

közösség számára előnyös magatartás fenntartása szempontjából.

Végezetül nem hallgathatjuk el a snóblizálás egy hátrányos mellékhatását. Ha a snóblizálás hajtóerejét, vagyis a snóblizáshoz kötődő nyereséget hányadát növeljük, akkor a rendszerben a rendezetlen állapot kialakulását is segítjük ugyanúgy, mint amikor a zaj mértékét növeljük. Az előzetes eredmények azt mutatják, hogy a snóblizálás pozitív hatása csak egy erősen körülhatárolt paraméter tartományon belül érvényesül. Ugyanakkor azt is el kell mondani, hogy az ún. koevolúciós modellek [7] vizsgálata számtalan példát szolgáltatott olyan jelenségre, amikor a rendszerben a párhuzamosan fejlődő tulajdonságok (pl. stratégia, kapcsolatrendszer, dinamikai szabályok, személyes tulajdonság) életben tartották azokat az előnyös tulajdonságokat, amelyek meglétére az erősen korlátozott modellek hívták fel a figyelmet.

Összefoglalva, a snóblizásra emlékeztető jövedelem módosítás haszna vagy kára a közössel, illetve az egyén számára erősen függ a körülményektől. A matematikai modellek segítségével a jelenség mikroszkopikus háttere feltárható, a körülmények makroszkopikus hatását pedig számszerűen is vizsgálhatjuk, de a jelenség teljes feltérképezéséhez csak a matematikai modellek által definiált körülmények és feltételek következetes tanulmányozásán keresztül juthatunk el. *

Köszönetnyilvánítás

Kutatásaink támogatásáért köszönettel tartozunk az OTKA-nak (K101490).

Irodalom

- [1] Maynard Smith J., *Evolution and the Theory of Games*, Cambridge University Press, Cambridge (1982)
- [2] van Valen L., *A new evolutionary law*, *Evolutionary Theory* 1, 1-30 (1973)
- [3] Szabó G., Fáth G., *Evolutionary games on graphs*, *Rev. Mod. Phys.* 446, 97-216 (2007)
- [4] Szolnoki A., *Társadalmi dilemmák mint komplex rendszerek*, *Természet Világa* 144, 98-102, (Káosz, környezet, komplexitás, II. különszám, 2013)
- [5] Vukov J., *Csalni vagy nem csalni? – Matematikai komplexitás az emberi kapcsolatokban*, *Természet Világa* 144, 103-106 (Káosz, környezet, komplexitás, II. különszám, 2013)
- [6] Kondor I., *A komplexitás kihívása*, *Természet Világa* 144, 86-90 (Káosz, környezet, komplexitás II különszám, 2013)
- [7] Perc M., Szolnoki A., *Coevolutionary games: A mini review*, *BioSystems* 99, 109-125 (2010)

Bögölycsapda poláros fényvel

Első rész A bögölypapír

Anőstény bögölyöknek (1. ábra) petéik érleléséhez emlősök véérére van szükségük, amihez a gazdaállataik számára fájdalmas vérszívással jutnak. A bögölyök csapdázására nagy szükség van, mert veszélyes betegségek (pl. nyúlpestis, anaplazmózis, birkakolera, filariázis, lépfene, Lyme-kór) kórokozójának terjesztői, és folyamatos zaklatásuk következtében gazdaállataikat nem hagyják legelni. A lovakat például a vérszívó bögölyök folyamatos támadásai miatt nem lehet megülni, a szarvasmarhák tej- és hústermelése pedig a nyári bögölyszezonban jelentősen csökken. A bögölyharapások helyén gyakran maradandó hegek keletkeznek, amelyek csökkentik a gazdaállat és az elpusztulása után cserzendő bőrnek értékét.

A bögölyök vonzódnak a lineárisan poláros fényhez (pozitív polarotaxis). E jelenséget kihasználva csapdák fejlesztettek ki befogásukra. A TabaNOid® bögölycsapdacsalád jelenleg három, polarizációs elven működő, magyar szabadalmi oltalommal védett bögölycsapdát foglal magába: (1) ragadós bögölypapír, (2) vizes-étolajos folyadéktálca, (3) napelemes, forgórótos rovarcsapda. A negyedik bögölycsapdatípus fejlesztés alatt áll. Jelen cikkünkben a bögölypapírt mutatjuk be, míg cikkünk második részében a folyadékcspadát. A napelemes rovarcsapdában a csali egy vízszintesen beállított napelemtábla, ami a felületéről visszavert horizontálisan poláros fényvel vonzza magához a bögölyöket. A napelemtábla felszínét érinteni vagy arra leszállni próbáló bögölyöket egy gyorsan forgó vékony drót kaszálja el, a drót forgatásához használt elektromotort pedig a napelem által termelt villamos energia hajtja.

A legyek ragacos papírral történő csapdázása ősrégi eljárás. A hagyományos légyapírnak négy fontos tulajdonsága van: (i) világos (drapp vagy sárgás) színű, (ii) hosszúka alakú, (iii) függőle-



1. ábra. Virágon ülő bögöly

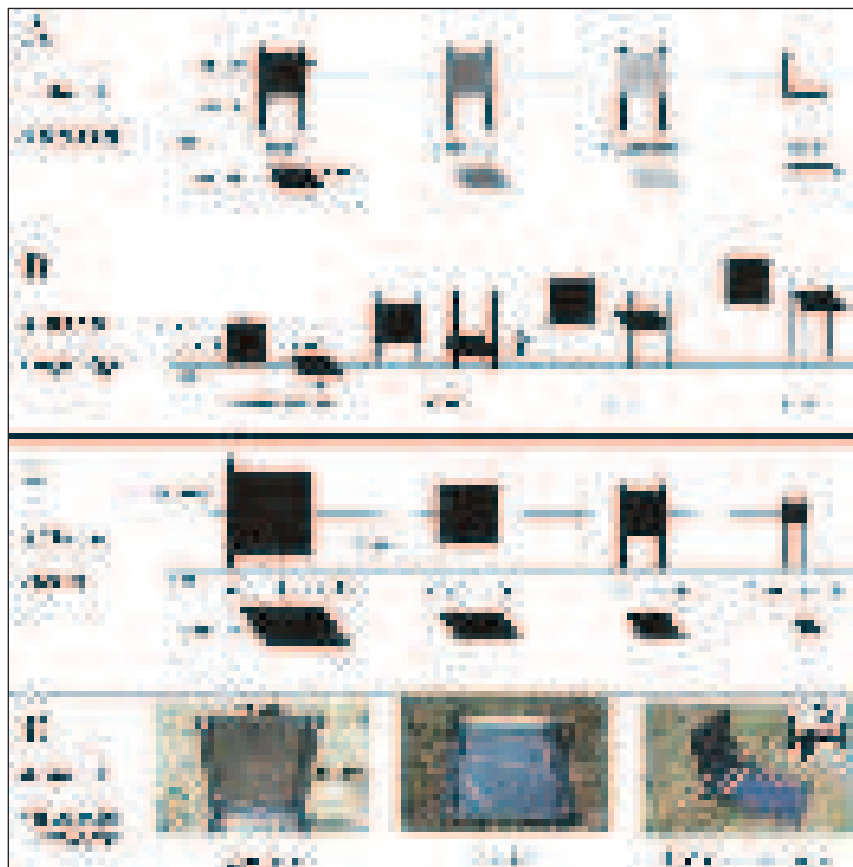
gesen lefelé lóg, és (iv) a talajszint fölött néhány méterrel függesztik föl. E klasszikus légyapír azonban a bögölyöket nem fogja meg, mert nem vonzza őket. A bögölyök lineárisan poláros fényhez való vonzódására alapozva, a klasszikus légyapírt továbbfejlesztve, megalkottuk az ideális bögölypapírt. Terepkiérletekben igazoltuk (2. ábra), hogy az optimális bögölypapír (1) fényes fekete színű, (2) kellően nagy méretű (75 cm × 75 cm), (3) egy-egy ragadós vízszintes és függőleges elemből áll L alakban elrendezve úgy, hogy (4) a vízszintes rész a talajon fekszik, a függőleges rész pedig 1–1,5 méterrel a talaj fölött. Képzelt polarimetriával mértük a bögölypapír fénypolarizációs sajátosságait (3. ábra). Ezen új polarizációs bögölycsapda terepkiérletekben meghatározott ideális optikai és geometriai paramétereire fizikai és biológiai magyarázatot adtunk. A csapda vízszintes eleme a vízereső hím és nőstény bögölyöket fogja meg (4. ábra), míg a függőleges része a vérszívás céljából gazdaállatot kereső nőstény bögölyöket csapdázza (5. ábra).

Terepkísérletek ragadós felületekkel

Terepi vizsgálatainkat 2012 nyarán (június-szeptemberben) végeztük egy bögölyökben gazdag szokolyai lovas tanyaán, a következő bögölyfajokkal: *Tabanus tergustinus*, *T. bromius*, *T. bovinus*, *T. autumnalis*, *Atylotus fulvus*, *A. loewianus*, *A. rusticus*, *Haematopota italica*. Kísérleteinkben homogén fehér, szürke és fekete tesztfelületeket használtunk, hogy az egyéb színeknek a bögölyök vonzására gyakorolt hatását kizár-

lappár fekete volt, a 2., 3. és 4. pedig sötétszürke, világosszürke és fehér. A függőleges tesztfelületek középpontja a talajtól 1 m magasságban helyezkedett el, míg a vízszintes felületeket a talajra fektettük.

A 2. kísérletben (2B. ábra) azt tanulmányoztuk, hogy a kihelyezett ragadós csapdafelületek talajszint fölötti magassága miként befolyásolja a bögölyökre gyakorolt vonzást. Négy fekete műanyag lapból (50 cm × 50 cm × 0,5 cm) álló felületpárost teszteltünk. A páros egyik tagja vízszintes volt, a másik függőleges.



2. ábra. A TabanoId® bögölypapír prototípusának kifejlesztéséhez vezetőkísérletek (D sor: Horváth Gábor felvételei)

juk. A ragadós tesztfelületeket átlátszó, színtelen, szagtalan, időjárásálló ragasztóval vontuk be, és rendszeres időközönként leszámoztuk, majd eltávolítottuk az általuk csapdázott rovarokat, végül a csapdák helyét véletlenszerűen fölcseréltük.

Az 1. kísérletben (2A. ábra) azt vizsgáltuk, hogy a vízszintes és függőleges ragadós lapok szürkésége miként befolyásolja azok bögölyvonzó-képességét. Összesen 4 darab, két műanyag lapból (50 cm × 50 cm × 0,5 cm) álló párt használtunk úgy, hogy egy lappár egyik tagja vízszintes, a másik függőleges volt. Az 1.

Az 1. lappárt a talajra helyeztük, a 2., 3. és 4. párt pedig 50, 100 és 150 cm magasan rögzítettük a talaj fölött.

A 3. kísérlet (2C. ábra) célja annak vizsgálata volt, hogy a ragadós csapdafelületek mérete miként befolyásolja a bögölyökre gyakorolt vizuális vonzóképeséget. Négy fekete műanyag lapból álló párost tanulmányoztunk. Minden lappár egyik tagját vízszintesen a talajra fektettük, a másikat pedig függőlegesen helyeztük el 1 m magasan. Az 1., 2., 3. és 4. pár lapjainak mérete rendre a következő volt: 25 cm × 25 cm, 50 cm × 50 cm, 75 cm × 75 cm, 100 cm × 100 cm.

A 4. kísérletben (2D. ábra) az általunk kifejlesztett TabanoId® polarizációs bögölypapírt teszteltük. A prototípus egy fekete falemezből (43 cm × 57 cm) és az egyik oldalán ragadós fóliatekerccből áll. A fóliatekerccet az alaplemez két függőleges oldalán bemart csatorna rögzíti. Az átlátszó fóliát a ragadós felével fölfelé kell kihúzni úgy, hogy a fekete alaplemez teljesen befedje, majd négy csavarral a fólia nem ragadós szélét az alaplemez és a tartólecek közé kell rögzíteni. A csapdához két további vízszintes lécs is erősíthető, melyek a függőlegesen fölállított csapdafelület stabilizálják. A csapda minden eleme fényes feketére festett, hogy a lehető legnagyobb legyen a visszavert fény polarizációfoka. Három különböző csapdaelrendezést vizsgáltunk: (i) egy vízszintesen a talajra helyezett bögölypapírt, (ii) egy függőlegesen a talajra állított bögölypapírt, továbbá (iii) egy vízszintes és egy függőleges bögölypapír L alakú elrendezését.

A talajra fektetett fekete bögölypapír a leghatékonyabb

Az 1. kísérletben (2A. ábra) a fekete tesztfelületek fogták a legtöbb bögölyt (vízszintes: 51,2%, függőleges: 54,1%), a sötétszürke felületek kevésbé voltak vonzóak (vízszintes: 46,8%, függőleges: 34,7%), a világosszürke (vízszintes: 1,9%, függőleges: 1%) és fehér (vízszintes: 0,1%, függőleges: 10,2%) felületek pedig gyakorlatilag nem vonzották a bögölyöket. A vízszintes fekete, sötétszürke, illetve világosszürke felületek 16,7-szer, 23,8-szer, illetve 33-szor annyi bögölyt fogtak, mint az azonos színű függőleges párjaik. A függőleges fehér tesztfelület viszont 10-szer annyi bögölyt csapdázott, mint a vízszintes fehér. Az 1. kísérletből a következő tanulságokat vontuk le: (i) a vízszintes vagy függőleges ragadós felületek akkor a leghatékonyabbak, ha fekete vagy sötétszürke színűek, és (ii) egy vízszintes, fekete, ragacos felület több mint 15-ször annyi bögölyt fog, mint egy ugyanolyan méretű, függőleges. E különbségek statisztikailag szignifikánsak.

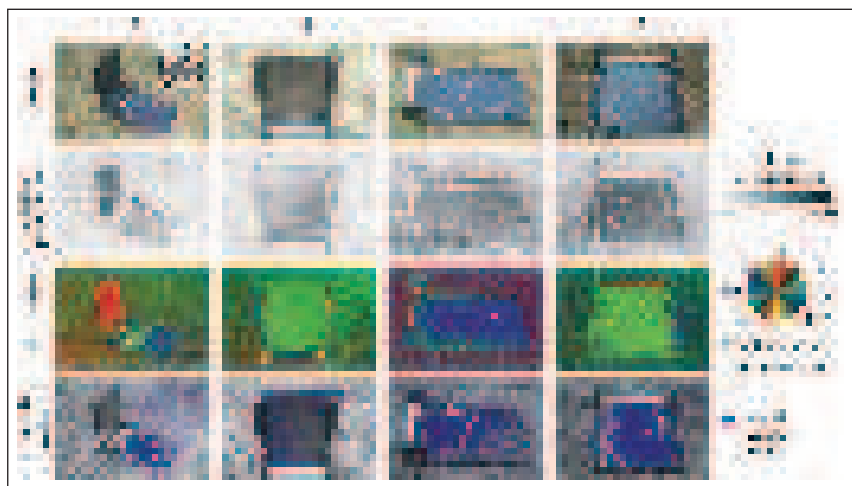
A 2. kísérlet (2B. ábra) szerint a ragadós, fekete, vízszintes felület gyakorlatilag (98,9%) csak a talajszintre fektetve fogja a bögölyöket. Az 50, 100, illetve 150 cm magasan lévő vízszintes fekete felületek a teljes bögölyfogságnak csak a 0,7%, 0,2%, illetve 0,2%-át adták. A függőleges felületek esetében viszont a talajszinten lévő és az 50 cm-rel megemelt felületek kevesebbet fogtak (14,0% és 15,4%), mint a magasabban (100 cm és 150 cm) lévőek (37,8% és 32,7%). A talajszinten lé-

vő vízszintes felület 23-szor annyi bögölyt csapdázott, mint a leghatékonyabb, 100 cm-re megemelt függőleges felület. A 2. kísérletből kiderült, hogy a vízszintes, ragacsos, fekete felületet a talajszintre kell helyezni, hogy a leghatékonyabban fogja a bögölyöket.

A 3. kísérlet (2C. ábra) szerint a megfogott bögölyök száma növekszik a vízszintes és függőleges tesztfelületek méretének növelésével. A vízszintes felületek 6,3-szer, 21,7-szer, 15,3-szer és 17,6-szer több bögölyt fogtak, mint az azonos méretű függőleges csapdák. Az elejtett bögölyök r felületi sűrűsége (az 1 m²-re jutó bögölyök száma) a vízszintes (r = 3541 / m²) és a függőleges (r = 231 / m²) felületek esetében is a 75 × 75 cm² méretű csapdánál volt a legnagyobb. Az r felületi sűrűség a két kisebb (25×25 cm² és 50×50 cm²), függőleges tesztfelülethez egyenlő volt, míg a vízszintes felületeknél a legkisebb (25×25 cm²) csapda felületi sűrűsége (r = 912 / m²) kisebb volt, mint az eggyel nagyobb (50×50 cm²) csapdáké (r = 3128 / m²). A vízszintes és függőleges tesztfelületek r-értékeinek különbségei nem voltak jelentősek. A 3. kísérletből megtudtuk, hogy minél nagyobb egy ragadós, fekete felület, annál több bögölyt fog, és az optimális méret 75 × 75 cm², amikor a bögölyfogás felületi sűrűsége a legnagyobb.

A 4. kísérletben (2D. ábra) az új polarizációs bögölycsapda függőleges része sokkal kevesebb (5,4% és 5%) bögölyt fogott, mint a vízszintes része (38,3% és 51,3%). Az L alakú kombinált csapda H_L vízszintes része több bögölyt (51,3%) fogott, mint az

3. ábra. A TabaNoid® polarizációs bögölypapír prototípusáról készült fényképek, a spektrum zöld (550 nm) tartományában képalkotó 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° < α < 100°) különböző irányokból nézve. A polariméter optikai tengelye a vízszintessel -35°-os szöget zárt be. A 3. sorban a fehér kettősfejű nyilak a ragadós csapdafelzínről visszaverődő fény polarizációjának irányát mutatják (Horváth Gábor felvételei)



4. ábra. A lakásban (A) és istállóban (B) használatos hagyományos légytapasztó, és az új, TabaNoid® polarizációs bögölycsapda (C). Az A és B képen az apró fekete foltok a különféle csapdázott legyek tetemei, míg a C képen látható rengeteg csapdázott rovar tetem szinte kizárólag bögölyöké (Kriska György felvételei)

egyedül álló vízszintes csapda H_S felülete (38,3%), de e különbség statisztikusan nem volt szignifikáns. A V_S egyedül álló függőleges felület (5,4%) és az L alakú csapda V_L függőleges része (5%) közti fogáskülönbség szintén nem volt számottevő. A kombinált csapda több bögölyt fogott (H_L+V_L = 56,3%), mint a különálló vízszintes (H_S = 38,3%) és függőleges (V_S = 5,4%) csapdák összesen (H_S+V_S = 43,7%), de e különbség nem volt jelentős.

A vízszintes csapdafelületek 7-szer, illetve 10,2-szer több bögölyt fogtak, mint a függőleges felületek, mely különbségek szignifikánsak voltak. A 4. kísérlet tanulsága, hogy az új, polarizációs elven működő bögölycsapda terepkörülmények között kiválóan működik, és a legjobb választás L alakban kombinálni egy vízszintes és egy függőleges bögölycsapdát. Gyakorlati szempontok alapján a csapda függőleges táblája a talajon áll, mert nehéz lenne azt a talajszint fölött szélállóan rögzíteni.

A 3. ábrának megfelelően a bögölycsapda vízszintes és függőleges felületéről visszavert fény d polarizációfoka a látóiránytól függ, de a Brewster-szög közelében mindig magas (70% < d < 90%) [Brewster-szög: $\theta_{\text{Brewster}} = \arctan(n) = 56,3^\circ$ a felület normálisától mérve, n = 1,5 törésmutatóval számolva]. A visszavert fény polarizációjának iránya vízszintes, ha a visszaverődés síkja függőleges, emiatt a csapda vízszintes eleme mindig vízszintesen poláros fényt tükröz (a 3. ábra 3. sorában világoszöld és kék színekkel ábrázolva). Ha a visszaverődési sík vízszintes vagy ferde, akkor a visszavert fény polarizációjának iránya függőleges vagy ferde (a 3. ábra 3. sorában világospiros és sárga színekkel ábrázolva). A tükröződési polarizációs mintázatokból látható, hogy a bögölycsapda vízszintes elemének túlnyomó részét (> 90%) a polarotaktikus, vizet kereső bögölyök víznek tekintik (a 3. ábra 4. sorában kék színnel ábrázolva). A polarotaktikus bögölyök azon helyeket tekintik víznek, ahonnan az érkező fény polarizációfoka d > 20%, a függőle-

gestől mért polarizációs szög pedig $80^\circ < \alpha < 100^\circ$. A gazdaállatot kereső nőtény bögölyöket vonzó függőleges bögölypapír a nézőponttól függően vízszintesen, ferdén vagy függőlegesen polarizált fényt ver vissza, a Brewster-szög közelében mindig nagy polarizációfokkal. E polarizációs mintázatokról látszik, hogy a polarotaktikus bögölyök a vízszintes bögölypapírt víznek érzékelik. Ez magyarázza, hogy a vízszintes bögölypapír miért olyan vonzó a bögölyöknek.

Bögölypapír kontra légyapír

Az 1. kísérlet (2A. ábra) alapján tehát az ideális bögölypapír fekete, ellentétben a klasszikus légyapír világos színével. A 2. kísérletnek (2B. ábra) megfelelően az ideális bögölypapír vízszintes része a talajon fekszik, függőleges része pedig a talajszinttől 1 m magasan van, nem úgy, mint a légyapír, ami néhány méter magasságból függőlegesen lóg lefelé. A 3. kísérletből (2C. ábra) kiderült, hogy a légyapír keskeny csík alakjához képest

Az ideális bögölypapír fekete színe a bögölyök pozitív polarotaxisával magyarázható. A bögölyök vonzódnak a lineárisan poláros fényhez, mely vonzódás annál nagyobb, minél magasabb a fény lineáris polarizációfoka. Az úgynevezett Umow-szabály következtében egy sötétebb felület mindig magasabb polarizációfokú fényt ver vissza. Emiatt a fényes, fekete felület az, ami a legmagasabb polarizációfokú fényt tükrözi, miáltal a legvonzóbb a polarotaktikus bögölyöknek.

Mire buknak a bögölyök?

A 4. kísérletben (2D. ábra) az L alakban elrendezett bögölypapír vízszintes része 10-szer annyi bögölyt fogott, mint a függőleges rész. Az 1–3. kísérletekben (2A–C. ábra) is hasonló eredmények adódtak: a vízszintes tesztfelületek 15–23-szor annyi bögölyt csapdáztak, mint a függőlegesek. Ennek magyarázata a következő. Kimutattuk, hogy a polarotaxisnak két eltérő fajtája van: (1) a gazdaállatot kereső nőtény bögölyök a po-

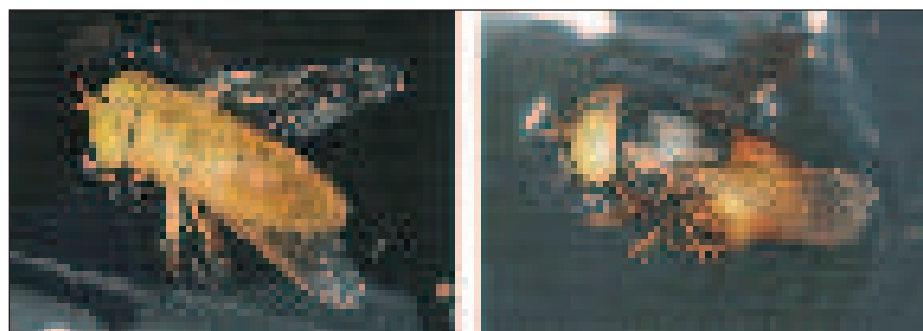
ideje alatt végig nagyon vonzóak voltak, így jóval több bögölyt fogtak, mint a függőleges bögölypapírok.

Kísérleteink során azt tapasztaltuk, hogy egy vízszintes, fényes, fekete, ragadós felület csak a talajra helyezve csapdázza a bögölyöket. Ez azzal magyarázható, hogy a bögölyök csak a talajszinten lévő felületeket érzékelik víznek. Úgy tűnik, a bögölyök "tudják", hogy a valódi víztestek mindig csak a talajszinten fordulnak elő, és egy vízszintesen polarizáló, de a talajszint fölötti felületet már nem tekintenek víznek. Ez némiképp meglepő, mivel számos más vízirovarfaj akkor is vonzódik egy vízszintesen polarizáló felülethez, ha az néhány méterrel a talaj fölött van. Példaként említjük az ugyancsak polarotaktikus árvaszúnyogokat, amelyek nőtényei még egy autó tetejére helyezett, vízszintesen polarizáló felülethez is vonzódnak, mert víznek hiszik.

Azt tapasztaltuk, hogy az L alakban kombinált bögölypapír vízszintes és függőleges felületének is közel $75 \text{ cm} \times 75 \text{ cm}$ az ideális mérete. Ennél kisebb vagy nagyobb csapdafelületeknek kisebb a felületi bögölyfogó sűrűsége. A függőleges csapdafelület a nőtény bögölyök gazdaállatait utánozza. Egy adott bögölyfaj akkora méretű csapdafelülethez vonzódhat legjobban, ami a leggyakoribb gazdaállatának az átlagos mérete, mely ideális méret fajról fajra változhat. Terepkísérleteink helyszínén és az általunk tanulmányozott bögölyfajok esetében a $75 \text{ cm} \times 75 \text{ cm}$ méretű függőleges csapdafelület bizonyult a legvonzóbbnak, mivel ez lehet a környéken föllelhető gazdaállatok (lovak, marhák, birkák, kutyák, emberek) átlagos mérete.

A vízszintesen polarizáló felületek vizet jelentenek a polarotaktikus, vízkereső bögölyök számára. A bögölyök ivása és a testük hűtése szempontjából lényegtelen a víztest mérete. Ha viszont a nőtény bögölyök a peterakáshoz keresnek alkalmas területet, akkor nagyon is számít a víztest mérete. A túl kicsi vizek hamar kiszáradhatnak, a túl nagy vizekben pedig halak élhetnek, melyek a bögölylárvákat megehetik. A 3. kísérletünkől (2C. ábra) kiderült, hogy az általunk vizsgált bögölyfajok ideális peterakó helyei $75 \text{ cm} \times 75 \text{ cm}$ méretűek. Ezen ideális méret azonban fajfüggő is lehet.

A bögölypapír függőleges, illetve vízszintes felülete gazdaállatot, illetve vizet jelent a bögölyök számára. Néhány szélsőséges esettől eltekintve (pl. csík alak) mind a gazdaállatoknak, mind a víztesteknek első közelítésben négyzetes közeli alakja van. Ezért egy függőleges csík nem jól utánozza a gazdaállat alakját, és egy vízszintes csík alakú felület sem hasonlít egy bögö-



5. ábra. A TabaNoid® polarizációs bögölypapírba ragadt különböző bögölyfajok tetemei (Kriszta György felvételei)

az ideális bögölypapír $75 \text{ cm} \times 75 \text{ cm}$ méretű, mikor a bögölyfogás felületi sűrűsége a legnagyobb.


Tehát, ha a hagyományos légyapír világos színét feketeire változtatjuk, a keskeny csík alakját 75 cm élhosszúságú négyzetre cseréljük, a kihelyezés magasságát a talajszintre szállítjuk le, és a függőleges helyzetét vízszintesre módosítjuk, akkor megkapjuk az ideális bögölypapírt, ami hatékony eszköze a polarotaktikus bögölyök csapdázásának (4–5. ábra). Az 1–3. kísérletek (2A–C. ábra) eredményei alapján megalkottuk a TabaNoid® nevű ideális bögölypapírt, ami egy L alakban elrendezett vízszintes és függőleges, ragadós, fekete felületből áll. A 4. kísérletből (2D. ábra) kiderült, hogy e bögölypapír terepkörülmények között is kiválóan működik, a bögölyöket hatékonyan csapdázza.

larizáció-iránytól függetlenül a nagy polarizációfokú fényhez vonzódnak, (2) a vizet kereső hím és nőtény bögölyök a vízszintesen poláros fényt keresik, ugyanis csak ez jelent számukra vizet. Ezért a ragadós függőleges csapdafelületeink csak a gazdaállatot kereső, vért szívni akaró nőtény bögölyöket fogták meg. A gazdaállat-keresés pedig főleg a bögölyszezon elején jelentős. A vízszintes csapdafelületeink viszont mindazon hím és nőtény bögölyöket elejtették, amelyek vizet kerestek, hogy (i) igyanak, (ii) a vízben hűtsék testüket, (iii) a víz közelében párosodjanak és (iv) a víz közelében rakják le petéiket. Az (i) és (ii) motiváció a teljes bögölyszezon alatt jelen van, a (iii), ill. (iv) pedig a bögölyszezon első felében, illetve annak vége felé jellemző. E többé-kevésbé folyamatosan jelenlévő motivációknak köszönhetően a vízszintes csapdafelületek a bögölyszezon teljes

lyők számára alkalmas peterakó helyhez. Ezért a hagyományos légyapírcsik alakja nem megfelelő a bögölypapírhoz.

A praktikus bögölypapír

Az ideális, 75 cm × 75 cm-es csapdának előnye az is, hogy könnyen kezelhető, szállítható, a terepen fölállítható és cserélhető. Egy ennél nagyobb méretű csapda kezelése már nehézkes lenne, egy kisebb csapda pedig kisebb hatékonyságú volna.

Korábban számos kutató alkalmazott már vízszintes, ragadós, fekete felületeket a bögölyök megfogására, mely felületek a TabaNOid® polarizációs bögölypapír előhírnökei. Elődeink azonban nem tudták a bögölyök tesztfelületekhez való vonzódásának pontos okát. Ez minden korábbi esetben a vizet kereső bögölyök vízszintesen poláros fényhez való vonzódása, azaz pozitív polarotaxisa volt, amit nemrég fedeztünk föl. 

HORVÁTH GÁBOR–
BLAHÓ MIKLÓS–
SZÁZ DÉNES–
BARTA ANDRÁS–
FARKAS RÓBERT–
GYURKOVSKY MÓNKA

Irodalom

Blahó M., Horváth G., Hegedüs R., Kriska Gy., Geric B., Farkas R., S. Åkesson (2010) A lovak fehérségének egy nem várt előnye: A leginkább "bögölyálló" ló depolarizáló fehér szőrű, a fekete ló pedig szenved a polarizáló szőrt. *Fizikai Szemle* 60: 145-155

Blahó, M.; Egri, Á.; Barta, A.; Antoni, Gy.; Kriska, Gy.; Horváth, G. (2012) How can horseflies be captured by solar panels? A new concept of tabanid traps using light polarization and electricity produced by photovoltaics. *Veterinary Parasitology* 189: 353-365

Blahó M., Egri Á., Horváth G., Barta A., Antoni Gy., Kriska Gy. (2013) Hogyan fogható napelemmel bögöly? Fénypolarizációra és fotoelektromosságra épülő új rovarcsapda, avagy alapkutatásból gyakorlati haszon. I. rész. *Fizikai Szemle* 63: 145-149

Egri Á., Horváth G., Kriska Gy., Farkas R., S. Åkesson (2010) Miért csíkos a zebra? A poláros fényszennyezés csökkentésének trükkje. *Természet Világa* 141: 498-502

Egri, Á.; Blahó, M.; Kriska, Gy.; Farkas, R.; Gyurkovszky, M.; Åkesson, S.; Horváth, G. (2012) Polarotactic tabanids find striped patterns with brightness and/or polarization modulation least attractive: An advantage of zebra stripes. *Journal of Experimental Biology* 215: 736-745 + electronic supplement

Egri, Á.; Blahó, M.; Száz, D.; Barta, A.; Kriska,

Gy.; Antoni, Gy.; Horváth, G. (2013) A new tabanid trap applying a modified concept of the old flypaper: Linearly polarising sticky black surfaces as an effective tool to catch polarotactic horseflies. *International Journal for Parasitology* 43: 555-563

Egri Á., Blahó M., Horváth G., Barta A., Antoni Gy., Kriska Gy. (2013) Hogyan fogható napelemmel bögöly? Fénypolarizációra és fotoelektromosságra épülő új rovarcsapda, avagy alapkutatásból gyakorlati haszon. II. rész. *Fizikai Szemle* 63: 181-187

Horváth, G.; Majer, J.; Horváth, L.; Szivák, I.; Kriska, Gy. (2008) Ventral polarization vision in tabanids: Horseflies and deerflies (Diptera: Tabanidae) are attracted to horizontally polarized light. *Naturwissenschaften* 95: 1093-1100

Horváth, G.; Blahó, M.; Kriska, Gy.; Hegedüs, R.; Geric, B.; Farkas, R.; Åkesson, S. (2010) An unexpected advantage of whiteness in horses: The most horsefly-proof horse has a depolarizing white coat. *Proceedings of the Royal Society B* 277: 1643-1650

Horváth G., Kriska Gy. (2010) A sirkövek és a zebra is sokat segíthetnek: A bögölycsapdától a poláros fényszennyezés csökkentési módjáig. *Napi Gazdaság* 20. évfolyam, 242. (5322.) szám, 2010. december 14., Melléklet: *Napi Innováció* IV. oldal

Kriska Gy., Horváth G., Majer J., Szivák I., Horváth L. (2007) Poláros fényvel a bögölyök ellen. *Vizuális ökológia. Élet és Tudomány* 62: 1549-1551

Kriska, G.; Majer, J.; Horváth, L.; Szivák, I.; Horváth, G. (2008) Polarotaxis in tabanid flies and its practical significance. *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica* 18: 101-108

Köszönetnyilvánítás: Kutatásunkat az EuFP7 TabaNOid-232366 pályázat támogatta. Köszönettel tartozunk az Alexander von Humboldt Alapítványnak az eszköztámogatásért, továbbá Viski Csabának (Szokolya) és Simon István-nak (Göd), akik helyet biztosítottak kísérleteinknek a lovastanyáikon. Köszönjük Buza Orsolyának, Havasi András-nak (MFKK Feltalálói és Kutató Központ Szolgáltató Kft., Budapest), Egri Ádám doktorandusznak és Herczeg Tamás-nak (ELTE Környezetoptika Labor), Antoni Györgyinek (ELTE Pályázati és Innovációs Központ), valamint Kriska Györgynek (ELTE Biológiai Intézet, és MTA Dunakutató Intézet) a terepkísérletek során és azok eredményeinek kiértékelésében nyújtott segítségüket. Há-lásak vagyunk Prof. Majer József-nek (Pécsi Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Ökológiai Tanszék), ami-ért meghatározta a csapdáink által fogott bögölyöket.

E számunk szerzői

ÁNGYÁN ANNAMÁRIA FRANCISKA vegyész, posztdoktor, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar, Budapest; DR. BARTA ANDRÁS biofizikus, Estrato Kutató és Fejlesztő Kft., Budapest; DR. BENCZE GYULA, a fizikai tudományok doktora, Wigner Intézet, Budapest; BLAHÓ MIKLÓS, biofizikus doktorandusz, ELTE Környezetoptika Laboratórium, Biológiai Fizika Tanszék, Budapest; DR. ELEKES ZOLTÁN tud. főmunkatárs, MTA Atomki, Debrecen; PROF. FARKAS RÓBERT egyetemi tanár, Parazitológiai és Állattani Tanszék, Szent István Egyetem, Budapest; DR. FREUD RÓBERT matematikus, ny. egyetemi docens, ELTE Algebra és Számelmélet Tanszék, Budapest; DR. FÜLÖP ZSOLT, az MTA doktora, az MTA Atomki igazgatója, Debrecen; DR. GÁSPÁRI ZOLTÁN biológus, docens, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar, Budapest; GYURKOVSKY MÓNKA kutatóasszisztens, Parazitológiai és Állattani Tanszék, Szent István Egyetem, Budapest; DR. HARANGI SZABOLCS tsz. egyetemi tanár, ELTE TTK, Közzettan-Geokémiai Tanszék, Budapest; DR. HORVÁTH GÁBOR biofizikus, habilitált egyetemi docens, az MTA doktora, ELTE Környezetoptika Laboratórium, Biológiai Fizika Tanszék, Budapest; DR. INZELT GYÖRGY egyetemi tanár, ELTE, Fizikai-Kémiai Tanszék, Budapest; DR. KAPRONCZAY KÁROLY történész, a Semmelweis Orvostörténeti Könyvtár ny. igazgatója, Budapest; DR. KÉRI ANDRÁS főiskolai docens, Budapesti Gazdasági Főiskola, Budapest; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; DR. RADNAI GYULA egyetemi docens, ELTE Fizikai Intézet, Budapest; DR. SCHILLER RÓBERT, a kémiai tudományok doktora, professor emeritus, MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest; STAAR GYULA főszerkesztő, Természet Világa, Budapest; DR. SZABÓ GYÖRGY tud. tanácsadó, MTA TTK, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet, Komplex Rendszerek Osztálya, Budapest; SZÁZ DÉNES biofizikus doktorandusz, ELTE Környezetoptika Laboratórium, Biológiai Fizika Tanszék, Budapest; DR. SZERÉNYI GÁBOR ny. középiskolai tanár, Érd; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár.