

# Közvetlen és közvetett polarotaxis vizsgálata tegzeseknél és kétszárnyúaknál

## Részletes jelentés

Az OTKA által támogatott kutatásaink elsődleges célja, hogy a tegzesek (Trichoptera) és a kétszárnyúak (Diptera) körébe tartozó rovarfajokban terepi és laboratóriumi választásos kísérletekkel igazoljuk a pozitív polarotaxis meglétét, és kiderítsük ennek szerepét az egyes taxonok életmenet-stratégiájában. További célunk volt az, hogy újabb ismereteket szerezzünk a rovarok polarotaxisával, polarizáció érzékelésével kapcsolatban. Folyamatosan kerestük a lehetőségét annak, hogy kutatási eredményeinket a gyakorlatban is hasznosítsuk és a megszerzett ismereteinket általános törvényszerűségek formájában is megfogalmazzuk. A négyéves kutatási periódus során elért eredményeinket alapvetően két csoportba sorolhatjuk.

## 1. BÖGÖLYÖK ÉS ÁRVASZÚNYOGOK POZITÍV POLAROTAXISÁNAK KIMUTATÁSA, AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATKÖZPONTÚ HASZNOSÍTÁSA

A bögölyök vérszívó nőtényei számos súlyos állati és emberi betegség kórokozóit terjesztik, valamint folyamatos zaklatásukkal nem hagyják legelni a növényevő haszonállatokat, miáltal azok lefogynak, legyöngülnek, s csökken a hús és tejtermelésük. Kutatásaink során fölfedeztük, hogy a bögölyök pozitív polarotaxissal találják meg a peterakáshoz szükséges vizeket, miáltal erősen vonzódnak a vízszintesen poláros fényhez. A nőtények petéiket nem a víztestbe, hanem annak közvetlen közelébe rakják le, ezért a vízfelszín, mint polarizációs fényforrás közvetett polarotaxist vált ki esetükben. A hím egyedeknél is megjelenik a közvetett polarotaxis, ami a vizes élőhelyek környezetében való megjelenésük révén a nemek egymásra találásában játszik szerepet. Terepkísérleteink során a nőtény és a hím egyedek esetében is sikerült bizonyítanunk a közvetlen polarotaxis meglétét is, amely során a rovarok közvetlenül kerülnek érintkezésbe a víztesttel. Ez a folyamat vízfelvitelükben és a testük hűtésében játszik szerepet. Legújabb még részben publikálás előtt álló eredményeink bizonyítékot szolgáltatnak arra is, hogy a pozitív polarotaxis a nőtény bögölyök esetében a gazdaállat felkutatásában is fontos szereppel bír. Ez az újonnan felfedezett jelenség abban különbözik a polarizáció alapú vízdetekciótól, hogy kiváltására a vízszintestől eltérő rezgéssíkkal jellemezhető poláros fény is alkalmas.

Terepkísérleteink során kimutattuk, hogy a barna és fekete lovak a szőrük nagyobb fénypolarizáló-képessége miatt sokkal jobban vonzzák a vérszívó bögölyöket, mint a fehér szőrű lovak. Ennek a lovak és más haszonállatok tartásában van nagy gyakorlati jelentősége.

Azt is kimutattuk, hogy a polarotaktikus bögölyök kevésbé vonzódnak a fekete-fehér csíkos és az egységesen fekete, de polarizációs sajátosságait tekintve csíkos mintázatokhoz, amivel sikerült fényt deríteni arra a régi rejtélyre, hogy milyen előnye származik a zebráknak abból, hogy csíkos a mintázatuk. A csíkos mellett a foltos testmintázat szerepét is vizsgáltuk a bögölyök gazdakeresésének vonatkozásában, ami lehetőséget adott eredményeink általánosítására és például a szarvasmarhák foltos testmintázatának vizsgálatára a bögöly vonzóképeség tekintetében. Ez utóbbi eredményeink még publikálás alatt állnak.

A bögölyök esetében feltárt polarotaxis lehetőséget arra, hogy új típusú speciális csapdákkal befoghatók és elpusztíthatók legyenek a polarotaktikus rovarok. Négy különböző olyan bögölycsapda-prototípust fejlesztettünk ki, amelyek erősen és vízszintesen poláros fényvel vonzzák magukhoz a bögölyöket, s eltérő módokon csapdába ejtve elpusztítják e kártékony legyeket. E polarizációs bögölycsapdáink már megkapták a szabadalmi védeltséget a Magyar Szabadalmi Hivataltól. Terepkísérletekkel azt is igazoltuk, hogy e polarizációs bögölycsapdák a hagyományos bögölycsapdáknál sokkal nagyobb hatékonyságúak. A polarizációs bögölycsapdáink prototípusainak fejlesztését az Európai Unió is támogatja egy EU-FP7-es kutatás-fejlesztési pályázat keretében (TabaNOid: Trap for the Novel Control of Horse-flies on Open-air Fields. No. 232366, Research for the Benefit of Small and Medium Enterprises). A pályázat témavezetője Horváth Gábor, szenior kutatója pedig Kriszta György.

Az árvaszúnyogokkal folytatott kutatásaink során kimutattuk több fajuk esetében a pozitív polarotaxist és megállapítottuk, hogy a vízszintesen poláros jel esetükben a talajfelszíntől számított különböző magasságokban is képes kiváltani a pozitív polarotaxist, szemben a bögölyökkel, ahol a rovarok csak a talajfelszínen elhelyezett polarizációs fényforrást tekintik víznek.

## 2. POLÁROS FÉNYSZENNYEZÉS ÉS ÖKOLÓGIAI CSAPDÁK

Kutatási eredményeink összegzéseként bevezettük a nemzetközi szakirodalomba a poláros fényszennyezés fogalmát, amely a hagyományos (csillagászati és ökológiai) fényszennyezés egy csak napjainkban fölismert új fajtája, amit a fényt erősen polarizáló mesterséges tükröző felületek keltenek, nagy károkat okozva ezzel számos polarizáció-érzékeny rovarfaj városi és városközei populációinak. Az erről szóló cikkünk nagy nemzetközi visszhangot keltett, s

kutatási eredményeinket például a következő sajtóorgánumok méltatták: ScienceNOW (online version of Science magazine), Scientific American, BBC World News Radio, BBC News Online, USA Today Online, Discovery News, New Scientist, Christian Science Monitor, San Francisco Chronicle, KVMR Radio (Nevada), IEEE Spectrum Magazine, New Science Magazine, Science Daily, Science Blog, Science Week, Scientific Frontline, American Museum of Natural History - BioBulletins, Biology News, Genetic Engineering and Biotechnology News, State News (MSU Newspaper). A poláros fényszennyezés általánosan a mesterséges poláros fény polarizáció-érzékeny állatokra kifejtett ártalmas hatásait jelenti, speciálisan pedig a sima (fényes) és sötét mesterséges felületekről visszaverődő erősen és vízszintesen poláros fénynek a polarotaktikus vízirovarokra kifejtett káros hatásait. Ez az ökológiai fényszennyezés egy új formája, ami globális és nemcsak éjjel, hanem nappal is előfordul, s evolúciós időskálán egészen új, az urbanizáció egyik káros mellékterméke. Számos polarotaktikus vízirovarfajjal folytatott terepkísérletekben és képalkotó polarimetriai mérésekkel meghatároztuk a poláros fényszennyezés legfőbb forrásait: (i) a fekete olajfelületek, (ii) a mezőgazdaságban használatos fekete műanyag fóliák, (iii) az aszfaltutak és más aszfaltozott felületek, (iv) a fekete, vörös és sötét autók karosszériái, (v) a fekete csiszolt sírkövek, (vi) a sötét üvegfelületek, (vii) a napelemtáblák és napkollektorok fényes fekete felületei a róluk visszaverődő fényt erősen és gyakran vízszintesen polarizálják, miáltal minden polarotaktikus vízirovar (pl. vízibogarak, vízipoloskák, kérészek, szitakötők, tegzesek) számára poláros ökológiai csapdaként hatnak. E rovarok a szóban forgó mesterséges felületekhez vonzódnak, sokszor rájuk petéznek, s a lerakott peték menthetetlenül elpusztulnak. Mindezzel a vízi ökoszisztéma egyelőre még beláthatatlan károkat szenvedhet. A poláros fényszennyezés hozzájárulhat a veszélyeztetett rovarpopulációk végső kipusztulásához, és megbolygathatja a rájuk épülő táplálkozási hálózatokat is. A poláros fényszennyező források föltérképezésén és alapos környezet-biofizikai vizsgálatán túl több lehetőséget is felismertünk a poláros fényszennyezés csökkentésére vagy megszüntetésére. Kutatásaink során sikerült egy olyan megoldást találnunk, amely lehetőséget ad a mesterséges poláros felületek fényszennyező hatásának minimalizálására. Ezzel az eredményünkkel kapcsolatban az ELTE-vel közösen szolgálati szabadalmat nyújtottunk be a Magyar Szabadalmi Hivatalba, Horváth Gábor és Kriska György: „Mintázat polarizált fényt visszaverő felülettel rendelkező tárgyhoz, ilyen mintázattal ellátott tárgy és eljárás poláros fényszennyezés csökkentésére” címen.

## **Publikációk**

Az OTKA pályázatunk elnyerése (2007 nyara) óta 14 angol nyelvű publikációnk jelent meg nemzetközi referált folyóiratokban (kumulatív IF: 33,346), egy angol nyelvű összefoglalónk könyvfejezet formájában, egy angol nyelvű monográfiánk könyv formájában és 6 népszerűsítő cikkünk hazai tudományos ismeretterjesztő lapokban. Egyik ilyen cikkünkkel III. díjat nyertünk az Élet és Tudomány és az OTKA által közösen meghirdetett cikkpályázaton, 2007-ben. Új tudományos eredményeinket 15 hazai és egy nemzetközi konferencián ismertettük. A nemzetközi referált folyóiratokban megjelent teljes publikációk a <http://kriska.web.elte.hu/> oldalról tölthetők le.

## **Egyéb eredmények**

A bögölyök polarotaktikus vízdetekciójával és az erre épülő polarizációs bögölycsapdáinkkal kapcsolatos, az OTKA által is támogatott kutatási eredményeink alapján 2009. januárban Horváth Gábort és Kriska Györgyöt ‘a hónap kutatója’ megtisztelő címben részesítették az OTKA honlapján.

Horváth Gábor és Kriska György 2011-ben „Az ELTE Innovatív Kutatója” díjban részesült

Dr. habil. Kriska György témavezető sk.

Budapest, 2011. 10. 24.