

Gábor: A hangyák birodalma

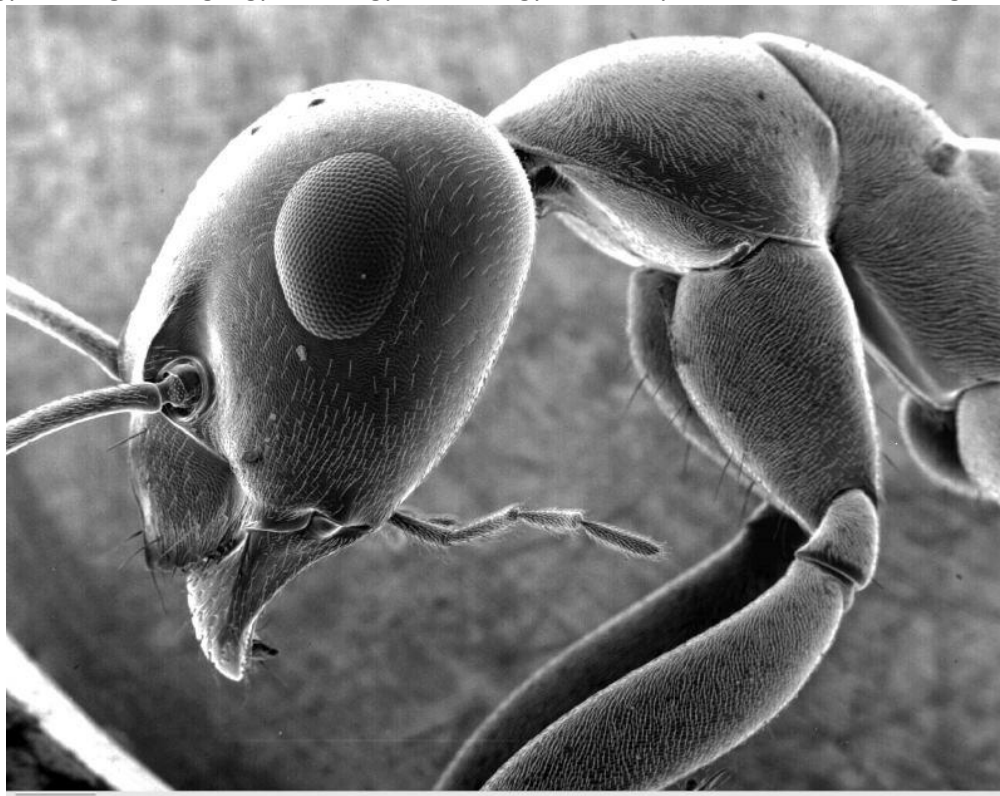
Önképzőkör 2018. november 10.

Bevezetés

- Egy totál ellenőrizhetetlen, egyáltalán nem alátámasztott és divatos állítás: „egyes becslések szerint a szárazföldi állati biomassa tömegének 15-25%-a hangyák tömege” [1] → annyi viszont kijelenthető, hogy táplálékpiramis alja felé helyezkedik el és rengetegen vannak, rovarok nagyobb részét ők alkotják
- 12.500 besorolt faja van, feltételezések szerint 22.000 faj van.
 - Néhány fontosabb ezek közül itt: [3]
 - Területileg ezek így oszlanak el [2]:

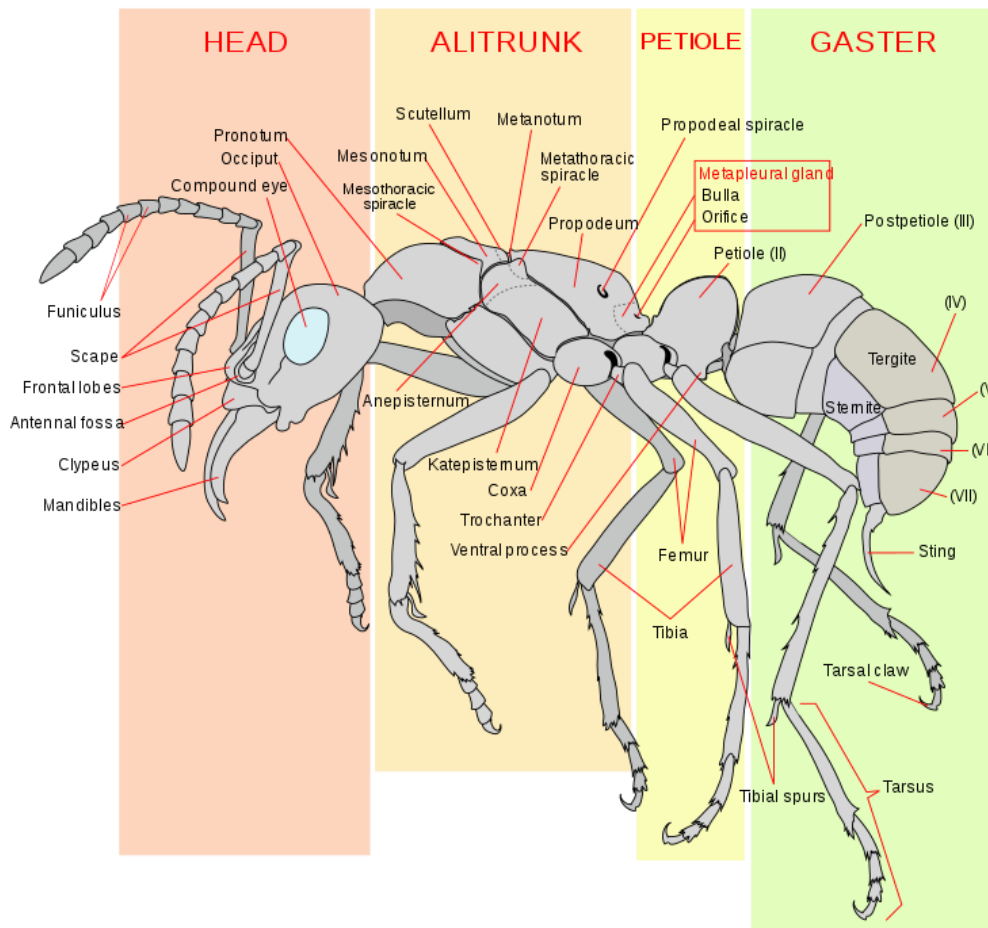
Régió	Hangyafajok száma
Közép- és Dél-Amerika	2162
Észak-Amerika	580
Európa	180
Afrika	2500
Ázsia	2080
Ausztrália	985
Melenézia (Óceánia1)	275
Polinézia (Óceánia2)	42

- 140 millió évvel ezelőtt jelentek meg a darázsféle hártvászárnyúakból kialakulva a zárwatermő növények széleskörű elterjedését követően
- Méretük 0.75mm és 52mm között fajtától függően, de az 50 millió éve élt Titanomyrma királynője 6cm hosszú volt és 15cm szárnyfesztávolsággal rendelkezett!
 - Az óriás amazonhangya [13] dolgozóinak mérete 3-4cm
 - Magyarországon a legnagyobb hangyák a lóhangyák, a királynő mérete 1,5cm, a dolgozóké 0.6-1cm



A hangya feje elektronmikroszkóppal nézve - Kép forrása:
<http://remf.dartmouth.edu/images/insectPart3SEM/source/30.html>

A hangya anatómiája



A hangya felépítése - kép forrása: [2]

- Fej
 - Szem
 - Fejen elől: összetett szem – mozgás detektálásában ügyes, de kis felbontás
 - Fej tetején szintén vannak fényérzékelő sejtek
 - Csápostor
 - Vegyszerek, légmozgás, vibráció érzékelése
 - Kommunikáció: Összeérintik másik hangya csápjával és rezegtetéssel információt adnak át neki, így ismerik meg egymást is¹
 - Rágók – táplálék, építőanyag...stb. megragadása, megrágása, ellenség támadása
 - Agy
- Tor
 - Szív, légzés
 - 6 láb, végén karmok
 - Ivaros egyedeknél: vannak szárnyaik is
- Nyél
- Potroh
 - Gyomor
 - Szőrök a felületén
 - Ivaros egyedeknél: nemi szervek
 - Dolgozóknál esetleg fullánk a végén (nemi szerv átalakulása)

¹ Érdekes adalék: Van egy Dél-Amerikai hangyafaj (Argentín hangya), amely az összes hangyafajjal szemben rendkívül agresszív és amit több száz éve behurcoltak Európába és elterjedt a Mediterrán partvidéken. Összeeresztették mostanság az Európában lévő példányokat az őshonos Dél-Amerikaiakkal egy némi hezitálás után barátságosan viselkedtek egymással.

Társadalmi berendezkedés

Kasztok

- Hangyák kasztjai és szerepük (általánosan, erősen függ a fajtól):
 - Szárnyas hím
 - Többi kasztnál keskenyebb forma, rövid élet (nem is tudnak enni!), párosodás után meghalnak.
 - Szárnyas nőstény
 - Nagyobb potroh.
 - Rajzáskor kiszállnak a szárnyas hímekkel együtt és a levegőben vagy a földön párosodnak. A párzáskor begyűjtött spermát használják évekig, életük végéig...
 - Rajzáskor felborul a rend a bolyban. Előfordul, hogy a szárnyashangyák túl korán jönnek ki, ekkor dolgozók visszahurcolják őket a bolyba.
 - Királynő
 - Megtermékenyített, eredetileg szárnyas nőstény, de szárnyait a párosodás után letépte
 - Utána helyet keres és új boly életét megszervezi
 - Egész életében petéket rak és illatanyagai segítségével irányítja a bolyt
 - Rovakhoz képest rengeteg ideig él, akár 10-15 évig
 - Hangyafajok döntő részénél 1 királynő van a bolyban, de vannak többkirálynős kolóniák is (pl. fáraóhangya, itt a kolóniában több száz szaporodóképes királynő lehet vagy erdei hangyák superkolóniái)
 - Dolgozó
 - Elsatnyult, szárny nélküli nőstény egyed
 - Feladata a lárvák és bábok tisztítása, hurcolászsása és táplálása, felderítés, táplálék és folyadékgyűjtés
 - Ebből is több kaszt lehet (pl. vándorhangyáknál 4, levélvágó hangyáknál 7)
 - Katona
 - Hasonló, mint a munkás (tehát eredetileg nőstény), de annál jóval nagyobb (típustól függően akár 3cm)
 - Fejük és rágójuk különösen nagy (van olyan típus is (nem jellemző), aminek rágója már táplálkozásra alkalmatlan, külön kell etetni felvágott, pépesített kajával)
 - Feladat: Védelem/támadás, portás a bolyból, de akár keményebb magvak feltörése is...stb.
 - Ezekon kívül lehetnek átmeneti formák (okokat ld. lárvafejlődésnél és együttélés más élőlényekkel), speciális egyedek (pl. mézesbödönhangyák)
- A társadalomban betöltött szerepet a kasztok határozzák meg, amit a királynő irányít a kasztok fejlődésének manipulálásával



Levélvágó hangyák kasztjai: 7 különböző fajta dolgozó (bal oldalt), 1 királynő, 1 szárnyas nőstény. Forrás: [2]

Életciklus

1. Tojás
→ megtermékenyítés esetén nőstény egyed
→ megtermékenyítés nélkül hím egyed
2. Lárva
 - 4-5 alkalommal vedlik
 - Dolgozók etetik (1. először szociális gyomor, majd 2. szilárd táplálékkal pl. magvakkal, megtermékenyítetlen tojásokkal...stb.)
 - Etetéstől és/vagy hőmérséklettől függ, hogy később dolgozó, katona vagy szárnyas nőstény lesz a nőstény egyedből (fajoknál eltérő módon, pontos mechanizmus még kutatás tárgya)
3. Báb (típustól függ, hogy gubóban vagy anélkül)
4. Kifejlett hangya

A dolgozók a tojásokat, lárvákat és bábokat állandóan mozgatják (szűk hőmérséklettartomány jó nekik!), tisztítják, védelmezik

Élőhely

- Vár, boly sokféle lehet:
 - Föld alatti járatok (elég sok típus, pl. levélvágó hangya [6] Dél-Amerikában)
 - Föld alatt és föld fölött is (pl. erdei vöröshangya [17] túlévélből építi (legnagyobb megfigyelt több mint 2m magas és 9m átmérőjű volt), gyepi hangya homokkupacot csinál)
 - Fába vájva (lóhangya)
 - Odvas fában kartonfészek (fekete hangya)
 - Fákon fészek
 - levelekből a lárvák fonalával összefonva (szövőhangya [10] (Ázsia és Ausztrália), de Javan és Dél-Amerikában más fajok is csinálnak hasonló fészkeket)
 - leveleken a fák csúcsain függőfészek (Braziliában lóhangya)
- Nagyobb kolóniák főfészek mellett mellékfészkeket építhetnek, amit utakkal kötnek össze, ahol folyamatosan vonulnak
- A kolóniák mérete típustól függően alig száz (pl. Óriás Amazon hangya) és akár millió egyed (erdei vöröshangya) között lehet
 - Még adott bolyon belül is erősen ingadozhat az egyedszám évszaktól függően (akár 10x szorzó lehet a kettő között)
- Szuperkolónia: Több hangyakolónia békésen és együttműködve egymással összeköttetésben
 - Legnagyobb ismertek [5]:
 - Japánban, becslések szerint 306 millió dolgozót, 1 millió királynőt tartalmazott 45.000 fészekben, 2.7km²-n elterülve
 - Dél-Európában a Mediterrán és Atlanti partvonalon 6000km hosszan elterülő, behurcolt Argentín hangyák egy típusúak, egymással együttműködők, több millió fészük, amiben több milliárd egyed él tekinthető megakolóniának is
- Vannak nomád hangyák is, amik folyamatosan vándorolnak
 - Pl. vándorhangyák (Közép- és Dél-Amerika) [14][T2]:
 - saját testükből építenek bolyt, sertéikkel kapaszkodnak össze, a rések méretének állításával szabályozzák a hőmérsékletet (felnőtt egyedek száma 100-600 ezer között)
 - 20 napos nyugalmi és 15 napos vándorlási periódusok váltogatják egymást

Összefoglalás

- Igazából elosztott élőlény, maga a boly tekinthető egy élőlénynek (szuperszervezet), nem a hangya egyed (egyed önállóan nem is életképes)

Táplálékkeresés, útkeresés és egyéb problémamegoldóképességek

- A dolgozó hangya üzemmódjai:
 - Felderítés: nagyjából véletlenszerűen bolyong, ha táplálékot talál, akkor azt jelzi, veszélyt szintén jelzi
 - Jelzés lehet feromonnal (folyamatosan párolog, tehát új feromon lehelyezése (frissítés) nélkül avul az információ), csáppal...stb.
 - Jelzés esetén a többi hangya odamegy és szintén jelzést tesz
- A kolóniának sok víz kell. Ezt a potroh-on lévő szőrök segítségével viszik be a bolyba.
- Táplálékszerzés:
 - Beviszik egyben VAGY
 - Szociális gyomor:
 - megeszik, beviszik és kiköpi
 - Lárváknak kell ilyen előemésztés is
 - 2 dolgozó, ha találkozik, akkor egyik másiktól kérhet kaját
- Vannak bejáratot útvonalak, ösvények
- Komplex problémamegoldó képességek
 - Hangyahíd: a hangya gyakorlatilag minden felületen elmegy, akár fejével lefelé kapaszkodva is, ha nem kell cipekednie. Viszont ha cipekednie kell, akkor fejével lefelé nem tud menni, megoldás lehet ekkor a hangyahíd (videók: [itt](#) és [itt](#)) – ilyen pl. a Dél-Amerikai vándorhangya [14]
 - [Hangyatutaj](#) (Amazon dzsungelben tűzhangyák [16]): hangyák összekapaszkodva átkelnek a folyón víz felületi feszültségét kihasználva



Hangyahíd és hangyatutaj - Forrás: <https://mappingignorance.org/>

Támadási módok

- Támadás rágókkal csapatosan
 - Élve szétkaszabolják a náluk sokkal nagyobb rovarokat (szöcskéket, skorpiókat...), gyíkokat...stb. [T2]
 - Van, hogy hangyasavval kombinálva. Pl. erdei hangyák rágókkal ellenséges hangyák kitinpáncélját megnyitják és hangyasavat fecskendeznek rá
- Támadás fullánkkal
 - Legerősebb csípése a Dél-Amerikai őserdőben élő bullet ant-nak [11] van (erősebb, mint a tarantuláé, ezért is hívják pisztolygolyóhangyának, mert olyan, mintha az emberre rálöttek volna)
 - Egy bennszülött törzs beavatási próbája [ez](#) : kesztyűt kell felhúzniuk és 10-20 percig magukon tartaniuk a 10 éves fiúknak, amiben ilyen hangyák vannak. 1 csípés 300 percig fáj
 - A tűzhangyák [16] nevüket piros színükről és arról kapták, hogy csípésük olyan érzés, mintha égési sérülést szerezne a test
 - Az Óriás Amazon hangya [13] csípése is elég súlyos
- Támadás és védekezés hangyasav kilövellésével csapatosan
- A hangyabolyok csatázhatnak egymással, pl. erdei vöröshangyáknál akár hetekig eltarthat tavasszal a csata a szomszédos kolóniákkal, mire az egyes bolyok határai kialakulnak
- Sebesült testvéreket elviszik
 - De csak akkor szolidárisak, ha amúgy is visszafele mennek már, aktív harcba menet otthagyják őket
 - Sebesült hangya megtanul kevés végtaggal is dolgozni

Mit esznek? Mezőgazdaság és vadászat

Növények

- Dél-Amerika esőerdők:
 - Azteca-hangyák és Cecropia növény szimbiózisa:
 - Hangyák a növényben fészkelnek és a növény váladékát eszik, cserébe védik a növényt az azt megdézsmálni szándékozó állatoktól
 - Lemon ants (citrom hangyák) [15]:
 - 1-3 növényfajon kívül a többi szisztematikusan kiirtják azzal, hogy leveleikbe mérget fecskendeznek
 - A kertek, a fészük közelében vannak, a legnagyobb megfigyelt ilyen kert 1300m²-en terül el, 328 fát tartalmaz és a becslések szerint 800 éve művelhetik a hangyák
 - Megj.: Fiji szigetén is van kertész hangya faj
- Ausztrália: Bull ant (Bika hangya) [12]:
 - Egy orchidea beporzását végzi, annak nektárján él

Gombatenyésztés

- Dél-Amerika: Levélvágó hangyák [6]
 - 0,5 millió egyed egy bolyban
 - Gombát nevelnek a föld alatt – egyetlen táplálékuk
 - Fák leveleit begyűjtik, felvágják kb. 2 centis darabokba, beviszik a föld alá a bolyba és gombát nevelnek a lebomló levelekből
 - 1 fát kb. 24 óra alatt csupasítanak le
 - Gombát ürülékükkel megtrágyázzák, gyomlálják, metszik...stb.
 - A termesztett gombát időnként megtámadja egy élősködő gomba, ezek ellen a hangyák baktériumokat vetnek be, amiket a testükön tárolnak és amely a hangyák váladékán él
 - Rajzáskor az új királynő visz magával egy gombafonalat a bolyból, amit elültet az új fészekben

Állattenyésztés

- Magyarországon is sok fajnál: Tetűk a „tehenek”
 - Édes váladékot fejnek le tőlük a hangyák:
 - Csápjával megsimogatja a tetű potrohát
 - Kiválaszt a tetű egy édes cseppet („mézharmat”)
 - Hangya megtölti potrohát a mézharmattal és beviszi a bolyba
 - Táplálék
 - Tűleveles erdőkben, hegyekben a boly fűtésére is használják (hangyák testében persze) [T1]
 - Cserébe védik, ápolják és terelgetik őket új táplálkozási helyekre
 - Ne csak levéltetvekre gondoljunk, pl. a Magyarországon is élő borostyánsárga hangya a föld alatt él és olyan tetveket tart el, amelyek a növények gyökerén élősködik
- Más fajok lepkehernyót tartanak:
 - Nappal legeltetik, éjjel beviszik a bolyba

Vadászat

- Mozgást látják, arra támadnak
- Többnyire csoportosan, szervezeten ejtik el az áldozataikat [T1]
- Más rovarokra, hernyókra, de akár kisebb hüllőkre, kétéltűekre, emlősökre...stb.
- Támadás rágókkal, hangyasavval vagy méreggel
- Zsákmányt egyben beviszik vagy feldarabolják és úgy viszik be a bolyba

Nomád életmód

- Letarolnak egy területet majd továbbállnak – pl. Dél-Amerikai vándorhangyák [14] egy térség rovarvilágát felfalják aztán odébbállnak

Élelmiszer tárolása

- Mézesbödönhangyák [8]: élő tárolóedények, járatok mennyezetéről lefele lógnak és potrohuk tele van édes folyadékkal (nektárból vagy levéltetvek váladékából). Ha egy dolgozó éhes, megmasszírozza a csápjával és ad neki a táplálékból
 - Különböző fajaik élnek Ausztráliában, Afrikában, Közép- és Észak-Amerikában
- Aratóhangyák [9]: Magokat vagy gombákat gyűjtenek be és raktároznak a bolyban. Több száz faja van, szerte a világon élnek

Orvostudomány

- Tisztítják egymást, van olyan faj, amely antibiotikus réteget termel, amelyet egymásra kennek
- Halódó és hallott kollégák eltávolítása a boly közeléből a fertőzés megelőzése érdekében
- Kihordják a királynőt egyes hidegebb égövi fajok a napra néha (veszélyes), hogy a meleg és UV sugarak fertőtlenítsék a tél után [T1]
- Egyes hidegebb égövi fajok gyantát visznek be a bolyba és használnak antibiotikumként [T1]

Rablás és rabszolgatartás

- Más bolyok kirablása
 - Van amikor csak szimplán táplálékszerzés céljából tojásokat és lárvákat
 - Van, amikor rabszolgatartás céljából tojásokat és lárvákat, amiket aztán felnevelnek
 - Magyarországon pl. az amazonhangya ilyen. Nincs is dolgozója, csak katonája (és ivaros egyedei) rabszolgák nélkül ezért életképtelen
 - De olyan is van, hogy rögtön dolgozót rabolnak rabszolgának
 - Matabele ant (Afrika) természetvárokba hatol be és azt fosztja ki
- Boly uralom alá hajtása [T1]
 1. Bizonyos hangyák friss királynője a párosodás után fészket keres, ahol kisebb termetű hangyák vannak.
 2. Eleinte ellenségesek a kis hangyák és támadják, de napokig bódítja őket az illatával
 3. Aztán egyszer csak elkezdik etetni, szolgálni és innentől már átvette az uralmat, a dolgozók őt és az ő petéit szolgálják ki

Magyarországon a pirosfejű rabszolgatartóhangya ilyen pl.
De olyan is előfordul, hogy bemegy a bolyba, megöli a királynőt és a dolgozókat és a kikelő peték már őt szolgálják, az ő petéit segítik kikelni. Ilyen pl. Magyarországon a rablóhangya

Együttélés más kolóniákkal és más élőlényekkel

- Különböző kolóniák együttélése:
 - Tolvajhangyák: Kis hangyák rácsatlakoznak járataikkal a nagy bolyra, azt meglopják, de túl kicsik, hogy elkapják őket a meglopott nagyobb hangyák
 - Vendéghangyák: van pl. olyan kisebbfajta hangya, aminek pár száz fős populációja a hatalmas vöröshangya milliós egyedű fészkén belül él
 - Különböző fajok békés együttélése
 - Szuperkolóniák: Egyazon fajból több száz, esetleg ezer királynő együtt, az eredetileg külön lévő családok egy bolyban élnek és segítik egymást (táplálkozás (szociális gyomor), védelem...stb.)
- más élőlényekkel együttélés:
 - vendégbogarak: édes nedvekkel látják el a hangyákat - hangyák gondozzák őket, sokszor saját kolóniájuk rovására, szélsőséges esetben korcs, átmeneti kasztok fejlődnek ki, ami akár a kolónia pusztulásával is járhat. pl. Magyarországon ilyen az erdei vöröshangyák fészkében élő selymes pamacsosholyva (*Iomechusa pubicollis*) lárvája. Ez tavasszal kifejlődve elhagyja a bolyt és más bolyt keres ahova lerakhatja petéit.
 - hangyásztücsök: hangyák testén lévő olajos anyagot nyalogatja, azon él. Viszont hangyák nem kedvelik, vigyáznia kell állandóan, hogy elugorjon a rágóik elől - előfordul, hogy pár hét bent élés után, amikor nem figyel eléggé, hangyák megölik

- paraziták: atkák
- Zombihangyák
 - Brazília és Thaiföld: Ophiocordyceps unilateralis gomba [19] – bullet ants-ot [támadja meg](#)
 - Lefolyás:
 1. Egy spóra rákerül a hangyára
 2. Hangya szervezetén belül elterjed, átveszi az irányítást a hangya felett
 3. Hangya felmászik a növény tetejére (gombának ideális hely) és beleharap (rögzíti magát), majd meghal
 4. Gomba 2-3 hét múlva kikel és spórákat szór ki magából
 - Amint érzékelik a hangyák, hogy egy társuk gyanúsán viselkedik, elviszik a bolytól jó messzire

Kapcsolat az emberekkel

Károkozás

- Élelmiszerre, vízre bejönnek a házba
- Épületszerkezetek (faszerkezet, szigetelés) károsítása – pl. lóhangya odút váj ezekbe
- Termés letarolása

Behurcolások

- A rendkívül agresszív Argentín hangya Dél-Amerikából elterjedt Dél-Európában (400-500 éve) és Észak-Amerikába (1907-től) és kiszorítja az őshonos fajokat, utóbbi helyről az Ázsiai tűhangya a közeljövőben elkezdte kiszorítani (hideget jobban bírja, előbb ébred tavasszal)
- Fáraóhangya Észak-Afrikától Európai lakótelepekbe (magas hőmérséklet kell neki)

Haszon, kereskedelem

- Nomád hangyák kártevő rovaroktól, hernyóktól nagy területeket megtisztítanak, erdei vöröshangya is megtisztítja a fészke környezetét a kártevőktől, Dél-Kínában a szövőhangyákat használnak a citrusligetek védelmére
- Lóhangyák megtisztítják az erdőt a korhadó fatönköktől, lebontják őket
- Dél-Afrikában a rooibos (magyar neve: vörös fokföldirekettye ☺) termését nehéz összeszedni (pici és nagy területen terül el), hangyákkal gyűjtetik be, majd kiszedik a fészükéből (200g mag van kb. egy fészekben)
- Hangya, mint étel:
 - Szövőhangya lárvái Indonéziában
 - Mézesbödönhangyák Ausztráliában
 - Hangyatojások Dél-Amerikában pirítva
 - Lemon ant Dél-Amerikában
- Hangya, mint orvosság:
 - Bullet ant és hatalmas Amazon hangya mérge Dél-Amerikában
 - Szövőhangya dolgozói Indiában és Kínában
- Számítástechnikában és robotikában az elosztott rendszerek fejlesztésénél használják a hangyakolonériáknál megfigyelt stratégiákat [20]
- Hangyafarm: 50-es évek végétől (USA), megfigyelni az életüket

Kultúra

- Aesopus: A hangya és a tücsök
- H. G. Wells (1905): The Empire of the Ants
- József Attila: A hangya



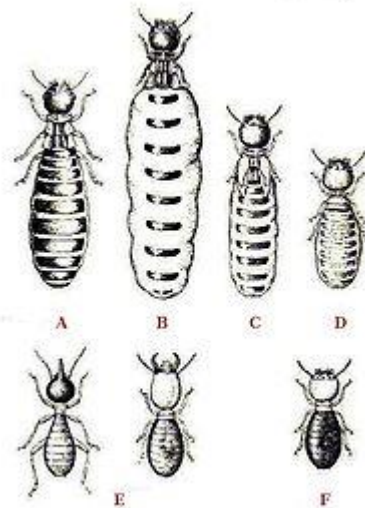
- Animációs film / rajzfilm: Atom Anti, Z a hangya, Egy bogár élete
- Film: A hangya
- Számítógépes játék: SimAnt (1992)

Kitekintés más szupertársadalmakra

Termeszek

[4][T2]

- Fehér hangyáknak is hívják őket, de nem hangyák, hanem a csótányok rendjébe tartoznak
- Élőhely:
 - Fán v. fában: fészek – (pl. Amerika)
 - Földön: vár – (pl. Ausztrália, Afrika)
 - Ausztrália - Hőmérsékletszabályozás hatalmas hűtőtornyokkal, légkondi:
 - Vár aljában termeszek termelik a hőt
 - Fal oldalán végig kis lyukak a bejövő levegőnek
 - A tornyok tetején is lyukak
 - az áramlás mennyiségét lehet szabályozni:
 - nappal kinyitják a vár oldalán alján, oldalán és tetején a nyílásokat, a felszálló meleg levegő ekkor alul, a földön és a vár falán keresztül hidegebbet szív be → hűtés
 - éjjel bezárják a tornyokat, a levegő cirkulál, a termeszek által keltett hő elegendő a szigetelt várban
 - A vár aljában gombát termesztenek, ami a termeszek által begyűjtött rothadó növényeken él
 - Kasztrendszer:
 - A. Király (!)
 - B. Királynő
 - C. Másodlagos királynő
 - D. Harmadlagos királynő
 - E. Katonák
 - F. Dolgozók



Termeszek kasztjai. Forrás: [4]

- A vár aljában él a királynő, aki irányítja az államalakulatot
 - Dolgozók folyamatosan etetik, tisztítják
 - 30-50 évig is élél akár (!), a megtermékenyítő hímmel, a királlyal együtt, akivel folyamatosan párosodik
 - 30.000 tojást rak le naponta!
 - Dolgozók elviszik őket a bölcsödébe, ahol kikeltik őket gombát adva nekik
 - Rajzás: Hímek és nőstények kirepülnek és párosával új társadalmat alakítanak ki
- A várban/fészekben – fajtól függően – pár száz vagy pár millió egyed él
- Afrikában Matabele hangyák [18] az ellenségeik, amik bemennek a váraikba és kifosztják őket

Méhek

[T2]

- Magányosan vagy közösségben élnek
- Közösségben élő méheknél:
 - Királynő
 - Irányítja a kaptárt (illatanyagai segítségével), utódok
 - Here
 - Rövid életű, csak megtermékenyítéshez
 - Dolgozók („királynő lányai”), legnagyobb telepben akár 50.000 dolgozó
 - Élelem begyűjtése (nektár a lábaiknál lévő tasakba)
 - Utódok gondozása
 - Kaptár építése
 - Ha királynő kontrollja alábbhagy, tőlük is lehetnek tojások, amit királynő megpróbál elpusztítani → felborulhat a rend, királynő ellen fordulhatnak, meg is ölhetik → kolónia elpusztulhat, de néhány új királynő alapíthat új kaptárt
- Kommunikáció fejlett: repüléssel, „táncsal” jelzi, hogy hol és mit talált

Források és javasolt irodalom

Weblapok

Tételek elérése: 2018 november 3-10

- [1] Ted R. Schultz (2000). In search of ant ancestors. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 97 (26), 14928–14029. o.
- [2] Wikipedia: Hangyák <https://en.wikipedia.org/wiki/Ant>
- [3] Wikipedia: Hangyafajok https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_ant_genera
- [4] Wikipedia: Termeszek <https://en.wikipedia.org/wiki/Termite>
- [5] Wikipedia: Hangyakolónia https://en.wikipedia.org/wiki/Ant_colony
- [6] Levélvágó hangyák <http://termeszetbolond.hu/Magazin/Erdekessegek-az-elovilagbol/A-levelnyiro-hangyasajat-gombat-termeszt>, https://en.wikipedia.org/wiki/Leafcutter_ant
- [7] Azteca hangyák http://w3.marietta.edu/~biol/costa_rica/animals/cecropia_ants.htm
- [8] Mézesbödön hangyák https://en.wikipedia.org/wiki/Honeypot_ant
- [9] Arató hangyák https://en.wikipedia.org/wiki/Harvester_ant
- [10] Szövőhangya https://en.wikipedia.org/wiki/Weaver_ant
- [11] Bullet ant https://en.wikipedia.org/wiki/Paraponera_clavata
- [12] Bull ant [https://en.wikipedia.org/wiki/Myrmecia_\(ant\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Myrmecia_(ant))
- [13] Óriás Amazon hangya <https://en.wikipedia.org/wiki/Dinoponera>
- [14] Vándorhangya https://en.wikipedia.org/wiki/Eciton_burchellii
- [15] Lemon ant https://en.wikipedia.org/wiki/Myrmelachista_schumanni
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4269544.stm>
- [16] Tűzhangya https://en.wikipedia.org/wiki/Fire_ant
- [17] Erdei vöröshangya https://en.wikipedia.org/wiki/Formica_rufa
- [18] Matabele ant <https://en.wikipedia.org/wiki/Megaponera>
- [19] Gomba, ami zombi hangyát csinál https://en.wikipedia.org/wiki/Ophiocordyceps_unilateralis
- [20] Hangyakolónia működésére épülő optimalizációs algoritmusok https://en.wikipedia.org/wiki/Ant_colony_optimization_algorithms

Természetfilmek

- [T1] [Attenboroughs and the Empire of the Ants. 2018. Documentary. BBC](#)
- [T2] [David Attenborough: Life in the undergrowth. Vol 5.: Supersocieties \(6:50-17:30: Bees, 17:30-37:15 Ants, 37:15-end: Termites\) 2005. Documentary. BBC](#)