kerti hangya, szubtrópusi és trópusi vidékeken az argentin hangya és a tűzhangya) sok kárt okoznak mind az őshonos életközösségekben, mind az emberek számára.

12. Hogyan végezzünk kísérleteket hangyákkal?

Pedagógiai szempontból vannak olyan etikai szempontból káros kísérletek, megfigyelések, amelyeket nem szabad engedélyezni. Előfordulhat, hogy a diákok szeretnék, ha a különböző fészkekből származó hangyák megküzdenenek egymással. A nagyjából hasonló méretű hangyák összetűzése esetén a fahangyák elkezdik széthúzni az ellenséges példányt minden oldalról, míg az szét nem szakad. A *Myrmica* (ejtsd: mirmika) fajok a saját fullánkjukat használják védekezésre. Magyarországon kevés fullánkos hangya él. Ilyen a *Manica rubida*, amely hazánk 600-800 méter magas hegyvidékein fordul elő. A lóhangyák képesek leharapni a kisebb méretű hangyák fejét.

El kell kerülni minden olyan kísérletet, amely az állatok sérüléséhez vagy pusztulásához vezethet. Ezeket az etikai kérdéseket mindenképpen szükséges megbeszélni a diákokkal a foglalkozások előtt.



13. Kapcsolódás a Nemzeti alaptantervhez

A Nemzeti alaptanterv meghatározza azokat a kulcskompetenciákat, amelyekre minden egyénnek szüksége van személyes boldogulásához és fejlődéséhez, az aktív állampolgári léthez, a társadalomba való beilleszkedéshez és a munkához. Az ELENA projekt olyan feladatokat kínál a pedagógusoknak melyek, összhangban vannak a NAT által meghatározott kulcskompetenciákkal és gyakorlati oldalról közelíti meg őket:

- természettudományos és technikai kompetencia
- kezdeményezőképeség és vállalkozói kompetencia
- anyanyelvi kommunikáció
- a digitális kompetencia
- hatékony önálló tanulás
- szociális és állampolgári kompetencia
- a matematikai kompetencia

A meghatározott műveltségi területek közös kiemelt céljai közül az ELENA feladatok segítik:

- a tevékenykedtetés (cselekvő részvétel - kísérlet, megfigyelés) középpontba állítását;
- a szociális kompetenciák sokirányú fejlesztését
- az aktív részvétel, öntevékenység és a kreativitás biztosítását
- az egészséges életmód kialakítását
- a médiumok alkotó használatát

A fejlesztési feladatok közül az alábbiakhoz nyújtanak segítséget a feladatok:

- környezettudatosságra nevelés
- környezet és fenntarthatóság
- a tanulási képesség fejlesztése
- ismeretek rendszerezése, alkalmazása
- problémakezelés és megoldás
- az énkép, önismeret, önértékelés, reflektálás
- tapasztalatszerzés: a tapasztalatok tudatosítása közlése, rögzítése, jelölése, ezek értelmezése
- kritikai gondolkodás
- kommunikáció
- a gazdasági nevelés,
- a felkészülés a felnőtt lét szerepeire

Az ELENA feladatok elvégzése során megvalósuló általános célok:

- olyan magatartás és életvitel megalapozása, amely egyéni és közösségi szinten a természet védelmét szolgálja
- tudatosítani az életközösségek változatosságát, szépségét úgy, hogy a tanulók azok elkötelezett védelmezői legyenek
- megalapozni a tanulók ökológiai szemléletét
- felismertetni az emberi tevékenység természetre gyakorolt hatását, annak következményeit
- aktív részvétel a környezet védelmében, szépítésében
- a fenntartható fejlődés iránti felelősségtudat kialakítása a természeti erőforrásainak megismerése során
- legyenek képesek egymáshoz alkalmazkodni, együtt dolgozni
- a diákok kreativitásának és logikus gondolkodásának fejlesztése
- legyenek képesek az információszerzés különböző lehetőségeit használni
- a tanulók képesek legyenek saját magukhoz pozitívan viszonyulni
- személyes képességek, készségek fejlődése, alkotó emberi tulajdonságok fejlesztése
- alakuljon ki a diákokban a gyors alkalmazkodni tudás
- ismerjenek meg problémamegoldó módszereket
- munkájuk során használják más tantárgyak megszerzett ismereteit
- az értékteremtő munka elismerése
- legyenek a diákok a gazdaság világa iránt nyitottak, kíváncsiak, jellemezze őket kreativitásra, innovációra való törekvés

A feladatok a tanulók önálló tapasztalatszerző tevékenységére építenek és mindig valamilyen középpontba állított tanulói tevékenységgel párosulnak, a feldolgozás a diákok közvetlen tapasztalatán alapul.



14. Irodalomjegyzék

- Van Loon A.J., Boomsma J.J. és Andrásfalvy A. (1990): A new polygynous *Lasius* species (Hymenoptera ;Formicidae) from Central Europe, *Insectes Sociaux*. 37: 348-362, Paris

http://www.antwiki.net/wiki/images/e/ec/Van_Loon_et_al_1990.pdf (megnézve: 2016.01.26.)

- Tartally A. (2008): A *Maculinea boglárkalepkék* mirmekofíliája a Kárpát-medencében. Phd Értekezés, Debrecen

- Tartally A. és Báthori F. (2015): Does *Laboulbenia formicarum* (Ascomycota: Laboulbeniales) fungus infect the invasive garden ant, *Lasius neglectus* (Hymenoptera: Formicidae), in Hungary? *e-Acta Naturalia Pannonica* 8: 117-123.

http://epa.oszk.hu/01900/01957/00011/pdf/EPA01957_eactanat_2015_8_117-123.pdf (megnézve: 2016.01.28)

- Nagy Cs., Tartally A., Vilisics F., Merkl O., Sziat É., Szél Gy., Podlussány A., Rédei D., Csősz S., Pozsgai G., Orosz A. Szövényi G., és Markó V. (2009): Effects of the invasive garden ant, *Lasius neglectus* VAN LOON, BOOMSMA & ANDRÁSFALVY, 1990 (Hymenoptera: Formicidae), on arthropod assemblages: pattern analyses in the type supercolony. *Myrmecological news* 12: 171-181, Vienna.

http://web.unideb.hu/tartally/pub/Nagy_et_al_2009_neglectus_paper.pdf (megnézve: 2016. január 28.)

- Csányi V. (2006): A kommunikációs kényszer, Budapest: Magyar Tudomány 2006/4 393 p.

Arnold N.: Bogaras rovarok és egyéb rondaságok, Budapest: Egmont Hungary Kft, 2002.

- Bruce J.: Tücskök, bogarak és hangyák, Budapest: Tessloff és Babilon Kiadó, 2001.

- Gree A.: Rovarleszen, Budapest: Móra Könyvkiadó, 1984.

- Kolb A., Steghaus-Kovac S.: Méhek, darazsak és hangyák, Budapest: Tessloff és Babilon Kiadó, 2005.

- Móczár L.: Legyek, méhek, hangyák, darazsak (BúvárZsebkönyvek), Budapest: Móra Ferenc Kiadó, 1974.

- Móczár L.: Rovarbölcsők, Budapest: Gondolat Kiadó, 1987.

15. Szakértők

A hangyákkal kapcsolatos további kérdések esetén forduljon nyugodtan a szakértőkhöz:

Dr. Csősz Sándor

MTA MTM ELTE Ökológiai Kutatócsoport

E-mail: sandorcsosz2@gmail.com

Dr. Tartally András

Debreceni Egyetem, Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék

E-mail: tartally.andras@science.unideb.hu

Dr. Kovács Éva (a természetben élő hangyákkal kapcsolatos kérdések)

Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatósága

E-mail: kovacse@knp.hu



16. További információk a hangyákkal kapcsolatban

Internet címek

- <http://hangyafarm.hu/hangyak/>

A hangyafarm építésről

- <http://mek.oszk.hu/09100/09112/html/0003/8.html>

Közmondások

- <http://webtanitoneni.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=1196822>

Mesemorzsa (Kányádi Sándor)

- http://mttmuzeum.blog.hu/2013/09/03/a_hartyasszarnyuak_meregkevero_mestere_a_24_oras_hangya#more5494236

A hangyaszúrásról

- <http://mek.oszk.hu/03400/03408/html/2839.html>

Brehm: Az állatok világa: a hangyák

- <http://www.alexanderwild.com/Ants>

Professzionális hangyás képek

- http://sg.hu/cikkek/21654/a_hangyak_mar_egyesitettek_europat

- http://index.hu/tudomany/2009/10/17/elozonlik_a_budai_varat_a_mutans_hangyak/

A szuperkolóniákról

Videók

- <https://www.youtube.com/watch?v=IFg21x2sj-M>

Óriási hangyafészek feltárása

- https://www.youtube.com/watch?v=vG-QZOTc5_Q&list=PLOnJlERr2pU1OnoRiOse_enqijUzMOLF-J&index=1

A hangyaboly működése





Feladatok

A feladatok alapvető céljai:

- enyhítse a hangyákkal kapcsolatos előítéleteket és együttérzést ébresszen velük kapcsolatban
- segítsen felismerni a hangyák ökológiai rendszerben betöltött szerepét és hasznát
- felébressze a diákok érdeklődését a hangyákkal (és rovarokkal) kapcsolatban

Szabadtéri foglalkozások:

1. Feladat A hangyák táplálékszerzésének megfigyelése
2. Feladat Mi történik akkor, ha...
egyszerű kísérletek és megfigyelések
3. Feladat Az erdei hangyák védekezési reakciója

Az állatok és az emberi társadalom:

4. Feladat Miért nincsenek forgalmi dugók a hangyák útvonalain?

Osztálytermi foglalkozás

5. Feladat: Egyszerű hangyafarm (formicarium) építése

Mellékletek

1. Melléklet: Mi történik akkor, ha...? - feladatlap
2. Melléklet: Hogyan gyűjtsünk hangyákat?
3. Melléklet: Hogyan építsünk hangyafarmot (formicariumot)?
4. Melléklet: Hogyan tartsunk hangyákat?





SZABADTÉRI FOGLALKOZÁSOK

A hangyák táplálékszerzésének megfigyelése

Megvalósítás

Első lépésként keressünk egy hangyabolyt a feladatok megvalósításához alkalmas terepen. A legkönnyebben a kis feketehangya, a gyepi hangya és a rabszolghangya fajok találhatók meg a környezetünkben, jellemzően bokrok, fák közelében. Ugyanis itt férnek hozzá a levéltetvek által termelt édes mézharmathoz (ürülékhez), ahonnan jóllakottan, megtelt potrohkal térnek vissza a fészekbe. A diákok először megfigyelik a fészket és beazonosítják a hangyák által használt útvonalakat. A fészkek közelében helyezünk el egyenlő távolságra, kör alakban műanyag lapokból kivágott négyzeteket/korongokat, esetleg faleveleket, melyeken különböző táplálékfajtákat kínálunk fel a hangyák számára. A diákok két-három fős csapatokban vagy egyénileg végezzék el az alábbi megfigyeléseket:

1. megfigyelés: órával lemérni mennyi idő alatt fedezik fel a hangyák az elhelyezett „csalétket”.

2. megfigyelés: órával lemérni a táplálékforrás felfedezése és a fészekbe történő szállítása között eltelt időtartamot.

3. megfigyelés: túvel rögzítsünk a földre valamilyen táplálékot (pl. egy húsdarabot), ezt követően figyeljük meg a hangyák szerveződésének folyamatát.

4. megfigyelés: a csali kihelyezése után lefotózzuk a táplálékhoz érkező fajokat, melyekről pontos leírást készítünk (pl.: „A” faj: kicsi, fekete, nagy fejű; „B” faj: nagy, vörös torú). Egységes időközönként (5-30 percenként) feljegyezzük, hogy a különböző fajokból hány példány jelenik meg a műanyag lapon. Fel lehet jegyezni, hogy az egyik faj a másikkal szemben hogyan viselkedett. A különböző fajok példányszámait az egyes időpontoknak megfelelően látványos grafikonokon szemléltethetjük (Érdeemes kis májkrém, vagy tonhalkrém darabra egy kis mézet csorgatni, hogy a különféle táplálékpreferenciájú fajok is megjelenjenek).

Időterv:



Osztály: 5-8. évfolyam

Tantárgyi kapcsolódás: természetismeret, biológia

Kompetenciák: szociális, természettudományos és technikai kompetencia, hatékony önálló tanulás, megfigyelés és következtetések levonása

Munkaforma: csapatokban

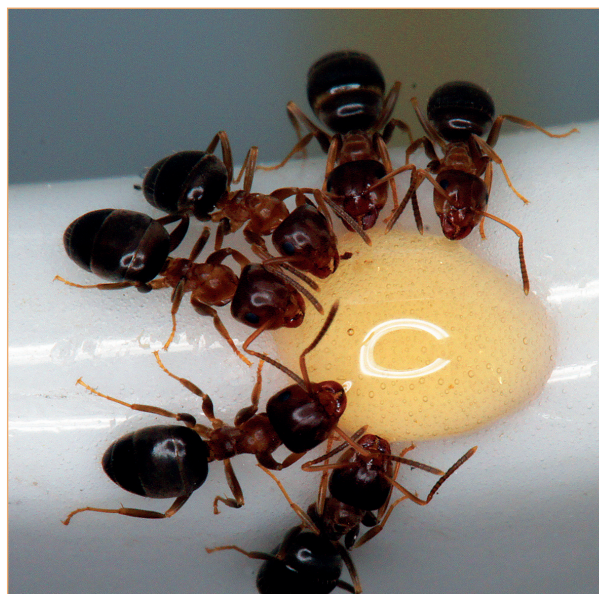
Idő: 45 perc

Foglalkozás céljai

- a hangyák táplálékszerzési módjainak megismerése
- a különböző életkorú hangyák táplálkozási szokásainak megismerése a hangyabolyon belül

Eszközök, kellékek

- hangya, hangyaboly
- falevél, kivágott műanyag körlap, műanyag palack kupakja
- Különböző táplálékforrások: cukoroldat, sajt, magvak, földigilisza, különféle rovarok, kisebb gerincesek teteme, vizes tonhal konzerv, méz
- feladatlap (opcionális, lehet saját szempontok alapján is)
- időmérő



11. Kép: Homoki hangya (*Lasius brunneus*) egyedek egy csepp méz fogyasztása közben. (Fotó: Wolfram Adelmann)



Megjegyzés: Ne feledkezzünk meg arról, hogy a kísérlet során egyenlő mértékben használjunk szilárd és folyékony táplálékot, illetve figyeljünk arra, hogy a fészek és a táplálékforrás közötti távolság is mindig egyenlő maradjon. A megfigyelés során ügyelni kell arra, hogy a hangyákat ne zavarjuk meg (ne fújjunk rájuk, ne lépjünk az útvonalukra, ne piszkáljuk a csalit, ne takarjuk el a napfényt). Az így gyűjtött adatokat, tapasztalatokat érdemes az osztályba visszatérve közösen megbeszélni. Lehetséges feladatok: grafikonok készítése vagy térkép rajzolása. Ezen tüntessük fel a csalik helyét a hangyabolyhoz és útvonalakhoz viszonyítva.



SZABADTÉRI FOGLALKOZÁSOK

Mi történik akkor, ha...

Egyszerű kísérletek és megfigyelések a tanári és diák feladatlap alapján. A megfigyeléseket megelőzően mindenképpen ajánlott a megfelelő helyszín kiválasztása. Nagyvárosokban ez nem egyszerű, ezért érdemes egy előzetes felderítés után a feladatot egy egész napos terepgyakorlat keretében megvalósítani.

A tanári illetve a diák feladatlap az 1. sz. Mellékletben szerepel.

Időterv:



Osztály: 5-8. évfolyam

Tantárgyi kapcsolódás: természetismeret, biológia

Kompetenciák: szociális, természettudományos és technikai kompetencia, hatékony önálló tanulás, megfigyelés és következtetések levonása

Munkaforma: csoportokban vagy egyénileg

Idő: a választott kísérletek számától függően változó

Foglalkozás célja:

- a hangyák problémamegoldó technikájának megfigyelése

Eszközök, kellékek:

- A4 lap, filctoll, közepes méretű virágcserep, mezei katáng (cikória), egy tál víz, kréta, cukor, ecet, fekete bors, fahéj, menta, tinta, paradicsom, májkrém, méz, hús

- 1. számú Melléklet: diák és tanári lap





SZABADTÉRI FOGLALKOZÁSOK

Az erdei hangyák védekezési reakciója

Megvalósítás

Azonosítsuk be az erdei vöröshangya bolyt (*Formica rufa* fajcsoport), legkönnyebben fenyőerderdei utak és ösvények mentén találhatók meg. A több kis dombból álló fészkek alkalmasabb a csapatmunkára, mintha egyetlen nagy domb mellett dolgoznánk. Érdekes lehet akár erdészek segítségét is kérni. Ez a kísérlet ugyan kevésbé látványosan, de a városokban is kivitelezhető a közönséges kis fekete hangyával (*Lasius niger*) is. Mivel ez a faj nem lövelli ki messzire a hangyasavat, így a virágot közéjük kell dobni.

Az erdei vöröshangya mellett még alkalmas lehet a megfigyelésre a réti hangya (*Formica pratensis*) is. Ez a faj sokkal gyakoribb az erdei vöröshangyánál, a nyíltabb élőhelyeken (bozótos, facsoport, erdőszél) fordul elő. Fészkeit nem fenyőtűkből, hanem „szalmaszálakból” építi fel. A réti hangya könnyen felismerhető arról, hogy vörös tora felső harmadában van egy látványosabb sötét folt (ez az erdei vöröshangyánál ez alig kivehető). A réti hangya fészke is védett.

A feladat elvégzéséhez a legalkalmasabb a május-júniusi időszak, mert ilyenkor már nagyon sok lepke és levéltetű jelenik meg a természetben. A legideálisabb egy meleg, napsütöses nap a szabadban. Ne próbálkozzunk a megfigyeléssel esős vagy hideg napokon! Ne lépünk a hangyák útvonalaira a fészkek megközelítése közben!

1. kísérlet:

Fekete kartonpapírt használjunk, ahhoz, hogy megfigyelhessük a hangyák potrohából kilövellő váladékot. Vegyük fel kamerával (mobiltelefonnal). Mozgassuk a kék virágú növényt közvetlenül a fészkek legforgalmasabb részénél. Amennyiben a hangyák elég agresszívak, a hangyasavtól megváltozik a virág színe. A kísérlethez lakmuspapírt is használhatunk!

Eredmény:

A dolgozók előre mozdítják a potrohukat és apró cseppekben hangyasavat lönek ki a feltételezett támadóval szemben. A fekete karton ellenében ez a folyamat szabad szemmel is megfigyelhető. A virág színe a hangyasav következtében megváltozik, vöröses pettyek jelennek meg rajta. Ez a feladat elvégezhető kémia órán is.

Megillatosíthatunk egy kis zsebkendőt és finoman elhúzhatjuk a fészkek felett. A hangyák ugyanígy reagálnak, hangyasavat lövellnek ki magukból, ezt követően az illatosított papír illata megváltozik. Alternatív megoldásként kérhetünk a diákok közül is jelentkezőket, akik közvetlenül a fészkek felett tartják a kezüket, a hangyasav hatására kellemetlen szagú lesz a kezük.

Időterv:



Osztály: 5-8. évfolyam

Tantárgyi kapcsolódás: természetismeret, biológia, kémia

Kompetenciák: szociális, természettudományos és technikai kompetencia, hatékony önálló tanulás, megfigyelés és következtetések levonása

Munkaforma: csapatokban

Idő: a választott kísérletek számától függően változó

Foglalkozás célja:

- a hangyák védekezésének megértése

Eszközök, kellékek:

- Melléklet: Hogyan találjunk hangyákat?
- Kék virágú növény (pl. mezei katáng)
- Lakmuspapír
- Fekete karton



12. Kép: A képen szereplő erdei vöröshangya (*Formica rufa*) dolgozó tipikus védekező pozícióban látható.

(Fotó: Wolfram Adelman, ANL)



2. kísérlet: az erdei vöröshangya útvonalainak megfigyelése

Azonosítsunk be egy keskeny , de forgalmas hangya útvonalat. Az ideális távolság a fészektől kb. 2 méter, mivel így elkerülhetjük, hogy a fészekre tapossunk. A hangyák sebessége az időjárás függvénye (melegben gyorsabbak, 15°C alatt lelassulnak) Figyeljük meg, hogyan közlekednek a hangyák az útvonalakon, jegyezzük fel milyen táplálékot szállítanak!

Hajtsuk végre a 4. feladatot: Miért nincsenek forgalmi dugók a hangyák útvonalain?



AZ ÁLLATOK ÉS AZ EMBERI TÁRSADALOM

Csoportos intelligencia, avagy miért nincsenek forgalmi dugók a hangyák útvonalain?

Megvalósítás

Amennyiben módunk van rá, érdemes ezt a feladatot összekapcsolni a 3. feladattal.

Első lépésben keressünk egy forgalmas hangyaösvényt. A legideálisabb időszak erre a feladatra egy napsütéses, meleg nap. Keressünk egy útvonalat bő 2 méterre a fészektől.

Megfigyelés: Miért nincsenek forgalmi dugók a hangya útvonalakon? A diákok kis csoportokba rendeződve végzik megfigyeléseiket és feljegyzik a láttottakat.

Időterv:



Évfolyam: 5-10 évfolyam

Tantárgyi kapcsolódás: biológia, technika és életvitel, természetismeret, erkölcsstan

Kompetencia: szociális kompetencia, problémamegoldás, kreativitás

Munkavégzés típusa: csoportokban

Időtartam: 45 perc

Foglalkozás célja:

- a csoportos intelligencia megismerése
- saját viselkedésünk megfigyelése a közlekedés során

Háttérinformáció: hogyan előzzük meg a forgalmi dugókat a hangyák példája alapján

Most kezdődött a vakáció és újra hatalmas a forgalmi dugó a Balaton felé tartó utakon. Ugyanekkor a hangyaútvonalakon: bármilyen fennakadás nélkül, szépen hömpölygő sorok, több sávban is akár ellentétes irányban – nem is beszélve a balesetek vagy torlódások teljes hiányáról. Miért van az, hogy a hangyák képesek arra, amire mi emberek nem?

Különböző szabályok uralkodnak a hangyautakon. Ezek a kis rovarok nem egyénileg hanem egymással együttműködésben cselekszenek. Minden egyes példány javítja a teljes kolónia fennmaradásának esélyeit azáltal, hogy az út összes felhasználója számára optimális sebességgel halad. Egy forgalmas hangya útvonalon akár 100 hangya is elhaladhat percenként. Egy francia kutatócsoport megfigyelte, hogy a hangyaútvonalak minél forgalmasabbak, annál hatékonyabbak – ami nehezen elképzelhető az utakon közlekedő embereknek. A rovarok előnye, hogy nem magányosan, egymástól elszigetelve közlekednek, hanem érintkezés útján és kémiai jelek segítségével. A feromonok segítségével nem csupán a táplálékforráshoz vezető legrövidebb utat jelölik ki, hanem annak mennyiségéről is tudnak információt közvetíteni. Arra is képesek, hogy jelezzék melyik hangya halad ellentétes irányba.

Egy japán kutatócsoport megfigyelte, hogy a különböző sebességgel való közlekedés miképpen vezet torlódáshoz az utakon. A kísérlet lényege: 22 autó halad egy 230m hosszú kör alakú pályán. A feladatuk, hogy megtartsák ugyanazt a sebességet, ám másodpercekkel később némelyikük már túl gyorsan vagy túl lassan halad. Az elsőnek le kell lassítani, majd ezt követően hasonlóan tesz a második- ami végül torlódási hullámokhoz vezet. Azonban, ha minden egyes vezető pontosan ugyanúgy viselkedne nem lenne egyáltalán torlódás. Az csupán egy mítosz, hogy a gyors haladással elkerülhetjük a forgalmi dugókat. Az autópályán az, aki a torlódást okozza már jóval korábban elhagyja a helyszínt, miközben a mögötte lévő vezetők még mindig azon gondolkodnak, hogy vajon mi okozta a fennakadást. Ez legfőképpen akkor igaz, amikor beindul a teljes forgalom. Valójában kimutatták, hogy az autóutakon a legakadálymentesebb közlekedés 60-80 km/h sebességnél figyelhető meg.

Belga és francia kutatók ugyancsak megfigyelték, hogy a hangyáknál nincsen semmilyen torlódás – függetlenül attól, hogy hányan vannak az úton. A hangyák viselkedésének vizsgálata céljából a kutatók két különböző teszt útvonalat alakítottak ki két különböző hangyacsapat részére. Az első útvonalon egy széles híd kötötte össze a fészket a táplálékforrással, míg a második útvonal esetében a fészektől csupán egy keskeny híd vezetett a táplálékforráshoz. Ezen a keskeny úton egyszerre legfeljebb csupán két hangya fért el. Az eredmény azt mutatta, hogy mind a két hangyacsapat ugyanakkora mennyiségű táplálékot szállított a fészekbe.



Azok a hangyák, amelyek csupán a keskeny úton haladhattak érdekes viselkedést mutattak. Az új érkező hangyák közösen vártak míg a szembejövő hangyák elhagyták a hidat. Ezt követően a türelmes csoport együtt kezdett el szaladni mialatt a híd másik felén ugyanúgy közösen kezdtek el várakozni az ellentétes irányba haladó hangyák. A kutatók semmilyen torlódást, zsúfoltságot nem tapasztaltak az útvonalon.

Hangyák szabályai a forgalmi dugó elkerülése érdekében:

Ne előzz! Ne válts sávot, amikor mozgásban vagy (ugyanolyan sebességgel haladj, mint mindenki más).

Tartsd meg a szükséges követési távolságot az előtted haladótól.

A hangyák feromonnal jelölik meg az útvonalat a táplálékforrástól egészen a fészekig, ami a kolónia többi tagját is arra fogja csábítani, hogy ugyanazt az útvonalat használják az élelelforráshoz. Brit kutatók rájöttek, hogy a hangyák miképpen képesek megelőzni a torlódást: akkor, ha a hangyák száma olyan mértékben megnövekszik, hogy már feltartják egymást, akkor kevesebb feromont bocsátanak ki. Így az illatösvény kevésbé lesz vonzó a többi egyed számára és lecsökken a forgalom. Az ilyenfajta negatív visszacsatolás javítja a táplálékszerzés hatékonyságát a fészeklakók számára (a „Journal of Royal Society Interface” munkatársainak közlése).

A megfigyelés eredményei:

A hangyák a hőmérsékletnek megfelelő intenzitással mozognak (hidegben – lassabban, melegben – gyorsabban) és megközelítően egyenlő sebességgel. Emiatt mindig tartanak egy csekély, de elegendő követési távolságot. Ezért a kisebb változások nem vezetnek megtorpanáshoz illetve torlódáshoz. A forgalmi dugók elkerülésével elérhető az optimális haladási sebesség.

Megbeszélési szempontok a diákok számára: Az emberek vajon miért nem törekednek a forgalmi dugók elkerülésére? Nem vagyunk intelligensebbek?

Az emberek gyakran nem racionálisan, hanem énközpontúan cselekszenek. Az előttünk haladótól számított szükséges követési távolság betartása úgy tűnhet számunkra, hogy az a rendelkezésünkre álló tér pusztá pazarlása, ezért gyorsan figyelmen kívül is hagyjuk azt.

A gyorshajtók, akik befúrnak magukat a kis résekbe sávváltás közben, személyes elégtételt éreznek az többi mögöttük haladó autóvezetővel szemben. Láthatjuk, hogy az embernél az egyéni nézőpont teljesen eltér a csoportostól. Azok a vezetők, akik túl gyorsan hajtanak azt érzik, hogy az előttük haladó túl lassan vezet, következésképpen erőteljesen le kell fékeznie, ami akár forgalmi dugóhoz is vezethet. Ha a mögötte haladó autóknak is le kell lassítania, akkor a soron következő forgalmi dugó már nem sokat vár magára.

A gyorshajtó gondolatai: ha mindenki folyamatosan 250 km/h sebességgel haladna, nem lennének problémák. Mivel azonban csupán én hajtok ezzel a sebességgel, újra és újra le kell lassítanom, ha lassabban közlekedő autó mögé érek. Emiatt azoknak is le kell lassítani, akiket megelőztem.

Értékelés: A gyorshajtó úgy gondolkodik, mintha ő lenne az egyetlen közlekedő az úton. A nagy és nehéz járművek (a hangyáknál az táplálékot a fészekbe szállító munkások) nem tudnak ilyen gyorsan haladni. Továbbá minden autónak, amelyik gyorsabban halad, nagyobb biztonsági távolságra van szüksége így több helyre az autópályán. Menekülésre kényszerítik a többi autót így azok belépnek más autók biztonságos követési zónájába. Ez lassítja a forgalmat és növeli a balesetek veszélyét.



Csoportos intelligencia, avagy miért nincsenek forgalmi dugók a hangyák útvonalain?

Időterv:



Játékötlelet: Fontos, hogy a tanulók saját élményeikhez is tudják kötni az órán elmondottakat, ezért az alábbi játékot érdemes eljátszatni velük.

Helyszínnek olyan helyiség, terület alkalmas, ahol nem zavaró a hangoskodás és van tér a mozgásra.

Amennyiben a teremben nincs elég mozgástér a helyiség gyors elhagyásához, érdemes a szabadba menni és ott játszani.

Foglalkozás célja:

- a csoportos intelligencia megismerése
- saját viselkedésünk megfigyelése a közlekedés során

Cél: órával mérni, hogy a gyerekek különböző utasítások mellett mennyi idő alatt képesek elhagyni a termet

1. kísérlet: mondjuk, hogy tűz van az iskolában és el kell hagyni a helyiséget/termet/területet. A kérés az, hogy szépen rendezetten haladjon mindenki, ne előzzék meg egymást ne lökdösődjenek, hanem úgy haladjanak mint a hangyák .

2. kísérlet: akinek kulcs van a zsebében az agresszív és a lehető leggyorsabban akar kijutni

3. kísérlet: kijelölünk három - négy tanulót, akik lassabbak, mint a többiek (pl. húzza a lábát, sántít, stb.). Hiába méltányolható lassúságuk, agresszív társaik továbbra is azok maradnak.

4. kísérlet: akadályokat helyezünk el az úton, amiket ki kell kerülni, hogy kijussanak

Nézzük meg, hogy mennyi idő alatt sikerült kijutni a leggyorsabban, milyen problémák merültek fel, milyen érzéseik voltak a diákoknak stb.

Vonjuk le a következtetéseket:

1. a hangyákhoz hasonló a közlekedés;
2. nem biztos, hogy ez a leggyorsabb;
3. mindenképpen a legbiztonságosabb az egész közösség számára.





OSZTÁLYTERMI FOGLALKOZÁSOK

A, Építsünk hangyafarmot

Lásd a leírást a 3. számú Mellékletben

B, Megfigyelések és gondozás

A hangyafarmot világos helyre tegyük, de semmiképpen se érje közvetlen napsütés. Vegyük figyelembe, hogy napközben változik a naphény ereje és beesési szöge. A napsugárzás nagyon veszélyes lehet az üvegben lévő hangyákra! Az üveg nagyon gyorsan felemelegszik és így még a melegtűrő hangyák is elpusztulhatnak (üvegháztartás). A hangyasavas hangyák a gyűjtéskor hangyasavat bocsátanak ki, amibe belefulladhatnak, ezért célszerű inkább fullánkfos fajokat választani e kísérlethez.

A hangyafarm rendszeres munkálatokat kíván meg a lakóitól ennek köszönhetően könnyen megfigyelhetőek a hangyák mindennapos tevékenységei. Különböző alapanyagokból építkezhetnek (tűlevél, szalma, levéldarabok stb.), ezeket helyezzük el a befőttesüvegben. A táplálékuk mézből, valamint rovarok, lárvák és férgek testrészeiből állhat. Az etetés rendszeressége annak függvénye, hogy milyen gyorsan fogyasztják el a különböző táplálékot. A megfelelő táplálkozás érdekében ajánlott a táplálék folyamatos utánpótlása. (ld. 4. sz. Melléklet)

Az alábbi megfigyelések közül valamennyi elvégezhető, a lejegyzett adatok alapján grafikonokat készíthetnek a diákok.

- a járatok, kamrák méretének változása (fénykép készítése, mérés)
- építőanyagok felhalmozása, felhasználása
- bizonyos építőanyagok preferenciája
- lárvák és bábok számának követése
- a napi cselekvések dinamikája a hőmérséklet és megvilágítás függvényében
- bizonyos táplálékok preferenciája

Ötlet: Építsünk hangyaarénát

Amennyiben többen szeretné látni a hangyák életéből, mint amennyit a hangyafarmban lehetséges érdemes egy hangyaarénát is építeni a farmon kívül. Egy műanyag cső segítségével kössük össze a farmot egy másik tárolóval (pl. terrárium), amelyet szilikon gyűrűvel rögzítünk mindkét oldalon. Néhány példa:

<http://australian-ants.info/Website/Home.html>

<http://www.antstore.net/viewforum.php?f=174>

<http://www.ameisenhaltung.de/formicarien/>

A hangyaarénában végre lehet hajtani a szabadtéri kísérleteket is.

Időterv:



Évfolyam: 5-10 évfolya

Tantárgyi kapcsolódás: biológia, technika és életvitel, természetismeret

Kompetencia: szociális, természettudományos és technikai kompetencia, hatékony önálló tanulás, megfigyelés és következtetések levonása

Munkavégzés típusa: csoportokban

Időtartam: 45 perc

Foglalkozás célja:

- a hangyatartás megismerése
- felelős állattartás, gondozás megismerése
- a hangyák életének megfigyelése

Mellékletek

- 2. sz. Melléklet: Hogyan fogjunk hangyákat?
- 3. sz. Melléklet: Hangyafarm építése
- 4. sz. Melléklet: Hogyan tartsunk hangyákat





Mi történik akkor, ha...	Mit lehet megfigyelni?	Miért? Találgatás.
....egy papírlapra filctollal vagy a szabadban egy ággal a hangya köré egy kört rajzolunk?	Rövid ideig keresi a kiutat a hangya	Megszakítottuk az illatozsvényt
... egy szál levendulát helyezünk el a hangya útvonal mentén?	A hangyák elkerülik ezt a területet	A levendula kifejezetten mérgező a hangyák számára
... kora tavasszal egy napsütéses napon egy virágcserepet vagy egy palapot helyezünk a hangyabolyra?	3-4 óra múlva (vagy néhány napon belül) a hangyák a cserép alá szállítják a lárvákat	A hangyák a lárvákat jellemzően száraz helyen helyezik el (mint például egy kis odú vagy üreg a fatörzsben) FIGYELEM: csak tavasszal, nem nagy hőségben, mert nyáron túl nagy a hőhatás
... lakmuspapírt vagy katángot mozgatunk a hangyfészek felett vagy közvetlenül a hangyakolónia felett?	vörösre változik a színe	A vöröshangyák hangyasavat spriccelnek ki támadás esetén, a katáng tartalmaz egy bizonyos antioxidáns, amelytől a kék színét kapja. Ez az antioxidáns vörös színű savas környezetben, kék a lúgosban (hasonlóan a lakmuspapírhoz).
...rákiabálunk a hangyákra?	Elkezdnek mozgolódni	Csupán a rezgés miatt hallanak bennünket, nem a hangunkra reagálnak.
... rájuk fújjuk a levegőt?	feszülten mozgolódnak és védekezésre készülődnek	A kifújt levegőben lévő CO ₂ és a szél figyelmeztető jel számukra, hogy egy állat támadásra készül
...megérintjük őket?	gyorsabban kezdenek el mozogni	A hangyák érzik az érintésünket (meg lehet tanítani őket arra, hogy felismerjék az őket etető ember illatát)
... parfümöt teszünk az útvonalukra?	körbe-körbe szaladgálnak és összezavarodnak	A hangyák szagokkal kommunikálnak így megzavarhatja őket a parfüm. A fészekre jellemző szag alapján tudják felismerni társaikat.
... ha egy darab húst rögzítünk egy tű segítségével a talajhoz?	a hangyák segítséget hívnak	Több hangyát fognak toborozni, hogy megszerezzék a húst.
... az odahelyezett cukor köré krétával egy labirintust rajzolunk?	ha lehetséges nem fogják átlépni a kréta vonalat, de, ha ez az egyetlen módja annak, hogy eljussanak a táplálékhoz, akkor megteszik	A hangyák alapvetően nem szeretik a krétát, háztartásokban gyakran használtak krétát a hangyák távoltartására (ha ismerjük az útvonalukat egy krétával vastag vonalat rajzolunk a bejárati ajtó és az ablak elé). Ám a táplálék szaga erősebben vonzza őket, mint a járt út követése így bemerészkednek a labirintusba.
...az alábbi dolgokat helyezzük a hangyák elé: ecet, fekete bors, víz, fahéj, borsmenta, tinta, paradicsom, hús, méz, májkrém	különbözőképpen reagálnak	Amit elkerülnék: ecet, fekete bors, fahéj, borsmenta így ezeket érdemes használni, ha távol akarjuk tartani őket az otthonunktól Nem nagyon törődnek a paradicsommal, vízzel és tintával, viszont vonzó számukra a hús és méz.
... egy papírdarabot helyezünk el az útvonalukon, majd várunk amíg megtanulják, hogy átjuthatnak rajta, ezt követően pedig átfordítjuk a papírt?	az új irányt fogják követni	Mert a hangyák új illatozsvényt építenek ki.
... ha egy dolgozót óvatosan megfogunk és visszadobjuk a többiek közé?	elkezdi tisztogatni magát és a többiek is segítenek neki, esetleg rátámadnak.	Fontos nekik a tisztaság és, hogy a szaguk a fészekre jellemző legyen. Ha a többiek fészektársnak ismerik fel tisztogatják, ha idegennek érzik, rátámadnak.



Mi történik akkor, ha..	Mit lehet megfigyelni?	Miért? Találgatás.
☐egy papírlapra filctollal vagy a szabadban egy ággal a hangya köré egy kört rajzolunk?		
☐ ... egy szál levendulát helyezünk el a hangya útvonal mentén?		
☐ ... kora tavasszal egy napsütéses napon egy virágcserepet helyezünk el a hangyabolyra?		
☐ ... lakmuspapírt vagy katángot mozgatunk a hangyfészek felett vagy közvetlenül a hangyakolónia felett?		
☐ ...rákiabálunk a hangyákra?		
☐ ... rájuk fújjuk a levegőt?		
☐ ...megérintjük őket?		
☐ ... parfümöt teszünk az útvonalukra?		
☐ ... ha egy darab húst rögzítünk egy tű segítségével a talajhoz?		
☐ ...az odahelyezett cukor köré krétával egy labirintust rajzolunk?		
☐ ...az alábbi dolgokat helyezzük a hangyák elé: ecet, fekete bors, víz, fahéj, borsmenta, tinta, paradicsom , hús, méz, májkrém		
☐ ... egy papírdarabot helyezünk el az útvonalukon, majd várunk amíg megtanulják, hogy átjuthatnak rajta, ezt követően pedig átfordítjuk a papírt?		
☐ ... ha egy dolgozót óvatosan megfogunk és visszadobjuk a többiek közé?		



Amikor csak egy példányt szeretnénk megfogni

A kisméretű hangyákat (fahangyák, *Myrmica*) legegyszerűbben úgy foghatjuk meg, ha alaposan megnyálazzuk a mutatóujjunkat. Ránymjuk azt a hangya hátára finoman és óvatosan. Ezután felemeljük az ujjunkra tapadt egyedet.

Amikor több példányt szeretnénk megfogni

Készítsünk rovarszippantót! A legegyszerűbb módja egy műanyag cső egyik végére húzni egy levágott fenékű filctoll kupakot úgy, hogy azzal beleszorítunk egy sűrű hálót a csőbe. A cső másik végébe nyelvvel erősen beleszívva fel lehet szippantani a hangyákat a filctoll kupakba, melyek fennakadnak a kupakban, mert megfogja őket a háló. A kupakban így több hangya is elfér, a szippantások között be lehet fogni a kupak szabad végét. Ha már elég összegyűlt benne, akkor ki lehet fújni a hangyákat pl. egy befőttesüvegbe. Mielőtt nekiállnánk így hangyát gyűjteni, érdemes pár rizsszemmel gyakorolni: az asztalról több szippantással több rizsszemet be lehet gyűjteni a kupakba úgy, hogy a szippantások között befogjuk a kupak száját. FIGYELEM! A hangyasavas hangyák hangyasavat bocsájtanak ki, ha megijednek, valamint port is könnyű így felszippantani. Ezért csak nyelvvel szabad szippantani és nem szabad tüdőzni! A legegyszerűbb és legegyszerűbb megoldás, ha köveket felemelve a fent említett módszerrel összegyűjtünk 1 adag hangyát és fiasítást (azt is össze tudja szedni a szippantó).

Június-július fordulóján egy eső előtti meleg, szélcsendes délután nagy eséllyel megfigyelhetünk kis feketehangya rajzást, majd a rajzás végén könnyen találunk a földön a szárnyavesztett királynőket. Ezeket a királynőket begyűjtve nyár végére kinevelhetjük az első dolgozókat.

13.Kép: A nagyméretű *Lasius niger* szárnyas királynő a kisebbméretű dolgozók és fehér lárvák társaságában látható. (Fotó: P. Sturm)







Farm építése

Befőttesüvegek előkészítése

A kisebb lezárt befőttesüveget rögzítsük a nagyobb üveg belsejében, lehetőleg ne maradjon alul hézag a kettő üveg között, ahová bebújhatnak a hangyák.

Mellékletek

- Két eltérő méretű befőttesüveg, tetővel (a nagyobbba férjen bele a kisebb)
- Ragasztó (modellező gyurma)
- Föld és homok
- Fekete karton
- Ragasztószalag
- Szita és tálca
- Hangyák (2. sz. Melléklet alapján)
- Kalapács és szögek (vagy vászon és befőttes gumi)



14. Kép: Befőttesüvegek előkészítése (Fotó: V. Geocha)



15. Kép: Kisebb üveg elhelyezése (Fotó: V. Geocha)

Talaj előkészítése

Célszerű a föld és homok keverékét használni, hogy megelőzzük a talajrétegek túlzott mértékű betömődését így megkönnyítve a járatok és kamrák építését. (Szerkezetileg a tőzeg és homok 1:1 arányú keverése megfelelő).

Lehetőleg olyan földet használjunk, aminek a színe eltér a hangyák színétől, így könnyebb lesz a megfigyelés. Az aljára érdemes egy nedvszívó réteget elhelyezni (pl. agyaggolyókat, mint a szobanövényeknél, mészkő darabkákat, hogy javítsuk a szellőzést). A kiválasztott talajtípusokat és homokot egy tálcára szitáljuk.



16. Kép: Talaj előkészítése (Fotó: V. Geocha)



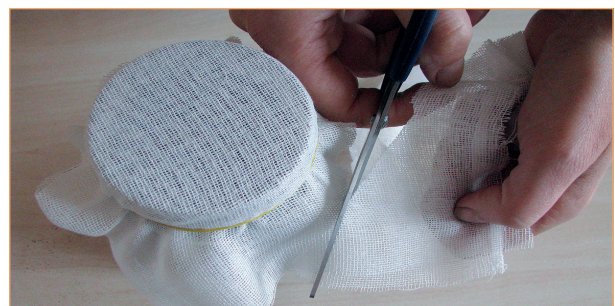
17. Kép: Az üveg megtöltése a talajkeverékkel (Fotó: V. Geocha)



18. Kép: A talaj a két üveg közé kerül (Fotó: V. Geocha)

A két üveg közötti rést töltjük meg földdel úgy, hogy a tetején csupán pár centiméteres hézag maradjon, ahol majd etetni tudjuk a hangyákat.

Amennyiben fedőt helyezünk az üvegre, akkor szükséges lyukakat ütni rajta, hogy elősegítsük a szellőzést (kalapács, szög). Használhatunk géz anyagot, vásznat is az üveg lefedésére, amit befőttes gumival rögzítsünk.



19. Kép: Üveg lefedése (Fotó: V. Geocha)





1. Hangyák a hangyafarmon

A hangyákat/ petéket helyezzük az elkészített hangyafarmba.

Készítsünk fekete kartonból egy árnyékoló gyűrűt. A karton olyan széles legyen, hogy elfedje a teljes talajréteget az üvegben és érje bőven körbe az üveget. Vágjuk ki a kartonból az így kiszabott méretet és ragasszuk össze a végeit ragasztószalaggal, de ne az üvegre, hogy a jövőben le tudjuk húzni a befőttesüvegről, ha megfigyelést folytatunk.

2. Nedvesség

A nagyon száraz talajban élő hangyák nem igényelnek sok nedvességet, az átlagos kerti talajban élő fajok viszont folyamatosan igénylik a kissé nedves talajt. Így a talaj sosem lehet teljesen száraz, de arra is kell ügyelni, hogy elkerüljük a túlzott nedvességet.

Erre a célra egy pumpás flakon vagy egy pipetta a legmegfelelőbb, ezzel mindig nedvesen tarthatjuk a talajt, de sosem lesz vizes/átázott. Ha van elegendő hely, akkor kínálhatunk nekik egy kis itatót, ha a hangyák folyton ennek környékén vannak, akkor túlságosan száraz a környezetük.

3. Etetés

A hangyákat hetente minimum 1-2 alkalommal meg kell etetni, először azonban mindig a megmaradt táplálék maradványait kell eltávolítani, hogy megelőzzük a kórokozók elszaporodását (pl. penészesedés) beindulását. Ezt 2-3 naponta tegyük meg.

Különösen a kifejlett egyedeknek van szénhidrátra szükségük. A hangyák szeretik az apró édes gyümölcsdarabokat (legjobb az alma, körte vagy szőlő). Ugyancsak kedvelik a mézet vagy a kockacukrot vízzel átítatva. A szénhidrátok folyékony állapotban való felvétele (pl. vizes mézoldat) elengedhetetlen számukra. A vízben kellőképpen keverjük el a mézet (ideális arány: 1 rész mézhez 2 rész víz) és ne hagyjuk sokáig állni. A mézet lehet önmagában is adni.

Emellett a növekedéshez fontos a megfelelő fehérje forrás biztosítása is. Adjunk kisebb sajt, hús, rovar (tücsök, csótány, szöcske, muslica, házi légy) darabokat. Főleg a kisebb hangyafajoknak (pl. *Lasius niger*) nehéz átrágni a kemény kitinpáncélt így, ha darabokra szedjük a rovar testét, akkor könnyebben tudják elfogyasztani. Sohase adjunk száraz, sózott vagy fűszerezett húst. Az állatkereskedésekben vásárolt „csontkukac” vagy tücsök esetében fennáll annak a veszélye, hogy hangyáink parazitákkal fertőződhetnek meg. A rovarokat fagyasszuk le, hogy a kórokozók (pl. atkák) elpusztuljanak.

Bizonyos fajoknak szükségük van olajokra/zsírokra, ezért meg lehet próbálni felkínálni nekik egy kis üveglapra kent vaját, szalonnabőrt, törött napraforgó magot is.

4. A hangyák szabadon engedése

A hangyákat legkorábban április elején lehet begyűjteni. Szabadon engedésük legkésőbb októberben legyen, lehetőleg ugyanazon a helyszínen, ahol a befogásuk történt.



20. Kép: A megfelelő talajszint (Fotó: V. Geocha)



21. Kép: A fekete árnyékoló karton elhelyezése (Fotó: V. Geocha)



22. Kép: Kartongyűrű (Fotó: V. Geocha)