

Rejtőzködés, álcázás, utánzás

2019 februárjában a XLI. Magyar Rovartani Napok egyik programpontja volt a Magyar Rovartani Társaság által kiírt pályázat eredményeinek kihirdetése is. Ezen a pályázaton I. díjat nyert Paulovkin András (akinek korábban már olvashatták cikkét lapunkban) rovartani témájú dolgozatával. A zsűri e szavakkal méltatta a nyertes dolgozatot: „Remek olvasmány és profi munka [...]. Színvonalában leginkább egy Természet Világa cikknek felel meg, bár terjedelmét tekintve több is kitelne belőle.” A zsűri véleménye számunkra is megtisztelő; és úgy gondoljuk, valóban érdekelheti olvasóinkat ez az érdekes témáról írt képes, látványos, ugyanakkor nagyon részletes és szakmailag is megalapozott munka. Alábbiakban a díjnyertes pályázat megszerkesztett változatát közöljük, két részben.

1. RÉSZ

Az imádkozósáska (*Mantis religiosa*) vagy népies nevén ájtatos manó egy több mint 2300 fajt magába foglaló különleges rovarrend egyetlen hazai képviselője. Sajátos testfelépítése és viselkedése könnyen felismerhetővé és megkülönböztethetővé teszi a többi magyarországi hatlábútól. Első pár lába ugyanis a ragadozó életmódhoz alkalmazkodás eredményeképpen az évmilliók során a zsákmány megragadására szolgáló fogólábbá módosult, ami miatt a rend képviselőit összefoglalóan fogólábúak névvel illetik. Van azonban néhány további jellegzetességük, ami részben a zsákmány minél hatékonyabb elejtését, részben a ragadozóikkal szembeni védelmüket szolgálja. A fogólábúak ugyanis bár számos gerinctelenre, illetve ritkán kisebb gerincesre nézve komoly veszélyt jelentenek, maguk is ki vannak téve a rovarevők (jellemzően kétéltűek, hüllők, madarak és kismamák) támadásának. Márpedig ezek a predátorok az imádkozósáskák számára is olyan potenciális veszélyforrást jelentenek, amely valamennyi életszakaszukban fenyegetik egyedeiket, így a túlélésük szempontjából az egyik legerősebb szelekciós tényező. A rovarevők sikerének valószínűségét ugyanakkor a fogólábúak sokféle anatómiai- és viselkedésbeli adaptációs mechanizmusa csökkenti, melyek egy része meglepően kifinomult és összetett formában jelenik meg.

A védekezés korlátai

A fogólábúak ragadozóit számos különböző rendszertani csoportba tartoznak, ezért általános védelmi mechanizmusokra és predátorspecifikus védekezésre egyaránt szükségük van. Fenotípusos plaszticitásuknak azonban vannak korlátai. Az egyik predátorral szembeni szakosodás ugyanis gátolhatja egy másikkal szemben a hatékony védelem kialakulását, ami miatt utóbbi az adott faj legfontosabb ragadozójává válhat. Márpedig egy faj számára adaptív előnyt jelent, ha a legfontosabb predátorok érzékszervi módjához igazítja önvédelmét. Az imádkozósáskák védekezési megoldásai ennek megfelelően többnyire a vizuális ingerek alapján vadászó ragadozók ellen alakultak ki, melyek érzékelése között találunk ugyan eltéréseket, de ezek jobbra az élőhelyi adottságokkal mutatnak szorosabb összefüggést



és különbségeik ellenére számos vonásukban megegyeznek. Érthető, hiszen ha ugyanarra a zsákmányra vadásznak, a képalkotásuk is nagy valószínűséggel hasonló lesz.

A mi ájtatos manónk például az ideje nagy részében mozdulatlanul időzik jellemzően a növényzet sűrűjében. A rejtőzésben a környezethez idomuló színezete nagyban segíti, ami a lárvák esetében vedlésről vedlésre változhat zöldről barnává és fordítva, attól függően, hogy milyen környezet veszi őket körül. A potenciális zsákmányfajok egy része azonban teljesen eltérő evolúciós stratégiát követ, és rejtőzés helyett a környezetükhöz nem illő, feltűnő színeikkel szándékosan magukra vonják a figyelmet. A természetben az ilyen feltűnő kontrasztú, idegen kifejezéssel élve aposzematikus színezetnek azonban fontos szerep jut. Ezek az élénk színek és minták jellemzően arról tájékoztatnak, hogy viselőjük egy számára veszélyes helyzetben, például életének fenyegetése esetén (fullánkjával, csalánszörével, mirigyváladékával stb.) ártalmat képes okozni a támadónak. A jelzés figyelmen kívül hagyása ezáltal a támadó számára kellemetlenséggel jár, ami enyhébb esetben undort keltő táplálkozást, míg súlyosabb formájában akár halált is okozhat.

Az imádkozósáskáknál azonban a kémiai védekezés teljes hiánya jellemző, ami számos kérdést vet fel. Még a legközvetlenebb rokonsági körükből is ismert ugyanis néhány csótányfaj, amelynek egyedei a ragadozók ellen hatékony mirigyváladékot termelnek. Éppen ezért azt gondolhatnánk, hogy egy rossz ízű vagy mérgező fogólabúfaj előnyt élvezhetne a többivel szemben, hiszen ezáltal kisebb valószínűséggel válna a ragadozók zsákmányává. Csakhogy a kémiai védekezés költséges módszer, és ha más védekezési stratégiák eléggé hatékonyak ahhoz, hogy a megtámadott egyed végül túlélje a támadást, akkor a méreganyag termelése és tárolása kevés összesített előnnyel jár. A költségek ugyan részben csökkenthetők a méreganyag táplálékból történő kivonásával, a húst fogyasztó rovarok között azonban ez meglehetősen ritka megoldás. Annál gyakoribb viszont, hogy egy ártalmatlan faj feltűnő színezettel bír.

A kelet-afrikai *Tarachodula pantherina* lilásszürke alapszínű nőtényei potrohukon narancssárga sávokat viselnek, míg krémszínű lábaikon apró fekete foltokat, ami meglehetősen élénk és impozáns külsőt kölcsönöz az állatnak. Egyes szerzők felvetették, hogy ez a színezet aposzematikus jelleggel bír, csakhogy a faj egyedei jellemzően fás szárú növények hajtásain töltik idejük jelentős részét szorosan hozzá lapulva ezek felületéhez, ami viszont rejtőzködő életmódra utal. Márpedig az eddig megismert aposzematikus állatok nem rejtőzködnek, hanem nyíltan megmutatják feltűnő színeiket, ami miatt sokkal

valószínűbb magyarázat, hogy a megfelelő színezetű környezetben a *T. pantherina* színei és mintázata is az álcázást szolgálja, méghozzá a kontúrtörést kihasználva.

A megtévesztés módozatai

A prédafajok egy része az évmilliók során a megtévesztést fejlesztette tökélyre, aminek hatékony eszközeként az utánzást használják. A kriptikus rovarok a rejtőszínezet tökéletesítésén túllépve felépítésükben és viselkedésükben is a környezetük tereptárgyaihoz váltak hasonlóvá, amit egyesek szinte a megtévesztésig fejlesztettek és külsőségeikben jellemzően növényi levelekre, hajtásokra emlékeztetnek. Mások azonban veszélyes és emiatt a ragadozók által elkerült fajokat utánoznak. Ennek egyik legszembetűnőbb megnyilvánulása az élénk, figyelmeztető mintázat alkalmazása, ami könnyen megtanulható jelzésként szolgál a látás útján vadászó predátorok számára. Abban az esetben, ha az aposzematikus faj mérgező vagy más módon okoz kellemetlenséget a támadónak, feltűnő, élénk mintázata összekapcsolódik a ragadozóban a kellemetlen tapasztalattal. A támadás azonban még így is gyakran a préda életét követeli. Éppen ezért a kémiai védelemmel rendelkező fajok számára előnyt jelent, ha a támadó által megtanult jelzést többen is utánozzák. Minél többen használják ugyanis az adott jelet, annál valószínűbb, hogy az útjukba tévedő ragadozó már találkozott vele és megtanulta annak jelentését (Müller-féle mimikri). Csakhogy vannak olyan fajok, amelyek bár nem rendelkeznek kémiai védelemmel, mégis igyekeznek kihasználni a riasztó mintázat áldásos hatásait (Bates-féle mimikri).

A megtévesztés említett módozatai látszólag jól elkülönülnek egymástól, de például a növények hajtásrészeihez (levélhez, szárhoz) hasonló rovarokat egyesek álcázásként (kamuflázs), míg mások rejtőzködési stratégiaként

A rovarrend egyetlen hazai képviselője, az ájtatos manó
(*Mantis religiosa*)



(kripszis) említik, ami az olvasóban olyan érzést kelthet, mintha ezek egymás szinonimái lennének. Csakhogy a két fogalom jelentéstartalma nem teljesen azonos, amit talán a levélszerű rovarok példáján keresztül lehet a legérzékletesebben szemléltetni. Például a *Choeradodis rhombicollis* felnőtt egyedei a megtévesztésig hasonlítanak egy zöld levélre, ami miatt a természetben alig lehet őket észrevenni. Ugyanez a rovar bármilyen semleges háttérre helyezve továbbra is levélnek néz ki. Ezzel szemben a *Mantis religiosa* zöld színű egyedei ugyan a zöld növények között szintén hatékonyan képesek elrejtőzni, de semleges környezetben olyanok, mint egy zöld rovar. A rejtőzés tehát egy általánosabb kategória mindazon önvédelmi stratégiák számára, melyek a ragadozó érzékszervi képességeit kihasználva igyekeznek csökkenteni a predáció sikerét, míg az álcázás egy olyan rejtőzési stratégia, mely a ragadozó optikai szenzorain keresztül fejt ki hatását. Ebből a szempontból tehát a kamuflázs a kripszis egy szélsőséges formája, így a levélszerű fajok mind az álcázás, mind a rejtőzés kiváló példái, ezzel szemben például az ájtatos manóhoz hasonló, rejtélyes színezetű fajok kizárólag a kripszis kategóriájába tartoznak.

Egyes szerzők azonban az utánzás eddig említett formáit mimikriként írják le, azon egyszerű oknál fogva, mert az angol mimicry kifejezés magyarul is utánzást jelent. Ezt a nyelvészeti oldalról könnyen tartható álláspontot azonban többen is kritizálják arra hivatkozva, hogy nincs összhangban az egyes változatok valós különbségeivel. Richard Irwin Vane-Wright például amellet érvel, hogy a két jelenség legfontosabb eltérése információtartalmukban, illetve a hozzájuk kötődő elméműködésben érhető tetten leginkább. A korábbi példánál maradván a

Afrikai párducmanó (*Tarachodula pantherina*)
csáptisztítás közben



Egy afrikai gallyutánzó (*Papa spurca*) idősebb lárvája

Choeradodis rhombicollis és a *Mantis religiosa* egyedei úgy próbálnak hasonlítani a környezetük növényeire, hogy ennek eredményeképpen látványuk a potenciális ragadozó számára lényegtelené váljon, ezért utánzásuk a kripszis kategóriájába tartozik. Ezzel szemben a mimikri esetében az utánzó faj lényeges információt igyekszik nyújtani a környezetének, még ha ez bizonyos esetekben hamis is. Mivel az imádkozósáskák között nem ismert kémiai védelemmel rendelkező veszélyes faj, a védekező mimikri közül kizárólag a Henry Walter Bates nevével fémjelzett típus kerülhet szóba. Könnyen belátható, hogy az utánzásnak ez a formája akkor működik kielégítően, ha a modell sokkal gyakoribb, mint az őt utánzó faj. A hasonlóság előnyeit és a csökkenő predációs nyomást kihasználva azonban az imitátor egyre gyakoribbá válhat, aminek következtében a ragadozók is egyre gyakrabban találkoznak velük és fogyasztják őket negatív következmények nélkül. A jelzés megbízhatósága ezáltal csökken, így a Bates-féle mimikri a modell és az imitátor között konfliktust eredményez és gátolja az evolúciós egyensúly kialakulását. A növények hajtásrészeit utánzó imádkozósáskáknak azonban nincs ilyen drámai hatásuk a modellként szolgáló növényekre, álcázásuk ennek megfelelően a modellre nézve konfliktusmentes utánzást jelent. Ebből következően a modell és az imitátor közötti konfliktus megléte vagy hiánya további támpontot biztosíthat a kripszis és a Bates-féle mimikri fogalmi elkülönítéséhez.

A fogólábúaknál viszonylag gyakori jelenség a hangyautánzás, melyet *Malcolm Edmunds* tanulmányozott behatóan, amikor Ghána fővárosában, Accrában végezte

megfigyeléseit. 1976-ban publikált munkájában arról olvashatunk, hogy az általa vizsgált 15 imádkozósáska-fajból tízben a fiatal (jellemzően első stádiumú) lárvák színe és mérete a hangyákéra emlékeztette. A *Tarachodes afzelii* imádkozósáska-faj fiatal egyedei például az itt őshonos *Camponotus acvapimensis*, míg a *Pseudocreobotra ocellata* és a *Panurgica compressicollis* fiatal lárvái a *Crematogaster* genusz fekete hangyáira hasonlítanak. A *Sphodromantis lineola* és a *Miomantis aurea* fiatal egyedei viszont barnászörös színűekkel és fekete szemekkel az *Oecophylla longinoda* szövőhangyafajra emlékeztetnek leginkább. Amennyiben elfogadjuk a hasonlóságot mint az utánzás egy formáját, felvetődik a kérdés, tekinthetjük-e a Bates-féle mimikri egyik megnyilvánulásának. A hangyaimitátor imádkozósáskák ugyanis a hangyák egyedszámához viszonyítva ritkák és ragadozó életmódjukból kifolyólag ez minden bizonnyal hosszú időn keresztül így is marad. Ezáltal a modellként szolgáló hangyák és az őket utánzó fogólábúak populációi között nem áll fenn konfliktus, ami alapján a hangyautánzást nem sorolhatjuk a Bates-féle mimikri közé. De vajon tekinthetjük-e kripszisnek? A kérdés megválaszolásához használjuk fel Vane-Wright szempontjait és Edmund megfigyeléseit!

Edmunds 331 bokrot vizsgált át, melyből 102 növényen találta meg a vörös színű *Oecophylla*-hangyákat és mellettük a *Sphodromantis lineola* első öt lárvastádiumát, és csak egyetlen esetben talált lárvát olyan bokron, ahol nem voltak jelen az említett hangyák. Bár nem tudjuk, hogy a többi érintett imádkozósáska-faj egyedei hogyan viszonyulnak az említett hangyák populációihoz, de a fenti megfigyelés alapján azt feltételezhetjük, hogy a hangyautánzás olyan helyen jelenik meg, ahol a hangyák nagy egyedszámban megtalálhatóak. Márpedig a hangyákkal táplálkozó rovarrevőket leszámítva a hangyák látványa a ragadozók számára ugyanolyan irreleváns információ, mint a környező leveleké. Ennek értelmében a hangyautánzás Vane-Wright szempontjait alapul véve sem mimikri, így a kripszis egy formájának tekinthető.

A keresőkép hatékonyságának gátlása

Egy ragadozó sikere minden esetben azon múlik, hogy képes-e a zsákmányt észlelni, azonosítani, megközelíteni, elfogni és végül az elejtett prédát elfogyasztani. Mivel a ragadozók jelentette veszély az imádkozósáskákat is érinti, minden egyes képviselőjük rendelkezik olyan képességekkel, amelyek fő vagy járulékos feladata a predátorok sikerességének csökkentése. A predáció elkerülésének talán legmegbízhatóbb módja, ha a ragadozó fel sem ismeri a prédát, éppen ezért a fogólábúak körében kivétel nélkül valamennyi faj esetében találunk megoldásokat ennek elérésére. Mivel a ragadozók jelentős része a

leggyakoribb zsákmánytípust részesíti előnyben, a látszólagos gyakoriság csökkentésével egyúttal a predációs nyomás is jelentősen lecsökken. Részben emiatt az imádkozósáskák legáltalánosabb védekezési stratégiája a rejtőzés lett. A rejtőszínezet kialakulását a környezet leggyakoribb színei határozzák meg. Így a sűrű növényzetben rejtőző rovarok közül azok hatékonyabbak, amelyek alapszíne zöld vagy barna. Ugyanakkor erőteljes szelektív nyomás nehezedik a rovarrevőkre is, hogy felismerjék prédáikat, amiben a zsákmány olyan egyéb jellegzetességei segítik, melyek alapján ki tud magában alakítani egy megfelelő keresési képet.

A nagy egyedsűrűség növeli a ragadozókkal való találkozás valószínűségét, ami hatékony keresési képük kialakításának egyik előfeltétele. Ennek egy adaptív megoldása az imádkozósáskák szórt elhelyezkedése. A mozgás, a fogólábúakra jellemző „imádkozó” testtartás, a test síkjából kiálló járólábak, valamint a szárnyak ugyanakkor olyan sajátosságok, ami alapján a csoportra vadászó állatok (a ritka találkozás ellenére) hatékony keresőképet tudnak kialakítani magukban. A fogólábúak ragadozókkal szembeni önvédelme emiatt legfőbb sajátosságaik elrejtését célozza, csökkentve ezáltal a predátorokban kialakuló keresőkép hatékonyságát. Mivel a rovarfogyasztó állatok legtöbbször mozgó prédára vadásznak, a fogólábúaknál a mozdulatlanság a predátorokkal szembeni védekezés alapszintű formája. Ha mégis helyváltoztatásra kényszerülnek, igyekeznek ezt olyan módon tenni, amivel a lehető legkevésbé hívják fel magukra a figyelmet. Jellegzetes

Egy dél-ázsiai levélutánzó (*Gongylus gongyloides*) fiatal lárvája



szaggatott, hintázó mozgásuk is ezt a célt szolgálja, mivel olyan hatást keltenek, mint amikor a szél mozgatja a környezetük tereptárgyait.

Számos megfigyelés szerint a fej a rovarevők elsődleges támadáspontja, ami egyértelműen jelzi, hogy ez a testrész egyike azoknak a vizuális jeleknek, amelyek segítségével felismerik a potenciális zsákmányt. A fej elrejtésének több módja ismert a fogólábúak között, amelyek közül az egyik legkülönlegesebb megoldás a *Heterochaeta* fajoknál alakult ki. Szélesen ülő, feltűnően nagy szemek hajtás-csúcson elhelyezkedő rügyekre emlékeztetnek. A hatást egy viselkedési adaptáció is erősíti, ugyanis megzavart egyedeik fogólábaikat oldal irányba hosszan kinyújtják, mintha csak egy vastagabb gally oldalhajtásai lennének. A *Tarachodes* fajok jellemzően fás szárú növények kérgén időznek és ebbe a környezetbe igyekeznek beolvadni. Szorosan behúzott fogólábaikkal szinte alig lehet észrevenni a kéreghez simuló egyedeiket. Hatalmas fejük azonban elárulhatja őket. Éppen ezért nyugalmi helyzetben sajátos fejtartást vesznek fel, melyben hátrafelé néző száj-szerveik szorosan a test alá kerülnek, fejük pedig ezáltal a test síkjával teljesen egybeolvad. A fej és az imádkozó testtartás elrejtésének egy másik sajátos megoldását a *Popa* és a *Danuria* fajok fejlesztették ki. Védekező viselkedésük legfőbb eleme, hogy első pár lábukat hosszan előre, mintegy a test meghosszabbításaként kinyújtják, így az egész állat egy hosszú növényi hajtásra emlékeztet. Viselkedésüket egy anatómiai adaptáció is kiegészíti, ugyanis combjaik elülső részén egy bemélyedés alakult ki, amelybe a fej pontosan úgy illeszkedik, hogy ezáltal a kinyújtott lábaikkal tökéletesen elrejthető legyen. A fej álcázásának szintén jól bevált módszere a fejforma megváltoztatása, így például a *Pyrgomantis* és az *Idolomorpha* fajok egyedeinek a csúcsos fejtető és a testhez szorosan behúzott fogólábak fűszálhoz hasonló külsőt kölcsönöznek.

A rovarevők könnyen azonosíthatják a kriptikus rovarokat a testük síkjából kiálló lábaik alapján is. Emiatt az imádkozósáskák egyik védekezési módja, hogy lábaikat a testükhöz szorosan behúzva tartják. A rövid végtagok természetesen könnyebben elrejthetők, mint a hosszúak, ugyanakkor a rövid lábak csökkentik a hatékony zsákmánytávolságot és megakadályozzák a fogólábúakra jellemző lengőmozgást. A rövid lábak a menekülés hatékonyságát is csökkentik, ezért a rövid végtagokkal rendelkező fajok (pl. *Tarachodula pantherina*) többnyire nem futva menekülnek, hanem igyekeznek minél gyorsabban és észrevétlenebbül átfordulni a pihenőhelyiül választott levél vagy növényi hajtás ellentétes oldalára. A hosszú lábak növelik az állat hatótávolságát zsákmányszerzésnél és meggyőzőbbé tehetik a hintázó mozgást helyváltoztatásnál, a túlságosan hosszú végtagok ugyanakkor a menekülést akadályozhatják.



Sivatagi manó

Afrikai levélmanó (*Phyllocrania paradoxa*)



(Eremiaphila cerisyi)

különböző színváltozatú egyedei



A kockázatot jelentősen csökkenti, hogy a hosszú lábú és jellemzően hosszú testű imádkozósáskák (pl. *Heterochaeta* és *Danuria* fajok) olyan helyeken élnek, ahol számos hosszúságú növény zavarja a ragadozókat a hosszúságú szákmány észlelésében. Az imádkozósáskák között viszonylag elterjedt megoldás a járólábak elrejtése különféle lebenyek segítségével, amire a *Gongylus gongyloides*, és a *Phyllocrania paradoxa* is kiváló példaként szolgálnak.

A szárnyak elrejtése már korántsem ilyen egyszerű, hiszen bármilyen, szerkezetét érintő jelentősebb változás kihatással lehet eredeti funkciójára. Bizonyos mértékig ennek megtartása mellett lehet ugyan csökkenteni a szárnyak azonosíthatóságát (például valamilyen színnel vagy mintával), de még így is könnyen felismerhetőek maradhatnak a ragadozók számára. Edmunds megfigyelései során például nagyobb arányban talált hímeket olyan fajok esetében, ahol mindkét nem rendelkezik szárnyakkal, ami azt sugallja, hogy a redukált szárnyú nőtények hosszabb ideig élnek. A szárnyakkal rendelkező nőtények esetében ráadásul erősebb predációs nyomást tapasztalt, ami meg arra enged következtetni, hogy a repülésre képtelen nőtényeket kevésbé könnyű megtalálni, vélhetően a jobb álcájuknak köszönhetően. Éppen ezért számos faj (pl. *Ameles spallanzania*, *Popa spurca*) nőtényei feláldozták repülési képességüket a jobb álcázás és ennek nyomán a hosszabb túlélési idő oltárán. Az érintett fajok hím egyedei ugyanakkor jellemzően megőrizték szárnyaikat, annak ellenére, hogy a repülés komoly kockázatot jelent számukra is. Ennek nyilvánvaló oka, hogy repülve gyorsabban és hatékonyabban rátalálnak a párzásra kész nőtényekre, ami növeli összesített rátermettségüket.

A szárnyakkal ellentétben a fogólábúak potroha viszonylag könnyen elrejthető, hiszen színén és mintázatán túl lehetőség van alakjának és felületének megváltoztatására is, így a szárnyak visszafejlesztésével előtérbe kerülő potroh módosítása a rejtőzködő fajok egyik jellemző módszere. A szárnyak redukciója mégsem túl gyakori jelenség a fogólábúak között. Például Edmunds Ghánában 42 fajt tanulmányozott és mindössze kettőt talált, amelynél a nőtények szárnyatlanok voltak, valamint nyolc olyat, amelynél redukált szárnyakkal rendelkeztek. Bár a redukált szárnyú fajok nőtényei nem képesek repülésre, a szárnyak megtartásának mégis lehetnek előnyei. Szerepet játszhatnak többek között a hőszabályozásban, a feromonok terjesztésében és a riasztó jelzések kialakításában (pl. *Tarachodes afzelii*, *Eremiaphila cerisyi*). A szigeteken élő imádkozósáskák esetében a szárnyak redukciójának azonban van egy további előnye, hiszen a légáramlatok a repülő egyedeket könnyen kisodorhatják a nyílt vízre. Ennélfogva a repülőképesség elvesztése komoly szelekciós előnyt jelent mindkét ivar számára.

PAULOVKIN ANDRÁS

Következik: Az álcázás formái