

Polarizációs bögölycsapdák

Második rész

Folyadékcsapda

A gazdakereső nöstény bögölyök a hagyományos sátorcsapdával is megfoghatók, amely egy kúp vagy piramis alakú sátorból és annak csúcsában egy rovargyűjtő edényből áll. A sátor alatt egy optikailag vonzó csalitárgy (fényes fekete gömb) függ. A bögölyvonzó-képességet például párolgó szén-dioxiddal, ammóniával, fenollal vagy acetonnal növelik. E sátras csapdák kizárólag a vérszívásra alkalmas gazdaállatot kereső nöstény bögölyöket fogják meg, mivel a fényes fekete csaligömb a gazdaállatot imitálja.

Megmutattuk, hogy a vízkereső hím és nöstény bögölyök csapdába ejthetők egy szabadalmaztatott, időjárásálló, vízzel és olajjal töltött, földre helyezett, fekete tál-

nyeket, hanem a vízkereső hím és nöstény bögölyöket is elejti. Eredményeink fényben javasoljuk a hagyományos sátorcsapdának az új, polarizációs folyadékcsapdával való kiegészítését a bögölycsapdázóképesség növelése érdekében.

Terepkísérletek folyadéktálcák és sátras bögölycsapdákkal

A polarizációs folyadékcsapdánk egy kör alakú (átmérő = 50 cm) fekete műanyag tálca (mélység = 2 cm), aminek oldalán fém túlfolyócsó van (1. ábra). A tálcába 2 liter csapvizet, majd 1 liter étolajat töltünk. Az utóbbi vékony réteget alkot a vízen, mivel

meg a klasszikus sátorcsapda hatékonyságát. Utóbbi egy piramis alakú fehér hálóból (tüllvászonból) készült, fémvázra erősített sátorból és az alatta, a föld fölött 1 m magasan lógó, fényes fekete gömbből (50 cm átmérőjű strandlabdából) állt. A folyadéktálcák és sátorcsapdák által fogott bögölyöket rendszeresen begyűjtöttük, leszámoltuk, etil-alkoholban konzerváltuk a későbbi meghatározáshoz, a csapdák sorrendjét pedig véletlenszerűen változtattuk.

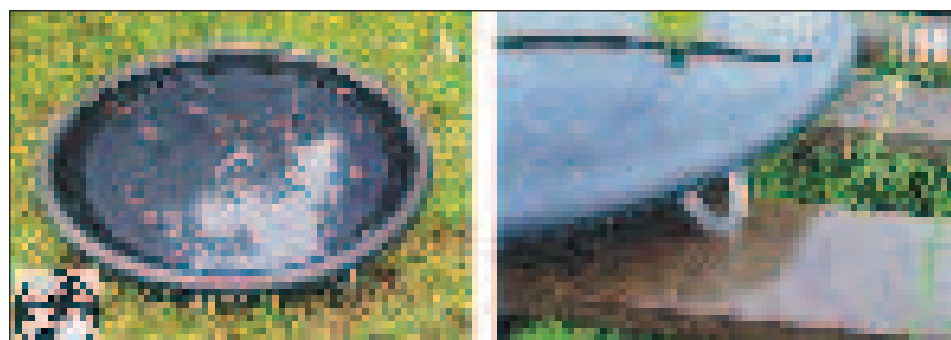
Az 1. magassági kísérletben (2A. ábra) 3, illetve 4 folyadékcsapdát helyeztünk a földtől 0; 0,5; 1; 1,5; illetve 2 m magasságban, egymástól vízszintesen 2 méterre.

A 2. magassági kísérletben (2B. ábra) az egyik folyadékcsapdát a földre helyeztük, míg a másikat ettől 10 m-re egy 20 cm magas, csonkakúp alakú, erősen és vízszintesen poláros fényt visszaverő emelvényre, amit beragasztzott fekete műanyag fólia borított. Mivel a földből kiemelkedő emelvény messziről jobban látszott, ezért azt reméltük, hogy a megemelt folyadékcsapda több bögölyt fog a földön lévénél.

Az 1. kombinációs kísérletben (2C. ábra) hagyományos sátorcsapdát és tőle 10 m-re lévő kombinált csapdát használtunk. Utóbbi egy sátorcsapdából és alatta folyadékcsapdából állt.

A 2. kombinációs kísérletben (2D. ábra) egymástól 7 m-re lévő három különböző csapdát hasonlítottunk össze: (i) sátorcsapdát, (ii) folyadékcsapdát, és (iii) a kettő kombinálásából adódó csapdát.

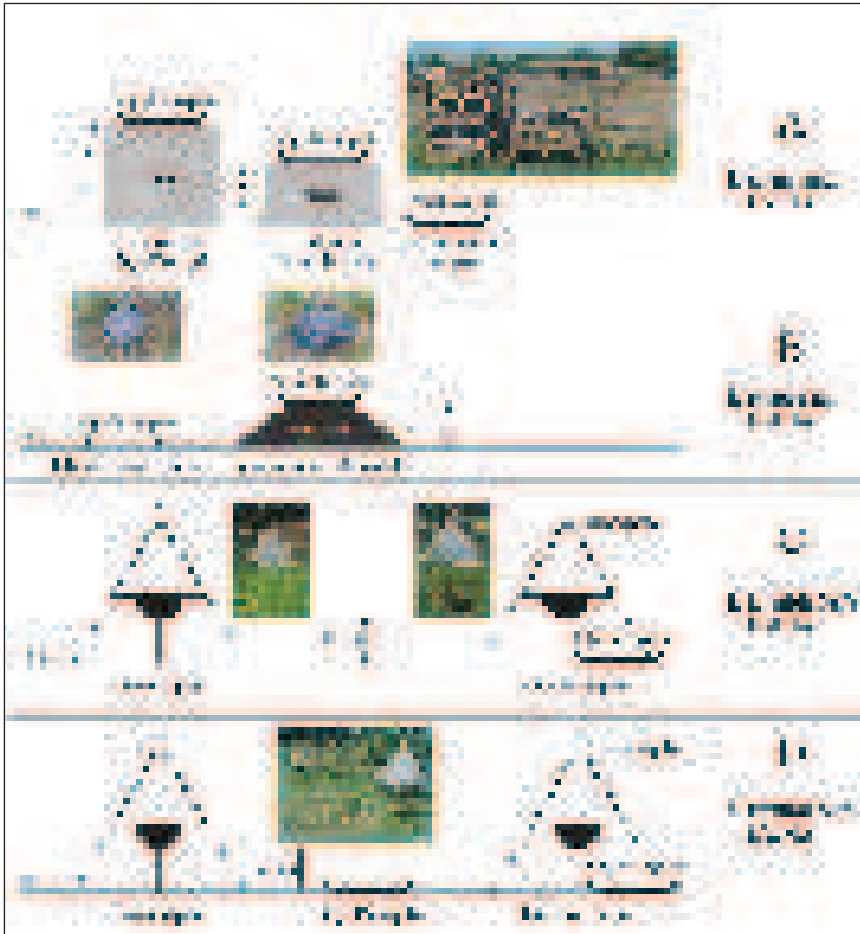
A folyadékcsapda fénypolarizációs tulajdonságait a 3. ábra mutatja napsütötte és árnyékos esetben a szoláris meridiánhoz képesti különböző irányokból mérve. A fekete olajfelszínről visszaverődő fény minden meteorológiai viszony között erősen és vízszintesen poláros (napsütésben a Naphoz képesti látóiránytól függetlenül). Ez az oka annak, hogy a folyadékcsapda minden körülmény között vonzó a polarotaktikus bögölyök számára.



1. ábra. (A) A TabaNoid® polarizációs folyadékcsapda, ami egy fekete, kör alakú, 50 cm átmérőjű tálcából és az oldalán lévő alumínium túlfolyócsóból áll. A csapdát először 2 liter csapvízzel kell feltölteni, amíg a víz el nem kezd kifolyni a túlfolyón, majd 1 liter étolajat kell ráönteni a vízre. (B) A túlfolyócsó közeli fényképe, amin keresztül kifolyik a fölösleges víz, miközben az olaj a tálcában marad

cával is (1. ábra), mivel a fekete folyadékfelszínről tükröződő erősen és vízszintesen poláros fény vonzza a polarotaktikus bögölyöket. Terepkísérletekben (2. ábra) három különböző bögölycsapda hatékonyságát hasonlítottuk össze: (i) hagyományos sátorcsapda, (ii) új, polarizációs folyadékcsapda, és (iii) e két csapda kombinációja. Megmutattuk, hogy a kombinált csapda 2–8-szor több bögölyt fog, mint a klasszikus sátorcsapda egyedül. A kombinált bögölycsapda nagyobb hatékonyságának oka, hogy nemcsak a gazdakereső nösté-

sűrűsége kisebb a víznél. Esőben a fölösleges víz a túlfolyócsóvön át távozik, de az olajréteg a felszínen megmarad. A folyadékcsapda vízszintes, fekete felülete erősen és vízszintesen poláros fényt tükröz, ami vonzza a polarotaktikus bögölyöket. Kísérleteinket 2009–2012 nyarán gödi és szokolyai lovastanyákon végeztük. A magassági kísérleteinkben a folyadékcsapda bögölyfogóképességét vizsgáltuk a talajszinttől mért magasság függvényében, míg a kombinációs kísérletekben azt tanulmányoztuk, hogy a folyadékcsapda mennyire növeli



2. ábra. A hagyományos sátorcsapdákkal és az új TabanoId® polarizációs folyadékcsapdával folytatott bögölykísérletek

A folyadékcsapdát a földre kell helyezni

Az 1. magassági kísérletben (2A. ábra) a folyadékcsapdák közül kizárólag csak a földre helyezett (magasság = 0 m) tálcá fogott hím és nőstény bögölyöket, míg a magasban lévőket egyet sem csapdáztak.

A 2. magassági kísérletben (2B. ábra) a földön lévő folyadékcsapda a bögölyök 94,3%-át, míg a 20-cm magasan a fekete ragacsos emelvényre helyezett csapda a bögölyök 5,7%-át fogta. A ragacsos emelvény szignifikánsan kevesebb bögölyt fogott (0,7%), mint a rajta lévő folyadékcsapda (5%).

A sátorcsapda fehér vászna gyakorlatilag polarizálatlan (polarizációfok $d < 10\%$) fényt vert vissza, aminek rezgéssíkja a vízszintestől eltért. A fényes fekete gömb széléről erősen poláros fény ($d > 50\%$) tükröződött, különösen akkor, ha a visszaverődés szöge a Brewster-szöghöz volt közeli. A gömb egyéb területeiről visszaverődő fény gyengébben ($d < 50\%$) polarizálódott. A polarizáció síkja a gömb minden pontjában koncentrikus irányú volt a gömb közép-

pontjához képest.

A sátor- és folyadékcsapda együttes használata a leghatékonyabb

Az 1. kombinációs kísérletben (2C. ábra) a sátorcsapdából és az alatta lévő folyadékáltálcából álló kombinált csapda a bögölyök 71%-át (sátor: 37,6%, csak nőstény, folyadék: 33,4%, nőstény és hím) fogta, míg a sátorcsapda folyadékáltalca nélkül a bögölyök 29%-át (csak nőstény), ami szignifikáns különbség. Bár a kombinált csapda sátra több (37,6%) bögölyt fogott, mint az alatta elhelyezett folyadékáltalca (33,4%), ez nem jelentős különbség.

A 2. kombinációs kísérletben (2D. ábra) a kombinált csapda a bögölyök 49,3%-át fogta meg, az egyedülálló folyadékcsapda 44,7%-ot, míg az egyedüli sátorcsapda csak 6%-ot, mely különbségek számottevőek. A kombinált csapda folyadékáltalca sokkal több (39,3%) bögölyt fogott, mint a sátras része (10%). A kombinált csapda tehát akár 8-szor hatékonyabb is lehet, mint önmagában a

hagyományos sátorcsapda. A sátorcsapdák kizárólag nőstény bögölyöket fogtak, míg a folyadékcsapdák hímeket és nőstényeket egyaránt.

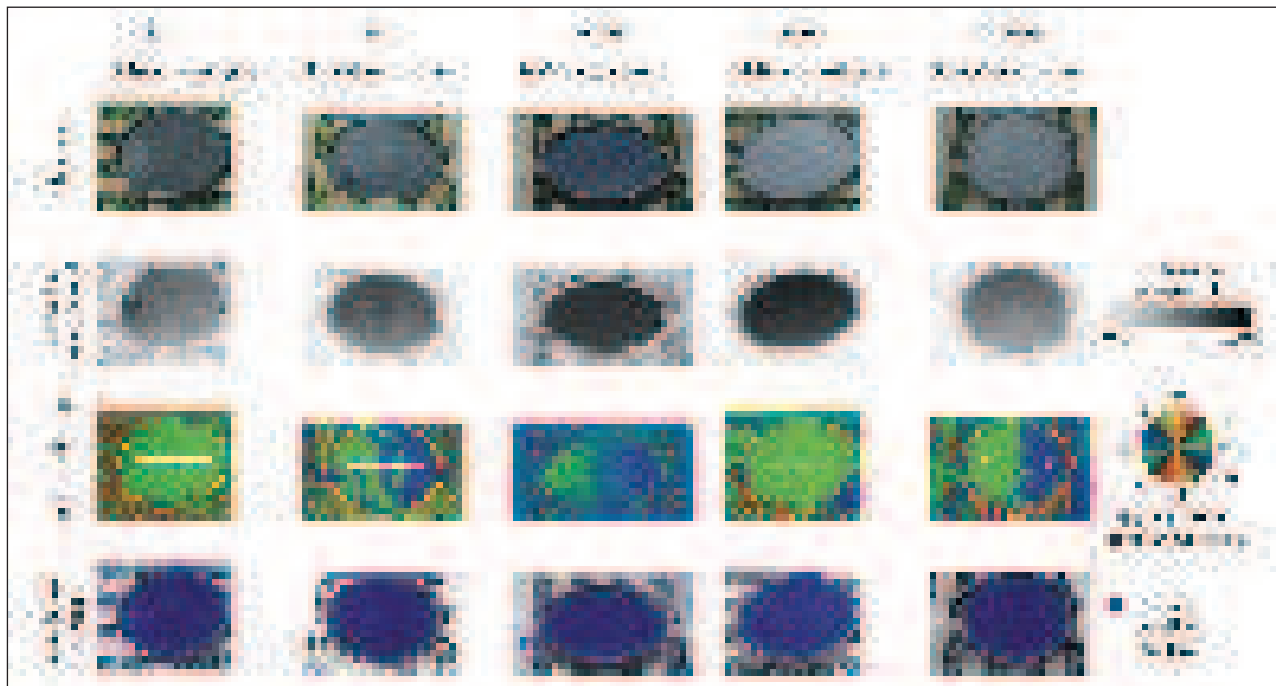
Az új folyadékcsapda nagy előnye, hogy a hím és nőstény bögölyöket egyaránt és minden meteorológiai körülmény között vonzza az általa visszavert erősen és vízszintesen poláros fényvel. A bögölyök megfogását a víz felszínén úszó vékony olajréteg biztosítja, ami nedvesíti a bögölyök kitintését, így megakadályozza, hogy a rovarok elrugaszkodjanak róla. A csapda esőállóságáért a tálcá oldalán lévő víztúlfolyó felel. Esőben a tálcába hulló víz lesüllyed az olaj alá, és a fölösleges víz kifolyik a túlfolyón. Így az olajat nem éri veszteség, ráadásul a víz párolgását is megakadályozza.

A földre helyezendő folyadékáltalccal kiegészített sátorcsapda (kombinált csapda) 2-8-szor több bögölyt fogott, mint az egyedüli sátorcsapda. A kombinált csapda megnövekedett hatékonyságának oka az, hogy egyszerre vonzza a gazdaállatokat kereső nőstény és a vízkereső hím és nőstény bögölyöket. Ezért tehát a klasszikus sátorcsapdát érdemes kiegészíteni a hozzá képest egy nagyságrenddel olcsóbb polarizációs folyadékcsapdával.

Mivel a folyadékcsapdát a földre kell helyezni, ezért olyan helyekre érdemes telepíteni, ahol az állatok nem juthatnak a közelébe, nehogy kiborítsák, illetve megigják az étolajos vizet. Amint az kísérleteinkből kiderült, emelvényre nem helyezhető a folyadékáltalca, mert akkor nem fog bögölyt.

A bögölyök kétféle polarotaxissal rendelkeznek: (1) A hím és nőstény bögölyök a vízszintesen poláros fény alapján keresik a vizeket. Ekkor a polarizációs információk közül a fény rezgéssíkja a meghatározó. (2) A nőstény bögölyök a vérszívasra alkalmas gazdaállatokat részben a kültakarójukról visszaverődő fény polarizációja alapján találják meg. Egy gazdaállat annál vonzóbb egy nőstény bögöly számára, minél nagyobb a róla visszaverődő fény polarizációfoka. A gazdaállatról visszaverődő fény polarizáció-iránya helyről helyre változik (függőleges, vízszintes és ferde is lehet). Ezért, amikor egy nőstény bögöly gazdaállatot keres, a polarizáció-irány lényegtelen számára, és csak a polarizációfok vezérli a polarotaxisát.

A hagyományos sátorcsapdában lógó fekete csaligömb kizárólag a nőstény bögölyöket vonzza, mivel a gömb gazdaállatot utánoz. Vizsgálataink szerint a fekete gömbnek sima, fényes felületűnek kell lennie a hatékonyság érdekében. Ekkor a gömb erősen poláros fényt ver vissza csakúgy, mint a bögölyök sötétszűrő gazdaállatai. Ha a sátorcsapda



3. ábra. A Tabanoïd® polarizációs folyadékcsapdáról készült fényképek, a spektrum zöld (550 nm) tartományában képalakító polarimériával mért polarizációs mintázatok (d polarizációfok, függőlegestől mért α polarizációs szög), és a bögölyök által vizuálisan víznek érzékelt területek (melyekre igaz, hogy $d > 20\%$ és $80^\circ < \alpha < 100^\circ$) napos (A, B, C) és borult (D, E) időben a Naphoz képesti különböző irányokból nézve. SzM irányában: a polariméter a szoláris meridián irányába nézett. ASzM irányában: a polariméter az antiszoláris meridián irányába nézett. SzM-ra merőlegesen: a polariméter a szoláris meridiánra merőleges irányba nézett. Az árnyékos esetekben (D, E) a csapdát az égbolt minden irányából érkező, a felhőzeten szóródó fény világította meg. A polariméter optikai tengelye a vízszintessel -35° szöveget zárt be. A 3. sorban a fehér nyilak a csapda olajfelszínéről visszaverődő fény polarizációjának irányát mutatják

csaligömbjét matt fekete gömbbel helyettesítjük, akkor a csapda hatékonysága drasztikusan lecsökken.

Végül megemlítjük, hogy a kombinált csapdabeli folyadéktálca kiváltható bögölypapírral is (ragacsos, fekete, vízszintes lappal, ami ugyancsak erősen és vízszintesen poláros fényt ver vissza). ☘

HORVÁTH GÁBOR–EGRI
ÁDÁM–HERCZEG TAMÁS–ANTONI
GYÖRGYI–MAJER JÓZSEF–KRISKA
GYÖRGY

Irodalom

- Blahó, M.; Egri, Á.; Báhidszki, L.; Kriska, G.; Hegedüs, R.; Ákesson, S.; Horváth, G. (2012) Spottier targets are less attractive to tabanid flies: on the tabanid-repellency of spotty fur patterns. *Public Library of Science ONE* (PLoS ONE) 7(8): e41138. doi:10.1371/journal.pone.0041138 + supporting information
- Blahó M., Egri Á., Báhidszki L., Kriska Gy., Hegedüs R., S. Ákesson, Horváth G. (2012) A foltos kültakaró előnye. *Természet Világa* 143: 265-268
- Blahó, M.; Egri, Á.; Száz, D.; Kriska, G.; Ákesson, S.; Horváth, G. (2013) Stripes disrupt odour attractiveness to biting horseflies: Battle between ammonia, CO₂, and colour pattern for dominance

- in the sensory systems of host-seeking tabanids. *Physiology and Behavior* 119: 168-174
- Egri, Á.; Blahó, M.; Sándor, A.; Kriska, G.; Gyurkovszky, M.; Farkas, R.; Horváth, G. (2012) New kind of polarotaxis governed by degree of polarization: attraction of tabanid flies to differently polarizing host animals and water surfaces. *Naturwissenschaften* 99: 407-416 + electronic supplement
- Egri, Á.; Blahó, M.; Száz, D.; Kriska, G.; Majer, J.; Herczeg, T.; Gyurkovszky, M.; Farkas, R.; Horváth, G. (2013) A horizontally polarizing liquid trap enhances the tabanid-capturing efficiency of the classic canopy trap. *Bulletin of Entomological Research* 103: 665-674
- Horváth G., Kriska Gy. (2009) Kedves Olvasónk! Poláros fényvel a bögölyök ellen. *Élet és Tudomány* 64: 34
- Horváth O., Horváth G. (2013) Miért foltos a zsiráf? *Zsiráf Diákmagazin* 2013/01: 36-39
- Kriska, G.; Bernáth, B.; Farkas, R.; Horváth, G. (2009) Degrees of polarization of reflected light eliciting polarotaxis in dragonflies (Odonata), mayflies (Ephemeroptera) and tabanid flies (Tabanidae). *Journal of Insect Physiology* 55: 1167-1173
- Kriska Gy., Horváth G. (2012) Nappali fénycsapda – A fekete sárkövektől a zebraék csikozásáig. *Természetbivár* 67(5): 32-34
- Trupka Z., Horváth G. (2013) A polarizált fénytől a bögölycsapdáig. *Élet és Tudomány* 68: 620-621

- Vajda B., Horváth G. (2013) Hazai kutatások lovas témában I. Bögölyirtás lólépésben: A magyar biofizika eredményei a legelőkön. *Lovas Nemzet* 19(7): 40-43

Köszönetnyilvánítás

Kutatásunkat az EuFP7 Tabanoïd-232366 pályázat támogatta. Köszönettel tartozunk az Alexander von Humboldt Alapítványnak az eszköztámogatásért, továbbá Viski Csabának (Szokolya) és Simon Istvánnak (Göd), akik helyet biztosítottak kísérleteinknek a lovastanyáikon. Köszönjük Buza Orsolyának, Havasi Andrásnak (MFKK Feltalálói és Kutató Központ Szolgáltató Kft., Budapest), Dr. Barta Andrásnak (Estrato Kutató és Fejlesztő Kft., Budapest), valamint Blahó Miklós és Száz Dénes doktoranduszoknak (ELTE Környezetoptika Labor) a terepkísérletek során és azok eredményeinek kiértékelésében nyújtott segítségüket. Hálásak vagyunk Gyurkovszky Mónikának és Prof. Farkas Róbertnek (Szent István Egyetem, Parazitológiai és Allattani Tanszék, Budapest), amiért meghatározták a csapdáink által fogott bögölyöket.