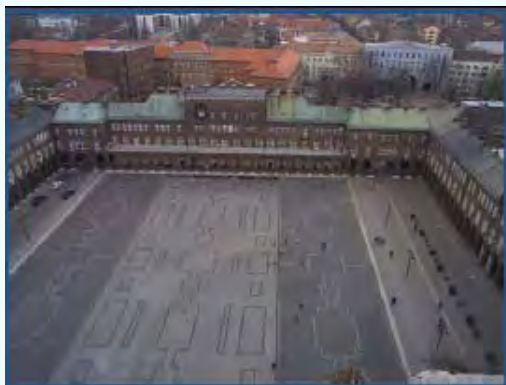




Maróti Péter

egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem Orvosi Fizikai Intézet

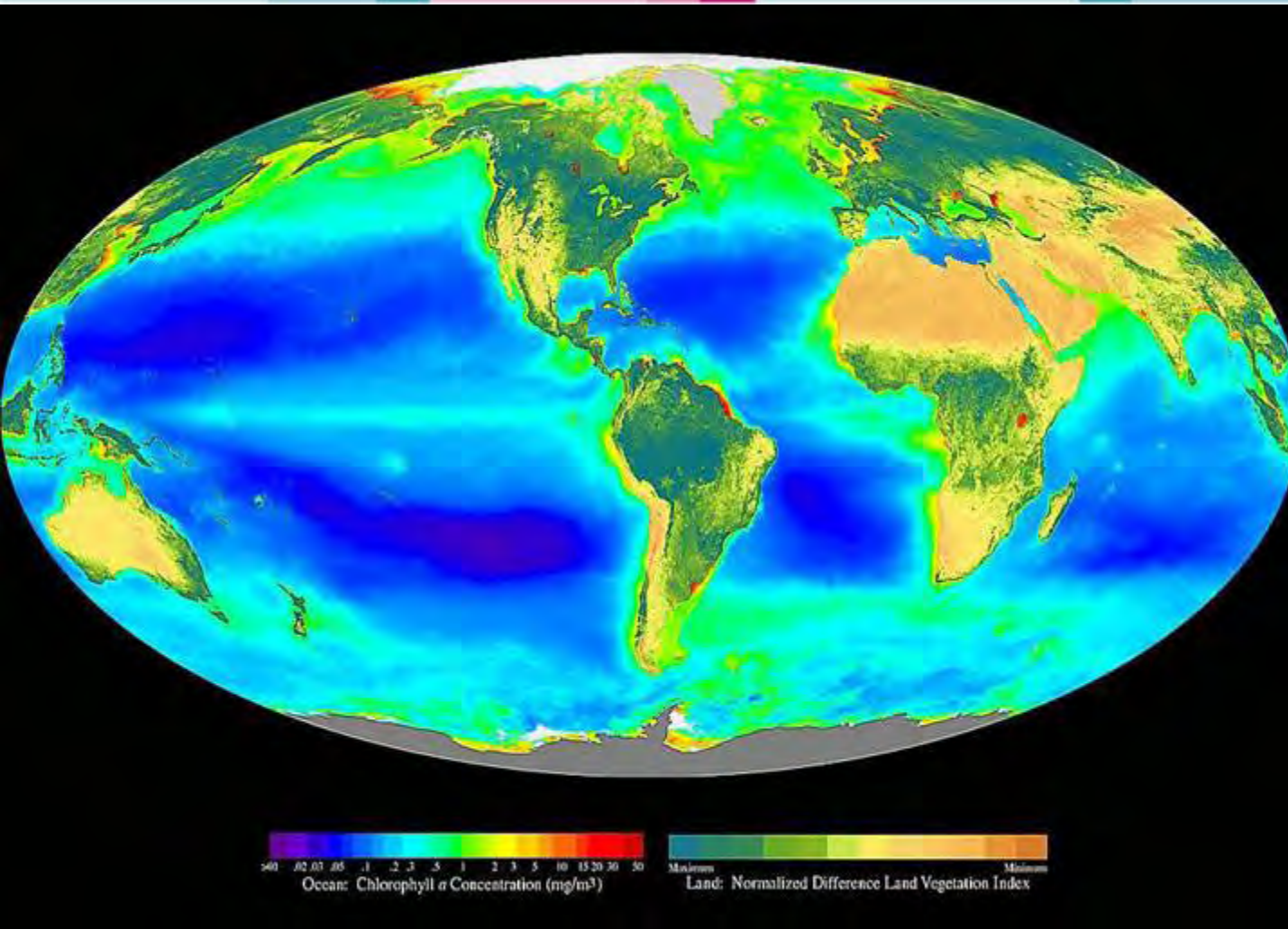
Fényes élet:
fényből élet – életből fény
fotoszintézis – biolumineszcencia

Széchenyi István Gimnázium és Általános Iskola
Szolnok, 2014. február 12.

www.meetthescientist.hu



**Az élet és a színek teszik a Földet különlegessé.
A Föld a színét elsősorban a víznek (kék) és a bioszférának
(zöld növényvilágnak) köszönheti.**

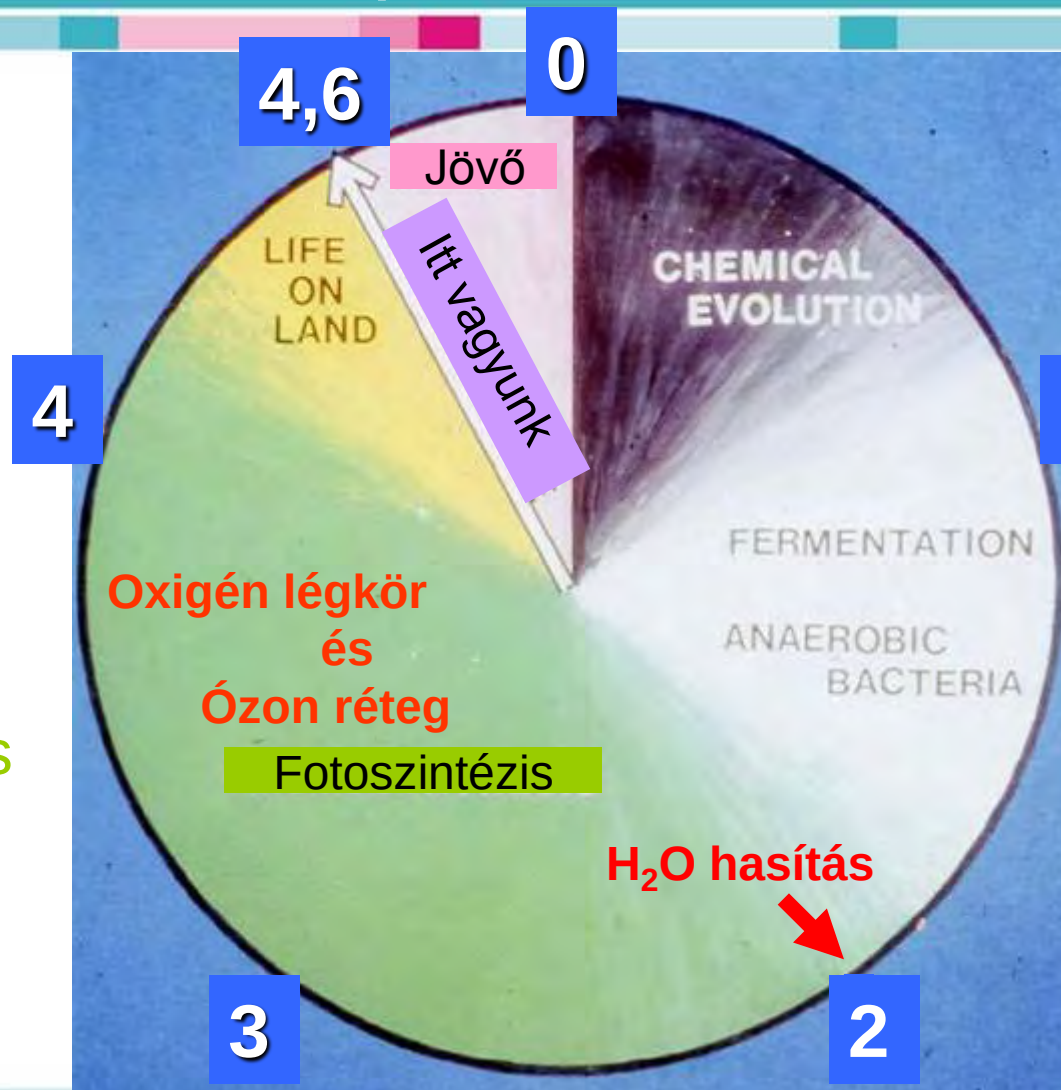


Mikor alakult ki?

Az 5 milliárd év számlapú óra: a földi evolúció

szárazföldi
élet

fotoszintézis



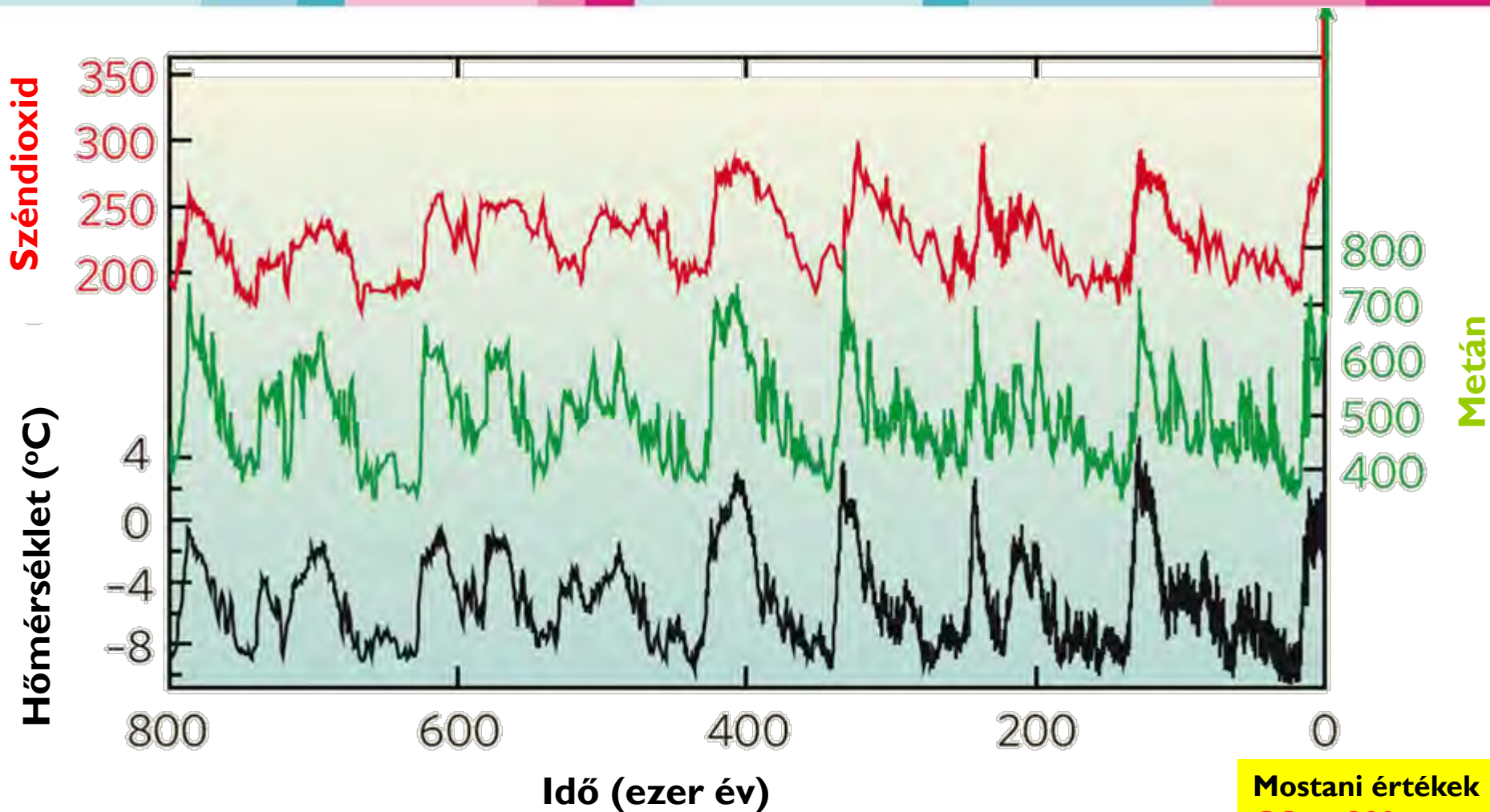
kémiai evolúció

erjedés

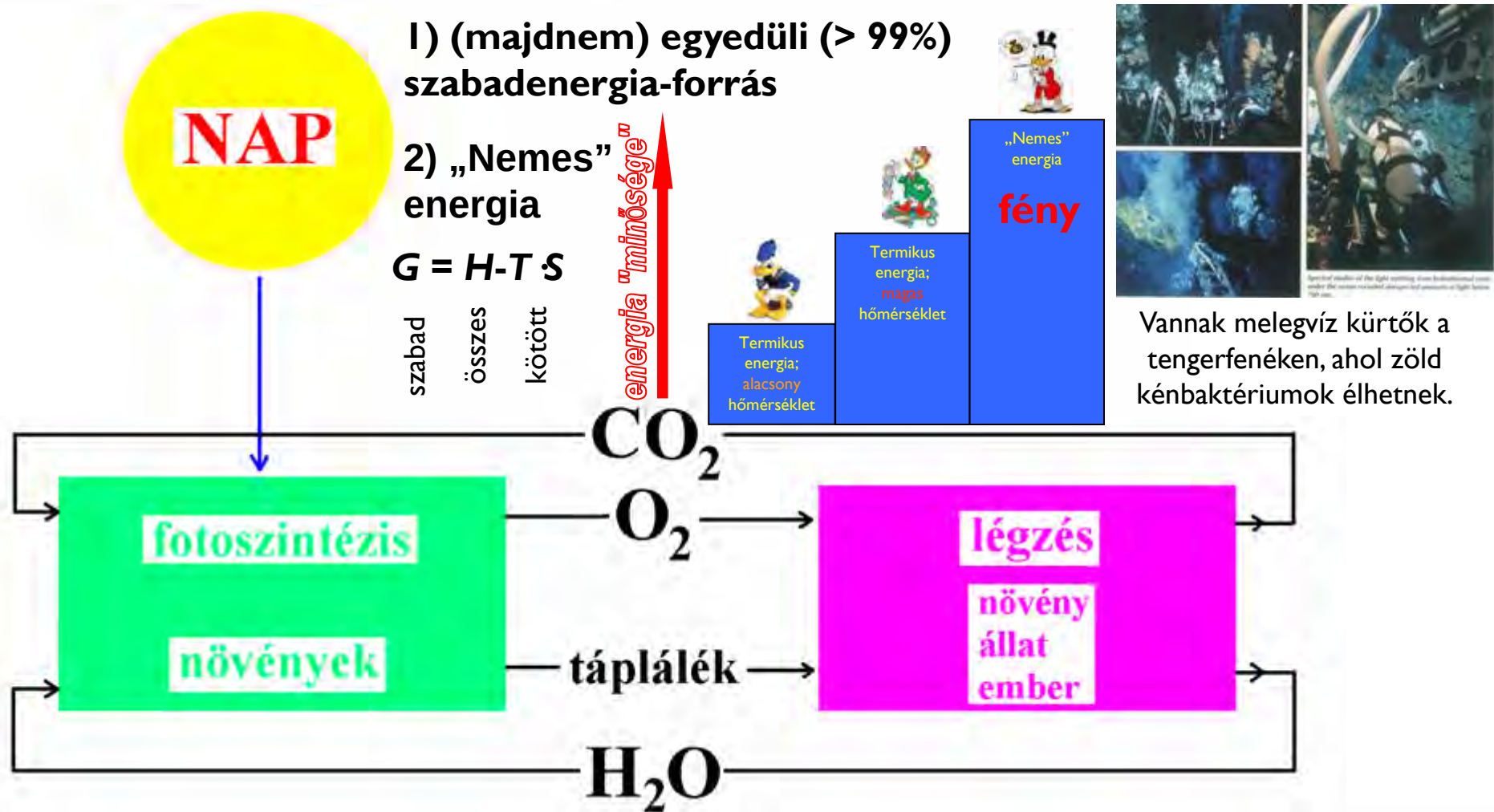
anaerob
baktériumok

Big Bang
az evolúcióban

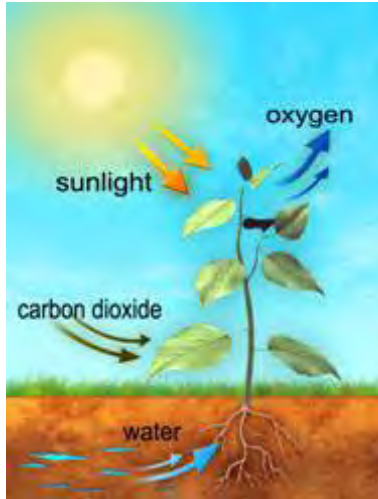
Mintavétel az Antarktisz jegéből (Nature 2008): mélység = 3190,53 m, időfelbontás = 380 év



Biológiai élet-ciklus



A földi élet kialakulásának alapfeltételei:



Napfény

Légkör

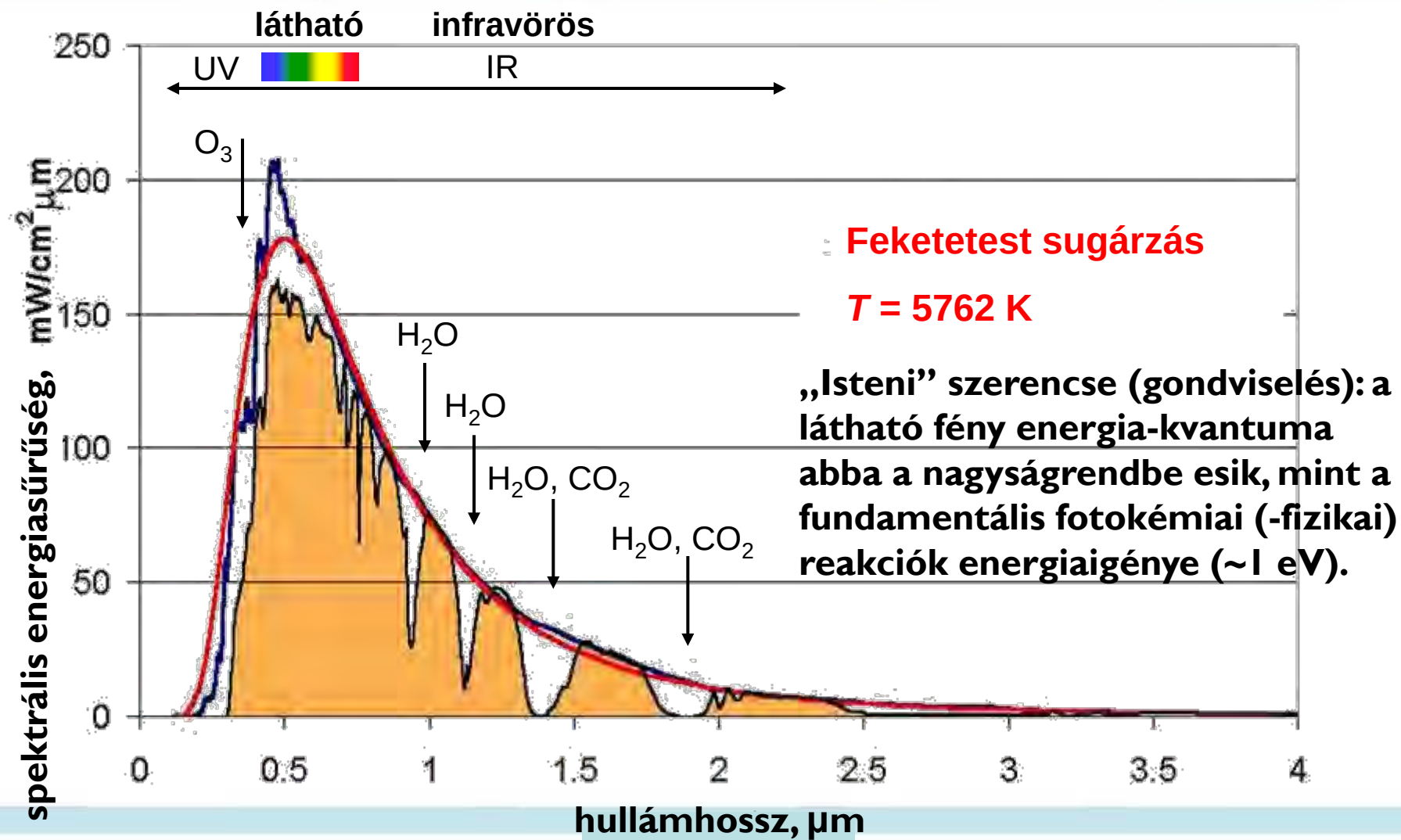
(folyékony) **Víz** (0 °C feletti hőmérséklet)

O₂ és CO₂ a gázcseréhez

O₃, ózon az UV elleni védelemhez



A napfény spektruma a Föld felszínén



Élettevékenységhez kötött fényelnyelés és -kibocsátás

Fényből élet



A növény fejlődéséhez **fény** kell.

**FOTOSZINTÉZI
S**

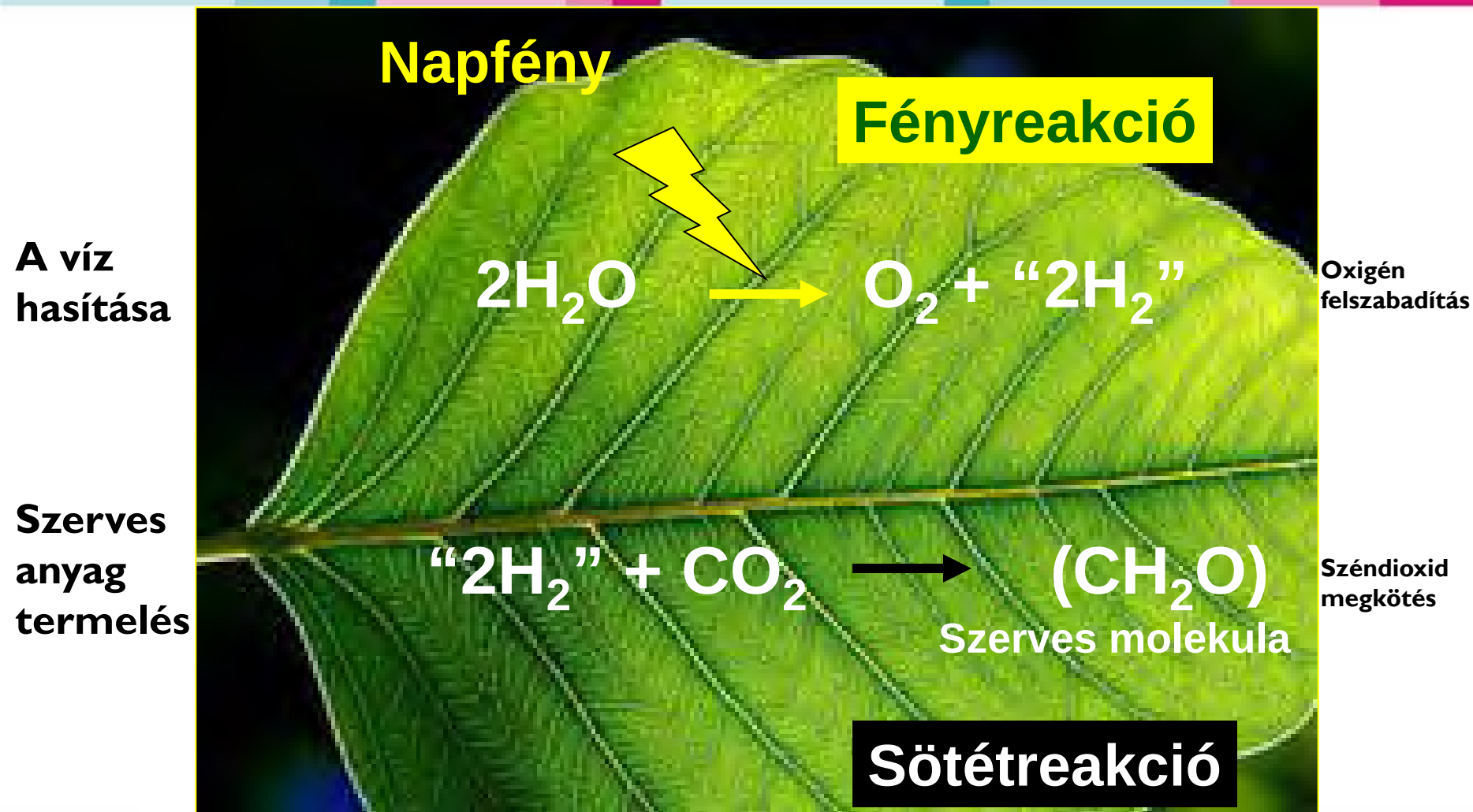
Életből fény



A világító szentjánosbogár az élettevékenysége során **fényt** bocsát ki.

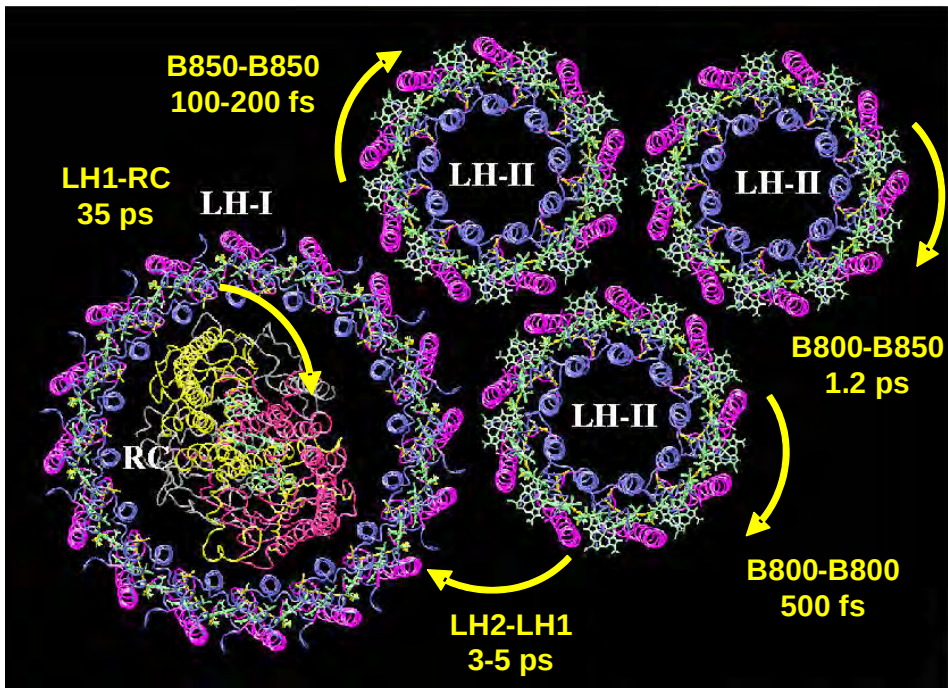
**BIOLUMINESZCENCI
A**

A földi élet motorja: a fotoszintézis



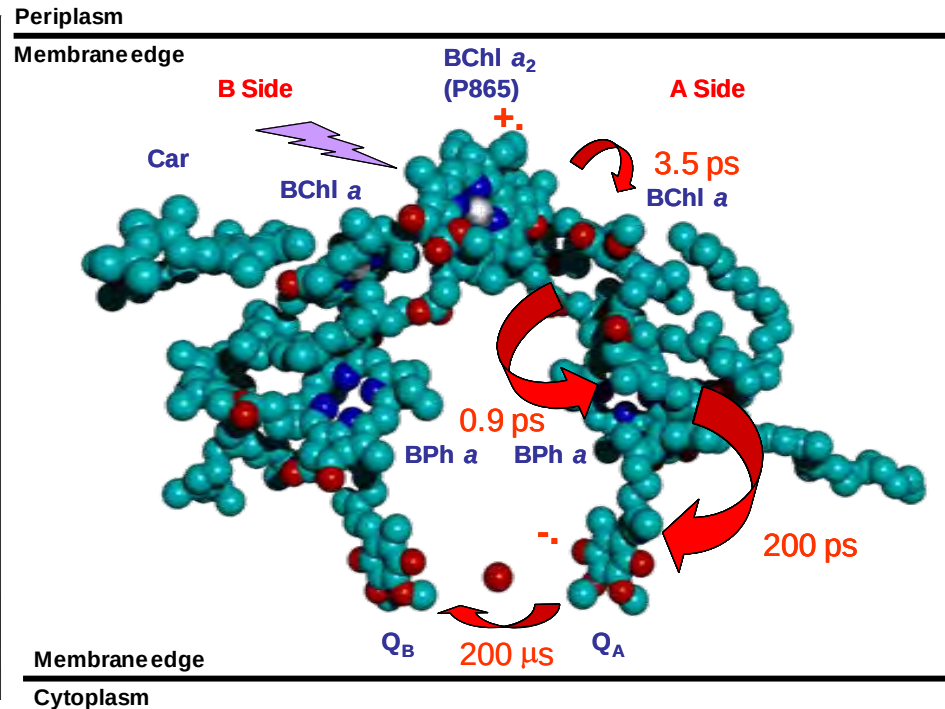
Ultragyors folyamatok a fény begyűjtésében és -hasznosításában

Az elektron-gerjesztési energia vándorlása az antennarendszerben



A membrán síkja

Töltésszétválasztás és elektron transzfer a reakciócentrumban

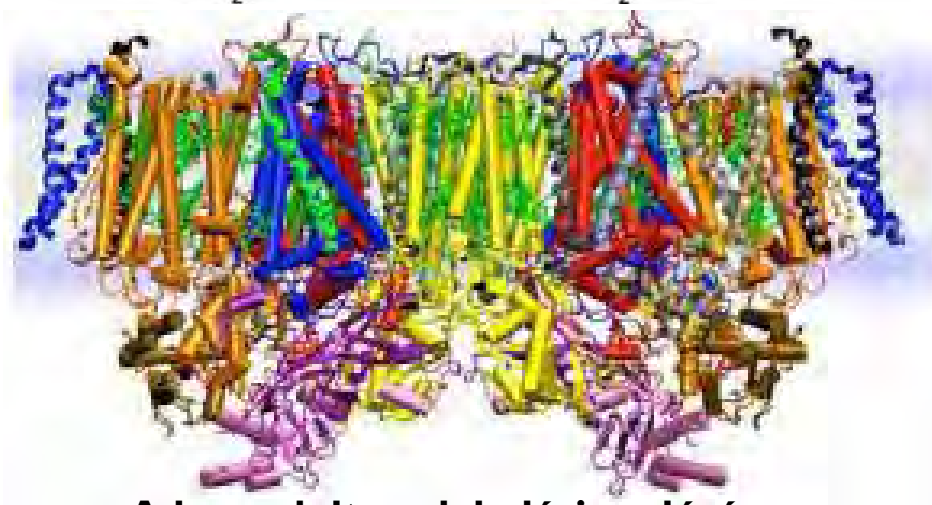
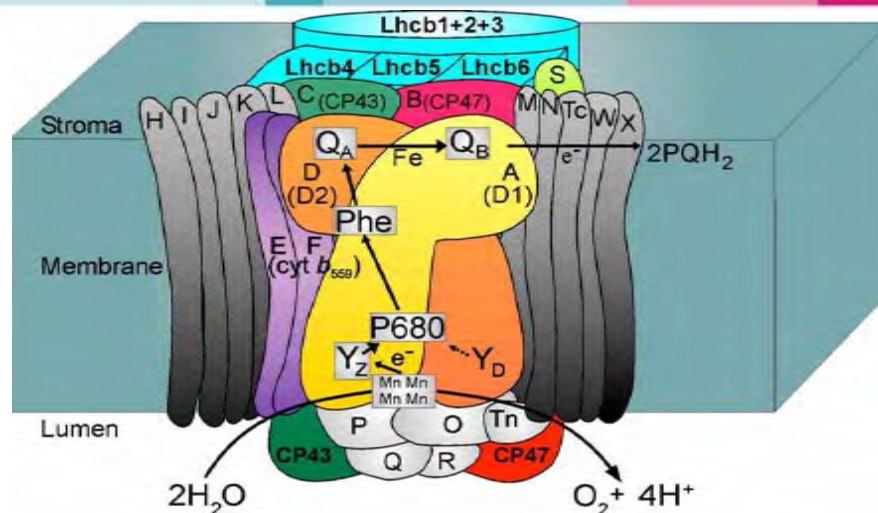


A membrán keresztmetszete

A víz hasítása, az oxigén molekula felszabadítása



A művész egyszerű elképzelése



A bonyolult molekuláris valóság

Biomassának napfényből való termelésének hatékonysága Energetikai célú hasznosíthatóság (mesterséges falevél)

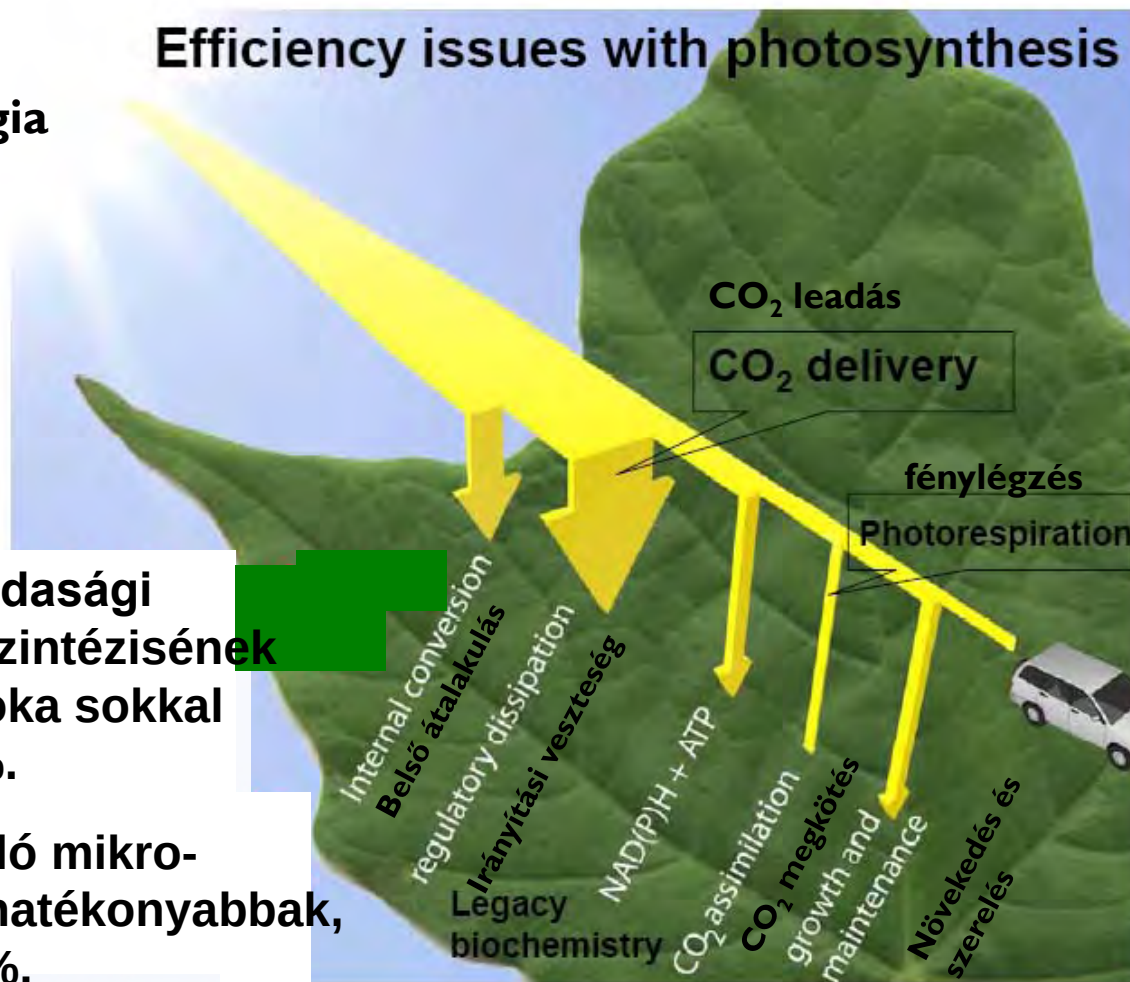
Cukornád: 2% (az elméleti határ ~ 4%)



Veszteségek a fotoszintetikus energia-hasznosítás során

100%
napfényenergia

Efficiency issues with photosynthesis



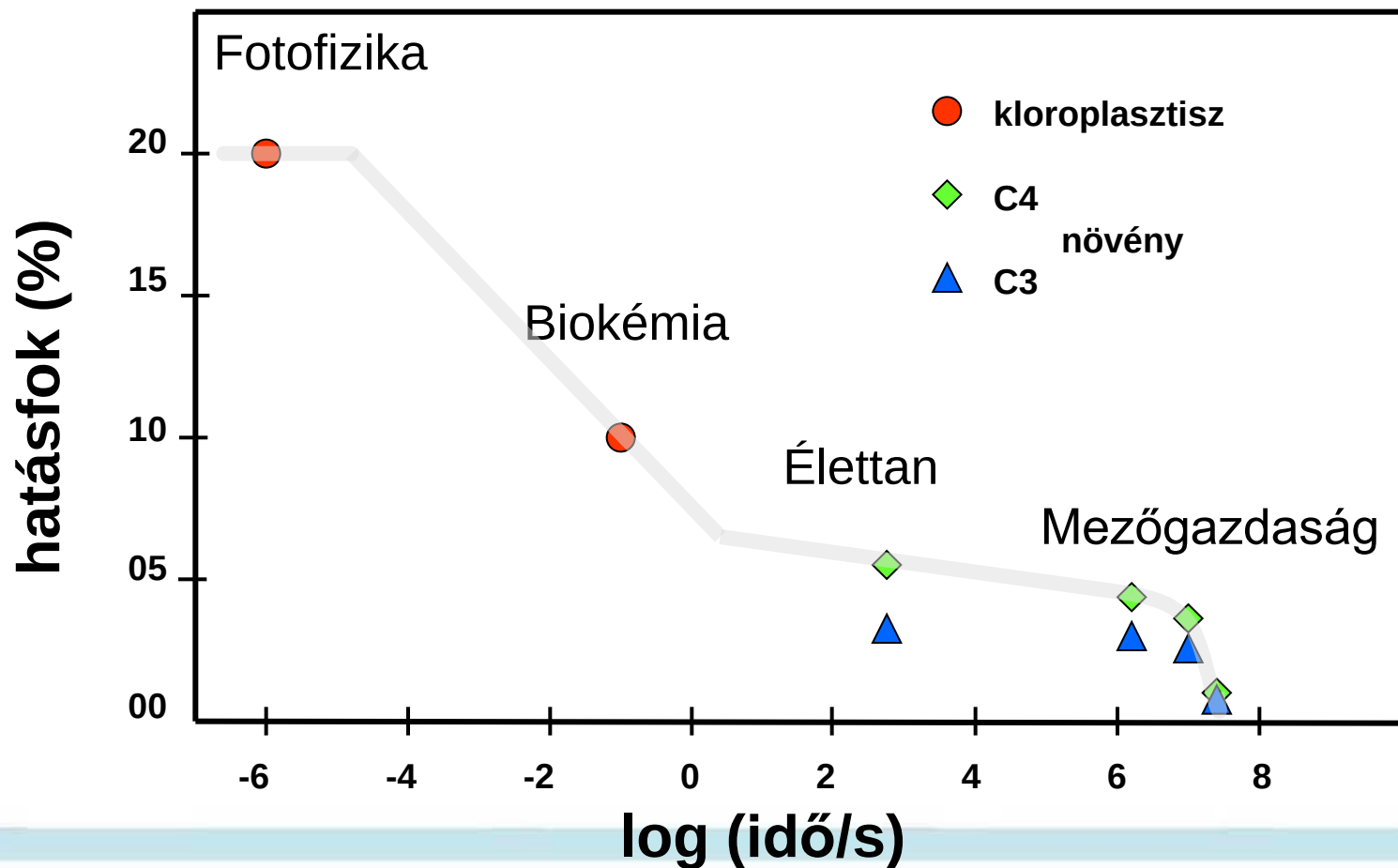
A zöld mezőgazdasági növények fotoszintézisének globális hatásfoka sokkal kisebb, mint 1%.

A fotoszintetizáló mikro-organizmusok hatékonyabbak, hatásfokuk ~ 4%.

~ 1%
raktározott
energia (pl.
termés
formájában)

A fotoszintézis hatásfoka

A növények általában nem érdekeltek a magas hatásfok értékben, mert bőven áll rendelkezésükre napfény, sőt, sokszor az erős fény ellen védekezniük kell.

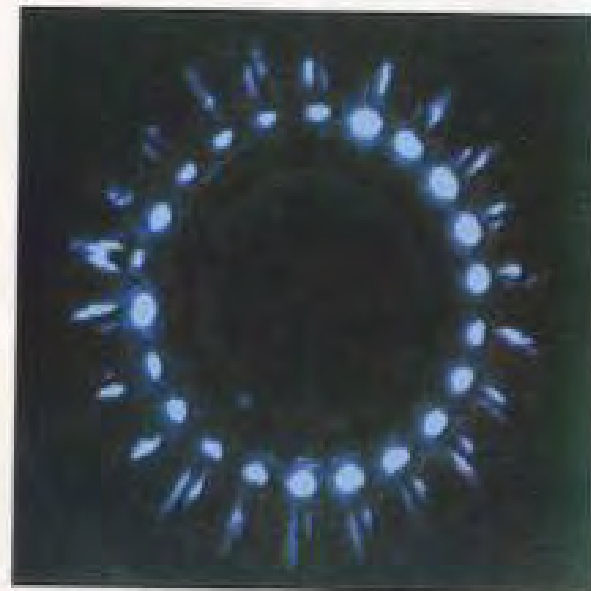


A kibocsátott fény (lumineszcencia) felhasználása:

I) Élettevékenység (biológiai funkció)



A medúza biolumineszcenciája



A mélytengeri medúza vész-helyzetben biolumineszcenciával fénykereket működtet, hogy a ragadozó figyelmét lekösse, elkápráztassa.

Telepes medúza 2000 m-re a tenger felszíne alatt. Csaliként alkalmazott biolumineszcencia halak befogására

Vörös színű
biolumineszcencia (nem
fény, hanem kémiai
reakciók gerjesztik).

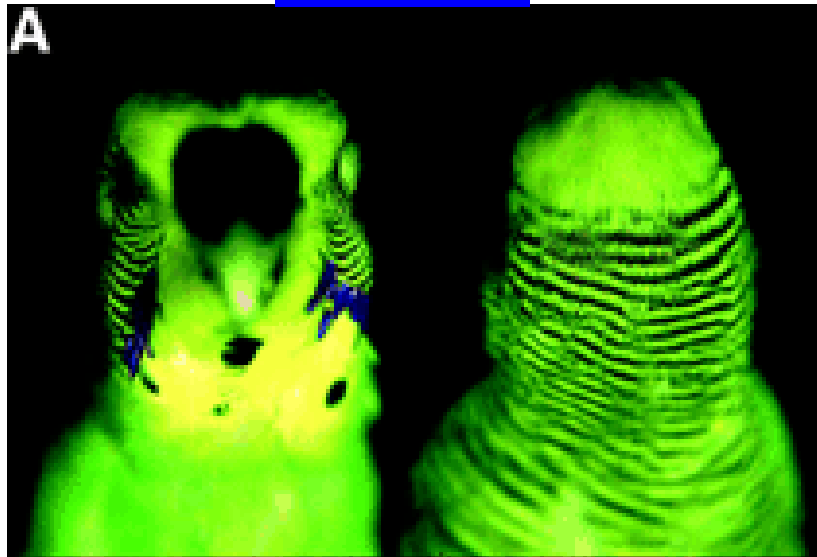


A newly discovered organism that lives at depths between 1600 and 2300 m appears to use red bioluminescence to attract prey (bottom left). Its red-fluorescing tentilla are shown (top left and above). An electron microscopy image shows the organism's stinging cells (large bulbous structures), and its luminescing structures are the smaller bulbs beneath the stinging cells (bottom). Images courtesy of Steven Haddock unless otherwise noted.

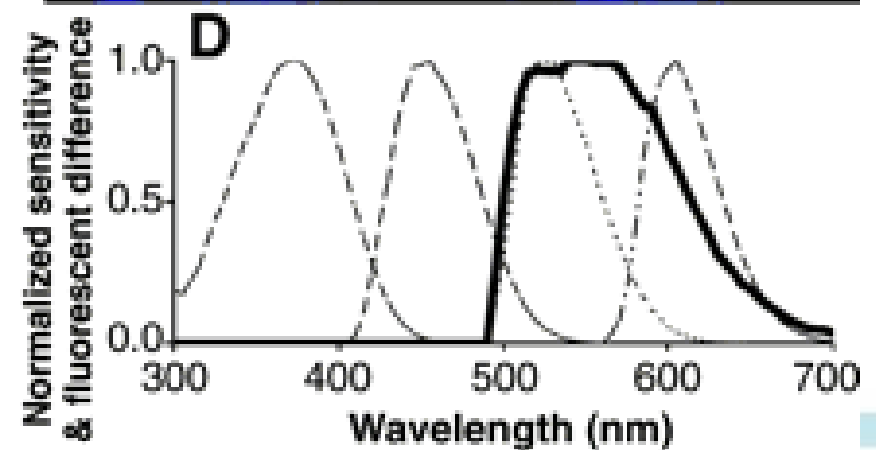
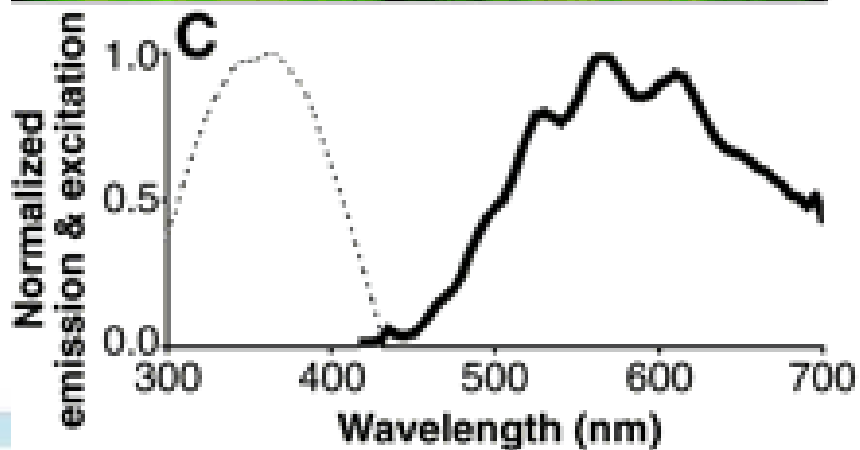
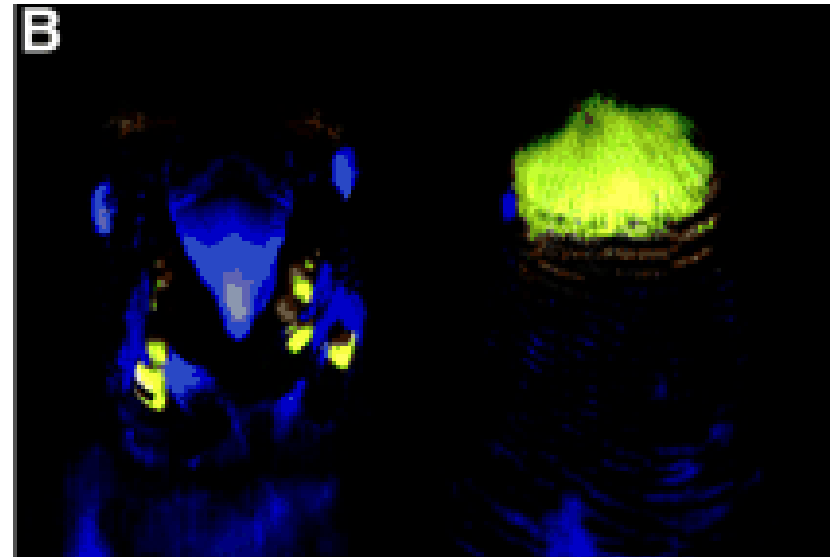


A papagáj tollazatának fluoreszcenciája a nemi érdeklődés felkeltését elősegítő jelzés

Fehér fény



UV megvilágítás



A kibocsátott fény (lumineszcencia) felhasználása

2) Kutatás (a biológiai folyamatok megismerése és utánzása)

Honnan jön a fény?

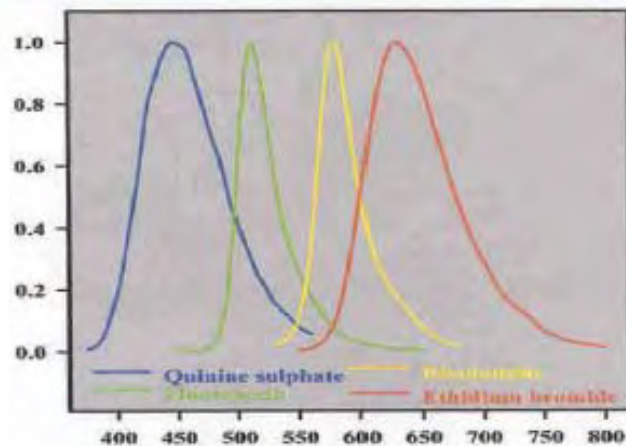
kinin szulfát

rodamin
fluoreszcein

Festékek
fluoreszcenciája UV
megvilágítás hatására

etídium bromid

Fluoreszcencia
spektrum



Hullámhossz (nm)

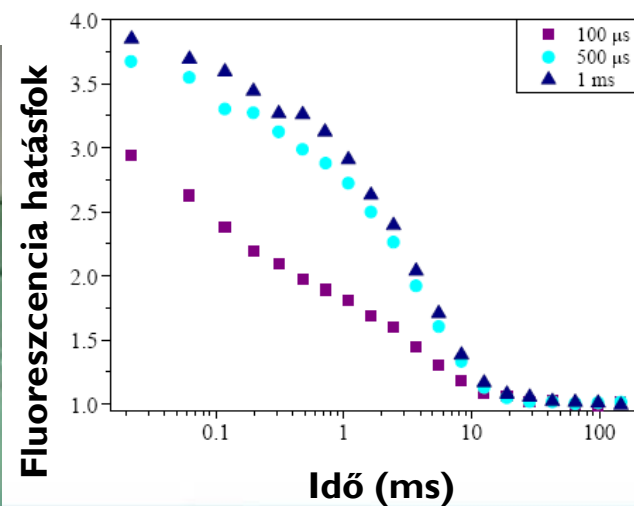
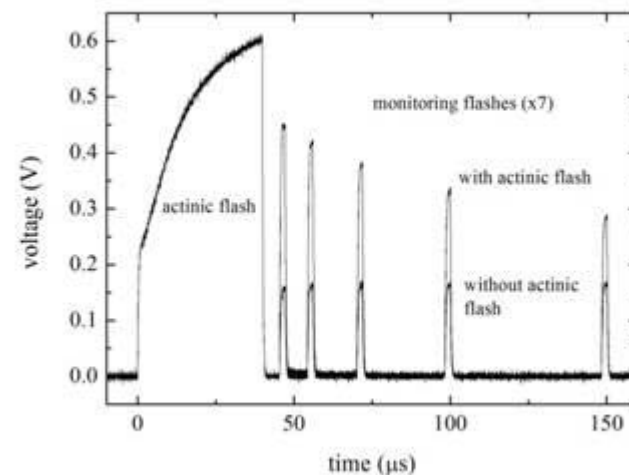
Bakterioklorofil-fluorométer (egész sejteken)

**Gerjesztés
lézerdióddával
(808 nm)**

*Rhodobacter
sphaeroides* bíbor
baktérium

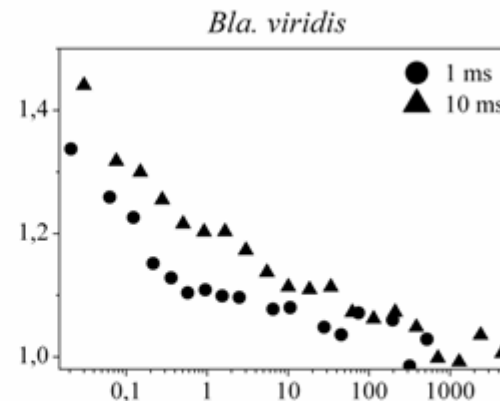
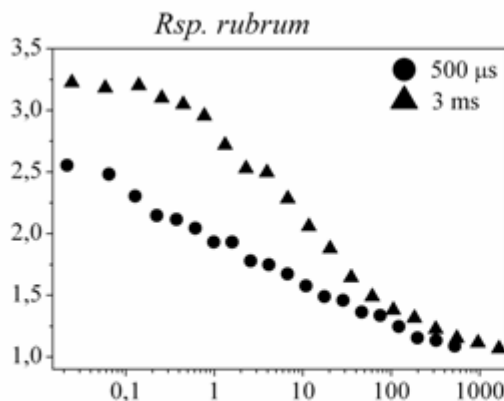
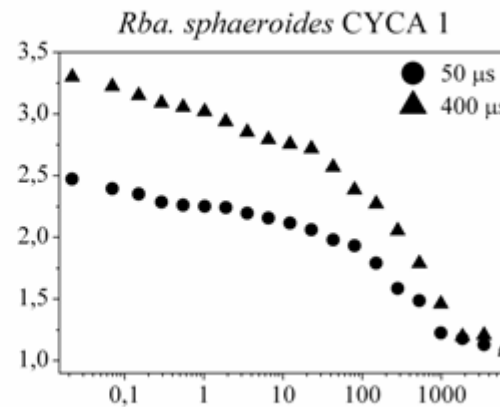
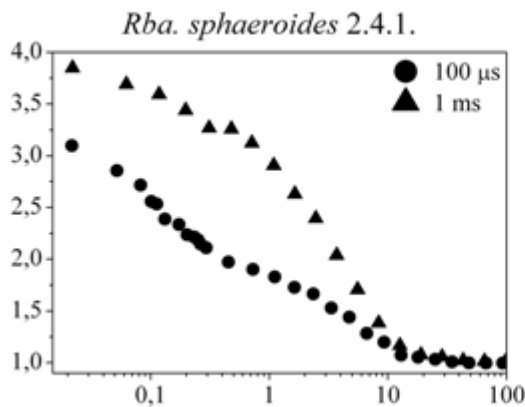


**Fluoreszcencia
(920 nm)**



A fluoreszcencia relaxáció a törzseket és fiziológiás állapotukat jellemzi

Fluoreszcencia határfok
(a gerjesztés nélküli
állapothoz viszonyítva)

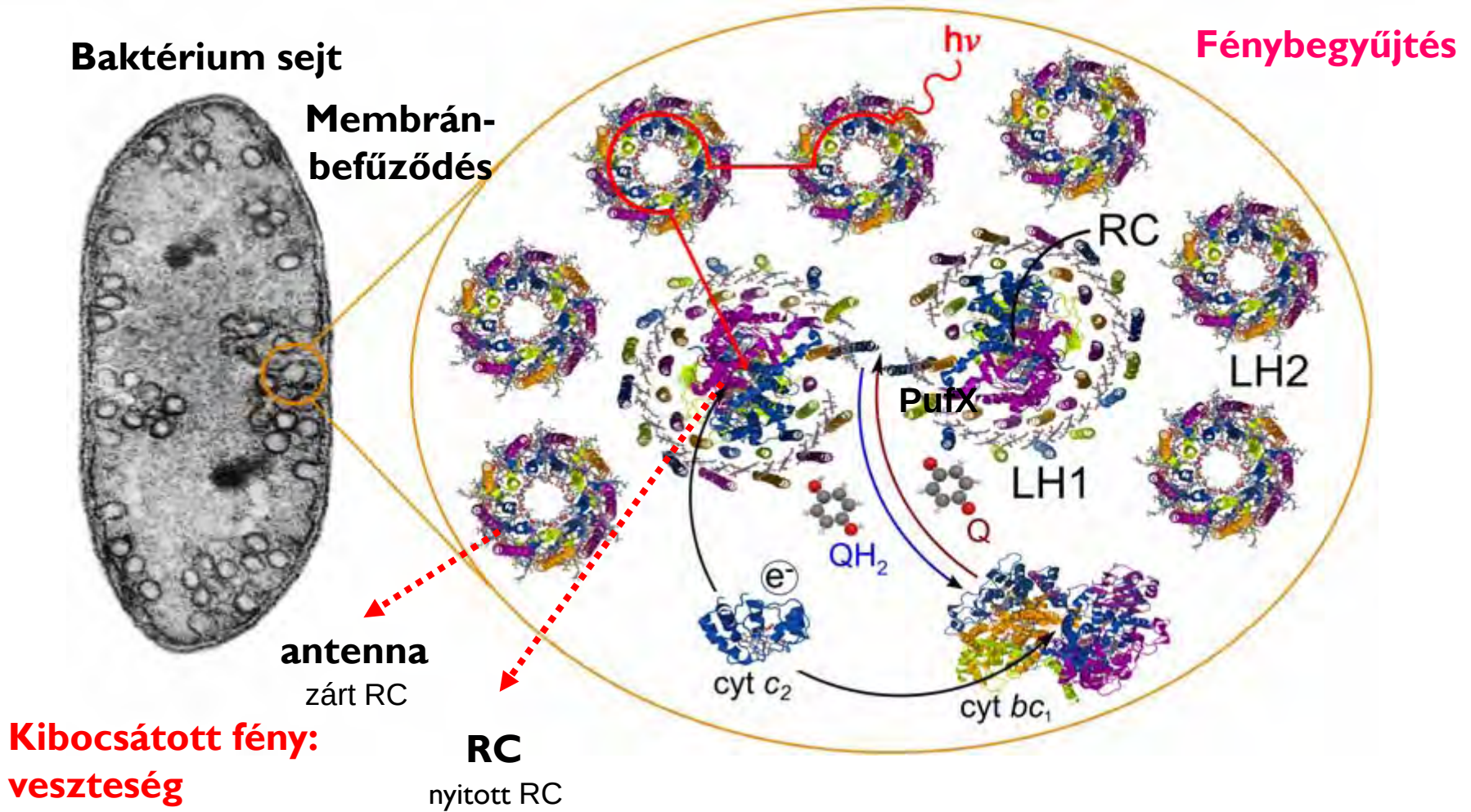


Idő (ms) logaritmusos léptékben

A fluoreszcencia
hatásfokának
lecsengése
(relaxációja)

- 1) különböző
időtartamú
előzetes
megvilágítás
után,
- 2) különböző
baktérium
törzseknél

A fotoszintetizáló bíorbaktérium *Rba. sphaeroides* fotoszintetikus apparátusának szerveződése



Hg²⁺ roncsoló hatásának kimutatása fluoreszcencia indukcióval

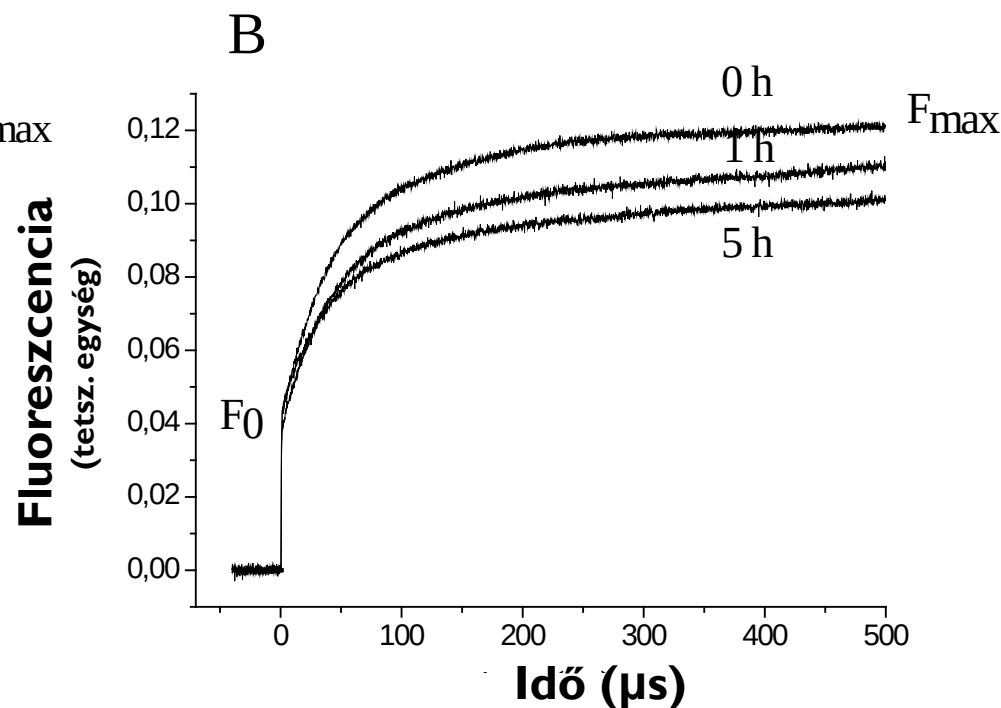
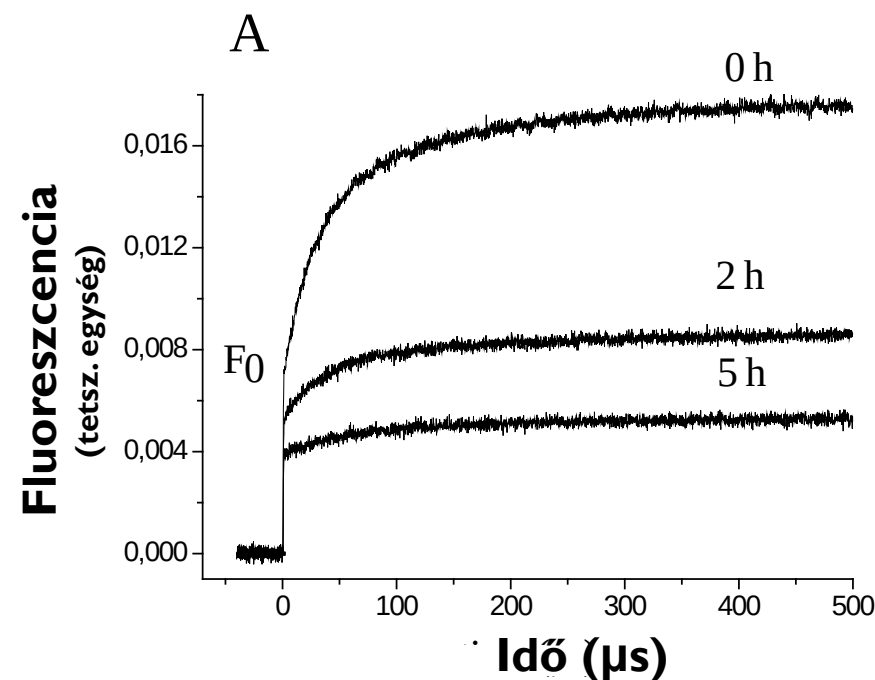
Természetes vizek nehézfém-ion szennyezettségének gyors mérése

26 μM Hg²⁺ hozzáadása baktérium kultúrához, amelyet

fényben

tartunk.

sötétben



Egyidejű fény- és higanyion-hatás különösen káros a sejteknek.

A napfény energetikai hasznosítása

Fotovoltaikus erőművek a világon



USA: Prescott, Arizona (MW teljesítmény)



Európa: Sanlúcar, Sevilla közelében

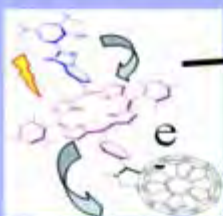
Szilárdtest napelemek: a napfény-energiát közvetlenül (hőenergia áttétel nélkül) alakítják át elektromos energiává.

Mesterséges fotoszintézis: fotoszintézis-alapú fényenergia-átalakítás

Hipotetikus elrendezés üzemanyag termelésére mesterséges fotoszintézissel (műlevéllel)



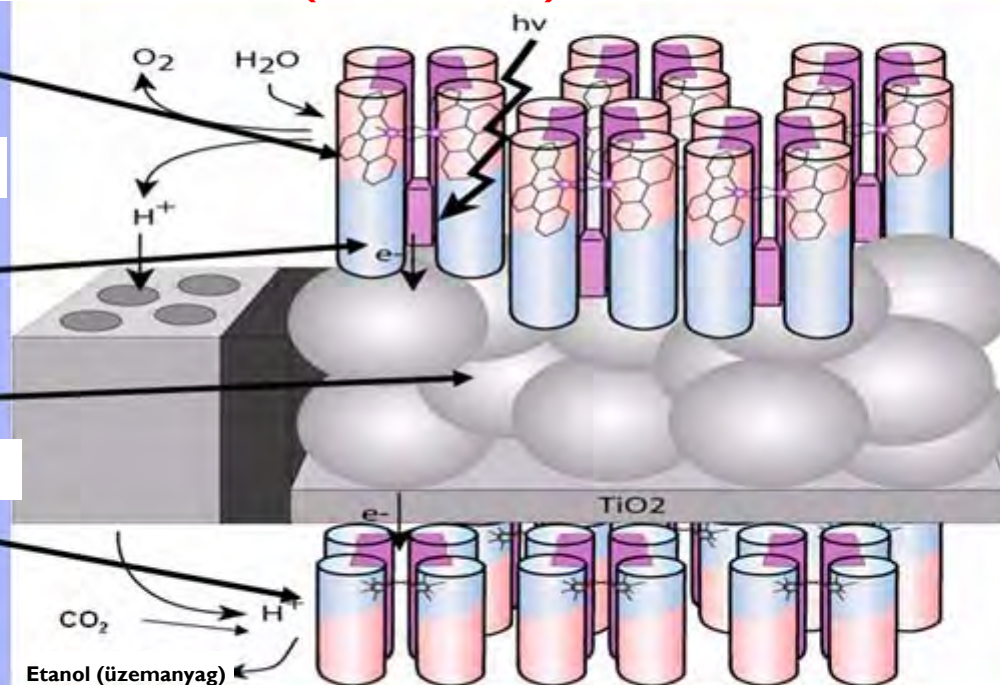
PSII RC utánczat



Töltésszétválasztás



Karboxiláz utánczat



fényelnyelés

vízhasítás

A CO_2
redukciójával
etanol
(üzemanyag)
gyártható.

„Vidd haza” üzenet: a biofizikus feladata és szerepe



-A fizikai törvényszerűségeket és azok megvalósulását keresi élő rendszerekben és folyamatokban.

-Valódi híd-(interdiszciplináris) tudomány

-Térben és időben korlátlanul kis és nagy méreteket vizsgálhat a technika legmodernebb eszközeivel.

-Az élő természet működését felismerve azokat utánózni, sőt fejleszteni képes saját és társadalma hasznára (bionika).





Köszönöm!

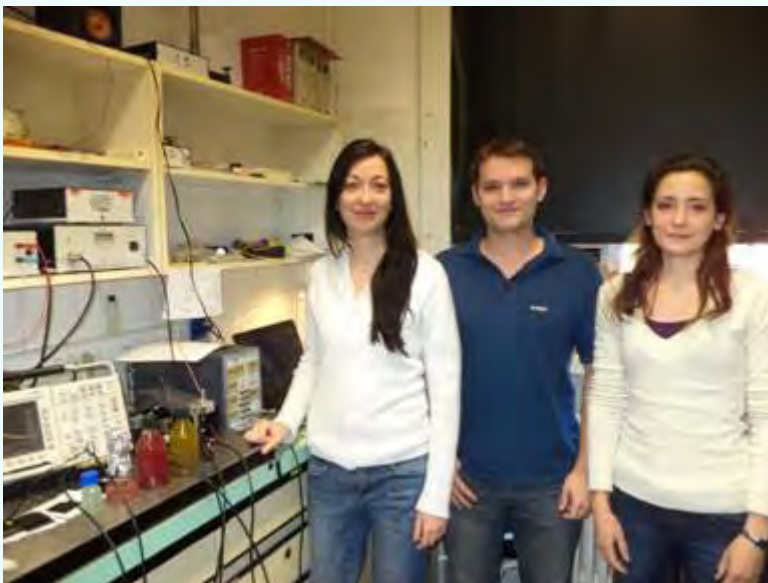
TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0060

Doktoranduszok:

**Kis
Mariann**

**Sipka
Gábor**

**Asztalos
Emese**



www.meetthescientist.hu