

nek nyomon követésére megmértük a CB<sub>1</sub>-szintet a THC megvonása után 11,5 nappal, amikor már teljesen visszatért a klasszikus kannabinoid viselkedés. Ennyi idő elteltével is még 35%-kal kevesebb receptor volt megtalálható a kezelt egerekben a kezeletlenhez képest, azonban hat hét után már nem volt kimutatható a különbség.

Az elektrofiziológiával kombinált korrelált konfokális és 3D-STORM szuperrezolúciós mikroszkópia tehát egy gyors és hatékony módszer a sejttípus-specifikus nanoskálájú képalkotásra. A VividSTORM, python-ala-

pú, szabadon hozzáférhető és nyílt forráskódú szoftverrel a különböző modalitások (konfokális, EPI fluoreszcens vagy elektron mikroszkópos és STORM) együtt kezelhetők, és különböző mérések végezhetők el. A nyílt kódnak köszönhetően könnyen továbbfejleszhető.

Kulcsszavak: *szuper-rezolúciós mikroszkópia, egyedi molekula lokalizáció, STORM, korrelatív konfokális és STORM-mikroszkópia, endokannabinoid rendszer, CB<sub>1</sub>-receptor, marihuána, THC, elektrofiziológia*

#### FORRÁSOK

Barna László – Dudok B. – Miczán V. – Horváth A. – László Z. I. – Katona I. (2016): Correlated Confocal and Super-resolution Imaging by VividSTORM. *Nature Protocols*. in press.  
Dudok Barna – Barna L. – Ledri M. – Szabó S. I. – Szabadits E. – Pintér B. – Woodhams, S. G. – Henstridge, C. M. – Balla Gy. – Nyilas R. – Varga

C. – Lee, S. H. – Matolcsi M. – Cervenak J. – Kacs Kovics I. – Watanabe, M. – Sagheddu, C. – Melis M. – Pistis M. – Soltész I. – Katona I. (2015) Cell-specific STORM Superresolution Imaging Reveals Nanoscale Organization of Cannabinoid Signaling. *Nature Neuroscience*. 18, 75–86. DOI: 10.1038/nn.3892 • <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4281300/>



## 4. Bioenergetika és fotobiológia

### BEVEZETŐ

Csík Gabriella

kandidátus, egyetemi docens,  
SOTE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet  
csik.gabriella@med.semmelweis-univ.hu

Dér András

az MTA doktora, tudományos tanácsadó,  
MTA Szegedi Biológiai Központ  
Biofizikai Intézet, Szeged

A fényvel – mint a földi élet egyik alapvető feltételével – kapcsolatos kutatások eredményei hagyományosan helyet kapnak a Magyar Biofizikai Társaság kongresszusain.

Általánosan ismert, hogy a növények zöld színanyaga, a klorofill kialakulásához fényre van szükség, így a fénytől elzárt, föld alatti növényi részek nem tartalmaznak klorofillt. Bizonyos esetekben azonban a föld alatti, de a földfelszínhez közeli szöveti rétegekben is kimutatható klorofill a talaj árnyékoló hatása ellenére. Ennek okát vizsgálva Böddi Béla (ELTE Növényiszervezettani Tanszék) és munkacsoportja kiderítette, hogy a hajtás által elnyelt külső fény egy részét a hajtás fényvezetőként a talaj alatti rétegekbe vezeti, ahova a talajon keresztül nem juthatna fény. Ez a speciális körülmények között végbemennő fotoszintézis számos újabb kérdést, növénybiológiai problémát vet fel, így például azt, hogy mi a föld alatti fotoszintézis széndioxid-forrása, hogyan működik a szintestek működésének szabályozása stb.

A napsugárzásnak a földi élet számára nélkülözhetetlen pozitív hatásai mellett azonban károsító hatása is lehet. A növényekben megjelenő reaktív oxigénformák közül a szingulett oxigén (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>) keletkezése szinte

teljes egészében a fotoszintetikus apparátus feldolgozóképeségét meghaladó mennyiségű energiaelnyelés okozta fénystresszhez köthető. Hideg Éva (Pécsi Tudományegyetem Növénybiológiai Tanszék) és munkatársai (MTA Szegedi Biológiai Központ) a szingulett oxigén hatásait tanulmányozzák laboratóriumi körülmények között a növényi sejtekbe juttatott mesterséges színanyagok segítségével. Kutatásaik alapján talán arra is választ kaphatunk, hogy hogyan képesek a növények a napsugárzás negatív hatásaival megbirkózni.

A Nap ultrabolya (UV) sugárzása a kémiai, biokémiai folyamatok stimulálásában, valamint az élővilág evolúciójában is döntő szerepet játszott, illetve játszik. Földi körülmények között a légkör oxigén-, valamint ózontartalma – sőt, további légköri komponensek, mint például kén-dioxid, aeroszolok – jelentős mértékben védik az élővilágot a káros sugárraktól. Bérces Attila (Semmelweis Egyetem Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet) és munkatársai egy asztrobiológiai kísérlet sorozat (BEXUS-15 BioDos) keretében a földfelszíntől 25 km távolságban vizsgálják a földfelszínre érkezőtől eltérő összetételű ultrabolya sugárzás hatásait az élet szempontjából alapvetően fontos molekulák, a nukleinsavak szerke-

zetére. Eredményeik fontos adatokkal szolgálhatnak a földi légkörön kívül feltételezhető élő rendszerek lehetséges előfordulására, az egyik bolygóról a másikra megvalósuló élőanyagtranszportra, valamint a Marson esetleg előforduló, jelenlegi vagy valamikori élő rendszerek előfordulására vonatkozóan.

Az ultraibolya sugárzás elsődleges támadáspontja a DNS, de hatására más, az élő rendszerek működésében alapvető fontosságú molekulákban is okozhat szerkezeti változásokat. Irodalmi adatok alapján ismert, hogy az UVB-sugárzás (280–315 nm) módosíthatja a fehérjék (enzimek) szerkezetét, ami módosíthatja vagy gátolhatja biokatalitikus működésüket. A fehérjéket alkotó aminosavak nem mindegyike képes elnyelni az UV-B sugárzást. Így az elnyelt sugárzás hatása ezeknek az aminosavaknak nemcsak számától, de a fehérjéken belüli elhelyezkedésétől is függ. Ezeknek, az ultraibolya sugárzás hatására a fehérjék szerkezetében okozott változásoknak a mechanizmusát kutatja Majer Zsuzsa (ELTE Szerves Kémiai Tanszék) és együttműködő partnerei, Csík Gabriella és Gróf Pál (Simmelweis Egyetem Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet).

A nanotechnológia korunk modern anyagtudományának egyik legdinamikusabban fejlődő alkalmazási területe. A nanoszerkezetű anyagok egyik intenzíven kutatott felhasználási lehetősége a különböző vékonyrétegek kialakítása szilárd hordozón. A nanoszerkezetű, vékony bevonatok egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert napjainkban. Felhasználási lehetőségeik között szerepel például az energiakonverzió, a katalitikus felhasználások és számos orvosi biológiai alkalmazás. A felhasználási lehetőségeket, a felhasználás eredményességét a bevonatok kémiai összetétele és szerkezete határozza meg. Ilyen, nanoszerkezetű, elsősorban titán-dioxid alapú be-

vonatok kutatásával és orvosi biológiai felhasználásuk fejlesztésével foglalkozik Hórvölgyi Zoltán és kutatócsoportja (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék).

Az orvosi biológiai, mikrobiológiai kutatások egyik, napjainkban is kiemelten fontos területe a mikroorganizmusok elleni küzdelem és ennek keretében új és eredményes antimikrobiális eljárások kidolgozása. Ilyen eljárások egyike lehet az antibakteriális hatású, nanoszerkezetű, vékony bevonatok alkalmazása akár a mindennapokban használt tárgyak, akár orvostechnikai eszközök, berendezések felszínén. Az új technológiáktól a hatékonyság mellett elvárjuk, hogy könnyen használható formában nyújtsanak olcsó fertőtlenítési megoldásokat.

A BME Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék munkatársai a Semmelweis Egyetem Biofizikai és Sugárbiológiai Intézetével együttműködésben tanulmányozzák ezüsttartalmú pórusos titán-dioxid ( $\text{TiO}_2$ ) bevonatok *Escherichia coli* baktériumtörzsre kifejtett antibakteriális hatását, valamint a fény szerepét a baktérium inaktivációjának folyamatában.

A fotoszintetizáló mikroorganizmusok anyagcseréjének fontos szereplői a hidrogenázok, melyek a lehető legegyszerűbb reakciót katalizáló enzimek: protonokból és elektronokból hidrogént képesek létrehozni (hidrogénfejlésztés), illetve a hidrogént protonokra és elektronokra bontják (hidrogénoxidáció). Fiziológiai szerepük tanulmányozásán túl a hidrogenázok biotechnológiai alkalmazási lehetőségeit is intenzíven kutatják. A hidrogéntermelés irányában működő enzimek segítségével például környezetbarát energiahordozó állítható elő, hiszen a hidrogén oxidációjakor csak víz keletkezik. Másrészt, a hidrogénbon-

tás irányában működő enzimeket akár üzemanyagcellákban is hasznosíthatják, ahol azok kiválthatják a hidrogén oxidálására használt drága platinát. Az ilyen alkalmazásokhoz viszont ismerni kell az enzimek működési mechanizmusát a környezeti paraméterek függvényében. Annak ellenére, hogy a hidrogenázokat már az 1930-as években felfedezték, aktivitás- és szerkezetvizsgálatuk jelenleg is tart. A szekció két előadása is foglalkozott a témakörrel: Bagyinka Csaba (MTA SZBK Biofizikai Intézet) az enzimműködés reakciómechanizmusát értelmezte újszerű módon, Tengölics Roland (SZTE Biotechnológiai Tanszék) pedig a biológiai hidrogéntermelés membrán-bioenergetikai hátterét elemezte.

Ugyancsak a biológiai anyag technikai alkalmazási lehetőségével foglalkoztak az SZBK Biofizikai Intézetének kutatói (Krekity Szilvia és mtsai, valamint Mathesz Anna és mtsai). Megmutatták, hogy egyes fényérzékeny fehérjékből (például bakteriorodopszimból vagy fotoaktív sárga fehérjékből) készített felületi vékonyrétegek („filmek”) kiváló optikai tulajdonságaiknak köszönhetően felhasználhatók az integrált optikában optikai áramkörök aktív elemeiként („optikai kapcsolóként”), vagy optikai bioszenzorok hangolóelemeiként. Mindezek alapján remélhető a kutatások eredményeinek gyakorlati felhasználása például az optoelektronikában, a gyógyszerkutatásban és az orvosi diagnosztikában.

