

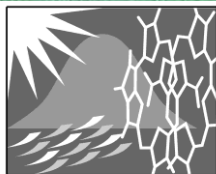
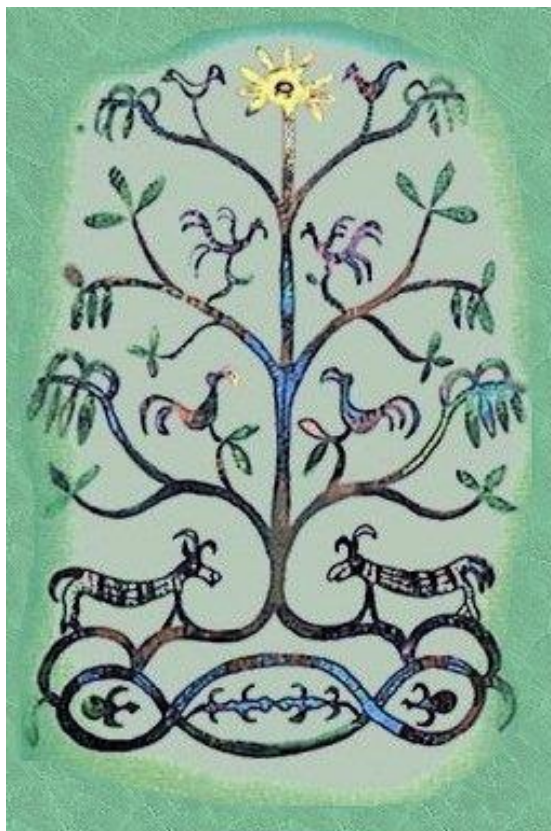
# Hazai Fotoszintézis-kutatók Találkozója

2018. november 7-9.

Mátrafüredi Akadémiai Üdülő

3232 Mátrafüred, Akadémia u. 1-3.

## PROGRAM és ÖSSZEFOGLALÓK



A Fotoszintézis - Élet a Fényből Alapítvány szervezésében

ISBN 978-615-00-3750-9

2018

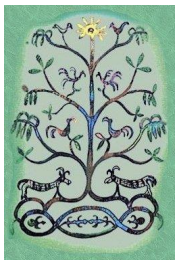
**Szervezőbizottság:**

Garab Győző és Janda Tibor (társ-elnökök)  
Darkó Éva  
Pál Magda  
Pusztai Magdolna  
Solymosi Katalin  
Zsiros Ottó

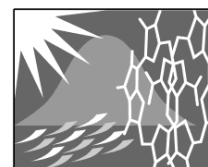
**Támogatók:**

ABL&E-JASCO Magyarország Kft.  
Auro-Science Consulting Kft.  
Diagnosticum Zrt.  
Heinz Walz GmbH  
LEDIUM Kft.  
NATUR AGRO Hungária Kft.  
Photon System Instruments (PSI)  
Syngenta Kft.

**Kiadó:** Fotoszintézis – Élet a fényből Alapítvány  
**Szerkesztette:** Garab Győző, Janda Tibor, Solymosi Katalin  
Darkó Éva, Pál Magda



# PROGRAM - ELŐADÁSOK



## 2018. november 7. (szerda)

- 16:00-** Érkezés, regisztráció  
**17:30-18:30:** Vacsora  
**18:30-** Kötetlen program, eszmecsere

## 2018. november 8. (csütörtök)

- 8:00-9:00:** Reggeli  
**9:00-9:30:** Megnyitó, köszöntés, gyakorlati tudnivalók (*Janda Tibor, Darkó Éva, Solymosi Katalin*)

Photosynthesis 2.0- Plants by design: towards a bio-society (*Garab Győző*)

- 9:30-10:45: Előadások.** Levezető elnökök: Janda Tibor és Solti Ádám  
**Maróti Péter** Fotoszintetizáló baktériumok fluoreszcenciájának indukciója: elmélet és gyakorlat  
**Ughy Bettina** Cianobakteriális osztódás és fotoszintézis vizsgálata proteinszármazékokkal  
**Kós Péter** Szinglet oxigén hatása a *Synechocystis* PCC6803 génexpressziójára  
**Csekő Richárd** Nanobionika a fotoszintézisben

### 10:45-11:00: Kávészünet

- 11:00-12:30: Előadások.** Levezető elnökök: Tari Irma és Darkó Éva  
**Kozma-Bognár László** Hogyan javítja a cirkadián óra a fotoszintézis hatékonyságát?  
**Poór Péter** A kitozán által kiváltott immunválasz fényregulációja és napszak függése paradicsomban: a zárósejtek fotoszintézisének szerepe  
**Éva Csaba** Lehetőségek a fotoszintetikus hatékonyság javítására  
**Janda Tibor** A fény szerepe az alacsony hőmérsékleti akklimációban

### 12:30-13:30: Ebéd

- 14:00-15:30: Előadások.** Levezető elnökök: Dulai Sándor és Kós Péter  
**Solymosi Katalin** Plasztiszok invazív és nem-invazív szerkezetvizsgálati lehetőségei különböző stresszkezelések alatt  
**Majláth Imre** Az exogén metilglioxál kezelés hatása a búza asszimilációjára alacsony hőmérsékleten  
**Solti Ádám** A kloroplasztiszok vasfelvételének és fotoszintetikus apparátusának kapcsolatai  
**Borbély Péter** Az etilén prekursor, 1-aminociklopropán-1-karbonsav hatása paradicsom növények fotoszintetikus aktivitására

**15:30-15:45: Kávészünet**

**15:45-17:15: Előadások.** Levezető elnökök: Pál Magda és Maróti Péter

**Vass Imre** Fotoszintetikus elektrontranszport folyamatok modellezése

**Szabó Milán** A korallokkal szimbiózisban élő alga, *Symbiodinium* sp. fotoszintetikus elektrontranszport-folyamatainak jellemzése

**Tóth Dávid** A PHT7, egy feltételezett aszkorbát-transzporter vizsgálata *Chlamydomonas reinhardtii*-ban

**Podmaniczki Anna** Hatékony fotoautotróf H<sub>2</sub>-termelés megvalósítása *Chlamydomonas reinhardtii* zöldalgával

**17:30-18:30: Vacsora**

**18:30- Kötetlen program** (evés-ivás, eszmecsere, közös éneklés, tánc)

## **2018. november 9. (péntek)**

**8:00-9:00: Reggeli**

**9:00-10:30: Előadások.** Levezető elnökök: Droppa Magdolna és Kozma-Bognár László

**Marschall Marianna** Újranedvesedés alatti fényvédelmi és regenerációs mechanizmusok háttérfolyamatainak, komponenseinek vizsgálata kiszáradástűrő és kiszáradásérzékeny mohafajokban

**Dulai Sándor** Befolyásolják-e a töbrök mikro-léptékű klimatikus gradienesei a fotoszintetizáló apparátus hőmérsékleti toleranciáját?

**Zelenyászi Helga** Alacsony-költségvetésű növénynevelő rendszerek fejlesztése és tesztelése

**Teszlák Péter** Fotoszintézis napimenet szőlő (*Vitis vinifera* L.) levelekben: a gázcsere és a polifenol összetétel rövidtávú változásai a környezeti tényezők függvényében

**10:30-10:45: Szünet**

**10:45-12:15: Előadások.** Levezető elnökök: Solymosi Katalin és Vass Imre

**Garab Győző** A tilakoidmembránok szerkezeti és funkcionális flexibilitása

**Petar H. Lambrev** Electronic couplings and excitation energy fluxes in the thylakoid membrane

**Lingvay Mónika** A fotoszintézis inaktiválása az antenna szintjén: az LHCII érzékenysége közvetlen fotokárosodásra

**Magyar Melinda** Fényindukált konformáció-változások igazolása a második fotokémiai rendszer reakciócentrumában – a variábilis fluoreszcencia eredete

**12:15- Zárszó**

**12:30-13:30: Ebéd, „táborbontás”**

**ELŐADÁSOK**  
**ÖSSZEFOGLALÓI**  
(Az előadások sorrendjében)

# Fotoszintetizáló baktériumok fluoreszcenciájának indukciója: elmélet és gyakorlat

Kis Mariann<sup>1</sup>, Sa'ed Al-Atawneh<sup>1</sup>, Smart James<sup>2</sup>, Maróti Péter<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>SZTE TTK-ÁOK Orvosi Fizikai Intézet

<sup>2</sup>Tennessee Egyetem Biológiai Intézet, Martin, USA

\*email: [pmaroti@sol.cc.u-szeged.hu](mailto:pmaroti@sol.cc.u-szeged.hu)

A fotoszintetikus egységek (PSU) közötti gerjesztési energia átadása klasszikus Joliot (később Lavergne-Trissl) elmélete [1] hiányosságainak felderítésére *Rhodobacter sphaeroides* fotoszintetizáló baktériumokon párhuzamosan mértük a fluoreszcencia hatásfokának ( $\varphi$ ) emelkedését és a reakciócentrumok (RC) bezáródását (az oxidált dimer mennyiségét,  $[P^+]$ -t) gerjesztő fény hatására (indukció, [2]), valamint ezt követően sötétben  $\varphi$  lecsengését és a bezárt RC-ok fokozatos kinyitását (relaxáció, [3]). A RC többszöri átfordulásának kiküszöbölésére olyan mutánst (*cycA*) állítottunk elő, amelyből hiányoznak a  $P^+$  gyors visszaredukálásáért felelős citokrómok [4]. A kinetikákból meghatározott  $\varphi$  vs.  $[P^+]$  függvények nyilvánvaló eltéréseket mutatnak a Joliot-elméletből számítottakkal: 1) az indukcióban és relaxációban mért görbék különböznek, 2) a  $0 < p < 1$  csatolási paraméter nem állandó, hanem a nyitott/zárt PSU-k arányától függ, 3) a hiperbola nem merőleges szárú, és 4) mérési pontok szisztematikusan eltérnek a számított görbétől. A megfigyelt eltéréseket azzal magyarázzuk, hogy a zárt PSU-k térbeli eloszlása nem marad véletlenszerű az indukció során (mint ahogy azt a Joliot elmélet feltételezi), hanem csomósodások lépnek fel a PSU-k közötti energetikai csatolás miatt.

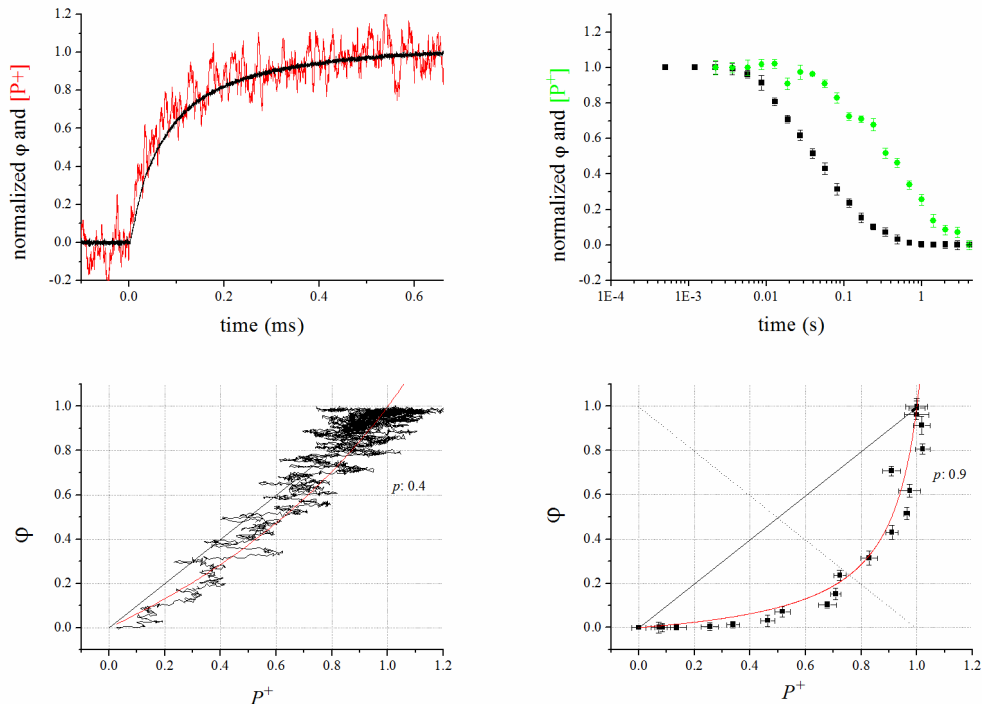
[1] de Rivoyre M, Ginet N, Bouyer P, Lavergne J (2010) BBA 1797:1780.

[2] Maróti P (2016) In: Handbook of Photosynthesis (ed. Pessaraki M) CRC Press: Boca Raton, pp. 463.

[3] Asztalos E, Sipka G, Maróti P (2014) Photosynth Res 124:31.

[4] Sipka G, Kis M, Smart JL, Maróti P (2018) Photosynthetica 56:125.

A munka az EFOP-3.6.2-16-2017-00001 támogatásával készült.



A bakterioklorofill fluoreszcencia hatásfokának ( $\varphi$ ) és a RC dimer oxidálásának ( $P^+$ ) időbeli változásai (fent) valamint a közöttük levő kapcsolat (lent) indukcióban (balra) és relaxációban (jobbra) *Rhodobacter sphaeroides* citokrómmentes mutánsának (*cycA*) intakt sejtjeiben mérve.

## **Cianobakteriális osztódás és fotoszintézis vizsgálata proteinszármazékokkal**

Leitner Izabella<sup>1</sup>, Kis Mihály<sup>1</sup>, Domonkos Ildikó<sup>1</sup>, Valkai Ildikó<sup>1</sup>, Szilák László<sup>2</sup>,  
Ughy Bettina<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>MTA SZBK Növénybiológiai Intézet

<sup>2</sup> Szilák Labor Bioinformatikai és Molekulatervező Kft.

\*email: [ughy.bettina@brc.mta.hu](mailto:ughy.bettina@brc.mta.hu)

A tudomány a bakteriális sejtosztódás mechanizmusában megosztott. A folyamat egyik fontos lépése az osztódási sík kijelölése. Több faktor is befolyásolja az osztódási gyűrű képződését és lokalizációját, így a sejtmembrán összetétele [1] és az ezt alkotó FtsZ fehérjék kapcsolódása.

A cianobakteriális osztódási folyamatok tanulmányozása közvetlenül biotechnológiai, közvetve pedig növényi plasztisz-kutatási célt szolgál. Vizsgáljuk cianobaktériumokban az osztódási sík kialakulását, ehhez létrehoztunk egy fluoreszcens FtsZ-GFP fehérjét. A riporter molekula segítségével nyomon követhetjük az FtsZ-gyűrűt, illetve a gyűrűvel létrejövő kölcsönhatásokat.

Eddigi megállapításaink a következők: Az osztódási sík kijelölésében, és a kialakuló sejtmorfológiában az FtsZ döntő fontosságú, de az osztódásnak csak szükséges feltétele. Az FtsZ gyűrű a sejtek két végétől szimmetrikusan alakul ki.

[1] Kóbori TO, Uzumaki T, Kis M, Kovács L, Domonkos I, Itoh S, Krynická V, Kuppusamy SG, Zakar T, Dean J, Szilák L, Komenda J, Gombos Z, Ughy B (2018) J Plant Physiol 223:96.

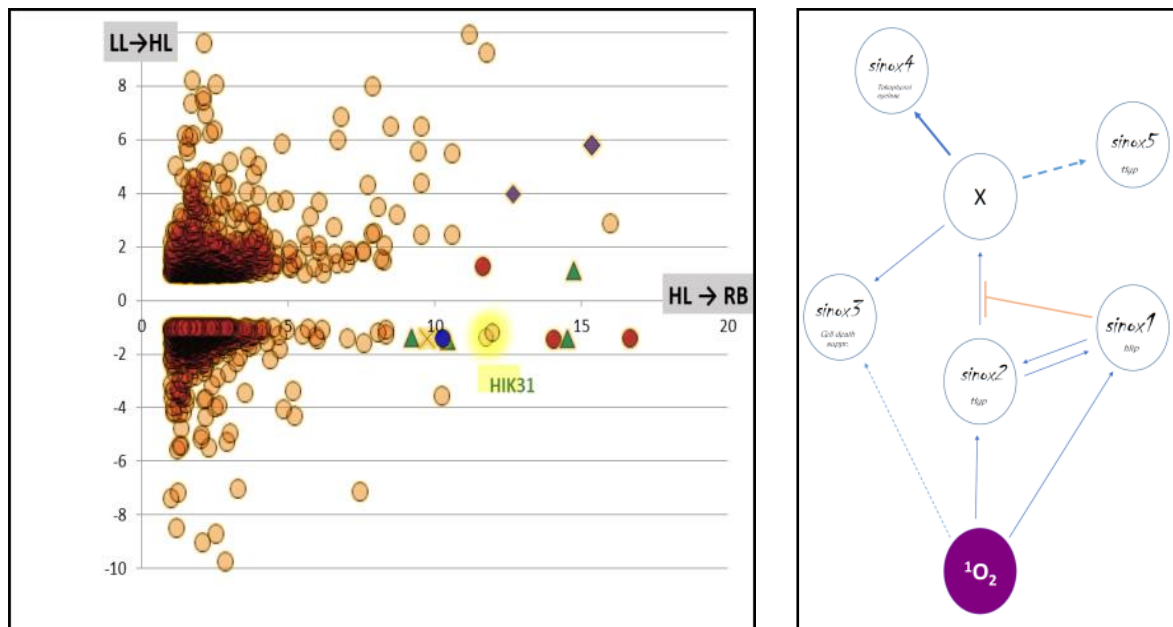
A munka a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal GINOP-2.3.2-15-2016-00058-as pályázatának és az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának, valamint az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíjának támogatásával készült.

**Szinglet oxigén hatása a *Synechocystis* PCC6803 génexpressziójára**  
 Kós Péter\*, Ivy Mallick, Prithwiraj Kirtania, Hódi Barbara, Patyi Gábor, Vass Imre  
 MTA SZBK Növénybiológiai Intézet  
 \*email: [kos.peter@brc.mta.hu](mailto:kos.peter@brc.mta.hu)

Magas fényintenzitás hatására az aerob fotoszintetizáló szervezetekben keletkező szinglet oxigén ( $^1O_2$ ) egy különösen reakcióképes reaktív oxigénforma (ROS), aminek a fotoszintetikus rendszerek károsításával elsőrendű szerepe van fotoinhibíció kialakulásában. A  $^1O_2$  kimutatására rendelkezésre állnak módszerek *in vitro* és növényi *in vivo* rendszerekben, valamint kidolgoztunk egy módszert [1] a felülúszóba kijutó  $^1O_2$  mérésére, azonban cianobaktériumokban az intracelluláris  $^1O_2$  mérése máig nem megoldott. Célunk a  $^1O_2$  szelektív kimutatása, sejten belüli mérése, és a  $^1O_2$  elleni védekezés, valamint az ezzel kapcsolatos szignálátviteli folyamatok feltérképezése volt. Megvizsgáltuk a cianobaktérium génjeinek expressziójában külső forrásból származó  $^1O_2$  hatására bekövetkező változásokat. A változó expressziót mutató gének közül kiválasztottunk néhány olyat, amelyek specifikusak voltak, vagyis más ROS formákra nem reagáltak, majd ezeket inaktiváltuk. Az ezen géneknél deléciós mutánsok vizsgálatával következtetünk az adott gének elhelyezkedésére a  $^1O_2$  kiváltotta jelátviteli útvonalon. A specifikusan aktiválódó promoterek felhasználásával olyan szenzor konstrukciókat készítettünk, amikkel kimutatható a  $^1O_2$  sejten belüli jelenléte és mennyisége. A gén funkciók vizsgálatának egyszerűsítésére géncsendesítési módszert dolgozunk ki.

[1] Rehman AU, Cser K, Sass L, Vass I (2013) Biochim Biophys Acta 1827:689.

A munka az NKFIH OTKA K116016 pályázatának támogatásával készült.



A gének expressziójának magas fényintenzitás és  $^1O_2$  hatására bekövetkező változása *Synechocystis* PCC6803 cianobaktériumban (baloldali kép), valamint ezeknek a mutációk hatására történt módosulása alapján feltételezett szignálátviteli útvonalak (jobb oldali kép)

## Nanobionika a fotoszintézisben

Csekő Richárd<sup>1\*</sup>, Szabó Tibor<sup>1,2</sup>, Greta Urbonaite<sup>3</sup>, Ieva Bagdanavičiute<sup>3</sup>, Nagy László<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SZTE ÁOK-TTIK Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet, Szegedi Tudományegyetem

<sup>2</sup>MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen

<sup>3</sup>Vytautas Magnus University, Kaunas, Litvánia

\*email: [csekorichard@gmail.com](mailto:csekorichard@gmail.com)

Napjainkban különös figyelem irányul a biológiai rendszerek lehetséges integrálására technológiai alkalmazásokban, legfőképpen kivételes hatékonyságuk és specificitásuk miatt. Ezen tulajdonságaik azonban legtöbbször csak természetes környezetükben, natív állapotban jellemzik őket. Kutatócsoportunk fő célja ezeknek az előnyöknek a kiaknázása mesterségesen létrehozott környezetben, ahol a biológiai komponens működését különböző hordozók stabilizálják ún. biohibrid rendszerekben. Laborunkban már több mint 30 éve folynak kutatások a *Rhodobacter sphaeroides* bíborbaktérium fotoszintetikus reakciócentrum (RC) fehérjéjével, mely egyedülálló, közel 100%-os kvantumhatásfokkal képes a fényenergiát kémiai energiává alakítani. Ennek az utolérhetetlen energia-átalakító hatékonyságnak az *in vitro* alkalmazása ma is igen fontos kihívás a tudományos fejlődés számára. Kutatásaink során a RC fehérjét több különböző szénalapú és egyéb hordozóra kötöttük, sikeresen immobilizáltuk az aktivitás fenntartása mellett fizikai és kémiai módszerekkel egyaránt, valamint ezen rendszerekben a fotoelektromos tulajdonságait nedves és száraz körülmények között vizsgáltuk. Működő modell-rendszereket hoztunk létre szén-nanocső illetve grafén hordozó használatával, valamint porózus szilícium, volfrám-trioxid és indium-ón-oxid hordozókkal. A szénalapú minták RC/hordozó arányát C<sup>14</sup> izotópos vizsgálattal határoztuk meg az MTA Atommagkutató Intézet laboratóriumával együttműködésben.

A munka az EFOP-3.4.3-16-2016-00014 és EFOP-3.6.2-00005, a GINOP-2.3.2-15-2016-00009 'IKER' és a Swiss Contribution SH/7/2/20 pályázatok támogatásával készült.

## Hogyan javítja a cirkadián óra a fotoszintézis hatékonyságát?

Kozma-Bognár László<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>MTA SZBK Növénybiológiai Intézet

<sup>2</sup>SZTE TTIK Genetikai Tanszék

\*email: [kozma@brc.hu](mailto:kozma@brc.hu)

A cirkadián óra olyan genetikai alapokon nyugvó időzítő mechanizmus, amely napi ritmikus megjelenést biztosít az általa szabályozott molekuláris és élettani folyamatoknak. Az óra központi részét az óragének és órafehérjék bonyolult hálózata alkotja, amelyek negatív visszacsatolás formájában szabályozzák önmaguk és egymás kifejeződését, így létrehozva az elsődleges 24 órás oszcillációt az óragének kifejeződésének szintjén. Ez az alap-oszcilláció, mint egyfajta karmester, számos életfolyamat megjelenését szabályozza olyan módon, hogy azok az arra legmegfelelőbb napszakban történjenek.

Kimutattuk, hogy különböző növényi életfolyamatok, leginkább a fotoszintézis megfelelő napszakra történő precíz időzítése nagy jelentőséggel bír a növények optimális fejlődése szempontjából. Az óra működésében sérült mutánsok analízisével igazoltuk, hogy az óra által jelzett időnek a valós időtől történő mindössze néhány órás eltérése a fotoszintetikus aktivitás és a zöld biomassza-termelés csaknem 50%-os csökkenését okozza.

A fotoszintetikus aktivitás óra-modulációjának alapja egyes fotoszintetikus fehérjék ritmikus és összehangolt kifejeződése. Az óra működésének megváltoztatásával elérhető ezeknek a folyamatoknak a gyorsan változó éghajlati viszonyokhoz történő „újrhangolása”, ami a fotoszintézis hatékonyságának növekedéséhez vezethet a mai klimatikus körülmények mellett.

A munka az NKFIH GINOP 2.3.2-15-2016-00001, 2.3.2-15-2016-00015 és 2.3.2-15-2016-00032 sz. pályázatainak támogatásával készült.

## A kitozán által kiváltott immunválasz fényregulációja és napszak függése paradicsomban: a zárósejtek fotoszintézisének szerepe

Czékus Zalán<sup>1,2</sup>, Kukri András<sup>1</sup>, Ördög Attila<sup>1</sup>, Poór Péter<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>SZTE TTIK Növénybiológiai Tanszék

<sup>2</sup>SZTE TTIK Biológia Doktori Iskola

\*email: [poorpeti@bio.u-szeged.hu](mailto:poorpeti@bio.u-szeged.hu)

A gombák által okozott növényi fertőzések világszerte jelentős termés kiesést eredményeznek. Éppen ezért fontos megérteni a növények védekezését a különböző patogénekkal szemben. Ezek a védekezési folyamatok azonban eltérőek lehetnek a fényben és a sötétben. Munkánk célja, hogy felfedjük a gomba elicitor kitozán (CHT) által indukált védekezési folyamatokat paradicsom növényekben különböző napszakokban. Célunk, hogy megvizsgáljuk hogyan hat a különböző időpontokban alkalmazott CHT kezelés a sztómák záródására és a sztómamozgás szabályozásában szerepet játszó reaktív oxigén- (ROS) és nitrogénformák (RNF) produkciójára? Hogyan változik a zárósejtek fotoszintézise és ez milyen kapcsolatban állhat ez az intakt levelek fotoszintézisével a CHT kezelt és a CHT kezelés feletti disztális levelekben? Kialakul-e és mikor szisztematikusan szerzett rezisztencia (SAR) a CHT kezelt és a disztális levelekben? Hogyan alakul ezekben a levelekben a szalicilsav (SA), a jázmonsav (JA) és az etilén (ET) válaszgének expressziója? Eredményeink alapján megállapítható, hogy a különböző időpontokban (késő délután 17 óra; este 21 óra; hajnali 4 óra) alkalmazott CHT kezelések már az éjszaka-nappal átmenet időpontjában (reggel 6 óra) csökkentik a zárósejtekben mért fotoszintetikus paraméterek közül az effektív kvantumhasznosítást (Yield), mely a fényszakasz korai fázisában (9 óra) még tovább csökken. Ez és a megemelkedett ROS és NO produkció hozzájárulhat a CHT hatására bekövetkező sztómazáródáshoz a fényszakasz korai óráiban. Ugyanakkor a fényben történő *PR1* expresszió növekedése alapján ezekben a levelekben indukálódnak az SA által szabályozott védelmi reakciók.

A munka az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának, valamint az NKFIH OTKA FK 124871-es pályázatának támogatásával készült.

## **Lehetőségek a fotoszintetikus hatékonyság javítására**

Éva Csaba<sup>1\*</sup>, Oszvald Mária<sup>2</sup>, Tamás László<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MTA ATK MGI

<sup>2</sup>Plant Biology and Crop Science, Rothamsted Research, Anglia

<sup>3</sup>ELTE TTK Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszék

\*email: [eva.csaba@agrar.mta.hu](mailto:eva.csaba@agrar.mta.hu)

A termesztett növények hozamának, produktivitásának javítására többféle út kínálkozik. A harvest index optimalizálása, az életciklus/öregedési folyamatok befolyásolása, a stressztűrés javítása és a fotoszintetikus hatékonyság fokozása mind segíthet. Vélhetően a búzanövények stressztűrése például javítható metilglioxál reaktív aldehid előkezeléssel, mely szignálként felkészítheti a növényt az alacsony hőmérsékleti stresszekre. A stressztűrés és a növényi produktivás többi eleme is összefügg ugyanakkor a fotoszintetikus hatékonysággal és fordítva. Előadásunkban néhány eddigi, szakirodalomban leírt eredményt, illetve elméletet mutatunk be a fotoszintetikus hatékonyság fokozására (pl. fotoszintetikus reakcióantennák méretének csökkentése, kloroplasztiszon belül rövidezre zárt fotorespirációs út, C4 fotoszintézis bevitele C3-as növényekbe). Ezen kívül saját javaslatokkal is élünk, melyek integrált megközelítést tartalmaznak, egyszerre célozzák a növényi produktivás több elemének javítását. Egyrészt a természetben létező és magas fotoszintetikus hatékonysággal járó cukoralkohol-anyagcsere bevitelét szorgalmazzuk gabonanövényekbe (ez az ozmotikus stressztűrést és a harvest indexet is javíthatja), de ennél is merészebb javaslatunk gyökérhajtás CO<sub>2</sub>-transzportot foglal magában, amely magas fotoszintetikus hatékonyságot és szárazságtűrést ígér. Az előadás alapja egy összefoglaló (review) kéziratunk [1].

[1] Éva C, Oszvald M, Tamás L (2018) Plant Science, In Press

A munka az NKFIH K120028 és NKFI PD\_16 121322 pályázatok támogatásával készült.

## A fény szerepe az alacsony hőmérsékleti akklimációban

Janda Tibor\*, Szalai Gabriella

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Növényélettani Osztály

\*email: [janda.tibor@agrar.mta.hu](mailto:janda.tibor@agrar.mta.hu)

A gabonafélék fagyállóságát nemcsak a genetikai háttér, hanem a környezeti tényezők is befolyásolják. Az ősszel elvetett búzafajtáknál a megfelelő idejű és megfelelő hőmérsékletű hidegedzés a fagy-, ill. télállóság kialakulásának elengedhetetlen feltétele. Régóta ismert az is, hogy az edzés során kialakuló fagyállóság mértékét a hőmérsékleten kívül a fény is befolyásolja: alacsony fényintenzitás mellett az hidegedzés hatékonysága jelentősen gyengébb, illetve, a fagyállóság fokozható nemcsak alacsony hőmérsékleti edzéssel, hanem normál hőmérsékleten viszonylag magas fényintenzitáson történő neveléssel is. Ehhez kapcsolódóan – többek között – bemutattuk a ciklikus elektrontranszportlánc, egyes antioxidánsok, a szalicilsav-metabolizmus, egyes növényi hormonok, valamint a membránlipidek alakulását eltérő fényviszonyok mellett alacsony hőmérsékleti edzés során búzában [1]. Ezt követően egy analóg kísérletsorozat keretében a fény szerepét egy hidegérzékeny növény, a kukorica hidegakklimációja során tanulmányoztuk. A különböző stresszélettani vizsgálatok azt mutatják, hogy annak ellenére, hogy a növény az alacsony hőmérsékleti edzés során – feltehetőleg a fotoinhibícióból eredően – oxidatív károsodást szenved, a fény – hasonlóan, ahogy a fagyállóság kialakítása során a hidegtűrő búzában láttuk –, itt is elősegíti a hideghez való alkalmazkodást is. Microarray-en alapuló génexpressziós vizsgálatokkal több gént is sikerült azonosítani, amelyeknek szerepe lehet a fény jótékony hatásának kialakításában [2]. Az eredmények arra utalnak, hogy növényekben a fotoinhibíció egyfajta szükséges rossz a hidegakklimáció során. A továbbiakban metabolomikai vizsgálatokra kerül sor az egyes stresszvédő anyagok szerepének vizsgálatához. Ehhez kapcsolódóan bemutatásra kerül egy újonnan megépített analitikai labor is.

[1] Janda T, Majláth I, Szalai G (2014) J Plant Growth Regul 33:460.

[2] Szalai G, Majláth I, Pál M, Gondor OK, Rudnóy S, Oláh C, Vanková R, Kalapos B, Janda T (2018) Front Plant Sci 9:850.

A munka az NKFIH K124430-es és a GINOP-2.3.3-15-2016-00018 sz. pályázat támogatásával készült.



Waters Xevo LC-TQ és Vion LC-QTOF (bal oldali kép), valamint Shimadzu GC-TQ és LECO Pegazus 4D GCxGC TOF berendezések (jobb oldali kép).

## **Plasztiszok invazív és nem-invazív szerkezetvizsgálati lehetőségei különböző stresszkezelések alatt**

Solymosi Katalin<sup>1,\*</sup>, Ünnep Renáta<sup>2</sup>, Almásy László<sup>2</sup>, Markó Márton<sup>2</sup>, Nagy Gergely<sup>2</sup>, Zsíros Ottó<sup>3</sup>, Garab Győző<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ELTE TTK Növény szerkezetvizsgáló tanszék

<sup>2</sup>MTA Wigner Kutatóközpont, Neutronspektroszkópiai osztály

<sup>3</sup>MTA SZBK, Növénybiológiai Intézet

\*email: [katalin.solymosi@ttk.elte.hu](mailto:katalin.solymosi@ttk.elte.hu)

Közel hatvan éve, az 1960-as évek táján lettek kidolgozva azok az első (de lényegében máig használt) transzmissziós elektronmikroszkópos (TEM) fixálási és beágyazási eljárások, melyek megnyitották az utat a növényi sejtek ultrastruktúrájának vizsgálatai előtt. A fagyasztásos eljárások (krio-TEM) a növények körében kevésbé terjedtek el, és ép levelek vizsgálatára ritkán alkalmazhatók. (A fagyasztva törés esetén a növényi sejtek és szövetek a sejtfaik mentén hajlamosak törni, és így a citoplazmáról és annak alkotóiról nem kapunk képet. A legújabb, fókuszált ionnyalábbal vékonyított minták pásztázásán alapuló eljárás – FIB-SEM – esetében pedig egyelőre még nem megoldott algasejteknél nagyobb mintadarabok megfelelő előkészítése és lefagyasztása.) A hagyományos TEM mintaelőkészítés során alkalmazott kémiai fixálással, valamint a beágyazást követő metszéssel kapcsolatban azonban számos probléma vetődik fel, különösen a szárazságstressz, illetve ozmotikus vagy sóstressz kezeléseknél, melyeknél a vizes közegben adagolt fixálószer módosíthatja a stressz alatti állapotot és szerkezetet (például reverz plazmolízis kiváltásával). Ugyanakkor a nagyon erőteljesen kiszáradt növényi minták esetében a fixálás és az átitatódás sem megoldott. Meglepő módon a só-, ozmotikus- és szárazságstresszelt levelek szintestjeinek TEM felvételein a levelek vízvesztésének ellenére a tilakoidok lumene gyakran duzzadást mutat. E jelenség megértése miatt is szükség van olyan alternatív, nem-invazív szerkezetvizsgálati módszerekre, melyek révén in vivo betekintést nyerhetünk a szintestek szerkezetváltozásaiba. Az előadásban a kisszögű neutronsórásról, mint ilyen nem invazív módszerről lesz szó, különös tekintettel a hagyományos TEM eredményekkel való módszertani összevetés lehetőségeire.

A munka az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának, valamint az NKFIH OTKA FK 124748-as pályázatának és az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíjának támogatásával készült.

## **Az exogén metilglioxál kezelés hatása a búza asszimilációjára alacsony hőmérsékleten**

Majláth Imre\*, Éva Csaba, Tajti Judit, Németh Edit

MTA ATK Mezőgazdasági Intézet

\*email: [majlath.imre@agrar.mta.hu](mailto:majlath.imre@agrar.mta.hu)

Az oxidatív stressz a reaktív oxigén formák (ROS) képződése mellett reaktív aldehid (RA) formák keletkezését is maga után vonja. Számos RA vegyület előfordul a sejtben, melyek elsősorban lipidperoxidáció útján vagy a glikolízis köztitermékeinek átalakulása során jönnek létre. Ezek a vegyületek kettős oxigénkötést tartalmaznak, melyek képesek a fehérjékben és a DNS-ben keresztkötéseket létrehozni. Stresszkörülmények között keletkezésükkel befolyásolják a cukorképződés/lebontás egyensúlyát, a ROS és glutation (GSH) szintjét, ezáltal az antioxidáns enzimek működését. A makromolekula funkciók károsítása mellett számos RA (valószínűsíthető) jelátvivő szereppel is rendelkezik.

Egyik ilyen vegyület a metilglioxál (MG), amely egy oxigenált, három szénatomos kis aldehid, amely természetes körülmények között is előfordul a sejtben és a cukoranyagcsere köztitermékeinek (trióz-foszfátok) nem-enzimatikus bomlásából származik. A szakirodalomban egy lehetséges új stresszmarkerként is leírták [1,2]. Vizsgálataink során a MG növekedésre és fotoszintézisre gyakorolt szerepét vizsgáltuk búzanövényekben normál növekedési és alacsony hőmérsékleten. Különböző koncentrációban a levelek permetezése útján alkalmazott MG képesnek bizonyult a fotoszintézis fokozására, mindamelllett, hogy jelentős különbség volt a talajon és hidropónikus közegben nevelt növények között. A ROS mellett a RA formák esetén is megfelelő semlegesítő rendszerek léteznek a növényi sejtben. Az asszimilációs folyamatok mellett a MG kezelés hidegtűrés alatti, RA-detoxifikáló enzimek működésére gyakorolt hatását is vizsgáltuk.

[1] Kaur C et al. (2014) Crit Rev Plant Sci 33:429.

[2] Hoque TS et al. (2016) Front Plant Sci 7:1341.

A munka a NKFIH OTKA K-120028-as pályázatának támogatásával készült.

## A kloroplasztiszok vasfelvételének és fotoszintetikus apparátusának kapcsolatai

Müller Brigitta<sup>1</sup>, Pham Hong Diep<sup>1</sup>, Kovács Krisztina<sup>2</sup>, Zelenyánszki Helga<sup>1</sup>, Ahmad Waqas<sup>1</sup>, Sárvári Éva<sup>1</sup>, Fodor Ferenc<sup>1</sup>, Solti Ádám<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ELTE TTK Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszék

<sup>2</sup>ELTE TTK Kémiai Intézet

\*email: [adam.solti@ttk.elte.hu](mailto:adam.solti@ttk.elte.hu)

A hajtásba felvett vas 80–90%-a a kloroplasztiszokban, illetve 60%-ban a tilakoidmembránokhoz kapcsoltnak található. A kloroplasztiszok vas-anyagcseréje és a fotoszintetikus funkciók között szoros kapcsolat áll fenn. Kutatási eredményeink alapján [1-5] a citoplazmában potenciálisan jelen lévő vas-komplexek a kloroplasztiszok külső burkolómembránján a fotoszintetikus aktivitástól függetlenül transzportálódnak, a folyamatot azonban a külső burkolómembránon kialakuló transzmembrán potenciál szabályozza. A két burkolómembrán közötti térbe felvett vas-komplexek vastartalmát a belső burkolómembránban elhelyezkedő vas-kelát-oxidoreduktáz (FRO7) redukálja. A redukáló erőt a fotoszintetikus elektrontranszportlánc által termelt NADPH biztosítja. Mivel fény-függő vasfelvétel csak Fe<sup>(III)</sup>-karboxilát komplexekből mérhető, a vas-nikociánamin (NA) komplexek feltehetően nem, vagy rossz szubsztrátjai az enzimnek. A vas-karboxilátok közül a felvételi rendszer a Fe<sup>(III)</sup>-citrát 1:1 sztöchiometriájú komplexeket preferálja, így az organelláris vasfelvételben a citoplazma Fe<sup>(III)</sup>-citrát komplexei játszanak szerepet. A felvételi komplex közreműködésével felvett vas a kloroplasztisz sztrómájában szabad formában nincs jelen, hanem azonnal FeS és/vagy hemo csoportokba épül be. A felvett vas kiemelten az I. fotokémiai rendszerbe (Fe<sub>4</sub>S<sub>4</sub>-clusterek) épül be. A kloroplasztiszok vastartalma visszaható módon szabályozza mind a vasfelvételi rendszer működését, mind a felvételi rendszert génjeinek (*Fro7*, *Pic1*, *Nico*) expresszióját.

[1] Solti Á et al. (2012) Plant Physiol Biochem 52:91.

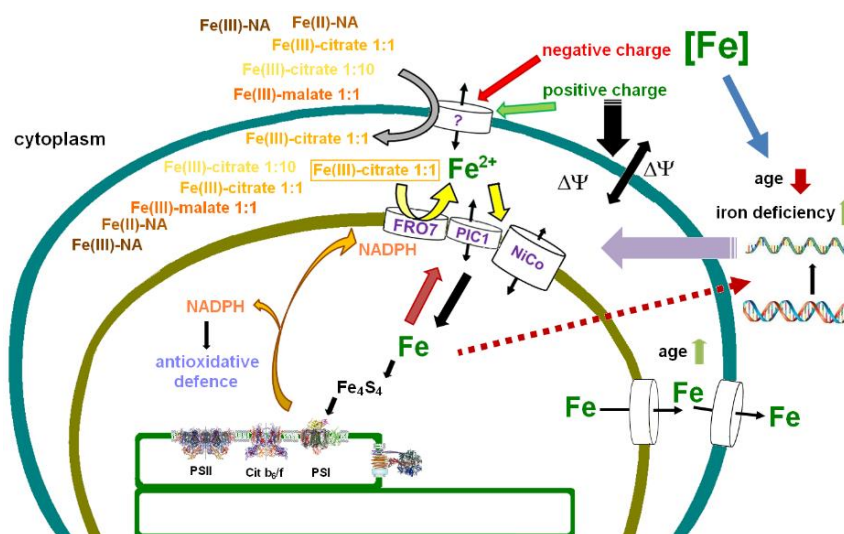
[2] Solti Á et al. (2014) New Phytol 202:920.

[3] Solti Á et al. (2016) Planta 244:1303.

[4] Müller B et al. (2018) Planta DOI: 10.1007/s00425-018-3037-0

[5] Pham H-D et al. submitted to Front Plant Sci

A munka az NKFIH K-124159. és a VEKOP-2.3.3-15-2016-00008 számú pályázatok támogatásával készült.



A kloroplasztiszok vasfelvételi rendszerének működési modellje a kutatási eredményeink alapján

## **Az etilén prekursor, 1-aminociklopropán-1-karbonsav hatása paradicsom növények fotoszintetikus aktivitására**

Borbély Péter<sup>1\*</sup>, Bajkán Szilvia<sup>2</sup>, Poór Péter<sup>1</sup>, Czékus Zalán<sup>1</sup>, Tari Irma<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SZTE TTIK Növénybiológiai Tanszék

<sup>2</sup>School of Geography and the Environment, Oxford University, Anglia

\*email: [borbely.peter01@gmail.com](mailto:borbely.peter01@gmail.com)

Az etilén (ET) fontos szerepet játszik a növények fotoszintézisének szabályozásában. Az ET természetes, közvetlen prekursora, az 1-aminociklopropán-1-karbonsav (ACC), ami képes a gyökerekből exudálódni és a gyökérszónában akkumulálódni. Az exogén ACC képes a szövetekben ET-né konvertálódni, így az ACC talajoldatban kialakuló koncentrációjának változása fontos hatással lehet a növények életfolyamataira. Mivel természetes körülmények között az ET és ACC koncentrációi a talajban supraoptimális értékeket is elérhetnek, kísérleteinkben monitoroztuk a paradicsom növények fotoszintetikus aktivitásának változását hosszútávú kísérletekben az ACC koncentrációjának és az expozíció időtartamának függvényében. Az exogén ACC kis koncentrációban növelte a nettó CO<sub>2</sub> fixációt, míg nagy koncentrációban (100 μM) gátlást tapasztaltunk. A PSII és a PSI eltérő érzékenységet mutatott a megemelt ACC koncentrációkkal szemben. Az ACC kis koncentrációban szignifikánsan növelte a PSI effektív kvantumhatásfokát illetve az akceptor oldali limitációból fakadó nem fotokémiai kioltást. Az exogén ACC koncentrációtól függően befolyásolta a PSI körüli ciklikus elektronáramlást is. Vizsgáltuk és diszkutáljuk a nettó CO<sub>2</sub> fixáció, a sztómakonduktancia, a PSII és PSI effektív kvantumhatásfokát és a nem-fotokémiai kioltások kvantumhatásfokának a változását stressz etilént generáló, sóstressznek kitett ET receptor mutáns (*Never ripe*), továbbá exogén ACC kezelést is kapott vad típusú paradicsom növényekben.

## **Modeling of photosynthetic electron transport processes**

Imre Vass\*, László Sass

Institute of Plant Biology, Biological Research Centre

\*email: [vass.imre@brc.mta.hu](mailto:vass.imre@brc.mta.hu)

We have developed a computer model to simulate electron transport processes in the thylakoid membrane of photosynthetic organisms with special emphasis on cyanobacteria. The model includes not only thylakoid bound electron transport components, but also soluble electron carriers and provides an excellent tool to simulate electron transport processes in a wide range of conditions, and can be used to perform *in silico* experiments to study the function of PSII, PS I, the NDH-1 complex, etc. A very important module of the model describes electron transport processes in the Photosystem II complex, which makes possible to simulate flash-induced changes in the concentration of the various S-states, of the produced amount of oxygen, Chl fluorescence yield, etc. An important result of our work shows that the miss parameters of S-state turnovers can be described by charge recombination events between donor and acceptor side electron transport components of PSII during the subsequent flashes. This interpretation predicts different extent of misses on different S-state transitions, which is in agreement with earlier experimental results. The model was also used to study the photoprotective role of non-radiative charge recombination from the singlet radical pair  $^1[\text{P680}^+\text{Phe}^-]$  in regulating  $^1\text{O}_2$  formation in cyanobacteria, as well as a wave phenomenon in the relaxation of flash-induced Chl fluorescence in microalgae. Our results show that the fluorescence wave reflects changes in the redox level of the PQ pool caused by the imbalance of PSII and PSI electron transport and the feedback of electrons from stromal components to the PQ pool via the NDH-1 complex.

## A korallokkal szimbiózisban élő alga, *Symbiodinium* sp. fotoszintetikus elektrontranszport folyamatainak jellemzése

Szabó Milán<sup>1,2,\*</sup>, Sass László<sup>1</sup>, Vass Imre<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA SZBK Növénybiológiai Intézet

<sup>2</sup>Climate Change Cluster, University of Technology Sydney, Ausztrália

\*email: [szabo.milan@brc.mta.hu](mailto:szabo.milan@brc.mta.hu)

A *Symbiodinium* sp. (Dinophyceae) a korallokkal endoszimbiózisban élő egysejtű alga, amely a korallak fotoszintetikus energiatermelő folyamatait biztosítja. Ez a szimbiotikus kölcsönhatás azonban ki van téve a globális klímaváltozás kedvezőtlen hatásainak; erős fény és magas hőmérséklet a szimbiózis felbomlásához, a *Symbiodinium* kilökődéséhez vezethet, amely korall kifehéredést (ún. coral bleaching) eredményez. A *Symbiodinium* fotoszintézise intenzíven kutatott terület, azonban nem ismert, hogy a fotoszintetikus elektrontranszport, különösen az egyes fotokémiai rendszer (PSI) és az ahhoz kapcsolódó folyamatok (pl. ciklikus elektrontranszport) hogyan módosulnak hő- és fénystressz hatására. Egész korallokon történő vizsgálataink során kimutattuk, hogy akut hőstressz során a PSI elsődleges donor (P700) redox állapota és a kettes fotokémiai rendszer (PSII) felől történő elektrontranszport aktivitása jelentősen, de reverzibilisen megváltozott, amely a Calvin-Benson (CB) ciklus részleges gátlásával magyarázható [1]. A PSI körüli elektrontranszport folyamatok így fontos szerepet játszhatnak a korallak hőstressztűrésének szabályozásában.

[1] Szabó M, Larkum AW, Suggett DJ, Vass I, Sass L, Osmond B, Zavafer A, Ralph PJ, Chow WS (2017) Front Marine Sci 4:269.

A munka az MTA Prémium Posztdoktori Program 2017-38-as és az NKFIH OTKA FK 128977-es pályázatának támogatásával készült.

## A PHT7, egy feltételezett aszkorbát-transzporter vizsgálata *Chlamydomonas reinhardtii*-ban

Tóth Dávid<sup>1,\*</sup>, Ferenczi Áron<sup>2</sup>, André Vidal-Meireles<sup>1</sup>, Juliane Neupert<sup>3</sup>, Ralph Bock<sup>3</sup>, Kovács László<sup>1</sup>, Molnár Attila<sup>2</sup>, Tóth Szilvia Zita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA SZBK Növénybiológiai Intézet

<sup>2</sup>Institute of Molecular Plant Sciences, University of Edinburgh, Anglia

<sup>3</sup>Max Planck Institute of Molecular Plant Physiology, Németország

\*email: [toth.david@brc.mta.hu](mailto:toth.david@brc.mta.hu)

Az aszkorbát a növényi sejtekben mindenütt előforduló multifunkcionális szereppel rendelkező metabolit. Fontos feladata a reaktív oxigéngyökök semlegesítése, de szerepet játszik a sejtszótódásban, a sejtfal bioszintézisében, a redox jelátvitelben és egyes enzimek aktivitásának szabályozásában is. A xantofill-ciklusban mint a violaxantin deepoxidáz kofaktora vesz részt, így szerepe van a nem-fotokémiai kioltásban (NPQ) is. Az aszkorbát a PSII alternatív elektrondonoraként viselkedik, amennyiben a vízbontó komplexet előzőleg hővel inaktiváltuk [1]. Növényekben az aszkorbát bioszintézisének fő útvonala a Smirnoff-Wheeler útvonal. A bioszintézis utolsó lépése a mitokondriumban zajlik és számos membránrendszeren kell átjutnia, ahhoz, hogy sejten belüli feladatait ellássa. Az aszkorbát diffúzióval nem jut át a membránokon egyrészt negatív töltése, másrészt pedig mérete miatt, tehát nagy valószínűséggel aszkorbát-transzporterek teszik lehetővé az átjutást. Magasabb rendű növényekben eddig csak egy aszkorbát transzportert azonosítottak, ez a kloroplasztisz külső membránjában található PHT4;4 fehérje [2]. Zöldalgákban eddig nem azonosítottak aszkorbát transzportert. Az AtPHT4;4 fehérjének 3 homológját (PHT3, PHT4, PHT7) találtuk meg *Chlamydomonas reinhardtii*-ban. A fehérjék funkciójának vizsgálatához CRISPR/Cpf1 genomszerkesztéssel knockout mutánsokat hoztunk létre. Elkezdtük a PHT7-es mutánsok élettani jellemzését.

[1] Tóth SZ, Puthur JT, Nagy V, Garab G (2009) Plant Physiol 149:1568.

[2] Miyaji T, Kuromori T, Takeuchi Y, Yamaji N, Yokosho K, Shimazawa A, Sugimoto E, Omote H, Ma JF, Shinozaki K, Moriyama Y (2015) Nat Comm 6:5928.

## Hatékony fotoautotróf H<sub>2</sub>-termelés megvalósítása *Chlamydomonas reinhardtii* zöldalgával

Podmaniczki Anna<sup>1,2,\*</sup>, Nagy Valéria<sup>1</sup>, André Vidal-Meireles<sup>1</sup>, Kovács László<sup>1</sup>,  
Tóth Szilvia Zita<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>MTA SZBK Növénybiológiai Intézet

<sup>2</sup>SZTE Biológia Doktori Iskola

\*email: [anna.podmaniczki@gmail.com](mailto:anna.podmaniczki@gmail.com),  
[toth.szilviazita@brc.mta.hu](mailto:toth.szilviazita@brc.mta.hu)

A *Chlamydomonas reinhardtii* egyike a leggyakrabban használt fajoknak a H<sub>2</sub>-termelés kutatásában. Fe-Fe-típusú hidrogenázai katalizálják anaerob körülmények között a H<sub>2</sub>-termelést, melyhez az elektronok a fotoszintetikus elektrontranszportból származnak. Az O<sub>2</sub> azonban gátolja a hidrogenáz enzim aktivitását és expresszióját. Korábban a H<sub>2</sub>-termelés indukálására kénmegvonást alkalmazták, amely számos hátránnyal jár.

Kevésbé ismert eljárás a H<sub>2</sub>-termelés kiváltására az ún. anaerob indukció. Ennek során az alga kultúrát N<sub>2</sub> gázzal átfúvatjuk és sötétben tartjuk néhány óráig, ami alatt a hidrogenázok aktiválódnak, majd megvilágítás hatására beindul a H<sub>2</sub>-termelés. Megfigyeltük, hogy acetát és CO<sub>2</sub> hiányában csekély az O<sub>2</sub>-termelés és jelentős a H<sub>2</sub>-termelés. Ám még ez a kis mennyiségű O<sub>2</sub> is elég ahhoz, hogy gátolja a hidrogenáz működését, ezért a folyamatos H<sub>2</sub> termelés biztosításához O<sub>2</sub> abszorbenseket alkalmaztunk. Így a hidrogenáz aktivitása jobban megőrződik, valamint a fotoszintetikus apparátus aktív marad. Ennek köszönhetően CO<sub>2</sub> buborékoltatással az algakultúra hatékonyan regenerálható a H<sub>2</sub> termeltetési szakaszt követően.

A hatékonyság további növelése érdekében a kultúrákat fotobioreaktorba helyeztük, ahol nagyobb légtér áll rendelkezésünkre, valamint megnöveltük a fényintenzitást és a klorofill-tartalmat. A napi szintű CO<sub>2</sub> buborékoltatással és regenerációs fázis beillesztésével meghosszabbítottuk a H<sub>2</sub>-termelés időtartamát, és többszörösére növeltük a termelt H<sub>2</sub> mennyiségét.

## Újranedvesedés alatti fényvédelmi és regenerációs mechanizmusok háttérfolyamatainak, komponenseinek vizsgálata kiszáradástűrő és kiszáradásérzékeny mohafajokban

Marschall Marianna<sup>1\*</sup>, Borbély Péter<sup>2</sup>, Sütő Szidónia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eszterházy Károly Egyetem, Növénytani és Növényélettani Tanszék

<sup>2</sup>Szegedi Tudományegyetem, Növénybiológiai Tanszék

\*email: [marschall.marianna@uni-eszterhazy.hu](mailto:marschall.marianna@uni-eszterhazy.hu)

Bár a mohák fényvédelmi mechanizmusai közül sok közös a magasabbrendűekével, vannak alapvető különbségek. Az alga őskbéli mechanizmusokat az edényesek az evolúciójuk során elvesztették, a mohák megtartották. Edényesekben az NPQ a PSBS protein aktivitásán, a *C. reinhardtii* zöld algában az LHCSR-én alapul. Egyelőre a *P. patens* moha az egyetlen leírt faj, melyben mindkét protein jelen van és aktív az NPQ kiváltásában. Vizsgálataink a kiszáradástűrő *Porella platyphylla* és a kiszáradásérzékeny *Sphagnum angustifolium* különböző mértékű és időtartamú kiszáradás és újranedvesedés alatti fotoszintetikus aktivitásának, fényvédelmi és egyéb regenerációs mechanizmusainak feltárására irányultak plasztisz- és sejtmagkódolt fehérjeszintézis-gátlók, VAZ-ciklus gátlószer alkalmazása mellett. A *P. platyphylla* tilakoid funkcióhoz kapcsolt fotoszintetikus folyamatainak rehidrációt követő 1 órán belüli újraéledése rendkívüli módon gyors volt, és az újranedvesedés alatti fehérjeszintézistől függetlennek bizonyult, míg a teljes regeneráció az újranedvesedés során igényelt fehérjeszintézist. A kedvezőbb körülmények között kiszáradó moha jobb fényvédelemmel bírt. A VAZ-ciklus aktivitása nagy jelentőségű a fényen történő regeneráció során. Nagyobb arányú Z-függő és kisebb arányú DTT-inszenzitív NPQ jelenlétét igazoltuk. A kiszáradástűrő mohák erős fényen kiszáradva sem szenvednek fotooxidatív károsodást, a Z-függő és a kiszáradás indukált termális energia disszipáció együttes jelenlétének köszönhetően.

## Befolyásolják-e a töbrök mikro-léptékű klimatikus gradiensei a fotoszintetizáló apparátus hőmérsékleti toleranciáját?

Dulai Sándor<sup>1\*</sup>, Szopkó Dóra<sup>1</sup>, Tarnai Réka<sup>1</sup>, E-Vojtkó Anna<sup>2</sup>, Bátori Zoltán<sup>3</sup>,  
Vojtkó András<sup>3</sup>

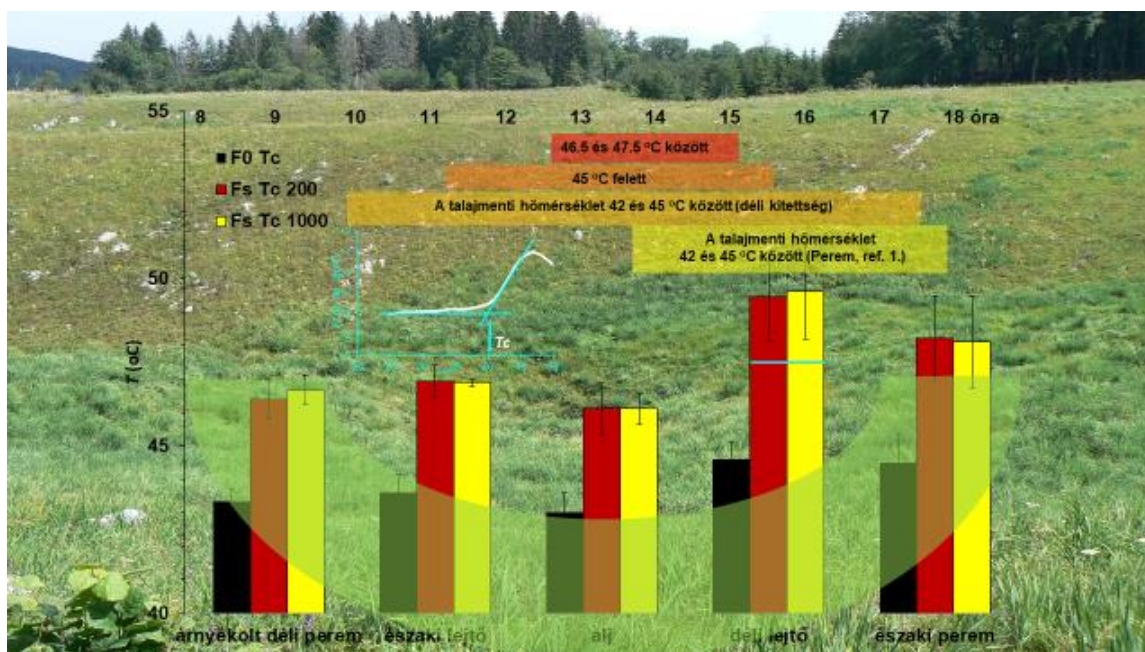
<sup>1</sup>Eszterházy Károly Egyetem, Növénytan és Növényélettani Tanszék

<sup>2</sup>Department of Botany, University of South Bohemia, Csehország

<sup>3</sup>SzTE TTIK Ökológiai Tanszék

\*email: [dulai.sandor@uni-eszterhazy.hu](mailto:dulai.sandor@uni-eszterhazy.hu)

A Bükk-fennsík egy jellemző gyepes töbrében élő, az égtáji kitettség és a mikroklíma-jellemzők szerint jellegzetes előfordulási mintázatot mutató növények magas hőmérséklettel szembeni érzékenységét és hőmérsékleti akklimációs képességét vizsgáltuk a fotoszintetikus apparátus aktivitásának kulcsparaméterei alapján. Megállapítottuk, hogy a sötétben meghatározható, hosszútávon kialakuló alap hőmérsékleti stabilitás nem elégséges a déli kitettségű lejtő hőmérsékleti viszonyainak tolerálásához. Ugyanakkor természetes körülmények között, déli kitettségben, az egymással kölcsönhatásban ható tényezők (fény, vízellátottság, légköri aszály, stb.) néhány tíz percen belül olyan mértékben csökkentették a fotoszintetikus apparátus hőmérséklet érzékenységét, hogy az kielégítő határfokkal működött még szokatlanul magas levélhőmérséklet esetén is. A folyamat mértéke jellegzetes különbségeket mutatott a töbrő lejtői mentén kialakult hőmérsékleti és nedvességi gradiensek mentén. Eredményeink szerint ez a rövid távú akklimációs mechanizmus, a fotoszintézis energia- és anyagátalakító folyamatainak hatásfokát fenntartva, jelentős mértékben befolyásolhatja a túlélést az adott mikro környezetben. Mindez megerősíti, hogy az egymással kombinálódva ható tényezőkkel szemben védő, gyors alkalmazkodási folyamatok kifejezett ökológiai jelentőséggel bírnak, és részben magyarázzák a töbrök refugium hatását is.



Az adott kitettségű töbrőlejtő növényeinek az  $F_0-T$  és  $F_s-T$  görbék alapján meghatározott kritikus hőmérsékleti ( $T_c$ ) értékei sötétben ( $F_0 T_c$ ), 200 ( $F_s T_c 200$ ) és 1000  $\mu E m^{-2} s^{-1}$  ( $F_s T_c 1000$ ) fényintenzitáción

## Alacsony-költségvetésű növénynevelő rendszerek fejlesztése és tesztelése

Gál Nóra<sup>1</sup>, Solti Ádám<sup>1</sup>, Zelenyánszki Helga<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ELTE TTK Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszék

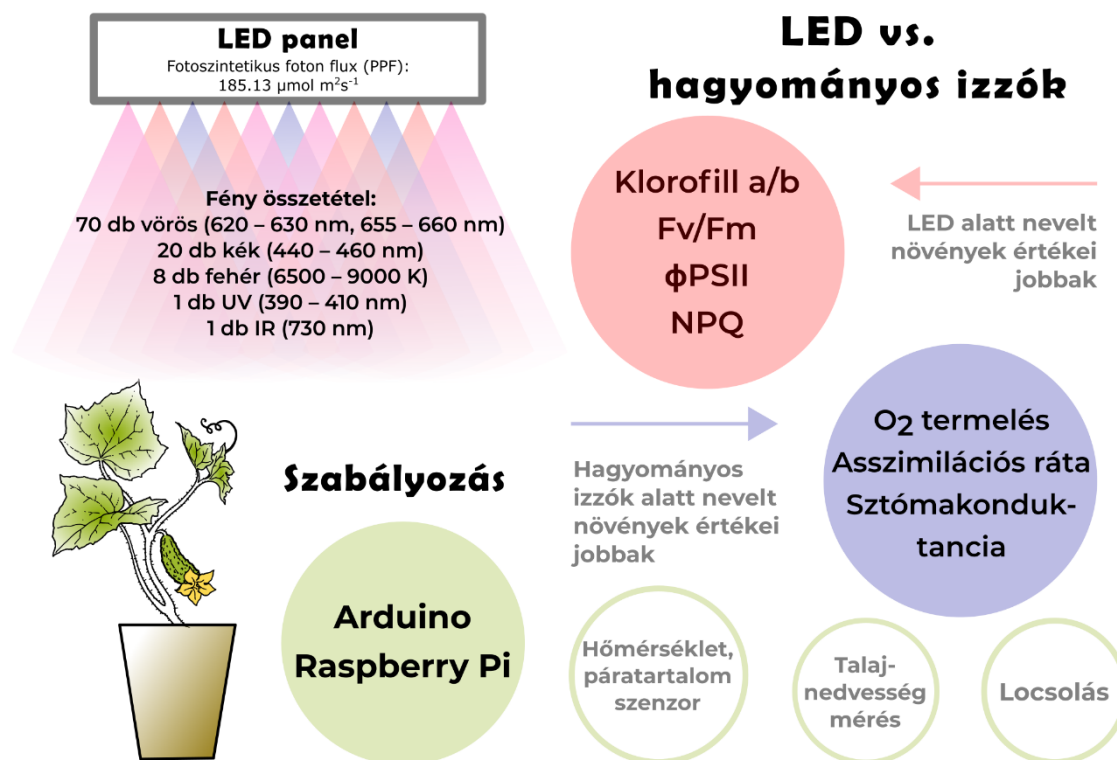
\*email: [helga.zelenyanszki@ttk.elte.hu](mailto:helga.zelenyanszki@ttk.elte.hu)

A kontrollált növénynevelés egyik legfontosabb eleme a fény. A LED technológia mára gazdaságos alternatívát jelent a hagyományos fénycsövekkel és fémhalogén izzókkal szemben. Kísérletünkben ezen fényforrások fotoszintetikus paraméterekre gyakorolt hatását vizsgáltuk hidropóniás uborka növényeken.

A klorofill tartalom és klorofill a/b arány, az Fv/Fm és  $\phi$ PSII értékek magasabbak voltak a LED-en nevelt növények esetében. Az asszimilációs ráta, az O<sub>2</sub> termelés mértéke és a sztómakonduktancia, ill. a nem fotokémiai kioltás értéke pedig alacsonyabb. A zártabb sztómák állhatnak az alacsonyabb asszimilációs ráta és O<sub>2</sub> termelés hátterében, aminek oka lehet az alacsonyabb páratartalom melletti nevelés. Azonban felmerül a zöld fény szabályozó szerepe is, ugyanis a LED panel jóval kisebb mennyiségű zöld fényt tartalmaz, mint a teljes spektrumú izzók. A zöld fény szerepét alátámasztja, hogy az oxigénelektóddal történő mérést egymás után elvégeztük azonos fényerőre beállított teljes spektrumú mérőfény, ill. a vörös és kék fény dominálta LED panel mellett is. Minden kísérleti növény esetében megfigyeltük, hogy az oxigéntermelés fokozottabb volt fehér fényvel történő megvilágítás mellett. További kísérleteket tervezünk a LED panellel, kiegészítő zöld megvilágítás mellett.

A LED-ek csak az első lépést jelentik egy költséghatékony növénynevelő rendszer felé. A mikrokontrollerként alkalmazott Arduino vagy Raspberry Pi rendszerek és a hozzájuk csatlakoztatható szenzorok alacsony ára lehetővé teszik egy okos növénynevelő létrehozását is a piaci ár töredékéért.

A munka az Emberi Erőforrások Minisztériuma NTP-NFTÖ-17-B-0516 kódszámú Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíj támogatásával készült.



## **Fotoszintézis napimenet szőlő (*Vitis vinifera* L.) levelekben: a gázcsere és a polifenol összetétel rövidtávú változásai a környezeti tényezők függvényében**

Tesztlák Péter<sup>1,\*</sup>, Csepregi Kristóf<sup>2</sup>, Kőrösi László<sup>1</sup>, Hideg Éva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet

<sup>2</sup>PTE TTK Növénybiológiai Tanszék

\*email: [tesztlak.peter@pte.hu](mailto:tesztlak.peter@pte.hu)

A szőlőlevelek napfény adaptáltsága többek között a levelek magas polifenol szintjének köszönhető. A hosszútávú adaptáció mellett azonban szükségesek rövidtávú akklimációs válaszok is, elsősorban a magas intenzitású fotoszintetikusan aktív sugárzás és a környezeti UV okozta oxidatív stressz elkerülése illetve mérséklése érdekében. A stressz helyzetek kivédését többek között a másodlagos anyagcsere-termékek is segítik, a szőlőfajták esetében ilyen fontos metabolitok a polifenolok. Ezek a vegyületek UV-szűrő funkciót töltenek be az epidermiszben, továbbá antioxidáns hatásuk kiterjedhet a levél minden szövetére. Megelőző vizsgálataink alapján kimutatható volt, hogy hosszútávon (vegetációs periódus) a levelek polifenol-alapú akklimációját a környezeti tényezők közül főként a kumulatív UV sugárzás szabályozza. Jelen kutatásunk célkitűzése volt, hogy levelek fotoszintetikus aktivitásának és polifenol összetételének rövidtávú változásait vizsgáljuk a környezeti tényezők függvényében. A fókuszunk a szőlőlevelek napimenet-szintű, – eddig még ismeretlen – akklimációs sajátosságainak feltárására irányult. A kísérletet szabadföldi viszonyok között végeztük egy termőkorú Pinot noir ültetvényben (PTE SZBKI kísérleti telep). A levelek élettani paramétereit IRGA készülékkel, az epidermisz flavonoidokat Dualex készülékkel mértük a meteorológiai paraméterek folyamatos monitorozása mellett. A polifenolok analitikája folyadékkromatográfiával (HPLC-DAD) történt. Az eredményekből kitűnik, hogy a nettó CO<sub>2</sub> asszimiláció szoros összefüggést mutat a PAR és a sztómakonduktancia változásával, az UV-B sugárzás a fotoszintézisre limitáló hatással volt. A Pinot noir fő flavonoidja a quercetin-glükuronid volt, amely a napi menet alatt növekedést mutatott. A mennyiségileg kevésbé jelentős flavonoidok és a kaftársav nem mutattak szignifikáns változást.

A munka az NKFIH OTKA K124165-es pályázatának és az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíjának támogatásával készült.

## A tilakoidmembránok szerkezeti és funkcionális flexibilitása

Garab Győző

MTA SZBK Növénybiológiai Intézet

Email: [garab.gyozo@brc.mta.hu](mailto:garab.gyozo@brc.mta.hu)

Az oxigéntermelésre képes fotoszintetikus szervezetekben a fotoszintézis fényreakcióinak szinte minden lépése lapos, zárt membrán-vezikulumokban, a tilakoidmembránokban játszódik le. Ezekbe membránokba ágyazódnak be vagy ezekhez kötődnek a fényenergiakonverziót végző protein komplexek, a két fotokémiai rendszer, a PSII és a PSI – a hozzájuk tartozó fénybegyűjtő komplexekkel, a citokróm b6/f komplex valamint más elektron-transzport komponensek és az ATP-szintáz. A reakciócentrumok és a vektorialis elektrontranszport működésnek köszönhetően állnak elő a fényreakció 'végtermékei', a molekuláris oxigén és a NADPH, valamint az elektrokémiai potenciálgradiens, a  $\Delta\mu_{H^+}$ , amelyet a transzmembrán pH gradiens és az elektromos tér komponensek alkotnak. A tilakoidmembránok kettősréteg (bilayer) szerkezete biztosítja a belső (lumen-oldali) és külső (sztróma-oldali) vizes fázisok térbeli és elektromos elválasztását, illetve azt, hogy a  $\Delta\mu_{H^+}$  fel tud épülni és hasznosulni tud az ATP szintézis során. Mindezen funkciók miatt a tilakoidmembránokat joggal tekinthetjük a fotoszintetikus szervezetek alapvető fontosságú, magasan szervezett szerkezeti egységeinek.

Összefoglaló-jellegű előadásomban arra szeretném felhívni a figyelmet, hogy ezek a membránok sajátos szerkezeti plaszticitást is mutatnak: (i) a membránokba ágyazott protein komplexek makrodomén-szerveződése jelentős átrendeződésekre képes [1]; (ii) a membránok periodikus rendezettsége különböző környezeti tényezők hatására jellegzetes módon megváltozik [2,3]; (iii) lipid-összetételüknek ill. magas nem-bilayer lipid tartalmuknak köszönhetően a tilakoidmembránok a bilayer fázis mellett nem-lamelláris lipidfázisokat is tartalmaznak, amelyek nagy mértékben hozzájárulnak a membránok dinamikai sajátságaihoz [4]. Mindezen szerkezetváltozások, a jelek szerint, bár több esetben ma még részleteiben nem ismert módon, fontos szabályozó mechanizmusokban vesznek részt, amelyeknek így a tilakoidmembránok nem csak a 'helyszínét' biztosítják, hanem azoknak aktív résztvevői is.

[1] Garab G (2014) *Biochim Biophys Acta – Bioenerg* 1837:481.

[2] Nagy G et al. (2014) *Proc Natl Acad Sci USA* 111:5042.

[3] Ünneper R et al. (2017) *Biochim Biophys Acta – Bioenerg* 1858:360.

[4] Garab G et al. (2017) *Sci Rep* 7:13343.

A munka az NKFIH OTKA KH 124985 és K 128679 projektek támogatásával készült.

## **Electronic couplings and excitation energy fluxes in the thylakoid membrane**

Petar H. Lambrev

Institute of Plant Biology, Biological Research Centre

In photosynthetic membranes fast and efficient directional excitation energy transfer occurs on account of short-range electronic dipole-dipole interactions between pigments in the light-harvesting pigment-protein complexes, giving rise to excited states delocalized among several pigments. Circular dichroism (CD) is highly sensitive to these so-called excitonic interactions and hence to the molecular architecture of photosynthetic membranes. CD spectroscopy of light-harvesting complex II (LHCII) – the major trimeric antenna of Photosystem II – uncovered specific changes in the complex induced by its molecular surroundings that are possibly linked to its self-regulatory function. To reveal the molecular identities of the CD spectral features, we employed anisotropic CD (ACD) of macroscopically oriented complexes embedded in lipid membranes. Theoretical exciton calculations of the ACD spectra provide further evidence for the identity of the lowest-energy states in the complex.

The electronic couplings between chlorophylls in LHCII result in excitation energy transfer times from hundreds of femtoseconds to picoseconds. Despite the abundance of data, the presently existing models report different rates of energy transfer in LHCII. With the help of two-dimensional coherent electronic spectroscopy (2DES), we have probed the excited-state dynamics in LHCII at ambient and cryogenic temperatures. The 2DES data unequivocally confirm that spectral equilibration in the Chl *a* exciton manifold of LHCII is complete within ca. 10 ps at room temperature. Furthermore, we found strong non-trivial temperature dependence of the energy transfer dynamics. These results may change our understanding of the rate-limiting steps in the primary photosynthetic processes that control the overall efficiency of solar energy harnessing.

## A fotoszintézis inaktiválása az antenna szintjén: az LHCII érzékenysége közvetlen fotokárosodásra

Lingvay Mónika<sup>1,2,\*</sup>, Akhtar Parveen<sup>1</sup>, Zsiros Ottó<sup>1</sup>, Garab Győző<sup>1</sup>, Lambrev Petar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA SZBK Növénybiológiai Intézet

<sup>2</sup>SZTE TTIK Fizika Doktori Iskola

\*email: [lingvay.monika@brc.mta.hu](mailto:lingvay.monika@brc.mta.hu)

A fotoszintetikus apparátus egyik kulcsfontosságú jellemzője a fénykárosodással szembeni ellenállóképessége és aktív védelme, illetve a kijavításának képessége, mely funkciók a teljes rendszer összehangolt működését feltételezik. Ismeretes, hogy a II. fotokémiai rendszer magas fényintenzitás mellett hajlamos fénygátlásra/fotoinhibícióra, de még vitatott, hogy a II. fénybegyűjtő komplex (LHCII) lehet-e célpontja elsődleges fénykárosodásnak.

A kutatás célja izolált LHCII fénykárosodásra való hajlamának és ennek fizikai mechanizmusainak tanulmányozása. Ennek érdekében, a borsó tilakoidmembránokból tisztított LHCII-t fehérje-aggregátumokként szuszpendáltuk, detergens micellákban szolubilizáltuk, illetve mesterséges lipidmembránokba ágyaztuk, és megvizsgáltuk a nagy fényintenzitás hatásait ezen modellekre. A minták pigmenttartalmának sugárzási intenzitástól és a besugárzási időtől függő változásait abszorpciós és cirkuláris dikroizmus spektroszkópiával elemeztük. Azt tapasztaltuk, hogy az LHCII-k lipid-környezetben vannak legjobban kitéve a fény káros hatásának, tehát *in vitro* az LHCII sugárzással szembeni ellenállóképessége erősen környezetfüggő. A fotokárosodás lehetséges mechanizmusaként, a malondialdehid-tiobarbitursav reaktivitási teszt segítségével kimutattuk, hogy ez legalább részben oxidatív stressz eredménye (membránlipidek fény-által indukált peroxidációja), amit különböző antioxidánsok fotoprotektív hatásának bizonyításával is alátámaszthatunk.

A munka az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3-I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának, valamint a Nemzetgazdasági Minisztérium GINOP-2.3.2-15-2016-00001-es támogatásával készült.

## Fényindukált konformáció-változások igazolása a második fotokémiai rendszer reakciócentrumában – a variábilis fluoreszcencia eredete

Magyar Melinda<sup>1\*</sup>, Sipka Gábor<sup>1</sup>, Alberto Mezzetti<sup>2</sup>, Winfried Leibl<sup>2</sup>, Pavel Müller<sup>2</sup>, Klaus Brettel<sup>2</sup>, Petar H. Lambrev<sup>1</sup>, Jian-Ren Shen<sup>3,4</sup>, Garab Győző<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>MTA SzBK Növénybiológiai Intézet

<sup>2</sup>Institute for Integrative Biology of the Cell (I2BC), UMR 9198, Franciaország

<sup>3</sup>Photosynthesis Research Center, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kína

<sup>4</sup>Photosynthesis Research Center, Okayama University, Japán

<sup>5</sup>Faculty of Science, University of Ostrava, Csehország

\*email: [magyar.melinda@brc.mta.hu](mailto:magyar.melinda@brc.mta.hu)

A második fotokémiai rendszer (PSII) egy, a tilakoidmembránba ágyazott redox-aktív pigment-fehérje komplex, amely a plasztokinon redukcióját és a víz oxidációját katalizálja. Annak ellenére, hogy bőséges szerkezeti és funkcionális információval rendelkezünk a PSII reakciócentrumáról, működését még nem értjük teljesen.

Klorofill-*a* fluoreszcencia tranziens mérések során egyszeri töltésszétválasztást kiváltó telítési fényfelvillanásokkal (STSFs) gerjesztettük a DCMU-val kezelt tilakoidmembrán és PSII „core” komplex mintákat [1]. A 170 és 280 K között elvégzett méréseink egyöntetűen azt mutatják, hogy az első STSF az  $F_0$ -ról csak az  $F_1$  szintig növeli a fluoreszcencia hozamot ( $F_0-F_1$ ), és a maximális  $F_m$  fluoreszcencia ( $F_1-F_m$ ) csak további gerjesztéssel érhető el; továbbá, míg töltésrekombináció hiányában az  $F_1$  szint stabil marad, az  $F_m$  fluoreszcencia szint minden vizsgált hőmérsékleten csökken. Ezen adatok azt jelzik, hogy a két folyamat, az  $F_0-F_1$  és az  $F_1-F_m$  növekmény különböző fizikai eredettel rendelkezik, amelyet FTIR mérésekkel is igazoltunk.

Dupla-STSF kísérleteink azt is megmutatták, hogy a fluoreszcencia hozam növekedését az STFS-gerjesztések közti sötét-intervallumok is döntően befolyásolják. Megfelelő hosszúságú várakozási idő hiányában nem váltható ki az  $F_1-F_2$ ,  $F_2-F_3$  ... növekmény, jóllehet a P680+Pheo- primér töltésszétválasztás lejátszódik. Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy a PSII sötét-fény átmenetét kísérő klorofill-*a* fluoreszcencia indukcióban a  $Q_A$  redukcióját követő lassabb folyamatok – jelen adataink szerint konformációváltozások – meghatározó szerepet játszanak.

[1] Magyar M, Sipka G, Kovacs L, Ughy B, Zhu QJ, Han GY, Spunda V, Lambrev PH, Shen JR, Garab G (2018) Sci Rep 8:2755

## Résztevők listája

	<b>Résztevő</b>	<b>email cím</b>	<b>Munkahely</b>
1	Balla Krisztina	balla.krisztina@agrar.mta.hu	MTA ATK
2	Borbély Péter	borbely.peter01@gmail.com	SZTE TTIK
3	Czégény Gyula	czegeny@gamma.ttk.pte.hu	PTE
4	Czékus Zalán	czekuszalan@gmail.com	SZTE TTIK
5	Csekő Rihárd	csekorichard@gmail.com	SZTE ÁOK-TTIK
6	Darkó Éva	darko.eva@agrar.mta.hu	MTA ATK
7	Domonkos Ildikó	domonkos.ildiko@brc.mta.hu	MTA SZBK
10	Droppa Magdolna	droppa.magdolna@gmail.com	SZIE (nyugdíjas)
11	Dulai Sándor	dulai.sandor@uni-eszterhazy.hu	EKE
12	Éva Csaba	eva.csaba@agrar.mta.hu	MTA ATK
13	Garab Győző	garab.gyozo@brc.mta.hu	MTA SZBK
14	Hódi Barbara	hodi.barbara@brc.mta.hu	MTA SZBK
15	Janda Tibor	janda.tibor@agrar.mta.hu	MTA ATK
16	Kis Mariann	kis.mariann.m@gmail.com	SZTE ÁOK-TTIK
17	Kós Péter	kos.peter@brc.mta.hu	MTA SZBK
18	Kozma-Bognár László	kozma@brc.hu	MTA SZBK
19	Leitner Izabella	leitner.izabella@brc.mta.hu	MTA SZBK
20	Lingvay Mónika	lingvay.monika@brc.mta.hu	MTA SZBK
21	Magyar Melinda	magyar.melinda@brc.mta.hu	MTA SZBK
22	Majláth Imre	majlath.imre@agrar.mta.hu	MTA ATK
23	Maróti Péter	pmaroti@sol.cc.u-szeged.hu	SZTE
24	Marschall Mariann	marschall.marianna@uni-eszterhazy.hu	EKE
9	Ördög Attila	aordog@bio.u-szeged.hu	SZTE
25	Pál Magda	pal.magda@agrar.mta.hu	MTA ATK
26	Patyi Gábor	patyi.gabor@brc.mta.hu	MTA SZBK
27	Petar H. Lambrev	lambrev.petar@brc.mta.hu	MTA SZBK
28	Podmaninczki Anna	anna.podmaninczki@gmail.com	MTA SZBK
8	Poór Péter	poorpeti@bio.u-szeged.hu	SZTE
29	Sárvári Éva	eva.sarvari@ttk.elte.hu	ELTE
30	Sass László	sass.laszlo@brc.mta.hu	SZBK
31	Solti Ádám	adam.solti@ttk.elte.hu	ELTE
32	Solymosi Katalin	katalin.solymosi@ttk.elte.hu	ELTE
33	Szabó Milán	szabo.milan@brc.mta.hu	MTA SZBK
34	Széles Eszter	szeles.eszter@brc.mta.hu	MTA SZBK
35	Tari Irma	tari@bio.u-szeged.hu	SZTE
36	Teszlák Péter	teszlak.peter@pte.hu	PTE
37	Tóth Dávid	toti19860616@gmail.com	MTA SZBK
38	Uggy Bettina	uggy.bettina@brc.mta.hu	MTA SZBK
39	Vass Imre	vass.imre@brc.mta.hu	MTA SZBK
40	Vass István Zoltán	vass.istvan_zoltan@brc.mta.hu	MTA SZBK
41	Zelenyánszki Helga	helga.zelenyanszki@ttk.elte.hu	ELTE
42	Zsíros Ottó	zsiros.otto@brc.mta.hu	MTA SZBK

## Helyszín:

Mátrafüredi Akadémiai Üdülő  
3232 Mátrafüred, Akadémia u. 1-3.

<https://udulo.mta.hu/uduloink/matrafuredi-akademiai-udulo-es-malom-fogado>

## Megközelíthetőség:

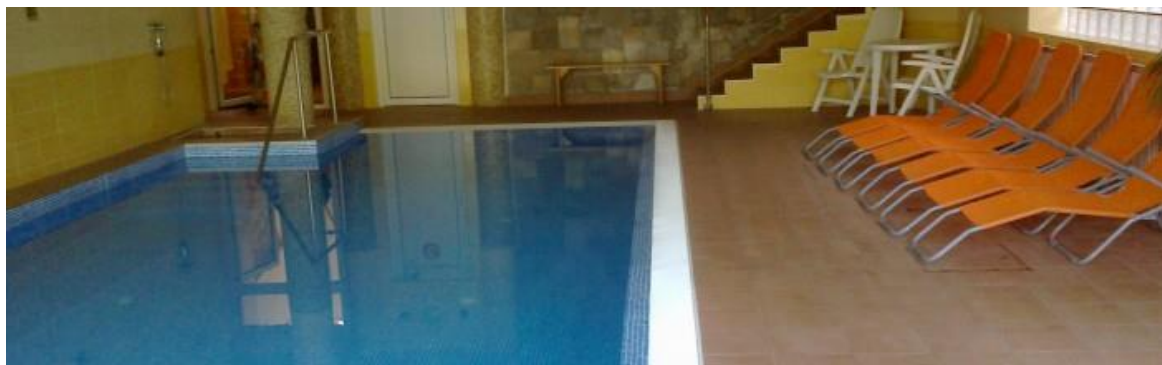
Autóval:

Budapest irányából: M3-as autópályán Miskolc irányában a 70-es számú kijáratig (Gyöngyös - Nyugat), majd a 24-es úton haladva Gyöngyösön keresztül érjük el Mátrafüredet

Miskolc/ Debrecen irányából: M3-as autópályán Budapest irányában a Gyöngyös - Kelet kijáratig, majd a 24-es úton haladva Gyöngyösön keresztül érjük el Mátrafüredet. Az üdülő kb. 200 méterre található a 24-es út mellett a Mátrafüred központjának számító üdülősortól.

Autóbuszsal: Budapest – Stadionok pályaudvarról naponta több alkalommal indul közvetlen járat Gyöngyös-Mátraháza felé. Az átlagos menetidő 1 óra 25 perc, javasolt leszállás Mátrafüred, autóbusz váróterem megálló. Az üdülő kb. 200 méterre található, a 24-es út mellett a Mátrafüred autóbusz váróterem megállótól.

Vonattal: Budapest – Keleti pályaudvarról naponta több alkalommal indul Gyöngyös vasútállomásra személy- és sebesvonat, ahonnan helyi buszjáratral érhető el Mátrafüred. Javasolt leszállás Mátrafüred, autóbusz váróterem megálló. Az üdülő kb. 200 méterre található, a 24-es út mellett a Mátrafüred autóbusz váróterem megállótól.





# Plants by design: towards a bio-society

**In order to reverse the negative effects of the fossil economy, society will have to progress towards a post-fossil fuel society driven by sustainable biological processes. In such a society, which can be referred to as the “bio-society”, plants are the primary source of all our organic materials, fibres, food and feed, and also of that part of our fuel demand that cannot be met using electricity.**

## Fossil history

For centuries, human civilization has thrived on plants as the sole energy source; plants delivered all the food, building materials, fibres for clothing, feed for the production of animal proteins and heat to warm houses and to prepare food. Society largely relied on plants until the 19<sup>th</sup> century when the exploitation of fossil fuels sparked the Industrial Revolution. Although fossil fuels are also derived from plants and other biological materials, the large scale use of coal, gas and oil hallmarked the advent of a new economy; the fossil economy.

From then on, fossil fuels became our main energy source and the role of plants diminished primarily to being a source of food, fibre and feed. The unprecedented success of the new economy led to increased welfare in society, manifested for instance, by an increased food supply, improved hygiene and advanced medical care. So doing, the fossil economy allowed the continued exponential growth of the human population.

However, the vastly expanding human population causes an ever increasing stress on the Earth's ecosystem. Resources are also running out. Society's dependence on fossil fuels has caused atmospheric CO<sub>2</sub> to peak to dangerous levels, triggering global climate change. Simultaneously, food and feed demand has caused large-scale deforestation and loss of biodiversity as greater land areas are required for agricultural production.

*Resources are running out. Society's dependence on fossil fuels has caused atmospheric CO<sub>2</sub> to peak to dangerous levels.*

## Bio-society

In order to reverse the negative effects of the fossil economy, society will have to progress towards a post-fossil fuel society driven by sustainable biological processes. In such a society, which can be referred to as the “bio-society”, plants will once again become the primary source of all our organic materials, fibres, food and feed, and also of that part of our fuel demand that cannot be met using electricity.

Solar power is plentiful, durable and accessible on a global scale as the earth receives a staggering 162.000 TW of solar energy. To put this into perspective; one hour of received solar radiation equals the total annual energy consumption of the entire global economy. The main challenge for the bio-society will be the capture and storage of this energy. Plants play a crucial role in this as through photosynthesis annually 2.8 ZJ (2.8 x 10<sup>21</sup> joules) of solar energy is converted and stored as chemical energy. During this process, 130 Giga-tonnes of CO<sub>2</sub> are fixed from the earth's atmosphere.

*Solar power is plentiful durable and accessible; one hour of received solar radiation equals the total annual energy consumption of the entire global economy*





Current agriculture will not be able to meet future demands for the plant biomass required for the envisaged 'total use efficiency model' proposed here. Agricultural production levels already have maxed-out in some global production areas and cannot be increased further without irreversibly damaging the Earth's ecosystem. The only solution facilitating a global transition from a fossil society to a bio-society is to redesign our plants. Only this will allow the production of vastly increased amounts of biomass from the same production areas currently in use. At the same time, double the amount of CO<sub>2</sub> will be sequestered.

*Current agriculture will not be able to meet future demands.*

## Redesign

Redesigning our plants implies the development of superior varieties by optimizing plant traits like photosynthetic efficiency and resource use efficiency. This new generation of plant materials will allow increased production with reduced input of precious resources like water, nitrogen and phosphorus. Plants are an essential ingredient in the circular food production system, and hence they will also have to be optimized for feed applications to support healthy livestock production, and to use more efficiently the nutrients that can be found in animal waste products. Furthermore, in parallel, RUE of plant waste streams can also be included in the design strategy and fully optimized. Importantly, plants must be designed to cope with the already imminent negative effects of global climate change, such as increased temperature, drought, mineral and water stress.

The required plant traits will be identified by exploring and exploiting the naturally-occurring biodiversity and superior alleles will be introduced into our current elite varieties by either modern plant breeding and/or by advanced molecular technology.

The design and development of these future plants is bold, inspirational and a daunting task. They shall be a true game-changer and will positively impact all levels of society and will instigate desirable disruptive effects on all our ways of life. To succeed we must unify virtually all sectors and all disciplines across the board – in the Agri sector from farmers, distributors, processors and breeders; in the transport sector from distributors, logistics experts, shipping and storage; the energy sector, regarding both energy supply as well as energy usage; the health sector regarding aspects of food quality, food safety, nutrition and healthy diets; in waste valorisation and the bioeconomy and last but not least, supermarket and consumer organisations. European agricultural scientists are ideally suited to pick up and take the lead for this challenge and to organize a Mission aiming at designing smart plants to provide future feed- and foodstocks in a resource use efficient circular and climate smart food production system.

*The design and development of future plants is bold, inspirational and a daunting task.*

Our Mission is clear:

we need to design multipurpose plants to establish a solid basis for a healthy and sustainable food security in the forthcoming decades, a great challenge that the world is facing and must be solved.

## Contact



Dr. René Klein Lankhorst  
rene.kleinlankhorst@wur.nl  
+31 (0) 317 480 938 | +31(0) 6 104 115 75

