

# Kémiai PANORÁMA

21. szám 2019. évfolyam 1. szám

KLÍMAVÁLTOZÁS 2018 – 2019: TOVÁBB MELEGSZÜNK

VILÁGÍTÓ MOLEKULÁK

GYÓGYÍTÓ MOLEKULÁK GOMBÁKBAN: PECSÉTVIASZGOMBA

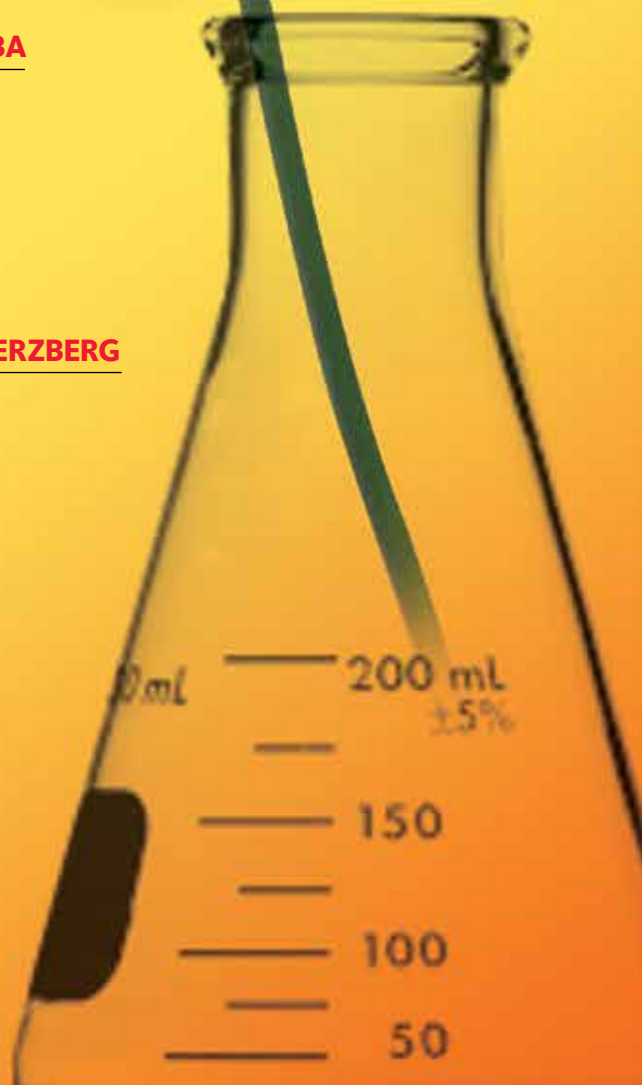
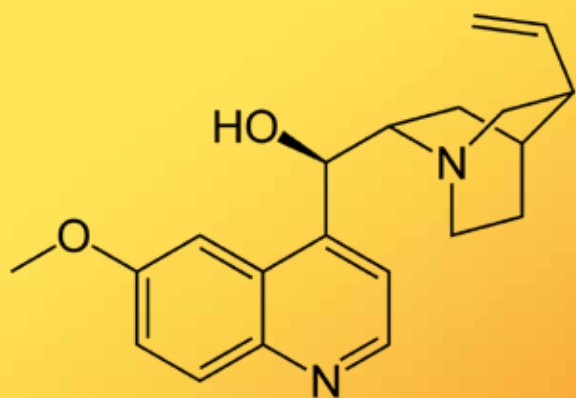
A SZÁLOPTIKA ATYJA

A GYÜMÖLCSPOLOSKA VEGYI ESZKÖZEI

SZABAD GYÖKÖK SZERKEZETÉNEK KUTATÓJA: GERHARD HERZBERG

MIÉRT PIROS A PAPIKA?

A MALÁRIA HAGYOMÁNYOS GYÓGYSZERE: A KININ



6

## KLÍMAVÁLTOZÁS 2018 – 2019

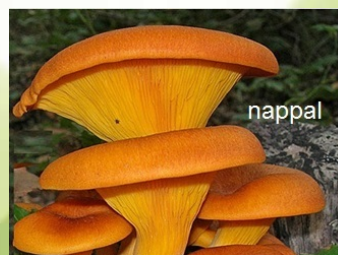
Tovább melegszünk  
Szerkesztőségi  
összeállítás



10

## A TERMÉSZET ÉRDEKES MOLEKULÁI

Világító molekulák  
Pálinkás Gábor



19



## KAO, A KOMMUNIKÁCIÓKUTATÓ

A száloptika atyja

Simonyi Miklós



15

## GYÓGYÍTÓ MOLEKULÁK GOMBÁKBAN

Pecsétviaszgomba  
Kőszegi Lídia



22

## ÚJ ROVAR- LAKÓTÁRSÁK

A gyümölcspoloska  
vegyi eszközei  
Nemes László

A szerkesztőség köszönetet mond az MTA Természettudományi Kutatóközpontnak, az MTA Folyóirat-pályázatának, továbbá az MTA Kémiai Osztályának a támogatásáért.

A Kémiai Panoráma magazin az ÚMFT TÁMOP 4.2.3 KMR/1/2008-0006 pályázat keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap és az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával (3-6. számok), továbbá az MTA Kémiai Osztálya (4-6. számok) és a Servier Gyógyszerkutató Intézet (5-6. szám) támogatásával valósult meg.





25

### HÚSZ ÉVE HUNYT EL GERHARD HERZBERG

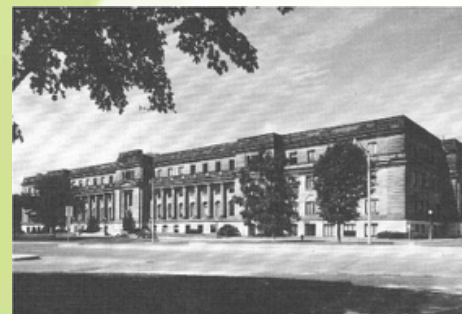
Szabad gyökök  
szerkezetének kutatója  
Ménés András



27

### VEGYTANBÓL VETÉLKEDTEK

V. Oláh György  
Országos Középiskolai  
Kémiaverseny  
Kese István és Szathmári  
Balázs



29

### KÉMIAI ÚJDONSÁGOK

Hírek innen-onnan  
Szerkesztőség



A Benu aszteroida pályája



### PAPRIKA KAROTINOIDOK

Miért piros a  
paprika?  
Deli József

31

### A MALÁRIA HAGYOMÁNYOS GYÓGYSZERE

Egy molekula, amely  
megváltoztatta a világot:  
a kinin  
Varga Szilárd

34



### 37 ÉLETTANI JELENTŐSÉGŰ HATÓANYAGOK

Amikkel lépten-nyomon  
találkozhatunk  
Szerkesztőségi összeállítás



39

### RECENZÍÓ

Braun Tibor: A  
Könyvek Illata  
Simonyi Miklós



# Kedves Olvasónk!

**11.** évébe lépett a Kémiai Panoráma! Immár ennyi ideje szolgáljuk a kémiai ismeretterjesztés ügyét. 2009-ben azzal a céllal indítottuk útjára – akkor még papíralapú, nyomtatott, mára már digitálisan lapozható formában megjelenő – folyóiratunkat, hogy áthidaljuk a kémiát szeretők és értők; valamint a vegyésztől távolabb állók közötti szakadékot.

Hídépítésünkhez kettősmunicíóval szerelkeztünk fel. A kémia világát nem ismerők számára igyekszünk új, izgalmas, megjegyezhető tényekkel, tudással szolgálni, olyasmikkel, ami felkelti az érdeklődésüket, s hívogatja őket tovább e tudományterület mélyebb összefüggései felé.

A „túlparton” lévő más csoportjához: a kémiától idegenkedőkhöz is szeretnénk szólni: nekik szándékaink szerint azt mutatjuk be, hogy nem is olyan bonyolult, érthetetlen, kiismerhetetlen vagy lélektelen világ ez, ha egy kicsit is nyitott szívvel és ésszel közelítenek, megérthető és megkedvelhető, minden esetleges korábbi rossz tapasztalat ellenére is.

S a tizenegyedik életévünkben mi is elértük a 21-iket, méghozzá lapszámban, s ebben is szeretnénk tartani az irányt, az igazi XXI. századi szemléletmódot, kérdésvetést, megoldáskeresést. Ezért cikkeink középpontjába – bár mindvégig a kémiáról írunk – mindig az embert állítjuk. Az embert, aki a gyógyszerek és gyógyító növények, gombák segítségével kikúrálhatja a betegségeit; az embert, aki maga hasznára fordíthatja az anyagok tulajdonságait; s az embert, aki a vegyipart és a vegyi kutatásokat úgy alkalmazza, hogy azzal élő környezetében se tegyen kárt. No meg persze a tudós egyéniségeket, kutató személyiségeket, akik vagy egy-egy felfedezésükkel vagy egész életművükkel szolgálták, szolgálják a tudomány ügyét.

Tizenegyedik életévünkbe lépve, erről az évfordulóról megemlékezve ismételjük meg e lapszámunkban az 1. szám két, időtálló cikkét. S ezen újraközlő nosztalgiazás közben áttekintjük visszatérő témáinkat:

Gyógyító molekulák növényekben

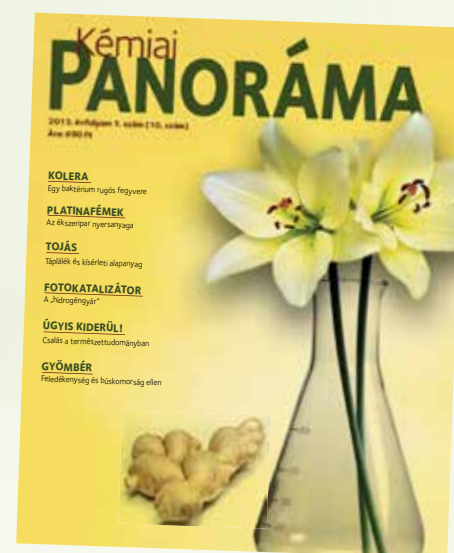
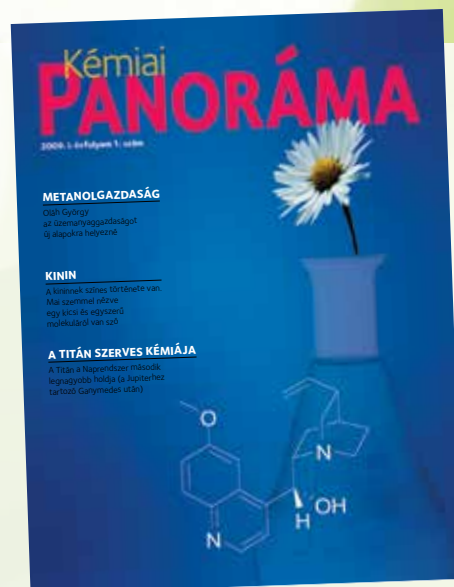
A természet érdekes molekulái

Gyógyszermolekulák.

Felelevenítjük gondolatban – és a kémiaiapanorama.hu oldal segítségével – mindazt, amit közzétettünk szerzőink segítségével a kémiai, biokémiai folyamatokról, a kémia vizsgálati módszereiről, a környezetvédelemről, a globális környezetváltozás problémáiról, a világűr molekuláiról és neves kémikusokról.

S természetesen ezúttal is szolgálunk újdonsággal Olvasóinknak. Ebben a számban indul a „Molekulák, amellyekkel találkozhattunk” sorozatcímű rovatunk.

Jó lapozgatást, élményteli ismeretszerzést kíván:  
a Szerkesztőség



## EGY ÖRÖKZÖLD TÉMA

### 140 éves periódusos rendszer

A periódusos elrendezés egy kémiai alapismeret, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A 140 éves periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.



**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

**Mennyire fontos a periódusos rendszer?**

A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## AZ EGÉS MEGISMÉRÉSEK ÁLLOMÁSAI

### A kémia

A kémia a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvénszerűségeit mutatja meg.



**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## A 2010. ÉVI KÉMIAI NOBEL-DÍJ

### SZERVES fémvegyületek bűvöletében

A 2010. évi kémiai Nobel-díjat a szerves fémvegyületek bűvöletében nyerték meg. A díjazottak a természet törvényszerűségeit mutatja meg.



**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## A 2010. ÉVI KÉMIAI NOBEL-DÍJ

### Polimerizációk és katalitikus reakciók

A 2010. évi kémiai Nobel-díjat a polimerizációk és katalitikus reakciók terén nyerték meg. A díjazottak a természet törvényszerűségeit mutatja meg.



**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## A SEVEMHERNYŐ NŐSTÉNY LEPKÉJÉNEK HÍVÓ SZAVA

### BOMBYKOL

A sevemhernyő nőstény lepkéjének hívó szava a bombykol. A természet törvényszerűségeit mutatja meg.




**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## A SEVEMHERNYŐ NŐSTÉNY LEPKÉJÉNEK HÍVÓ SZAVA

### Összeállítás a természet törvényszerűségeiről

A természet törvényszerűségeiről készült összeállítás, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.



**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## 42. NEMZETKÖZI KÉMIAI DIÁKOLIMPIA

### MAGYAR sikerek Tokióban

A 42. nemzetközi kémiai diákolimpián Magyarországon is sikeresek voltak. A természet törvényszerűségeit mutatja meg.



**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## 42. NEMZETKÖZI KÉMIAI DIÁKOLIMPIA

### Az Asa

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## A TERMESZETBŐL VETT PÉLDÁK

### NANO ÉS KAPSZULÁK

A természetből vett példák a nano és kapszulák terén. A természet törvényszerűségeit mutatja meg.



**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## A TERMESZETBŐL VETT PÉLDÁK

### Az Asa

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.


**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## GYÓGYÍTÓ MOLEKULÁK NÖVÉNYEKEN

### A KAMILLA

A kamilla gyógyító molekulái a növényeken. A természet törvényszerűségeit mutatja meg.



**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## ELEKTRONSÜRÜSÉG

### ELEKTRONSÜRÜSÉG ÉS A KÉMIAI KÖTÉS

Az elektronsűrűség és a kémiai kötés kapcsolata. A természet törvényszerűségeit mutatja meg.



**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## A FOLYÉKONY ARANY

### Termett méznek áldottsága

A folyékony arany és a méz áldottsága. A természet törvényszerűségeit mutatja meg.



**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

## A FOLYÉKONY ARANY

### Az Asa

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

**Az Asa**

Az Asa a periódusos rendszer egyik fontos eleme, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg. A periódusos rendszer a kémia egyik legfontosabb témája, amely a természet törvényszerűségeit mutatja meg.

# Tovább melegsünk

**HŐMÉRSÉKLET**  
A FELSZÍNEZEN,  
ÓCEÁNOKBAN

**CO<sub>2</sub> ÉS O<sub>2</sub>**  
LÉGKÖRBEEN,  
ÓCEÁNOKBAN

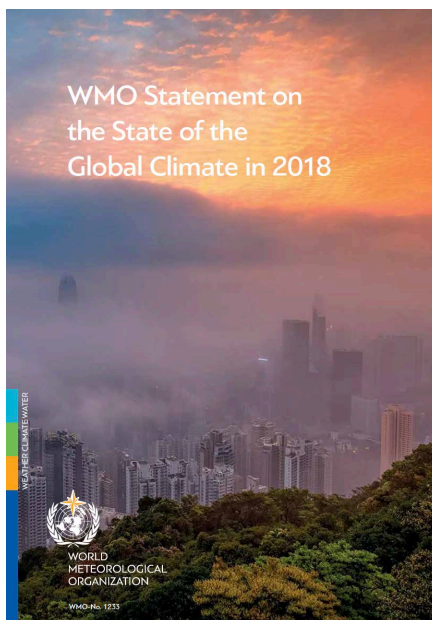
## KLÍMAINDIKÁTOROK:

**VÍZ ÁLLAPOTA**  
ÓCEÁNOK SAVASSÁGA  
TENGERSZINTEMELKEDÉSE

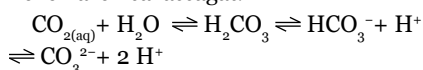
**KRIOSZFÉRA**  
GLECCSEREK,  
SARKI ÓCEÁNI  
JÉGTAKARÓ

**A** WMO (World Meteorological Organization) a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) és NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration) által közzétett adatok alapján bolygónk globális évi átlagos középhőmérséklete 2018-ban 0,8 Celsius fokkal volt a XX. századi átlag felett. Csak a legutóbbi három évben volt valamivel nagyobb, mint 2018-ban. A légkör széndioxid tartalma tovább növekedett, elérte a 410 ppm értéket.

Ez év első felében azonban a klímaindikátorok ismét rekordokat döntöttek meg. A szárazföldi felszíni hőmérséklet 2019. júniusában 1,34 °C-al haladta meg a 20. századi évi átlagos középhőmérsékletet. Ez volt a legmagasabb júniusi hőmérséklet is az utóbbi 140 évben, növelve a korábbi, 2015-ben elért +1,30 °C rekordot. Az óceánok vízszintemelkedésének, melegedésének és savasságának trendje sem változott. Az óceánokra vonatkozó globális évi középhőmérséklet június hónapban 0,8 Celsius fokkal haladta meg a XX. századi középhőmérsékletet. Ez az érték a második legnagyobb volt az elmúlt 140 évben és csak 0,1 C fokkal volt kisebb, mint a legnagyobb 2016 évi júniusi rekordhőmérséklet.



Az elmúlt 200 évben az óceánok pH-ja körülbelül 0,1 egységgel csökkent a pH-skálán (azaz savanyodott). A CO<sub>2</sub> oldódása a tengervízben növeli a hidrogénion (H<sup>+</sup>) koncentrációját az óceánokban, és így növeli azok savasságát.

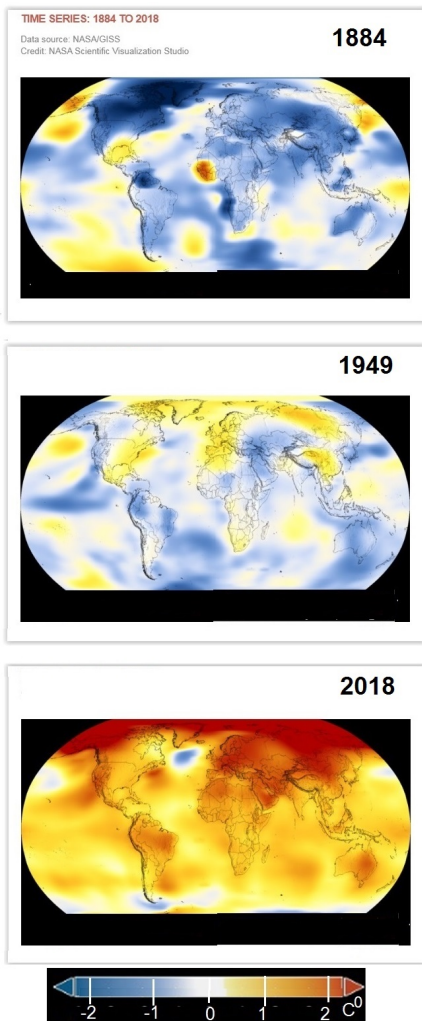


A Royal Society egy nemrégiben készült tanulmánya szerint, ha továbbra is olyan mértékben szennyezzük légkörünket széndioxiddal, mint ahogy most tesszük, az óceánok átlagos pH-ja 2100-ra 0,5 egységgel is csökkenhet, amely változás mértéke 100-szor nagyobb lesz, mint bármely más időpontban volt korábban.

Tovább csökken az óceánok oxigéntartalma is. A melegebb víz kevesebb oldott oxigént képes tárolni, mint a hidegebb víz. Emiatt az óceánok oxigént veszítenek a globális felmelegedés miatt.

Az oxigén alapvető fontosságú az élet-hez. Nem csak elengedhetetlen az állatok életműködéséhez, de a fő tápanyagok és a szén globális ciklusát is szabályozza. Az elmúlt 800 000 évben a Föld légköre is lassan, folyamatosan veszít oxigéntartalmából, de a veszteség az életműködést nem veszélyezteti, elhanyagolhatóan kis-mértékű.

A kutatók grönlandi és antarktisi jégmintákat vizsgálva az oxigén koncentráció 0,7 %-os csökkenését mutatták ki az említett időszakban. Míg a légkör széndioxid koncentrációja 280 ppm-ről 410 ppm-re változott, 46 %-ot növekedve az ipari forradalomtól napjainkig, a légkör oxigén koncentrációja 209,58 ppm-ről, 209,46



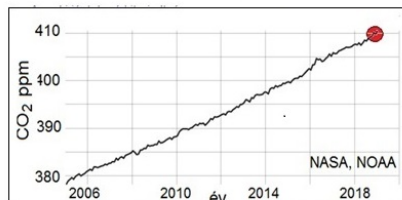
A globális átlagos felszíni hőmérséklet eltérése az 1951-1980 közötti átlaghőmérséklettől  
[https:// climate.nasa.gov/bital-signs/global-temperature/](https://climate.nasa.gov/bital-signs/global-temperature/)

ppm-re csökkent. Ez csak 0,057% veszteség, amely elhanyagolható mennyiség a bolygó oxigént lélegző élőlényei számára, beleértve magunkat is.

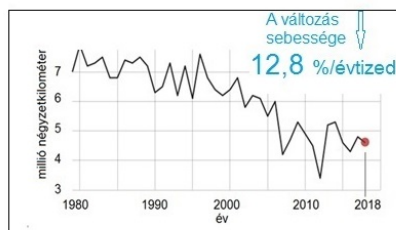
Noha a légköri oxigén hamarosan nem csökken veszélyes szintekre, nem így van a víz alatti élőlényeknél, amelyek az oldott O<sub>2</sub>-től függenek. Mivel ez kevésbé bőséges, ezért érzékenyebb a változásokra. Az oxigénszint lokális csökkenése minden évben újabb úgynevezett „halott övezeteket” hoz létre. A jelenséget a mezőgazdaságból származó műtrágya kiáramlás, az oxigént fogyasztó baktériumok táplálékául szolgáló algák virágzása okozza. A baktériumok bősége miatt az O<sub>2</sub>-szint csökken, és ha a szint az élő szervezetek számára minimálisan szükséges szint alá esik, azok

NOAA	2018 ΔT (C°)	extrém (139 év)		rekord	
		legmelegebb	leghidegebb	év	ΔT (C°)
talajszint	+1,12	2016	+1,45	1884	-1,12
óceán	+0,66	2016	+1,37	1909	-0,81
talaj és óceán	+0,79	2016	+1,71	1908	-0,79

Az éves globális átlaghőmérsékletek eltérése a XX. századi átlaghoz képest



A légkör globális széndioxid tartalmának változása



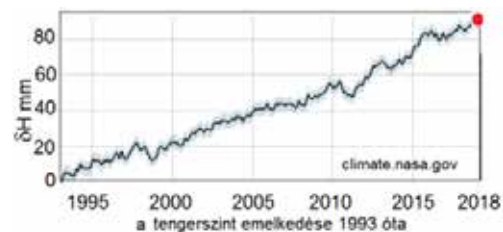
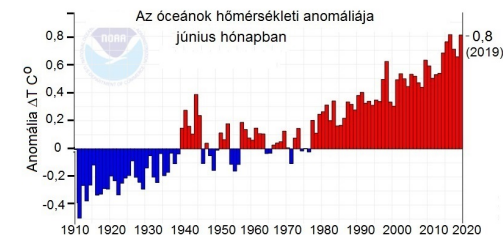
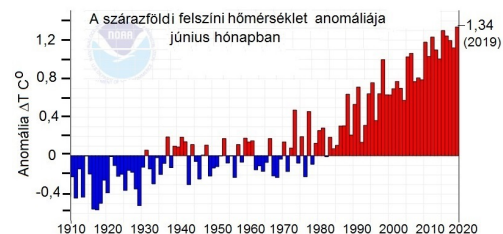
A sarki jégtakaró kiterjedése (szeptember)  
NASA műholdas megfigyelés

elhagyják a területet vagy elpusztulnak.

A klímaváltozás egyik következménye, hogy az extrém időjárási jelenségek száma és intenzitása is tovább növekedett. A legnagyobb károkat a növekvő számú erdőtüzek, hurrikánok, áradások és a meleg éghajlati övezetek szárazsága okozta.

Korábban nem tapasztalt kiterjedésű tűzvészek tomboltak az Egyesült Államokban, az Északi-sarkvidék különböző régióiban, Dél-Amerikában, Afrikában, Grönlandon és Alaszkában is. Ezeket rekord hőmérsékletek és villámlások okozták, amelyekhez jelentős szél is hozzájárult. Az erdőtüzek káros szennyező anyagokat és mérgező gázokat, széndioxidot bocsátanak ki a légkörbe, növelve annak széndioxid-tartalmát. A Meteorológiai Világszervezet szerint az Északi-sarkvidéki tüzek körülbelül 50 megatonnányi széndioxidot bocsátottak ki csupán 2018 júniusában, annyit, amennyit megegyezik Svédország éves összes kibocsátásával.

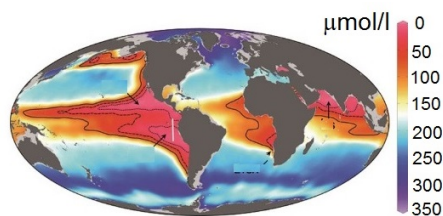
Az éghajlatváltozás – befolyásolva az időjárást és vízháztartást – egyes területe-



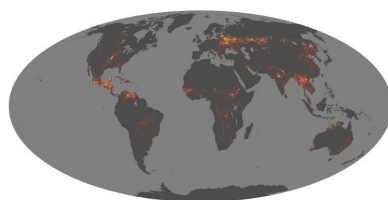
## A grönlandi Északi-tenger jégtakarója jelentősen csökkent 2017-hez képest.



ken fokozott áradásokat, más területeken pedig vízhiányt és aszályokat okoz. Növekszik az áradások gyakorisága és súlyossága is. Az ENSZ közelmúltbeli jelentése szerint 1995 és 2015 között az árvizek 2,3 milliárd embert érintettek. A jelentés rámutat az árvízi katasztrófák aggasztó tendenciájára, amely egyre szélesebb területeket érint, ugyanakkor súlyosabbá válik. Ezenkívül az áradások jelentősen befolyásolják a mezőgazdaságot és az élelmiszer-ellátást, súlyosbítva a táplálkozás problémáit a világ szegényebb terü-



Nyílt óceánok O<sub>2</sub> tartalma 300m mélységben  
Breitburg et al., Science 359. eaam 7240 (2018)



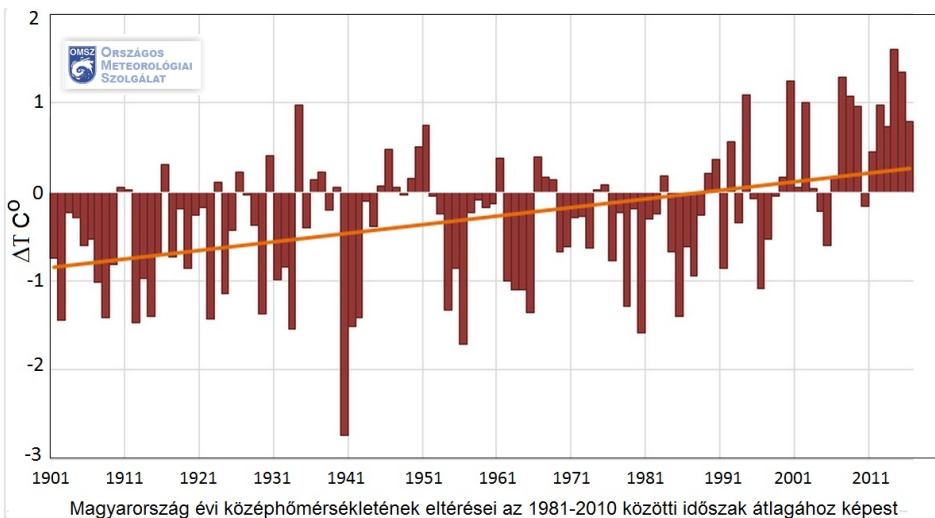
Erdőtűzök  
2019 április  
NASA Earth Observatory műholdas mérések



Árvizek Dél-Amerikában

letein. A jelentés szerint az áradások Ázsiában és Afrikában sokkal gyakoribbak, mint más kontinenseken, de másutt is egyre nagyobb veszélyt jelentenek.

Az édesvíz nélkülözhetetlen az iváshoz, mosáshoz, ételmezéshez, energiatermeléshez és a modern élet szinte minden területén. A felmelegedés okozta szárazság nem csak a növénytermesztésben okoz gondokat, de hozzájárul bolygónkon az édesvíz tartalékok veszélyes csökkenéséhez is. A csökkenés másik oka a világ népességének meredek növekedése is. A világ népessége a múlt század elejei 1 milliárdról 2018-ban 7,62 milliárdra nőtt. A vízhiány központi kérdéssé válik. A felmelegedés miatt az édesvízforrások egyre mélyebbre kerülnek a talajszint alatt. Még az ivóvízzel jól ellátott Egyesült Államokban is megnehezedett az édesvíz kitermelése a talajból. Az Egyesült Államok Geológiai Szolgálatának 2017. évi jelentése szerint az Államokban, az édesvízforrások szintje 1950 és 2015 között



Magyarország évi középhőmérsékletének eltérései az 1981-2010 közötti időszak átlagához képest

átlagosan több mint három méterrel mélyebbre került.

Eddig a globális, a Föld egészére kiterjedő átlagos klímaváltozásról láttunk adatokat. Azonban a klímáparaméterek a bolygó különböző kontinensein és azokon belül is különböző régiókban, igen szélsőséges értékeket is felvehetnek. A minket közelebről érintő Európa klímája a példa erre.

Az évi átlagos középhőmérséklet Európában meglehetősen egyenletesen növekedett az ipari korszak nagy részében, egészen 1990-ig, melyet követően hirtelen emelkedni kezdett. Míg a teljes szárazföld globális felszíni középhőmérséklete 2019. júniusában 1,34 °C fokkal haladta meg a 20. századi átlaghőmérsékletet, az európai felszíni középhőmérséklet 2 °C fokkal haladta meg a megfelelő európai átlagot.

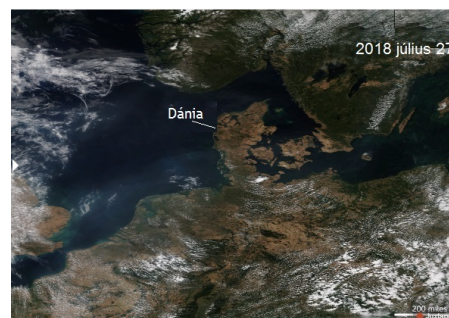
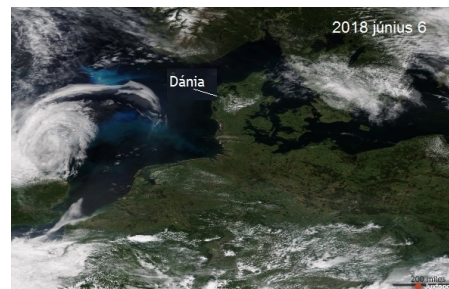
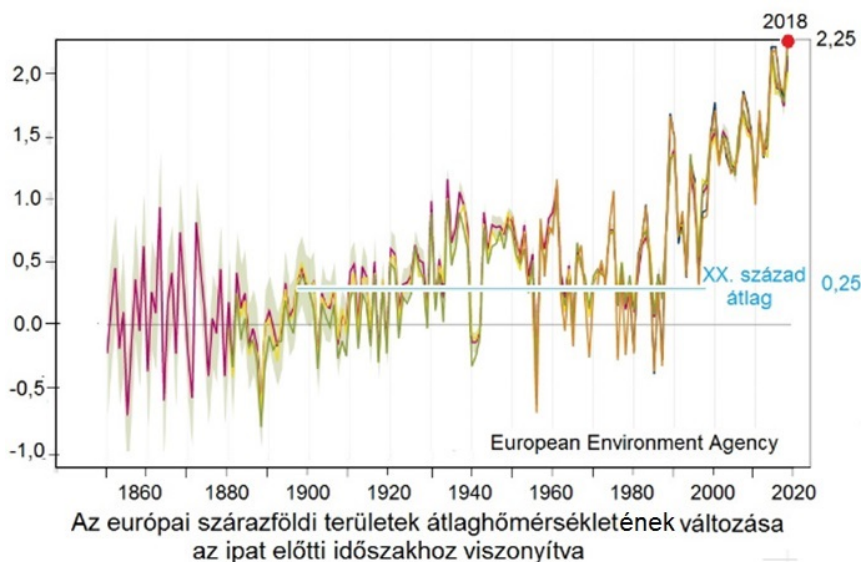
Rekord magas, 35–40 fok közötti hőmérsékleteket rögzítettek Európa

különböző részein július utolsó hetében. A forró, száraz nyár Európában is aszályhoz vezetett 2018-ban. A forró és száraz körülmények között sok zöld mező barnássá vált egy hónap elteltével, mint az jól látható a műholdas felvételeken.

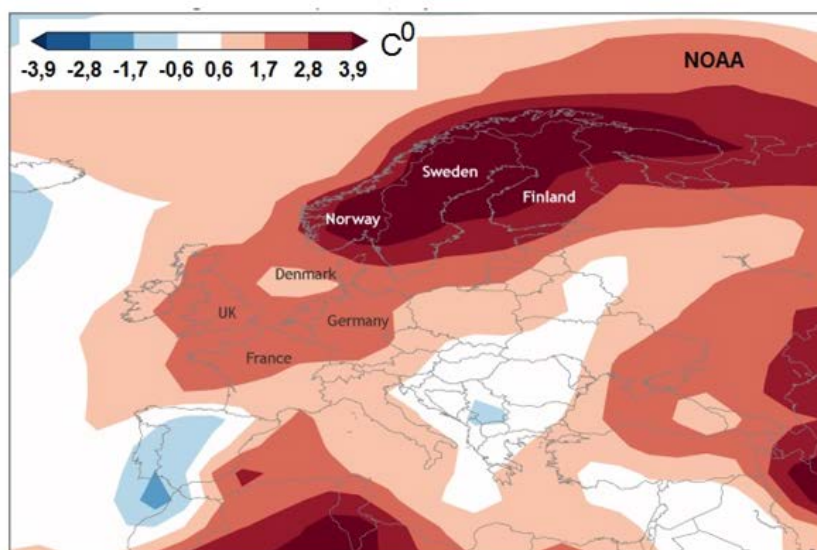
Az esőzések hiánya, különösen abban az időben, amikor a növények öntözést igényelnek, a gazdálkodóknak súlyos terheket okozott. Az aszály által okozott sótartalom növekedése még a só-tűrőbb növények elpusztulásához is vezethet a mezőgazdasági területeken.

Végezetül érdekes megtekinteni, mennyire eltérő lehet a felszíni hőmérséklet a kontinens különböző területein egy adott időben. A NOAA adatai alapján, a 2018. júliusi lokális európai középhőmérsékletek eltérései az 1981-2010 között eltelt 30 év átlagától számítógépes színezéssel jól láthatók. A legmelegebb és leghidegebb területek között 6 °C különbség is fellépett ebben a hónapban. Az azonos középhőmérsékletű régiók elhe-





Műholdas felvételek Európáról 2018 nyarán  
NOAA Environmental Visualization Laboratory



A hőmérséklet eltérése az 1981-2010 közötti időszak átlagához képest, 2018 július

**IRODALOM**

<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201813>  
<https://www.co2.earth/monthly-co2>  
[https://royalsociety.org/~media/royal\\_society\\_content/policy/publications/2005/9634.pdf](https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/2005/9634.pdf)  
<https://www.noaa.gov/climate>  
<https://climate.nasa.gov/>  
[https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/weatherarchive/budapest\\_magyarorsz%C3%A1g\\_3054643](https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/weatherarchive/budapest_magyarorsz%C3%A1g_3054643)  
[https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt\\_valtozasok/Magyarország/](https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_valtozasok/Magyarország/)  
 WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018, WMO-No 1233  
 Tom Di Liberto NOAA, climate.gov  
 Breitburg et al., Science 359 (2018)  
 D. A. Stolper et al., Science 353 (2016)

lyezkedését a meleg trópusi levegőáramlatok iránya határozta meg.

Magyarországon ebben a hónapban az ábra tanúsága szerint nem volt magasabb az átlaghőmérséklet mint Európában az említett referencia években. A Meteoblue adatai szerint ebben a hónapban a napi középhőmérsékletek átlaga Budapesten 23 °C volt. A napi legmagasabb hőmérsékletek átlaga is csak 28 °C volt és a hónapban csak 8 napon volt 30 °C vagy ennél

néhány fokkal magasabb a hőmérséklet. Kellemes nyári hónap volt, de nem volt extrém meleg ebben a hónapban. Svédországban és Norvégiában melegebb volt 4 °C-kal, mint ugyanekkor Magyarországon, amely szokatlan volt ezekben az országokban.

Magyarországon az évi átlagos középhőmérsékletek az Országos Meteorológiai szolgálat 1901-2016 közötti időszakra vonatkozó adatai alapján hasonló trendet

mutatnak, de a jóval kisebb terület miatt nagyobb változékonysággal, mint a megfelelő globális értékek. Még nagyobb változékonyságot mutatnak az évszakos középhőmérsékletek, azonban a felmelegedés egyértelműen kimutatható. A részletekről (középhőmérsékletek, csapadék mennyiség és extrém időjárás alakulása) bővebb információt kaphat az olvasó az Országos Meteorológiai Szolgálat honlapján.

# Világító molekulák

A színeknek fontos szerepük van a természetben, az élet fenntartásában, reprodukciójában és a védekezésben is.

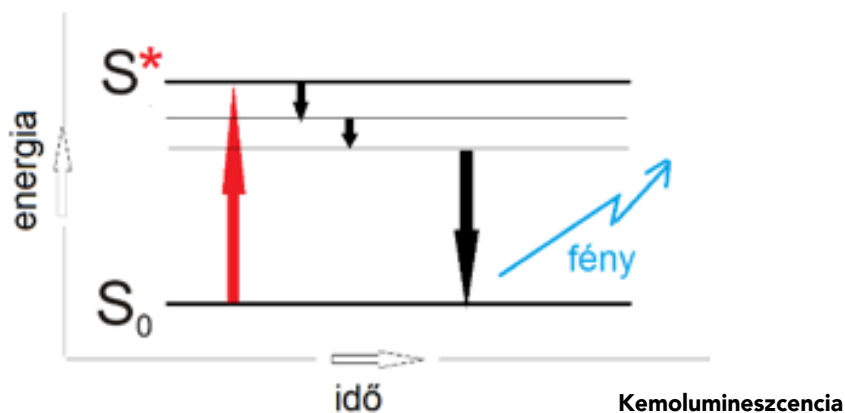
A színezés sok esetben segíti az egyedeket egymás felismerésében is.

Az állatvilágban sokszor fordul elő a figyelmeztető színezés, a ragadozók elhárítására is. A színek észleléséhez azonban napfényre van szükség. Mi a helyzet sötétben, amikor a színek nem észlelhetők? A természet gondoskodott erről is az evolúció során. Számos élőszervezet saját fényforrással rendelkezik, képes maga is fényt kibocsátására, lumineszkálásra. Az élőszervezetek fénykibocsátása a biolumineszcencia jelensége. A biolumineszcencia az élőszervezetekben (*in vivo*) lejátszódó kémiai reakciókat követő fényemisszió, az úgynevezett kemolumineszcencia egyik speciális formája.

Ha egy atomi, vagy molekuláris rendszer valamilyen külső hatásra, gerjesztésre

(fényabszorpció, elektromos tér, mechanikai hatás, kémiai reakció, ionizáló hatás, stb) energiát nyel el, alapállapotából ( $S_0$ ), magasabb energiájú gerjesztett energiaállapotba kerül ( $S^*$ ). Ebből az állapotból több lépcsőben is visszatérhet az alapállapotba. Lumineszcenciáról beszélünk, ha a gerjesztést nem hőenergia okozza és az utolsó gerjesztett energiaszint és az alapállapot közötti energiakülönbséget a rendszer a gerjesztést követően **foton** formájában sugározza ki.

A kemolumineszcencia esetében a molekulák fénykibocsátását kémiai reakció okozza. Két vegyület (A és B) reakcióba lép és egy gerjesztett állapotú köztiterméket ( $AB^*$ ) hoznak létre, mely felbomlik és energiáját fotonok formájában leadja.

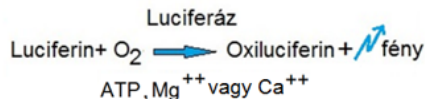


Élő organizmusokban végbemenő kemilumineszcens reakció esetében a fényemissziót biolumineszcenciának nevezzük. A jelenséghez víz, fényt kibocsátó molekula, energiaforrásként szolgáló biomolekula (sok esetben adenosin-trifoszfát ATP), magnézium vagy kalcium, oxigén és a reakciót katalizáló enzim szükséges. A fényt kibocsátó molekula, a katalizáló enzim és az energiaforrásként szolgáló biomolekula is eltérőek lehetnek a különböző világító élőszervezetek esetében. A fényt emittáló molekulákat összefoglalva luciferinnek, a katalizáló enzimeket luciferáznak nevezzük. Amikor az élőszervezet világít, a luciferinje oxidálódik, egy gerjesztett állapotú komplex képződik, amely alapállapotba kerülve fotont bocsát ki. Az oxidációt molekuláris oxigén végzi egy enzimkatalizátor molekula segítségével. Általános neve luciferáz.

Az enzimek biokatalizátorok: gyorsítják a szervezetben lejátszódó kémiai reakciók sebességét. A **reakciósebesség** növelését az aktiválási energia csökkentésével érik el, a reaktánsok speciális elrendezésével új reakcióútnak nyitnak meg.

A fényt kibocsátó élőlények mintegy 80 százaléka az óceán felszíne alatt honos

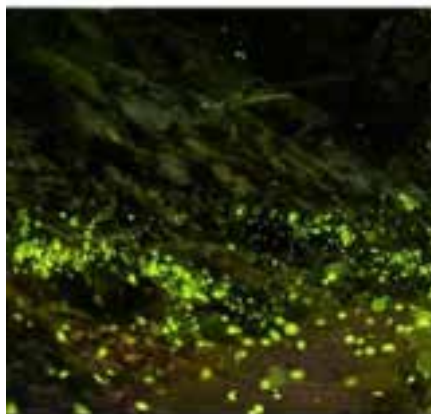
A biolumineszcenciát okozó kémiai reakció, általánosan az alábbi:



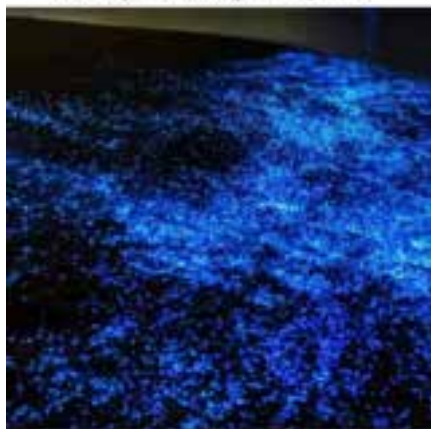
A legtöbb biolumineszcens organizmus az óceánban él. A biolumineszcens tengeri fajok közé tartoznak a halak, cápák, a baktériumok és a medúzák is. Néhány biolumineszcens organizmus, mint például a szentjánosbogarak és gombák, a szárazföldön honosak. Édesvízi élőhelyen szinte nincsenek biolumineszcens szervezetek.

Az egyik ilyen legismertebb biolumineszcens jelenség, melyet magunk is könnyen megfigyelhetünk erdőben, réteken, nyárközepén, a szentjánosbogarak rajzása, amelyek ilyenkor ezernyi felvillanó zöld lámpásként repkedve nyújtanak látványosságot. A másik, a világ számos részén a holdfény nélküli nyári éjszákakon a partközelségben, a tenger felszínén megjelenő titokzatos fényjáték, a vízben lebegő dinoflagelláta planktonok, a víz mozgásának hatására történő kék színű ragyogása.

A saját fényforrás szerepe hasonló a nappal látható színekhez, segítséget nyújt az éloszervezetnek sötétben az élelem felismerésében, az áldozat vonzásában, az álcázásban, önvédelemben és még az egyedek egymás közötti kommunikációjában is. A szentjánosbogarak fényjátéka is kommunikáció, célja a társ vonzása. A hímnemű egyedek röpködve, be- és kikapcsolva lámpásaikat morzejeleket küldenek a nőnemű egyedek felé, remélve, hogy sikerül azok figyelmét felkelteni. Nagyon gyorsan villognak, mert ez vonzza a nőstényeket. Ha egy nőneműt egy hímnemű villogása lenyűgöz, akkor egy visszajelzést küld. Minél fényesebb a nőnemű válasza, annál nagyobb az érdeklődése a hímnemű iránt. A szentjánosbogarak mindegyik faja saját egyedülálló színű lámpással rendelkezik, amely fajra és nemre jellemzően a vöröstől a zöldig terjedhet. Ha több szentjánosbogár faj



Szentjánosbogár rajzás



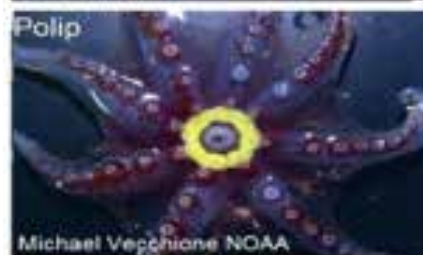
Planktonok fényjátéka

van jelen a rajzáskor, a nőstények csak a számukra érthető jelzésekre válaszolnak.

Érdekes egyedülálló jelenség az állatvilágban a Délkelet-Ázsiában honos szentjánosbogár faj hímnemű egyedeinek tartós ritmikus szinkronizált villogása. A kutatók a jelenség okát tanulmányozva arra a következtetésre jutottak, hogy ez megkönnyíti a saját fajuk hímnemű egyedeinek felismerését a nőnemű egyedek számára, kiküszöbölve ezzel más fajok jelzéseinek zavarát.

A fényt kibocsátó élőlények mintegy 80 százaléka az óceán felszíne alatt honos, több ezer hal-, baktérium-, alga- és féregfaj, ragyog kék színben, megvilágítva a mélytengeri régiókat. A sokféleség ellenére az élőlények fénykibocsátása a legtöbb esetben, egy színárnyalatban, kék színben történik.

A kék szín megjelenése a mélységgel



Világító óceáni élőlények

csak fokozódik: a mélytengeri élőlények több mint 50 százaléka kék színben ragyog. Miért? Azért, mert a kék fény terjed a legtávolabb a vízben, a hosszabb hullámhosszú vörös fény rövid úton elnyelődik a vízben. A vörös fény viszonylag ritka mind a tengeri, mind a szárazföldi lények esetében, mivel a hosszabb hullámhosszú fény gyengébben látható. De néhány állat kihasználta ezt a tényt is. Például a mélytengeri régiókban sok hal elvesztette a vörös szín érzékelésének képességét. Ez hasznos bizonyos fajok számára, vörös színben ragyogva, láthatatlannak válnak a támadóik számára.

A szárazföldön, jóval kevesebb fénykibocsátó éloszervezet él. Ahol nappal bőséges a fény, a biolumineszcencia nem előny. A szárazföldi fénykibocsátó élőlények közül meg kell említeni a szentjánosbogarakon kívül a világító gombákat. A világon hozzávetőlegesen 80 kalapos,



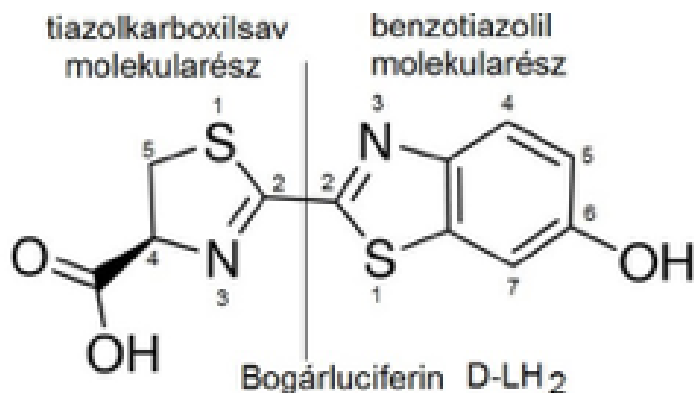
**Világító tölcsergomba**

főleg trópusi gombafaj biolumineszcenciája ismert. Hazánkban 10 olyan gombafajt tartanak számon, amely képes a fénykibocsátásra. Közülük legismertebb a mérgező világító tölcsergomba. A gomba nappali fényben narancssárga színű, sötétben gyenge kék vagy zöld színű fényt sugároz.

Nézzük meg kissé részletesebben a biolumineszcencia jelenségét a szentjánosbogár példáján. A többi világító élőlény biolumineszcenciájának mechanizmusa is hasonló, eltekintve attól, hogy más a világító molekula és más enzim katalizálja a kémiai reakciót.

## A SZENTJÁNOSBOGÁR FÉNYEMISSZIÓJA

A szentjánosbogár lumineszcenciája egy többlépcsős kémiai reakció. A bogár tiazolkarboxilsav és benzotiazolil molakularészekből álló D konfigurációjú királis luciferin molekulája természetes L-aminosavakból keletkezik. A molekula biolumineszcenciájához ATP, Mg<sup>+</sup> ion, oxigén és a reakciókat katalizáló enzim szükséges. A kétértékű Mg kation kötődése az ATP-hez, megnöveli az ATP kölcsönhatását a különböző fehérjékkel. Az ATP-Mg<sup>+</sup>



4,5-Dihidro-2-(6-hidroxi-2-benzotiazolil)-4-tiazolkarboxilsav

**A királis molekulapárok, azonos összetételű, de egymással fedésbe nem hozható tükörképi szerkezetek olyan viszonyban vannak egymással, mint a jobb és bal kéz.**

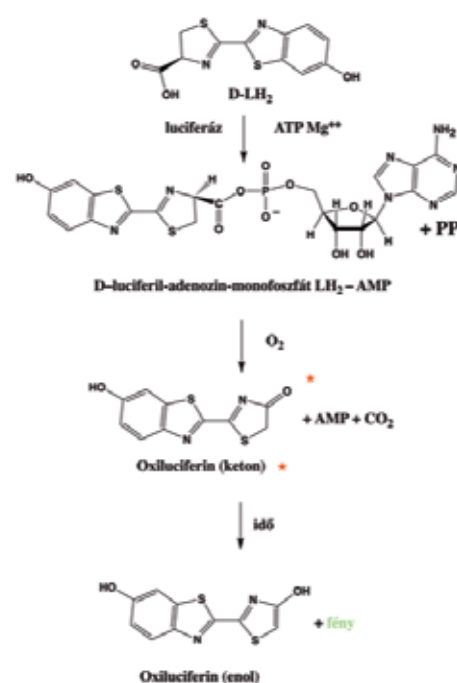
+ kölcsönhatás erőssége miatt az ATP a sejtben többnyire Mg komplexként létezik.

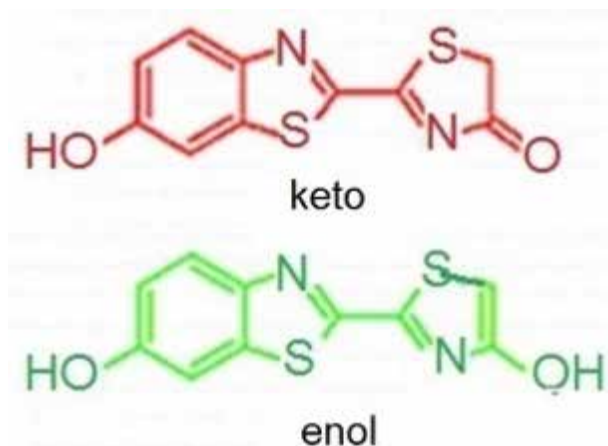
Először a bogár luciferáza szubsztrátot képez a trifoszfát nukleotiddal. A szubsztrát az *enzim* aktív helyéhez kapcsolódva rövid életű komplexet hoz létre, amely növeli a reakciósebességet. Első lépésben a D-luciferin a luciferáz enzimhez kötődik és D-luciferin-adenozin mono-foszfát és szeretlen pirofoszfát (PP) képződik. Az addíciós vegyület képződését magnézium ionok segítik. A következő lépésben az addukt az oxigénnel reakcióba lépve egy gerjesztett állapotú oxidált terméket, oxiluciferint hoz létre, továbbá adenozin-monofoszfát és széndioxid képződik. Mindkét lépést a luciferáz enzim katalizálja. Az oxiluciferin molekula alapállapotba történő spontán visszatérését kíséri a fotonemisszió.

Az oxiluciferinből a cisztein aminosav és egy reciklizáló enzim jelenlétében ismét luciferin keletkezik, pótolva ezzel az elhasznált luciferin molekulát.

A nálunk is honos szentjánosbogarak sárgászöld színű fényt emittálnak. A természetben azonban a bogarak által emittált fény színe a zöldtől ( $I_{\max} = 535 \text{ nm}$ ) a pirosig ( $I_{\max} = 630 \text{ nm}$ ) terjed. Az emittált fény színének magyarázatára az elmúlt évtizedekben több javaslat is született, bár általánosan elfogadott értelmezés továbbra sincs az irodalomban. Az egyik magyarázat szerint az oxiluciferin szerkezeti izo-

mériája felelős a fény színének kialakulásáért. A molekulának a közeg savasságától függően két formája (tautomerje) a keto- és enol-forma fordul elő. Savas közegben a piros fényt emittáló keto-forma, míg semleges és lúgos közegben a zölden világító enol-forma a jellemző. A magyarázat szerint a pH-tól függően az oxiluciferin egyik, vagy a másik tautomerje emittálja a fényt, ezzel meghatározva a kibocsátott szín hullámhosszát.





## MESTERSÉGES VILÁGÍTÓ NÖVÉNYEK

A biolumineszcencia ritka jelenség növények esetében. Ha a növények mégis biolumineszcensnek tűnnek, valószínűleg azért van, mert biolumineszcens baktériumok élnek rajtuk. A kutatók már több évtizeddel ezelőtt mesterségesen úton is létrehoztak biolumineszcens növényeket, biolumineszcens baktériumokat beoltva a növényekbe.

Újabban (2017) a Massachusetts Institute of Technology (MIT) kutatói más megoldást találtak világító növények létrehozására. A kutatók nanorészecskékbe csomagolták a szentjánosbogár luciferin molekuláját és luciferázát, továbbá koenzim A-t juttattak be mesterségesen növényekbe. A koenzim-A szerepe a reakció során keletkező, és a luciferáz aktivitását elnyomó melléktermékek elvonása volt.

A luciferáz molekulákat 10 nanométer átmérőjű szilika nanorészecskékbe, a luciferint és koenzim-A-t valamivel nagyobb méretű citozán és polimer bevonatú nanorészecskékbe csomagolták. A nanorészecskéket tartalmazó oldatból nagy nyomással juttatták be a részecskéket a levelek pórusain keresztül a növényekbe, amelyet követően a növények (rukkola, kelkáposzta, spenót, vizitorma) lumineszkálni kezdtek. A projekt kezdetén olyan növényeket hoztak létre, amelyek körülbelül 45 percre ragyogtak, ezt azóta 3,5 órára növelték. Bár egy 10 centiméteres vizitorma csemete által

generált fény jelenleg körülbelül ezred része az olvasáshoz szükséges fényintenzitásnak, a kutatók úgy vélik, hogy növelhetik a kibocsátott fény intenzitását, valamint a világítás időtartamát a koncentrációk további optimalizálásával. A kutatók remélik, hogy az eljárást továbbfejlesztve, a jövőben lehetővé válhat fák és más nagyobb növények fényforrássá történő átalakítása is. Érdekes lehetőség.

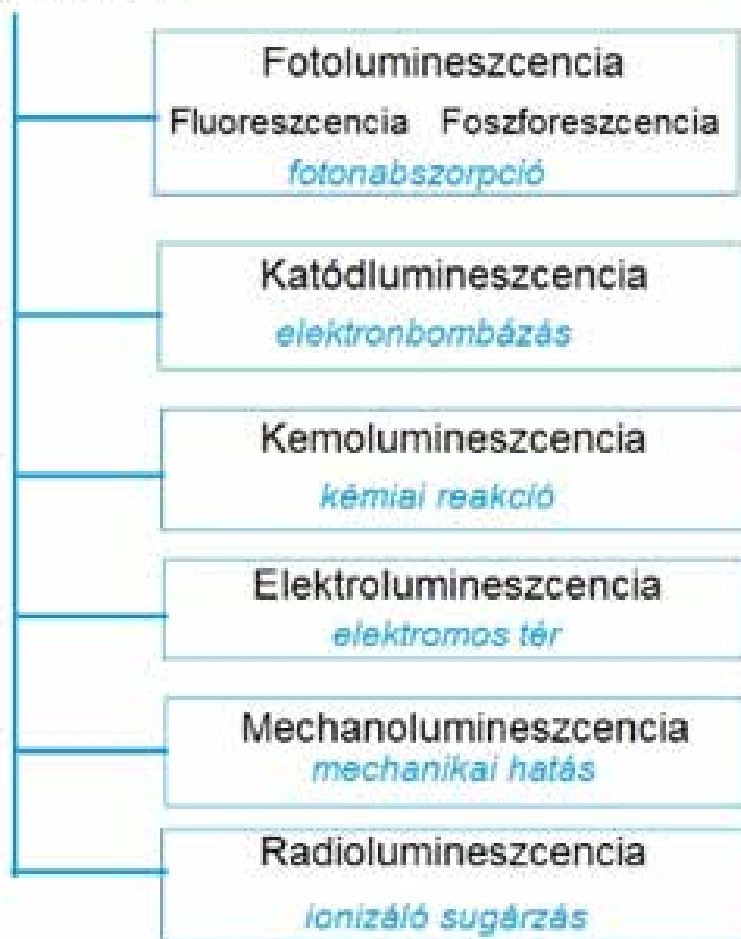
## A LUMINESZCENCIA FAJTÁI

Számos típusú lumineszcencia létezik, aszerint, hogy mi a forrása a jelenséget kiváltó gerjesztő energiának.

A lumineszcencia jelenségei fontos tudományos és gyakorlati alkalmazásokat is nyertek. A **fotolumineszcenciát** (fluoreszcencia, foszforeszcencia), mely fényabszorpciót követő fényemisszió, egy kémiai analitikai módszer, a fluoreszcencia spektroszkópia hasznosítja. A módszert kémiai minták fluoreszkáló komponenseinek mennyiségi meghatározására lehet használni. A fluoreszcencia és foszforeszcencia a gerjesztő hatás megszűntét követő fényemisszió időtartamában különböznek. A fluoreszcenciának nevezzük a jelenséget, ha jellemzően  $10^{-6}$  másodpercnél rövidebb ideig tart a



## Lumineszcencia



fénykibocsátás, foszforeszcenciának pedig ha a lumineszkálás a gerjesztő hatás megszűnése után akár néhány percig is fennmarad. A fluoreszcencia jelensége a biológiában is jelentős felhasználást nyert. Különböző sejt-komponensek, aminosavak, ultraibolya vagy látható fényvel megvilágítva a kémiai szerkezetükre jellemző fényt emittálnak. A más és más színben világító vegyületek, fluoreszcenciájuk alapján jól megkülönböztethetők. A saját fluoreszcenciáján kívül fluoreszcens festékeket, úgynevezett fluoroforokat is lehet alkalmazni.

Itt kell megemlíteni a zöld színben fluoreszkáló fehérje felfedezését is, mely szintén jelentős felhasználást nyert a biológiai kutatásokban. Osamu Shimomura japán kutató 1962-ben izolálta először egy csendes-óceáni medúzafajtából ezt a

fluoreszkáló fehérjét. A medúzát kék UV fényvel megvilágítva, zöld fényvel kezdetű világítani a fehérje miatt. Évtizedekkel később Martin Chalfie amerikai kutató kimutatta, hogy a fehérje segítségével különféle, korábban láthatatlan biológiai folyamatok, - ilyenek például az idegsejtek fejlődése az agyban, vagy a tumorsejtek terjedése a szervezetben- jól láthatóvá tehető, és követhető az élő szervezeten belül. Roger Y. Tsien kínai kutató más színben fluoreszkáló proteinek is talált. Munkája eredményeként ma már a különböző színű fehérjékkel összetettebb biológiai folyamatok is követhetők egy időben. Munkájukért 2008-ban mindhárman elnyerték a Kémiai Nobel-díjat.

Az **elektrolumineszcencia** a fénykibocsátó diódákban nyert kiterjedt gyakor-

lati alkalmazást. A félvezetőkben az elektromos tér hatására, az elektronok és lyukak rekombinációját fénysugárzás kíséri. Így működnek a fénykibocsátó diódák (LED) is. Ezen a jelenségen alapul a LED TV-k képképzője is.

A **katódlumineszcencia** esetén nagy energiájú elektronsugár ütközik fluoreszcens anyaggal (általában cinkvegyületekkel), és ez okoz fénykibocsátást. Gyakorlati alkalmazást a katódsugárcsőben nyert. A katódsugárcsőben elektronok csapódnak fluoreszcens ernyőre, ahol a képpontokat gerjesztve, felvillanások hozzák létre a képet. Ezek a felvillanások alkotják a képet. Hagyományosan radarkijelzők és oszcilloszkópok, korai számítógépek és TV-k képképzője működik e jelenség alapján.

A **mechanolumineszcencia** szilárd anyagok kristályszerkezetének mechanikai hatásra (nyomás, törés) történő felbomlását követő fénykibocsátás. Előidézhető ultrahanggal is.

A **radiolumineszcencia** az a jelenség, amelynek során az anyag atomjai fényt bocsátanak ki ionizáló radioaktív sugárzás hatására, például alfa-részecskékkel, béta-részecskékkel vagy gamma-sugarakkal történő bombázás során. Radiolumineszcens festék (általában radioaktív anyag és foszfor keveréke), amelyet az óramutatókhoz és a műsértárcsákhoz használnak, teszi lehetővé azok sötétben való olvashatóságát.

Pálinkás Gábor

## IRODALOM

Therese Wilson, J. Woodland-Hastings, *Bioluminescence*, Harvard University Press, 2013

Locsmándi Csaba–Vasas Gizella, *Természet Világa*, 148, 9. szám, 2017

Vasas Gizella, Jancsó Gábor, *Élet és Tudomány* 2018. július 28

Andrew Moiseff, Jonathan Copeland, *Science* 329, Issue 5988, pp. 181, 2010

Bruce R. Branchini <http://photobiology.info/Branchini2.html>

<http://news.mit.edu/2017/engineers-create-nanobionic-plants-that-glow-1213>



# Pecsétviaszgomba

A gombák egy- vagy többsejtű eukarióta sejtekből álló élőlények, sejtfaluk kitint tartalmaz. Az élőszervezetek egy önálló országot alkotnak.

**A** gombák, a növényekkel ellentétben nem fotoszintetizáló, az állatokhoz hasonlóan szén- és energiaszükségletüket szerves anyagokból biztosítják. A szerves anyagokat korhadékokból vagy parazitaként gazdászervezetek lebontásából nyerik és spóráikkal szaporodnak. **A gombáknak mint lebontó szervezeteknek a szerepe** a bioszféra anyagkörforgalmában rendkívül nagy. A gombák többségének anyagcseréjéhez szükség van oxigénre, aerobok, de léteznek anaerob fajok is. Több mint 100 000 fajuk ismert, a legismertebbek közülük a nagy kalapos gombák, a penész- és élesztőgombák. Számos gomba fogyasztásra alkalmas, ehető és számos közülük az élőszervezetre káros mérgező anyagokat szintetizál, nem fogyasztható.

A gyógynövényekhez hasonlóan, „gyógyszergombák” is léteznek. Számos penészgomba, termesztett gomba és a vadon termő gomba is előállít gyógyhatású vegyületeket. (Ezek között lehetnek olyanok is, amelyek gyógyhatású vegyületek mellett egészségre káros mérgező anyagokat tartalmaznak, ezért nem fogyaszthatóak!) Kínában, Japánban, Indiában és Malajziában a hagyományos népi gyógyászatban évezredek óta alkalmazzák az ott honos nagygombákat. Legismertebbek ezek közül a **pecsétviaszgomba** (*Reishi* vagy, *Ganoderma lucidum*) és a **shiitake gomba** (*Lentinula edodes*). Napjainkban a világhálón egyre több nagygombáról állítják, hogy száraz örleményeik, kivonataik alkalmasak különböző betegségek gyógyítására vagy ezek megelőzésére. A többnyire étrend-kiegészítőként engedélyezett termékeket erre szakosodott cégek forgalmazzák. Kivonataik gyógyhatá-

sairól információkat találhatunk a szakirodalomban és az interneten is. Azonban a legtöbbjük hatásának és hatásmechanizmusának tudományos igazolása még hiányos és a klinikai vizsgálati eredményeik sem egyértelműek. Tény azonban az, hogy számos gombából terápiás célra alkalmas hatóanyagok sorát mutatták ki és közülük többől is gyógyszer készült.

A Magyar Mikológiai Társaság honlapja a következő gyógyhatású hatóanyagokat tartalmazó gombacsoportokat említi meg példaként:

**Antibiotikum termelő nagygomba:** gyűrűs fülőke, tobozfülőke, egyes

laskagomba fajok, sárguló csiperke, szürke tölcsérgomba.

**A keringési betegségek ellen alkalmazható gombák:** shiitake gomba, késői laskagomba, téli fülőke, bükkfa-tapló, **pecsétviaszgomba**.

**Immunstimuláns és rák ellen ható gombák:** óriás pöfeteg, ízletes vargánya, barna gyűrűstinóru, téli fülőke, hasadtlemező gomba, **pecsétviaszgomba**, lepketapló. shiitake gomba.

**Koleszterinszint csökkentő hatású gombák:** késői laskagomba, **pecsétviaszgomba**, shiitake gomba.

A gyógyhatású gombák közül **legismertebb a hazai erdőkben is termő, korhadt fákon települő, taplószerű, kemény, keserű ízű, de nem mérgező pecsétviaszgomba**



**Késői laskagomba**



**(*Ganoderma lucidum*) és a késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*).**

Ha egy növényben gyógyhatású kémiai anyag található, a hatóanyagot kivonják, tisztítják és koncentrálnak, mielőtt gyógyszerként használnák. Bizonyos esetekben, miután a gyógyhatású kémiai anyagot és

annak előállítását tanulmányozták, a kutatók képesek a molekulát laboratóriumban is szintetizálni. A penicillin, egy penészgombából kinyert antibiotikum az egyik, valószínűleg legismertebb gyógyszerhatóanyag, de sok más példa is van.

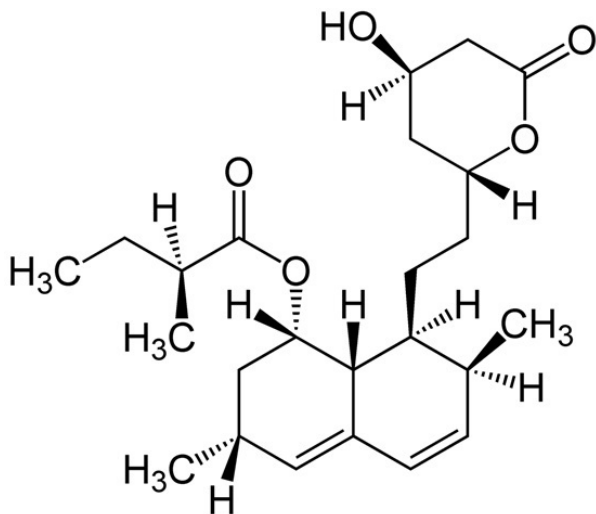
Fleming 1928-ban a *Penicillium*

*notatum* nevű penészgombából azonosította a penicillint (Varga Szilárd, *Kémiai Panoráma* 7. szám 2011, Simonyi Miklós, *Kémiai Panoráma* 12. szám, 2014).

Egy másik, talajban termő penészgombából kinyert gyógyhatású molekula a lovasztatin (tartalmazza a laskagomba is), amelyet az LDL-koleszterin (az úgynevezett rossz koleszterin) vérszintjének csökkentésére

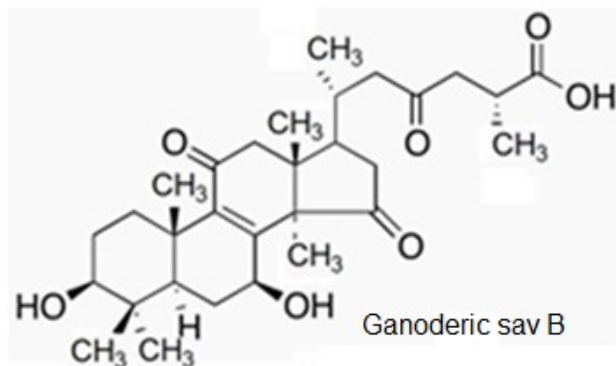
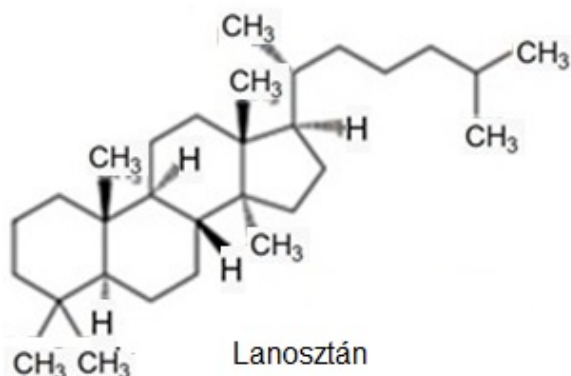
használnak. Néhány gomba elegendő koncentrációban tartalmazhat gyógyhatású molekulákat, és így táplálékként elfogyasztva is hasznos lehet. Ilyenek a laskagombák is. A kutatók azt találták, hogy néhány szárított laskagomba 2,8% tömegszázalék lovasztatint is tartalmazhat. Más gyógyszerekhez kiegészítőként fogyasztva ez elegendő lehetne, hogy hozzájáruljon a koleszterinszint csökkentéséhez. Sajnos a vásárolt laskagombában, vagy kivonataiban a lovasztatin tényleges koncentrációja nem ismert.

Egy másik, talajban termő penészgomba állítja elő a ciklosporint, (ez 11 aminosavból álló peptid) amely elnyomja az immunrendszer aktivitását, és szervátültetés után adják be a betegnek, hogy megakadályozzák a szerv kilökődését. A ciklosporint néhány autoimmun betegség kezelésére is használják. A legrégebbi termesztett ázsiai ehető gombafaj, a shiitake gomba, lentinán poliszacharidot és eritadenint tartalmaz. A lentinán fokozhatja az immunrendszer aktivitását és



**Lovasztatin**





hatékonyabbá teheti a rák kezelésére használt gyógyszereket. Az eritadenint állatok koleszterinszintjének csökkentésére használják.

**A pecsétviaszgomba** (Lingzhi, Reishi, *Ganoderma lucidum*)

A lombhullató erdők fatörzsein élő, kagylóformájú, gyakran vörösesbarna kalapú és tönkű pecsétviaszgomba, a világ minden táján, így hazánkban is megterem. Számos fajtája ismeretes, színe fekete, vörös és sárgaarnyalatú is lehet. Törzsét és akár 15 cm átmérőjű kalapját is vastag lakkréteg borítja.

## PECSÉTVIASZGOMBA

Húsa kemény, íze kesernyés, ezért étkezésre alkalmatlan. Szaporodásuk spórákkal történik. A csiperke és a laskagomba után a legnagyobb mennyiségben termesztett gomba Kelet-Ázsiában.

Készítményeit Kínában és Japánban gyógyszerként forgalmazzák, az általánosan leromlott egészségi állapot javítására, az immunrendszer működésének fokozására, de javasolják daganatos betegségek kiegészítő kezeléséhez is. A gombát porított formában, illetve spóráit szárított vagy liofilizált formában forgalmazzák és teákat vagy teakeverékeket készítenek belőlük.

### Kémiai összetevői

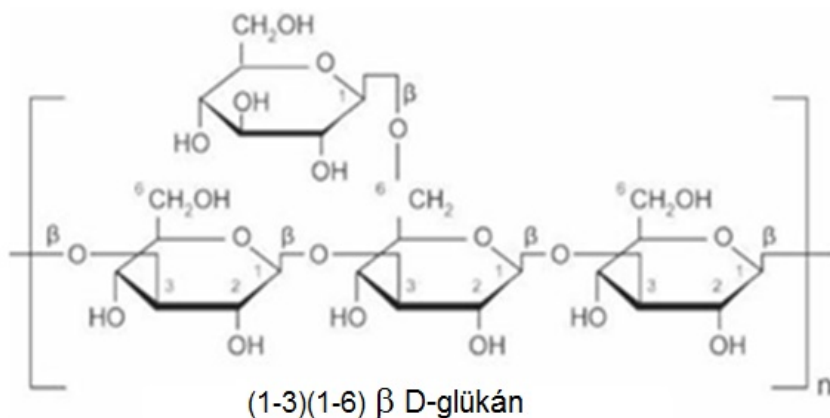
A legtöbb pecsétviaszgomba megközelítőleg 90 tömegszázalék vizet tartalmaz. A fennmaradó 10%: fehérje (10-40%), zsír (2-8%), szénhidrát (3-28%), rost (3-32%), hamu, (8-10%), továbbá B vitaminok és kálium-, kalcium-, foszfor-, magnézium-, szelén-, vas-, cink- és réztartalmú ásványi anyagok, továbbá többféle bioaktív molekula. A bioaktív molekulák terpenoidok, szteroidok, fenolok,

nukleotidok és származékaik, továbbá glikoproteinek és poliszacharidok. A gombafehérjék tartalmazzák az összes esszenciális aminosavat és különösen gazdagok lizinben és leucinban.

A gomba leginkább gyógyhatású molekulái tetracyclusos triterpenoidok, a lanosterol, a ganoderic savak, a ganoderiol, a lucidenic savak és poliszacharidok, elsősorban a különböző vízdoldható 1-3  $\beta$ -D-glükán származékok. Az egyes komponensek mennyisége és százalékos aránya azonban igen változatos lehet a természetes gombákban és kereskedelmi termékekben is.

A terpének **izoprén**, ( $C_5H_8$ )<sub>n</sub> összegképlet, molekulákból álló vegyületek. Elnevezésük izoprén-dimer egységekre vonatkozik, pl. triterpénben n=6. Sok terpén alkén, bár némelyik más funkciócsoportot is tartalmaz, sokan ciklikusak. Monoterpén a mentol és tetraterpén a  $\beta$ -karotin. A terpének széles körben előfordulnak növényekben, gombákban és megtalálhatók a prokariótákban és az eukariótákban is. Számos terpén gyulladáscsökkentő, antitumor és hypolipidémias aktivitással is rendelkezik. A ginzeng, páfrányfenyő, a rozmaryng gyógyhatású molekulái is terpének, illetve azok származékai. A triterpének C<sub>30</sub> szénvázis vegyületek. A terpénekből levezethető szénhidrogéneket és oxigéntartalmú származékaikat nevezzük terpenoidoknak.

A **poliszacharidok** több száz vagy ezer monoszacharidból vízkilépéssel felépülő nagy molekulájú szénhidrátok. Ilyenek a szőlőcukor molekulákból felépülő cellulóz



és keményítő is. A gomba tetraciklusos triterpénjei lanosztán vázas vegyületek. A lanosztán alig különbözik a dammarántól, amely a ginzeng gyökér és a páfrányfenyő (gingko biloba) triterpénjeinek képző a vázát. (*Kémiai Panoráma* 18. szám 2017 és 19. szám, 2018).

A triterpéneket a gombából általában metanollal, etanollal, acetonnal, kloroformmal, éterrel vagy ezek keverékével nyerik ki, majd a kivonatokat tisztítják.

A gomba poliszacharidjai közül a vizsgálatok szerint az 1-6 szénatomokon elágazásos, vízoldható 1-3- $\beta$ -D glükánnak van a legerősebb biológiai aktivitása.

A gomba gyógyhatása: Hatóanyagok

Az elmúlt három évtizedben számos tanulmány jelent meg a gomba kémiai összetevőinek és biológiai hatásuknak *in vitro* és *in vivo* vizsgálatáról. Ezek közül két fő csoportot, a tetraciklusos triterpenoidokat, elsősorban a különböző ganoderic savakat és a poliszacharidokat vizsgálták részletesen.

Az *in vitro* és *in vivo* kísérletek igazolták a tetraciklusos triterpenoidok széles spektrumú bioaktivitását. Kimutatható volt a gombából izolált vegyületek antioxidáns, antibakteriális, vírusellenes, továbbá a magas koleszterinszintet csökkentő, májvédő és az allergiát kiváltó hisztamin hatását ellensúlyozó, valamint a vércukorszintet szabályzó és tumor ellenes hatása is. A *G. lucidum*-ból izolált leggyakoribb poliszacharidok – például a  $\beta$ -(1-3)-(1-6)-glükánok és poliszacharidok – antibakteriális aktivitást mutattak, gátolták a bakteriális növekedést vagy elősegítették a korokozó baktériumok pusztulását.

Mind a triterpenoidok, mind a poliszacharidok gyógyhatására vonatkozó legtöbb kísérlet azonban vagy sejtkultúrák modelleken, vagy *in vivo* állatkísérletek útján történt. A kutatók majdnem minden tanulmány végén megjegyezték, hogy az eredményeik igazolásához további jól megtervezett humán vizsgálatokból származó kísérleti és klinikai adatok szükségesek annak érdekében, hogy azok egyértelműen igazolják a kísérletekben kimutatott hatásokat. A hatóanyagok néhány



eltérő dózisu és eltérő ideig tartó humán klinikai vizsgálatának eredményei nem voltak meggyőzőek és ezek több esetben ellentmondó eredményre is vezettek.

A gomba gyógyhatása: Gombakivonatok

Bár a gomba számos izolált összetevője gyógyhatásának bizonyítására vonatkozó *in vitro* kísérletek biztató eredményekre vezettek, a szárított gomba és gombaspóra örlemények, vagy extraktumaik különböző betegségek gyógyításának igazolására végzett, eltérő ideig és eltérő dózisban adagolt kivonatokat felhasználó klinikai vizsgálatai sem vezettek meggyőző eredményekre. *A klinikai vizsgálatok során a gomba forró vizes vagy etanolos kivonatait vagy örleményét használták fel.*

A Természetes Gyógymódok Átfogó Adatbázisa (USA) értékelve a humán klinikai vizsgálatok adatait levonja azt a következtetést, hogy a gombakivonatokat egy éven át szájon át fogyasztva valószínűleg nem káros az egészségre, azonban porfor-mában, a gomba örleményeinek egy hónapon túl történő fogyasztása májkárosodásra is vezethet. Megjegyzi azt is, hogy elegendő adat hiányában terhes-ség vagy szoptatási időszakban kerülendő a gomba kivonatainak vagy örleményei-nek fogyasztása.

Az adatbázis szakértői a klinikai vizsgálatainak eredményeit értékelve összefoglalóan megállapítják, hogy jelenleg (2019/3/14) nincs elegendő meggyőző bizonyíték a gombakivonatok vagy örleményeinek gyógyhatására daganatos, a szív és érrendszeri, a krónikus hepatitis, a korszorúér betegség, a cukorbetegség, a

magas vérnyomás, a humán papiloma vírus és az Alzheimer betegség esetében sem. A gomba gyógyhatásainak tudományos megalapozásához további vizsgálatok szükségesek.

**Kőszegi Lidia**

## IRODALOM

Szabó László. *A gyógygombák sem csodaszerek* 2013, [pharmaonline.hu](http://pharmaonline.hu)

Darija Čor et al., *Antitumour, Antimicrobial, Antioxidant and Antiacetylcholinesterase Effect of Ganoderma Lucidum Terpenoids and Polysaccharide Molecules* 2018, 23, 649

Kaizer Hamid et al., *Tetracyclic triterpenoids in herbal medicines and their activities in diabetes and its complications. Current Topics in Medicinal Chemistry*, 15, 2406, 2015

Sissi Wachtel-Galor et al., *Ganoderma lucidum (Lingzhi or Reishi) A Medicinal Mushroom. Biomolecular and Clinical Aspects. 2nd edition Taylor and Francis* 2011, chapter 9

Noureddine Benkeblia, *Ganoderma lucidum Polysaccharides and Terpenoids: Profile and Health Benefits Journal of Food Nutrition and Dietetics*, May 29, 2015.

Yu Cao et al. *Ganoderma: A Cancer Immunotherapy Review, Front. Pharmacol.*, 25 October 2018

Natural Medicines Comprehensive Database: <https://naturalmedicines.therapeuticresearch.com/>  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC64772/>



# A száloptika atyja

Nem szoktunk arra gondolni, hogy telefonjaink és internetünk működése kinek és minek is köszönhető.

**A**z emberek közötti kommunikáció – az információk átadása – a füst-jelektől a fáklyákon és a nap sugarainak türozésén keresztül a kontinenseken átívelő, bonyolult eljárással gyártott optikai kábelekig nagy fejlődésen ment át.

Charles Kuen Kao – egy jómódú kulturált család sarja – Shanghai-ban született 1933-ban. Otthon kínai klasszikusokat tanult, majd angol és francia nyelvet egy nemzetközi iskolában, amit haladó szellemű kínai tanárok alapítottak. A kommunista hatalomátvétel előestéjén, 1948-ban családjával Taiwanra, majd a brit fennhatóság alatt álló Hong Kong-ba költöztek, ahol 1952-ben befejezte középiskolai tanulmányait. Elektromérnök akart lenni, de a Hong Kong Egyetem megszervezte a japánokkal vívott háborút, így a helyben működő British Council segítségével Angliába utazott.

Sikeres felvételi vizsga után a Woolwich Polytechnic elektromérnöki szakára iratkozott be (ma ez a Greenwich Egyetem Londonban), ahol 1957-ben B.Sc. diplomát kapott. A Standard Telephones & Cables (STC) cégnél kezdett dolgozni, ami az International Telephone & Telegraph Co (ITT) világcég angol leányvállalata volt North Woolwich-ban, a Temze túlsó partján. Egy évig a gyár különböző részeivel ismerkedett és a mikrohullámú részleg tetszett neki legjobban. Itt két évig dolgozott, közben megismerte és feleségül vette Gwent, egy mérnököt, aki egy emelettel fölötte dolgozott. Éppen egy oktatói állást pályázott meg, amikor egyik főnöke felfigyelt munkájára és az ígértes munkatársat nem akarták elveszíteni a gyár számára, ezért felajánlották, hogy folytassa munkáját a cég kutató laboratóriumában (Standard Telecommunication Laboratories, STL) Harlow-ban. Miután felesége is ott kapott állást, elfogadta és megkezdte három évtizedes szolgálatát az ITT konzernnél.

A kutatócsoport – amihez Kao 1960-ban csatlakozott – a telekommunikáció fejlesztésén dolgozott. Már az 1950-es években nagy volt az igény a video-telefon megvalósítása iránt, amihez hosszú távon is kis veszteséget okozó hullámvezetőre volt szükség. Kao feladata az lett, hogy tárja fel a mikrohullámú és optikai transzmisszió lehetőségeit. Ugyanakkor csoportvezetője biztatta, hogy munka közben szeresse meg a doktorátust, ezért regisztrálta magát a University College London doktori kurzusán és két év alatt megírta "Kvázi-optikai hullámvezetők" című disszertációját. A lézersugár felfedezése (1958) új lehetőséget vetett fel. A koherens fény információhordozóként  $10^5$ -szer nagyobb kapacitásúnak ígérkezett a mikrohullámú átvitelnél a frekvenciák egyszerű összehasonlítása révén:  $3 \times 10^{15}$  Hz (3000 THz) a fényre,  $3 \times 10^9$  Hz (3 GHz) a mikrohullámra.

Egyenlőtlen verseny indult meg a kétféle kommunikáció között. A mikrohullám előnyét a megvalósításra kész kidolgozott technológiák jelentették. A bevezetésük ugyan drága volt, de a teleföntársaságok elbírták a fejlesztés költségeit, még kisebb kapacitásnövelést is kidolgoztak. Az optikai kommunikációra semilyen technológia nem állt rendelkezésre. Bár lényegesen olcsóbbnak ígérkezett, ebbe senki nem investált pedig kapacitása 100.000-szer jobb volt. Kao egyértelműen az optikai kommunikáció oldalára állt, de ehhez sok

„  
Amikor először  
vetette fel üvegszálak  
kábelek használatát,  
senki nem hitt neki  
”



**Sir Charles K. Kao a Princeton Egyetem tiszteletbeli doktorátusának átvételekor (Wikipedia)**

problémát kellett megoldani. A fény átvitele szabad téren csődött mondott. Megpróbálták az amerikai Bell Laboratórium konfokális lencsesorozatát alkalmazni, de hosszabb távon a fény nem maradt a lencsék fókuszában. Ezért elkezdtek gondolkodni dielektromos fényvezetők kialakításán. Először vékony film fényvezetőn kezdtek dolgozni, de az nem vált be mert a kanyaroknál a fény egy része elveszett. Rövidesen Kao lett a csoport vezetője és elindította optikai szálak vizsgálatát. Ekkor csatlakozott a csoporthoz a hullámvezetők elmélete iránt érdeklődő új munkatárs, George Hockham, akivel Kao megkezdte optikai szálak fizikai és hullámvezetői tulajdonságainak rendszeres vizsgálatát.

Két éven át különböző forrásból származó polimer- és üvegszálak kémiai és fizikai tulajdonságait vizsgálták elektromágneses hullámok vezetése érdekében. Műszert szerkesztettek a spektrális veszteségek mérésére, amelyek a fényvezető anyagától, vagy mechanikai egyenetlenségektől származtak. Végül az üvegszálaknál kötötték ki. Az üveg homokból készül, ami bőségesen áll rendelkezésre és olcsó. Megállapításaik szerint átlátszó anyagokban az optikai veszteség háromféle



**Kao korai kísérletei fényvezető szálakkal 1965-ben (nobelprize.org)**

mechanizmus szerint jön létre: saját abszorpció, idegen abszorpció és Rayleigh-fényszórás által. A saját abszorpciót az anyag infravörös elnyelése okozza, amelynek alapján megállapíthatók az átlátszósági frekvencia-tartományok. Az idegen abszorpció az anyagban maradt szennyező ionoktól származik. A Rayleigh-vesztés az anyag szerkezeti egyenlensége folytán áll elő. A legtöbb gyakorlati alkalmazás (pl. ablakok) céljára az üveg átláthatósága teljesen megfelel és senki nem tanulmányozta a fény elnyelését ilyen részletesen.

Kísérleteik alapján Kao az alábbi következtetéseket tette:

1. Az üvegben lévő szennyezések, elsősorban átmeneti fémek (Fe, Cu, Mn) mennyiségét ppb szintre kell csökkenteni. Vajon ez lehetséges-e?

2. Magas hőmérsékleten készült üvegek gyorsabban szilárdulnak meg ezért kevesebb mikrostruktúrát és a szerkezeti inhomogenitások egyenletesebb eloszlását biztosítják, tehát kisebb fényszórási veszteséget okoznak, mint az alacsony hőmérsékleten megszilárduló üvegek, polimerek.

Kao és Hockham korszakalkotó munkájuk eredményét 1966-ban publikálták [1] és javasolták az üvegszálak optikai

kommunikáció céljára történő alkalmazását. A dolgozat lényegét Kao egy konferencián mondta el, ami után a British Post Office és a UK Ministry of Defence nagy összegű kutatási támogatást biztosított a további munkára.

A korabeli üvegszálakban telefon- és televíziójeleket továbbító fényimpulzusok mindössze 20 m távolságra jutottak el, mielőtt a fény intenzitása 0-ra csökkent. De 1970-re, négy évvel a cikk

megjelenése után a kutatók olyan tiszta üvegszálakat tudtak előállítani, ami a fényt 1000 m távolságra is eljuttatta.

Egy következő dolgozatban Kao hangsúlyozta, hogy a fényintenzitás csökkenését okozó szennyező ionok koncentrációja az üvegben csökkenthető [2]. A bejelentés után világméretű verseny indult el nagytisztaságú üvegszálak gyártására. Pedig amikor Kao először vetette fel, hogy a vörösréz huzalokat üvegszálás kábelekké helyettesítsék, senki nem hitt neki. Kao munkája forradalmasította a kommunikációs ipar technológiáját. Kísérletei megalapozták az internet kifejlődését. A mai kommunikáció nem létezne a száloptikai technika nélkül. Miközben folytatta kutatásait, Kao beutazta a világot (Japánt, Németországot, Hollandiát) hogy meggyőzze az üvegszálakat gyártó vállalatokat kellő tisztaságú termékek gyártásának fontosságáról.

Ezután Kao mindenféle anyagot vizsgált tárgyává tett, hogy megtalálja az ideális fényvezető anyagot. Rövidesen kimutatta, hogy az olvasztott szilíciumdioxid (szilika, SiO<sub>2</sub>) a legjobb jelölt optikai kommunikáció céljára.

1970-ben Kao meghívást kapott, hogy hozzon létre egy Elektronikai Intézetet a Hong Kong-i Kínai Egyetemen. Az STL



**Kao a Hong Kong Kínai Egyetemen 1996-ban (New York Times, 2018).**



elengedte két évre, amiből végül négy lett. Kidolgozta a tananyagot és láthatta az első diplomát kapó végzős hallgatókat. Rövidesen ő lett az elektronika professzora. 1974-re a híres 1966-os dolgozat hatására a száloptika köré iparágak kezdtek kialakulni és az ITT visszahívta, hogy vegyen részt az ipari vállalkozások felügyeletében. Ekkor családjával átment az USA-ba ahol különböző egyetemi és vállalati vezető beosztásokat töltött be pl. ITT Corporation (Virginia), Advanced Technology Center (Connecticut), Trumbull College (Yale University). Ekkor történt, hogy két levelet kapott nem szakmai körökből [3]: az egyik fenyegetően megvádolta őt azzal, hogy egy gonosz szellemet engedett ki a palackból; a másik egy kínai földművestől érkezett, aki azt kérte tőle, segítsen neki üzeni az otthon lévő feleségének, hogy hozza már az ebédjét. Mindkét levélíró előre látta a jövőt, ami azóta már történelem.

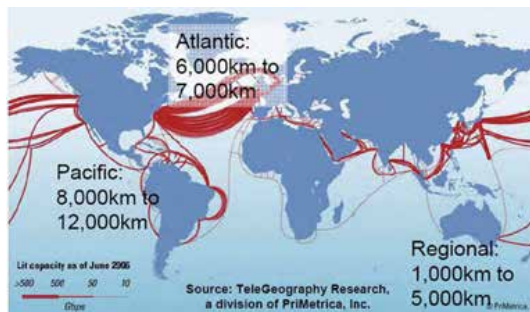
Közben sokat utazott, hogy meglátogasson számos kutató laboratóriumot, megvitassa velük az elért fejlesztéseket és ébren tartsa a további kutatásokat. 1985-ben egy évet Németországban töltött (SEL Kutatási Központ). 1987-96 között a Hong Kong-i Kínai Egyetem rektorhelyettese volt.

1996-ban *Charles Kao Kutatási Alapítvány-t* hozott létre a Yale Egyetem és hallgatói javára. 1996-tól 2002-ig az Imperial College (London) vendégprofesszora volt.

Kao felfedezésének jelentősége elsősorban abban van, hogy megteremtette nagy távolságot áthidaló optikai kábelek kialakítását, amelyek kontinenseket kötik össze.

2004-ben Alzheimer betegséget diagnosztizáltak nála, beszélni csak nehezen tudott, de családját felismerte. 2008-ban Hong Kong-ból Kaliforniába költözött, hogy közel legyen gyermekeihez. 2009-ben, Guglielmo Marconi Nobel-díjának 100. évfordulóján kapott fizikai Nobel-díjat, az érmet személyesen vette át, de az előadását, melynek címe:

**“Elmúlt századok homokja a jövő**



**Világméretű kommunikációt biztosító optikai kábelek**

**Egy köteg szilika fényvezető**



**A Nobel-díj átadása 2009-ben**

**hangját sugározza”** már a felesége, Gwen Kao írta és olvasta fel. Érezvén az megkésétt díjazást, a Nobel Bizottság képviselője megjegyezte: *“Professzor Kao-nak évtizedeket kellett várnia a díjra, de ennek oka az, hogy a felfedezés jelentősége csak a 2000-es években vált nyilvánvalóvá”*. Gwen nyilatkozott a sajtónak: *“a díjat főként Charles orvosi költségeire fogjuk fordítani, miután kifizettük az adót az USA kormányának”*. De azért Gwen 2010-ben egy *Charles Kao Alzheimer Alapítvány-t* hozott létre mint annak elnöke, hogy felhívja a kövélemény figyelmét a betegségre és segítséget nyújtson a betegeknek. Charles Kao betegen öt egyetemről kapott tiszteletbeli doktorátust

(Toronto, Peking, University College London, Glasgow, Hong Kong) és hat szervezettől kitüntetés.

Sir Charles Kao egy Hong Kong-i hospice-ban 2018 szeptemberében halt meg.

**Simonyi Miklós**



**HIVATKOZÁSOK**

Kao, K. C.; Hockham, G. A. (1966). „Dielectric-fibre surface waveguides for optical frequencies”. *Proc. IEE.* 113 (7): 1151–1158. doi:10.1049/piee.1966.0189.

J. Lytollis, C. K. Kao and G. I. Turner, *Infra-red optical communication systems. Infrared Physics, Vol. 8, 123–130, 1968.*

Kao's Nobel lecture, nobelprize.org

# A gyümölcsposloska vegyi eszközei



Életbenmaradásukról a globális felmelegedés gondoskodik



csemegéről. Eredetileg ázsiai rovarok voltak, Kinában, Japánban és Tajvanon, de a 90-es évek végén áruszállítások útján megjelentek az Egyesült Államokban is és kiderült mekkora bajokat okoznak a mezőgazdaságban. Az USA-ban 2010-ben 27 millió dollár kár keletkezett a gyümölcs-termésben és egyéb mezőgazdasági terményekben. Ugyanis a gyümölcsposloska, nevének megfelelően szívószervével gyümölcsök és egyéb növényi részek nedveit habzsolja be, amivel aztán a terményeket eladhatatlanná teszi. A gyümölcsök közül kedveli pl. az almát, a cseresznyét és az őszibarackot, de zöldségekben is kárt tesz (paradicsom, szójabab, borsó, kukorica), és a gyapotot sem kíméli. Az 1. ábra mutatja be a "macskarc" nevű elváltozást,

Függetlenül attól, hogy falun vagy városban élünk-e, az elmúlt néhány évben Magyarországon is új lakótárssal kell számolnunk, a gyümölcsposloskával. Különösen ősszel, de még inkább a hidegebb idő beálltával válnak egyre kellemetlenebbé ezek a rovarok világszerte. Szeretik a meleget és ezért beköltöznek a házukba, lakásukba. Városi ember számára inkább csak undorító lények, minden résbe, eldugott helyre beférkőznek és nagyon kellemetlen látványt nyújtanak. Ugyan egyelőre nem terjesztenek betegségeket, mint pl. a kullancsok vagy a szúnyogok, és nem is vérszívók mint az ágyi posloska, de ha megfognuk őket, vagy rájuk taposunk, mindjárt kiderül miért irtózunk tőlük, roppant bűzt terjesztenek bűzmirigyekből (angol általános nevük találóján *stink bug*). Az evolúció során persze nem azért

alakultak így, hogy az embereket undorítsák, hanem főképpen védekező eszközként a rájuk vadászó madarak, vagy más állatok ellen. A rájuk vadászók valóban gyorsan leszoktak erről a



2. ábra. A gyümölcsposloska elterjedtsége 2017-ben világszerte



**3. ábra. Barna márványos gyümölcsposloska**

amit a gyümölcsposloska szíváshelyei a gyümölcsök felületén okoznak.

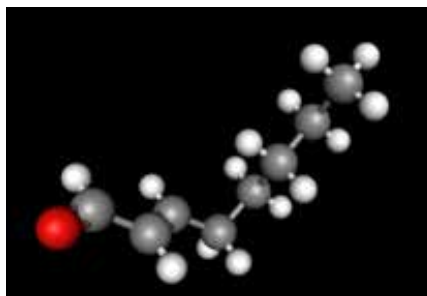
2017-re már a világ számos államában elterjedtek, amint azt a 2. ábra mutatja.

Nagyon sokféle, mintegy 5000 válfaja ismeretes, nálunk és a legtöbb helyen a barna színű ázsiai márványos posloska terjedt el, entomológiai rendszertani nevén a *Halyomorpha halys* (lásd a 3. ábrát). Ha valakinek véletlenül menet közben berepül az autójába, kiderül milyen gyorsan repked, és könnyen balesethez vezethet, a lakásban villámgyorsan közlekedő rovar pedig hangos zúgással ijesztgeti a lakókat. Ha ügyetlenül próbáljuk elcsipni, gyorsan odébb áll, függőleges felületről gyakran hirtelen ledobja magát.

Nálunk gyakori a zöld gyümölcsposloska is (*Chinavia hilaris*), amely a 4. ábrán látható.

A gyümölcsposloskának nincsenek rágói, tehát bőrön sérülést nem tud okozni. Egy éles kis karmokkal ellátott szívócsöve van, ezzel szúrja át a gyümölcsök héját, hogy onnan táplálékot szerezzen. Ha éppen nem használja, a szívócsövet a hasa alá hajlítva tartja.

Ha támadás éri a hasán található bűzmirigyekből folyadékot választ ki elriasztásul. Ezt csak 'indokolt esetben' teszi, mert takarékoskodik az anyag előállításával. Pl. ujjal nyugodtan meg-



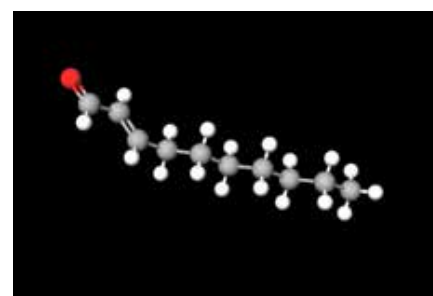
**5. ábra. Trans-2-octenal**  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$

pöcköhetjük, vagy akár a csápjánál fogva fel is emelhetjük, anélkül, hogy kémiai támadásba kezdene. De ha ujjaink közé fogjuk, netalán rálépünk, máris 'élvezhetjük' a nagyon kellemetlen szagot. Nem célszerű hozzányulni a folyadékhoz, mert bőrgyulladást és szembe jutva kötőhártya gyulladást okozhat.

Többen is analizálták a posloska bűzanyagát, ami növényi eredetű anyagokból áll. Hasonló kellemetlen szagú anyagot produkál a fülbemászó bogár és a katicabogár is, de ezek nem versenghetnek a posloskával. Az állatvilágban a görény tud ilyen undorító szagot kelteni, de a görény vegyi fegyvere kéntartalmú vegyületekből áll.

A posloska riasztó folyadékának legfontosabb komponenseit a Dél-Karolinai Clemson Egyetemen (USA) kromatográfiai és tömegspectroszkópiai módszerekkel 2006-ban azonosították. Ezek hosszúláncú alkánok, aldehidek és észterek. A két fő komponens trans-2-decenal (decenaldehyd) és trans-2-octenal. Ezek 3D molekulaszervezetét az 5. és 6. ábra mutatja be. Ezekon kívül még számos más vegyület is azonosítható a posloskák bűzanyagában: aldehidek, észterek, alkoholok, ketonok, monoterpenoidok és szeszkviterpenoidok.

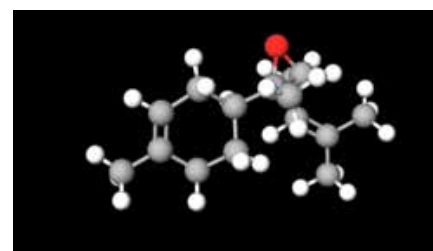
Érdekes megfigyelések szerint a barna márványos posloska bűzmirigy váladéka antibakteriális és gombaellenes hatású, így pl. a meticillin rezisztens *streptococcus aureus*, az *escherichia coli* és a *pseudomonas aureginosa* növekedését gátolja. Tehát nem csupán elrettentő hanem fertőzés ellenes hatása is van. Hasonló a fülbemászó váladéka is,



**6. ábra. Trans-2-decenal**  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$

abban benzokinonok vannak, amelyek ugyancsak antibakteriális anyagok.

A bűzanyagokon kívül a gyümölcsposloska, csakúgy, mint más rovarok feromonokat is termel, amelyeknek a szexuális célokon kívül más funkciójuk is van. Amint a posloska egy biztonságos bűvőhelyet talál, ún. aggregációs feromont bocsát ki, ami a többi posloskát oda vonzza, amint a 7. ábrán láthatjuk. Analízisek szerint a zöld gyümölcsposloska



**8. ábra. trans-2-alpha-bisabolén epoxid**



**7. ábra. Barna gyümölcsposloska gyűlés**

4. ábra



aggregációs feromonja (4*S*)-*cis*-Z-bisabolén epoxid és (4*S*)-*trans*-Z-bisabolén epoxid keveréke. A hasonló *trans*-2- $\alpha$ -bisabolén epoxid térszerkezetét a 8. ábrán láthatjuk. Más szexszuális feromonok is találhatóak bennük, így pl. az exotikus nevű szeszkvifellandrén és zingiberén.

Ezek után felmerül a kérdés, mit lehet tenni a gyümölcsposzka invázió ellen. Hála bűzanyaguknak természetes ellenségük nincs, hacsak az erős téli hideget nem számítjuk ide. De pl. hazánkban a globális felmelegedés gondoskodik a poszokák életben maradásáról. Kézenfekvő lenne rovarirtók használata, de ettől tartózkodnak, mivel azok egyéb, hasznos rovarokra, sőt az emberre is ártalmasak (lehetnek).

Az imént tárgyalt aggregációs feromonok esetleg felhasználhatók, éspedig úgy, hogy bizonyos növényeket úgy módosítanának, hogy ezeket a feromonokat termeljék. Aztán a rajtuk összegyűlt poszka tömeg elpusztítható valamilyen beavatkozással. Az USA-ban ezzel a megoldással is kísérleteznek.

Magánemberek pedig változatos csapdákat eszeltek ki, a szokványos ultraibolya és lila fényt kibocsátó elektromos csapdától a LED lámpával megvilágított, szappanos vizet tartalmazó vizesedényig (mosószeres vízben a poszka hasi felületét védő viaszréteg eltűnik és így a hasi perforációikon keresztül lélegző rovarok megfulladnak, Gondoskodni kell e kellemetlen őszi látogatók kizárásáról, mindenféle hézag és lyuk szigetelésével, mert már 7 mm-es hézagokon is simán átjutnak.

Azonban van remény a gyümölcsposzokától való megszabadulásra biológiai úton is. Nemrégiben Európában (Svácban 2017-ben) megjelentek az Ázsiában honos ún. szamuráj darazsak (*Trissolcus japonicus*). A 9. ábrán látható ez az aprócska (2-3 mm) darazsfajta, nincs fullánkja, így emberre állatra veszélytelen, de petéit a gyümölcsposzka petéibe helyezi, így az elpusztul. Egyelőre még vizsgálják, hogy környezeti szempontból teljesen veszélytelen-e, de nagyon valószínű, hogy importálni és terjeszteni fogják. Ilyen



9. ábra Szamuráj darázs

módon hatékonyan meg lehetne szabadulni a gyümölcsposzokától, de legalábbis nagyon csökkenteni lehetne populációját és károkozásait.

**Nemes László**

## IRODALOM

[https://en.wikipedia.org/wiki/Stink\\_bug](https://en.wikipedia.org/wiki/Stink_bug)  
Journal of Chemical Ecology  
25(11), 1999, 2477-2494  
Neotropical Entomology 37(5):489-505 (2008)





# Szabad gyökök szerkezetének kutatója

Két évtizede távozott az élők sorából a modern spektroszkópia egyik legjelentősebb tudós egyénisége, a Nobel-díjas Herzberg professzor.

**A** Herzberg család története a luteránus egyház feljegyzései szerint 1573-tól 400 éven keresztül egyetlen helyhez, Langensalzához kötődik. Gerhard apja, Albin is innen költözött Hamburgba, ahol házasságából egy éven belül két fia született: Walter 1904. januárban, Gerhard december 25-én. A szülők a tőlük telhető legjobb iskoláztatást biztosították a gyermekeiknek, aminek fontos része volt a zenei képzés: Gerhard hegedülni, bátyja zongorázni tanult. Apjuk beteges volt, korán meghalt. Szerencsére Gerhard tanulmányi eredményei révén ösztöndíjjal tanulhatott a reálgimnáziumban. Szerette az asztronómiát, de igazán a nulladik óra modern atomfizikai órái hozták lázba. A sokoldalú gimnáziumi oktatás folyamán alapos nyelvi, reál- és irodalmismereteket, és életre szóló barátokat szerez. Ezen barátok egyike Alfred Schulz, akinek unokahúga évtizedekkel később második felesége lesz.

A középiskola után egyetemre készült, csillagásznak. A hamburgi obszervatórium vezetője azonban lebeszélte a tervéről,

„  
Lerakta a tudományos  
kiválóság és a civilizált  
viseelkedés sztenderdjét,  
amelyeket gondosan  
megőrziünk.

mondván, hogy az csak a gazdagoknak való. Így a Darmstadti Műszaki Főiskola mérnöki fizika szakára jelentkezett, oda vállalati ösztöndíjjal jutott be. A mérnöki kihívások helyett rövid időn belül az alaputatást választotta. Hans Rau professornál kezdi mutogatni oroszlánkörmeit. Olvasta a legfrissebb publikációkat, egyebek közt Schrödingerét a kvantummechanikai függvények sajátérték-problémáiról. A parciális differenciálegyenletekkel ismerkedett, előadást is tartott róla, amikor Rau elküldte Schrödinger kurzusára Freiburgba.

1927-ben évfolyamelsőként végzett, diplomája (és egyben első három cikke) a H<sub>2</sub> Balmer-sorozatát ismerteti. 1928-ban készült el a doktorija. Ösztöndíjjal Göttingenbe került Max Bornhoz. Itt dolgozott együtt a 20. század nagy egyéniségeivel, például Wignerrel, Hunddal és jövőbeli feleségével Luise Oettingerrel, aki szintén fizikusnak tanult. Hallgatói kérésére atomi és molekuláris spektroszkópiai jegyzetet írt, ami a következő évtizedek alatt 3200 oldalas könyvsorozattá bővült. A Hund munkáin alapuló, kötő és lazító molekulapályákról szóló cikke felkeltette Lennard-Jones érdeklődését, aki meghívta Bristolba. Spektrográfot építettek, amivel két- és többatomos molekulákat tudtak vizsgálni. Hazájába visszatérve spektroszkópiai labort alapított, és egészen 1935-ig Darmstadtban maradt. Ez az öt év elég volt arra, hogy nemzetközi híró kutatóhelyet alakítson ki, ahová olyan látogatók érkeztek, mint Mulliken, vagy a poszt-doktori hallgató John Spinks a kanadai



**A Saskatchewan Egyetem Technológiai Intézete ([wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Saskatchewan_Technological_Institute))**

Saskatoonból. Spinks-szel sikerült előállítaniuk deutériummal nehésvizet, majd számos helyettesített molekulát, amelyeknek elvégezték a spektroszkópiai elemzését. Herzberg ekkor már konferenciák meghívott előadója volt, ismerte Tellert és Polányit. Tellerrel megalapozták a spektroszkópiai kiválasztási szabályokat. Közben felesége, Luise is megszerezte doktoriját a többatomos molekulák spektroszkópiai elemzéséből. Állandó szerződést kötöttek vele, megjött a családalapítási kedve, itt született fia és lánya.

Zsidó felesége védelmében Németországból a kanadai Saskatchewanba költöztek. John Spinks kijárta Herzbergnek a professzori állást egy olyan egyetemen, amely kb. 100 oktatót foglalkoztatott, köztük öt fizikust, 2000 hallgatóval rendelkezett, szinte zéró támogatottsággal és nem utolsó sorban mindenféle spektroszkópiai felszerelés nélkül. Két héttel érkezése után már két kurzust vezetett, és örült annak, hogy

diákjai milyen érdeklődőek. Első évfolyamának hallgatói között ott volt Schneider és Taube.



metil-acetilén

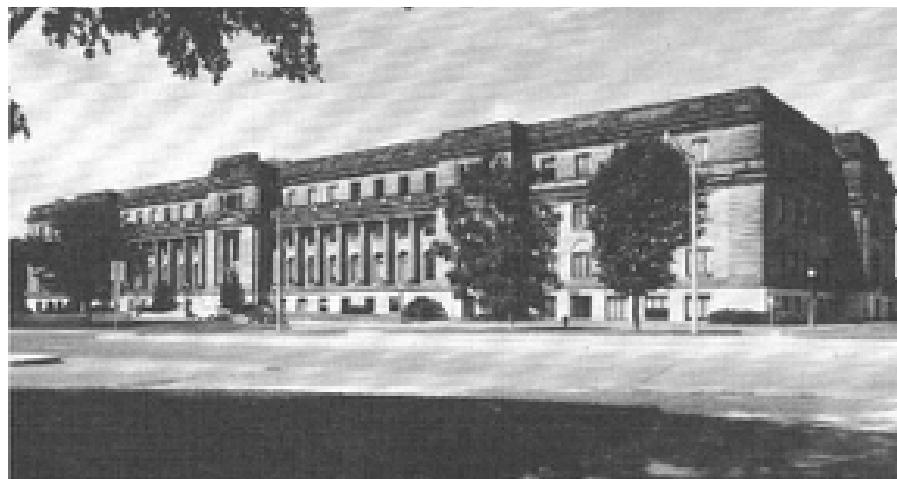
Felfedezte, hogy a szén – szén kötéstávolság a metil-acetilénben jelentősen eltér a megszokott egyszeres kötéstől. Egy csillagászati tematikájú találkozón Tellerrel vetették fel, hogy az akkor felfedezett 400 nm környéki spektroszkópiai vonalcsoport a  $\text{CH}^+$  kationnal magyarázható. Herzberg végül labor körülmények között reprodukálta a vonalakat, így elsőként bizonyította a  $\text{CH}$ -vegyület jelenlétét az űrben, amivel nevet szerzett asztronómiai körökben. Saskatchewan évei alatt 10 diplomázója végzett kutatásokat többatomos molekulákon, ő maga pedig – kikapcsolódásképpen énekleckéket vett.

Három év kitérő következett a Yerkes Observatóriumban (Williams Bay, Wisconsin, USA), ami során kiváló csillagászokkal és az egyetemen (University of Chicago) dolgozókkal: Mullikan, Teller és Beutler működött együtt.

Konkáv tükrökkel felszerelt 22 m hosszú cellát épített az űrben feltételezett többatomos molekulák színképelemzésére, valamint felvette a  $\text{H}_2$  kvadrupól spektrumát. Utóbbi segítségével azonosították később a hidrogént idegen égitestek atmoszférájá-



Yerkes Observatórium (Wikipedia.org)



A tudomány épülete Ottawában (wikipedia-org)

ban. A tudományosan termékeny évek ellenére honvágy gyötörte Kanada iránt, ahová 1948-ban tért vissza családjával, hogy az élete hátralévő ötven évét ott töltsse.

1959 őszén irodájában ült és éppen a kéziratain dolgozott, amikor belépett ifjú technikusa, Jack Shoesmith: „Van egy érdekes spektrumom.” Herzberg fáradtan felállt és követte Jacket, aki saját építési spektrográfijához vezette. Amikor a direktor odalépett, már egész csoport leste a vonalakat. Herzberg felkiáltott: „ez az”, és hangosan felnevetett: „már 18 éve kereslek!”. Így vehette először szemügyre a metilgyök színképét, ami végül megalapozta a Nobel-díját.

A National Research Council ottawai kutatóhelyén teljesen szabad kezet kapott és még a fizikai osztály igazgatójává történnő kinevezése után is a tudománynak élt. Az NRC háborús fejlesztése révén jelentős anyagi eszközök felett rendelkezett. Felvirágoztatta spektroszkópiai felleget, ahová a világ minden részéről érkeztek a kutatók.

Számos kitüntetés mellé 1971-ben megkapta a kémiai Nobel-díjat, amelyet a „molekulák, különösen a szabad gyökök geometriai és elektronszerkezeti jellemzése terén elért eredményeiért” vehetett át. Öröme nem volt teljes, hiszen hú társa, Luise öt hónappal a bejelentés előtt meghalt. Herzberg egészen 1994-es visszavonulásáig, tehát még 26 évvel nyugdíjazása után is rendszeresen bejárt dolgoz-



www.nobelprize.org

ni. Kisebbszívinfarktusok érték, majd 1996-ban egy komolyabb, ami jelentősen lerontotta a fizikai állapotát. 1999. március 3-án ottawai otthonában tért örök nyugalomra.

Életművét az 1986-ban kémiai Nobel-díjjal kitüntetett John Polányi (Torontoi Egyetem) méltatta. Herzberg egyike volt a kanadai tudomány legnagyobbjainak. „Lerakta a tudományos kiválóság és a civilizált viselkedés sztenderdjeit, amelyeket gondosan megőrizzünk.”

Ménes András



# V. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny

Február 22-23-án került megrendezésre az idén már öt éves Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny döntője.

**A** korábbi évekhez hasonlóan a diákok idén is négy kategóriában indulhattak, és közülük a két levelező fordulóban legjobban teljesítő versenyzők a döntőbe jutottak, amelynek idén is a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Ch épülete adott otthont.

A döntőbe jutott 38 versenyző a pénteki napon egy írásbeli feladatsort oldott meg, amelyben feleletválasztós, számolási, illetve vegyipari technológiákhoz kapcsolódó feladatok mellett egy esettanulmány is szerepelt.

Az írásbeli forduló alatt a versenyzőket kísérő tanárok és szülők laborlátogatáson vehettek részt, ahol megismerhették a Vegyész-mérnöki és Biomérnöki Kar jól felszerelt analitika laboratóriumait és modern műszereit.

Péntek este a diákok és kísérőik **Dr. Tardy Gábor** előadását hallgathatták meg a biotechnológia legújabb kutatási irányzatairól, többek között a mikroorganizmusok hasznosításáról az energiaiparban.

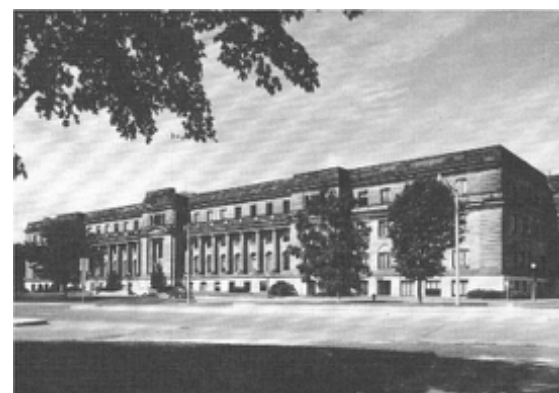
Szombaton a versenyzők a szóbeli fordulóban, egy korábban általuk kiválasztott témából tartottak előadást szakmai zsűri előtt. A megmérettetésre a diákok több, mint egy hónapot készülhettek, így mindannyian nagy reményekkel vágtak bele a délelőtti programba. A zsűrit minden kategóriában az

egyetemünk oktatói, a BME Szent-Györgyi Albert Szakkollégium tiszteletbeli és senior tagjai alkották.

Az eredményhirdetésnek a **MOL Dunai Finomító** adott otthont Százhalombattán. A versenyzők az eredményhirdetés előtt meghallgatták **Csernik Kornél** előadását a MOL 2030 – Enter Tomorrow programjáról, majd megtekintették a finomítót.

Az ezt követő eredményhirdetésen Szakkollégiumunk minden kategóriában díjazta az első három helyezettet, illetve minden kategóriában a kiemelkedő előadást tartó versenyzők különdíjban részesültek. Ezenkívül díjaztuk azon pedagógusokat is, akik már évek óta részt vesznek a versenyzők felkészítésében, és minden évben több versenyző felkészülését is segítik.

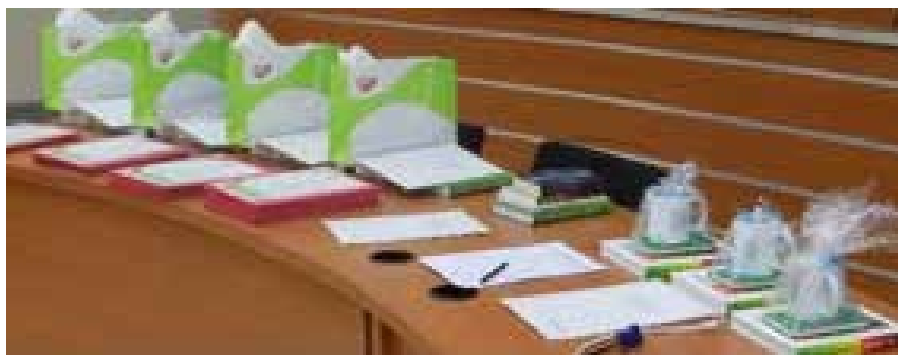
Szeretnénk megköszönni a **MOL Magyarországnak**, hogy biztosította az eredményhirdetés helyszínét, illetve a fődíjat, továbbá támogatóinknak a **Diagnosticum Zrt.-nek**, a **Bookline-nak**, a **Typotex Kiadónak**, a **Cudy Future-nak**, a **Richter Gedeon Nyrt.-nek**, a **Magyar Kémikusok Egyesületének** és a **Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyész-mérnöki és Biomérnöki Kar Dékáni Hivatalának**, hogy versenyünk idén is magas színvonalon valósulhatott meg. Köszönjük **Dr. Tardy Gábornak** a színvonalas előadását! Valamint szeret-



nénk megköszönni **Dóbné Cserjés Edit** tanárnőnek, hogy a verseny feladatsorait lektorálta.

Továbbá köszönettel tartozunk a zsűri tagjainak:

Ábrahám Attila, Dr. Borsa Judit, Dr. Hornyánszky Gábor, Dr. Huszthy Péter, Dr. Keglevich György, Dr. Koczka Béla, Dr. Kovács Ilona, Kozma József, Dr. Mika László Tamás, Papp Soma, Dr. Sveiczter Ákos, Tóth Gábor



## Eredmények



I. kategória
1. helyezett: <b>Ficsór István Dávid</b> Kecskeméti Református Gimnázium
2. helyezett: <b>Schneider Anna</b> Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium
3. helyezett: <b>Debreczeni Dorina</b> Hajdúböszörményi Bocskai István Gimnázium
Különdíjas: <b>Gulyás Ferenc</b>

III. kategória
1. helyezett: <b>Garamvölgyi István Attila</b> Kecskeméti Katona József. Gimnázium
2. helyezett: <b>Al-Hag Johanna Iman</b> Miskolci Földes Ferenc Gimnázium
3. helyezett: <b>Ujvári Kamilla</b> Monori József Attila Gimnázium és Közgazdasági Szakgimnázium
Különdíjas: <b>Peti Kamilla</b> Kaposvári Táncsics Mihály y Gimnázium

II. kategória
1. helyezett: <b>Bogner Marcell Márk</b> Pécsi Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma
2. helyezett: <b>Lovas Miklós</b>
3. helyezett: <b>Csécsi Marcell</b> Miskolci Földes Ferenc Gimnázium
Különdíjas: <b>Pintér Róbert</b> Pécsi Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma

IV. kategória
1. helyezett: <b>Borbás Balázs</b> Komlói Kökönyösi Általános Iskola és Gimnázium
2. helyezett: <b>Kis Dávid</b> Pécsi Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma
3. helyezett: <b>Weber Márton</b> Pécsi Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma
Különdíjas: <b>Borbás Balázs</b>

Díjazott tanárok
Dr. Miklós Endréné Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium
Dr. Petz Andrea PTE TTK Szervetlen Kémia Tanszék
Tóth Zsolt

A versenyzőknek további sikereket, a tanároknak pedig eredményes felkészítést kívánunk, és reméljük, jövőre sokukat viszontlátjuk a VI. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaversenyen!

*Kese István és Szathmári Balázs főszervezők és a BME Szent-Györgyi Albert Szakkollégium csapata*



# Hírek innen-onnan

## LYUKAS-GRAFÉN KÉMIAI SZINTÉZISSEL

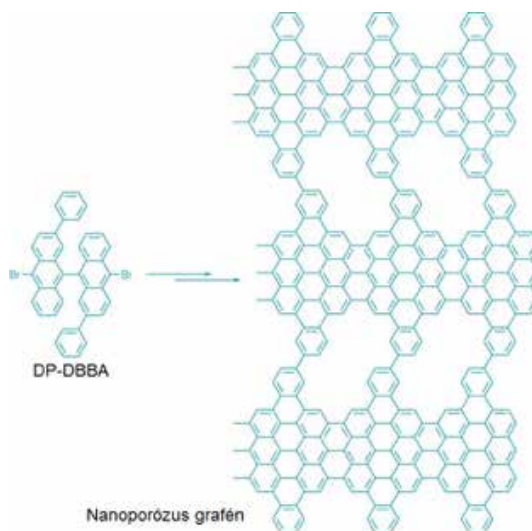
**A** grafén egy-atom vastag, egyrétegű hatszögletű méhsejtszerű rácsban megkötött szénatomok hálózata. A legvékonyabb ismert anyag. Igen erős - mintegy 200-szor erősebb, mint az acél. Kiváló a hő- és elektromos vezetőképessége és érdekes fényelnyelési tulajdonsága van. Számos alkalmazást nyert, az elektronikában, szenzorokban, energiatárolókban és membránokban.

*A lyukas grafén, a grafén szerkezeti származéka. A lyukak nagyszámú atom eltávolításával alakulnak ki*

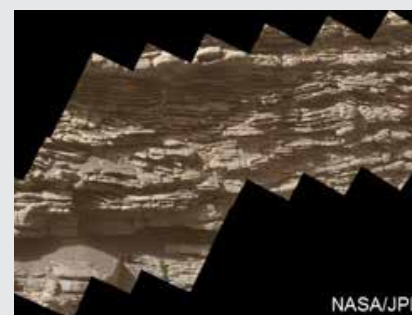
*a grafénlemezek atomrétegeiben. A lyukak, amelyek széleik körül néha funkcionális csoportokkal rendelkeznek, olyan tulajdonságokat adnak az anyagnak, amelyek előnyök különféle alkalmazások szempontjából.*

A Kaliforniai Egyetem (San Diego) kutatói már korábban is kidolgoztak módszert lyukas grafén előállítására. A grafén mintákat pozitív töltésű argon ionokkal bombázták. A bombázás során szénatomok ütődnek ki a grafénrétegből és helyükön pozitív töltéseket tartalmazó lyukak (elektromosan töltött hibák) képződnek.

2018-ban spanyol kutatók kémiai szintézissel nyertek porózus grafént. Félvezető tulajdonságokkal rendelkező, pozicionált nanoméretű lyukakkal rendelkező grafént szintetizáltak (*Science* **360**, 199, április 13, 2018). A kutatók úgy állították elő a perforált grafént, hogy difenil-10,10'-dibróm-9,9'-biantracént (DP-DBBA) ultra nagyvákuum alatt szublimáltak egy arany szubsztrátumra, ahol az kb. 200°C-on polimerizálódott. További melegítési lépések magasabb hőmérsékleten ciklizálták és dehidrogéneztek a polimert, amelynek hatására egy-atom vastag rétegű nanoszallagok képződtek. Végül a szallagok síkot képezve, közöttük lyukakat hagyva, széleik mentén összekapcsolódtak.



## HÍREK A VILÁGÚRBÓL: VÍZ NYOMAI A MARSON



Szedimentációs rétegek a Marson  
Curiosity űrszonda 2019 július.



Szedimentációs rétegek a Földön

**A** 7 éve Marson vándorló Curiosity űrszonda ismét szembesült víz nyomával. Július 10-én a misszió 2462. marsi napján ősi szedimentációs rétegekből álló szikladarabot fényképezett le egy kráter alján. Több milliárd évvel ezelőtt a kráterben patakok és tavak lehettek. A víz megváltoztatta a tavakban lerakódott üledéket, sok agyagásványt hagyva hátra. Az agyag jelenlétét Marson először a NASA Mars Reconnaissance Orbiter szondája (MRO) fedezte fel az űrből, néhány évvel a Curiosity indulása előtt. Hasonló réteges kőzetszerkezetek vannak a Földön is. Ezek is tavak folyók és tengerek fenekén alakultak ki. A vízből kiváló üledékretegek összenyomódtak és cementálódtak az idők folyamán. A Földön fossziliák, növények, kagylók és az egyéb organizmusok konzerválódtak az őket bezáró kőzetekben. A humán Mars utazásra vár a feladat, hogy kiderítse vannak-e ilyenek a marsi kőzetekben.

## 2018 ÉRDEKES MOLEKULÁI (C&EN 96, DECEMBER 4, 2018)

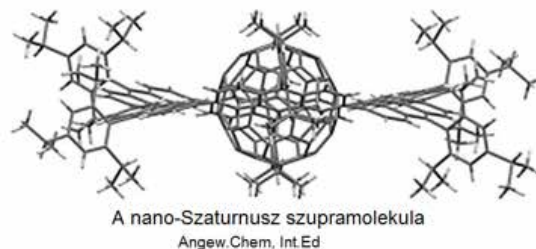
**A**z Amerikai Kémiai Társaság folyóirata, a Chemical and Engineering News (C&EN) fenti száma felsorolta azokat az új vegyületeket, amelyek olvasói online szavazás alapján a 2018. év során érdeklődést keltettek. A legtöbb szavazatot a lyukas vagy más néven porózus grafén (Holey graphene) kapta, elnyerve ezzel a 2018. év molekulája címet. Egy másik az olvasók által szintén érdekesnek tartott különös szerkezetű molekula a „nano-Szaturuszna” elnevezett szupramolekuláris komplex volt.



# Hírek innen-onnan

## „NANO-SZATURNUSZ” SZUPRAMOLEKULA

**A** Tokiói Technológiai Intézet vegyészei egy különös térszerkezetű gazda-vendég típusú szupramolekuláris komplexet szintetizáltak 2018-ban. A Szaturnusz bolygó gyűrűs szerkezetére emlékeztető komplexet „nano-Szaturnusznak” nevezték el. A komplex szénhidrogén gazdamolekuláját egy ciklikus szubsztituált antracén hexamer képezi, közepén egy C<sub>60</sub> vendégmolekulával. A szupramolekulát gyenge CH-p típusú hidrogénkötésszerű erők tartják össze. *A CH-p hidrogénkötés alifás és aromás CH csoportok kölcsönhatására jellemző.*



(Angew. Chem., Int. Ed. 57. Issue27, 8199, July 2, 2018)

## AZ OSIRIS-REX ŰRSZONDA A BENNU ASZTEROIDA KÖZELÉBEN

**A** NASA 2016 szeptemberében fel-  
lőtt Osiris-Rex űrszondája – miu-  
tán egy évig keringett a Nap körül –  
2018. decemberben ált a földközeli  
keringő Benu aszteroida körüli pályá-  
ra, megközelítőleg 1,2 km-re az aszte-  
roida felszínétől. Ez év júniusában  
rakétáit bekapcsolva, pályáját módó-  
sítva, a felszínhez közelebb, 680  
méter távolságra kering a felszíntől.  
Figyelemreméltó, hogy ilyen kistöme-  
gű égitest, (a gravitációs állandója a  
földi gravitációs állandó

hatezredrésze) pályán tart egy kis  
űrszondát, bár ez nem rendkívüli,  
hiszen számos kisebb nagyobb  
aszteroidának van saját holdja.

A szonda a következő évben le fog  
ereszkedni az aszteroida felszínére és  
mintákat fog gyűjteni, amelyeket –  
2021-ben visszaindulva – 2023-ban  
hoz vissza a Földre. A minták kémiai  
összetételét és ásványi formáit földi  
laboratóriumokban fogják elemezni. A  
kutatók a minták kémiai összetételé-  
nek felderítésével remélik megérteni  
a prebiotikus vegyületek, például a  
cianidok lehetséges eredetét, amelyek  
elősegítették az élet megkezdését a  
korai Földön vagy a Naprendszer más  
égitestjeiben. Cianidokat korábban  
találtak már a meteoritokban is. Ezek  
vizsgálatával kiderült, hogy a cianidok  
és a szén-monoxid (CO) vashoz kötőd-  
ve stabil vegyületeket képeznek a  
meteoritokban.

Az égitesthez rekord közel keringő  
űrszonda első nagyfelbontású képei  
valószínűsítik a kutatók feltételezését,  
hogy a víznél csak 30%-kal sűrűbb  
aszteroida laza kőzetek halmaza.

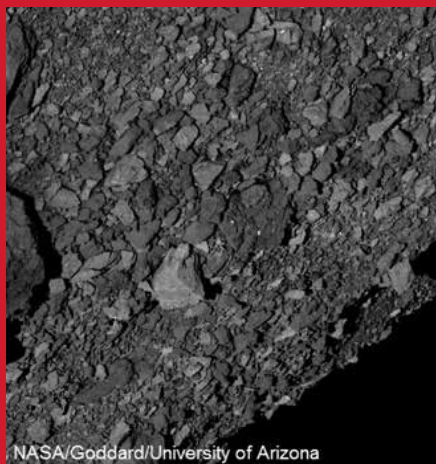
A március 7-én az aszteroida déli  
feltekjén a felszíntől 5 km-re készült



kép nagyszámú kisebb nagyobb kőze-  
tek halmazáról tanúskodik. A nagy,  
világos színű szikladarab közvetlenül a  
kép közepe alatt kb. 7,4 méter széles.

A mintegy fél kilométer átmérőjű  
aszteroidát 1999. szeptember 11.-én  
fedték fel. Egyike a veszélyes föld-  
közeli aszteroidáknak. A kutatók bec-  
slése szerint 1/2700 valószínűsége van  
annak, hogy a 22. század végén a  
Földhez közel kerülve, abba beleütkö-  
zik.

Szerkesztőség



Az űrszonda 2019 március 7.-én  
készített képe az aszteroida felületéről



Piros fűszerpaprika

# MITŐL PIROS A PAPRIKA?

2001-ben jelent meg a Természet Világában Kajtár Márton nagysikerű írása újra „Miért piros a paprika?” címmel (<http://www.termeszetsvilaga.hu/tv2001/tv0105/kajtar.html>). Kajtár Márton a tőle megszokott, közérthető stílusban magyarázta meg a színek kialakulását a kapszorubinnak, a piros paprika egyik szín anyagának szerkezetén keresztül, miközben próbálta megértetni az olvasóval az anyag állóhullám modelljét.

A kapszorubin molekula azért piros, mert 11 darab konjugált kettős kötést tartalmaz, amelybe kettő darab oxo-csoport is beletartozik a lánc végén.

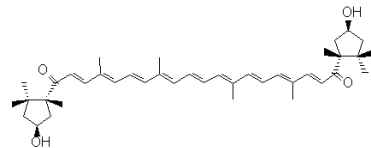
Jelen dolgozatban, kicsit plagizálva az említett cikk címét, arra keressük a választ, hogy hogyan alakulnak ki a paprika piros színét adó vegyületek a keto-karotinoidok, mitől pirosodik meg az egyik paprika, és mitől nem a másik.

A piros paprika (*Capsicum annum*) régóta ismert, színezékével, a viaszzerű paprikavörössel már a XIX. században is foglalkoztak. Kristályos előállítására mégis sokáig késett, mivel a kísérő zsíroktól és viaszoktól nehezen volt elkülöníthető. 1927-ben sikerült csak két pécsi kutatónak, Zechmeister Lászlónak és Cholnoky Lászlónak a „paprikavörös” főfestékét kristályosítani, melyet kapszantinnek neveztek el.

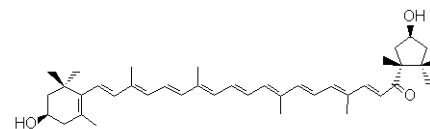
Ez a kapszantin készítmény azonban nem volt egységes. Zechmeister és Cholnoky később - elsőként alkalmazva a Tswett-féle oszlopkromatográfiát - még egy kis mennyiségű piros festéket, kapszorubint találtak. Megállapították azt is, hogy a teljesen érett és megszáradott, paprika terméscsüve a két különleges vörös festéket kívül még különböző sárga festékeket is tartalmaz. Az 1950-es években Cholnoky László munkatársaival vizsgálta a sárga és piros paradicsom paprika színanyagának összetételét és következtetéseket próbált levonni a paprika karotinoidok bioszintézisére.

A modern műszeres analitikai (NMR, MS) és elválasztási eljárások (HPLC, HPLC-DAD, HPLC-MS) elterjedése a pécsi kutatócsoportot később is a paprika karotinoidok vizsgálatára inspirálta. Az 1980-as évek elejétől kezdve szisztematikusan vizsgáltuk a különböző paprikafajták karotinoid-összetételét. Az analízis eredményeire támaszkodva pedig számos új végcsoportot tartalmazó karotinoidot izoláltunk, és javaslatot tettünk a bioszintézisükre is.

A paprikának számos fajtája ismert. Van



Kapszorubin



Kapszantin

étkezési és fűszer paprika, van csípős, erős és édes paprika. Alakjuk szerint találunk kúpos, hegyes, hosszú, gömbölyű, vagy éppen kocka alakú paprikákat. A paprika elnevezése is sokféle és általában utal az alakjára is: alma, paradicsom, cseresznye, kosszarvú, stb. A paprikák színe is különböző, a zöld és a sárga különböző árnyalataitól a pirosig terjed. Időnként találkozhatunk lila színű paprika mutánsokkal is, melynek színét azonban nem a karotinoidok okozzák.

Az érés során fajtától függően változik a paprika színe és ezzel összefüggésben a karotinoid-összetétel. A legismertebb étkezési paprikát



Paprikák színárnyalatai

A kapszorubin molekula azért piros, mert 11 darab konjugált kettős kötést tartalmaz

fehérnek nevezik, pedig valójában zöldessárgától sárgáig terjed a színe, amely az utóérés során narancsos árnyalaton keresztül sötétpirosra vált.

Az ún. kosszarvú paprika halványzöldről sárgán keresztül pirosra érik, miközben karotinoid tartalma jelentősen megnő. A fűszerpaprikák, a cseresznyepaprika, a paradicsompaprika illetve egyes kaliforniai típusú paprikák éretlen állapotban zöld színűek, és az érés során közvetlenül pirosra színeződnek.

A zöld színt a klorofill jelenléte okozza az éretlen termésben. Ekkor a kloroplasz-tiszra jellemző karotinoidok, a lutein, a  $\beta$ -karotin valamint kis mennyiségben a neoxantin és a violaxantin mutatható ki.

Az érés során a karotin szénhidrogének hidroxilálásával mono- és dihidroxikarotinoidok ( $\beta$ -kriptoxantin, zeaxantin) keletkeznek, melyek karotinoid-5,6-epoxidokká (anteraxantin, violaxantin) alakulnak. Amikor a paprika pirosodni kezd, a karotinoid-5,6-epoxidok ún. pinakolin átrendeződéssel átalakulnak keto-karotinoidokká. Ezt az átrendeződést a kapszantin-kapszorubin szintáz enzim katalizálja, melyet 1995-ben francia kutatók izoláltak először és határozták meg a szekvenciáját.

A piros paprikában a fő komponens a kapszantin (40-45%), amely a fő felelős a paprika piros színéért. A poliénláncban lévő 10 darab kettős kötés konjugációban a keto-csoport kettős kötésével okozzák a piros paprika színét. A kapszorubinban két oxo-csoport található, amely még mélyebb tónusú színt okoz. Azonban a kapszorubin csak 3-6%-os mennyiségben található, így nem befolyásolja jelentős mértékben a paprika színét.

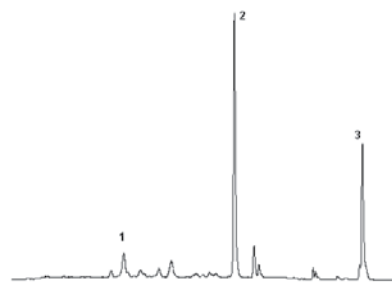
A pinakolin átrendeződésnek számtalan mellékterméke van, így a piros paprikák lényegesen gazdagabbak karotinoidban, mint a sárgára érő fajták. Számos újszerű végcsoportot tartalmazó karotinoidot (3,6-epoxidokat (pl.



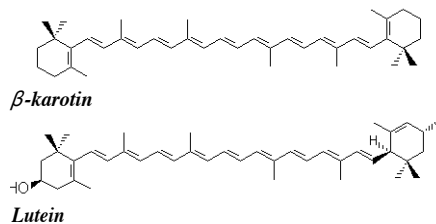
**Különböző színű és alakú paprikák.**

kukurbitaxantin A), 3,5,6-trihidroxivegyületeket) sikerült izolálni az utóbbi 10-15 évben piros paprikából.

Amint a kromatogramból látható, a piros paprikák jelentős mennyiségű sárga karotinoidot (zeaxantin,  $\beta$ -kriptoxantin,  $\beta$ -karotin) is tartalmaznak, melyek jelentős

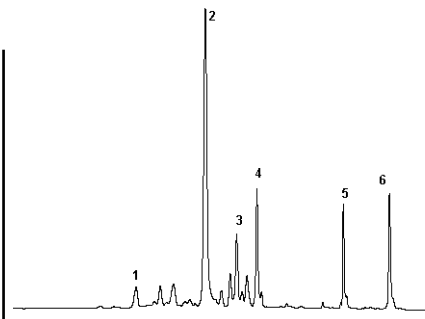


**Éretlen, zöld színű paprika kromatogramja (1: neoxantin; 2: lutein; 3:  $\beta$ -karotin)**



mértékben megmaradnak az utóérlelés után is.

A sárga komponensek rontják a fűszerpaprika színét, és ezzel sajnos a hazai paprikák versenyképességét is. A déli, melegebb vidékeken (Spanyolország, Dél-Amerika) termesztett és



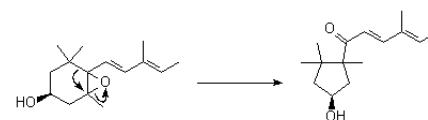
**Piros fűszerpaprika kromatogramja (1: kapszorubin; 2: kapszantin; 3: kukurbitaxantin A; 4: zeaxantin; 5:  $\beta$ -kriptoxantin; 6:  $\beta$ -karotin)**

utóérlelt paprikák színe sötétebb, a nagyobb keto-karotinoid és a kisebb sárga színt adó karotin, illetve karotinoid mennyiségnek köszönhetően. Vigasztalásul szolgálhat a magyar paprika termesztők és fogyasztók számára, hogy a hazai talajon termesztett paprikák íz és aroma anyagai sokkal jobbak, mint a külföldieké.

Egyes paprika fajták, mint a ma már nem nagyon ismert sárga paradicsom-paprika, vagy az újabban elterjedt, főleg szupermarketekben kapható ún. kaliforniai paprika narancsszínű változata sohasem pirosodik meg. Az érés során a zöld szín sárgára, majd narancsvörösre vált.

A sárga szín különböző árnyalatait a hidroxis és epoxi-karotinoidok különböző arányai okozzák. A narancssárga színű termékekben, melyek sohasem pirosodnak meg, a karotinoid-5,6-epoxidok (violaxantin, anteraxantin) dúsulnak fel nagyobb mennyiségben (30-50%).

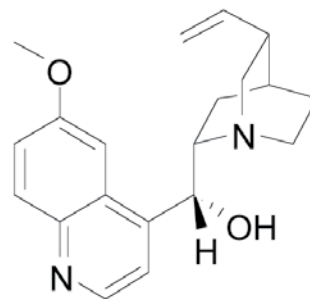
Az epoxidok mellett  $\alpha$ - (lutein,  $\alpha$ -kriptoxantin,  $\alpha$ -karotin), valamint  $\beta$ -vég-csoportot (zeaxantin,  $\beta$ -kriptoxantin,  $\beta$ -karotin) tartalmazó karotinoidok is megtalálhatók közel azonos mennyiségben. Mivel ezekben a paprikákban hiányzik a kapszantin-kapszorubin szintáz enzim, így a karotinoidok bioszintézise az epoxid képződésnél leáll. A karotinoid 5,6-epoxidok tehát nem alakulnak át keto-karotinoidokká, és ezért a paprika nem pirosodik meg.







## EGY MOLEKULA, AMELY MEGVÁLTOZTATTA A VILÁGOT: A KININ



A kinin szerkezeti képlete

A kininnek színes története van. Mai szemmel nézve egy kicsi és egyszerű molekuláról van szó, ami évszázadokon keresztül kiemelkedő szerepet töltött be a gyógyászatban.

Ez a vegyület a kémia fejlődésére is nagymértékben rányomta bélyegét, mert a legkiválóbb elmék foglalkoztak a molekula szerkezetének és tulajdonságainak megismerésével. Az elmúlt százötven évben a szerves kémikusokat folyamatosan foglalkoztatta e természetes vegyület sztereoselektív szintézisének kidolgozása. A megoldáshoz vezető út keresése közben megszületett a modern vegyipar.

### A rettegett betegség, a malária

A malária az emberiség régóta ismert betegsége, amiről Hippokratész is említést tesz írásaiban. Elnevezése középkori olasz kifejezésből (mala aria, azaz rossz levegő) származik, ugyanis a betegséget sokáig a mocsarak bűzös

kigőzölgéseinek tulajdonították. A moszkítókat által terjesztett betegség válogatás nélkül szedte áldozatait az ókori és középkori Európában. Feltételezések szerint Nagy Sándorral is ez a kór végzett harminckét éves korában.

A maláriát 16. századi hódítók vitték be az

ot és ez a gyógyszer a malária esetében is hatásosnak bizonyult. A kínafa (*Cinchona officinalis* L.) az Andok keleti lejtőin található esőerdőkben őshonos.

A kinin igazi térhódítása Európában akkor kezdődött, amikor ez az anyag a spanyol perui

Áldozatul esett a maláriában szenvedő

Oliver Cromwell is . .

Új Világba, ahol ebben az évszázadban kezdtek kiépíteni a Dél-amerikai kolóniákat. Az itt élő bennszülött inkák már régóta használták lázzal járó betegségek kezelésére a kínafa kérgéből készült kivona-

alkirály feleségét, Chinchona grófnőjét megmentette a haláltól. A hírt és a kinint Európába (kiváltképpen Rómába, a malária európai fővárosába) a jezsuita szerzetesek hozták el. A kinin hamarosan keresett gyógyszer lett Európa egész területén.

A hatalmas keresletet Amerikából történő behozattal próbálták kielégíteni. Mivel ezt a csodaszert jezsuita szerzetesek terjesztették el, a protestáns közösségek nagy fenntartásokkal fogadták, vagy teljesen elutasították. Ez a körülmény meghiúsította a malária hatásos gyógyszerének gyors elterjedését. Áldozatul esett a maláriában szenvedő Oliver Cromwell is, aki nem kért a „kardinális porból”, inkább az érvágásban és a higany fogyasztásában hitt és hamarosan belehalt súlyos betegségébe. A helyzetet Robert Talbor gyógyszerész használta ki, aki saját bevallása szerint kifejlesztett egy malária elleni csodaszert (ami a kínafa kérgéből készült por volt) és ezzel több katolikus és protestáns uralkodót is kezelte.<sup>1</sup> Az 1600-as évek végétől a kínafa kérgéből készült keserű ital - a

### A kínafa Peru címerében

maláriában szenvedő Oliver Cromwell is, aki nem kért a „kardinális porból”, inkább az érvágásban és a higany fogyasztásában hitt és hamarosan belehalt súlyos betegségébe. A helyzetet Robert Talbor gyógyszerész használta ki, aki saját bevallása szerint kifejlesztett egy malária elleni csodaszert (ami a kínafa kérgéből készült por volt) és ezzel több katolikus és protestáns uralkodót is kezelte.<sup>1</sup> Az 1600-as évek végétől a kínafa kérgéből készült keserű ital - a



A kínafa levele és virága

© <http://en.wikipedia.org/wiki/Cinchona>



© www.pharmtech.tu-bs.de

## Pelletier és Caventou

tonik - egész Európában elfogadott gyógyszer lett a malária ellen és majdnem 300 évig őrizte egyedülálló pozícióját.

## A kinin a kémia fejlődésében

A kinint a kínafa kérgéből 1820-ban izolálta két francia kutató, Pierre Joseph Pelletier és Joseph Bienaimé Caventou. Azt a kis üvegcsé kinint, amit ekkor izoláltak a londoni Természettudományi Múzeum őrzi féltett kincsei között.

Mivel a kinin volt a malária egyedüli ellenszere, a gyarmatbirodalmak bővítése és fenntartása szempontjából a kinin források birtoklása meghatározóvá vált. A kínafa-ültetvények létrehozására irányuló törekvéseket végül siker koronázta az angoloknak Ceylonban (ma Srí Lanka), míg a hollandoknak Java szigetén.

A vegyület azért is keltette fel a kémikusok érdeklődését, mert egyszerűbb lett volna a szükséges kinin mennyiség biztosítása mesterséges előállítással. Miután megismerték a vegyület összegképletét „aritmetikai” módszerekkel kívánták azt előállítani. Az első próbálkozás August Wilhelm von Hofmann nevéhez köthető, aki formálisan naftilaminból és vízből kívánta létrehozni a kinin molekulát, de kísérletét természetesen nem sok siker koronázta. Közben

kiderült, hogy a kinin összegképlete is téves volt, ezt Adolf Strecker helyesbítette. Majd 1856 húsvéti szünetében Hofmann tanítványa a tizennyolc éves William Henry Perkin próbálta előállítani a kinint, ezúttal N-allitoluidin oxidációjával. A kísérlet során most sem sikerült a kinint izolálni, de a fiatal Perkin egy lila színű vegyületet nyert ki a kátrányos reakció elegyből.

Ezt a mesterséges festéket mályvaszínnek keresztelték el és Greenford Greenben létrehozták a világ első vegyipari gyáranak tekinthető festékgyárat. Bár a kinin előállítása kudarcot vallott, a kísérlet mégsem volt sikertelen a civilizáció szempontjából, hiszen elindította a szerves szintetikus vegyipart. Ilyen festéküzemként indult a napjainkban meghatározó vegyipari, és gyógyszeripari vállalatok egy része is (pl. BASF, Ciba-Geigy, Hoechst, ICI).

Perkin kísérlete után ötven évig nem történt jelentős próbálkozás a kinin szinté-

zisére, inkább a molekula pontos szerkezetének meghatározását tűzték ki célul. A szerkezetet 1908-ban Paul Rabe német vegyész közölte, majd kísérleteit folytatva megállapította, hogy a kinin bomlásának egyik termékéből a kinotoxinból megoldható a kinin előállítása.



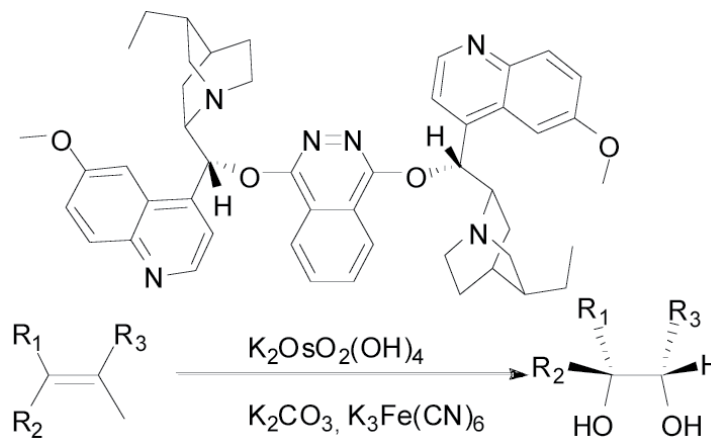
Sir William Henry Perkin

© www.rpsgb.org.uk

Ennek alapján dolgozta ki a kinin formális totálszintézisét, azaz a kinotoxin szintézisét a Harvard Egyetem két fiatal kutatója Robert B. Woodward és William von Eggers Doering. 1944. április 11-én jelentették be, hogy sikerült előállítaniuk a kinotoxint. Ez a II. Világháború alatti nagy kininszükséglet idején akkora szenzációt jelentett, hogy tudományos eredményük a New York Times címlapján kapott helyet mint a 20. század legnagyobb felfedezése.<sup>2</sup>

A kinotoxin szintézise ugyan meghozta a hírnevet és elismertséget a két fiatal kutatónak (később Woodward a 20. század egyik legnagyobb vegyésze lett), eljárásuk ipari alkalmazása azonban nem volt gazdaságos. Azóta többen is dolgoztak ki szintetikus eljárást kinin előállítására (Uskoković, Stork, Jacobsen, Kobayashi), de ipari méretű szintézisben egyik sem volt alkalmazható. A kinint napjainkban évi 700.000 tonnában állítják elő természetes forrásból történő kivonással, és ennek a mennyiségnek jelentős részét az üdítőitalipar használja fel.

## A kinin a modern kémiában

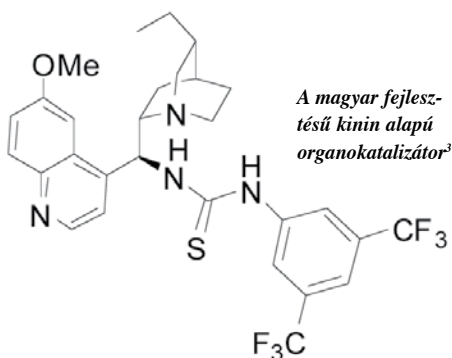


A Sharpless-féle dihidroxilezési eljárás

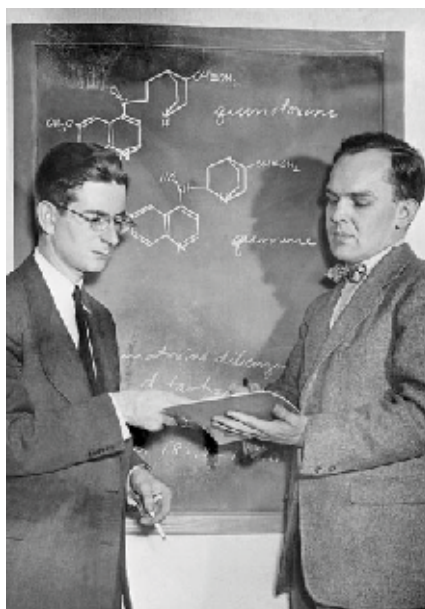
A kinint és származékait mind a mai napig előszeretettel alkalmazzák a szerves kémiában. Már nem az előállítás a cél, hanem különböző szintetikus problémák megoldásához hívják segítségül, mint pl. rezolválószert, ligandum vagy katalizátort. Mindezen alkalmazások közül kiemelkedik a K. Barry Sharpless és munkatársai által kidolgozott aszimmetrikus dihidroxilezési reakció, amelynél a megfelelően kialakított kinin származék egy ozmium-komplex liganduma.

Ez az eredmény nagyban hozzájárult ahhoz, hogy Sharpless-t 2001-ben Nobel-díjjal tüntessék ki.

A szerves és katalitikus kémia egy meghatározó irányzata napjainkban az organokatalízis, amelynek során az enzimek miniatürizált változataiként kisméretű szerves molekulák segítik



K. Barry Sharpless a Nobel-díj átadásán



Robert B. Woodward és William von Eggers Doering 1944-ben

elő sztereoselektív reakciók lejátszódását. Ezen környezetkímélő (fémeket nem tartalmazó) eljárások között ismét jelentős szerepet kapott a kinin és külön kiemelhető a magyar kutatók által nemrégiben kifejlesztett, jól definiált katalitikus zsebbel rendelkező kinin származék.

Ez a katalizátor szinte azonnal a tudományos érdeklődés homlokterébe került. Már a világ különböző pontjain használják sikerrel és eddig több mint 20 aszimmetrikus szintetikus reakcióban mutatott kiemelkedően jó eredményeket.

Elmondhatjuk tehát, hogy a kinin az emberiség sorsában fontos szerepet játszott. Nagy hatással volt történelmi eseményekre, hozzájárult birodalmak felemelkedéséhez, pozíciójuk megerősödéséhez. Hatással volt a természettudományok és a gazdaság fejlődésére és mind a mai napig jelentős szerepet tölt be a kémiai kutatásban.

Varga Szilárd

A szerző írása a magazin 1. számában jelent meg.

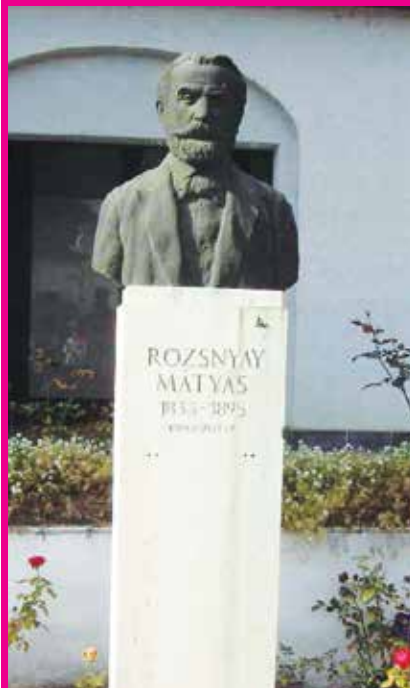
## \* Hivatkozások

A további részletek iránt érdeklődő olvasó figyelmébe ajánljuk az alábbi szakkikkek:

1. R.E. Siegel, F.N.L. Porter: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=1034677&blobtype=pdf>

2. K. C. Nicolaou, T. Montagnon: Molecules that Changed the World, Wiley-VCH, 2008, Weinheim

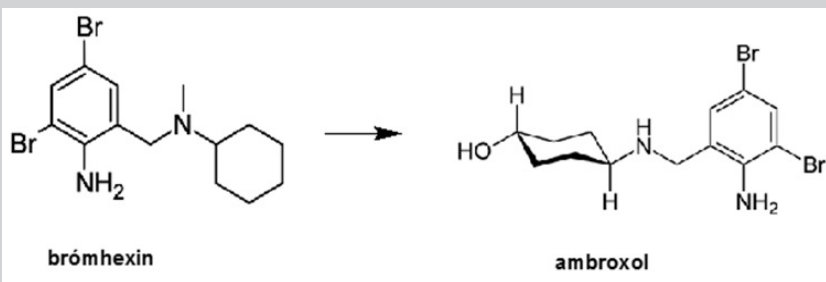
## Egy magyar vonatkozás: Rozsnyai Mátyás munkássága



Rozsnyai Mátyás szabadszállási születésű világhírű gyógyszerész. Munkásságának köszönhető az "íztelen kinin" (chininum tannicum insipidum sec.) lázcsillapító feltalálása. Mellszobra felállítására 1981-ben került sor a Magyar Gyógyszerészeti Társaság megbízásából egykori gyógyszerértára előtt. Az alkotás ma Szabadszálláson, a Kálvin téren, a Városháza előtt található.

(Forrás: [www.szabadszallas.hu](http://www.szabadszallas.hu))

# Amikkel lépten-nyomon találkozhatunk



Ez a köptető a köhögéscsillapító (Paxirasol) hatóanyagának, a brómhexinnek a metabolitja:

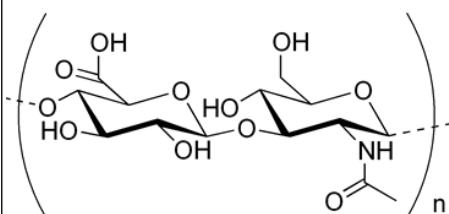
A szervezetben történő átalakulás során a brómhexin tercier aminocsoportja szekunderré, a ciklohexán gyűrűje ciklohexanollá alakul át. Mindkét anyag nyákdoldó, köptető hatású gyógyszerek hatóanyaga. Számos néven és formában (tabletta, szirup, por) kapható gyógyszerárakban. Krónikus légzőszervi betegségek kezelésére használják. Hatására megnövekszik a szervezet felületaktív anyagainak szintézise (szekretolitikum), amelyek csökkentik a nyálkahártya tapadását a légutakhoz, így megkönnyítik a beteg légzését. Szekretomotoros hatása is van: segíti a csillósőrök mozgását, amely kihajtja a tüdőből a felesleges anyagokat. Ezért köhögéscsillapító szirupokban is alkalmazzzák. Terhesség és szoptatás idején a hatóanyagot tartalmazó készítmény szedését nem ajánlják.

Érdekes megjegyezni, hogy újabban felmerült az ambroxol molekula felhasználása más betegségek gyógyítására, illetve tüneteinek enyhítésére is. Ilyen például a Parkinson kór. Már klinikai kísérletek is folynak alkalmazására, a betegség során fellépő demencia mértékének csökkentésére. Más területen is felmerült esetleges felhasználása. Egy, az ez évben megjelent tudományos közleményben a kutatók egyes citosztatikus gyógyszerek, nevezetesen

ciszplatin, máj- és vesefunkciók romlását okozó mellékhatásának csökkentésére irányuló alkalmazására tettek javaslatot. Daganatos betegek kemoterápiája során a ciszplatin hatóanyag mellé, ambroxolt adagolva az ambroxol csökkentette a kísérletben résztvevő betegek májenzimjeinek aktivitását (aszpartát-aminotranszferáz, GOT, és alanin-aminotranszferáz, GPT, az aminosavak anyagcseréjében közreműködő két enzim) és a vesefunkció tesztjeinek (a vér karbamid-nitrogén és kreatinin szintje) ciszplatin által okozott növekedését.

*A kreatinint a szervezetben a vese választja ki a vérből, azonban mikor a veseműködés elégtelen, a kreatinin szint megemelkedik. Ez az oka annak, hogy a szérum kreatinin szint alkalmas a vese működésének ellenőrzésére.*

Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 97(1): 55-64, 2019  
BMC Neurology, 19:20, 2019,  
clinicaltrials. gov



Hyaluronsav

## HYALURONSÁV

A hialuronsav (hialuronan) a glükozaminoglikánok csoportjába tartozó, két glükózid egység ismétlődéséből felépülő, 5-6 millió dalton tömegű poliszaharid. Számos szövet sejtközi mátrixában megtalálható fiziológias körülmények között. A molekula szerkezete lehetővé teszi erőteljes hidratálódását, saját tömegéhez képest nagy mennyiségű víz megkötését. Emiatt a hialuronsav gélesedik és rugalmas tulajdonságokkal rendelkezik. Alkotóeleme a szem üvegtestjének és a bőrnek is.

A hialuronsavat és nátriumsóját tartalmazó szinoviális (izületi) folyadék a lágy szövetek természetes kenőanyaga. A hialuronsav megsemmisíti a gyulladás által létrehozott gyököket. A gyulladásos ízületekbe fecskendezve enyhíti a fájdalmat és elősegíti a mozgást.

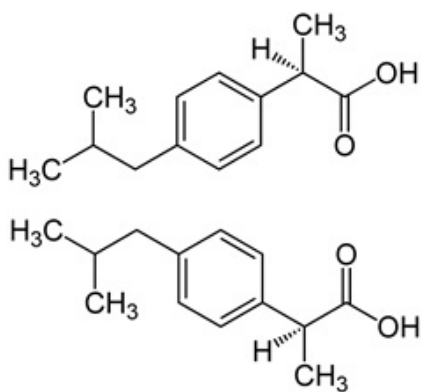
A polimer molekulát először Karl Meyer izolálta 1934-ben szarvasmarha szemének üvegtestjéből. A hialuronsav gyógyászati alkalmazásához magyar tudós, Balázs Endre munkássága is hozzájárult. A polimer molekula tulajdonságainak feltárásában mind alkalmazásaiban a terület meghatározó egyénisége volt. Felismerte az élőszervezetek sejtjei közötti teret kitöltő sejtközi mátrix jelentőségét és a hialuronsav szerepét a sejtek közötti kommunikációban. Nevéhez fűződik a

hialuronsav első gyógyászati alkalmazásai és a gyógyszerekhez szükséges nagy tisztaságú hialuronsav ipari előállításának technológiája is. Ugyancsak a nevéhez fűződik a hialuronsav kozmetikai készítményekben történő felhasználása. Ma már szinte minden bőrápoló kozmetikai szer tartalmaz hialuronsavat. Balázs munkássága nyomán 50 millió ember használja gyógyszereit. A Richter Gedeon Gyógyszergyárral közösen kifejlesztett Zn-hialuronát sebgyógyulást elősegítő gyógyszert, mely elsősorban a rosszul gyógyuló sebek, például lábszárfekély, fel-fekvés, fertőzött seb és sipolyok kiegészítő helyi kezelésére szolgál, „Curiosin” néven számos országban forgalmazzák.

Kémiai Panoráma, No13 2015.

## IBUPROFÉN

Az ibuprofén (2-[4-(2-metilpropil)fenil]propánsav) nem-szteroid gyulladásgátló szer, 2-fenil-propionsav-származék. Mivel a propionsav 2-szénatomja királis, az ibuprofén két enantiomer formájában létezik. Megállapították, hogy az (S)-(+)-ibuprofén, más néven dex-ibuprofén a farmakológiailag aktív enantiomer. Klinikai vizsgálatokban összehasonlították a racém ibuprofén és az (S)-ibuprofén hatékonyságát osteoarthritis, fogászati fájdalom, láz és dysmeorrhoea kezelésében. Ha a racém ibuprofén adagjának 50%-át alkalmazták (S)-ibuprofénből, az elegendő volt a kli-

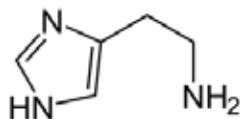


Ibuprofén enantiomerek [fent: (R)-(-), lent (S)-(+)]

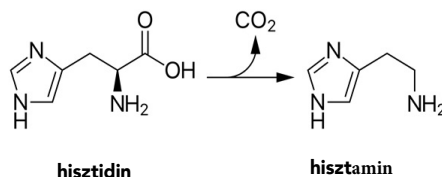
nikai hatékonyság tekintetében. Számos fájdalom- és lázcsillapító gyógyszer, például az Ibuprofén, Advil, Ibumax, Algoflex, Nurofen hatóanyaga. Hatására csökken a szervezet gyulladását, a láz és a fájdalomérzetet kiváltó anyagok képződése. A fenti tünetek akkor fordulnak elő, amikor a szervezet prosztaglandinokat bocsát ki. A prosztaglandinokat helyi mediátoroknak is nevezik, mivel funkcióikat lokálisan a keletkezési helyük közelében látják el, nem pedig az egész testben. Az ibuprofén a prosztaglandinok szintéziséhez szükséges ciklooxygenáz (COX) enzim nem-szelektív inhibitora. Az ibuprofén gátolja az enzim működését, ezzel csökkenti a szervezet által termelt prosztaglandinok szintjét.

Az ibuprofént a szokásos felhasználásán túl, gyulladásos betegségek, például reumás ízületi betegségek kezelésére is alkalmazzák. Szív- és érrendszeri betegségekben, magas vérnyomásban és gyomor-bélrendszeri rendellenességekben szenvedő betegeknek nem javallják. Az ibuprofén szintén ellenjavallt, alkohol vagy aspirin fogyasztásakor is.

## HISZTAMIN



A hisztamin a vérben, a kötőszövetekben, a tüdőben és a bőrben is előforduló, értágító hatású imidazol heterociklust tartalmazó aminosav dekarboxilációja során keletkezik:



Részt vesz a szervezet immunválaszainak kialakításában, illetve a gyulladásos folyamatokban is. A hisztamin elsősorban a vérképző sejtek halmozásából származó hízósejtekben és a

fehérvérsejtek egy csoportjában, a bazofilokban tárolódik, amelyekből sérülés, fertőzés vagy allergének okozta szövethárosodás hatására szabadul fel. Egy adott sejt hisztamin-érzékenysége és reakciója attól függ, hogy milyen típusú hisztamin receptor van jelen az adott sejten.

A hisztaminnak számos élettani funkciója van, de a legismertebb az allergének, például a pollen által kiváltott reakciója. Az allergének az orrüreg nyálkahártyáiban az immunoglobulin E ellenanyaghoz kötődve választják ki a hisztamint, mely orrfolyáshoz, vizes szemhez, tüsszentéshez és orrduguláshoz vezethet. A hisztamin felszabadulásának klinikai megnyilvánulása az életveszélyes allergiás reakcióktól kezdve a csalánkiütésig, a helyi penész- és hólyagos reakciókig terjed.

Az allergiás reakciókon kívül a molekulának jelentős a hatása a szervezet immunválaszaira és az agy számos folyamataira is, mint például az ébrenlétre és a kognitív képességekre is.

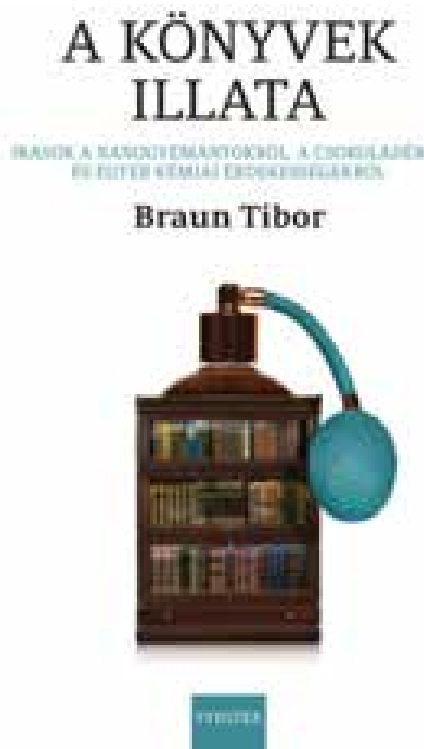
A hisztamin nem csak szervezetünkben termelődik, élelmiszerek, ételek, valamint bizonyos gyógyszerek is tartalmazzák, vagy termelődését indukálhatják. A magas hisztamin-tartalmú élelmiszerek, ételek fogyasztása után megjelenő, vagy a szervezetben felszabadult nagy mennyiségű hisztamin miatt jelentkező tünet-együttest hisztamin-intoleranciának nevezik (hisztaminózis). A hisztamint a DAO (diamino-oxidáz) enzim bontja le. Akinél ez az enzim csökkent mértékben termelődik, hisztaminban gazdag étel fogyasztása után allergiaszerű tünetek lépnek fel. Ha a szervezet nem képes megfelelően lebontani a felszabaduló és/vagy szervezetbe jutott hisztamint, jelentkeznek a tünetek, például bőrpír, csalánkiütés, fejfájás, torokfájás, hasfájás, hányinger, ritkán asztmás roham. Ilyen esetekben, hisztamin-szegény diétára és/vagy antihisztamin tartalmú, vagy DAO enzim tartalmú gyógyszerek fogyasztására van szükség.

# Braun Tibor: A Könyvek Illata

A kötet a szerző 2010. és 2018. között magyar nyelven megjelent 27 dolgozatát és 5 új írását 6 nagyobb fejezet keretében ismerteti.

**A** korábban publikált dolgozatok közül 3 a Magyar Tudományban, 3 a Természet Világában, 1 az Élet és Tudományban, és 20 a Magyar Kémikusok Lapjában jelent meg. Ennek megfelelően az írások zöme vegyészekhez szól, akiket szakmai alapossggal tájékoztat a kémia újdonságairól. A könyv stílusán érezhető a szerző több évtizedes szerkesztői gyakorlata. Ezt tükrözi a széles területre kiterjedő témák megválasztása és a szak kifejezések gondos magyarzata, ill. az idegen kifejezések legjobbnak ítélt fordítása.

Több írás is tükrözi a szerző alapos irodalmi jártasságát, különösen az általa patológiásnak nevezett (titkosított) körülmények között elért eredmények publikációinak, ill. a kutatók sorsának leírásában (nukleáris robbanófejek ~ *Danyilenko*, a maláriát gyógyító qinghaosu felfedezése ~ *Tu You You*). Nagyon élvezetes a „Szemléletek ütközése” című, korábban még nem publikált írás, ami egy kommentár nélküli levélváltás két nagy tekintélyű kutató, a kémikus *Smalley* és a mérnök *Drexler* között a nanokémia ill. a nanogyártás kibékíthetetlen tudományos és mechanikus felfogása tárgyában. Ugyancsak igen hiteles a szerző folyóiratainak megalapításáról folytatott beszélge-



tés, ami felidézi a múlt század hatvanas éveinek kissé enyhült, de alapjaiban még mindig korlátozott publikációs lehetőségeit, az azokon segíteni akaró szándékot és a megvalósítást, ami egy Kelet-Európai tudománytörténeti epizód.

A könyv tartalmaz népszerűsítő írásokat

is. Kimutatja, hogy Karinthy Frigyes volt az első, aki felismerte, hogy kicsi a világ, mert két vadidegen ember között sem kell ötnél több személy ahhoz, hogy ismerősök ismerősén keresztül kapcsolat létesüljön közöttük (*Egyetemes lángelme*).

Megcáfolja a nyereg alatt puhított hús legendáját, mivel azt a húst sosem ették meg, hanem azzal gyógyították a lovak kisebesedett hátát. Elmondja Ótzi, a jégember 5000 éves történetét és megállapítja, hogy utolsó két étkezése (őz és kecske) valóságos lakoma volt. Leírja a whisky történetét és részletes gyártási folyamatát, amiből kiderül, hogy az amerikai eljárás az ital érlelésére új hordókat használ, míg a skót whisky használt hordókban érlelődik. De a skót whisky nem a takarékoság miatt híres, hanem azt a használt hordók dongái által megőrzött illat és zamatanyagok gazdagítják.

A könyvet jó kézbe venni, a szöveg betűmérete kellemes olvasást biztosít, a megértést nagyszámú ábra segíti. Kár, hogy az ábrák felirata olyan kisméretű betűkkel van ellátva, hogy az olvasás nehézséget okoz.

Összefoglalva, az érdeklődő olvasó sok ismeretanyaghoz jut hozzá.

(Typotex, Budapest, 2018)

**Simonyi Miklós**

## Kémiai Panoráma

Felelős kiadó és főszerkesztő:

Pálinkás Gábor

Kiadja a Természettudományi  
Kutatóközpont

Kapcsolat: 1117 Budapest,  
Magyar tudósok körútja 2.

e-mail: [panorama@chemres.hu](mailto:panorama@chemres.hu)

Tördelés-képszerkesztés: Szarka Bernadett

Szakmai tanácsadó: Gózon Ákos

Honlap: [www.kemiaipanorama.hu](http://www.kemiaipanorama.hu)

