



Szárnyaik nanoszerkezete árulkodik a boglárkalepkék származási helyéről

Biró László Péter és kutatótársai új fejlesztésű, roncsolásmentes módszerrel vizsgálták a múzeumi példányokat – így az ehhez hasonló kutatásokhoz nincs többé szükség újabb lepkék befogására. A Nature Scientific Reports folyóiratban nemrég publikált tanulmány az MTA Energiatudományi Kutatóközpont és a Magyar Természettudományi Múzeum együttműködésével született meg.

2019. FEBRUÁR 22. BIRÓ LÁSZLÓ PÉTER

A lepkék szemet gyönyörködtető színei alapvetően két forrásból származhatnak: festékektől és nanoarchitektúráktól. Előbbiek olyan anyagok, amelyek molekulái hullámhosszfüggő elnyelésre képesek a látható fény tartományában. A fotonikus nanoarchitektúrák ugyanakkor olyan, rendszerint háromdimenziós nanokompozitok, amelyekben méreteik és összetevőik optikai tulajdonságai miatt (törésmutató-különbség) a fehér fény bizonyos színű összetevői nem képesek terjedni, ezért visszaverődnek. Természetesen, összetett hatások is előfordulhatnak, ekkor a nanoarchitektúra és a festékanyagok együttesen hozzák létre a látott színt, vagy mintázatot.

Jó példát adnak erre a jelenségre a Magyarországon is gyakori boglárkalepkék, hiszen a hímekre jellemző kék színt nem festékanyagok, hanem hasonló felépítésű, de fajra jellemző [nanoarchitektúrák hozzák létre](#). Érdeemes itt megjegyezni, hogy az a háromdimenziós „nanocsipke”, amely a boglárkahímek kék színének a forrása, a lepkék szárnyát borító számtalan apró pikkelyben – ahogy a köznyelv említi, a „hímporban” – alakul ki, mégpedig úgy, hogy minden egyes, az emberi hajszál vastagságával alig összemérhető szélességű pikkely „önállóan” állítja elő a saját színét.



Ikarusz boglárka *Forrás: istockphoto.com*

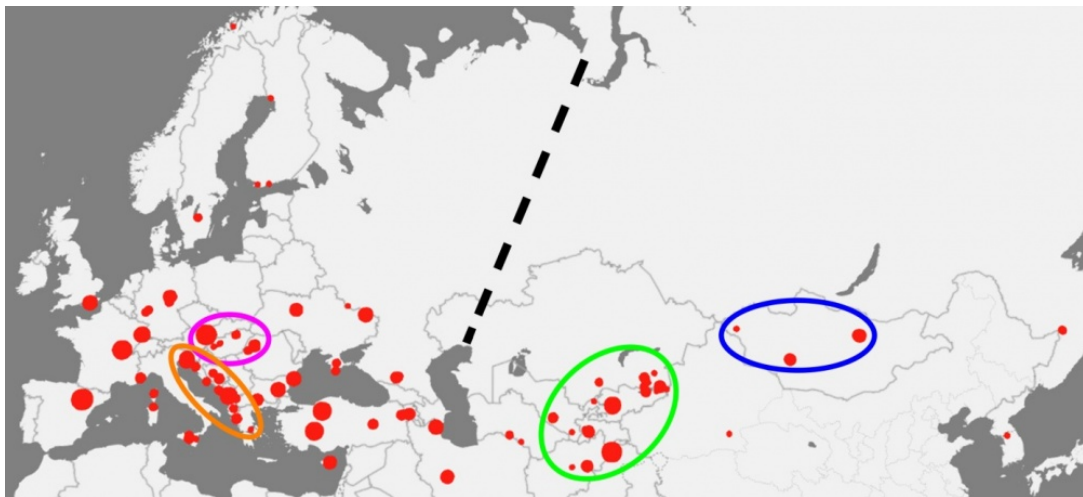
Ez egy, még nem teljesen feltárt, úgynevezett önszerveződési folyamat során történik a hernyó bábállapotában, amikor a pikkelysejt által előállított fehérjék „maguktól” felépítik ezt a nanocsipkét. Mégis, az egyes pikkelyek színe gyakorlatilag megegyezik! Sőt, nemcsak egy adott lepkeegyed pikkelyeinek színe egyezik meg, hanem az egyes populációkban előforduló színek is nagyon szűk tartományba esnek, [a változás alig \$\pm 5\%\$ az egyes példányok között](#). Ennek oka, hogy [a kék szín fontos szerepet játszik a párválasztásban](#).

Színekről és színárnyalatokról jól el lehet vitatkozni, ha nem pontos műszeres mérések alapján hasonlítják össze azokat. A lepkékkel foglalkozó kutatóknak és a lepkegyűjtőknek ritkán adódik alkalmuk arra, hogy pontos és megismételhető mérések alapján száz évet és akár tízezer kilométert is átívelő módon hasonlítsák össze kedvenceik színeit. A Magyar Természettudományi Múzeum [Lepkegyűjteményére](#) alapozva az MTA EK MFA [Nanoszerkezetek Osztály](#) kutatói az elsők voltak, akik megvizsgálták az Ikarusz boglárkák (*Polyommatus icarus*) kék színének állandóságát több mint 100 évnyi időtartam alatt és Nyugat-Európától Kelet-Ázsiáig terjedő földrajzi távolságon. Az eredményekről beszámoló cikket a *Nature Scientific Reports*



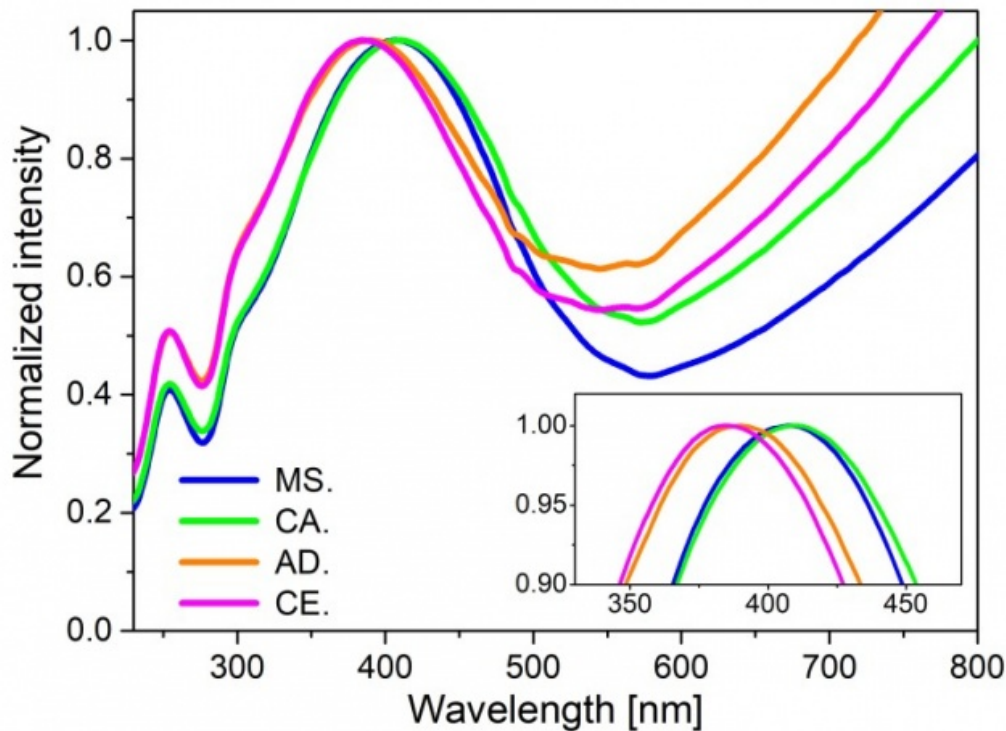
folyóiratban jelentették meg ([Biogeographical patterns in the structural blue of male *Polyommatus icarus* butterflies](#)).

Megállapították, hogy a Magyarországon befogott Ikarusz boglárka hímek kékje száz év alatt sem változott meg, illetve a múzeumi körülmények között tárolt példányok kék színe sok évtizeddel a befogásuk után is megegyezik a frissen befogott példányok kékjével. Ennek alapján megvizsgálható volt, hogy a változatos klimatikus körülmények – a Brit szigetektől Kínáig és Skandináviától Szicíliáig – befolyásolják-e a kék szerkezeti szint. A Magyar Természettudományi Múzeum gyűjteményéből kiválasztott több mint 300 lepkét a kutatók egyenként [megmérték egy általuk kifejlesztett módszert alkalmazva](#).



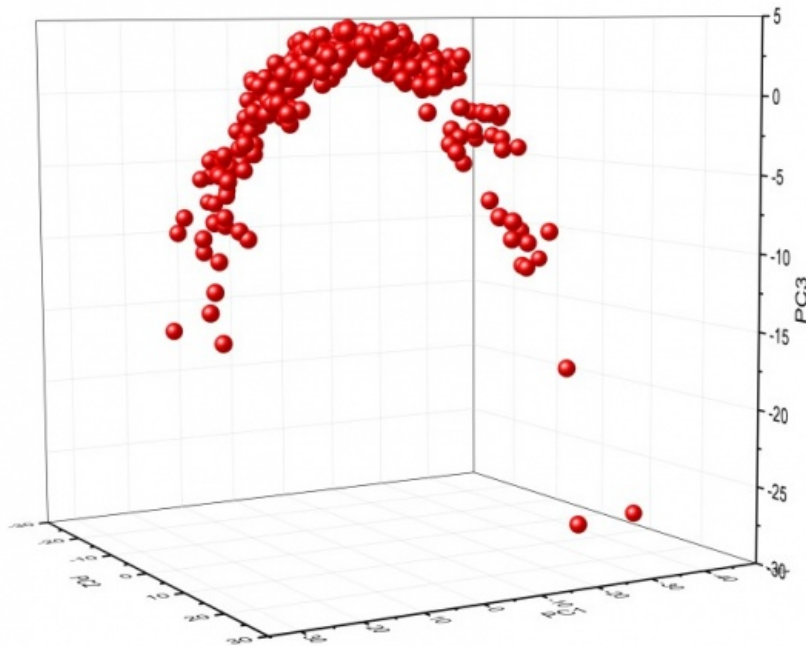
A megvizsgált Ikarusz boglárka (*P. icarus*) példányok származási helyének térképes ábrázolása. A szaggatott fekete vonal Európa és Ázsia határát jelöli. Színes bekarikázással kiemelve a négy kiválasztott teszterület
Forrás: MTA EK

A térképen a piros pontok mérete az adott helyről származó példányok számával arányos, a színes bekarikázás pedig két európai és két ázsiai teszterületet jelöl. Az egyes területekről származó példányok átlagolt fényvisszaverését mutatja az alábbi ábra.



Az európai (lila és narancssárga) és az ázsiai (kék és zöld) Ikarusz boglárka (*P. icarus*) hímek kék csúcsra (390 nm körül) normált fényvisszaverési görbéi. Jól látható, hogy az európai és az ázsiai spektrumok a kontinensen belül megegyeznek és a kontinensek között különböznek *Forrás: MTA EK*

Egy ilyen jellegű feladatra kifejlesztett matematikai módszerrel, az ún. főkomponens-elemzéssel megvizsgálva valamennyi megmért példány színét, az állapítható meg, hogy az egyes lepkék színének megfelelő pontok egy nyeregszerű eloszlást mutatnak (lásd az alábbi ábrán), amelynek a gerince az Európát Ázsiától elválasztó vonalra esik úgy, hogy bal oldalon az európai egyedek találhatóak, jobb oldalon pedig az ázsiaiak.



A megvizsgált Ikarusz boglárka (*P. icarus*) hímek eloszlása a főkomponens-elemzés alapján. Az ábrázolás az első három főkomponens figyelembevételével készült *Forrás: MTA EK*

Az először elvégzett vizsgálatok megmutatták, hogy az Ikarusz boglárkák esetében a hímek szerkezeti színe

- nagy stabilitást mutat egy adott kontinensen belül, az élőhely klimatikus viszonyaitól függetlenül
- adott élőhelyen a szín hosszú időn keresztül (100 év) stabil és a megfelelően tárolt példányok színe is nagyfokú stabilitást mutat
- a kontinensek közötti eltérések a jégkorszakok alatt kialakult lokális populációk jelenlétére utalnak

Továbbá, az alkalmazott módszerek kiválóan alkalmasak lehetnek más múzeumi példányok pontos, kvantitatív elemzésre anélkül, hogy szükség lenne a vizsgált példányok roncsolására, vagy újabb példányok begyűjtésére.

További információ

Biró László Péter, MTA EK Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet

biro.laszlo@energia.mta.hu

A Nanoszerkezetek Laboratórium honlapja [itt érhető el.](#)