



AZ IMÁDKOZÓSÁSKÁK VÉDEKEZÉSI STRATÉGIÁI

Az álcázás formái

2. RÉSZ 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 felkeltheti olvasóink figyelmét ez az érdekes témáról írt képes, látványos, ugyanakkor nagyon részletes és szakmailag is megalapozott munka. Alábbiakban a díjnyertes pályázat megszerkesztett változatának második részét közöljük.

Az imádkozósáskák védekezési megoldásai többnyire a vizuális ingerek alapján vadászó ragadozók ellen alakultak ki, melyek érzékelése között találunk ugyan eltéréseket, de ezek jobbára az élőhelyi adottságokkal mutatnak szorosabb összefüggést és különbségeik ellenére számos vonásukban megegyeznek. Bár az ember nem kifejezetten rowarevő, színlátásunk van olyan jó, mint bármely más állaté, legalábbis abban a hullámhossz-tartományban, amit a szemünk érzékelni képes. Ennek megfelelően, ha egy rovar a színezete miatt nehezen veszünk észre, minden okunk megvan azt feltételezni, hogy ez a ragadozóiknál sincs másképpen. Márpedig ha egy ragadozónak vannak ragadozói, elengedhetetlen, hogy megfelelő védelmet alakítson ki ellenük, és ha ezek jellemzően a látásukra hagyatkoznak, az egyik leghatékonyabb védelmet a rejtőszínezet és a környezethez történő hasonlóság jelenti.

Rejtőzés és rejtőszínezet

A fogólábúak egy adott életközösségben ragadozóként és potenciális zsákmányként is szerepet játszanak és mivel jellemzően lesből támadnak áldozatukra, zsákmányszerző hatékonyságuk a rejtőzésük határfokával szoros kapcsolatban áll. Esetükben tehát a rejtőzés nem csak védekezési, hanem táplálkozási stratégia is egyben. Ennek egyik legelterjedtebb formája, amikor az állat színezete igazodik a környezethez, ezáltal biztosítva számára bizonyos mértékű észrevétlenséget. A rejtőzés határfoka jelentősen javítható a test kontúrjának

megettörésével, amelynek az egyik legegyszerűbb módja a megfelelő mintázat kifejlesztése. Mivel a ragadozók a rejtőzködő állatok árnyékát is észlelhetik, az árnyékot megszüntetve a rejtőzés is sikeresebb lesz. Az árnyék kevésbé jelentős a sűrű növényzetben élő állatoknál, de a fákon, a csupasz földön vagy a homokon élő fogólábúak esetében az árnyék jelenléte vagy hiánya kulcsfontosságú tényező a rejtőzés hatékonyságában. A lapított testű állatoknak minimális árnyékuk van, így például a fás szárú növények kérgén élő fajok hát-hasi irányban erősen lapítottak és sok időt töltenek mozdulatlanul. Például az afrikai *Tarachodes afzelii* feje sajátos fejtartásának köszönhetően egybeolvad a testével, így oldalnézetben az állat kontúrja szinte észrevehetetlen. A felnőtt hímek szárnyai szürkék, mint a kéreg, de még így is meglehetősen szembetűnőek, a kifejlett nőstények viszont redukált szárnyakkal rendelkeznek. A potrohuk pedig hullámosan redőzött, ami miatt remekül képesek beolvadni a fakéreg felületi egyenetlenségeibe. A szintén fás szárú növények kérgén élő *Theopompa*- és a *Theopompa*-fajok hasonlóképpen lapított testtel rendelkeznek. A fejüket azonban úgy tartják, hogy a szájszerveik nyugalmi fejtartásban előrefelé néznek. A szárnyaik szélesek és oldalirányban ferdén elfedik a test jelentős részét, ezáltal csökkentve a rovar által vetett árnyék nagyságát. A felületbe történő beolvadást a szárnyaik krémszínű és barna foltjai is segítik, ami miatt egy zuzmós kéregre emlékeztetnek.

Néhány fogólábúfajnak kettő vagy akár több színváltozata is létezik. Ez a polimorfizmusnak nevezett jelenség tulajdonképpen egy evolúciós léptékű válasz a predációs nyomásra, aminek eredményeképpen az adott egyed sikeresebben képes beolvadni a környezetébe, továbbá a ragadozóknak kettő vagy akár több formát is meg kell tanulnia felismerni. Például a *Sphodromantis lineola* színét a fényintenzitás határozza meg; nagy intenzitás esetén barnák, kisebb esetén zölddé változnak a következő vedlés alkalmával. Malcolm Edmunds Ghánában végzett vizsgálata során azt tapasztalta, hogy a színváltozás megfelelő álcát biztosít az adott rovar számára, hiszen a fák és a cserjék a száraz évszakban elhullajtják a leveleiket és ezáltal koronájuk jelentősen több fényt enged át, mint amikor sűrű levélzet borítja. Ilyen körülmények között a zöld egyedeket könnyebben észreveszik a ragadozók is, míg a barnák a friss levelek előterében válhatnak feltűnővé. A fiatal lárvák azonban a fényintenzitás hatására megváltoztatják a színüket a következő vedlésüknél, ezáltal rövid időn belül képesek beolvadni a megváltozó környezetbe.

Az időben és térben változó környezetben a rejtőzés feltételezi, hogy egy imádkozósáska képes legyen felismerni a rejtőszínezetének megfelelő mikrokörnyezetet.

A fogólábúak körében megfigyelt szándékos háttérválasztás (*chantlitis*) számos tudományos vizsgálatot inspirált már. Edmunds Ghánában közel hat éven keresztül gyűjtötte a *Sphodromantis lineola* egyedeit és barna színváltozattal kizárólag a száraz évszakban, októbertől márciusig találkozott. Azt is megfigyelte, hogy míg a zöld egyedek jellemzően zöld környezetben fordulnak elő, addig a barna egyedeknél nem mutatható ki egyértelmű színpreferencia, háttérválasztásuk lé-



1. ábra. Egy afrikai levélmanó (*Phyllocrania paradoxa*) barna színváltozatú lárvája

nyegében véletlenszerűnek mondható. A jelenség egyik egyszerű magyarázata, hogy a száraz évszakban egy levelet elvesztő fán esély sincs arra, hogy egy barna imádkozósáska zöld foltot találjon, így nincs olyan szelekciós nyomás, ami a háttérválasztás irányába hatna.

Az afrikai *Miomantis paykulli* színváltozatainak terepen végzett megfigyelései alapján az esős napok száma és a zöld színű felnőtt hímek egyedszáma között találtak összefüggést. Ráadásul, ha az előző hónap esős napjait vették alapul, ez az összefüggés meghatározóbbnak bizonyult. A jelenség egyszerű magyarázata, hogy a faj az afrikai szavannák lágyszárú növényein



2. ábra. Kifejlett *Phyllocrania paradoxa* zöld színváltozatban

él, ami esőzések idején néhány nap alatt barnából zölddé változhat. Ez idő alatt az esőzés hatására megemelkedő páratartalom a vedlő lárvákat zölddé változtatja, ami növeli túlélési esélyüket a megfelelő rejtőszínezet biztosításával. A relatív páratartalom meghatározó szerepét kísérleti körülmények között is igazolták. Vizsgálták a *M. paykulli* lárvák háttérválasztását is, és azt tapasztalták, hogy a saját színükkel megegyezőt részesítik előnyben. A választás mechanizmusa tökéletesen nem ismert, de az eddigi megfigyelések alapján azt feltételezik, hogy vizuális alapon hasonlítják össze színüket a háttérével.

Színek, formák, környezet

Az álcázás kialakulásával és fejlődésével kapcsolatban már Edmunds is felvetette, hogy a ma élő imádkozósáskák a rejtőzködés evolúciójának egy-egy köztes állomását képviselhetik. Ezzel összhangban a növények hajtásrészeit és virágait utánzó fajok között fokozati sort kellene tudni felállítani. Például a zöld leveleket utánzó imádkozósáskák evolúciójának korai szakaszát azok a ma élő fajok képviselhetik, melyeket rejtőszínezetük és életmódjuk egyértelműen a növényi levelekhez kötik. Edmunds például a levélutánzó

kialakulásának első lépcsőfokaként az ázsiai *Sino-mantis denticulata* fajt említi. Az angol neve (*Glass mantis*) alapján magyarul üvegmanónak is nevezhető faj egyik legfőbb érdekessége ugyanakkor, hogy néhány foltot leszámítva fiatal lárvái zöldszen áttetszőek, aminek köszönhetően táplálkozás közben megfigyelve a rovar egy ideig még nyomon követhető az elfogyasztott zsákmány sorsa is. A szárazföldi állatok között az átlátszóság ritkaságnak számít, hiszen olyan mértékű pigmenthiányt feltételez, ami az ultraibolya sugárzás elleni hatékony védelem elvesztésével jár. Ráadásul a szárazföldi állatok testébe belépő fény szükségszerűen megtörik, emiatt még a tökéletesen átlátszó test is láthatóvá válhat. Ennek megfelelően a fiatal üvegmanók átlátszósága csupán kiegészítő védekezési stratégia lehet, amit az is bizonyít, hogy a zöldes árnyalatú lárvák jellemzően a levelek fonákján helyezkednek el, megzavarva pedig gyorsan átfordulnak a levél másik oldalára és ott lapulnak tovább. Az élő leveleket utánzó fajok evolúciós ranglétrájának csúcsát viszont minden bizonnyal a *Choeradodis rhombicollis* képviseli lapított testével és a fák lombkoronájában élő (epifiton) növények leveleire emlékeztető hatalmas előtorával és szárnyaival. A két példafaj között pedig számos átmeneti formát találunk az élő, zöld leveleket utánzó imádkozósáskák között.

3. ábra. Kifejlett *Deroplatys lobata* nőtényi petetokjával



A trópusokon ugyanakkor jellemzően elhalt, barna levelekhez hasonló formákkal találkozhatunk. Számos kiváló példáját találjuk a neotropikus területeken őshonos *Acanthops*, a délkelet-ázsiai *Deroplatys*, valamint az afrikai *Panurgica* és *Phyllocrania* nem képviselői körében, közülük is azonban a legfejlettebbnek az afrikai *Phyllocrania paradoxa* mutatkozik. A nőtények a sötétbarnától a zöldig különböző színárnyalatot ölthetnek magukra és szárnyaik erezete megtévesztésig hasonlít egy levélére. A hatást fokozzák a fejen, az előtoron, a potroh oldalán és a járólábakon megjelenő lebenyek. Ezek a függelékek megtörik az állat kontúrját és segítik a minél hatékonyabb álcázást. A fogólábak nyugalmi testhelyzetben szorosan a fej alatt található, ennek megfelelően a fej és a fogólábak profilja a tipikus „imádkozó” testtartásnak felel meg. A karcsúbb testű, füstösen áttetsző szárnyakkal rendelkező, kifejlett hímek álcája azonban ennél a fajnál is gyengébb, mint a nőtényeké. Hasonló adaptációkkal rendelkeznek például az *Empusa*-fajok, a fejen található bőbitaszerű lebenyt is ide értve, mégsem tartoznak a *P. paradoxa* fajjal egy rokonsági körbe (különböző családok képviselői). A barnás színű *Sybilla pretiosa* szintén hordoz jellegzetes függelékeket a fejtetőjén és a járólábain, a szárnyai azonban viszonylag egyszerű zöldek, ennél fogva akár egy köztes evolúciós állapot képviselőjének is tekinthetők.

A nyílt füves-bokros területek, ligetes erdők gyeperje- és lombkoronaszintjében számos keskeny és hengeres szerkeztű növényi hajtással találkozhatunk. Értendő módon, ezeken az élőhelyeken a fogólábúak hasonló morfológiai és viselkedési adaptációkat fejlesztettek ki. Az *Orthoderella ornata* például Dél-Amerika pampáinak jellegzetes fűutánzó imádkozósáskája. Egyedei zöld és barna színűek lehetnek, testfelépítésükkel pedig szinte az észrevétlenségig képesek beolvadni a fűszálak tengerébe. Előre irányuló fejük a testükkel szinte egy vonalat alkot. A testhez szorosan behúzott fogólábuk és rövid járólábuk lehetővé teszik számukra, hogy lágyszárú növények hajtásaihoz, leveleihez simuljanak. A felnőtt nőtények csökevényes, alig észrevehető szárnyakkal rendelkeznek, így a ragadozók is kevésbé veszik észre, mint a jól fejlett szárnyakkal rendelkező hímeket. Hasonló adaptációkat figyelhetünk meg az afrikai *Pyrgomantis*-fajok esetében is. A nőtények csökevényes szárnyakkal, rövid járólábakkal és feltűnően csúcsos fejtetővel rendelkeznek, aminek köszönhetően a fűszálakon pihenő rovar szinte észrevehetetlen.

Mivel ezek a területek hosszú, vékony növényi hajtásokban bővelkednek, az itt élő fogólábúak között nem ritkák a hosszú, vékony testű fajok sem. Ilyen imádkozósáskák a dél-amerikai *Angela guianensis* és az afrikai

Danuria barbozae, amelyek egyedei, ha megzavarják, még a fogólábukat is a fejük elé nyújtják a testük meghosszabbításaként, amivel olyan hatást keltenek, mintha hosszú növényi hajtások volnának. Nőtényeik kifejletlenül redukált szárnyakkal rendelkeznek, ami csak fokozza ezt a hasonlóságot. A közeli rokon *Popa spurca* testfelépítése ugyan a klasszikus imádkozósáská-formát követi, azonban hasonló morfológiai és viselkedési adaptációi miatt egy korábbi fejlődési állomás képviselőjének tartják és feltételezik, hogy a test megnyúlása egy később megjelenő változás. Érdekes módon a fűutánzó



4. ábra. Orchideamanók (*Hymenopus coronatus*) párzás közben

fogólábúak között találunk ugyan megnyúlt testű fajokat (pl. *Brunneria borealis*, *Thesprotia graminis*) körülben mégsem ismert a morfológiai és viselkedési adaptációk olyan mértékű skálája, mint a gallyutánzó esetében. Kevésbé kiforrottnak tűnő álcájukért talán a gallyutánzókéétől eltérő élőhelyi adottságok tehetőek felelőssé. Amíg ugyanis a fűtenger sűrűjében egy kevésbé specializált testfelépítésű és viselkedésű rovar is ugyanolyan könnyen elrejtőzhet, addig a cserjék és fák sokkal szellősebb lombzata ugyanezt nem teszi lehetővé.

A Hymenopodidae családba tartozó fogólábúak számos faja fiatal korában virágokon tölti ideje legnagyobb részét. Külsejükkel olyan jól beolvadnak a környezetükbe, hogy nem csak a ragadozók, de a viráglátogató rovarok sem veszik észre őket. Éppen ezért



5. ábra. Délkelet-ázsiai levélmanó (*Deroplastys lobata*) védekező pózban

az ide sorolt fajok a Peckham-féle mimikri klasszikus példáiként is szolgálnak. A viráglakó fogólábúak legismertebb képviselőiként az Afrikában őshonos *Pseudocreobotra* és *Chlidoptera* genusz fajai, valamint az ázsiai *Creobroter*-fajok és a virágutánzás bajnokaként ismert *Hymenopus coronatus* említhetők meg. Nelson Annandale egy 1900-ban megjelent írásában arról számol be, hogy a *H. coronatus* egyik általa megfigyelt egyede több virágtalan ágat is végigjárt, mielőtt megtalálta végső rejtékhelyét egy Malajziában meglehetősen gyakori növény (a *Melastoma polyanthum*) virágzatán. Azt is megfigyelte, hogy amikor a növény virágai kezdtek elszáradni, a rovar potrohának megszokott (torra „fektetett”) elhelyezkedése is megváltozott és végül a virágtalanná váló hajtásról levetette magát, mintha csak egy elszáradt virág hullott volna le.

A *Hymenopus*ok elhalt virágot utánzó viselkedése egyedülálló ugyan, de önmagukat halottnak tettető fajokkal már jóval nagyobb számban találkozhatunk. A legtöbb ragadozó ugyanis jellemzően csak a mozgó zsákmányra reagál, ezért a fogólábúak egy része mozdulatlanra dermed, ha megtámadják. A tettetett halál (tanatózisz) jelenségét az imádkozósáskák több képviselőjénél is kimutatták már, jellemzően nagyobb testű illetve növényi részeket utánzó fajoknál. Például Edmunds Ghánában végzett megfigyelései során a tanatózist mutató 6 fajból 4 utánzott valamilyen növényi hajtásrészt: a *Catasigerpes occidentalis*, a *Danuria bucholzi* és az *Angela guianensis* szárat, a *Phyllocrania paradoxa* pedig levelet. A másik két megfigyelt faj a *Polyspilota aeruginosa* és a *Tenodera superstitiosa*, melyek nagyobb testméretük miatt nehezebben tudnak

elmenekülni, ha rájuk támadnak, így az esetükben a tanatózisz a predáció sikerét csökkentő hatékony védekezési forma lehet.

A feltűnő mintázat szerepe

A fogólábúak kivétel nélkül rejtőzködő életmódot folytatnak, ennek ellenére rejtőszínezetük mellett néhány képviselőjük feltűnő színekkel is rendelkezik, amelyek viszont nyugalomban nem, de például futás vagy repülés közben jól láthatóak. Ennek egyik ésszerű magyarázata, hogy a ragadozók a zsákmányt üldözve könnyebben követik ezeket az élénk színeket, viszont amikor a menekülő rovar hirtelen megáll, és elrejtí feltűnő színeit, a ragadozók szem elől tévesztik. Például az afrikai *Pseudoharpax virescens* zöld alapszínű felnőtt egyedei nyugalomban a növényzet között rejtőznek, de ha megzavarják őket, jellemzően futva menekülnek és eközben elülső szárnypárjukat részlegesen széttárják, láthatóvá téve ezáltal potrohuk narancssárga hátoldalát és lilás árnyalatú hátsó szárnyaikat. Amikor abbahagyják a futást, szárnyaikat hirtelen összecsukják, és feltűnő színeiket elrejtik.

A feltűnő mintázatnak azonban egész más szerepe van, amikor azt fenyegető testtartásban mutatja be az állat a támadónak; ilyenkor ugyanis elsődleges funkciója a támadó megfélemlítése, illetve elriasztása. A fenyegető testtartás tekintetében jelentős különbségek figyelhetők meg az egyes fajok között, de általánosságban az a jellemző, hogy ilyenkor a támadó felé fordulnak, fogólábaikat széttárják, szárnyaikat részben felemelik olyan hatást keltve, mintha nagyobbak lennének, mint valójában. Más fajok fenyegető testhelyzetükben sziszegő hangot is képezhetnek azáltal, hogy a potrohukat a szárnyaik között felfelé és lefelé görbítik. A ragadozók elriasztásának igazán hatékony mestere egy kifejeletten tekintélyes méretűre (több mint 10 cm-esre) megnövő imádkozósáskafaj, az afrikai

6. ábra. Afrikai gallymanó (*Danuria barbozae*)



Idolomantis diabolica. Fogólábain hatalmas levélszerű lebenyek fejlődtek kiváló álcát biztosítva a rovar számára. Azonban támadás esetén a fogólábait széttárva láthatóvá válnak a lebenyek belső felületének élénk színei is, melyek olyan megdöbbentő hatásúak, hogy a nagyobb ragadozók elriasztására is alkalmasak.

A lepkéknél megfigyelt szemfoltokra is találunk példákat a fogólábúak körében és ezek vélhetően náluk is a ragadozókkal szembeni védekezésben játszanak szerepet. Az egyik elképzelés szerint céljuk az imádkozósáskák tömegközéppontjának elrejtése. Menekülés esetén ugyanis ennek mozgása a legkiszámíthatóbb, ami ideális célponttá teszi a ragadozók számára. A szemfoltok viszont szupernormális ingerként hatnak a támadóra, melynek figyelme ezáltal könnyen elterelhetővé válik. Hatékonysága nagymértékben észlelhetőségén és követhetőségén múlik, emiatt színei ellentétesek az állat alapszínével és eltérnek a környezetre jellemző színektől is. Csakhogy egy felnőtt fogólábú tömegközéppontja jellemzően a torra és a potroh elülső részére esik, amit általában a szárnyai takarnak. Ráadásul, amíg a lepkék szemfoltjai jellemzően a szárnyszélek közelében találhatóak, ahol egy esetleges támadás kisebb károkat okozhat az állatban, addig a nyugalomban lévő fogólábúak esetén ezek a tömegközéppont közelében helyezkednek el.

A legfeltűnőbb riasztó jelzéssel a *Pseudocreobotra*- és a *Chlidonoptera*-fajok rendelkeznek, amelyek elülső szárnyaikon egy-egy feltűnő színű szemfoltot viselnek. Ezek az élénk színek azonban nem csak menekülés közben vagy védekező pózban válnak láthatóvá, mint a korábban bemutatott példákban, így nehezen érthető, hogyan maradhatnak hosszabb ideig életben egyedeik. Ezek a fajok azonban jellemzően virágokon, illetve virágok közelében töltik idejük legnagyobb részét. Márpedig ilyen környezetben a szárnyakon látható zöld, sárga, fekete és fehér színek talán épphogy megzavarhatják a ragadozókat abban, hogy viselőjüket könnyen felfedezzék. A szárnyak hirtelen megemelésével azonban ezek a minták két hatalmas szemre emlékeztetnek, ami a lepkéknél megfigyelttel összehangban akár a kis testű madarak elriasztására is alkalmas lehet. Emiatt jóval valószínűbb, hogy a fogólábúak körében megfigyelhető feltűnő szemfoltok kialakulásának hajtómotorját nem a rejtőzködés, hanem a rovarevő madarak elriasztása adja.

Ezzel kapcsolatban Héctor Maldonado 1970-ben megjelent tanulmányában arról olvashatunk, hogy a vadon élő *Stagmatoptera biocellata* fogólábúfaj feltűnő mintázata hatékonyan képes megelőzni a gyakoribb madárfajok támadásait. A fogólábak belső felületén, a tor és a potroh hasi oldalán valamint a hátsó szárnyon



7. ábra. Orchideamanó (*Hymenopus coronatus*) első stádiumú lárvája

hordozott feltűnő színeiket nyugalomban elrejtik és csak támadás esetén válnak ezek láthatóvá. A hatást erősítik a széttárt elülső szárnyon található hatalmas, feltűnő szemfoltok, amelyek a nyugalomban lévő állat összehúzott szárnyain kevéssé feltűnőek. Edmund megfigyelései szerint azonban emlősök esetében az imádkozósáskák fenyegető testtartása ritkán hatásos, ami Maldonado tapasztalataival összevetve azt sugallja, hogy ez a viselkedés leginkább a madarak ellen fejlődött ki. Mivel azonban a fogólábúaknak nincs ténylegesen hatékony önvédelme a madarak támadásaival szemben, fenyegető testtartásuk csupán a megtévesztés eszköze. Emiatt azok a madarak, amelyek többször találkoznak és zsákmányolnak ilyen rovarokat, gyorsan felismerik a fenyegetés valós értékét és létrehoznak magukban egy megfelelő keresési képet, amellyel hatékonyan képesek elejteni a fenyegető fogólábúakat is. Ezáltal válik érthetővé, hogy egyes fajok sohasem pózolnak, ha megtámadják őket, míg mások csak alkalmilag, megint mások a támadások gyakoriságának függvényében, így lényegében kiszámíthatatlan, hogy mikor jelenik meg és mikor nem az adott válaszreakció. Ráadásul az egyes fajok figyelmeztető színei és mintái eltérőek, de még az egyazon fajba tartozó populáción belül is lehetnek eltérések. A megfigyelt változottság tehát minden bizonnyal a tapasztalt ragadozók által kifejtett szelekciós nyomás eredménye.

PAULOVKIN ANDRÁS