

A „LEGZÖLDEBB” AUTÓ FEHÉR ÉS PISZKOS

Az autótulajdonosok közül sokan megfigyelhették már, hogy rovarok szálltak gépkocsijuk fényes karosszériájára. A biológusoknak feltűnt, hogy a piros és fekete autók vonzzák a legtöbb rovar, de nem akármilyeneket, hanem főleg a vízirovarokat. Nem arról a magától értetődő jelenségről van szó, hogy a gyorsan mozgó autók homlokfelülete tele lesz a röptükben elgázolt mindenféle rovar tetemével – a piros és fekete autók parkolás közben is vízirovarok tömkelegét csábíthatják magukhoz. Cikkünkben e jelenség biofizikai okait tárjuk fel.

A piros gépjárművek vonzzák az ember szemét, s az autószalónok ki is használják ezt, mikor piros gépkocsikat állítanak a kirakatjaikba. A főemlősök is kedvelik a piros színt, amiben fontos szerepet játszik, hogy az érett gyümölcsök általában sárgás vagy vöröses színűek. A még éretlen gyümölcsök színe többnyire zöld, ami 500 nanométer körüli hullámhosszakat jelent. Ezzel üzenik a gyümölcsök, hogy még nem érdemes leszedni őket. Ez a növények szempontjából érthető, hiszen ekkor még éretlenek a magjaik. Ha azonban a színük például a spektrum 600 nanométernél nagyobb hullámhosszúságú tartományába esik, akkor már érdemes fölmászni értük a magas fákra is, mivel már érettek. A gyümölcsöket termő növények jutalma, hogy a gyümölcs-evő állatok terjesztik a magjaikat.

A vízirovarok piros színű autókhoz való vonzódásának azonban egészen más oka van. E rovarok olykor felhőszerűen, nagy tömegben rajzanak a motorháztető, csomagtartó és autótető fölött, gyakran leszállnak e vízszintes felületekre, és a nőtények még a petéiket is rájuk rakhatják.

Fénysarkító színes autók

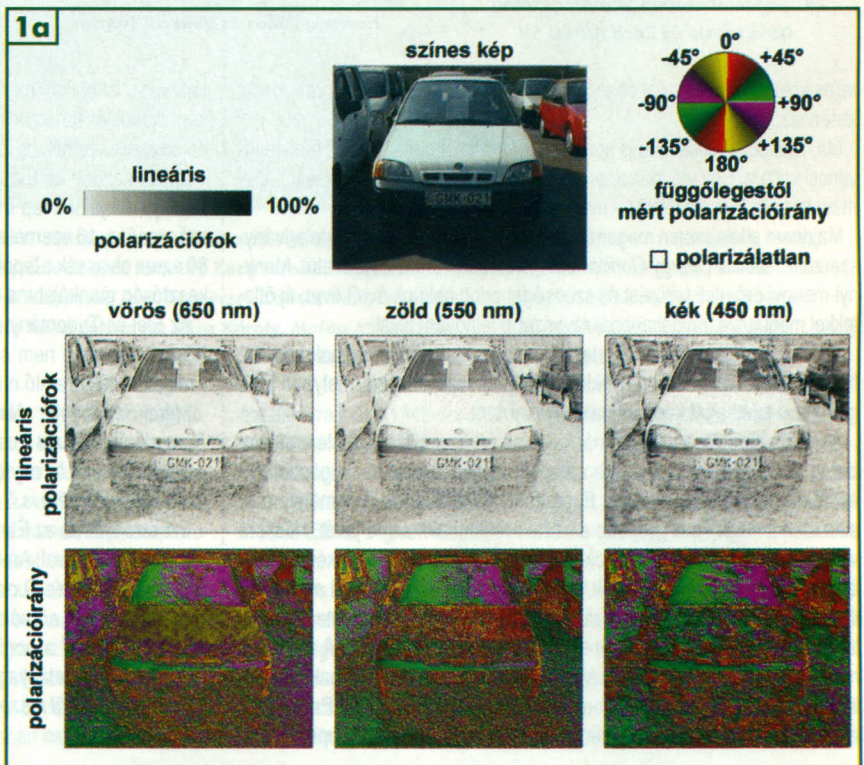
Mivel a repülő vízirovarok a vízfelszínről tükröződő fény vízszintes polarizációja segítségével – polarotaxissal – detektálják a vízi élőhelyüket, ezért képalkotó polarimetriával mértük egy-egy piros, sárga, fehér és fekete autók tükröződési-polarizációs sajátságait napsütéses időben, tiszta ég alatt, a spektrum kék, zöld és vörös tartományában. Úgyeltünk arra, hogy az autók a Naphoz képest ugyanolyan helyzetben legyenek. Mivel a négy autók fénypolarizáló képességének mé-

rése csak 15 percig tartott, ezért a megvilágítási viszonyok gyakorlatilag ugyanazok voltak.

A 1a-c. ábrák három különböző színű autók tükröződési-polarizációs mintázatait mutatják. A fehér autók vízszintes felületrészéről visszavert fény lineáris polarizációfoka nagyon alacsony (körülbelül 2-6%), és a polarizáció iránya nem mindig vízszintes (1a. ábra). A fekete autók vízszintes részéről tükröződő fény ellenben erősen poláros (a lineáris polarizációfok 49-54%), és a polarizáció iránya mindig közel vízszintes (1b. ábra). A fehér és fekete autók fénypolarizáló képes-

sége gyakorlatilag független a hullámhossztól, mivel a festékrétegük szintelen. Ezzel ellentétben a sárga és piros autók tükröződési-polarizációs jellemzői erősen hullámhosszfüggők. A sárga autóról visszaverődő fény csak gyengén poláros: legkevésbé a spektrum vörös tartományában (a lineáris polarizációfok 3%), és legjobban a kékben (a lineáris polarizációfok 12%), a polarizáció iránya pedig csak a kékben közel vízszintes, a többiben ettől eltérő. A piros autók vízszintes részéről tükröződő fény polarizációja (1c. ábra) alacsony a spektrum vörös tartományában (a lineáris

1. ábra. Egy fehér (a), fekete (b) és piros autónak (c) a spektrum vörös, zöld és kék tartományában mért tükröződési-polarizációs mintázatai



polarizációfok 10 %), de magas a zöldben és a kékben (a lineáris polarizációfok 42–52 %), a polarizáció iránya pedig közel vízszintes a zöldben és kékben, de a vörösben viszonylag távol áll a vízszintestől. Az autók ferde sík szélvédőjéről és a közel függőleges oldalfalairól és ablakairól visszaverődő fény polarizációjának szintén közel vízszintes, de csak akkor, ha a beeső fény fölülről érkezik.

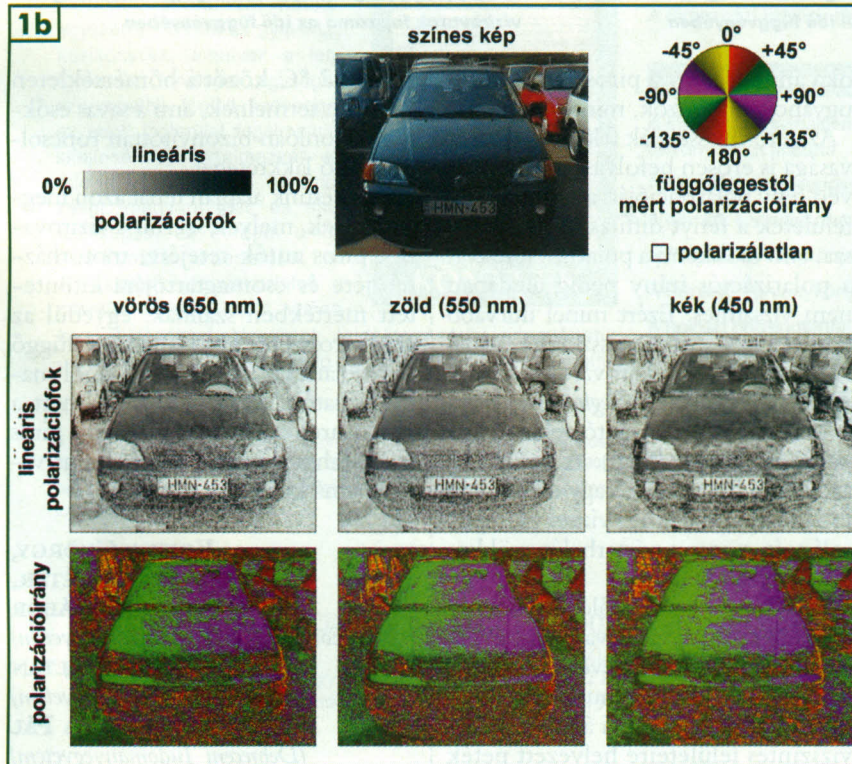
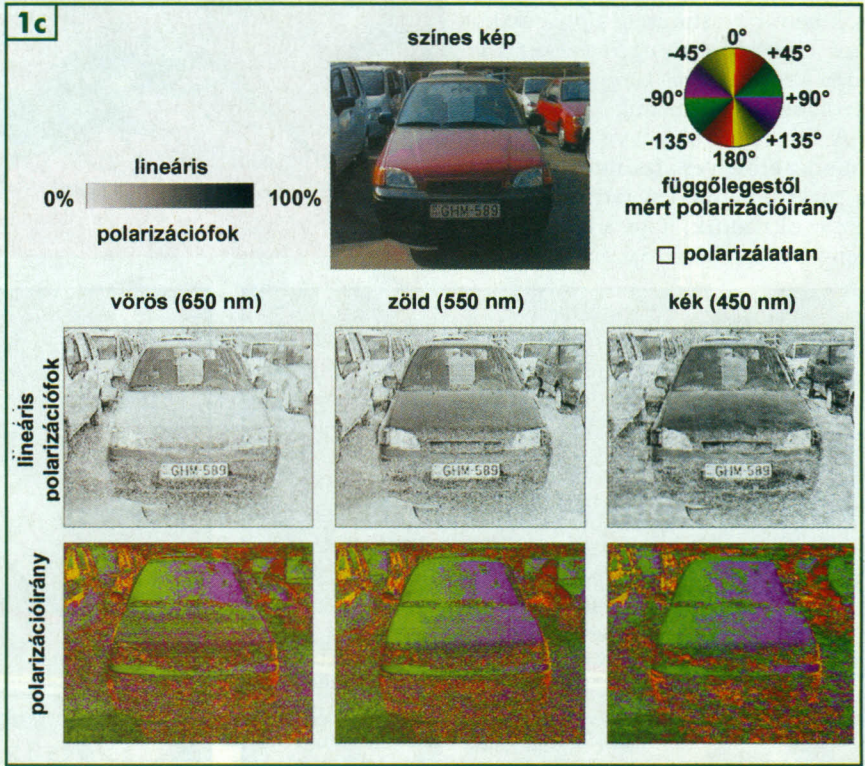
Piros és fekete műanyag fóliák mint vízirovarcsapdák

A Hortobágyi Nemzeti Park egyik mocsaras részén 2004 augusztusában a 18 és 21 óra közötti időszakban egy terepkísérletben azt vizsgáltuk, hogy számos vízirovar- és vízipoloskafaj közül hányat vonzanak egy mezőre vízszintesen kiterített fényes piros, sárga, fehér és fekete műanyag fóliák, melyek gyakorlatilag ugyanolyan fénypolarizáló képességgel rendelkeztek, mint a vizsgált piros, sárga, fehér és fekete autók. A mintavételi órákat a vízirovarok optimális repülési időszaka szerint választottuk ki (lásd ÉT 2005/16., 2005/49. – A szerk.).

Fóliás terepkísérletünk során 1229 vízirovar (1059 vízbogarat, 170 vízipoloskát) fogtunk be a háromórás mintavételi idő alatt. A befogott egyedek 30 vízbogárfajba és 7 vízipoloskafajba taroztak. A fekete és piros mű-

anyag fólia rengeteg egyedet és fajt vonzott a sárga és fehér fóliákhoz képest. A fekete és piros fóliák által vonzott rovarokat a nagy (596) egyedszám és a változatos (27) fajösszetétel jellemezte. A fehér és sárga fóliák azonban csak kis számú (51) egyedet és csak néhány (8) fajt vonzottak. A

fekete és piros fóliák között nem volt statisztikailag szignifikáns eltérés az egyed- és fajszámokban. Ugyanez igaz a sárga és fehér fóliákra is. Másrészt viszont a fehér és sárga fóliák vonzereje jelentősen kisebb volt, mint a piros és fekete fóliáké: szignifikánsan nagy különbség adódott a piros/fekete és a



fehér/sárga fóliapárok között, úgy az egyedszámban (2. ábra), mint a fajszámban (3. ábra). Ezzel tehát kísérletileg igazoltuk, hogy a vízirovarok a vízszintes piros és fekete tükrözőfelületekhez sokkal jobban vonzódnak, mint a sárgákhoz és fehérekhez.

Milyen színű a környezetbarát gépkocsi?

Az utakat keresztező növényevő emelősök, a vándorló békák és ragadozók állandó veszélynek vannak kitéve. De a repülő rovarok szájai-ezrei is elpusztulnak egyetlen száguldó autónak koppanva. A polarotaktikus vízirovarok számára pedig még a parkoló autók is végzetesek lehetnek: a tető, a csomagtartó és a motorháztető e rovarok számára vízfelületnek tűnik a róluk visszavert erősen és vízszintesen poláros fény miatt, ami becsaphatja, odavonhatja őket. A fekete és piros autókra rakott összes rovarpete hamar elpusztul a kiszáradás miatt. Nagy autóparkolóban a vízirovarok ilyen vi-

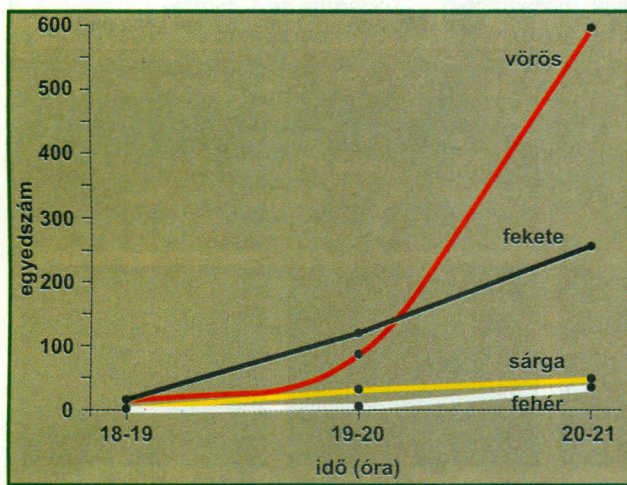
zuális megtévesztése még nagyobb lehet, mivel az egymás mellett parkoló autók polarizációs hatása összeadódik, s egy nagy felületű polarizációs, ökológiai csapdát képeznek. Ez a jelenség meglehetősen káros az olyan természetvédelmi területek közelében, ahol vizek is előfordulnak. Másrészről azonban a fehér vagy sárga autók nem tévesztik meg a polarotaktikus vízirovarokat, ezért ezeket a világos színű autókat környezetbarátnak, „zöldnek” tekinthetjük.

A fekete autókról visszavert fény mindig erősen és vízszintesen poláros a spektrum minden tartományában. Ez az oka annak, hogy a fekete autók teteje, motorháztetője és csomagtar-

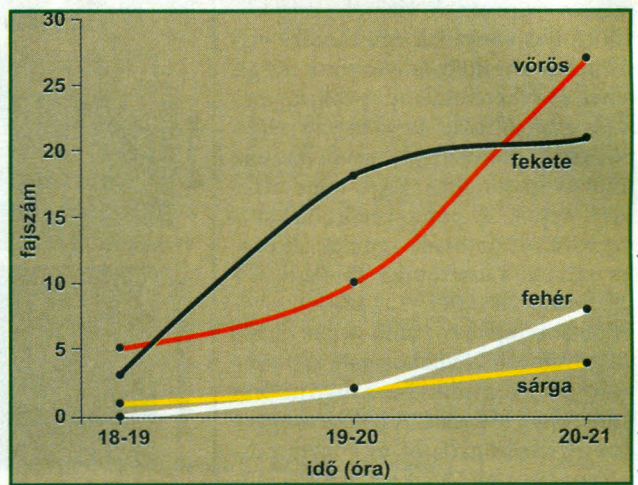


Piros autó tetejére szállt, vízhez kötődő teleszkópszemű kérész (*Baetidae* sp.)

(KRISKA GYÖRGY FELVÉTELE)



2. ábra. A fekete, piros, sárga és fehér műanyag fóliákon fogott vízirovarok egyedszáma a napnyugtához közeli idő függvényében



3. ábra. A fekete, piros, sárga és fehér műanyag fóliákon fogott vízirovarok fajszáma az idő függvényében

(ÉLET ÉS TUDOMÁNY-GRAFIKÁK)

tója nagyon vonzó a polarotaktikus vízirovarok számára. A piros autók karosszériája a spektrum vörös tartományában polarizálja a fényt legkevésbé, s a visszavert fény lineáris polarizációfoka a kék és az ultraibolya tartományban a legnagyobb. A piros autók vízszintes részéről visszavert fény az alacsony polarizációfok miatt nem lenne vonzó a polarotaktikus vízirovarok számára, ha azok észlelni tudnák a piros fényt, és a polarizációt a spektrum vörös tartományában érzékelnék. Azonban a vízirovarok zöme vak a piros színre, mivel csak UV, kék és zöld fényre érzékeny fotoreceptorokkal rendelkezik. Ezáltal a piros autók fénypolarizáló-képessége csupán a spektrum zöld, kék és UV tartományaiban érdekes a vízirovarok szempontjából. A spektrum ezen részeiben a piros autók (1c. ábra) fénypolarizáló képessége gyakorlatilag ugyanolyan, mint a feketéké (1b. ábra). Ez tehát az

oka annak, hogy a piros autók közel ugyanolyan vonzóak, mint a feketék.

Az autókarosszériák felületének durvasága is erősen befolyásolja a visszavert fény polarizációját: a durva (matt) felületek a fényt diffúzan verik vissza, ami csökkenti a polarizációfokot, a polarizációs irány pedig általában nem vízszintes. Ezért minél durvább felületű egy autó karosszériája, annál kevésbé vonzó a vízirovarok számára. Ebből következően a legkönyvetbarátabb („legzöldebb”) autó fehér (vagy sárga) és piszkos (matt). A piszkosság azt jelenti hogy nem, vagy csak ritkán mossák az autót, ami a vízzel való spórolást és a szennyvízterhelés csökkentését is eredményezi.

A kevésbé fénypolarizáló autókarosszériára nemcsak a vízirovarokat kíméli, hanem az autó festékbevonatát is. Kémikusok ugyanis kimutatták, hogy a szitakötők nőstényei által az autók vízszintes felületeire helyezett peték

50 és 92 °C közötti hőmérsékleten kénssavat termelnek, ami a savas esőkhöz hasonlóan bizonyítottan roncsolja a védő lakkréteget.

Elemzésünk alapján tehát azon megfigyelések, melyek szerint a vízirovarok piros autók tetejére, motorháztetőjére és csomagtartójára kitüntetett mértékben szállnak, egyedül az autókarosszéria hullámhossztól függő fénypolarizáló képességével is jól magyarázhatók, annál is inkább, mert a vízirovarok zöme nem érzékeli a piros szint, tehát a színük alapján nem választhatná ki a piros autókat.

KRISKA GYÖRGY,
MALIK PÉTER,
HORVÁTH GÁBOR
(Eötvös Loránd Tudományegyetem)
CSABAI ZOLTÁN
(Pécsi Tudományegyetem)
BODA PÁL
(Debreceni Tudományegyetem)