



MAGYAR BIOFIZIKAI TÁRSASÁG

FOTOBIOLOGIAI MINISZIMPÓZIUM

PROGRAM és ÖSSZEFOGLALÓK

ONLINE FELÜLET | ZOOM

DEC 13, 2021 | 14:00-16:35

Az MBFT Fotobiológiai Szekciójának szervezésében

ISBN 978-615-01-3889-3

Kiadó: Magyar Biofizikai Társaság

Szerkesztők: Enkhbileg Enkhjin és Solymosi Katalin

PROGRAM

14:00-14:05

Megnyitó, köszöntés

14:05-14:20

Schubert Helga Fanni: Sóstressz hatása etioplasztiszok és kloroplasztiszok szerkezetére különböző lúdfű tilakoid ion transzporter mutánsokban

14:20-14:35

Pereszlényi Ádám: Schlieren optikával a zebrák feltételezett csíkos léghűtője nyomában. Van-e légörvénysor a napsütötte zebracsíkok fölött?

14:35-14:50

Széles Eszter: Microfluidic platforms designed for morphological and photosynthetic investigations of *Chlamydomonas reinhardtii* on a single cell level

14:50-15:10

Horváth Gábor: Miért keletre néz a napot már nem követő napraforgók virágzata?
A napraforgóvirágzat maximális fényenergiát nyel el, ha keletre néz és a délutánok felhősebbek a délelőttöknél



15:10-15:20

Szünet

15:20-15:35

Enkhjin Enkhbileg: Plastid differentiation and photosynthetic activity in the life of horse chestnut buds and leaves

15:35-15:50

Kovács Zoltán: A holdillúzió pszichofizikai vizsgálata festményeken és természetfotókon

15:50-16:05

Sóti Adél: Különböző ionok gátló hatása a zöldülésre búza (*Triticum aestivum* L.) növényekben

16:05-16:20

Egri Ádám: A dunavirág-védő fénySOROMPÓ optimális spektrumának nyomában

16:20-16:35

Zárszó

Zoom link:

<https://us02web.zoom.us/j/85624626689?pwd=Tk1VK0kyMXVObnhJMSstoVzRPOGJjUT09>

Meeting ID: 856 2462 6689

Passcode: 866183





ELŐADÁSOK ÖSSZEFOGLALÓI

(A program sorrendjében)

Sóstressz hatása etioplasztiszok és kloroplasztiszok szerkezetére különböző lúdfű (*Arabidopsis thaliana* L.) tilakoid ion transzporter mutánsokban

Schubert Helga Fanni*, Richard Hembrom, Roumaissa Ounoki, Solymosi Katalin

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Intézet, Növényismereti Tanszék

Email: helcsy98@gmail.com

A talaj magas sókoncentrációja világszerte egyre nagyobb problémát okoz a mezőgazdaságnak. Amellett, hogy akadályozza a növények vízfelvételét a talajból, felborítja az ionháztartást, és a levélbe jutó ionok gátolják a fotoszintézist, ezáltal károsan befolyásolva a növekedést és a termés hozamot is. A szakirodalomban többen is leírták, hogy a sóstressz a tilakoidmembránok duzzadását okozza sötétben nevelt növények speciális színtestjeiben, az etioplasztiszokban, illetve a fényen nőtt levelek zöld színtestjeiben is. A tilakoidmembránban azonosított ion transzport komponenseknek kitüntetett szerepe lehet a sóstressz során vagy annak tolerálásában, valamint a membránok szerkezetváltozásaiban is. Munkánkban vad típusú (Col) lúdfű (*Arabidopsis thaliana* L.) növényeket, illetve a tilakoidmembránjukban található VCCN feszültség-függő kloridion csatorna, CLCe kloridion csatorna és KEA3 káliumion-proton antiporter szimpla, dupla és tripla mutánsait vizsgáltuk, melyekből ezek a komponensek hiányoztak [1]. Transzmissziós elektronmikroszkópiával összehasonlítottuk a sötétben nevelt 1 hetes csíranövények etioplasztiszainak szerkezetét a mutánsokban; továbbá megvizsgáltuk a sóstressz hatását az etiolált növények színtestjeire, illetve az 1, 4 és 8 hétig fényen nevelt növények leveleinek különböző fejlettségi állapotú zöld színtestjeire, azok fotoszintetikus aktivitására és klorofill-protein komplexekének natív organizációjára is. Eredményeink hosszútávon elősegíthetik sótűrőbb növények nemesítését.

[1] Dukic, E., Herdean, A., Cheregi, O. *et al.* (2019) K⁺ and Cl⁻ channels/transporters independently fine-tune photosynthesis in plants. *Sci Rep* 9: 8639.

A munka az NKFIH OTKA FK 124748-as pályázatának és az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíjának támogatásával készült. Külön szeretnénk megköszönni Gergely Csillának az elektronmikroszkópos mintaelőkészítés során nyújtott kiemelkedő minőségű segítségét.

Schlieren optikával a zebrák feltételezett csíkos légűtője nyomában.

Van-e légörvénysor a napsűtötte zebracsíkok fölött?

Pereszlenyi Ádám^{1,2*}, Száz Dénes¹, Jánosi Imre¹, Horváth Gábor¹

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Fizika Tanszék, Környezetoptika Laboratórium

²Deutsches Meeresmuseum, Stralsund, Germany

Email: adam.peresz@gmail.com

Tudósok régóta vitatkoznak a zebracsíkok lehetséges biológiai szerepeiről. Az egyik hipotézis szerint, napsűtésben a zebracsíkok fölött periodikus konvektív légörvények keletkeznek, amelyek hűtik a testet. Azonban ilyen föl-leáramlásokból álló örvénysor kialakulásának lehetőségét még nem vizsgálták kísérletileg. Laboratóriumi Schlieren-képalkotással azt találtuk, hogy a napfényt utánzó erős fénnel megvilágított sima vagy szőrös csíkos felületek fehér csíkjai fölött nem formálódnak lefelé irányuló légáramlások a feltételezett örvénysor részeiként [1,2]. A csíkok hatása a légáramlások kialakulására feláramlások elősegítése és azok vízszintes sodródásának gátlása formájában a felület fölött néhány cm-nél magasabban már elhanyagolható. Habár szélcsendben a napsűtötte zebracsíkok fölött feláramlások alakulnak ki, azokat a leggyengébb szél is elfűjja, vagy akár a zebra leglassúbb mozgásakor ébredő ellenszellő is szétrombolja. E kísérleti eredmények cáfolják a napsűtötte zebracsíkok fölött keletkező hűtő hatású légörvénysorról szóló feltételezést.

[1] Ádám Pereszlenyi, Dénes Száz, Imre Miklós Jánosi, Gábor Horváth (2021) A new argument against cooling by convective air eddies formed above sunlit zebra stripes. *Scientific Reports* 11: 15797 (15 pages, doi: 10.1038/s41598-021-95105-4) + electronic supplement.

(<https://www.nature.com/articles/s41598-021-95105-4.epdf>)

[2] Pereszlenyi Ádám, Száz Dénes, Jánosi Imre, Horváth Gábor (2021) A zebrák légűtőjének kísérleti cáfolata. Van-e légörvénysor a zebracsíkok fölött? *Természet Világa* 152 (8): 348-354.

(https://arago.elte.hu/sites/default/files/ZebraSchlieren_TV.pdf)

Kutatásunkat a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal NKFIH K-123930 számú (Zebracsíkok termofiziológiai vizsgálata: új magyarázat a zebracsíkok szerepére) pályázata támogatja.

Microfluidic platforms designed for morphological and photosynthetic investigations of *Chlamydomonas reinhardtii* on a single cell level

Eszter Széles^{1,2*}, Krisztina Nagy³, Ágnes Ábrahám^{3,4}, Sándor Kovács^{1#}, Anna Podmaniczki¹, Valéria Nagy¹, László Kovács¹, Péter Galajda³, Szilvia Z. Tóth¹

¹Institute of Plant Biology, Biological Research Centre, Szeged, Hungary

²Doctoral School of Biology, University of Szeged, Szeged, Hungary

³Institute of Biophysics, Biological Research Centre, Szeged, Hungary

⁴Doctoral School of Multidisciplinary Medical Sciences, University of Szeged, Szeged, Hungary

Institute for Zoology, Experimental Morphology, University of Cologne, Cologne, Germany

Email: szeles.eszter@brc.hu

Chlamydomonas reinhardtii is a model organism of increasing biotechnological importance, yet the evaluation of its life cycle processes and photosynthesis on a single-cell level is largely unresolved. To facilitate the study of the relationship between morphology and photochemistry, we established microfluidics platforms that can be used in combination with chlorophyll-*a* fluorescence induction measurements. We developed two types of microfluidic devices for single-cell investigations: i) The traps of the "Tulip" device are suitable for capturing and immobilizing single cells, enabling the assessment of their photosynthesis for several hours without binding to a solid support surface. Using this "Tulip" platform, we could perform high-quality non-photochemical quenching measurements and confirm our earlier results on bulk cultures that non-photochemical quenching is higher in ascorbate-deficient mutants (*Crvtc2-1*) than in the wild type. ii) The "Pot" platform was designed for capturing single cells but allowing the growth of the daughter cells within the traps. Using our most performant "Pot" device, we could demonstrate that the F_v/F_m parameter, an indicator of photosynthetic efficiency, varies considerably during the cell cycle. Our microfluidic devices, therefore, represent versatile platforms for the simultaneous morphological and photosynthetic investigations of *C. reinhardtii* on single cell level.

Miért keletre néz a napot már nem követő napraforgók virágzata?
A napraforgóvirágzat maximális fényenergiát nyel el, ha keletre néz és a délutánok felhősebbek a délelőttöknél

Horváth Gábor*, Virágh Balázs, Horváth Dániel, Slíz-Balogh Judit,
Horváth Ákos, Egri Ádám, Jánosi Imre

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Fizika Tanszék, Környezetoptika
Laboratórium

Email: gh@arago.elte.hu

A napraforgó (*Helianthus annuus*) virágzata a virágképzés után állandóan kelet felé néz, s ettől kezdve már nem követi a Napot. Habár e keleti orientáció ökológiai okaira korábban számos magyarázatot is javasoltak, egyet sem ellenőriztek kielégítően. Előadásomban a napraforgóvirágzat keleti irányulásának egy új környezetoptikai magyarázatát ismertetem. A Nap égi mozgása számított csillagászati adatainak, az amerikai Boone County (aminek környékéről származik a házasított napraforgó), valamint Közép-Olaszország, Közép-Magyarország és Dél-Svédország mért felhőzettségi adatainak, az érett napraforgófej mért időfüggő elevációs szögének, valamint a napraforgófej virágzata és hátoldala mért elnyelési spektrumainak felhasználásával kiszámítottuk a virágzat és a fejhát által elnyelt fényenergiát a fej virágképzésének vége és a magok teljes érése között [1,2,3]. Megállapítottuk, hogy ha a délutánok általában felhősebbek a délelőttöknél, akkor a keletre néző napraforgóvirágzat nyeli el a legtöbb fényenergiát, ami előnyt jelent a magtermelés és magérés szempontjából, továbbá a virágzat nyugati orientációja előnyösebb lenne, mint a déli. Mindennek fő oka, hogy a napraforgó eredeti házasítási és későbbi fő termesztési területein délután nagyobb az átlagos felhővalószínűség, mint délelőtt. Mivel a napraforgófej fotoszintetizáló zöld háta akkor nyeli el a legtöbb fényenergiát, amikor a virágzat nyugatra néz, a zöld fejhát által elnyelt fényenergia maximalizálása nem magyarázhatja a virágzat keletre nézését. Ugyanezen eredményeket kaptuk Közép-Olaszország és Közép-Magyarország esetében is, ahol a délelőttök szintén többnyire kevésbé felhősek, mint a délutánok. Ezzel szemben Dél-Svédországban a délelőttök zömében felhősebbek a délutánoknál, miáltal a nyugatra néző napraforgóvirágzat nyeli el a legtöbb fényenergiát. Szerintünk a napraforgók érett virágzata kelet felé rögzült irányának egyik oka az, hogy házasításuk egy olyan földrajzi régióban történt, ahol a délutánok túlnyomórészt felhősebbek a délelőttöknél.

[1] Gábor Horváth, Judit Slíz-Balogh, Ákos Horváth, Ádám Egri, Balázs Virágh, Dániel Horváth, Imre M. Jánosi (2020) Sunflower inflorescences absorb maximum light energy if they face east and afternoons are cloudier than mornings. *Scientific Reports* 10: 21597. (15 pages, doi: 10.1038/s41598-020-78243-z) (www.nature.com/articles/s41598-020-78243-z)

[2] Horváth Gábor, Virágh Balázs, Horváth Dániel, Slíz-Balogh Judit, Horváth Ákos, Egri Ádám, Jánosi Imre (2021) Miért keletre néz a Napot már nem követő napraforgók (*Helianthus annuus*) virágzata? 1. rész: Környezetoptikai számítások és biológiai mérések. *Fizikai Szemle* 71 (7-8): 226-234 + címlap. (https://arago.elte.hu/sites/default/files/%2BNapraforgo-I_FSz_2021.pdf)

[3] Horváth Gábor, Virágh Balázs, Horváth Dániel, Slíz-Balogh Judit, Horváth Ákos, Egri Ádám, Jánosi Imre (2021) Miért keletre néz a Napot már nem követő napraforgók (*Helianthus annuus*) virágzata? 2. rész: A napraforgóvirágzat maximális fényenergiát nyel el, ha keletre néz és a délutánok felhősebbek a délelőttöknél. *Fizikai Szemle* 71 (9): 300-309.

(https://arago.elte.hu/sites/default/files/Napraforgo-II_FSz.pdf)

Plastid differentiation and photosynthetic activity in the life of horse chestnut buds and leaves

Enkhjin Enkhbileg*, Solymosi Katalin

Eötvös Loránd University, Faculty of Science, Institute of Biology, Department of Plant Anatomy, Budapest

Email: enkhjin_0525@yahoo.com

Previous studies on the medicinally important yet vulnerable ornamental horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) have described special plastid developmental pathways in leaf primordia of closed buds from winter and after bud break [1, 2]. It was shown that chlorophyll pigments are present in the young leaf primordia of winter buds, but during bud break, the biosynthesis of chlorophyll and chloroplast differentiation is inhibited for a short, transient period in the inner leaf primordia of opening buds due to the shading effect of bud scales and outer leaf primordia.

In the present study, we were primarily interested in plastid differentiation of leaf primordia of buds from their initialization during previous summer, throughout autumn, winter and next year's bud break, as well as in fully developed green summer leaves and senescing autumn leaves. In addition to detailed monitoring of plastid differentiation pathways, we aimed to characterize the function of the photosynthetic apparatus at each developmental stage in light and dark conditions using chlorophyll fluorescence induction measurements, and also to comparatively examine the structure and function of plastids in leaves infected by the horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*). Acquiring a complex view about the photosynthetic activity from a newly formed bud until senescence may be useful for early diagnosis of biotic or abiotic stressors in horse chestnut trees.

[1] Solymosi K., Bóka K., Böddi B. (2006) Transient etiolation: protochlorophyll(ide) and chlorophyll forms in differentiating plastids of closed and breaking leaf buds of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*). *Tree Physiology* 26 (8): 1087-1096.

[2] Solymosi K., Morandi D., Bóka K., Böddi B., Schoefs B. (2012) High biological variability of plastids, photosynthetic pigments and pigment forms of leaf primordia in buds. *Planta* 235 (5): 1035-1049.

The work was supported by the NKFIH OTKA K 135607. We are grateful to Csilla Gergely for skillful technical assistance with electron microscopic sample preparation.

A holdillúzió pszichofizikai vizsgálata festményeken és természetfotókon

Kovács Zoltán*, Udvarnoki Zoltán, Papp Eszter, Horváth Gábor

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Fizika Tanszék, Környezetoptika Laboratórium

Email: k.ztoli17@gmail.com

Holdillúzióknak nevezik azon optikai érzéksalódást, amikor az emberek a horizont közelében lévő hold- és napkorongot vagy csillagképet nagyobbak érzékelik, mint az égbolton magasabban (például a zenit közelében) elhelyezkedőt. Kialakulásának okára több elmélet is született, de még manapság sincs egy általánosan elfogadott magyarázat e vizuális illúzióra. Előadásomban összefoglalom a holdillúziót magyarázni próbáló híresebb elméleteket, valamint röviden ismertetem e vizuális érzéksalódást vizsgáló jelentősebb pszichofizikai kísérleteket és azok eredményeit. Utána a saját holdillúziós pszichofizikai kísérleteinket és eredményeit mutatom be [1,2,3]. Végül kitérek a holdillúziótól teljesen különböző szuperhold-jelenségre is.

[1] Zoltán Kovács, Zoltán Udvarnoki, Eszter Papp, Gábor Horváth (2021) Psychophysical study of the moon illusion in paintings and landscape photos. *Proceedings of the Royal Society A* 477 (2245): 20200737 (14 pages, doi: 10.1098/rspa.2020.0737) + electronic supplement.

(https://arago.elte.hu/sites/default/files/MoonIllusion_ProcA.pdf)

[2] Kovács Zoltán, Udvarnoki Zoltán, Papp Eszter, Horváth Gábor (2020) A holdillúzió pszichofizikai vizsgálata festményeken és természetfotókon. 1. rész: Amit a holdillúzióról tudni érdemes. *Fizikai Szemle* 70 (12): 412-418 + címlap.

(https://arago.elte.hu/sites/default/files/Holdilluzio-I_FSz.pdf)

[3] Kovács Zoltán, Udvarnoki Zoltán, Papp Eszter, Horváth Gábor (2021) A holdillúzió pszichofizikai vizsgálata festményeken és természetfotókon. 2. rész: A holdillúzió festményeken és fényképeken mért értéke. *Fizikai Szemle* 71 (1): 3-10.

(https://arago.elte.hu/sites/default/files/Holdilluzio-II_FSz.pdf)

Különböző ionok gátló hatása a zöldülésre búza (*Triticum aestivum* L.) növényekben

Sóti Adél*, Roumaissa Ounoki, Kósa Annamária, Solymosi Katalin

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Intézet, Növénysszervezettani Tanszék

Email: odyl144@gmail.com

A mezőgazdasági gyakorlat során a búza (*Triticum aestivum* L. cv. Mv Béres) szemterméseket a talajba 5-10 cm mélyre vetik el. A talajban kezdetben sötétben fejlődő csíranövények leveleiben etioplasztiszok képződnek, és a levelek és színtestjeik is közvetlenül ki lehetnek téve a rosszabb minőségű művelt területeken vagy a télen jégtelenítés céljából szózott utak mentén a magas sókoncentrációjú talajoldatnak. Munkánk során azt vizsgáltuk, hogy különböző koncentrációjú sóoldatokon (300 mM NaCl, 600 mM NaCl, 600 mM Na-aszkorbát, 600 mM NaNO₃, 600 mM KNO₃, 600 mM KCl, 300 mM CaCl₂, 600 mM NH₄Cl, illetve 600 mM 600 mM NH₄NO₃ oldat) sötétben 1,5 óráig úsztatott levélszegmensekben 16 óra folytonos fehér fényű megvilágításon beindul-e a klorofill bioszintézis és az etioplasztisz-kloroplasztisz átalakulás, és kiépülnek-e a fotoszintetikus apparátusra jellemző klorofill-protein komplexek. Több esetben (600 mM NaCl, 600 mM Na-aszkorbát, 600 mM NaNO₃, 600 mM NH₄Cl, 600 mM NH₄NO₃) utóbbiak helyett egy 680 nm fluoreszcencia emissziós maximumú klorofill(id)-protein komplex jelent csak meg, az etioplasztisz-kloroplasztisz átalakulás nem ment végbe, a protilakoidok jellegzetes duzzadása volt megfigyelhető. Mindezek eredményeként a fotoszintetikus apparátus sem épült ki és fotoszintetikus aktivitás sem jelent meg a levélszegmensekben. A 300 mM NaCl, 600 mM KCl, 300 mM CaCl₂, vagy 600 mM KNO₃ oldattal való kezelés hatására a zöldítés folyamán beindul a klorofill szintézis, és kialakulnak a zöld levelekre jellemző pigment-protein komplexek és gránumok, azonban ezek a folyamatok a kontrollnál lassabban mennek végbe, színtestjeik a gránumok mellett tartalmaznak még az etioplasztiszra jellemző prolamelláris test maradványokat is, ezért etio-kloroplasztiszoknak tekinthetők. Eddigi eredményeink alapján nagy koncentrációban (600 mM) a zöldülésre a legerősebb specifikus gátló hatással a Na⁺ ion bír (minden vizsgált anion mellett gátol), míg a K⁺ és Cl⁻ ionok ilyen koncentrációban önmagukban nem, csak egymás vagy egyéb gátló ionok együttes szinergikus hatása esetén akadályozzák a klorofill szintézist. A fentiek alapján ellenjavallt a Na⁺ tartalmú sókeverékek alkalmazása télen az utak jégtelenítése céljából.

A munka az NKFIH OTKA FK 124748-as pályázatának és az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíjának támogatásával készült. Külön szeretnénk megköszönni Gergely Csillának az elektronmikroszkópos mintaelőkészítés során nyújtott kiemelkedő minőségű segítségét.

A dunavirág-védő fénysorompó optimális spektrumának nyomában

Egri Ádám^{1*}, Mészáros Ádám^{1,2}, Kriska György^{1,3}

¹Ökológiai Kutatóközpont, Vízi Ökológiai Intézet

²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Környezettudományi Doktori Iskola

³Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Intézet, Biológiai Szakmódszertani Csoport

Email: egri.adam@ecolres.hu

A mesterséges fényforrások élővilágra gyakorolt negatív hatásait egyre többen vizsgálták az elmúlt évtizedekben. A rovarok fényhez való vonzódása mindenki számára ismert jelenség, ami kérészek tömegrajzásakor különösen látványos. Erre Magyarországon a védett dunavirág (*Ephoron virgo*) rajzása a legjobb példa. Az utóbbi években látványos dunavirág rajzásokat figyelhattunk meg a Duna mentén, de nem ritka a rajzás a Rábán, az Ipolyon, vagy a Sajón sem. A mesterséges fények azonban, különösképpen hidaknál, megzavarják a rajzás természetes lefolyását, ami a kérészek és petéik folyón kívül történő tömeges pusztulásával is járhat. Korábban már rávilágítottunk arra, hogy a hidak aljára szerelt fényforrásokkal, úgynevezett fénysorompókkal a víz felé terelhetőek a kérészek és megakadályozható a tömeges pusztulás a szárazon. Így egyrészt a híd felülete tisztán tartható, másrészt pedig a kérészek utódgenerációja sem szenved akkora kárt. A téma folytatásaként elsődleges célunk az volt, hogy meghatározzuk a dunavirág fényhez való vonzódásának hullámhossz-függését. Más szóval arra a kérdésre kerestük a választ, hogy milyen spektrumú fénnel lehet igazán hatékonyra tenni egy kérészvédő fénysorompót. Terepkísérletekben azonos fényintenzitású, monokromatikusnak tekinthető lámpákkal mértük a dunavirág és a *Caenis macrura* nevű kérészfajok fényhez való vonzódásának hullámhossz-függését a 432–744 nanométeres spektrális tartományban. Megállapítottuk, hogy e kérészek fototaxisa a hullámhossz csökkenésével erősödik. Emellett megbecsültük hogy a széles körben használt fényforrás típusok mennyire vonzóak a dunavirág számára. Eredményeink szerint a főként rövid hullámhosszú fények (az emberi szem számára hideg fehér / kékes színű) sokkal vonzóbbak a dunavirág, és egyéb este aktív kérészfajok számára, mint azok a lámpatípusok, amiknek spektruma hosszabb hullámhosszakban gazdagabb (meleg fehér / sárgás). Végül beszámolunk a legelső, spektrálisan optimális kérészvédő fénysorompóról, ami a tahitótfalui Tildy Zoltán hídon épült ki 2019-ben.

[1] Mészáros Á., Kriska Gy., Egri Á. (2021) Spectral optimization of beacon lights for the protection of night-swarming mayflies. *Insect Conservation and Diversity*. 14: 225–234. (doi: 10.1111/icad.12446)

A 131738 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a PD_19 pályázati program finanszírozásában valósult meg.