

Horváth Gábor, Varjú Dezső: POLARIZED LIGHT IN ANIMAL VISION – POLARIZATION PATTERNS IN NATURE

Springer-Verlag, 2003

A Springer-Verlag *Élettudományok (Life Sciences)* sorozatában 2003-ban megjelent, elsősorban biológus, biofizikus, légkörfizikus és meteorológus képzettségű és érdeklődésű olvasóknak szánt, 447 oldalas könyv főcíme *Polarized Light in Animal Vision* (poláros fény az állati látásban), alcíme pedig *Polarization Patterns in Nature* (polarizációs mintázatok a természetben). A szokásostól eltérő módon az alcím nem magyarázza a főcímet, hanem egyenrangúként kiegészíti. Így pedig a két cím röviden és szabatosan tükrözi a könyv második és harmadik részének, a terjedelem 83%-át kitevő tartalmát.

A könyv első, mindössze 12 oldalas, *Imaging Polarimetry* (képalkotó polarimetria) című része a jellege és elhanyagolhatónak vélhető terjedelme ellenére a könyv elején található, holott az ilyen mérés- és megjelenítéstechnikai fejezetek többnyire a függelék közé kerülnek. E fejezet viszont a könyv egyik fizikai jellegű bevezető része, amelyben a szerzők röviden ismertetik a képalkotó polarimetria lényegét, mely módszert nemcsak alkalmazták, hanem nemzetközileg elismert módon úttörően tovább is fejlesztették. E technika különféle változatait (monokuláris és sztereó, optikai, illetve ultraibolya video-polarimetriát; 1-lencsés 1-kamerás, illetve 3-lencsés 3-kamerás 180° látószögű képalkotó polarimetriát) azért fejlesztették ki, hogy az emberi szem számára gyakorlatilag láthatatlan, de a műszaki gyakorlatban jól használható és számos állat számára nélkülözhetetlen információt közvetítő fénypolarizáció térbeli eloszlását mérhessék, és nagyfelbontású, kétdimenziós, színes eloszlástérképek formájában jeleníthessék meg. A régebbi, pontforrású polarimetriás adatszerzési és -ábrázolási módszerekhez képest a képalkotó polarimetria legalább annyival nyújt többet, mint például egy háromdimenziós domborműves tájábrázolás a kétdimenziós, szintvonalas turistatérképekhez képest. E modern technika felhasználásával a könyv több helyen azt is szemlélteti – már amennyire a „látás” szubjektív élményéről szövegek és ábrák egyáltalán tájékoztatni képesek –, milyennek „láthatják” az állatok azokat a tárgyakat vagy mintázatokat, amelyeknek nemcsak a fényességét és színét, hanem a sarkítottóságát (polarizációját) is érzékelik.

A *Polarization Patterns in Nature* című, 91 oldalas 2. rész megismerteti az olvasót az állatok életterében – pontosabban: optikai környezetében – előforduló természetes (tiszta és felhős égbolt, szivárvány, vízfelszín, délibáb, víz alatti világ) és antropogén eredetű (aszfaltutak, kőolajtavak, üvegházak, autókarrussériák, mezőgazdaságban használatos műanyagfóliák) lineáris polarizációs mintázatokkal a legkülönbözőbb megvilágítási viszonyok között (nappal, napkeltekor/napnyugtakor, teliholdas éjjel, teljes napfogyatkozáskor). Egy külön fejezet foglalkozik a természetben előforduló cirkulárisan poláros fényvel, amelynek jelenlegi tudásunk szerint nem sok biológiai jelentősége lehet, mert az állatok képtelenek érzékelni azt. Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy a szentjánosbogarak biolumineszcens fénye és a Scarabaeidae rovarcsaládba tartozó sok bogár (pl. cserebogarak) kيتينpáncéljáról visszavert fény cirkulárisan poláros.

A *Polarized Light in Animal Vision* című 3. rész (280 oldal) arról szól, hogy az állatok (az izeltlábú rovaroktól, rákoktól,

pókoktól és skorpióktól kezdve, a puhatestű lábasfejűeken és csigákon át, a halakon, kétéltűeken, hullőkön és madarakon keresztül az emberig bezárólag) miként képesek anatómiailag és fiziológiailag a fény (fénynek tekintve a közeli ultraibolya és infravörös sugárzást is) sarkítottóságának érzékelésére, és az ember kivételével mire használják e képességüket. Számos példa világítja meg, hogy egyes állatoknak miért célszerű, sőt életfontosságú a fény polarizációját érzékelni és aszerint viselkedni. Meg kell azonban jegyezni, hogy habár a könyvben behatóan tárgyalt nagyszámú állatfaj polarizációérzékelése bizonyított, annak biológiai célszerűségét még nem minden esetben sikerült földeríteniük a kutatóknak.

A könyv merész színekben pompázó borítójának hátterét az a tudománytörténetileg is jelentős polarizációs mintázat képezi, amely a poláros égboltfény és földfény rezgéssíkja orientációjának egy 4 km magasan lebegő hőlégballonról mért eloszlását ábrázolja egy gömbfelületen. A borító képének előterében néhány tipikus polarizációérzékeny állat látható, példázva a könyv biológiai vonatkozásait.

Horváth Gábor és *Varjú Dezső* könyve egy olyan tudományközi monográfia, amely biológiai, meteorológiai, légkörfizikai és fizikai (optikai) tényeket és téziseket szintetizál. A 400 oldalnyi, szabatosan és tömören megfogalmazott angol szöveget 850 (!), 1844 és 2003 nyara között megjelent közleményre való hivatkozás támasztja alá, illetve egészíti ki. Tartalmilag ugyancsak kiegészíti 130, többségében igen ügyesen tájékoztató, Horváth Gábor által készített szövegközi ábra, és 12 oldalnyi, kvantitatív információt is közlő színes tábla. A 350 tételes tárgymutatóval a szerzők – mint szokás – az olvasók segítségére igyekeznek lenni. Mivel a monográfia látóköre szinte az egész magasabb rendű állatvilágra kiterjed (egy alfejezet erejéig még a növények polarizációérzékelését és annak a növényi kloroplasztiszok fényvezérelt irányulási mechanizmusában játszott szerepét is tárgyalja), a közölt információ mennyisége szinte nyomasztóan sok. Az interdiszciplináris jelleg miatt a szerzők fejtegetéseinek nagy része többszörös. Mindezek nehéz, de legalábbis szokatlan feladatok elé állítják a könyv olvasóinak többségét, kivéve persze a fő- és alcímekben körvonalazott tudományágakra szakosodott kutatókat, akik számára viszont a könyv bizonyára amolyan „poláros bibliává” válik.

Ami a mű tankönyvként való használatát illeti, pláne a *Fizikai Szemle* tanár olvasói és azok tanítványai részéről, nem tételvezető fel, hogy a szerzők erre gondolva írták volna meg könyvüket. Ennek ellenére a Lapunk olvasóinak tág körében többen is akadnak majd, akik haszonnal forgathatják a könyvet. A *Szemle*ben történő recenzálást egyébként a hazafiság is indokolja: büszkeséggel vehetjük tudomásul, hogy az igényes és igen válogatós Springer-Verlag habozás nélkül vállalta a szerzők által angol nyelvű színopszis formájában benyújtott mű könyvként való kiadását és világpiacra dobását, nem is ötkrajcáros áron.

Kellemes köteletségemnek tartom, hogy kedvcsinálónak a poláros fény mozaikjaiból néhány érdekesebb és jelentősebb részletre hívjam fel a figyelmet: i) Megtudhatjuk a könyvből

például, hogy az égboltfény polarizációjának ismeretében miként lehet a felhők földfelszínről, illetve űrszondáról történő detektálásának pontosságát jelentősen fokozni. ii) Fény derül a kuvaiti kőolajtavak és a budapesti pakurató, valamint más természetes, illetve mesterséges olajkiömlések azon optikai (fény-polarizáló) sajátosságaira, amelyek magyarázatot adnak arra a furcsa biológiai jelenségre, hogy ezek az olajfelületek mágnesként vonzzák magukhoz és pusztítják el a vízirovarokat. Megtudhatjuk azt is, hogy a vízirovarok polarotaxissal detektálják a vízfelületeket, ezért az olajfelszínek poláros fénycsapdaként működnek számukra. iii) Polarimetriai és viselkedési kísérletekről olvasva megérthetjük azt a régóta megfejtetlen rejtélyt, hogy a kérészek, ezek a veszélyeztetett törékeny vízirovarok miért petéznek gyakran tömegestül a száraz aszfaltutakra. iv) A spektrum látható tartományában végzett mérések alapján bepillantást nyerhetünk abba, hogy az 1999. augusztus 11-i magyarországi teljes napfogyatkozáskor az égbolt polarizációs mintázata milyen volt, és miként változott az időben a totalitás néhány perce alatt uralkodó szokatlan megvilágítási viszonyok eredményeként. A napfogyatkozás egén több új polarizálatlan (neutrális) ponttal is megismerkedhetünk, amelyek léte egy korábbi elméleti jóslatot is igazol. v) Olvasóként átélhetjük azt a kalandos expedíciót is, melynek során hőlégballonról 4000 m magasságból napkeltekor végzett 180° látószögű képalkotó polarimetriai mérésekkel 2001 nyarán elsőnek sikerült a szerzők egyikének (Horváth Gábor) megfigyelnie a légkörben kialakuló negyedik neutrális pontot, amivel egyben lezárult a légköri optikának a neutrális pontok kísérleti kimutatásával kapcsolatos fejezete, amely 1810-ben, 1840-ben és 1842-ben kezdődött, mikor *Arago* francia csillagász, *Babinet* francia meteorológus és *Brewster* angol fizikus figyelte meg először a földről az égbolt később róluk elnevezett három neutrális pontját. Az elméleti megfontolásokból is következő 4. neutrális pont létét az 1840-es évek óta

számos sikertelen próbálkozás ellenére Horváth Gábor és diákjai előtt még senki sem volt képes kísérletileg bizonyítani. vi) Megismerkedhetünk az állatok polarizációlátása ultraibolya (UV) paradoxonának szakmai körökben régóta várt föloldásával is, vagyis magyarázatot lelhetünk arra, hogy miért az UV-tartományban detektálható leghatékonyabban az égbolt polarizációs mintázata részben felhős égbolt esetén. vii) Kiderül az is, hogy miért hat zavaróan a fénypolarizáció a színek érzékelésére, avagy hogyan látnák a rovarok a virágok és levelek színeit polarizációérzékeny szemekkel, továbbá hogy miért kell ezeket a polarizáció keltette hamis színeket kiküszöbölniük a rovaroknak szemük növényeket figyelő részeiben?

A könyv szerzőit bemutató részből megtudhatjuk, hogy Varjú Dezső 1956-ban, Horváth Gábor pedig 1987-ben fizikusként végzett az ELTE-n. Varjú Dezső 1956-tól Németországban futott be karriert. A biokibernetika egyik „pápájaként” a Tübingeni Egyetem általa alapított Biokibernetikai Tanszékéről ment nyugdíjba. Jelenleg a Kognitív Neurotudományi Tanszék emeritus professzora. Horváth Gáborral, aki jelenleg az ELTE Biológiai Fizika Tanszékének habilitált docense és a Biooptikai Laboratórium vezetője, 1988-ban találtak egymásra, s azóta is töretlen erővel és sikerrel kutatnak együtt. Számos közös cikk írását követően legújabb együttműködésük, amelyet egy 14 hónapos Humboldt-ösztöndíj tett lehetővé, az itt ismertetett vaskos monográfia alkotásában csúcspontot ért el. A recenziót jegyző alulírottak pedig Horváth Gáborral először akkor volt „dolgom”, amikor a *Fizikai Szemle* szerkesztőbizottsági tagjaként egyetértettem azzal, hogy a Lapunk 1986. és 1988. évi legjobb egyetemi hallgató által írt cikkéért nívódíjat kapjon. Részben az itt recenzált könyv elismeréséül pedig az ELFT Horváth Gábort 2004-ben Budó Ágoston-díjjal tüntette ki.

Haiman Ottó
ELTE Biológiai Fizika Tanszék