

Etológia beadandó

Készítette: Sándor András; biológia MSc II. évfolyam

Az ELTE Duna-parti Természettudományi tömbje még csak nemrég épült, de megjelenésével máris helyet adott egy, a rovarok számára negatív jelenség kialakulásának, az ökológiai csapdamechanizmusnak. A nagy üvegfelületek ugyanis odavonzzák a vízi rovarokat, melyek párzanak, és petéket is raknak eme felületeken, halálra ítélve őket. Hasonló gondot jelentenek a vízi, illetve a vízhez kötődő rovarok számára az aszfaltutak, a mezőgazdasági fóliák, az üvegházak, a síremlékek fényes, fekete márványfelülete vagy a –ma már nem használt – kőolaj tárolására létesített „tavak” felszíne is. Természetes körülmények között a vízterek a beeső fényt megtörik: egy részét elnyelik, más részét visszaverik. A visszavert fény minden esetben polarizálódik bizonyos mértékben. Ha a visszavert fénynyaláb merőleges a beeső fényre, a polarizáció mértéke a legnagyobb, és az iránya vízszintes lesz. A vízi és a vízhez kötődő rovarok ezt a fényt használják a vízterek megtalálásához. Ám az előbb felsorolt mesterséges felületek is hasonló – vagy még nagyobb (szupernormális szinten) – mértékben és irányban polarizálják a beeső fényt, ezzel megzavarva és megtévesztve a vizet kereső rovarokat, amelyek nemegyszer választják őket a vízfelületek helyett a nászuk helyszínéül vagy pl. ivás céljából, pusztulásra ítélve ezzel magukat is (a vízi rovarok csak kis távolságokat tudnak megtenni napközben anélkül, hogy kiszáradnának) és az utódaikat is. Egy ilyen mechanizmus akár egy faj helyi kipusztulásához is vezethet.

Meghatározás szerint az ökológiai rovarcsapdák olyan helyzetek, amelyek a gyorsan változó környezeti feltételek révén arra készítetik az élőlényeket, hogy az előnyös környezet helyett a rosszabb minőségűn telepedjenek le (Dwernychuk & Boag 1972 in Robertson et al. 2010).

Horváth Gábor és munkatársai cikkükben (Robertson et al. 2010) arról a kutatásukról számolnak be, amelyben azt a jelenséget vizsgálták, hogy miként használják ki a városi madarak az ELTE épülete által foglyul ejtett tegzeseket táplálékforrásként. A dunai tömegtegzesek (*Hydropsyche pellucidula*) szélcsendes és meleg körülmények között 19 órától 21 óráig rajzanak (nyári időszámítás szerint; általánosan szólva: szürkületkor), amikor is pár napon belül párt kell találniuk maguknak és petét rakni, mielőtt elpusztulnának. Ám nagy részük számára a Duna partján álló nagy üvegfelületekkel rendelkező épület sokkal vonzóbb, mint a Duna felülete. Ezek a tegzesek az ELTE ablakaira gyűlnek, ott párzanak, néhányuk petét is rak, majd pedig – mivel szabadulni nem tudnak – a kimerültségtől elpusztulnak. Az

épület nagy felületű világos és sötét színezetű ablakai nem egyforma mértékben vernek vissza polarizált fényt. (A tegzesek épület körüli eloszlására vonatkozóan azt találták, hogy a sötét üvegfelszínek jobban vonzották a tegzeseket, ezáltal a madarakat is.) A helyiek megfigyelései szerint ebben az időszakban az ablakok párkányát és felületét százsámra borítják az élő és elpusztult rovarok, amelyek az esti rajzás után maradtak az ablakok közelében, illetve az árnyékosabb oldal falainak repedéseiben, várva az esti rajzási időszakot és egy újabb esélyt a pártalálásra. A szerzők négy madárfajt figyeltek meg 2006 és 2007 áprilisában és májusában folyó vizsgálatukban, melyek minden kétséget kizárólag a „feldúsult tápanyagforrásra” reagálva érkeztek az épülethez: a barázdabillegetőt, a szécinkét, a házi verebet és a szarkát. A megfigyelések eredményeként megállapították, hogy a madarak megjelenése és viselkedése nagyban függött a tegzesek megjelenésétől. A méréseiket webkamerával, ill. távcsöves megfigyeléssel végezték. Véleményük szerint a madarak külön-külön stratégiákat is kifejlesztettek a tegzesek elkapásához, amit ők „fosztogató viselkedésnek” neveztek. Érdekes megfigyelés, hogy a madarak hogy osztották fel egymás közt a tápanyagforrást: a barázdabillegetők, a cinkék és a verebek egyaránt az ablakpárkányról vagy a tető széléről felreppenve gyűjtötték a rovarokat, de míg a barázdabillegetők röptükben kapták el őket, addig a verebek és a cinkék csak az ablakfelületről szedegették le őket. A szarkák a peremeken megpihenve indultak táplálkozni a párkányon lévő és szabadon repkedő rovarokkal. Azt is megfigyelték, hogy a madarak „szisztematikusan” haladnak ablakról ablakra, amint az előző „forrás” kimerült. A webkamerás és a távcsöves megfigyelések teljes mértékben kiegészítették egymást. Ezek eredményeképpen megállapították, hogy a madárfajok 5-6 egyede napi rendszerességgel keringett az épület körül a tegzesrajzás idején.

Végkövetkeztetésként megállapították, hogy míg az ökológiai csapdamechanizmus meglétére már számos bizonyíték van, arra még nem volt eddig példa, hogy a madarak a poláros fény által csapdába ejtett, „atipikus zsákmány” megjelenését ki is használják. (Atipikus, mivel természetes körülmények között legfeljebb a vízparti növényzeten pihenő egyedeket tudnák elkapni ezek a madarak.) Viszont mivel a mesterséges, vízhez hasonló polarizációs képességgel rendelkező épületek mindenhol, ahol víz mellé épülnek, biztos csapdát jelentenek a vízi rovarok számára, ezért az is elmondható, hogy ez a „fosztogató magatartás” a madarak részéről akár földrajzilag széles körben elterjedt viselkedés is lehet. Azt is megjegyzi a szerzők, hogy a megfigyelt viselkedés tipikusnak mondható ezeknél a madaraknál, csak éppen más környezetben. Végeredményben: a madarak nem használnak új viselkedésmódokat, csupán egy kis újítás figyelhető meg, amellyel ezt az új táplálékforrást ki tudják aknázni. (A gondot inkább az épület polarizációs csapdamechanizmusa jelenti a

rovarok számára, mint a csapdhatás miatt újonnan kialakult préda-predátor viszony.)

Az égbolt polarizációs mintázata sok rovar számára funkcionál iránytűként, ha a napot nem lehet valamiért látni, amit általában mind a látható, mind az UV-tartományban képesek érzékelni. Ha az ég tiszta, ez a mintázat csupán a nap helyzetétől függ. Viszont a felhőzet erősen tudja módosítani ezeket a mintázatokat azáltal, hogy az áthaladó fénysugarak a felhőrészecskéken szóródást szenvednek, ám ezek a mintázatok legtöbbször vízszintesen polarizált fényt eredményeznek. Az elvégzett képalkotó polarimetriás mérések alapján azonban megállapították (Pomozi et al. 2001), hogy a polarizációnak ebben az esetben a szöge nem, csak a mértéke változik a felhőzöttség mértékével.

De miért érdemesebb szürkületkor repülni a vízi rovaroknak? Sokan megfigyelték már, hogy a vízi rovarok a mozgásukat a levegőben mindig a szürkületi, esti órákra időzítették, tömegesen lepve el a levegőt, miközben pl. új élőhelyet keresnek maguknak. Egyes nézetek szerint ezzel a módszerrel próbálják a rovarok csökkenteni a predáció esélyét. Ökológus szemmel azt is hozzátehetjük, hogy a rovar számára az sem mindegy, hogy milyen a levegő hőmérséklete, páratartalma, mekkora a légmozgás, hisz a kisebb testű vízi rovaroknak egy ilyen vándorlás során szembe kell nézni a kiszáradás veszélyével is, ami körülbelül 1 órányi repülés után érheti őket. Alkonyatkor a levegő már kellően lecsökkent hőmérséklettel és magas páratartalommal rendelkezik ahhoz, hogy a kis felület-térfogat aránnyal rendelkező rovarok is szárnyra kelhessenek, nem beszélve arról, hogy a napközben esetleg fennálló légmozgások is minimálisra csökkenhetnek már ekkorra. Horváth Gábor és munkatársai kísérletükben (Bernáth et al. 2004) arra kerestek bizonyítékot, hogy az előbb felsorolt hatások mellett még egy tényező befolyásolja a vízi rovarok vízkeresését, mégpedig a vízterekről visszaverődött polarizált fény. Schwind kísérletei (Schwind, 1991, 1995 in Bernáth et al. 2004) és mások eredményei óta tudjuk, hogy a vízi rovarok minden felület víznek tekintenek, amelynek a visszavert lineáris polarizációfoka nagyobb, mint a polarizációs érzékenységének küszöbértéke, a vízszintestől való eltérése pedig kisebb.

Kísérletükben 180°-os látószögű képalkotó polarimetriás eljárással mérték két mesterséges vízfelület (vízmodell) polarizációs mintázatát a spektrum vörös, zöld és kék tartományában, felhős és tiszta időben, különböző napállásnál, „világos” és „sötét” vizek esetében. (A „világos” és a „sötét” vizek az aljzat, valamint a vízben oldott szerves és szervetlen anyagok mennyisége és a részecskék mérete alapján lettek szétválasztva.) Azt tapasztalták, hogy a vízmodellek polarizációs maximumukat a reggeli és alkonyati időszakban

érik el, valamint hogy a két modell mintázata ekkor a legmegegyezőbb, vagyis egy vízterület megtalálásának a valószínűsége ekkor a legnagyobb. Viszont azt is megjegyzik, hogy a levegő hőmérséklete hajnalban általában még túl alacsony a repüléshez, megerősítve a szürkületi rajzási stratégia helyénvalóságát. Mérésekkel bizonyították, hogy a sötét vizek felszínéről egész nap vízszintesen és erősen polarizált fény verődik vissza, ami a rovarok számára iránytűként szolgálhat a vízkeresésben, míg a világos vizeknél ez a polarizációs mintázat csak napkeltekor és napnyugtakor tapasztalható. Napközben a világos vizek polarizációs jellemzői olyanok, hogy a vízi rovarok akár észre sem vehetik őket. Végkövetkeztetésként elmondhatjuk a méréseik alapján, hogy a vízi rovarok számára 3 mód a legoptimálisabb a repülésre, ha a vízterek polarizációs mintázatát tekintjük: (1) a naplemente, amikor a világos és sötét vizek polarizációs mintázata közel egyenlő, így a megtalálásuk valószínűsége maximális. (2) A felhős idő, mivel a felhők közel polarizálatlan fényt eresztenek tovább, amely egy vízszintes felületről visszaverődve részlegesen polarizálódik a vízszintes irányba. Illetve (3), ha a rovar az UV-fény alapján keresi a megfelelő vízteret, mivel ebben a tartományban minden vízternek hasonló a polarizációs mintázata, mint a sötét vizeké a kék spektrumban, illetve az UV-fény polarizációs mintázata minden időjárási körülmény közt állandó.

Két kérdés merült fel a dolgozat elején: (1) a városi madarak „fosztogató viselkedése” vajon új magatartáselem-e, vagy csak a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodás. Illetve (2) miért érdemesebb szürkületkor repülni, illetve rajzani a vízi rovaroknak. Robertson et al. 2010-es cikke alapján megállapítható, hogy a madarak csak újítottak egy már korábban meglévő viselkedésmódjukon az újonnan megnyíló táplálékforrás minél szélesebb körű kiaknázása érdekében. Publikált bizonyíték arra vonatkozóan nincs, hogy a mesterséges üvegfelületek a madarak számára is potenciális veszélyt jelentenének, ahogy a vízi rovaroknak, viszont közvetlen módon rájuk is hathat ez a csapdamechanizmus. Hisz a feldúsult tápanyagforrásra reagálva nagyobb költségszámot indítanak el, viszont a körülmények nem állandóak. Maximum két fészekaljzat tudnak ebből a forrásból kirepíteni, míg a többinél a fiókák nagy része pusztulásra van ítélve. Azt is meg kell jegyezni, hogy a szarkák számára nem csak a tegzesek jelentenek táplálékforrást ezen a helyen, ugyanis többször megfigyelték, hogy az énekesek fészkeit is feldúlták a tojásaikért. Ilyen módon nem csak új préda-predátor viszony alakult ki az új jelenség (polarizációs csapdaeffektus) megjelenésével, hanem ökológiai hálózatokon átívelő probléma is, amely mielőbbi megoldásra vár!

Pomozi et al. 2001-es cikke ad választ a második kérdésre, a szürkületi rajzás

miértjére. A cikkhez kapcsolódó mérések megmutatták, hogy a vízi rovarok számára mind a környezeti, mind a polarizációs tényezők napnyugta környékén a legalkalmasabbak a szárnyra kelésre, legyen bár a céljuk új élőhely felderítése vagy a reprodukciós készletük kielégítése, tájékozódjanak akár a Nap helyzete, akár a víztestek vagy az égbolt polarizációs mintázata, esetleg az ultraibolya fény alapján.

Felhasznált irodalom:

Robertson, B.; Kriska, G.; Horváth, V.; Horváth, G. (2010) **Glass buildings as bird feeders: Urban birds exploit insects trapped by polarized light pollution.** *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 56(3): 283-293

Bernáth, B.; Gál, J.; Horváth, G. (2004) **Why is it worth flying at dusk for aquatic insects? Polarotactic water detection is easiest at low solar elevations.** *Journal of Experimental Biology* 207: 755-765

Pomozi, I.; Horváth, G.; Wehner, R. (2001) **How the clear-sky angle of polarization pattern continues underneath clouds: full-sky measurements and implications for animal orientation.** *Journal of Experimental Biology* 204: 2933-2942

Horváth, G.: **Poláros fényszennyezés - Környezetfizikai Módszerek Laboratóriumi Gyakorlat** URL: <http://ion.elte.hu/~akos/orak/kmod/pol.pdf>