BENNSZÜLÖTTEK TESTFESTÉSÉNEK ÁLDÁSOS PARAZITAELLENES HATÁSA

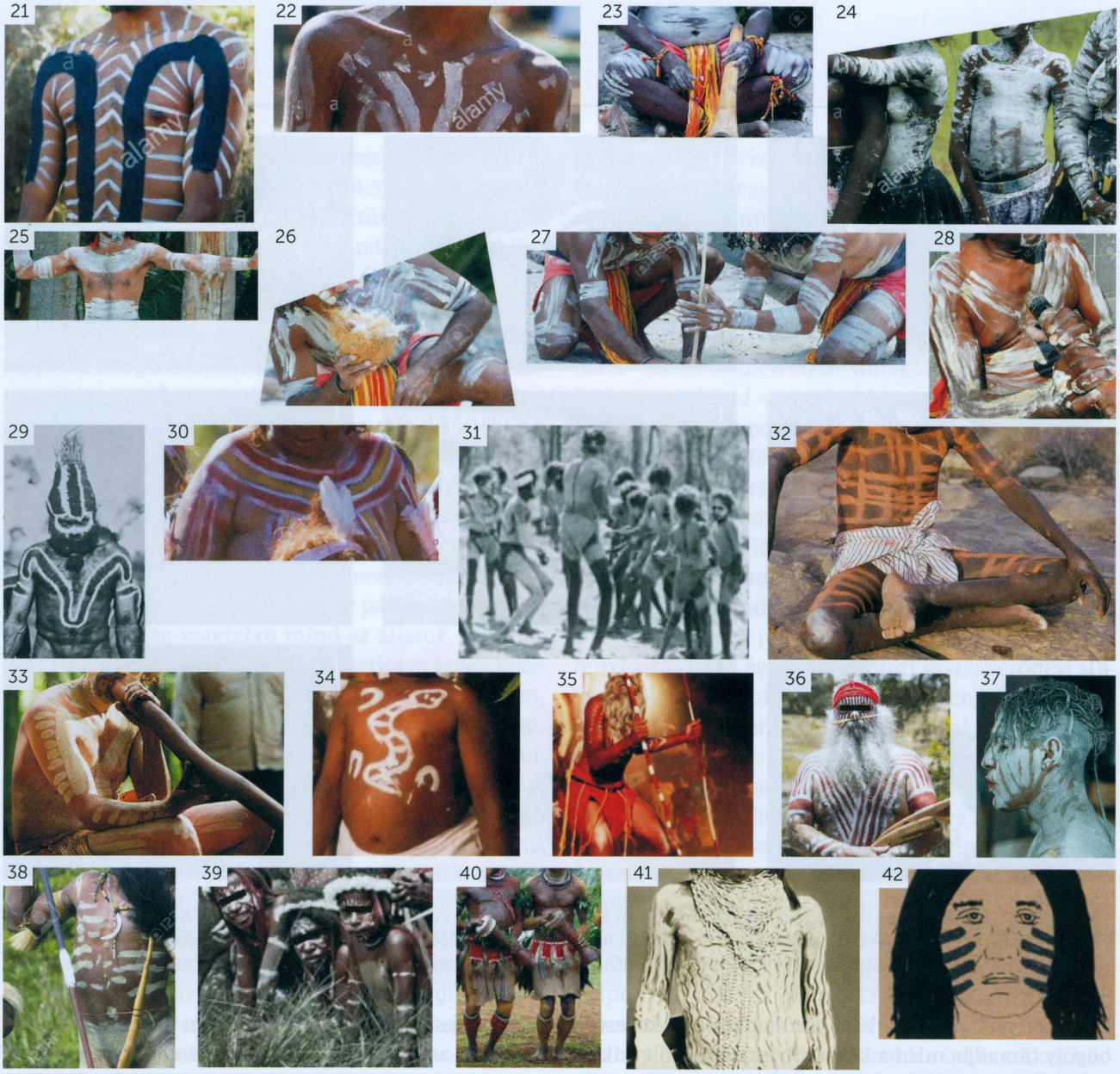
Csíkos védelem a vérszívók ellen

A testfestés igen elterjedt az afrikai, ausztrál, pápua új guineai és észak-amerikai bennszülött közösségekben. A barna bőrre fölvitt festésdíszítés zömére jellemző a fehér, sárga, szürke vagy drapp csíkokból álló mintázat. Ahol a testfestést alkalmazó emberek többsége él, ott bőségesen fordulnak elő bögölyök is, amelyek vérszívás céljából gyakran támadják meg az emberek fedetlen barna bőrét, miáltal súlyos betegségek kórokozóit terjeszthetik. Egy terepkísérletben megmutattuk, hogy egy barna embermodell bögölyvonzó-képessége jelentősen lecsökken fehér csíkos testfestés hatására. Barna embermodellünk tízszer olyan vonzó volt a bögölyök számára, mint egy fehér csíkos barna modell, és egy drapp modell kétszer több bögölyt vonzott, mint a csíkos. Így a csíkos testfestés drasztikusan csökkenti a bögölyvonzást, ami e testdíszítési mód egyik áldásos mellékhatása, minimalizálva ezen élősködő legyek általi zaklatást és a közvetítésükkel terjesztett kórokozók miatti fertőzéseket.

Afrika, Ausztrália, Pápua Új Guinea és Észak-Amerika bennszülött törzsei között gyakori a testfestés, aminek során a barna bőrre fehér, sárga, szürke vagy drapp csíkokat festenek. A főleg csíkos, pöttyös, hullámos vagy kockás testfestés (**1.** és **2. ábra**, **1. táblázat**) célja lehet például dekoráció, érzelemkifejezés, a személyazonosság vagy egy adott csoportba tartozás jelzése. [1] E testfestés csíkos mintázatai a zebrák és okapik csíkjaira emlékeztetnek. A festett mintázat elsősorban hagyományok útján alakul ki, de egyéb szerepe, haszna is lehet, például hőszabályozás vagy rejtőzködés. [2]

Azon földrajzi területeken, ahol ilyen testfestések fordulnak elő, általában nagy egyedszámban élnek a bögölyök *(Tabanidae)*. Mivel a festett test nagy része fedetlen, ezen emberek ki vannak téve a vérszívó bögölyök és egyéb élősködő rovarok — például cecelegyek *(Glossinidae)* és púposszúnyogok (Simuliidae) — folytonos támadásának. A bögölyök gyakrabban szívják a homogén, sötét testfelületű emlősök vérét, mint a világosakét [3]. Minél sötétebb a gazdaállat, annál vonzóbb a bögölyöknek, de e vonzás csökken, amint a testfelület mintázatának összetettsége nő. Így a több

1. ábra. Afrikában élő bennszülött törzsek jellemző testfestési mintázatai. E törzsek földrajzi élőhelyét és a testfestések képének sorszámát az 1. táblázat tartalmazza.



2. ábra. Ausztráliában (21-37), Pápua Új Guineában (38-40) és Észak Amerikában (41-42) élő bennszülött törzsek tipikus testfestési mintázatai. E törzsek földrajzi élőhelyét és a testfestések képének sorszámát az 1. táblázat tartalmazza.

kontinens/sziget	régió	törzs	sorszám az 1. és 2. ábrán
Afrika	Kenya	Kikuyu	1-6
		Masai	7, 8
	Etiópia	Mursi	9-11
		Omo	12
		Karo	13-15
		Surma (Suri)	16-19
	Sahel régió, Afrika	Wodaabe	20
Ausztrália	az egész kontinensen	Anangu	21-28
	Közép Ausztrália	Arrernte	29
	Északi Territórium	Warlpiri	30
		Yolngu	31
		Yanyuwa	32
	Észak Queensland	Kuku Yalanji	33
	Nyugat Ausztrália	Jarlmadangah	34
		Mowanjum	35
	Dél-közép Ausztrália	Ngarrindjeri	36
	Dél-kelet Ausztrália	Wurundjeri	37
Pápua Új Guinea	sziget	Baruya	38, 39
		Huli	40
Észak Amerika	Kalifornia	Cocopah	41
		Kumeyaay	42

3. ábra. A terepkísérletben használt homogén barna, drapp és fehér csíkos barna embermodellek álló (A), hason fekvő (B) és hanyatt fekvő (C) helyzetben. (D-F) A bábuk ragadós felszíne számos rovart fogott, különösen legyeket, amelyek nagy hányada bögöly volt. (G-I) Csapdába esett bögölyök a fehér csíkos barna (G), drapp (H) és homogén barna (I) modellek ragadós felületén.

és vékonyabb csíkkal bíró gazdaállatokat kevesebb bögöly támadja, mint a kevesebb és vastagabb csíkkal rendelkezőket [4]. Egri és munkatársai [5] kimutatták, hogy a legismertebb csíkos nagyemlős, a zebra szignifikánsan kevesebb bögölyt vonz, mint a homogén sötét vagy világos színű gazdaállatok. A foltos állatok hasonlóan kevésbé vonzóak a bögölyök számára, mint a kevésbé foltosak vagy egyöntetű mintázatúak [6].

Mivel a zebrák és a bennszülött emberi törzsek testfestésének csíkjai hasonlóak, ezért föltételeztük, hogy a testfestés csökkenti a bögölytámadásokat. E hipotézist egy magyarországi terepkísérletben ellenőriztük, amiben eltérő testtartású, valamint különböző színű és mintázatú, ragasztóval bekent embermodellek (bábuk) bögölyvonzását vizsgáltuk [7]. A szín, fényintenzitás, alak, mozgás és szag mellett a fény lineáris polarizációja is kulcsszerepet játszik a bögölyök vonzásában: A nagy polarizációfokú, akármilyen polarizációirányú fény kizárólag a vérszíváshoz gazdaállatot kereső nőstény bögölyöket vonzza, míg a vízszintesen poláros fény a vizet kereső hímeket és nőstényeket egyaránt[8, 9].

A testfestés során olyan könnyen hozzáférhető természetes anyagokat használnak, mint például agyagot, porított mészkövet és más világos színű ásványokat, hamut, állati zsírokat vagy növényi olajokat, tehéntrágyát és vizeletet, valamint különféle növényeket [10]. Manapság e hagyományos anyagok közül néhányat mesterséges festékekkel és olajokkal helyettesítenek. A festéket kézzel, ággal vagy fűcsomóval viszik föl a testre [1]. Habár e hozzávalók különböző színűek lehetnek, a mészkő, agyag, hamu és más világos színű ásványok magas arányának köszönhetően a testfestésre leggyakrabban használt színek a fehér, világos sárga, barna vagy szürke. Fehér festéket gyakran használnak például fiúk és lányok beavatási szertartásakor [11]. Ezért a terepkísérletünkben egy sötét barna bábun fehér csíkos festett mintát használtunk.

Ragadós bábuk

Terepkísérletünket 2015. június 22. és augusztus 16. között végeztük Szokolya mellett egy réten, ahol végig számos bögölyfaj röpködött. A kísérletben homogén sötét barna, fehér csíkos sötét barna és drapp műanyag,

ember alakú és nagyságú bábukat használtunk. A 4 cm széles, 10-50 cm hosszú, egymástól 4-5 cm-re lévő fehér csíkokat fehér olajfestékkel festettük az egyik sötét barna bábura, mely mintázat jól modellezte az afrikai és ausztrál csíkos testfestést (**1.** és **2. ábra**).

A réten, egy facsoporttól 10 méterre egy hónapig a bábuk álló helyzetben voltak kihelyezve (**3A ábra**), majd 2-2 hétig a talajon hasonfekve (**3B ábra**), végül hanyattfekve (**3C ábra**). Napközben, derült időben a bábukat sok óráig közvetlen napfény érte, míg dél körül néhány órára egy közeli facsoport árnyékot vetett rájuk.

A bábuk felszínét a kísérlet teljes ideje alatt egy vékony, átlátszó, színtelen és szagtalan ragasztó fedte, amit hetente frissítettünk. E ragasztó vízálló, nem tartalmaz hígítót, ragacsosságát speciális makromolekulák biztosítják, amelyek nem párolognak, miáltal gyakorlatilag szagtalan mind az állatok, mind az emberek számára. Ha a ragasztó esetleges szaga kissé mégis hatott volna a vizsgált bögölyökre, az az eredményeinket nem befolyásolta volna, hiszen mindhárom bábu egyformán volt bekenve vele, így a bábuk bögölyvonzóképességének szignifikáns különbségei nem lennének magyarázhatók e szaggal.

Mivel a ragadós bábuk számos más rovarfajt (főként legyeket, **3D-F ábra**) is fogtak, ezért minden második nap begyűjtöttük róluk a csapdázot bögölyök tetemeit (**3G-I ábra**), majd az 1 mm-nél nem kisebb összes többi rovartetemet eltávolítottuk. A csapdázott bögölyök (*Atylotus loewianus*, *Tabanus tergestinus*, *T. bovinus*, *T. maculicornis*, *T. bromius*, *Haematopota pluvialis*) nemét az alapján határoztuk meg, hogy összeér (hím), vagy nem ér össze (nőstény) a két összetett szem. A helyhatás kiküszöbölése érdekében a bábuk sorrendjét minden második nap véletlenszerűen fölcseréltük. Miután a ragasztó napsütésben megfogta a bögölyöket, a fölmelegedett ragasztó viszkozitáscsökkenése miatt néhány rovartetem lecsúszott a napsütötte, meleg bábukról. Ezért az alattuk a talajon talált bögölytetemek számát is hozzáadtuk a megfelelő bábukon gyűjtöttekéhez.

Mivel a bögölyök polarotaktikus rovarok, vagyis vonzódnak a lineárisan poláros fényhez, ezért képalkotó polarimetriával mértük a bábuk polarizációs mintázatait a spektrum vörös (650 nm), zöld (550 nm) és kék (450 nm) tartományában.

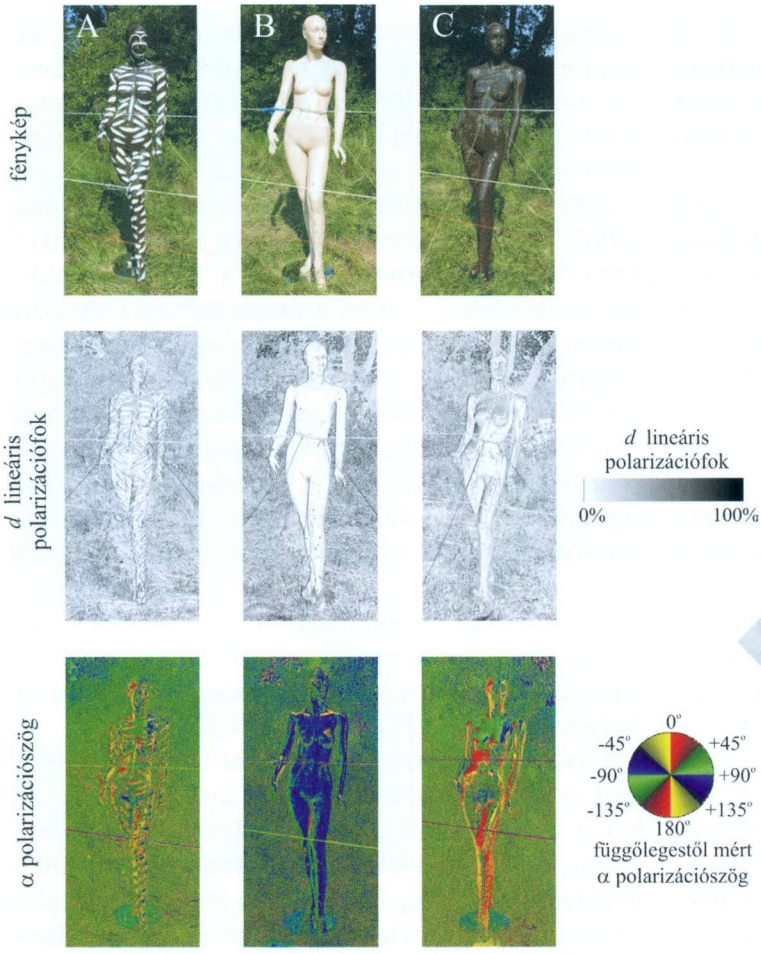
Színek és poláros fény

Az 1. és 2. ábra afrikai (**1. ábra**), ausztrál (**2/21-37. ábra**), pápua új guineai (**2/38-40. ábra**) és észak-amerikai (**2/41-42. ábra**) bennszülött törzsek néhány jellemző testfestési mintázatát mutatja. E törzsek neveit és földrajzi elhelyezkedésüket az **1. táblázat** tartalmazza. Majdnem mindegyik törzs testfestésében megjelennek a világos színű (például fehér, sárga, narancs vagy szürke) csíkok, amelyek szélessége és hossza jelentősen változhat.

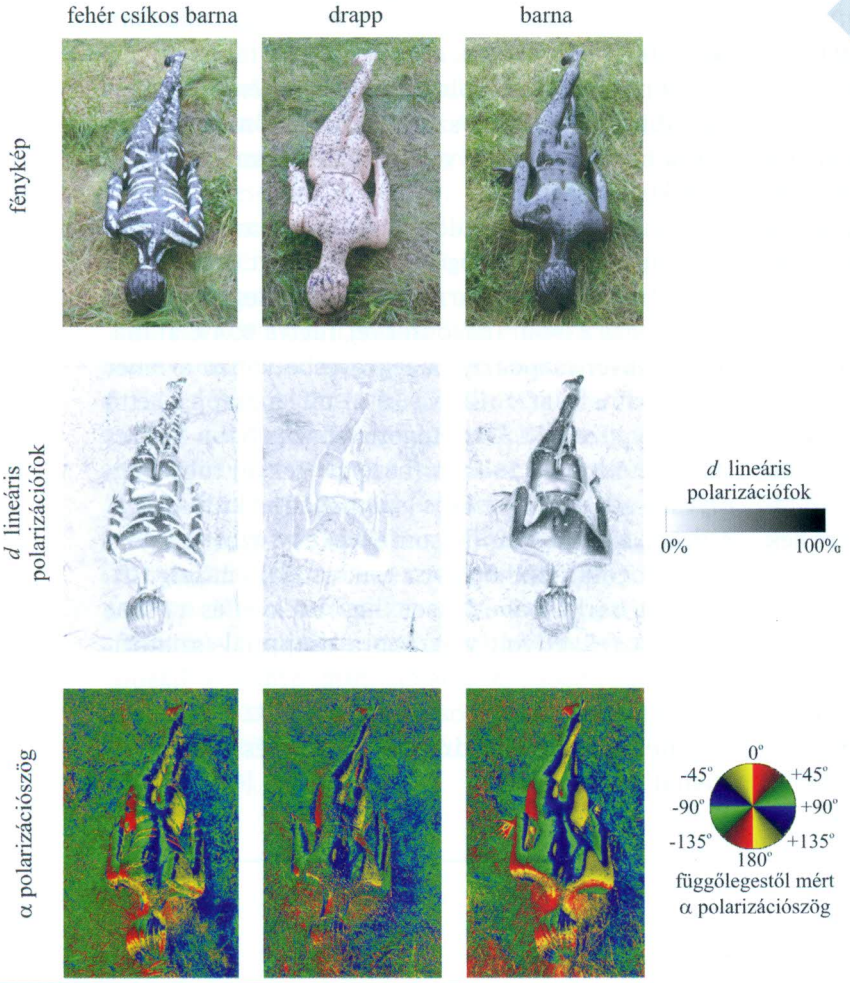
Képalkotó polarimetriai méréseinkkel (**4.** és **5. ábra**) megállapítottuk, hogy a barna bábu és a fehér csíkos bábu barna felületrészei voltak a legpolárosabbak (polarizációfok: $d < 90$ %). A drapp báburól visszavert fény kevéssé volt poláros ($d < 20$ %), míg a fehér csíkokról visszaverődő fény lényegében polarizálatlan volt ($d < 5$ %). A visszavert fény d polarizációfoka a spektrum kék (450 nm) tartományában volt legnagyobb, legkisebb pedig a vörösben (650 nm). A visszavert fény polarizációiránya folyamatosan változott a bábuk felületének görbületével, mindig merőleges volt a megfigyelő, a fényvisszaverő pont és a legnagyobb intenzitású fényforrás (nap, ég) által alkotott visszaverődési síkra. A polarizációfok mintázatával ellentétben a polarizációirányé a fény hullámhosszával alig változott (**4.** és **5. ábra**).

A ragadós embermodellek által csapdázott nőstény és hím bögölyök számát a 6. ábra mutatja. Amikor a bábuk álltak, kizárólag nőstény bögölyöket fogtak. E pózban a barna bábu csapdázta a legtöbb bögölyt, a teljes fogásszám 72%-át, a drapp bábu 18,5%-ot fogott, és a legkevésbé vonzó a fehér csíkos barna bábu volt, ami a bögölyöknek csak 9,5%-át csapdázta. A barna bábu 8-szor volt szignifikánsan vonzóbb a bögölyök számára, mint a fehér csíkos. A drapp bábu 2-szer volt vonzóbb a fehér csíkos barna bábunál (ami nem szignifikáns különbség), míg a barna bábu 4-szer volt vonzóbb a drappnál (szignifikáns különbség).

Amikor a bábuk a földön hason vagy hanyatt feküdtek, hím és nőstény bögölyöket egyaránt fogtak. Fekvő pózban szintén a barna bábu volt a legvonzóbb: a teljes fogás 83%-át (hasonfekve), illetve 90,4%-át (hanyatt fekve) csapdázta. A legkevésbé vonzó a fehér csíkos bábu volt (2,6, illetve 5,8%), míg a drapp a kettő között, 7, illetve 11,2%-ot fogott. A barna bábu 14-szer (hason fekve) és 35-ször (hanyatt fekve) több bögölyt fogott, mint a csíkos (szignifikáns különbség). A drapp bábu 2-szer (hasonfekve) és 3-szor (hanyatt fekve) fogott több bögölyt a csíkosnál (nem szignifikáns). A barna bábu 7-szer (hasonfekve) és 13-szor (hanyatt fekve) volt vonzóbb a drappnál (szignifikáns különbség). A nőstény:hím arány a hason/hanyatt fekvő barna bábu esetén 1,8/2,1 volt, míg ugyanezen arányok a drappnál 2,5/3,5 és a fehér csíkosnál 2,5/3,5 voltak.



4. ábra. A terepkísérletben használt álló embermodelleknek a spektrum kék (450 nm) tartományában képalkotó polarimetriával mért polarizációs mintázatai. A napsütötte ragadós fehér csíkos barna (A), drapp (B) és barna (C) álló bábuk fényképe, valamint *d* polarizációfokának és a függőlegestől az óramutató járásával megegyező irányban mért *α* polarizációszögének mintázatai, amikor a polariméter optikai tengelye vízszintes volt.



5. ábra. A fekvő embermodellek polarizációs mintázatai. Mint a 4. ábra, de most a füves földön hason fekvő ragadós árnyékos bábuk esetén, amikor a polariméter optikai tengelyének vízszintessel bezárt szöge -35° volt és párhuzamos a modellek hossztengelyével.

Az egyes bábuk által fogott bögölyök számának összegét tekintve, a homogén barna, drapp és fehér csíkos barna bábu 77,1, 15,2 és 7,7%-át fogta a bögölyöknek, míg a nőstény:hím arány 6, 14 és 15 volt. Mindent összevéve, a barna bábu 10-szer vonzóbb volt a bögölyök számára, mint a fehér csíkos (szignifikáns különbség). A drapp bábu 2-szer olyan vonzó volt, mint a fehér csíkos (nem szignifikáns), míg a barna modell 5-ször több bögölyt vonzott, mint a drapp (szignifikáns).

Ezen eredményekből megállapítható, hogy a barna emberi bőr fehér csíkos festésének egyik pozitív hatása, hogy jelentős vizuális védelmet nyújt a vérszívó bögölyök ellen, mivel szignifikánsan kevesebb bögöly támadja meg az ilyen testfestésű barna bőrű embereket, mint a homogén sötét barnákat. A barna emberek fehér csíkos testfestése feleannyi bögölyt vonz, mint a homogén drapp test.

Festett népek

Kísérleti bizonyítékok szerint (i) a vízszintesen poláros fényt tükröző felületek egyaránt vonzzák a vizet kereső hím és a nőstény bögölyöket, (ii) az erősen poláros (sötét színű) gazdaállatok (főleg a patások) magukhoz csalják a peteérlelésükhöz vért szívni akaró nőstény bögölyöket, (iii) a csíkos és

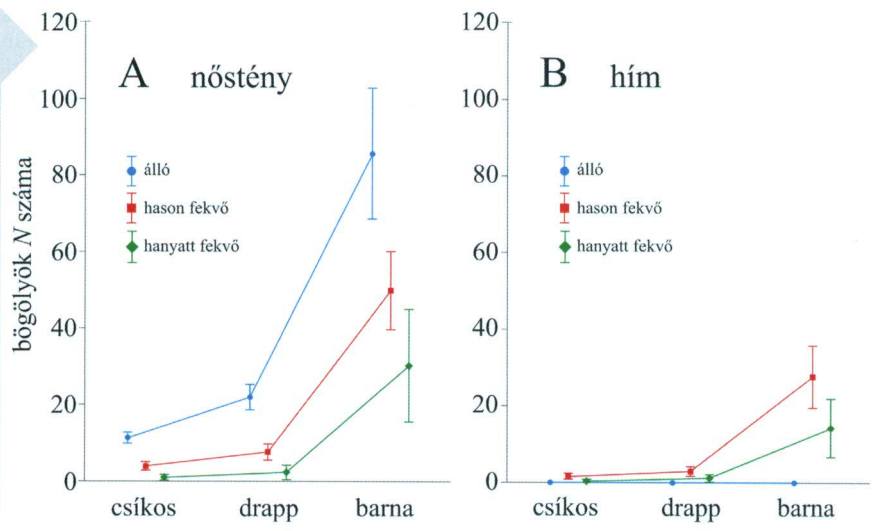
foltos felületek nem vonzóak a bögölyök számára. (iv) Afrikai, ausztrál és pápua új guineai sötét barna bőrű emberközösségek tagjai csíkosra festik a testüket. Mindezen tények vezettek bennünket a következő hipotézisek felállításához és terepi teszteléséhez: (1) A csíkos testfestéssel bíró sötétbőrű emberek kevésbé vonzóak a bögölyök számára, mint az egyöntetűen sötét vagy világos bőrűek. (2) Az emberi test bögölyvonzóképessége függ a testhelyzettől (álló vagy fekvő).

A testfestés hagyománya széles körben elterjedt a bennszülött afrikai, ausztrál, pápua új-guineai és észak amerikai törzseknél (**1.** és **2. ábra**). A testre felhordott festés, mint ideiglenes vizuális jel, csak néhány napig vagy hétig tart, ha nem frissítik. A törzsi testfestés színeit és mintáit szigorú társadalmi és vallási irányelvek határozzák meg [1]. Sokféle testdekorációs motívum létezik Afrikában, Ausztráliában és máshol is. Mindezek közül az egyik leggyakoribb a világos csíkos mintázat. Kísérlettel bizonyítottuk, hogy a csíkos testfestés erős vizuális védelmet nyújt a vérszívó bögölyök ellen. Mivel a bögölyök egész évben nagy tömegben vannak jelen Afrika trópusi területein, Ausztráliában és Pápua Új Guinea-ban, ezért a testfestés bögölyvédő hatása gyakorlatilag egész évben működik e régiókban. Nem elképzelhetetlen, hogy bizonyos testfestések összefüggésben állhatnak a barna bőr veszélyes élősködő rovarok elleni védelmével. Kezdetben társadalmi és kulturális szempontok vezettek a közösségeket és egyéneket azonosító szimbólumok, mint például a személyes dísztárgyak és testfestések alkalmazásához [12], nem pedig a bőr parazita rovaroktól való védelmének szándéka. De az is bizonyos, hogy a csíkos testfestést alkalmazók hamar megtapasztalták e díszítés paraziták ellen védő áldásos hatását.

A namíbiai Himba törzs pásztorkodással foglalkozó női a testükre kent, vajban elkevert porított okkerrel és gyógynövényekkel védekeznek a napsütés, a levegő kiszárító hatása és a vérszívó rovarok ellen [13]. Mindez alátámasztja, hogy az afrikai bennszülöttek tudatában lehetnek testfestésük parazitataszításának.

A vérszívó nőstény bögölyöket a gazdaállataik különböző szag [14] és vizuális jelei vonzzák. Ez utóbbiak közé tartozik a gazdaállat alakja, mozgása, fényessége/sötétsége és színe [15], valamint a gazdaállatról visszaverődő fény lineáris polarizációja [3,5]. Korábban kimutattuk, hogy a csíkos vagy foltos tárgyak szignifikánsan kevésbé vonzóak a gazdakereső nőstény bögölyöknek, mint az egyöntetűen fehér vagy fekete tárgyak [5,16], még akkor is, ha ezek a gazda jellegzetes szaganyagait, mint például a bögölyöket erősen vonzó szén-dioxidot és ammóniát, árasztják magukból [5]. Mostani terepkísérletünkben azt kaptuk, hogy korábbi tapasztalatainkkal összhangban a barna [5,6] embermodell tízszer vonzóbb volt a bögölyök számára, mint a fehér csíkos barna modell.

A csíkos testfestés bögölyűző hatása nagyon hasznos, mert a gazdakereső nőstény bögölyök a csípésekkel elviselhetetlen módon zaklatják az embereket, vérszívásukkal pedig számos veszélyes, esetenként halálos betegség kórokozóit és különböző parazitákat (például tularémia, sertés kolera, filária, lépfene, Lyme-kór) juttathatnak az emberbe [17]. A bögölyök vérszívás céljából előszeretettel támadnak meg sötét színű emlősöket [3,5,16]. Következésképpen, a sötét barna bőrű embereket is erőteljesen támadják. Ugyanakkor a bögölyök e vonzódását csökkenteni lehet fehér csíkos testfestéssel. Ugyanez a bögölyellenes csíkozás kiválóan működik



6. ábra. A ragadós embermodellek által csapdázott nőstény (A) és hím (B) bögölyök száma. A fehér csíkos barna, drapp és barna bábuk által fogott nőstény és hím bögölyök számának súlyozott átlagai. A függőleges I-alakú pálcikák a 95% konfidencia-intervallumot jelölik, amin belülre esik az adatok 95 százaléka.

a zebrák esetében is [5, 6], és ebből adódóan a lótulajdonosok a sötétszőrű lovaikat zebracsíkos lópokróccal védhetik a bögölyöktől (http://www.saddlekraft.com/horse-fly-rugs.html).

Horváth és munkatársai [18] kimutatták, hogy a bögölyök gazdaazonosításához szükséges a polarizációérzékelés, mert a poláros fény segíti megkülönböztetni a napsütötte sötét gazdaállatokat a vizuális környezet sötét foltjaitól. Mindemellett Caro [19] rávilágított, hogy a gazdaállatról visszavert fény polarizációja nem az egyetlen tényező, ami hatással van a bögölyök viselkedésére a gazdafölismerés során.

A bögölyök vízhez kötődnek, mert lárváik vízben vagy iszapban fejlődnek. Eképpen tömegesen fordulhatnak elő azon területeken, amelyek néhány 10 kilométeres körzetében vizes élőhelyek vannak, mert a bögölyök képesek egyhuzamban több mint 100 kilométert is repülni [17]. A testfestést használó afrikai bennszülöttek élettere és a bögölyök eloszlása között pozitív korreláció áll fenn, mert e paraziták mindenhol megjelennek, ahol kisebb nagyobb víztesteket találnak a közelben. Ugyanakkor Közép-Ausztrália sivatagos, bennszülöttekkel lakott legtöbb részén a bögölyök viszonylag ritkák. Számos nem sivatagos régióban viszont, ahol az ausztrál és afrikai emberek testfestést használnak, a bögölyök tömegesen fordulnak elő. A csíkos testfelszíni mintázat véd a vérszívó cecelegyek ellen is [4], amelyek Afrika számos területén honosak. Ezen élősködők (a nőstény és a hím is vérszívó, míg a bögölyöknél csak a nőstény szív vért) fejlődésükben nem kötődnek vízhez, ezért a sivatagos területeken is megjelennek. Ezért tehát a fehér csíkos testfestés nemcsak a bögölyöket, hanem a cecelegyeket is távoltartja, ami Afrikában egy további előnye e testdíszítésnek.

HORVÁTH GÁBOR – PERESZLÉNYI ÁDÁM – SUSANNE ÅKESSON – KRISKA GYÖRGY

Köszönetnyilvánítás: Hálásak vagyunk Viski Csabának, amiért megengedte a kísérletünk végzését a szokolyai lovastanyáján. Köszönjük Héberger Károly (MTA TTK, Budapest) statisztikai elemzésben nyújtott segítségét. Kutatómunkánkat Horváth Gábor NKFIH K-123930 számú pályázata, valamint Susanne Åkessonnak a Svéd Kutatási Tanácstól és a Lundi Egyetemtől kapott 2016-05342 és CAnMove-Linnaeus-349-2007-8690 pályazatai támogatták.

IRODALOM

[1] Silvester H (2009) *Natural Fashion: Tribal Decoration from Africa.* Thames and Hudson: London

[2] Morphy H (1992) *Ancestral Connections. Art and an Aboriginal System of Knowledge.* University of Chicago Press: Chicago

[3] Horváth G, Blahó M, Kriska G, Hegedüs R, Gerics 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

[4] Waage J K (1981) How the zebra got its stripes - biting flies as selective agents in the evolution of zebra coloration. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa* 44: 351-358

[5] Egri Á, Blahó M, Kriska G, Farkas R, Gyurkovszky M, Åkesson S, Horváth G (2012a) 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

[6] Blahó M, Egri Á, Száz D, Kriska G, Åkesson S, Horváth G (2013) Stripes disrupt odour attractiveness to biting horseflies: Battle between ammonia, CO_2, and colour pattern for dominance in the sensory systems of host-seeking tabanids. *Physiology and Behavior* 119: 168-174

[7] Horváth G, Pereszlényi Á, Åkesson S, Kriska G. (2019) Striped bodypainting protects against horseflies. *Royal Society Open Science* 6 (1)**: *181325*** (doi: ***10.1098/rsos.181325***)

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

[9] Egri Á, Blahó M, Sándor A, Kriska G, Gyurkovszky M, Farkas R, Horváth G (2012b) 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

[10] Gröning K (1998) *Body decoration: a world survey of body art.* Vendome Press: New York

[11] Visona M B, Poynor R Cole H M, Biler P (2008) *History of Art in Africa.* Pearson: New York

[12] Roeroeks W, Sier M J, Nielsen T K, De Loecker D, Paris J M, Arps C E S, Mecher H J (2012) Use of red ochre by early Neandertals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 1889-1894

[13] Medina-Alcaide M A, Maidagan D G, Torti J L S (2017) Painted in red: In search of alternative explanations for European Palaeolithic cave art. *Quaternary International* http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.08.043

[14] Krcmar S, Hribar L J, Kopi M (2005) Response of Tabanidae (Diptera) to natural and synthetic olfactory attractants. *Journal of Vector Ecology* 30: 133-136

[15] Allan S A, Stoffolano J G (1986) The effects of hue and intensity on visual attraction of adult *Tabanus nigrovittatus* (Diptera: Tabanidae). *Journal of Medical Entomology* 23: 83-91

[16] Blahó M, Egri Á, Báhidszki L, Kriska G, Hegedüs R, Åkesson S, Horváth G (2012) Spottier targets are less attractive to tabanid flies: on the tabanid-repellency of spotty fur patterns. *PLoS ONE* 7 (8), e41138 (doi: 10.1371/journal.pone.0041138)

[17] Lehane M J (2005) *The Biology of Blood-Sucking in Insects.* 2nd ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK

[18] Horváth G, Szörényi T, Pereszlényi Á, Gerics B, Hegedüs R, Barta A, Åkesson S (2017) Why do horseflies need polarization vision for host detection? Polarization helps tabanid flies to select sunlit dark host animals from the dark patches of the visual environment. *Royal Society Open Science* 4: 170735 (doi: 10.1098/rsos.170735)

[19] Caro T (2016) *Zebra Stripes.* University of Chicago Press: Chicago
Horváth G (ed) (2014) *Polarized Light and Polarization Vision in Animal Sciences.* Springer: Heidelberg, Berlin, New York