

VÍZRESZÁLLÁS REGGEL, DÉLBE, ESTE

A vízirovarok vándorlási szokásait már régóta vizsgálják, mégis csak néhány fajnál ismert a vándorlás napszakos és évszakos ritmusa, a vándorlást befolyásoló környezeti tényezőkről pedig keveset tudunk. Megfigyeléseink segítségével azonban már értjük, hogy a vízről tükröződő fény polarizációja, a hőmérséklet és a Nap helyzete hogyan befolyásolja ezen állatok vízreszállásának időzítését.



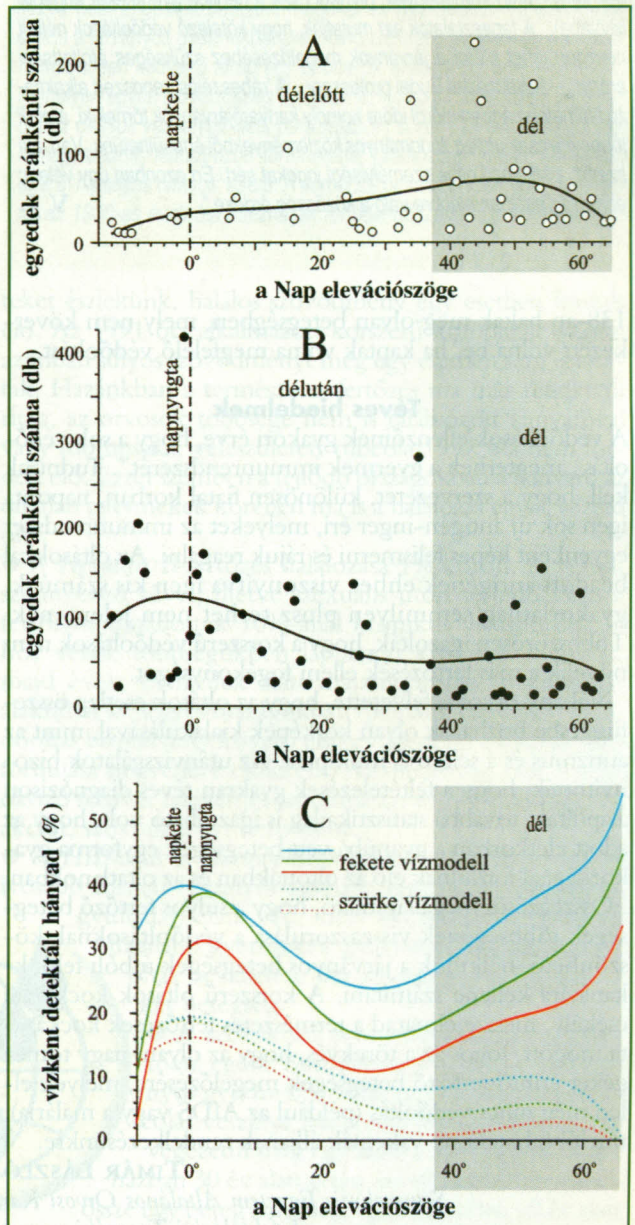
Csíkpoloska
(KRISKA GYÖRGY FELVÉTELE)

Előző cikkünkben arról a felfedezésünkről számoltunk be (ÉT 2005/16. szám), hogy a vízirovarok hajlama a vándorlásra napszakosan változik, és fajtól függően reggel, délben és/vagy alkonyatkor maximális. Ha nem az idő, hanem a Nap elevációszögének függvényében ábrázoljuk a vízirovarok napszakos röpkési aktivitását (1A, B ábra), akkor kitűnik, hogy ezek az állatok főleg alacsony és magas napállásnál keresnek vizet. E napi vándorlási csúcsok menetrendszerűen ismétlődnek változatos körülmények között is, nem köthetők a napközben szabálytalanul változó levegő hőmérsékletéhez, a relatív páratartalomhoz, a szélességhez, illetve a ragadozók jelentette fenyegetéshez, jóllehet, ezek is minimális vagy maximális mértékűek a Nap magas (déli) és alacsony (napkeltekor, napnyugtakor) állásánál.

A vízirovarok a vízfelületeket *polarotaxissal*, a vízről visszaverődő fény vízszintes rezgésirányja alapján azonosítják, ezért csak akkor képesek észlelni potenciális élőhelyüket, ha a visszavert fény polarizációfoka elég nagy, polarizációs iránya pedig a vízszinteshez közeli. Polarimetriai vizsgálatokkal igazoltuk, hogy a hőmérséklet mellett a vízfelületek tükröződési-polarizációs sajátosságainak napszakonkénti változása az a *legfontosabb* környezeti tényező, amely megmagyarázza a vízirovarok röpkési aktivitását a nap folyamán.

Tiszta, illetve felhős égbolt alatt a Nap elevációszögének függvényében mértük (2. ábra) és számítottuk egy fekete vízmodell (vízszintes üveglap alá helyezett matt fekete vászon) és egy szürke vízmodell (üveglap alatti matt szürke vászon) tükröződési-polarizációs mintázatait a spektrum kék (450 nanométer), zöld (550 nanométer) és vörös (650 nanométer) tartományában. Azt kaptuk, hogy a szürke vízmodellről visszavert fény polarizációfoka sokkal kisebb, mint a feketéről visszavert, ráadásul a szürke felületről tükröződő fény sok irányban gyakorlatilag polarizálatlan. A fe-

1. ábra. A fekete műanyag fólián óránként leszálló vízirovarok száma a Nap horizonttól mért elevációszögének függvényében délelőtt (A ábra) és délután (B ábra). A C ábra görbéi a fekete és szürke vízmodellek azon hányadát jelölik, amelyet a vízirovarok a polarizáció alapján viznek tekintenek a Nap elevációszöge függvényében (a spektrum kék, zöld és vörös tartományában, tiszta égbolt alatt)



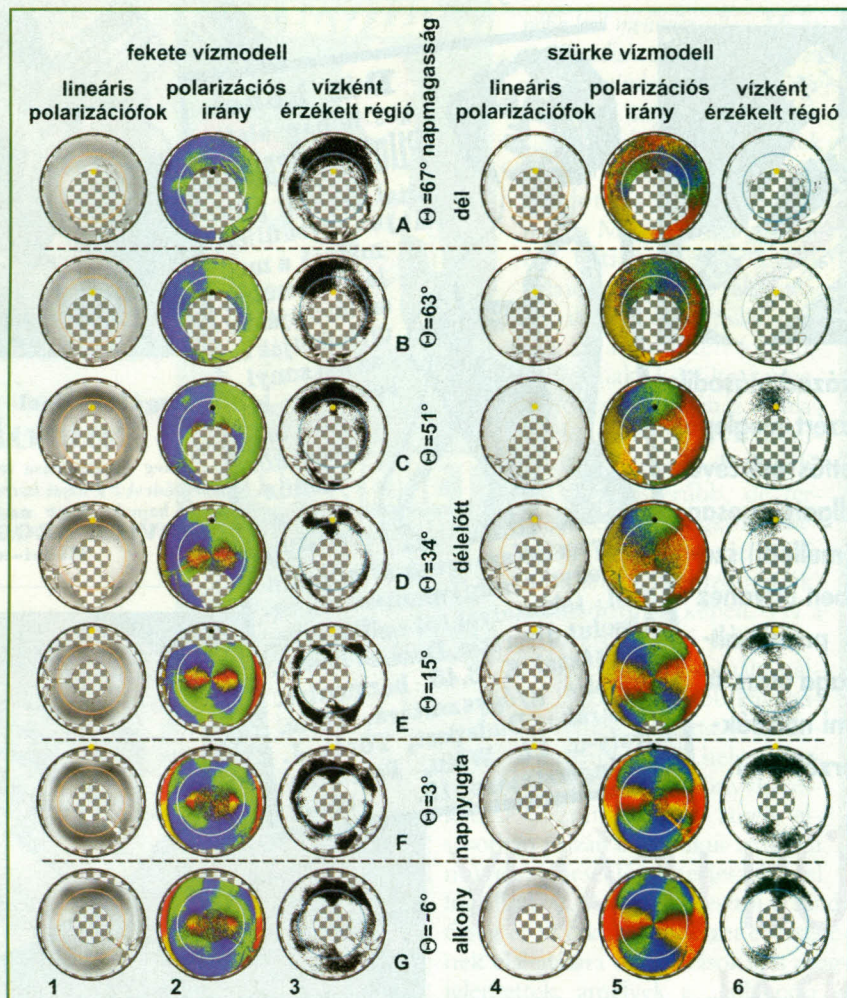


KISLEXIKON

Brewster-szög: ha a fény Brewster-szögben verődik vissza egy elektromosan szigetelő felületről, akkor teljesen lineárisan polarizálódik, és rezgéssíkja merőleges lesz a beeső és visszaverődő fény által meghatározott síkra.

meridián: a zeniten és az éggömb adott pontján átmenő, függőleges síkú főkör.

polarotaxis: az állatok fénypolarizáció által irányított mozgása.



2. ábra. A fekete és a szürke vízmodellről a spektrum kék tartományában visszavert égboltfény lineáris polarizációfokának és polarizációs irányának mintázata, valamint a polarotaktikus vízirovarok által a polarizáció alapján vízként érzékelt régiók a Nap horizonttól mért szögtávolságának függvényében. A pepita területek kiértékelésre alkalmatlanok voltak.

A 3. és 6. oszlopban fekete jelöli a vízként detektált régiókat.

A Nap tükörképének helyét sárga pont, a Brewster-szöget pedig (barna vagy kék) kör jelöli. Nagyobb polarizációfokhoz sötétebb szürke árnyalat tartozik, a vízszintes közeli polarizációs irányokat zöld és kék színek, a függőlegeshez közelebbieket sárga és piros színek jelölik

keze vízmodell az úgynevezett Brewster-zónában erősen és vízszintesen poláros fényt ver vissza (a Brewster-szögből* 100 százalék polarizációfokú, vízszintesen poláros fény verődik vissza a vízmodell felső, üvegfelületéről). A szürke vízmodellnél a szoláris meridiánra merőlegesen, a Nap emelkedésével az égboltfényt közel függőleges polarizációs iránnyal tükröző régiók kiterjednek a vízszintes polarizációs iránnyal visszaverődő területek rovására. A fekete vízmodellről viszont a Nap helyzetétől függetlenül mindig főként a vízszinteshez közeli polarizációs irányú égboltfény verődik vissza. A fekete felület közel függőlegesen poláros fényt ver vissza a Brewster-zónán belüli, a szoláris meridiánra merőleges tengelyű nyolcas alakú területről, valamint a szoláris meridiánra merőleges irányban, a horizonthoz közeli félhold alakú területekről. A Brewster-zónában a fekete vízmodellről mindig közel vízszintesen poláros fény tükröződik.

A 2. ábra 3. és 6. oszlopában feketével jelöltük a vízmodellek azon régióit, melyeket egy polarotaktikus vízirovar a polarizáció alapján víznek tekint. Mikor a Nap a horizonthoz közeli, a szürke vízmodell csak a Nap és az anti-Nap tükörképének irányában, valamint részben a Brewster-zónában hasonlít a vízre egy polarotaktikus vízirovar számára. Ahogy a Nap emelkedik, a szürke vízmodell a polarizáció alapján víznek tekintett terület fokozatosan csökken, végül a tükrözött Nap, illetve anti-Nap körüli kicsiny foltokra zsugorodik. A fekete vízmodell ezzel

szemben a Brewster-zóna közelében mindig víznek tűnik a polarizáció alapján. Elméleti számításainkból kitűnik, hogy a fekete vízmodell tükröződési-polarizációs sajátosságai igen hasonlóak a tökéletesen fekete üvegfelületéhez.

Úgy találtuk, hogy a feketével jelölt területek aránya, vagyis a vízfelületek polarotaktikus észlelhetősége a maximumát napnyugta és napkelte idején éri el mind a fekete, mind pedig a szürke vízmodell esetében. A fekete vízmodellnél ennek az aránynak egy további maximuma is van délben, mikor a Nap a legmagasabban tartózkodik. Ebből arra következtettünk, hogy a polarotaktikus vízkeresés a Nap alacsony és magas elevációs szögei mellett a legkönnyebb, mert horizontközeli Nap esetén a legkisebb annak a kockázata, hogy egy ily módon tájékozódó vízirovar nem ismer föl egy világos vagy sötét vízfelületet. Sötét vízfelszínéknél mindez még nyáron, magasan delelő Nap alatt is teljesül. Mivel napkeltekor a levegő hőmérséklete túl alacsony a vízirovarok szárnyizmai számára, ezért nem a hajnali, hanem a valamivel későbbi, reggeli melegebb órák (mikor a Nap elevációs szöge még mindig elég kicsi) optimálisak új élőhelyek főkutatására. Mindez kielégítő magyarázatot ad arra, hogy miért röpködnek tömegesen a vízirovarok reggel, délben és napnyugtakor.

CSABAI ZOLTÁN, BODA PÁL, BERNÁTH BALÁZS, GÁL JÓZSEF, KRISKA GYÖRGY, HORVÁTH GÁBOR