

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

149. évf. 4. sz.

2018. ÁPRILIS

ÁRA: 780 Ft

Előfizetőknek: 670 Ft

CSILLAGKÖZI
LÁTOGATÓ

AZ EZERARCÚ SZÉN

MÉRGEZŐ NÖVÉNYEK

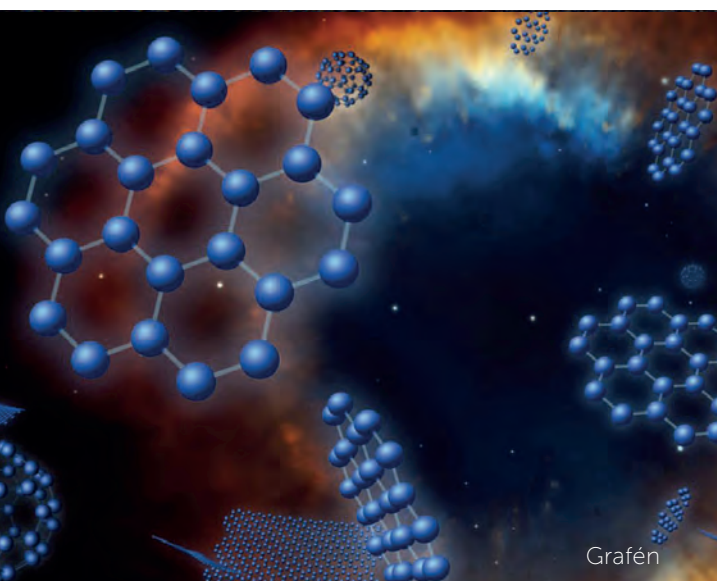
A 30 MILLIÓ ÉVES
TÍZLÁBÚ RÁK

A BIG DATA JELENSÉG





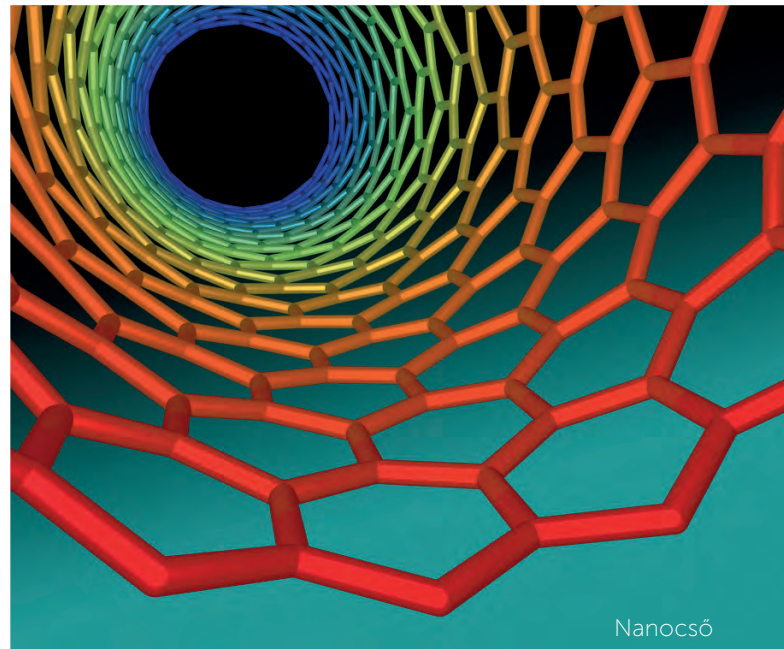
Gyémánt



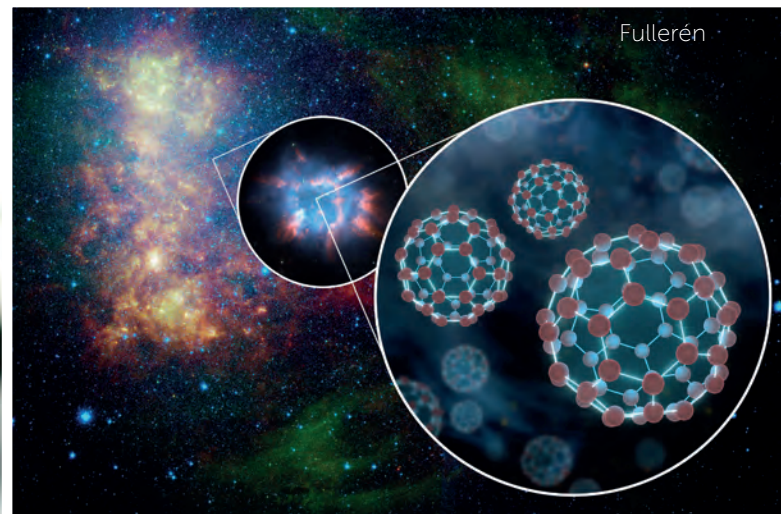
Grafit

Grafén

Szénmódosulatok



Nanocső



Fullerén



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
149. ÉVFOLYAMA

2018. 4. sz. ÁPRILIS
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi Díjas folyóirat



Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő, a Magyar Tudományos Akadémia és a Nemzeti Tehetség Program támogatásával.

Főszerkesztő: GÓZON ÁKOS

Szerkesztőség:
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 06-1-327-8950, fax: 06-1-327-8969
E-mail-cím: termvil@titnet.hu
Internet: www.termeszetvilaga.hu

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja
a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06-1-327-8900

Nyomás:
PAUKÉR Nyomda

Felelős vezető:
Vértes Gábor

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06-1-327-8950
e-mail: titlap@telc.hu

Előfizetés, reklamáció:
Magyar Posta Zrt.
Telefon: 06-1-767-8262
E-mail: hirlapelofizetes@posta.hu
Internet: eshop.posta.hu
Postacím: MP Zrt., Budapest 1900.

Előfizetésben terjeszti: Magyar Posta Zrt.
Árusításban megvásárolható a Lapker Zrt.
árúshelyein.

Előfizetési díj:
fél évre 4200 Ft, egy évre 8040 Ft

Keserű György Miklós: Új lehetőségek a skizofrénia kezelésében.....	146
Sódor Ádám: Az `Oumuamua kisbolygó.....	150
Lente Gábor: Egy kultúráról (OLVASÓNAPLÓ)	155
Kéri András: Üdvösség-szigetek.....	156
Farkas Sándor: Az év rovára – Az óriás szitakötő	158
Gács János: Az ezerarcú szén	163
Kröel-Dulay György: A vegetáció válasza a klímaváltozásra.....	166
Gábor Dóra – Tompa Anna: Mérgező növények.....	171
Babinszki Edit: Budapest geológiai tekintetben	178
Dulai Alfréd: A 30 millió éves tízlábú rák.....	181
Tószegi Zsuzsanna: A Big Data jelenség.....	184
Karsai Zsuzsa: Budapesti diákok a nemzetközi robotépítő versenyen	187
HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSÉGEK	190
FOLYÓIRATSZEMLE	192

Címképünk: Óriás szitakötő (Farkas Sándor felvétele)

Borítólapunk második oldalán: Szénmódosulatok
(Az ezerarcú szén című cikkünkhöz)

Borítólapunk harmadik oldalán: Lelki betegségek és mentális problémák
ihlette műalkotások (Új lehetőségek a skizofrénia kezelésében című cikkünkhöz)

Mellékletünk: Gózon Ákos: Diákkonferencia az akadémián; A XXVII Ter-
mészet – Tudomány Diákpályázat díjnyertes cikke. **Péterfi Orsolya:** Az emberi
test nyavalyáinak okairól, fészkeiről és orvoslásainak módgyáról

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ,
BAUER GYÖZŐ, BENCZE GYULA, BOTH ELŐD, CSABA GYÖRGY,
GÁBOS ZOLTÁN, HORVÁTH GÁBOR, KECSKEMÉTI TIBOR,
KORDOS LÁSZLÓ, LOVÁSZ LÁSZLÓ, NYIKOS LAJOS, PAP LÁSZLÓ,
PATKÓS ANDRÁS, RESZLER ÁKOS, SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI,
SÓTONYI PÉTER, SZATHMÁRY EÖRS, SZERÉNYI GÁBOR,
VIDA GÁBOR, WESZELY TIBOR

Főszerkesztő-helyettes:

PÁSZTOR BALÁZS (pasztor.balazs@eletestudomany.hu; 06-1-327-8952)

Szerkesztők:

KAPITÁNY KATALIN (yka@titnet.hu; 06-1-327-8962)
LŐRINCZ HENRIK (lorinczhenrik@telc.hu; 06-1-327-8961)
NYERGES GYULA (nyergesgyula@telc.hu; 06-1-327-8960)

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Szerkesztőségi irodavezető:

KISS ZSUZSANNA (titlap@telc.hu; 06-1-327-8950)



LEHET –E GYÓGYSZER A TARTÓSÍTÓSZERBŐL?

Új lehetőségek a skizofrénia kezelésére

A tartósítószerként már régóta alkalmazott, sőt E-számmal is rendelkező benzooesav (E-210) fontos új „szerepkörben” került magyar agykutatók figyelmének a középpontjába: a jövőben segítségével lehet talán majd enyhíteni a skizofrénia tüneteit.

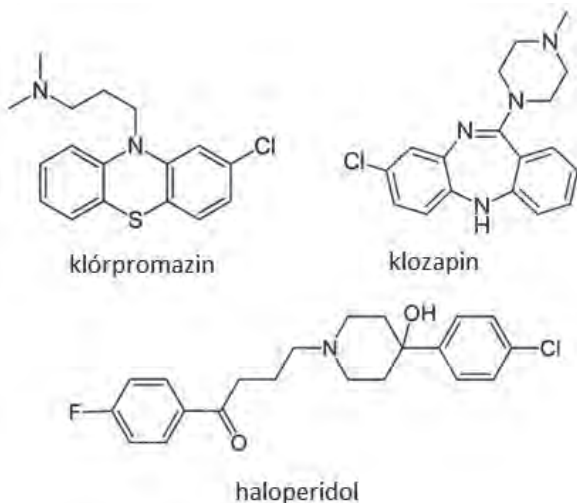
A pszichiátriai betegségek csoportjába tartozó skizofrénia elnevezését Eugen Bleuler svájci pszichiáter a görög schizein (hasítani) és phrén (elme) szavakból alkotta 1911-ben. Az elnevezés utal arra, hogy a skizofrénia a gondolatok és érzelmek, valamint a cselekedetek közötti összhang megbomlásával járó betegség. A betegség első, tudományos igényű és szakszerű leírása – még dementia praecox néven - Emil Kraepelin német pszichiáter nevéhez fűződik, amit az elmúlt több mint száz év neuropszichiátriai és neurobiológiai kutatásai az agyi hálózatok szintjén ténylegesen is igazoltak [1].

Már Bleuler is felfigyelt arra, hogy a skizofrén betegek tünetei nagy változatosságot mutathatnak, ugyanakkor az egyes esetekben rendre azonosíthatóak közös jegyek, amelyek kulcsszerepet játszanak a betegség diagnózisában. A modern pszichiátria a skizofrénia ennek megfelelően spektrumbetegségként írja le, amelyet a személyiség dezorganizációja és ezzel téveszmék, hallucinációk megjelenése, valamint az érzelmi elsívárosodás, a szociális visszahúzódás és a kognitív funkciók számottevő visszaesése jellemez. A skizofrénia kialakulásának pontos körülményei máig ismeretlenek, a kutatások a genetikai és neurobiológiai tényezők mellett környezeti faktorok

és pszichoszociális tényezők szerepét valószínűsítik. Tekintettel a betegség változatos megjelenési formáira, a tünetek komplexitására és a csak részlegesen feltárt patofiziológiára nem meglepő, hogy az elmúlt évszázadok adta lehetőségeknek megfelelő, de mai szemmel sokszor etikai és személyiségi jogi szempontból is megkérdőjelezhető kezelési lehetőségei után a terápia forradalmához egy véletlen felfedezés vezetett.

A klórpromazin (**1. ábra**), egy eredetileg allergiaellenes szer mellékhatására Laborit hívta fel a figyelmet, aki a gyógyszerrel kezelt betegeken megfigyelt nyugtató hatásról számolt be. A vegyület e hatására alapozott vizsgálataikban 1952-ben Delay és Deniker a klórpromazin hatékonyságát skizofrén betegeken is igazolták.

1954-től aztán, ahogy a klórpromazin kedvezőtlen neurológiai és extrapiramidális, azaz a vegyület által kiváltott



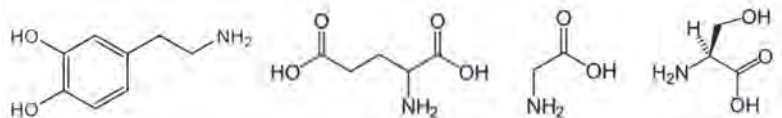
1. ábra A klórpromazin, a haloperidol és a klozapin szerkezete

idegrendszeri eredetű mozgászavarral járó mellékhatásai a klinikai gyakorlatban egyre nyilvánvalóbbá váltak, a kutatások további skizofréniaellenes molekulák felfedezését tűzték ki célul. Ezek között a törekvések között érdemes említeni a haloperidol és a klozapin 1958-as felfedezését. Míg a haloperidol skizofrén betegeken mutatott klinikai hatékonyságát már az ötvenes évek végén sikerült igazolni, a klozapinnal végzett első klinikai vizsgálatok nem hoztak eredményt és a vegyület gyógyszerként történő bevezetésére egészen 1972-ig kellett várni. A haloperidol, mint első generációs, ún. típusos antipszichotikum, a klórpromazinnál lényegesen hatékonyabbnak bizonyult a skizofrénia és a bipoláris mánia kezelésében, azonban továbbra is jelentős extrapiramidális mellékhatásokat okozott.

A betegeken igazoltan hatékony klozapin azonban ezzel szemben gyakorlatilag nem okozott extrapiramidális tüneteket. A klozapin felfedezésével ezért nem csupán egy új korszak kezdődött a skizofrénia kezelésében, de egyben megnyílt az út a gyógyszerek egy új csoportja, az egyre kevesebb neurológiai mellékhatású, második generációs, vagy atípusos antipszichotikumok alkalmazása előtt.

Az egyre hatékonyabb és biztonságosabb terápiák elérhetősége jelentős lendületet adott a skizofrénia patológiájának és terápiájának kutatásához is. A klinikai tapasztalatok szisztematikus feldolgozása és rendszerezése alapján a skizofrénia tünetegyüttesében a diagnózisban meghatározó szerepet játszó pozitív tünetek (pszichotikus epizódok, hallucinációk, téveszmék, rendezetlen gondolkodás és beszéd) mellett negatív és észlelési (kognitív) tüneteket azonosítottak. Utóbbiak közé tartozik az érzelmi eltompulás és sivárság, a beszéd monotonitása, a szociális készségek romlása, a mozgáskoordináció, valamint a figyelem, az emlékezés és a problémamegoldás zavara.

A skizofrénia molekuláris hátterének értelmezésére kidolgozták az ún. dopaminerg elméletet, amely a tünetek megjelenését egy alapvető neurotranszmitter, a dopamin (**2. ábra**) egyes agyi területeken történő felhalmozódásával és a dopamin indukálta jelátvitelben kulcsszerepet játszó fehérjék, a dopamin receptorok aktiválódásával kapcsolta össze. Az elképzelést alátámasztotta, hogy a dopamin szintet emelő szerek (pl. az amfetamin) nagy dózisai esetében pszichotikus tüneteket írtak le, valamint az a tény, hogy a klinikai gyakorlatban sikerrel használt antipszichotikumok mindegyike gátolja egyes dopamin receptorok aktiválódását. A dopaminerg elmélet mellett azonban megjelent a skizofrénia glutamáterg elmélete is, amelynek hátterében egy másik kulcsfontosságú neurotranszmitter, a glutaminsav által közvetített jelátvitel zavara áll. Az elmélet szerint az elsődleges esemény a glutaminsavat érzékelő receptorok funkcionális gátlása, amely a dopaminerg rendszer működésének felborulásához vezet. Az elkép-

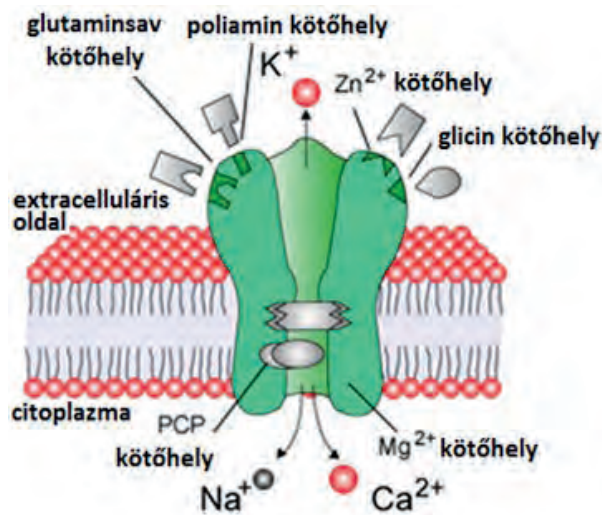


2. ábra A skizofrénia tüneteinek kialakulásában szerepet játszó neurotranszmitterek: a dopamin, a glutaminsav, a glicin és a D-szerin szerkezete

zelést alátámasztja, hogy a glutamát jelátvitel ismert gátlószerei, így a fenciklidin (PCP) és a ketamin emberben a pszichózis pozitív és negatív tüneteit is kiváltják.

A tünetek kialakulásának neurobiológiai értelmezése alapvető fontosságú a hatékony terápia szempontjából. A skizofrénia korai gyógyszeres terápiájában használt, valamint a jelenlegi klinikai gyakorlatban alkalmazott összes antipszichotikum a dopaminerg rendszerrel kölcsönhatva fejt ki hatását. Bár ezek a gyógyszerek a pozitív tünetek enyhítésében a legtöbb esetben nagyon hatékonyak, a negatív és kognitív tünetek kezelése továbbra is megoldatlan. Ezeket a tüneteket a dopaminerg hatásmechanizmusú gyógyszerek közül jelenleg egyedül a Richter kutatói által felfedezett [2], az Egyesült Államokban és az Európai Unióban a közelmúltban engedélyezett harmadik generációs antipszichotikum, a cariprazine javította [3].

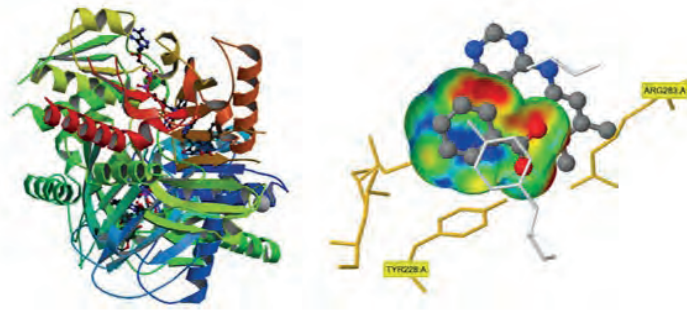
A negatív tünetek kezelésének igénye, valamint a teljes tünetegyüttes tekintetében hatékony gyógyszeres terápia lehetősége azonban az elmúlt években előtérbe hozta a glutamaterg hatásmechanizmusú vegyületek kutatását. Így kerültek az érdeklődés középpontjába lehetséges gyógyszercélpontként a glutaminsav felismerésében közvetlenül szerepet játszó receptorok, valamint a központi idegrendszer azon fehérjéi, amelyek a glutamaterg rend-



3. ábra Az NMDA receptor szerkezete és kötőhelyei

szer működését képesek befolyásolni. Kutatócsoportunk a Nemzeti Agykutató Program keretei között, a Richtterrel együttműködésben 2013-ban egy ilyen enzim, a D-amino-sav oxidáz (DAAO) gátlószereinek kutatásában kapcsolódott be. A glutamaterg jelátvitelben meghatározó szerepet játszó és a fenciklidin és ketamin támadáspontjaként is azonosított glutaminsav receptor, az N-metil-D-aszpartát (NMDA) receptor (3. ábra) aktiválódását, és így a skizofrénia tüneteinek enyhítését, többféle módon is el lehet érni.

Ennek egyik lehetősége a receptor glicin kötőhelyén kötődő D-serin (1. ábra) útján valósulhat meg. A D-serin



4. ábra A DAAO szerkezete és a benzoésav kötődése az enzim aktív helyén

egy, az agyban szintetizálódó atípusos neurotranszmitter, amelynek lebontásában a DAAO enzim játszik alapvető szerepet. Az enzim gátlásával a D-serin nem bomlik le, aminek következtében képes az NMDA receptorok fokozott aktivációjára és ez által a skizofrénia tüneteinek reménybeli kezelésére. A megközelítést alátámasztja, hogy a D-serin szintje a skizofrén betegek keringésében és gerincvelői folyadékában is jelentősen csökken, továbbá hogy a D-serin lebontásában szerepet játszó enzimek genetikai változása és a skizofrénia tüneteinek között sikerült kapcsolatot találni. Ennek megfelelően a DAAO gátlószerei alkalmasak lehetnek a skizofrénia kezelésére.

Bár meglepetést okozott, hogy a klórpromazinról is kimutatták: nagy koncentrációban képes gátolni a DAAO-t – az első igazán hatékony gátlószernek a benzoésav bizonyult. A tartósítószerként már régóta alkalmazott, sőt E-számmal is rendelkező benzoésav (E-210) nem csak illeszkedik a DAAO kötőhelyére (4. ábra), de állatkísérletekben hatékonyan növelte a D-serin koncentrációját a vérben, sőt nagy dózisban a D-serin szint egyidejű emelésével a betegekben is enyhítette a skizofrénia tüneteinek [4].

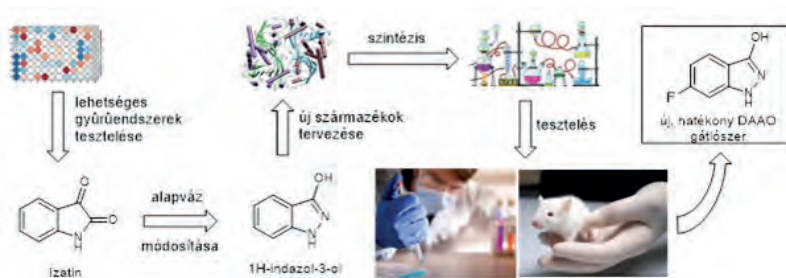
Tekintettel a benzoésav korlátozott hatékonyságára és az ebből következően magas dózisok jelentette mellékhatások kockázatára, célunk egy hatékonyabb gátlószert azonosítása volt. A hatékonyság javítása érdekében azonban nem csupán a benzoésav DAAO kötődését érdemes optimalizálni, hanem felszívódását és a szervezetben belüli eloszlását is. A felszívódás képessége ugyanis meghatározza, hogy a vegyület milyen mennyisége juthat a keringésbe, míg az eloszlási tulajdonságok befolyásolják, hogy a keringésből milyen mennyiség juthat az agyba, ahol a tényleges hatás kialakul.

Kutatásainkat a DAAO röntgendiffrakcióval meghatározott 3-dimenziós szerkezetének elemzésével és az eddig más kötőhelyeken azonosított DAAO gátlószerek áttekintésével kezdtük. Megállapítottuk, hogy az enzim kötőhelye – a befogadásra kerülő D-serin tulajdonságainak megfelelően - egy kisméretű poláros zseb, amelyben legin-

kább egy-két gyűrűt tartalmazó vegyületek férnek el. A gátlószerek és a kötőhelyet alkotó aminosavak között kialakuló kölcsönhatások nélkül nem lehet hatékony vegyületet azonosítani, ezért lényeges, hogy az ott megtalálható argininnel (Arg283) és aromás aminosavakkal (pl. Tyr228) kedvező kölcsönhatások alakuljanak ki. Ezeket a feltételeket ugyanis maga a benzoésav is teljesíti: aromás gyűrűje a környező aromás aminosavakkal, a sav funkció pedig az említett argininnel alakít ki kedvező kölcsönhatást. Az aromás-aromás kölcsönhatások elősegítése érdekében két gyűrűt tartalmazó vegyületekben gondolkodtunk, amelyek szerkezetükből adódóan képesek az argininnel is kölcsönhatásba lépni. A lehetséges szerkezeteket áttekintve összesen 12 különböző gyűrűrendszert állítottunk elő és a vegyületeket teszteltük. Vizsgálataink alapján egy ter-

eredmények elemzésével döntöttünk a vegyületek további sorsáról és a vizsgálati tapasztalatainkat beépítettük a következő optimalizációs ciklus tervezési fázisába.

Munkánk során több mint ötven ilyen ciklust valósítottunk meg, amelynek eredményeképpen két olyan vegyületet kaptunk, amely a benzoésavnál mind a kötődési, mind pedig a felszívódási és eloszlási sajátságok tekintetében jobbnak bizonyult [5]. A tovább lépéshez azonban a laboratóriumi vizsgálatok eredményét élő szervezetben is meg kellett erősíteni. Ebben volt segítségünkre a Semmelweis Egyetem Gyógyszerhatástani Intézetében működő, Szőkö Éva egyetemi tanár által vezetett kutatócsoport. Együttműködésünk során nem csak a két kiválasztott vegyület előnyös felszívódási és eloszlási tulajdonságait sikerült igazolnunk, de azt is bizonyítottuk, hogy a vegyületek a DAAO gátlásával valóban növelik a D-szerin mennyiségét. Ezáltal pedig megnyílik az út arra, hogy a vegyületeket a skizofrénia pozitív, negatív és kognitív tüneteire rendelkezésre álló állatmodellekben vizsgáljuk, és ezáltal képet kaphassunk a várható terápiás előnyökről. A Nemzeti Agykutatási Program által támogatott kutatásaink rámutatnak arra, hogy ha az E-210 jelű tartósítószerből nem lesz gyógyszer, a benzoésav hatásmechanizmusán alapuló, de annál kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező DAAO gátlószerek új lehetőségeket hozhatnak a skizofrénia kezelésében.



5. ábra Új, hatékony DAAO gátlószerek azonosítása

mészetes anyagot, az izatint azonosítottuk, amelynek hatékonysága azonban elmaradt a benzoésavétól. A hatékonyság javítása érdekében további izatinszármazékokat szintetizáltunk, de a gyűrűrendszert nem érintő szerkezeti módosítások nem vezettek eredményre. Ezért végül a gyűrűrendszer módosítása mellett döntöttünk és az alapvegyület vázába egy nitrogén atomot beépítve jutottunk az **5. ábrán** látható indazol származékhoz.

Az első vizsgálatok megerősítették, hogy az általunk azonosított új indazol származék DAAO kötődése eléri a benzoésavét, és rámutattak arra is, hogy az új szerkezet a felszívódás és eloszlás szempontjából is kedvezőbb. Így a következő feladat – az előnyös szerkezeti sajátságok megtartása mellett – a kötődés további optimalizálása volt. E munka során a gyógyszerkutatás ciklikus, tervezés-szintézis-tesztelés-elemzés munkamódszerét követtük.

A tervezési lépésben a DAAO röntgenszerkezetéből kiindulva és egy az amerikai Schrödinger céggel közösen kidolgozott új gyógyszertervezési módszer alkalmazásával a céljainknak várhatóan megfelelő vegyületeket terveztünk. Ezt követően a tervezett vegyületeket laboratóriumunkban előállítottuk és vizsgáltuk fizikai-kémiai, biofizikai, biokémiai és farmakológiai tulajdonságaikat. Végül az

KESERŰ GYÖRGY MIKLÓS

HIVATKOZÁSOK

- [1] Bitter I; Füredi J. (2000) Skizofrénia, Medicina, Budapest.
- [2] Ágai-Csongor E; Domány G; Nógrádi K; Schmidt E; Galambos J; Vágó I; Keserű GM; Greiner I; Laszlovszky I; Gere A; Schmidt E; Kiss B; Vastag M; Tihanyi K; Sággy K; Laszly J; Gyertyán I; Zájér-Balázs M; Gémesi L; Kapás M; Szombathelyi Z (2012). „Discovery of cariprazine (RGH-188): a novel antipsychotic acting on dopamine D3/D2 receptors”. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 22 (10): 3437–3440
- [3] Németh G, Laszlovszky I, Czobor P, Szalai E, Szatmári B, Harsányi J, Barabássy Á, DeBelle M, Durgam S, Bitter I, Marder S, Fleischhacker WW (2017). „Cariprazine versus risperidone monotherapy for treatment of predominant negative symptoms in patients with schizophrenia: a randomised, double-blind, controlled trial.” *Lancet* 389(10074):1103-1113.
- [4] Lane HY, Lin CH, Green MF, Helleman G, Huang CC, Chen PW, Tun R, Chang YC, Tsai GE. (2013) Add-on treatment of benzoate for schizophrenia: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial of D-amino acid oxidase inhibitor. *JAMA Psychiatry* 70(12):1267-75.
- [5] Szilágyi, B, Kovács, P, Ferenczy, GG, Rácz, A, Németh, K, Visy, J, Szabó, P, Ilas, J, Balogh, GT, Monostory, K, Vincze, I, Tábi, T, Szőkö, É, Keserű GM. (2018) Discovery of isatin and 1H-indazol-3-ol derivatives as d-amino acid oxidase (DAAO) inhibitors. *Bioorg Med Chem.* www.doi.org/10.1016/j.bmc.2018.02.004



CSILLAGKÖZI LÁTOGATÓ

Az `Oumuamua kisbolygó

2017. október 19-én a Hawaii-szigeteken működő Haleakala obszervatórium Pan-STARRS távcsövével (nyitóképünkön) Robert Weryk csillagász felfedezett egy új, kis méretű égitestet a Naprendszerben, a Föld közelében [1]. Az ilyen felfedezések mindennaposak, és rutinszerű eljárás követi őket. Az égitestet ideiglenes jelöléssel látják el, és követik a mozgását, hogy megállapítsák a test pályáját, eredetét, valamint azt, hogy jelent-e veszélyt bolygónkra.

Rögtön az első megfigyelések sejteni engedték azonban, hogy a látogató messziről érkezett. Az ilyen égitestek rendszerint jeges üstökösök szokatlan lenni, melyek a belső Naprendszerbe tévedve csillagunk sugárzásának hatására párologni kezdenek, kómát és csóvát fejlesztenek. Ennek megfelelően az égitest az üstökösöket jelölő C/2017 U1 ideiglenes címkét kapta, ahol a C jelentése üstökös (angolul comet). Ezután alapos nagytávcsöves megfigyelések következtek, amelyek azonban nyomát sem mutatták kipárolgott gázburoknak, így a testet kőzetek alkotta kisbolygóvá minősítették át, jelölését pedig A/2017 U1-re változtatták, A-val jelölve az égitest kisbolygó (angolul asteroid) természetét [2]. Ám még ez sem az

utolsó szó volt a kérdésben. A kisbolygó mozgásának további követése hamar egyértelművé tette, hogy az nem a Naprendszerből származik.*

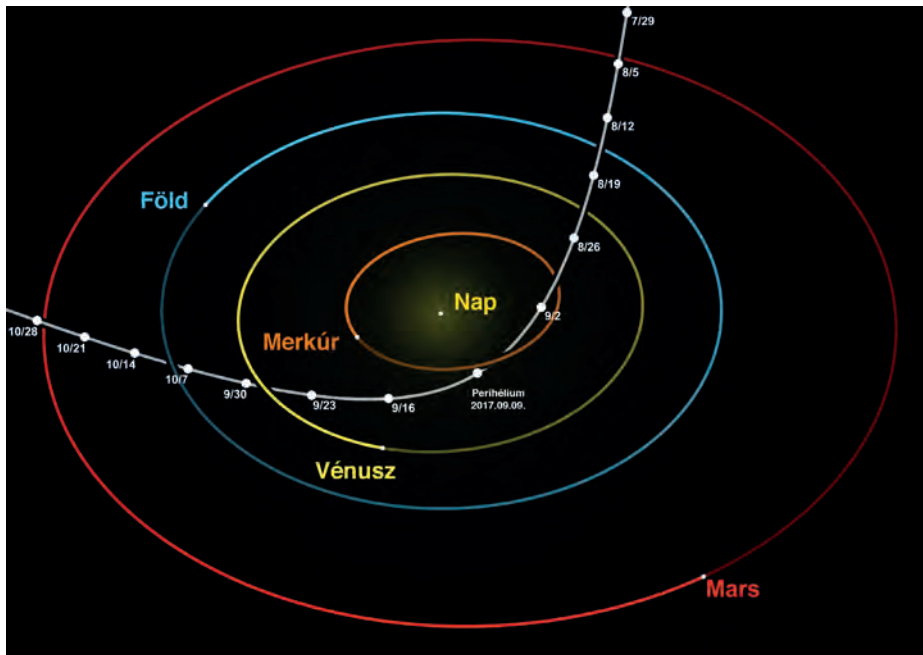
Ha egy test Naphoz viszonyított sebessége eléri vagy meghaladja a szökési sebességet, azaz az égitest pillanatnyi távolságában a Napra vonatkoztatott második kozmikus sebességet, akkor örökre eltávozik a Naprendszerből, megszűnik a Nap és a test közötti gravitációs kötelék. Az ilyen test nyitott, azaz parabolikus vagy hiperbolikus pályán mozog. A második kozmikus sebességnél lassabb testek ellenben zárt,

* Megjegyezzük, hogy az `Oumuamua szigorúan értelmezve nem kisbolygó, hiszen egyetlen csillag körül sem kering, de az egyszerűség kedvéért így fogunk hivatkozni rá.

ellipszispályán keringenek a Nap körül. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a Naprendszeren kívülről érkező égitestek mozgási sebessége a Nap közelében a csillagunk gravitációs potenciálgödörbe való bezuhanás következtében az ott keringő égitestekénél nagyobb lesz, és meghaladja a helyi szökési sebességet.

Az ekkor éppen A/2017 U1 nevet viselő kisbolygóról a néhány nap alatt nagy pontossággal megállapított mozgási sebessége elárulta, hogy a Naprendszeren túlról érkezett. Ilyet korábban sosem táltunk, ez az első ismert égitest a csillagközi térből.

róla. Ekkor már csak néhány hete maradt az emberiségnek a kisbolygóval kapcsolatos érdemi, részletes megfigyelések elvégzésére, mielőtt tőlünk eltávolodva a legnagyobb távcsöveink számára is túlságosan elhalványult volna. Mindenki tisztában volt vele, hogy rendkívüli és egyszeri lehetőségről van szó. Nem csak azért, mert az `Oumuamua az első felfedezett csillagközi kisbolygó, hanem azért is, mert nyilvánvaló volt: ha egyszer eltűnik a szemünk elől, soha nem tér vissza már, örökre maga mögött hagy bennünket [4].



1. ábra. Az `Oumuamua pályája a belső Naprendszerben. A kisbolygó pozíciói hét naponként vannak feltüntetve. A perihélium (napközelpont) időpontja 2017. szeptember 9. A nagybolygók pozícióit a perihélium időpontjára vonatkozóan ábrázolták, így a Föld a felfedezés időpontjában már jóval közelebb volt a kisbolygóhoz, mint az az ábrán látható. (FORRÁS: WIKIPEDIA/NAGUALDESIGN)

Ekkor vált igazán érdekessé a történet. És mivel egy új égitestosztályt képviselt, a kisbolygót újra átszámolták, ezúttal az 1I/2017 U1 végleges jelére, ahol az I jelentése csillagközi (angolul interstellar) égitest. Egyúttal kapott egy rendes, végleges nevet is, amely hamarosan közismertté vált. Az `Oumuamua név Hawaii-i nyelven azt jelenti: első hírnök [3].

Amint egyértelmű lett, hogy csillagközi küldöttel van dolgunk, a csillagászok a legnagyobb földi és űrtávcsöveiket a már távolodó, gyorsan halványuló égitest felé fordították, hogy a rendelkezésre álló rövid idő alatt minél több észlelési adatot szerezhessenek

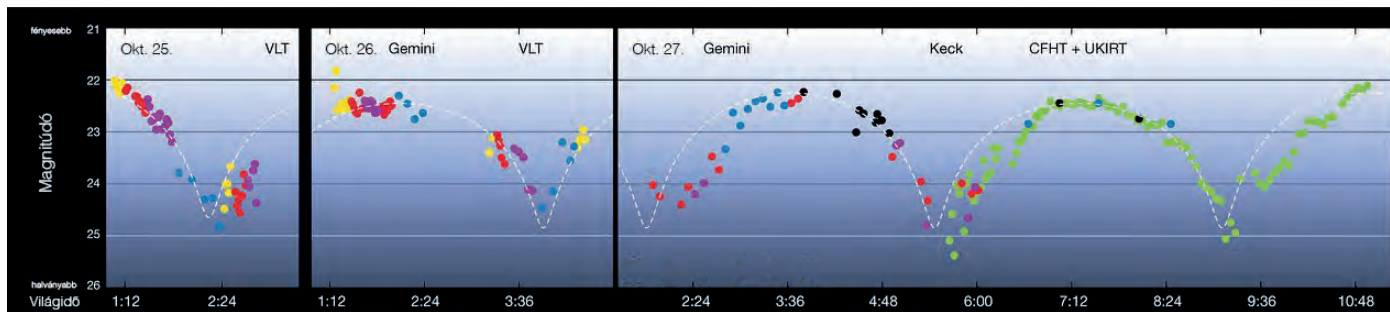
A megfigyelések

Felfedezésekor az égitest 40 nappal volt túl a napközelségén, és jócskán távolodott már a Naptól. Ugyanekkor tőlünk 85 Föld–Hold távolságban haladt.

Az első szembetűnő különlegesség az égitest alakja volt. Az `Oumuamua kisbolygó túlságosan kicsi ahhoz, hogy akár a legerősebb műszereinkkel felbontassuk, s így részleteket láthassunk a felszínén, vagy akár közvetlenül megállapíthassuk a kiterjedését. Csak közvetett módszerekre hagyatkozhatnak a csillagászok a visszavert napfény

erőssége, illetve annak változásai alapján. Az égitest nagyjából 7–8 órás periódusú forgása miatt mutatkozó fényesség-ingadozás erősségéből rendkívül elnyúlt alakra lehet következtetni. Az `Oumuamua 5–10-szer hosszabb, mint amilyen vastag. Ilyet a Naprendszerben még nem láttunk [4]. Az égitest legnagyobb mérete mintegy 250–400 m, keskenyebbik méretei pedig 35–80 m körül vannak. A pontos méret megállapítása nem egyértelmű, mert nem ismerjük elég jól az égitest albedóját, azaz azt, hogy a felszín a ráeső fénynek mekkora hányadát veri vissza.

A forgás nem igazán szabályos, ami abból ered, hogy az égitest nem valamelyik főtengelye körül forog. Az ilyen rotációt bukdácsoló mozgásnak nevezzük, és megnehezíti a pontos forgási periódus megállapítását pusztán csak a visszavert fény változási periódusának méréséből. Ilyen mozgást kipárolgást mutató üstökös-magoknál szoktak megfigyelni. Az `Oumuamua atipikus forgása egy régi ütközés eredménye is



2. ábra. Az ʻOumuamua fénygörbéje, a visszavert napfény időbeli változása. A diagramról leolvasható, hogy a fényesség legkisebb és legnagyobb értéke között 2,5 magnitúdó különbség van, ami a magnitúdó-skála logaritmikus természete miatt tízszeres fényességkülönbséget jelent. Ez pedig, ha a felszínen egyenletes fényvisszaverő képességet tételezünk fel, akkor tízszeres látszólagos keresztmetszet különbségre, azaz rendkívül elnyúlt alakra utal. Az ábra alapján a forgási periódus is megbecsülhető, ami nagyjából 7–8 óra, tekintve, hogy egy teljes körülfordulás alatt két fényességminimumot és két -maximumot figyelhetünk meg. (FORRÁS: ESO/K. MEECH ÉS MTSAI)

lehet, ami nagyon hosszú ideig képes fennmaradni, ha a kisbolygó nem lép szoros kölcsönhatásba más égitestekkel [5].

Mivel az ʻOumuamua nem mutat anyagkipárolgást, üstökös-aktivitást, anyagi minőségét egyedül a visszavert fény színeképelemzésével tudják a csillagászok vizsgálni. Ez azonban csak a felszínről szolgál információval, a test belsejéről lényegében semmit sem tudunk. Az égitest felszínét nem jég, de nem is kőzet, hanem szerves vegyületek borítják, ez kölcsönöz neki sötétvörös szürkés színt. Hasonló szín figyelhető meg a külső Naprendszer számos kis égitestein is [4].

Miből van az ʻOumuamua?

A csillagászok első, ám hamar megkérdőjelezett feltételezése, miszerint jeges üstökössel van dolgunk, nem volt alaptalan.

Tudjuk, hogy a Naprendszer kicsiny égitestjei közül a rendszer keletkezésének idején sok milliárdnyi ki is szóródott a csillagközi térbe. Feltételezzük, hogy más csillagok körül hasonló bolygókeletkezési folyamatok mentek végbe, mint a saját bolygórendszerünkben, így azt gondoljuk, hogy a csillagközi tér telis-tele van ilyen kiszórt, az ʻOumuamuához hasonló apró kóbor égitesttel. A Naprendszerben sokkal több jeges kis égitest van, mint kőzetekből álló,

különösen a külső régiókban, ahonnan könnyebben is tudnak elszökni. Ezért a csillagászok jó okkal feltételezték, hogy a csillagközi látogatóink is sokkal inkább üstökösszerűek, mint kisbolygószerűek lesznek. Az ʻOumuamua megfigyelése rácsáfolni látszott erre a feltételezésre. Az ellentmondásra azonban nagyon hamar sikerült meggyőző magyarázatot találni.

A hosszú időn át tartó kozmikus sugárzás az üstökösöket alkotó jegeket, benne a fagyott szén-dioxidot, metánt és etanolt vöröses-szürkés színű, szilárd kéreggé változtatja. Ennek a folyamatnak az eredménye a Naprendszer távoli kis jeges égitestjeinél is megfigyelhető. Az ʻOumuamua a csillagoktól távoli mélyűrbeli kóborlása során rendkívül lehűlt. A számítások szerint néhányszor tíz centiméter vastag kéreg már elegendő ahhoz, hogy a test belsejében továbbra is jelen lévő illékony anyagokat az égitest rövid belső Naprendszerbeli látogatásának ideje alatt megvédje a Nap hőjétől. Ehhez különösen jó hőszigetelésre van szükség, hiszen az ʻOumuamua pályáján a Nap–Föld távolság negyedére, azaz egynegyed csillagászati egységre megközelítette központi csillagunkat, és ott a felszíne több száz Celsius fokra hevült. De a szerves szénvegyületek porózus bevonata a számítások szerint valóban jó hőszigetelő anyag [6].

A csillagközi térben több százmillió, de akár több milliárd év állt a kozmikus sugárzás rendelkezésére ahhoz, hogy az égitestet alkotó jegeket a szükséges vastagságú hőszigetelő kéreggé alakítsa a Naprendszerünkbe ellátogató csillagközi kisbolygó felszínén. Ha valóban ez a helyzet, akkor a hőszigetelő bevonat igen jó munkát végzett, hiszen ha csupán néhány négyzetméteren a felszínre bukkant volna a jég, az onnan kipárolgó anyagot a csillagászati távcsöveinkkel már ki tudtuk volna mutatni.

Az ʻOumuamua tehát a legvalószínűbb elképzelés szerint mégis csak jeges égitest, ám ez a külső kéreg megakadályozta a jég párolgását a Nap közelében. Biztosat azonban nem tudunk, hiszen csak az égitest felszínéről vannak információink, a belsejéről nincsenek.

Honnan érkezett hozzánk az `Oumuamua?

Az `Oumuamua kisbolygót már csak akkor pillantottuk meg, amikor távolodott a Naprendszerből. Befelé igen rossz láthatósági viszonyok között jött. Ám a felfedezése után megfigyelt pályájából a csillagászok vissza tudták számolni a kisbolygó mozgását a Napközelség előtti időszakra is. A pályaszámítások szerint az `Oumuamua

Nem nehéz elképzelni, hogy az `Oumuamua már több százmillió vagy akár több milliárd éve rója a Tejútrendszert, egy-egy csillagot időnként erősebben megközelítve. Ezek a szoros megközelítések jelentős pályamódosulásokat okoznak, s ezek, valamint a megtett hatalmas távolság miatt nincs esélyünk kideríteni a kisbolygó szülőrendszerét. A szülőcsillag talán már a Tejútrendszer távoli régióiban jár, ahol valószínűleg nem is láthatjuk.



3. ábra. Fantáziarajz az `Oumuamua kisbolygóról. Figyelemre méltó az égitest elnyújtott alakja, és a barna felszín, ami nem tartalmaz illékony jegeket, ezért az égitest nem mutat üstökös-aktivitást.

(FORRÁS: ESO/M. KORNMESSER/NAGUALDESIGN)

Az `Oumuamua és a SETI

Az első megismert csillagközi kisbolygó egyik legkülönösebb tulajdonsága a rendkívül elnyújtott alak. Magyar kutatók kiszámolták, hogy ha egy kisbolygó geometriáját döntően mikrobeccsapódások formálják, akkor hosszú idő alatt erősen elnyúlt méretarányok alakulhatnak ki [7]. Ez magyarázhatja az `Oumuamua alakját, azonban tény, hogy hasonló alakú égitestet a Naprendszerben még sosem láttunk. Talán a csillagközi utazás miatt másfajta erózió érte ezt a kisbolygót, mint az általunk korábban ismerteket.

a Lant csillagkép irányából érkezett, és eredeti mozgási irányától a Nap gravitációs hatása jócskán eltérítette [3].

A kisbolygó a Naprendszert nagyjából a Vega felől, mindössze 6 fok eltéréssel éppen abból az irányból közelítette meg, amerre a Nap a környező csillagokhoz viszonyítva mozog. Voltaképpen tehát a Naprendszer ütközött öbeléje, és nem pedig fordítva.

Bár az `Oumuamua sebessége Naprendszerbeli viszonylatban jelentős, a csillagok közötti sok fényéves távolságokhoz képest nagyon lassú. A kisbolygó a Vega és a Nap közötti 25 fényéves távolságot mintegy 500 ezer év alatt teszi meg. Abban a távoli múltban azonban a Vega még az égbolt egészen más táján járt, így kijelenthető, hogy az `Oumuamua nem a Vegától érkezett. A csillagok ilyen időskálán történő jelentős elmozdulásai miatt nem állapítható meg, hogy melyik csillag környezetéből származik a kisbolygó. Az égitest mozgásának sebességét és irányát is összevetették a környező csillagok mozgásával, ám ez sem nyújtott támpontot eredetének megállapításához.

A hosszúkás, a kisbolygók között igazán szokatlanul elnyúltnak tűnő alakja, valamint a várt üstökös-aktivitás hiánya miatt természetesen sokakban felvetődött, hogy az `Oumuamua esetleg nem egy természetes égitest, hanem mesterséges űreszköz. Talán egy idegen űrhajó, hiszen mi magunk is ilyen hosszúkásra építenénk egy csillagközi űrhajót, hogy az út során minél kisebb súrlódásnak és minél kevesebb beccsapódásnak legyen kitéve.

Bár a kisbolygó minden tulajdonsága magyarázható természetes folyamatokkal, a természetes eredet ellenkezőjét nyilván nem lehet egyértelműen kizárni. És mivel az emberiségnek amúgy is vannak eszközei az idegen létformák üzeneteinek felderítésére, kézenfekvő volt hát, hogy ezekkel az eszközökkel megvizsgálják az `Oumuamuát is. A földön kívüli intelligencia után elsősorban a feltételezett idegen civilizáció rádiószórázását figyelve kutatunk. Ez a SETI program (Search for Extra-Terrestrial Intelligence).

A csillagászok 2017. december elején tíz órán keresztül vizsgálták az `Oumuamuát a Föld legnagyobb mozgatható rádiótávcsövével, a 100 m-es Green Bank antennával, az Amerikai Egyesült Államok Nyugat-Virginia államából. Ha az objektumról akár csak egy átlagos

WiFi router vagy egy mobiltelefon adóteljesítményével rádióadást küldtek volna ebben az időszakban, azt a földi műszer ki tudta volna mutatni. Azonban a vizsgált széles hullámsávban semmilyen mesterségesnek tűnő keskeny sávú sugárzást nem érzékeltek [8].

A jövő

Bár az Ōumuamua már sosem látjuk viszont, a csillagászok reményei szerint a jövőben viszonylag gyakran fogunk felfedezni hasonló csillagközi küldötteket.

Tulajdonképpen nem az a meglepő, hogy találtunk egy ilyen távolról jött kisbolygót, hanem az, hogy csak most fedeztük fel az elsőt. A számítások szerint éven-



4. ábra. Az Ōumuamua esetleges mesterséges eredetét a világ legnagyobb, 100 m átmérőjű teljesen mozgatható Green Bank rádiótávcsövével is megvizsgálták az Amerikai Egyesült Államokból. A 10 óra hosszú megfigyelés során nem észleltek mesterséges eredetű rádiójeleket az égitest irányából. (FORRÁS: NRAO/AUI)

te jónéhány csillagközi kisbolygó suhanhat át a belső Naprendszeren. Ezek többsége azonban bizonyára az Ōumuamuához hasonlóan kicsi, akár még kisebb, és ha nem jön kellően közel a Földhöz, akkor esélyünk sincs rövid itt tartózkodása alatt megpillantani valamelyik nagy látószögű égboltfigyelő távcsövünkkel.

Az Ōumuamuát az 1,8 m tükörátmérőjű Pan-STARRS (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System) távcsövel fedezték fel, a távcső működésének a hetedik évében. Ennek a műszernek kifejezetten az a feladata, hogy új, a Földre esetleg potenciális veszélyt jelentő kisbolygókat, egyéb égitesteket és tranziens eseményeket fedezzen fel. A tervek szerint öt év múlva áll munkába a 8,4 m-es átmérőjű főtükörrel dolgozó Large Synoptic Survey Telescope (LSST), ami a legnagyobb

fénygyűjtőképességű nagy látómezejű égboltfelmérő távcső lesz. Ettől a nagy teljesítményű műszertől nagyjából évente egy csillagközi kisbolygó felfedezését várják a csillagászok.

Chilében az Andok-hegység egyik csúcsán pedig az Európai Déli Obszervatórium (ESO) építi már a világ legnagyobb fénygyűjtőképességű távcsövét, a 30 m főtükör-átmérőjű Extremely Large Telescope-ot (ELT). Ez a távcső a tervek szerint 2024-re készül el, és segítségével az ilyen rövid ideig, rossz láthatósági viszonyok között végezhető időkritikus megfigyeléseket, mint amilyen az Ōumuamua követése is volt, sokkal hatékonyabban és eredményesebben tudják majd a csillagászok megoldani.

Az elmúlt évtized fontos csillagászati felismerése volt a rengeteg Naprendszeren kívüli exobolygó felfedezése révén, hogy a csillagok körüli bolygórendszerek nem a kivételt, hanem a szabályt jelentik. A Naprendszer valószínűleg nem különleges, sokkal inkább szokványos képződmény.

Az Ōumuamua felfedezése pedig rámutatott arra, hogy nem vagyunk különlegesek a kis égitestek szempontjából sem. Más rendszerekben éppen ugyanúgy vannak a mi üstököseinkhez vagy kisbolygóinkhoz hasonló apró égitestek, mint itt nálunk. Amit eddig csak erősen sejtettünk, azt most már biztosan tudjuk.

SÓDOR ÁDÁM

IRODALOM:

- [1] Science, <http://www.sciencemag.org/news/2017/11/updated-first-time-astronomers-are-tracking-distant-visitor-streaking-through-our-solar>
- [2] space.com, <http://www.sciencemag.org/news/2017/11/updated-first-time-astronomers-are-tracking-distant-visitor-streaking-through-our-solar>
- [3] NASA, <https://www.nasa.gov/feature/solar-system-s-first-interstellar-visitor-dazzles-scientists>
- [4] ESO/csillagaszat.hu, <https://www.csillagaszat.hu/hirek/ilyet-meg-soha-nem-lattunk-ujabb-informaciok-az-also-csillagkozi-kisbolygokrol/>
- [5] Sky and Telescope, <http://www.skyandtelescope.com/astromy-news/solar-system/oumuamua-red-tumbling-and-silent/>
- [6] Science News, <http://www.sci-news.com/astromy/interstellar-asteroid-oumuamua-organic-rich-surface-layer-05548.html>
- [7] csillagaszat.hu, <https://www.csillagaszat.hu/hirek/nr-egyeb-naprendszer/apro-objektumok/nr-apro-kisbolygok/magyar-kutatok-szerint-termeszetes-folyamatok-is-kialakithattak-a-csillagkozi-kisbolygo-alakjat/>
- [8] space.com, <https://www.space.com/39046-interstellar-object-oumuamua-breakthrough-listen-project.html>

Egy kultúráról

Olyan különc vagyok, aki a nyomtatott könyvet még mindig jobban szereti, mint az elektronikus változatot. Ennek jegyében egy nagy bevásárlóközpont egyetlen könyvesboltjában kerestem Schiller Róbert néhány hónapja megjelent, *A kételkedés gyönyörűsége* című könyvét. A boltlátozó internetes oldaláról annyit már tudtam, hogy ezen a helyen ötnél kevesebb kötet található a műből. Szorgosan át is néztem a „Természettudomány” felirat alatt lévő polcot, majd szomorúan állapítottam meg: valóban, a nulla is kevesebb az ötnél. De a kételkedést teljesen még nem sikerült kioltanom magamban, ezért az egyik eladó segítségét kértem. A saját számítógépes adatbázisában azt látta, hogy van belőle a boltban egy kötet. Magabiztosan oda is sétált a „Társadalomtudomány” felirat alatt lévő polchoz, s néhány másodperc múlva kezembe is adta a könyvet.

Mindezt azért idéztem fel, mert ennél jobban aligha tudtam volna illusztrálni a könyv egy alapvető tulajdonságát: nem tűr el tudományterület szerinti szűkítést. Verstan, fizika, latin nyelvtan, földrajz, történelemtudomány vagy kémia: a szerző mindegyikben otthonosan mozog, s az írások elsődleges célja általában egy-egy jó történet elmesélése, amelybe közvetlenül, de néha csak áttételesen, de belebeleszivároga a (természet)tudományos ismeretterjesztés. Ez a stílus minden bizonnyal ismerős a Természet Világa olvasóinak, hiszen az író hosszú ideje a folyóirat szerkesztőbizottsági tagja, a könyv korábban már megjelent írásainak a gyűjteménye (Természet Világa, Magyar Kémikusok Lapja, Educatio, Élet és Irodalom, Magyar Tudomány, Középiszkolai Kémiai Lapok, Forrás, Polanyiana, Kémiai Panoráma, Irodalomtörténet). Nem is az első ilyen kötet: 2012-ben ugyancsak a Typotex Kiadó adta ki *Egy kultúra között* címmel az előző részt. 2012 egyébként is nevezetes év volt a szerző pályafutásában: ekkor nyerte el a Tudományos Újságírók Klubjától az Év ismeretterjesztő tudósa címet. Ennek a kitüntetésnek a számomra legirigyeltebb velejárója, hogy elneveztek róla egy kisbolygót, amelynek felfedezése a megfigyeléseit Piszkéstetőn végző Sárnecky Krisztián nevéhez fűződik. A 196005 Robertschiller-ről egy kis internetes kereséssel nem sikerült túl sokat megtudnom. A Mars és a Jupiter pályája között, a klasszikus kisbolygóövezetben található, a Nap körüli keringési ideje 2094 nap. Minden szempontból átlagosnak tűnik. Nem úgy a névadó!

Az, hogy Schiller Róbert a Trefort Gimnáziumba járt és a Központi Fizikai Kutatóintézetben dolgozott, a könyv utolsó fejezetéből is kiderül, amelynek a címe *A könyv vége*. Kivétel-kutatói kvalitásai a vele készített interjúkban is érezhetőek, középiskolájáról pedig az épület 125. születésnapjára

írt történeti összefoglalóban tesz rövid vallomást. De a könyv végét még megelőzi öt fejezet. Az első, a *Között* című, a Természet Világában ilyen címmel hosszú ideje megjelenő rovat néhány írását gyűjtötte össze. A szerző igen következetesen vallja, hogy nincsen két külön

(reál és humán) kultúra, a különböző beállítottságú emberek közötti párbeszéd pedig nem egyszerűen lehetséges, hanem szükségszerű is. Olvashatunk ebben a fejezetben arról, miért nevezi Homérosz oly gyakran borszínűnek a tengert, milyen anyag alapján készíthette Szophoklész a Nesszosz vérérről szóló leírást, a röntgenkép és a szerelem kapcsolatáról és Thomas Mann természettudományos műveltségéről (pontosabban annak felvállalt hiányáról).

A *Könyvekről* című fejezet Schiller Róbert könyvismertetőit gyűjti csokorba, az *Emberekéről* részben pedig Galileit, Robert Boyle-t, David Hume-ot, Humphry Davy-t és Vekerdi Lászlót ismerhetjük meg, de persze nem elsősorban az életrajzi részleteiket, hanem az írásaikból kitetsző gondolatvilágot.

A *Valami a kémiáról* című fejezet bizonyítja, hogy Schiller Róbert alapjában mégiscsak kémikus. Az írásoknak eredetileg helyt adó folyóiratokból is látható, hogy ezeket az írásokat elsősorban kémikusoknak szánta a szerző, bár az elképzelt olvasók kora itt is nagyon széles tartományt ölel fel. Nagy erénye ezen írásoknak, hogy az ammoniaszintézist vagy a szuperkritikus vizet egyébként jól ismerő szakembereknek is képesek újat mondani.

A *Vers, kép, szobor* című rész a kvantummechanikától a művészetekig terjedő intellektuális skála másik végére tesz látogatást: elolvashatjuk benne a geométer prologját, és a magyar lírában nagyon elszaporodó lovak szerepéről is véleményt mond a szerző.

Az olvasó azzal a meglepedettséggel teheti le a könyvet, hogy meggyőzték: erkölcsi kérdésekben a hit, tudományosakban viszont a kételkedés a hasznosabb. És kételkedni valóban gyönyörű. De abban azért mégsem kételkedem, hogy türelmetlenül várom a Schiller Róbert írásait összegyűjtő kötetsorozat harmadik darabját is.

LENTE GÁBOR

(Schiller Róbert: *A kételkedés gyönyörűsége*. Typotex Elektronikus Kiadó Kft. Budapest, 2017.

URL: https://www.typotex.hu/book/9380/schiller_robert_a_ketelkedes_gyonyorusege)

ÜDVÖSSÉG-SZIGETEK

A fegyencek egykori pokla

E különös szigetcsoport Dél-Amerika északi partvidéke, Francia Guyana előterében 11–13 km-re húzódik. A jura időszi, vulkanikus eredetű szigetek szerkezetileg a Guayana-hegyvidék részei.



A Dreyfus-torony (FORRÁS: WIKIPEDIA)

Az Üdvösség-szigeteket három sziget alkotja: a *Király-sziget*, a *Szent József-sziget* és a legkisebb — 1200 m hosszú és 400 m széles — *Ördög-sziget*¹. Ez utóbbi a legkitettebb az óceán hullámainak és a szeleknek. A veszélyes áramlatok miatt szinte megközelíthetetlen. Dagály idején akár 8 métert is emelkedhet a vízszint. Keskeny parti sáv fut körbe, majd meredeken emelkedik a fennsíkig. Egyetlen hatalmas szikla, melyet buja növényzet borít, s melynek hasadékaiban kókuszpálmák nőnek. A háromszöget alkotó szigetvilág első nevét is alakzatáról kapta, s lett Háromszög-szigetek, melyeket szűk tengeri átjárók választanak el. Az Ördög-szigetet drótkötélpálya kötötte össze a Király-szigettel, mert olykor annyira viharos a tenger, hogy a csónak nem tudott átjönni kikötőjébe. Mára a természet visszahódította a börtönöket. A legcsapadékosabb a buja növényzettel fedett alacsony földnyelv, a Szent József-sziget, melyet sűrű erdő borít vad füge- és citromfával, leguánokkal, maniókahangyákkal, óriás százlábúakkal. Az alakja mexikói kalaphoz hasonlít. A szigeten, lépcsőzetesen egymás felett két fennsík húzódik. A francia légió állomáshelye. Itt található az egész szigetcsoport egyetlen fürdésre alkalmas partszakasza. A szigetet az indiánok is látogatták, erről tanúskodnak az arawak sziklavészetek, köztük egy kis majom és egy faragott arc. Az Ördög- és a Király-sziget között a Granadinas, az utóbbi és a Szent József-sziget között a Désirade átjáró húzódik. A szigetcsoport közigazgatásilag a főváros körzetéhez, Cayenne-hez tartozik.

A XVIII. század második felében a gallok elhatározták, hogy dél-amerikai gyarmatukon, Francia Guyanában hozzák létre kis Franciaországot, és minden előkészület nélkül tízezer telepest küldtek távoli birtokukra. Mindenkinnek ingyen hajóutat, földet és egy évre szóló ellátást ígértek. Filip Chauvayoust bízták meg az „újvilág” megalapításával. Az 1763–64 között ideérkezőket a partvidék mocsarai, a trópusi betegségek és az indiánok nyilai várták. Betegségek tizedelték őket, és körülbelül hétezeren meg is haltak az embertelen körülmények miatt. A túlélők egy csoportjának sikerült a szigeteken menedékre lelniük, melyet jó levegőjéről és kellemes klímájáról neveztek el Üdvösség-szigeteknek.

1851-ben III. Napóleon elhatározta, hogy fegyenceket telepít Guyanába, amely ettől kezdve lett fegyencgyarmat. Az ötlet nem tőle származott. 1792. augusztus 23-án Cambon, a Konvent katolikus tagja javasolta, hogy a munkaerőhiánnyal küszködő Guyanát nyilvánítsák deportáló teleppé, és így megszabadulhatnak politikai ellenfeleiktől is. Ha

1 Nem tévesztendő össze a taszmániai Ördög-szigettel, amely az itt élő taszmán ördögéről kapta nevét. Port Arthur szintén fegyenctelep volt.

valakit 8 év kényszermunkára ítélték, büntetésének le-
töltése után még ugyanennyi időt kellett itt élnie. Az Üd-
vösség-szigeteken alakították ki a szakosított fogdákat.
A Szent József lett a szigorított börtönök, a magánzár-
kák (a ún. „medveketrecek”), a csend szigete. A fedetlen
cellákba beesett az eső és besütött a nap, s napközben az
igazság rúdjához, egy vasvázhoz kötötték ki a rabokat,
akik csak délután hat és reggel öt óra között fekhettek
vagy ülhettek le.

A Király-szigeten voltak a halálraítéltek és itt volt a
börtönigazgatóság is, ahol minden nő hivatalnoknak
joga volt saját zöldségeskertre. Az Ördög-szigeten laktak
a politikai foglyok. Őket nem kényszeríthették munká-
ra. Minden fegyencnek különálló kóháza volt. A Párizsi
Kommün 1871-es bukása után százával deportálták ide
a forradalmárokat. Robespierre úgy rendelkezett, hogy
azokat a javíthatatlan ellenforradalmárokat, akiket a
Konvent mégsem ítélt halálra, a szigetekre száműzik. A
világ egyik legszörnyűbb börtöne itt volt. Művészek, or-
vosok, több nyelvet beszélő nagyvilági emberek is voltak
köztük, akik nyelvórákat adtak a tisztéknek és család-
tagjainak, vagy munkát kaptak az irodában. A rabok el-
foglalták magukat. Gyékényt fontak, kókuszdióhéjból
faragott tárgyakat, cápacsontból sétatálcát készítettek,
vagy zenekaruk muzsikált a helyőrségnek. Egyszerre 12
fegyenc lehetett a szigeten, annyi, ahány házikó is van.
Az öröket is büntetésből helyezték ide. Azok a fegyenc,
akik büntetésük felét letöltötték, különféle kedvezmény-
ben részesülhettek. Elmehettek felügyelet nélkül vadász-
ni és halászni. Többen óriásteknőst is fogtak és a zsák-
mányt joguk volt pénzért a konyhának eladniuk.

Mivel a szigetekeken nincs víz, a kontinensről hozták és
ciszternákban tárolták. Akiket a kőbányákban dolgoztat-
tak, azok napi 3, a többiek 2 deci vizet kaptak. A hírhedt
Le Trouba (A Lyukba) a renitenseket zárták, akár 2 hónap-
ra is. Itt se állni, se feküdni nem lehetett, csak guggolni.
A többség nem élte túl e büntetést, vagy ha mégis, meg-
őrültek, mire újra meglátták a napvilágot. Az Ördög-szi-
get neve onnan ered, hogy a XVII. században sok hajó el-
süllyed a partjainál. Híres lakója 1894 és 1899 között *Alf-
red Dreyfus*² (1859-1935) volt. A zsidó származású francia
vezérkari tisztet antiszemita reakció áldozataként, a né-
metek javára folytatott kémkedés hamis vádjával ítélték
életfogytiglani kényszermunkára. Öt évet töltött a szige-
ten, mire családjának sikerült bebizonyítania ártatlansá-
gát, s azt, hogy a valódi bűnös a magyar származású Ma-
rie Charles Ferdinand Walsin-Esterházy gróf és őrnagy.
Dreyfus esete felkeltette a világ figyelmét, s napvilágra

2 Dreyfus Alfréd: Öt év az életemből – Szenvedéseim az
Ördög-szigeteken töltött rabságom alatt, Magyar Kere-
skedelmi Közlöny, Budapest, 1901.

került Földünk legborzalmasabb börtönének léte. Azon
kevesek közé tartozott, aki túlélte az embertelen körül-
ményeket és hazatérhetett. A Kourou folyó torkolatánál,
a szárazföldön egy fehérre meszelt torony látható, me-
lyet azért állítottak fel, hogy naponta jelentést küldjön
Dreyfus kapitány egészségi állapotáról. Rehabilitálására
1906-ban került sor, jórészt a neves író, Émile Zola közvé-
leményt mozgósító cikkeinek eredményeként. A sziget
északi csücskében található Dreyfus padja, amely ma
már turistalátványosság.

Dreyfuson kívül mások is hozzájárultak a hírhedt
szigetcsoport börtönviszonyainak leleplezéséhez. Bár
megszökni lehetetlennek tűnt, azért néha sikerült.
Az Ördög-sziget krónikája egyetlen sikeres szökési kí-
sérletet örökített meg. Ő *Renè Belbenoit* volt, akit ki-
sebb betörésért ítélték el. Saját viszontagságairól írt
könyvet, amely 1938-ban jelent meg *Száraz guillotine*
címmel³. 1934-ben ötödik menekülési kísérlete sike-
res lett. Sorstársa, *Henri Charrière*, alvilági nevén Pil-
langó, 1944-ben kókuszdiótutajon szökött meg. Pil-
langó – Szökésem a pokolból című könyvével⁴ vált
ismertté (1968). Gyilkosságért ítélték életfogytiglani
kényszermunkára, pedig nem is ő volt a tettes.

1938-ban az amerikaiak foglalták el a szigetcsoport-
ot, mert Franciaországot megszállták a németek. 1947
tavaszán szüntették meg a börtöntelepet, ahova 1854
és 1946 között a császárságból 18 ezer, a köztársaságból
60 ezer rabot deportáltak.

A dombvidékes Király-sziget kikötőjénél egykori fegyenc-
ek rajzai láthatók, ahol átmenetileg idegenlégiósok állo-
másoltak. A sziget egy részét 2015-ben egy Mariana Cabal-
lero nevű arisztokrata, Battemberg lovagja vásárolta meg.
Saját leszállópályája, jachtkikötője van. A sziget egy részét
megtartották a katonai helyőrségnek és a turistáknak. Az
egykori örök házai ma nyaralók. Templomát és freskóit
rabok készítették, akik megörökítették sorstársaikat. Itt
hajtották végre a halálos ítéleteket, de csak a szökevénye-
ket, gyilkosokat végezték ki. A hóhér maga is fegyenc volt.
A tébolydából csak Pillangó tudott megszökni. A rabok
holttestét liszteszsákba tették és délután 5 és 6 óra között
a Szent József-szigettől elválasztó tengerszorosba dobták.
A „temetést” harangszó jelezte, melynek hangjára meg-
jelentek a cápák. Vadásztak rájuk, mert kövér májuktól
nyerték ki „ipari” méretekben a csukamájolajat.

KÉRI ANDRÁS

3 Magvető Kiadó Albatrosz könyvek, Budapest, 1979.

4 Szerzője 1906-ban született és 1973-ban gégerákban
halt meg egy madridi klinikán. Európa Kiadó, Budapest,
1971.



AZ ÉV ROVARA

Az óriás szitakötő

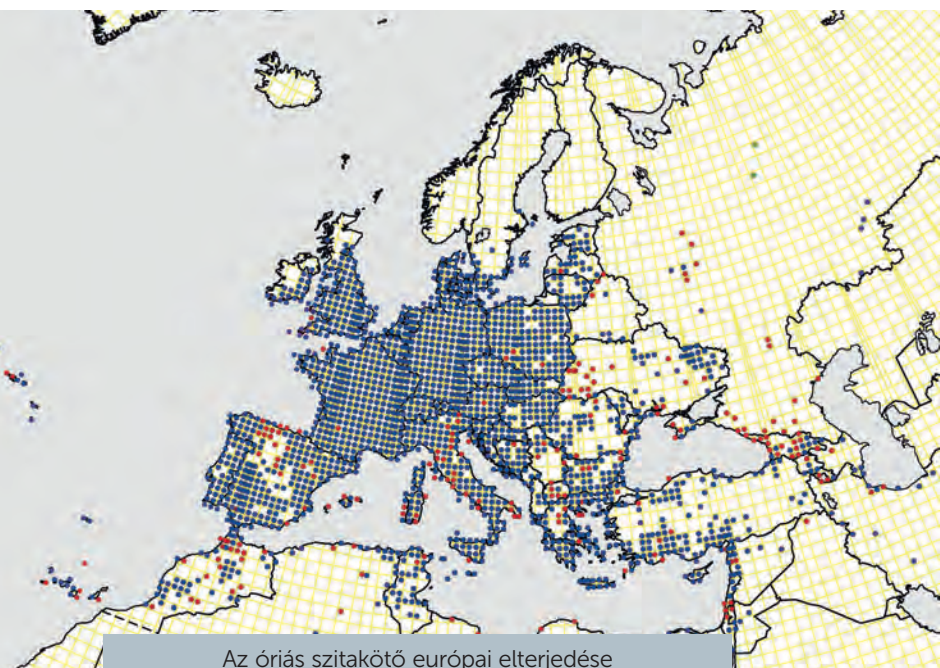
A Magyar Rovartani Társaság és a Magyar Természettudományi Múzeum közös szervezésében zajló szavazáson az óriás szitakötő (*Anax imperator*) lett 2018-ban az „Év rovara”. A nappali lepkék mellett a szitakötők, különösen a nagyszitakötők szélesebb körű népszerűsége kétségtelen. Jól példázza ezt a tavalyi év végén lezajlott nyílt szavazás is, ahol az óriás szitakötő már a voksolás legelején átvette a vezetést, és két riválisát, a közönséges keringőbogarat (*Gyrinus substriatus*) és a tavi molnárpóloskát (*Gerris lacustris*) mindvégig megelőzve, több mint 1600 szavazattal magasan az élen végzett.

Az óriás szitakötő a nagyszitakötők alrendjébe (*Anisoptera*) tartozó karcsú acsák (*Aeshnidea*) családjának egyik képviselője. Nemének (*Anax* genus) mintegy 30 faja – az Antarktisz kivételével – az összes földrészt benépesíti. Az Európában előforduló 5 fajtól hazánkban 3 – az óriás szitakötő mellett a tavi szitakötő (*Anax parthenope*) és a nyerges szitakötő (*Anax ephippiger*) – fordul elő. Utóbbi régebben a *Hemianax* nembe sorolták.

Az óriás szitakötő egész Afrikában (beleértve Madagaszkárt és a Mascarenhas-szigetcsoportot is) és Európa legnagyobb részén elterjedt, de előfordul a Közel-Kelet nyugati felében, valamint Makarónia szigeteken is. Keletre áréája az Ural déli feléig, Kelet-Ka-

zahsztánig, illetve India északi határáig húzódik, északra pedig Svédország déli részéig fordul elő. Találkozhatunk vele Nagy-Britanniában is, az Ír-sziget, illetve Skócia északi felét leszámítva. Utóbbi évtizedekben tapasztalható látványos északi irányú terjeszkedése – más melegkedvelő szitakötőfajokéhoz hasonlóan – nagy valószínűséggel az éghajlatváltozásnak köszönhető. Dániában 1994-ben, Svédországban 2002-ben, Finnországban pedig 2010-ben figyelték meg először.

Egyes kutatók Mauritius bennszülötteként egy alfaját (ssp. *mauricianus*) is elkülönítik, míg mások ezt a nézetet nem osztják.



Az óriás szitakötő európai elterjedése
Kalkman, V.J. & R. Proess (2015) alapján

víz színén lebegő korhadó fadarabokba vagy más növényi maradványokba petézik.

Bár az óriás szitakötő nem a legnagyobb szitakötőnk, 66–84 mm-es testhosszával és hátsó szárnyának 45–52 mm-es hosszával mindenképpen dobogón a helye. Tudományos, magyar, angol (Emperor Dragonfly) és német (Große Königlibelle) neve egyaránt más szitakötőfajokhoz képest kiemelkedő termetére utal. Közöttük tehát valóban ő a „császár”.

Az ivarérett hímek színezete élénk, nagy összetett szemek felül kékes, alul zöldes-sárgás színűek, toruk túlnyomóan almazöld, felül ciános-kékes páros mintázattal, az oldalakon feketés vékony varratokkal. Karcsú potrohuk alapszíne égszínkék, a raj-

Elterjedési területén általában az alacsonyabb régiókban jellemző, de az Alpokban 1500 m tszf. magasságban, a Pireneusokban pedig 2000 m tszf. magasság fölött is megfigyelték már szaporodását. Hűvösebb északi vidékeken vagy hegyvidékek magasabb régióiban a huminsavakban gazdag barnás színű vizeket részesíti előnyben, mivel ezek a vizek napsütés hatására gyorsabban felmelegsznek.

Hazánkban általánosan elterjed szitakötőfaj, sík-, domb- és hegyvidéki területeken is megtaláljuk. Egy-egy szaporodóhelyen azonban általában csak néhány példány – egy-két járőröző hím és peterakó nőstény – figyelhető meg. Tág ökológiai tűrőképességű faj lévén, számos állandó vizű (teljesen ki nem száradó) élőhely megfelelő a számára. Álló és lassan áramló vizekben is szaporodik, ha a víz kellőképpen felmelegedő és peterakásra alkalmas mocsári vagy hínárnövényzetet talál. Olykor kifejezetten gyors áramlású vizek sekély, lecsendesedő szakaszain is megfigyelhetők petézéssel próbálkozó nőstények. Kedveli azokat a tavakat, csatornákat, ahol a víz mélysége legalább 20 cm, de nem haladja meg a másfél métert, és e mellett dús a gyökerező hínárvegetáció. Jellemző például azokban a vizekben, ahol foltokban sárga vizitők (*Nuphar luteum*), fehér tündérrózsa (*Nymphaea alba*) nő. A víz kémhatására és sótartalmára nem túl érzékeny, szikes tavainkban is szaporodik. Az emberi környezet sem riasztja, olykor megtelepszik kerti dísztavakban is. Életrevalóságát példázza, hogy Afrikában olyan vizekben is megél, ahol gyakorlatilag nincs növényzet. Itt a nőstény a



Az óriás szitakötő elterjedése bolygónkon
Kalkman, V.J. & R. Proess (2015) alapján

ta lévő, felül egybefüggő mintázat feketés. A nőstények színe és mintázata általában hasonló, de potrohukon a kékes szín rendszerint halványabb, a sötét mintázat szélesebb, barnásabb tónusú. A nősténynek létezik zöldes-barnás potrohú színváltozata is. Egyes szakirodalmi források szerint a hőmérséklet és a fényintenzitás

változásának hatására mindkét ivar, de különösen a hím színezete változik. Hűvös időben ($< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) és sötétben a potroh színezete hím esetében élénk, sötétebb égszínkék, ami napsütéses meleg időben kissé szürkésebb-zöldesebb tónusra változik.

A hazai rokon és nem rokon szitakötőfajoktól mérete és mintázata jól elkülöníti. Egyes nőstények esetleg összetéveszthetőek az alig kisebb tavi szitakötő (*Anax parthenope*) nőstényeivel, de ennél a fajnál a tor színezete barnásabb és a potroh tövével egy keskeny, élénk-sárga gyűrű látható.

Az óriás szitakötő repülési időszaka hazánkban május közepe táján kezdődik és szeptember közepéig tart. Egy-egy egyed átlagos élettartama egy hónap, csak kivételesen láthatunk két hónapot megért öreg egyedeket.

A lárvák 13–16 vedlés után fejlődnek ki teljesen. Ekkor, rendszerint az éjszaka közepén kimászhatnak a vízből, és alkalmas alzaton, 5–150 cm magasságban – gyakran nád (*Phragmites australis*), gyékény (*Typha* spp.) vagy káka (*Schoenoplectus* spp.) levelén, szárán – nagyjából függőlegesen megkapaszkodva elkezdődik az átváltozás. A tor hátán a bőr Y alakban felhasad és a résen fokozatosan kibújik az átalakult rovar. Végző alakját és testméretét, illetve szárnyainak kifeszítését még lágy kitinváznak felpumpálásával éri el. Hajnalban gyakran a szűzrepülés (a kibújt imágó első repülése) is megtörténik, és a friss egyedek a szaporodóhely közelében, de néha akár 200 m távolságban lévő növényzeten pihenne erősödnek további néhány órán keresztül. Az éjszaka leple alatt történő átváltozás az ebben a stádiumban szinte teljesen védetlen állatoknak bizonyos fokú védelmet nyújt a nappal aktív ragadozókkal szemben. Megfigyelések szerint a lárva már az átváltozást megelőző két napban a felszínre jön és kiválasztja az alkalmas helyet. Ha az átváltozás napján (éjszakáján) a hőmérséklet túl hideg ($11\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti), a lárva elhalasztja az átalakulást. A késleltetésre maximum egy napig képes.

Az ivarérettség időszakában – ami legalább 9 nap hímek és 11 nap nőstények esetében – az immatur egyedek gyakran vizektől nagyobb távolságokban is feltűnnek, és nyílt, napsütötte helyeken, például erdőszéleken, erdei tisztásokon, réteken, kaszálókon és nem ritkán gabonaföldek fölött vadásznak. Nagy termetük miatt táplálékforrásuk széles skálájú: szúnyogok, legyek, lepkék és néha más szitakötőfajok esnek áldozatul az általában 2–5 m magasságban vadászó fiatal óriás szitakötőknek. A táplálkozás már a reggeli órákban megkezdődhet és még alkonyatkor is tarthat.



Az óriás szitakötő lárvabőre

Az ivarérett hímek visszatérnek a szaporodóhelyre, ahol napsütötte időben a nap közepén a legaktívabbak. Még erősebb szélben is kitartóan járőröznek a szaporodóhely nyíltabb vízfelszínei fölött. Egy-egy revírben változó időtartamot töltenek, néha csak egy perccel, de máskor akár másfél órát is. Revírjük nagysága az élőhely adottságától és az egyedsűrűségtől függ, megfigyelések szerint 0,8 és 24 hektár között változhat. A területvédő hímek a területükre behatoló fajazonos rivális hímekkel összecsapnak és igyekeznek azokat minél messzebbre űzni. Gyakran megfigyelhető, hogy támadnak más nagyobb termetű szitakötőket, főleg karcosú acsákat is.

A párosodásra kész nőstény alacsonyan és többé-kevésbé egyenes vonalban röpköd be a szaporodóhelyre. Amikor a hím észreveszi, lábai és potrohfüggelékai segítségével igyekszik elkapni. Amennyiben ez sikerül, és a nőstény valóban kész a párzásra, összekapcsolódásukból kialakul az ún. párzókerék, már rendszerint a vízfelszín fölött. Ezt követően, együtt röpködve a pár a közeli növényzetre telepszik, ahol a párzás 5–15 percig tart, majd a páros szétválak. A peterakásra alkalmas helyet kereső nőstény repülés közben potroha hajlításával

jelzi a közelben lévő hímeknek, hogy most nem hajlandó a párosodásra. Alkalmos helyen a petéket egyesével, egy vagy két sorban, élő vagy elhalt növények szöveteibe rakja. Olyan – megkapaszkodásra is alkalmas – vízfelszínen úszó, lebegő vagy vízből kinövő növényeket választ, ahol potrohát a vízfelszín alá hajlítva könnyen eléri a megfelelő növényi részeket. A nagyjából 2 mm-es peték csaknem teljesen a szövetbe ágyazódnak.

A szitakötőkkel foglalkozó szakirodalom több helyen említi, hogy míg az óriás szitakötő nőténye mindig magánosan petézik, a tavi szitakötő (*A. parthenope*) ezt párban (tandemben) teszi. Tény, hogy tandemben petéző tavi szitakötőket gyakran látni, azonban az is előfordul, hogy a tavi szitakötő nőténye magánosan rakja a petéket. Valószínű, hogy ilyenkor a valamilyen okból peterakás közben megzavart, szétvált páros nőténye a hím nélkül tovább folytatja a peterakást. Érdeemes tehát jobban megnézni a magánosan petéző *Anax*-okat, mivel – a szakirodalom megállapításával szemben – nem törvényszerű, hogy minden magánosan petéző *Anax* nőtény óriás szitakötő!

A petékben az embrionális fejlődés a peterakás után azonnal megkezdődik, és melegebb vízben 10–30 napig, hidegebb vízben 40–50 napig tart. Mivel a peterakás két hónapig is elhúzódhat és a lárvák fejlődése erősen függ az elérhető táplálék mennyiségétől, egy időpontban általában különböző fejlettségi fokú lárvák vannak az adott élőhelyen. Az óriás szitakötő lárvái – más nagyszitakötőkhöz hasonlóan – béllégzők, az oxigénfelvétel az utóbélben zajlik. A potrohszelvények összehúzásával majd kitágításával áramoltatják testükben a vizet. Ha ezt hirtelen teszik, a gyorsan kiáramló víz segítségével, rakétaelven gyors helyváltoztatásra is képesek. A fiatal, fekete-fehér mintázatú lárvák a felszín közelében, élő vagy holt növényzetben (pl. lebegő levelek alatt) rejtőzködve élnek. Később, az időnként bekövetkező vedlésekkel színezetük egyre inkább zöldes, zöldesbarna lesz, ami alkalmassá teszi őket a mélyebben lévő növényi szarak (pl. nád, gyékény) közötti rejtőzködésre. A kifejlett lárvák elérhetik a 6 cm-es nagyságot is, szűkebb környezetükben tehát igazi csúcsragadozók. Aktívan vadásznak és igyekeznek minden potenciális zsákmányt elkapni, amit le tudnak gyúrni. Étrendjükben a vízi bolháktól, szúnyoglárváktól kezdve a vízi csi-

gákig, ebihalakig és apró halakig minden szerepel; és természetesen a kisebb szitakötőlárvák sincsenek tőlük biztonságban. A prédát a szitakötőlárvákra általában jellemző ún. álarc segítségével kapják el, ami egy fogókarmokkal vagy fogakkal felszerelt, kivágódó, visszahúzható szerv. Ezzel akár az 1 cm vagy még nagyobb távolságban lévő prédát is képesek vil-



Az óriás szitakötő jellemző szaporodóhelye

lámgyorsan megragadni. Kutatók megfigyelték, hogy kérészlárvák esetében a zsákmányolás sikere 36%-os, míg a jóval ártalmatlanabb szúnyoglárvák esetében 96%-os.

Áreájának déli, melegebb felében az óriás szitakötő imágói a peterakás évében megjelenhetnek (ún. univoltin fejlődés), sőt mediterrán területek rizsföldjein rendszeres a bivoltin fejlődés is, azaz egy évben két generáció is kirepül. Ezzel szemben az északi vidékeken inkább szemivoltinként viselkedik a faj, az új generáció a peterakást követő évben jelenik meg. Nem kizárt, hogy hazánkban mindkét kifejlődésre talá-

Tavi szitakötő (*Anax parthenope*) kifejlett hím

lunk példát az egyes szaporodóhelyek adottságainak, táplálékabőségének és az adott év időjárási viszonyainak függvényében. Az is elképzelhető, hogy egy élőhelyen mindkét fejlődés megfigyelhető. Ilyenkor az előző évi peterakásból származó imágók májusban, általában szorosan szinkronizáltan bújnak ki, míg az az évi peterakásból származó imágók nyár közepe-vege felé bontanak szárnyat.

Az óriás szitakötő nem tekinthető veszélyeztetett fajnak. Az erejük teljében lévő imágóknak kevés természetes ellensége akad. Első helyen említhető a gyurgyalag (*Merops apiaster*), illetve a más nagyobb repülő rovarokra is rendszeresen vadászó kabusólyom (*Falco subbuteo*). A lárvákra a nagyobb halak és az egyes vízből zsákmányoló madarak jelenthetnek veszélyt, különösen akkor, ha a rejtkehelyül szolgáló növényzet – például mederkotrásakor, horgász hely kialakításakor – csökken, eltűnik.

Mint napjainkban annyi más élőlény esetében, az óriás szitakötőnél is élő-, illetve szaporodóhelyeinek megszűnése, elvesztése az elsődleges veszélyeztető tényező. A szárazodás, a talajvízszint jelentős csökkenése ma már hazánk területén is jól érzékelhető. Szaporodóhelyeinek kiszáradása következtében az óriás szitakötő egyes populációi eltűnhetnek (bár

rövid ideig a lárva képes elviselni a kiszáradást is), ugyanakkor a faj gyorsan kolonizálja az újonnan létrehozott mesterséges víztesteket is, ha már előrehaladott a szukcesszió és megfelelő növényzetet talál.

A Kárpát-medence az óriás szitakötő európai elterjedésének közepére esik. Joggal remélhetjük, hogy ezt az alkalmazkodóképes, impozáns szitakötőt évtizedek múlva ugyanígy megcsodálhatjuk hazánk legkülönbözőbb vidékein.

FARKAS SÁNDOR

IRODALOM

- Dijkstra K.-D. B. (ed.) (2014): Field guide to the dragonflies of Britain and Europe. — British Wildlife Publishing, Gillingham.
- Kalkman, V.J. & R. Proess (2015). *Anax imperator*. In: Boudot J.-P. & V.J. Kalkman (eds) 2015. Atlas of the European dragonflies and damselflies. — KNNV publishing, the Netherlands.
- Smallshire D. & Swash A. (2014): A Field Guide to the Damselflies and Dragonflies of Britain and Ireland — Fully Revised and Updated Third Edition — Princeton University Press
- Wildermuth H. — Martens A. (2014): Taschenlexikon der Libellen Europas — Alle Arten von den Azoren bis zum Ural im Porträt — Quelle & Meyer Verlag Wiebelsheim
- www.legivadasz.hu
- www.szitakotok.hu
- <https://www.rovartani.hu/ev-rovara/2018-2/>

Nyerges szitakötő (*Anax ephippiger*) fiatal hím példánya
(A SZERZŐ FELVÉTELEI)



A LEPKESZÁRNYTÓL A GRAFÉNIIG

Az ezerarcú szén

Valamennyien tanultunk a középiskolában a szén két, egymástól nagyon eltérő módosulatáról, a grafitról és a gyémántról. A nyolcvanas évek közepe óta azonban három újabb módosulatot is előállítottak a kutatók: 1985-ben a futball-labdára emlékeztető szerkezetű fullerént, 1991-ben a szén nanocsöveket, 2004-ben a grafént.

A grafén előállításáért *A. Geim* és *K. Novoszelov* szokatlannul gyorsan, már 2010-ben megkapták a kémiai Nobel-díjat. Ez arra utal, hogy a díjra javaslatot tevők és a díjat odaítélő grémium egyaránt felismerte e különleges anyag jelentőségét, valamint potenciális hasznosíthatóságát. A grafén egy új anyagtípus, a 2D (kétdimenziós) anyagok első képviselője volt.

Az új szénmódosulatok szerkezetére az jellemző, hogy csak egyetlen atomrétegből állnak, amelyben a szénatomok szorosán illeszkedő hattagú gyűrűkben helyezkednek el, azaz gyakorlatilag hidrogénatomjaiktól megfosztott benzolgyűrűkből álló struktúráról beszélhetünk (1. ábra). Igen lényeges, hogy a gyűrűk síkja alatt és fölött egy viszonylag szabadon mozgó (delokalizált), ún. π -elektronokól álló felhő helyezkedik el, amelybe az egyes gyűrűk 6–6 elektront „adnak be”. Az anyagok ennek köszönhetik különleges tulajdonságaik némelyikét, például

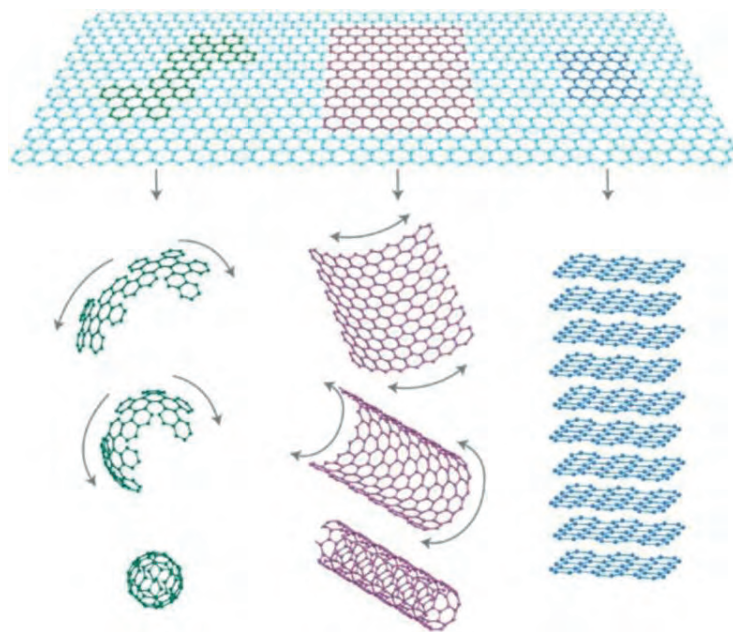
elektromos vezetőképességüket, illetve bizonyos körülmények között mutatott élénk színüket.

Igen érdekes, hogy e szénmódosulatok közül először a legbonyolultabb szerkezetűeket, a futball-labdára emlékeztető szerkezetű fulleréneket fedezték fel, amelyek a hatszögek mellett ötszögeket is tartalmaznak, mivel csak így jöhet létre a gömbszerű térbeli szerkezet. (A fullerénekre utaló első jeleket a csillagközi térben található porról származó spektrumokban mutatták ki, ott jelentkezett egy ún. C60 csúcs, amely egy 60 szénatomból álló szerkezetre utalt, s ez inspirálta a kutatókat egy ennek megfelelő térbeli struktúra megalkotására, majd bizonyítására.)

A másodjára felfedezett szén nanocsövek molekuláris méretű hengerek, amelyeknek falát a mintegy „feltekert”, egymáshoz illeszkedő csupasz benzolgyűrűk alkotják. Ez a szerkezet természetesen már megvalósulhat csupa hat szénatomos gyűrűből is.

Míg a fullerének és a szén nanocsövek megfelelő körülmények között (pl. kellően magas hőmérsékleten és igen csekély nyomáson, vákuumban) önszerveződéssel is keletkezhetnek, s már „csupán” szerkezetüknek és tulajdonságaiknak meghatározása, majd hasznosítási lehetőségeik feltárása volt hátra, addig cikkünk fő tárgyának, a grafénnek, vagyis a mindössze egyetlen atomrétegni hattanagú gyűrűt tartalmazó szénmódórsulatnak az előállítása már az első lépéstől tudatos erőfeszítéseket igényelt. A grafén Nobel-díjas előállítóinak meglepően egyszerű módszerrel sikerült elérniük céljukat: egy tiszta grafit-kristályra ráragasztottak egy cellulxhoz hasonló ragasztószalagot, majd lehúzták róla, így arról levált néhány réteg grafit. Majd az előzővel „szembefordítottak” egy hasonló ragasztószalagot, így a két szalag szétválásztása után a rétegek száma csökkent, s ezt a műveletet elégszer megismételve, egyetlen atomréteg marad az utolsó szalagon. Ennek tulajdonságai úgy vizsgálhatók, hogy a grafént egy, a mikroelektronikában használatos szilíciumtömb felületére, azaz valójában az azon kialakult oxidrétegre tapasztják. Az így kipreparált grafénrétegen elvégzett mérések a grafén számos különleges tulajdonságára világítottak rá, például arra, hogy csaknem tökéletesen átlátszó és kétszázszor erősebb az acélnál. A rugalmasságméréseket az ún. atomerő-mikroszkóp (Atomic Force Microscope, AFM) segítségével lehet elvégezni, amellyel nanométernél kisebb elmozdulásokat is érzékelni lehet. Természetesen a grafénből nem lehet acélt helyettesítő tömböket vagy rudakat előállítani, mivel azok már grafitból lennének, amelyről tudjuk, hogy mennyire puha, hiszen amikor ceruzánkkaal írunk, az írón hegyéből lehasadó grafitpikkelyek nyomot hagynak a papíron. Ezek a pikkelyek néhány grafénrétegből állnak, az egyes grafénrétegek közötti kötések azonban igen gyengék, a ceruza hegye és a papír közötti súrlódás elegendő a felszakításukhoz. A grafén azonban felhasználható az ún. kompozitanyagok tulajdonságainak javítására, segítségével például mindössze 350 gramm (!) súlyú kerékpárvázak állíthatók elő.

Hazánkban az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézetének Nanostrukturáltak Osztálya *Biró László Péter* akadémikus vezetésével számos, a grafénkutatás élvonalába tartozó eredményt ért el az elmúlt években. Így nem csoda, hogy a kutatócsoport — Magyarországról egyetlenként — 2014-ben elnyerte a csatlakozási lehetőséget az EU Graphene Flagship („zászlóshajó”) kiemelt nemzetközi tudományos programjához, melynek célja a grafénalapú eszközök kutatása és kifejlesztése. 2015 óta *Tapasztó Levente* vezetésével — aki az MTA „Lendület” programjának és az EU rangos ERC Kutatói Ösztöndíjának is nyertese — a kutatócsoport

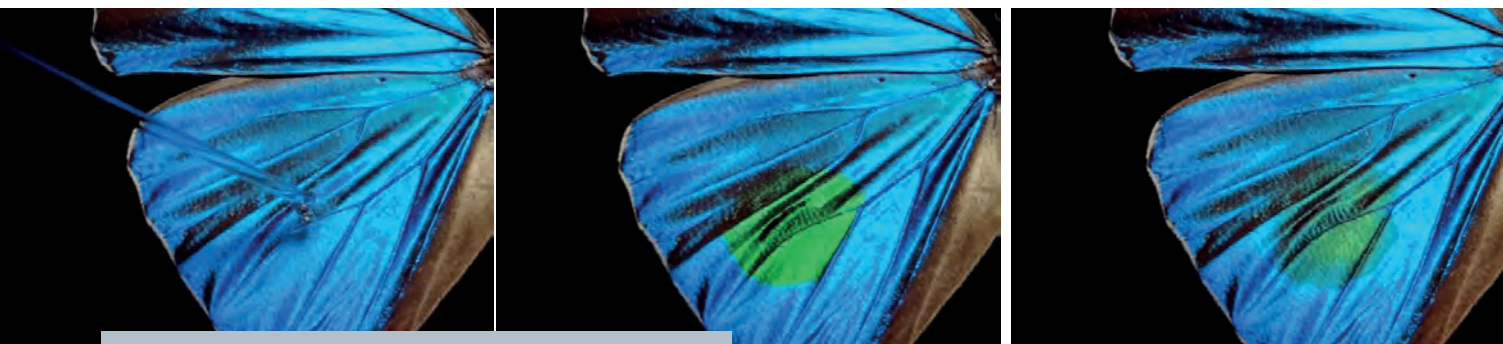


1. ábra. Fullerén, nanocső és grafén (A. K. Geim, K. S. Novoselov: The rise of graphene, Nat. Mater. 6, 183 (2007))

kiszélesítette vizsgálatainak körét a „grafénszerű” anyagokra. Ugyanis a grafén egy anyagcsalád — az ún. 2D (két-dimenziós) anyagok családja — első tagjának bizonyult, és az alkalmazásokban a család többi tagja, például a molibdén-diszulfid (MoS_2), szintén rendkívül ígéretes, sőt talán ígéretesebb, mint maga a grafén.

A mikrovilág törvényei gyökeresen különböznek a mindennapokban megszokottaktól. Ennek egyik nagyon fontos oka az, hogy az igen apró részecskék (mint amilyenek az ún. kolloidokban fordulnak elő), illetve az igen vékony rétegek esetében, mint amilyen a grafén, az atomok sokkal nagyobb része helyezkedik el a felszínen, mint az ún. tömbi anyagok esetében, és ahogy a víz felületi feszültségének példájából tudhatjuk, a felületi atomok egészen másként viselkednek, mint az anyag belsejében lévő atomok.

Ma már rendelkezésre állnak azok a technikai lehetőségek, amelyekkel atomi pontossággal „megmunkálható” a grafit, a szilícium-oxid- vagy az aranyhordozón elhelyezkedő grafénréteg. Ezekkel a nanolitográfiának nevezett eljárásokkal már sikerült (kristályhibák célzott beépítésével) csupán néhány atomnyi méretű tranzisztorokat, illetve egyéb áramköri elemeket létrehozni. Ez már nem a mikroelektronika, hanem a nanoelektronika világa. Azért lényeges ez, mert úgy tűnik, hogy kétévente megduplázódik az adott területegységen elhelyezkedő/elhelyezhető áramköri elemek száma, tehát az integrált áramkörök tranzisztorainak száma exponenciálisan növekszik, és ma már milliárdoknál tart, és az áramkörök hőtermelése miatt, mivel a hő elvezetése



2. ábra. Amikor egy kék Morpho lepke szárnyára alkoholt csöppentünk (amely önmagában színtelen), a lepkeszárny kék színe zöldre változik, majd az alkohol elpárolgása után visszaáll a kék szín. A jelenség magyarázata az, hogy a lepkeszárny kitinszerkezetének nanoméretű lyukaiban a levegő kicserélődik alkoholra, és ettől a törésmutató arány változik

nem megoldható, adott területre már hamarosan nem lehet több mikroelektronikai elemet beszáfolni. Itt jelenthet segítséget a grafén kiváló hővezető képessége.

Az elektromosságot jól vezető és gyakorlatilag teljesen átlátszó grafén másik igen fontos felhasználási területe az elektronikus eszközök (mobiltelefonok, tabletek, síkképernyős tévék stb.) szükség esetén akár hajlítható képernyőinek előállítására lehet. Ez azért fontos, mert az erre a célra jelenleg használt indium-ón-oxid (InSnO) nagyon drága, és az indiumkészletek fogyásával egyre drágább lesz.

A grafén másik fontos tulajdonsága, hogy elnyeli a mikrohullámú sugárzást. Ez igen lényeges, és nem elsősorban a mikrohullámú sütők árnyékolása, hanem főként a kibernetikai biztonság szempontjából, hiszen az érzékeny adatokkal dolgozó számítógépek megfelelő árnyékolás nélkül az épületen kívülről is lehallgathatók, ami felmérhetetlen károkat okozhat állambiztonsági és ipari szempontból egyaránt. Néhány grafénréteg azonban nem elegendő a mikrohullámú sugárzás teljes elnyelésére, ehhez a rétegek közé szendvicsszerűen szigetelő (dielektrikum) rétegeket kell elhelyezni. Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézetének Nanoszerkezetek Osztálya az elmúlt években ezeknek a megoldásoknak a kifejlesztésén is dolgozott.

Évek óta fontos kutatási téma az intézetben a lepkeszárnyak színét létrehozó nanoszerkezetű struktúrák vizsgálata, melyhez a Magyar Természettudományi Múzeum kurátora, *Bálint Zsolt* nyújt pótolhatatlan segítséget. Kémiai módszerekkel kék festékanyagot kinyerni akár a legszínpompásabb kék lepkék szárnyából sem lehet, csupán valamilyen szürke por a végeredmény (**2. ábra**). A gyönyörű színeket, amelyek a rátekintés szögétől függően akár változhatnak is, kitinből felépülő kb. 100 nanométeres

nyílásokat tartalmazó optikai rács hozza létre. Ebből állnak a lepkeszárny pikkelyei, amelyek a rájuk eső fényt (hullámhossza 450–700 nm lehet) színpompás mintázatot adva nyelik el, illetve verik vissza. Ezek a színek és mintázatok nem szemünk gyönyörködtetésére jöttek létre az 500 millió éves evolúció során, hanem számos fontos funkciót töltenek be a lepke életében, például a hőháztartásban, a párkeresésben és a mimikriában. (A kitin ún. poliszacharid, a rovarok páncélja is főként ebből áll.) Ha sikerül pontosan feltárni ezen fotonikus nanoszerkezetek felépítését, lehetővé válik az ún. biomimetikus (a természeteshez hasonló tulajdonságú) anyagok előállítása, amelyekkel környezetbarátabb módon lehetne megfelelő színhatásokat elérni, mint a kémiai nagyipar által előállított festékanyagok felhasználásával.

Hagyományos elektronikus eszközeink az áramokon és feszültségeken alapulnak, az áram és a feszültség viszont abból adódik, hogy az elektronnak elektromos töltése van. Azonban az elektron – mint elemi részecske – nem csak elektromos töltéssel rendelkezik, hanem önálló mágneses momentuma is van – ezt nevezzük „spin”-nek. Ahhoz, hogy az elektronikus eszközökben áramokat és feszültségeket mozgassunk, jelentős energiát kell befektetni, amelynek egy része nem is hasznosul, hanem hulladékhővé alakul. Ezen változtathat az ún. „spintronikai” eszközök kifejlesztése, ahol nem az elektronok töltése, hanem spinje hordozza az információt. Habár a szén önmagában nem mágneses anyag, a 2D grafénből kivágott nanoszalag bizonyos körülmények között ferromágneses, vagy antiferromágneses viselkedést mutat. A Nanoszerkezetek Osztály kutatói kimutatták, hogy grafén nanoszalagokból újfajta, háromállapotú tranzisztorokat lehet készíteni, amelyek egyszerre, vezérelhető módon mutatnak elektronikus és spintronikus viselkedést. A graféntranzisztor pedig már a közvetlen gyakorlati alkalmazás felé nyit utat.

Látható tehát, hogy a nanoszerkezetek kutatása néha egymástól igen távolinak látszó területeken is nagyon értékes eredményeket hozhat.

GÁCS JÁNOS



KÖRNYEZETI HATÁSOK

A vegetáció válasza a klímaváltozásra

Napjainkban már rendszeresen olvashatunk olyan, a Föld klímájához kapcsolódó szélsőségekről, hogy milyen kicsire zsugorodott az Északi-sark körüli jégtakaró, hogy az elmúlt hónap átlaghőmérséklete olyan magas volt a Földön, mint még egyszer sem, mióta megbízható műszeres méréseket végeznek. Míg egy-egy ilyen szélsőséges esemény önmagában semmit sem bizonyít, mára annyi adat gyűlt össze mind a szélsőségek gyakoriságának növekedéséről, mind az átlagértékek trendszerű változásáról, hogy tudományos konszenzus alakult ki a klímaváltozás létéről, és arról is, hogy ezt az emberi tevékenység okozza.

Az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) legfrissebb (2014) jelentése szerint a Föld átlaghőmérséklete $0,9\text{ °C}$ -ot emelkedett a XX. század folyamán. Ugyanez a jelentés a XXI. század végéig várható további hőmérséklet-emelkedést $0,3\text{–}4,8\text{ °C}$ közé teszi, elsősorban a széndioxid-kibocsátás mértékétől függően. A hőmérséklet jövőbeli változásához képest a csapadékmennyiség mértéke nehezebben becsülhető. A csapadékváltozás várhatóan nagy regionális különbségeket mutat majd. Így

például Dél-Európában nagy valószínűséggel a csapadék csökkenése, míg Észak-Európában a csapadékmennyiség növekedése várható. Magyarország e két nagy régió határán helyezkedik el, ahol az éves csapadék mennyisége várhatóan nem fog jelentősen változni, azonban csapadékosabb telekre és szárazabb nyarakra számíthatunk.

A nagy vegetációs, vagyis növényzeti övek elhelyezkedését alapvetően a klíma határozza meg; ez figyelhető meg globális léptékben (biomok) és a magashegyi



Hazánkban a kutatók a virágzás időpontjának legnagyobb változását az orchideák közül a majomkosbornál figyelték meg (FOTÓ: MOLNÁR V. ATTILA)

övezetesség esetében is. Ebből következik, hogy arra a kérdésre nem nehéz a válasz: a klímaváltozás hatással lesz-e a vegetációra? A válasz csak „igen” lehet. Érdekes és fontos kérdés lehet viszont, hogy mely hatások jelentkezhetnek először és melyek később, mely növényfajok vagy vegetációtípusok a legérzékenyebbek, vagy, hogy a klímaváltozás hatását hogyan módosíthatják (erősíthetik vagy gyengíthetik) más tényezők hatásai.

Az egyik legkönnyebben detektálható válaszreakció, amit a növények a melegedésre adhatnak, a fenológiai változások, vagyis az életmenet valamilyen rendszeresen ismétlődő eseményének időpontváltozása (pl. rügyfakadás, virágzás). A ma már gyakran több évtizedet átívelő fenológiai adatsorok egyértelműen mutatják pl. a mérsékelt övben a növények egyre korábbi rügyfakadását és virágzását. Az egyik leghosszabb ilyen jellegű adatsor a japán cseresznyefák virágzásának időpontja, amit az 1600-as évek végétől feljegyeznek, és ami ugyancsak mutatja az utóbbi évtizedekben korábban kezdődő virágzást.

Különösen hasznosak és meggyőzőek azok a vizsgálatok, amelyek több élőlénycsoport párhuzamos megfigyelését végzik. Az oroszországi Karéliában 1970 óta

monitorozzák párhuzamosan edényes növények, madarak, rovarok és gombák fenológiai változásait. Kimutatták, hogy míg a növények erőteljesen, a vonuló madarak kevésbé reagálnak az emelkedő hőmérsékletre. Különösen érdekes azoknak az élőlénycsoportoknak vagy fajoknak a válaszreakcióit összevetni, amelyek szoros kölcsönhatásban élnek, mint például a rovarbeporzású virágok és a beporzó rovarok. A kora tavaszi martilapu (*Tussilago farfara*) virágzásának időpontja az utóbbi évtizedekben sokkal korábbra tolódott, mint az egyik fő beporzó csoport, a poszméhek (*Bombus* spp.) megjelenése. A virágzás és a beporzók előfordulása időpontjának ilyen eltérő változása hosszabb távon a beporzás sikerességére is hatással lehet. Magyar kutatók hazai orchideafajok virágzási időpontjának változását vizsgálták a herbáriumi adatlapokon szereplő gyűjtési időpontok alapján. A 39 vizsgált faj közül kilencnél statisztikailag is kimutatható módon korábbra tolódott a virágzás az 1960-as évek után a korábbi időszakhoz képest. Az orchideák átlagosan három nappal korábban virágoznak, de van olyan faj, a majomkosbor (1. ábra), ahol ez a fenológiai eltolódás 14 nap.

A növényzetnek, mint az elsődleges termelő szervezetek összességének, egyik legfontosabb tulajdonsága a primer produkció, azaz, hogy mennyi szenet köt meg és alakít át biomasszává. Mivel ez a folyamat erősen függ a környezeti feltételektől, a klíma változásával ez is módosulhat. A kérdéskör fontosságát növeli, hogy az esetlegesen emelkedő szénmegkötés globális szinten hozzájárulhat a légkör szén-dioxid szintjének csökkenéséhez, és így negatív visszacsatolásként tompíthatja az antropogén eredetű szénkibocsátás hőmérsékletemelő hatását. Közép-európai erdők több mint 140 évre visszamenő fanövekmény-adatait elemezve kimutatták, hogy az 1960-as évektől kezdődően gyorsabban nőnek a fák. Ilyen regionális változások alapján azonban még nem tudhatjuk, hogy mi zajlik globális léptékben. Műholdakra telepített műszerek segítségével becsülve, a XX. század utolsó két évtizedében a globális nettó primer produkció 6%-os növekedését tapasztalták. Érdekesség, hogy ennek a növekedésnek majdnem a felét Amazónia adta. A vegetáció növekvő szénmegkötésének, és így a légkörből történő széndioxid-kivonásnak azonban nem lehetett sokáig örülni, mert a XXI. század első évtizedében egy hasonló vizsgálat már egy enyhén csökkenő globális primer produkciót állapított meg. Ennek legfontosabb oka a déli félteke több régióját sújtó aszály volt, ami arra hívja fel a figyelmet, hogy a hőmérséklet-emelkedés és széndioxid-szint emelkedésének esetlegesen kedvező hatását regionálisan felülírhatja a csökkenő csapadék negatív hatása.

A fenológiai változásoknál és a produkció változásánál markánsabb átalakulás, ha módosul a növényzet összetétele: a vegetációt alkotó fajok közül egyes fajok elszaporodnak, mások visszaszorulnak a megváltozó környezeti feltételek hatására. A klímaváltozás hatása-it leginkább azokban a régiókban látjuk – pontosabban a megfigyelt változásokat ott tudjuk legbiztosabban a klímaváltozáshoz kötni –, ahol a hőmérséklet a legfontosabb limitáló környezeti tényező és az emberi tevékenység kevésbé intenzív, így nem írja felül a klíma hatását a magas szélességi fokok mentén elterülő tundrán és a hegységekben. A tundra az a bióm (2. ábra), ahol legkorábban (már az 1980-as években) elkezdtek a klímaváltozás ökológiai hatásainak vizsgálatát. Mára a sok mintaterületen végzett hosszú távú monitorozás egyértelműen kimutatta, hogy a tundrai vegetációban növekszik a fásszárúak (cserjék) és kisebb mértékben a fűvek mennyisége, ezzel párhuzamosan pedig csökken a mohák, zuzmók mennyisége és a nyílt talajfelszín kiterjedése. Nagyon hasonló eredményeket kaptak akkor is, amikor a tundrán mesterséges melegítéses kísérleteket végeztek, ami megerősíti azt a feltételezést, hogy ok-okozati kapcsolat van a melegedés és a megfigyelt vegetációs változások között.

A hegységekben megfigyelhető magassági zonáció kialakításában a hőmérsékletnek meghatározó szerepe van, így joggal várhatjuk, hogy a klíma melegedésének hatására idővel az egyes fajok és vegetációtípusok magassági elterjedése is megváltozik. Sok helyen meg is figyeltek már ilyen változásokat. Franciaország hat hegységében, 0–2600 m tengerszint feletti magassági tartományban, 1905–1985, illetve 1986–2005 között készült 4000–4000 felvétel alapján vizsgálták meg, hogyan változtak meg 171 faj magassági előfordulási adatai. Az összes faj átlagában a fajok előfordulási optimuma (az a magasság, ahol legnagyobb valószínűséggel előfordul) 66 méterrel magasabbra tolódott. 49 esetben az elmozdulás statisztikailag is kimutatható, és ebből 41 faj esetében ez felfelé történt. Legnagyobb változást a hegyvidéki élőhelyekre specializálódott növények, illetve a fűfélék esetében detektáltak. Egy másik megközelítési mód, hogy a fajok hőmérsékletigényét a teljes elterjedési területük klímája alapján jellemzik,

és azt vizsgálják, hogy egy adott helyen hosszú idő alatt (egy melegedő klímában) mely fajok szaporodnak fel. Egy széleskörű vizsgálatban, amelyben Európában és Észak-Amerikában több évtized elteltével végzett, ismételt felvételezéseket értékelték, a legtöbb esetben kimutatható volt egy „termofilizáció”, vagyis a melegkedvelő fajok felszaporodása és a hidegkedvelők visszaszorulása. Európai magashegységek csúcsi régióit vizsgálva, már egy nyolcéves vizsgálat (2001–2008) során is megfigyelték a termofilizáció jelenségét. Ez azért aggasztó, mert ezek azok az élőhelyek, ahonnan a hidegkedvelő fajok már nem tudnak magasabbra húzódni, így idővel a lokális kihalás fenyegetheti őket.

A növényzeti összetétel változásának legdrasztikusabb esete, amikor markánsan különböző vegetációtípusok (pl. erdő és gyepek) váltják egymást, akár a határokok fokozatos elmozdulásával, akár egy nagy területre ki-

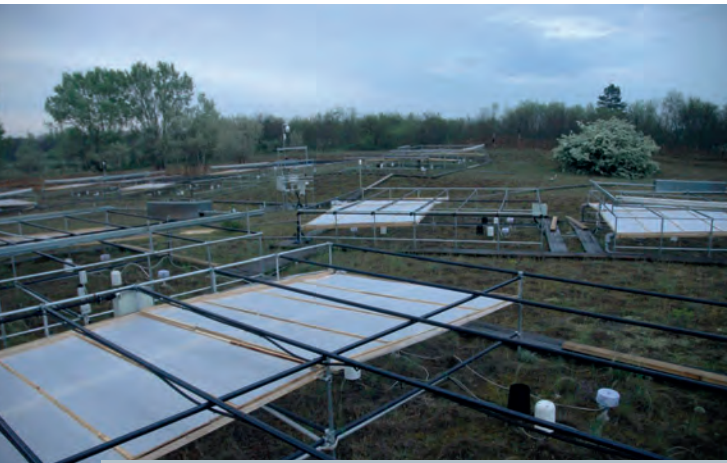


Fenyők (*Pinus edulis* és *P. ponderosa*) tömeges pusztulása Új-Mexikóban a 2002–2003 évi szárazság következtében (PHILLIPPE DIEDERICH GETTY IMAGE)

terjedő cserével. A klímaváltozás kapcsán ilyen példa a hegyekben a felső erdőhatár magasabbra tolódása a melegedés következtében (gyep erdővé alakulása) és a meleg, illetve szárazság hatására bekövetkező erdőpusztulás. Az egyik legjobban dokumentált esettanulmány Észak-Spanyolországból ismert, ahol régi és új fényképek összehasonlításával és részletes dendrokronológiai vizsgálattal mutatták ki a bükk alkotta felső erdőhatár magasabbra húzódását a XX. században. Ahogy a legtöbb ilyen megfigyelésnél, ebben az esetben is probléma azonban, hogy a melegebbé váló klíma mellett más tényező is magyarázhatja a felső erdőhatár elmozdulását: leginkább a csökkenő legeltetés és ettől

nem függetlenül a tüzek ritkábbá válása. Ebben a konkrét esetben a melegedésnek legalább a részleges szerepét valószínűsíti, hogy a bükk alsó határának elmozdulását is kimutatták, ahol egy tölgyfaj váltja fel a bükköt.

Miközben a melegedő klíma az erdő megtelepedését segíti ott, ahol korábban a hideg volt a korlátozó tényező (felső erdőhatár, tundra), az erdőzóna száraz és meleg oldalán, vagy akár annak belsejében is, a szárazabbá vagy melegebbé váló klíma az erdő pusztulását okozhatja. Egy 2010-ben készült globális áttekintés 88 olyan tömeges erdőpusztulást gyűjtött össze, amelyek 1970 óta történtek és szárazsággal és melegedéssel, vagy ezekkel kapcsolatos szélsőségekkel hozhatók összefüggésbe. Az egyik legnagyobb területre kiterjedő ilyen esetet Észak-Amerika délnyugati részén dokumentálták, ahol a 2002–2003-as rendkívüli szárazság hatására a becslések szerint 12 000 km² területen pusztult ki az ottani nyílt erdei vegetáció egyik domináns



Csapadék-manipulációs kísérlet a Kiskunságban Fülöpháza közelében. A vizsgálatban az egyszer előforduló szélsőséges aszály és a gyakran visszatérő, de mérsékelt csapadékváltozás (szárazság, illetve csapadéktöbblet) önálló és együttes hatásait vizsgáljuk (FOTÓ: KRÖEL-DULAY GYÖRGY)

fenyőfaja (*Pinus edulis*; **3. ábra**). Fontos megjegyezni, hogy a tömeges pusztulást nemcsak közvetlenül az aszály, hanem az aszály és az erősen stresszelt fákat érő szúinvázió együttesen okozta. Algériában az 1999 és 2002 közötti extrém száraz időszak okozta az Atlasz cédrus tömeges pusztulását. A terület Szahara felőli részén a pusztulás a legszárazabb és legmelegebb élőhelyeken kezdődött, de idővel minden élőhelyre kiterjedt, míg a tengerpart közelében kisebb mértékű volt, és csak a melegebb, déli oldalakat érintette.

Az eddigi példákból is kitűnhet, hogy miközben a klímaváltozás hatásai a növényi működés és a vegetáció szerveződésének sok szintjén megfigyelhetőek,

a megfigyelt változások megbízható interpretálása számos nehézséggel és bizonytalansággal is terhelt. Ezek közül az egyik legfontosabb, hogy a klíma megváltozásával párhuzamosan egyéb folyamatok is zajlanak, mint például az emberi tájhasználat megváltozása vagy az invazív fajok megjelenése. A felső fahatár magasabbra tolódásánál már szóba került, hogy a jelenséget a melegedés mellett a legeltetés felhagyása ugyanúgy okozhatja. Ugyanakkor az erdei aljnövényzet melegedés okozta termofilizációját az erdőhasználat erősítheti, de akár gyengítheti is. A korábban már említett vizsgálatban megfigyelték, hogy míg az erdők többségében termofilizáció történt, néhány esetben ezzel ellentétes folyamatot találtak. Kiderült, hogy azokban az erdőkben szorultak vissza a melegkedvelő fajok, ahol az erdőhasználat a korábbihoz képest zártabb lombkoronaszintet tartott fenn, tehát a tájhasználat hatása — legalábbis időlegesen — felülírhatja a klíma hatását. Ugyanerre példa egy tundrán végzett, legeltetéssel kombinált melegítési kísérlet: összhangban a korábbi vizsgálatokkal, a melegítés önmagában a produkció, és különösen a cserjék tömegességének növekedéséhez vezetett, míg legeléssel kombinálva a melegítés nem okozott produkciónövekedést a kezeletlen parcellákhoz képest.

Végezetül meg kell említeni az özönnövények terjedését, mint ami a klímaváltozással párhuzamosan zajló folyamat. A délről származó jövevényfajok megtelepedése és terjedése esetén nagyon nehéz eldönteni, hogy azért terjed-e egy faj, mert most vált számára kedvezővé a klíma, vagy, mert csak most hurcolták be.

További nehézséget okoz, hogy a klímaváltozásra adott válaszok gyakran nem lineárisan változnak a klímaváltozás mértékével, vagy a változás kezdete óta eltelt idővel, hanem gyakran késleltetve, akár ugrásszerűen jelentkezhetnek. Mivel a környezet variabilitásához hozzászokott a vegetáció, így egy darabig pufferelni képes a megváltozó környezet hatását, ám a negatív hatások akkumulálódhatnak. Észak-amerikai nyarasok (*Populus tremuloides*) esetében mutatták ki, hogy a több évig tartó szárazság során folyamatosan romlik a fák vízzállító képessége. Ez sokáig nem látszik a fák életképességén, azonban egy idő után a fák pusztulását okozza. Ugyancsak fontos lehet, hogy a vizsgált rendszer stabil, egyensúlyi állapotban van-e, vagy éppen egy korábbi bolygatásból regenerálódik. Egy Európa hat országában folyó kísérletben azt találtuk, hogy azok a területek, amelyeket valamilyen más bolygatás ért, már egy kisebb szárazság- vagy hőkezelésre is érzékenyen reagáltak. Egy dániai csarabost (*Calluna vulgaris*) például a kísérlet ideje alatt érte egy csarabot fogyasztó bogár (*Lochmaea suturalis*) tömeges elszaporodása, aminek következtében

a csarab nagy része kipusztult, függetlenül a kezelésektől. Noha a szárazság- és hőkezelésnek semmilyen hatása nem volt a növényzetre a csarabpusztulás előtt, a szárazságkezelés hirtelen nagyon fontos lett, mert akadályozta a regenerációt, ami így a kontrollparcellákban megtörtént, de a szárazságkezeltekben nem. Ez az eredmény azért fontos, mert azt mutatja, hogy ha csak stabil, egyensúlyi állapotban levő rendszereket vizsgálunk, akkor könnyen alulbecsülhetjük a klímaváltozás várható hatásait.

Azon túl, hogy a válaszok nem lineárisan változnak az idővel, vagy a klímaváltozás erősségével, arra is van példa, hogy a kezdeti hatások idővel teljesen eltűnnek, vagy akár ellentétes irányba fordulnak. Ez utóbbit láttuk korábban a globális primer produkció esetében is, amikor a produkció növekedését idővel a csökkenés váltotta fel. Hasonló dolog történt egy kaliforniai gyepek kísérletben is. Amikor a csapadék mennyiségét növelték, az első két évben a diverzitás és a produkció drasztikus növekedését tapasztalták, ami a nitrogénkötő kétszikűek felszaporodásának volt köszönhető, amelyek hasznosítani tudták a több csapadékot. Az így feldőszuló nitrogén azonban leginkább az egyéves füveknek kedvezett, amelyek olyan nagy tömegben nőttek, és olyan sok avart képeztek, hogy az a következő évben drasztikusan csökkentette a kétszikűek csírázását. Így negyedik évre a produkció a kontrollparcellák szintjére, a diverzitás pedig az alá esett. Számos kísérletben megfigyelték (elsősorban melegítéssel vagy széndioxid-dúsításos kísérletekben), hogy a produkció a kezdeti erős válasz után idővel visszaállt az eredetihez hasonló szintre, a rendszer akklimatizálódott az új körülményekhez. A rövid- és hosszú távú válaszok ilyen jelentős eltérése azt jelenti, hogy a rövidtávú válaszokból gyakran nem következtethetünk a hosszú távúakra. Ezt azért fontos észben tartani, mert a legtöbb kutatás csak néhány évig tart, így nem szabad csak az ezekből származó eredményekre támaszkodni.

A klímaváltozás ökológiai hatásaival kapcsolatos említett bizonytalanságok csökkentésének egyik módja lehet, ha a kutatásnál több megközelítést alkalmazunk párhuzamosan. Ez a tudomány minden területéről elmondható, de különösen fontos akkor, ha olyan komplex és hosszú idő alatt kialakuló jelenséggel állunk szemben, mint a klímaváltozás. A témakörben a két leggyakrabban alkalmazott megközelítési mód a hosszú távú megfigyelés és a terepi kísérletezés (4. ábra). A hosszú távú vagy egyéb megfigyeléses vizsgálatokkal való változásokat detektálunk, de nem lehetünk benne biztosak, hogy az esetlegesen megfigyelt változásokat a változó klíma vagy valamilyen más tényező

okozza. A terepi klímaváltozás-kísérletek előnye, hogy a klímátényezőket (pl. hőmérséklet, csapadék) mi manipuláljuk, így biztosított az ok-okozati kapcsolat, ám a kísérletek időbeli (évek, esetleg évtizedek) és térbeli (rendszerint néhány négyzetméter) korlátai csökkentik az eredmények általánosíthatóságát.

Más módszerek is léteznek: a tér-idő megfeleltetés során térben, és így klimatikusan elkülönülő ökoszisztémák összehasonlításával próbálunk következtetni a klímaváltozás várható hatásaira. Az őselemtani (paleobiológiai) kutatások a földtörténeti múltban zajlott klimatikus és például vegetációs változásokat vetik össze. Az erősen kontrollált üvegházi vagy labor-kísérletek egyes változások mechanizmusait tárhatják fel. A szimulációs modellezés segítségével pedig hosszú távú hatásokat tesztelhetünk, vagy hipotéziseket generálhatunk. Jó esetben a különböző módszerek hasonló eredményre vezetnek: a tundra esetében a tér-idő megfeleltetés, a hosszú távú megfigyelések és a melegítéssel kísért kísérletek nagyon hasonló növényzeti változásokat jeleztek. Ugyanakkor a fenológiai változások esetében a hosszú távú megfigyelések a virágzás és a rügyfakadás időpontjának sokkal markánsabb változását jelezték 1 °C hőmérséklet-emelkedésre vitelve, mint a melegítéssel kísért kísérletek, ami óvatosságra int az eredmények interpretálása során. Akár azonoság, akár eltérés van a különböző módszerekkel kapott eredmények között, több módszer párhuzamos alkalmazása mindenképpen hozzájárulhat a klímaváltozásra adott válaszok jobb megértéséhez.

Összefoglalva elmondható, hogy a klímaváltozásnak sokféle hatása figyelhető meg már jelenleg is a növényvilágban: fenológiai és produkcióbéli változások, a vegetáció összetételének változása, az egyes fajok vagy vegetációtípusok elterjedési határainak elmozdulása. A hatások legtisztábban a tundrán és a hegységben figyelhetők meg. A jövőben egyre több és markánsabb változásra számíthatunk a növényzetben, köztük fokozatos, kis lépésekben történő változásokra, de hirtelen bekövetkező, drasztikus átalakulásokra is. Mivel ezek a változások földtörténeti léptékkal nézve nagyon gyorsak, továbbá más negatív folyamatokkal párhuzamosan zajlanak egy mára már erősen átalakított földfelszínen, ez nagy eséllyel a vegetáció gyorsuló leromlását, eljellegtelenedését, és biotikus homogenizációt jelent. Ennek csökkentésére a természetvédelem adta minden lehetőséget fel kell használni, de hosszabb távon a legfontosabb a klímaváltozás mértékének csökkentése lenne.



Napjaink végzetes kimenetelű mérgezéseit főként a helytelenül használt vagy a tévesen azonosított növények, gombák, illetve a mérgezett állati termékek okozzák. A kiskorúak körében gyakrabban fordulnak elő, hiszen számukra különösen vonzóak a színes bogyók, virágok, amelyeket kirándulások kapcsán leszednek vagy megkóstolnak. Egyes mérgeket csak a frissen szedett növények tartalmazzák, míg másokat a szárítás folyamata koncentrálja, így növekedhet a toxicitás. A növényi mérgek a növények gumóiban, virágaiban, szárában és főleg a termésekben, a magok védelmében koncentrálnak. Ezek főleg a kártevők ellen nyújtanak védelmet, de élettani hatásai a növény számára nem különösebben jelentősek.

HALÁLOS ÉLŐLÉNYEK

Mérgező növények

A növények emberi szervezetre gyakorolt hatásuk szerint lehetnek teljesen veszélytelenek, enyhe vagy erős biológiai hatásúak, valamint mérgezőek. Az enyhe vagy erős biológiai hatású növényeket más néven gyógynövényeknek nevezzük. Kis dózisban kedvező élettani hatással rendelkeznek, de túllépve a kritikus dózist, valamint krónikus alkalmazásuk során toxikussá válhatnak. Mérgezőnek nevezünk minden olyan növényt, amely az élő szervezettel érintkezve annak kóros elváltozását okozza, akár már igen kis mennyiségben is megbetegedést idézhet elő.

Szárban, levélben, virágban...

A növényi mérgek a növények gumóiban, virágaiban, szárában és főleg a termésekben a magok védelmében koncentrálnak. Ezek főleg a kártevők ellen védik a

növényeket, de élettani hatásai a növény számára nem különösebben jelentősek. Egyes mérgeket csak a frissen szedett növények tartalmaznak, míg másokat a szárítás folyamata koncentrálja, így növekedhet a toxicitás.

A mérgezés tüneteit a növény dózisa, az elfogyasztott növényi rész tulajdonsága, a készítmény formája (vizes kivonat, tinktúra, porított forma), valamint az alkalmazás helye (belsőleg, külsőleg) is befolyásolja. A keletkező károsodás lehet átmeneti vagy tartós, enyhétől egészen a halálos végkimenetelig fajulhat. A növényekben előforduló mérgező anyagok meghatározása, izolálása és hatásuk pontos feltárása elengedhetetlen a károsító tényezők megelőzése és elkerülése érdeké-



Dohány (FOTÓ: DEREK RAMSEY)

ben. Ezeknek az összetevőknek köszönhetik a növények a gyógyító vagy éppen mérgező hatásukat, amit az egyre népszerűbb fitoterápia is alkalmaz. Az 1. táblázatban felsorolt hatóanyagok listája nem teljes, csupán a leggyakrabban használt anyagokat tüntettük fel. Ilyenek az alkaloidák, aminosavak, glikozidok, toxalbuminok, terpének, furokumarinok, fenolok, savak stb. Ezek az anyagok a növényekben különböző koncentrációban fordulnak elő, ami a talaj minőségétől, a kártevők jelenlététől, az időjárástól, sőt a környező

fauna összetételétől is függ. A peszticiddel kezelt területeken a gyógynövények által termelt természetes növényvédő szer koncentrációja jelentősen lecsökken, ugyanis ahhoz, hogy egy növény ezeket termelje, szükség van a kártevő jelenlétére. Ezért is nagy jelentőségű a gyógynövénytermelésben a biogazdálkodás és a természetvédelmi területek épségének megőrzése.

Nagyon sokféle toxikus vegyületet termelnek a növények, és természetesen ezek hatásmechanizmusa is igen sokféle. Az akonitin például a Na^+ -csatornára hatva bénítja az érzőideg-végződéseket. A ricin két eltérő funkciójú polipeptidláncból áll: a B-lánc a sejtfelülethez kötődve juttatja be a molekulát a sejtbe, ahol a szabaddá váló A-lánc inaktíválja a riboszómális RNS-t, így a fehérjeszintézis megáll és sejthalál következik be. A cianogén glikozidok hidrolízise során toxikus hidrogén-cianid (HCN) szabadul fel, amely a citokrómoxidáz enzimet blokkolva fulladásos halált okoz. A mustárolaj-glikozidok a cianogén-glikozidoktól főként szerkezetükben térnek el: nem O-, hanem S-glikozidok és cukorkomponensük mindig glükóz, továbbá enzimatisuk bomlásuk során izotiocianát (mustárolaj) szabadul fel, mely könnyen izomerizálódhat tiocianáttá.

Mérgezés esetén a terápia fő feladata a mérég eliminálása a szervezetből pl. aktív szén segítségével, és a mérgek közömbösítése, ami leggyorsabban tojásfehérjés víz, tej itatásával érhető el, mert ezek kicsapják az alkaloidokat. Az intenzív terápia része a keringés és a légzés stabilizálása, hánytatás, a gyomormosás, a bőr lemosása, a szem kiöblítése, valamint a gyulladásos tünetek csökkentése. Az atropintartalmú mérgező növények kitűnő antidótuma a fizosztigmin, ami kolinészteráz-gátló.

A növényi mérgek általános jellemzője, hogy soha sem egyetlen hatóanyag van jelen, hanem több tucat molekula együttesen fejti ki hatását és többnyire ezek egymás hatásait különböző támadáspontokon erősítik. De melyek is ezek a hatóanyagok?

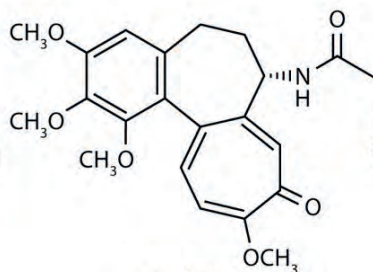
Gyűrűk nitrogénnel

Az *alkaloidok* nitrogéntartalmú heterociklikus vegyületek, melyek legismertebb képviselői az atropin, az apoatropin, a skopolamin, a mandragora vagy belladonna-alkaloidák. Kompetitíve gátolják a muscarinreceptorokat és az acetilkolin-receptorokat, ezért erőteljes anticholinerg hatással rendelkeznek. A muscarinreceptoroknak öt fajtáját különböztetjük meg, a G- fehérje családhoz tartoznak, aktiválhatók acetilkollinnal és gátlhatók atropinnal. Ezek a receptorok jelen vannak

az agyban, az emésztőrendszerben, a limfocitákban, bőrben, sőt az izomrostokban is. A belladonna típusú mérgezés éppen ezért szájszárazságot, csökkent verejtékezést, szemvibrálást, tachikardiát okoz. Az izzadás csökkenése miatt hipertermia, tudatszűküllet, izomgörcsök, agresszív viselkedés jellemző. Magas dózisban azonnali légzésbénulás, mély kóma, sokk és halál következhet be. A kezelés benzodiazepinekkel, légzés-támogatással történhet, antidótuma a fizosztigmin.



Koronás liliom



Kolhicin



Őszi kikerics

Az *akonitinek* igen erős mérgek, mivel a membránok iontranszportjára hatnak. A sejteken belül emelkedik a nátriumtartalom, az idegrendszerben repolizációs zavar jön létre. Csökkentik az izmok összehúzóási képességét, ezért nagyfokú izomgyengeséget, lassú szívműködést, hányást, hasmenést okoznak. Antidótuma nem létezik, a tüneteket atropinnal lehet mérsékelni. A perifériás idegekben érzészavar, bénulás következhet be, a központi idegrendszeri hatásként epilepsziás görcsöket okoz.

A *nikotin*, ami nevét Jean Nicot de Villemain márkiról kapta, a burgonyafélék családjához tartozó dohánylevél alkaloidja. Dohánytermékek gyártására a közönséges dohány (*Nicotiana tabacum* L., *Solanaceae*) és a hazánkban is termesztett rokon fajok levele (*N. rustica* L.) alkalmas. A dohánylevelekben feldúsuló és onnan izolálható levéldrog főként alkaloidkeveréket tartalmaz, amelynek fő alkotója egy szintelen folyadék, a nikotin. A dohánylevelet főleg cigaretták, tubák, szivarok formájában használják mint élvezeti szert. Egy szál cigarettával 5-10 mg nikotin jut a szervezetbe. A dohány kivonata rovarirtó szerként is elterjedt, elsősorban levéltetvek ellen használták. A nikotin erős mérge, 50-100 mg dózisban már légzésbénulásos halált okoz. Elsősorban a szimpatikus idegrendszert serkenti, élénkséget, fokozott izgalmi állapotot, magas vérnyomást, emelkedett szérumglükóz-szintet eredményez. Elsősorban az acetilkolin-receptorokra fejti ki a hatását, de vannak a központi idegrendszerben nikotinra specializálódott receptorok is. Csökkenti az éhségérzetet,

és növeli a szérum szabad zsírsavtartalmát. Másrészt viszont antidiuretikus hatású, így a stresszes életformát folytató munkahelyeken, az egészségügyben, a szórakoztatóiparban, ahol az étkezésre és egyéb vegetatív funkciók ellátására kevés alkalom nyílik, sokan rászoknak. A dohányzás számos súlyos következménnyel jár, amiért nemcsak a nikotin felel, hanem a dohány termesztésekor használt peszticid maradványai és az elégetésekor felszabaduló karcinogén anyagok sokasága is.

A *sztריךin* a farkasmaszlag magjának alkaloidja, amit igen régóta használnak a gyógyászatban, és öngyilkosságra vagy mérgezésekre is, bár keserű íze miatt nehezen álcázható. Számos népi gyógyításhoz használták még ma is összetevője egyes készítményeknek a kínai és az indiai

gyógyászatban. Főleg az emésztés javítására használták, halálos adagja 50-100 mg. A szervezetben egyenesen oszlik el, a májban metabolizálódik a CYP-450 mikroszómális enzimek által. Hatásmechanizmusa jól ismert, a glicinhez csatlakozik, így megakadályozza a központi idegrendszer és a periféria közötti kapcsolatot, ami a gátlás hiánya miatt súlyos izomszakadással is járó görcsöket okoz. Ez a tetanusz toxin hatásához hasonló folyamat, ahol a tetanusz toxin akadályozza meg a glicin felszabadulását. A tüneteket a mérgezést követő 1-2 órán belül már lehet tapasztalni, akaratlan izomösszehúzóásokat, hiperreflexiát. Benzodiazepin adásával a tünetek mérsékelhetők és a test lehűtésével a hipertermia is kezelhető, aminek eredményeként a metabolikus acidózis is csökken.

A *kolhicin* az őszi kikerics magjában található mérgező anyag, amit a gyógyászatban is használnak az akut köszvényes rohamok kezelésére. Halálos adagja 1 mg/ testsúly kg, gyermekeknél még ennél is alacsonyabb. Azonnal felszívódik a belekből és főleg a fehérvérsejtekhez és a plazmafehérjékhez kötődik, ahol kifejti hatását. Erőteljesen gátolja az immunreaktivitást és különösen a sejtszaporodásra hat bénítóan. Ennek oka, hogy gátolja a sejtszétválás kapcsán kialakuló húzófonalakat, amelyek olyan mikrotubulusok, amelyek segítségével a kromoszómák egyenesen szét tudnak válni és az utód sejtekbe át tudnak jutni. A kolhicin hatása dózisfüggő és reverzibilis. A magas dózis megakadályozza az új mikrotubulusok képződését, így a sejtszétválás leáll. Hatással van a DNS-szintézisre és az idegrendszerben gátolja a GABA felszabadulását.

A kolchicin elsősorban a fehérvérsejtekben halmozódik fel, így nem csupán a sejtszaporodást, de a funkciót is képes gátolni. Gyulladást csökkentő hatása miatt alkalmazzák az akut koszvényes roham tüneteinek mérséklésére.

A kolchicinmérgezés akut tüneteit hányás, hasmenés jellemzi, majd különböző szervekben alakulnak ki funkció zavarok. Így a tüdőben, szívben, vesében, majd egy két héten belül az immunrendszer elégtelen működése és szepszis miatt áll be a halál. Amennyiben az egyén túléli az akut mérgezést, úgy myoneuropátia, szívritmuszavar, kopaszság alakul ki néhány hónap alatt.

Nincs ellenmérge, így mérgezés esetén főleg a tüdő és a kardiovaszkuláris rendszer elégtelenségét kell kezelni, és fontos megelőzni a fertőzéseket is, ezért antibiotikus terápia indokolt. A kolchicin metabolizmusa a májban történik a CYP-450 3A4, így minden olyan hatás, ami ezt az enzimet érinti, májkárosodást, májgyulladást okoz, ami gátolja a kolchicin lebontását és tovább növeli a toxicitást. A gyógyszerek közül ilyenek lehetnek a kalciumcsatorna-gátlók, antibiotikumok, mint pl. az eritromicin. A koszvényes rohamok kezelésében betöltött szerepe elsősorban gyulladáscsökkentő hatásának tudható be, mivel megakadályozza az immunsejtek citokinképzését, amivel serkentik a gyulladáshoz vezető sejtelemek beáramlását az érintett ízületekbe.

A legfontosabb mérgező növények listája

MAGYAR NÉV	LATIN NÉV	MÉRGEZŐ RÉSZE	HATÓANYAG
konkoly	<i>Agrostemma githago</i>	magvak	gitagozid
mandula	<i>Amygdalus communis</i>	mag	amigdalin
közönséges farkasalma	<i>Aristolochia clematitis</i>	szár, gyökértörzs	farkasalmasav
gyilkos csomorika	<i>Cicuta virosa</i>	hajtás, levél	cikutoxin
őszi kikerics	<i>Colchicum autumnale</i>	magvak, hagymagumó	kolchicin, demekolcin
farkasboroszlán	<i>Daphne mezereum</i>	minden része	daphnin
piros gyűszűvirág gyapjas gyűszűvirág	<i>Digitalis purpurea</i> <i>Digitalis lanata</i>	főként a levél	glikozidok, lanatozid C
kecskerágó	<i>Euonymus europaea</i>	minden része	evonin
bolondító beléndek	<i>Hyosciamus niger</i>	minden része	hiaszciamin, szkopolamin
pirosló hunyor	<i>Helleborus purpurascens</i>	minden része	helleborin
nehézszagú boróka	<i>Juniperus sabina</i>	minden része	tujon, szabinén
aranyeső	<i>Laburnum anagyroides</i>	minden része	citizin, spartein
fagyal	<i>Lugustrum vulgare</i>	levél, bogyó, kéreg	glikozid
leander	<i>Nerium oleander</i>	minden része	neriin, oleandrin
fehér akác	<i>Robinia pseudoacacia</i>	mag, kéreg	robin, phasin
kerti ruta	<i>Ruta graveolens</i>	zöld részek	rutin, bergapten
ebszőlő csucsor fekete csucsor	<i>Solanum dulcamara</i> <i>Solanum nigrum</i>	termés, levelek	szolanin, szolanomargin
tiszafa	<i>Taxus baccata</i>	minden, kivéve a piros maghét	taxin, taxakatin
fehér zászpa	<i>Veratrum album</i>	gyöktörzs	protoverin

A gyűszűvirág kincse

A *glikozidok* legismertebb fajtája a szívizom működésére ható *digoxin*, amit főleg a gyűszűvirágból lehet természetes úton kinyerni, de más növényekben pl. a sárga leanderben is megtalálható. Régebben a szívizom elégtelen működése esetén alkalmazták, ma már a modern szívgyógyszerek kiszorítják a terápiából.

Bürök

A foltos bürök (*Conium maculatum*) az ernyősök családjába tartozó, hazánkban igen elterjedt kétféves, mérgező növény. Drogja az éretlen, szárított kaszattermés, *Conii fructus* és a hajtás, *Conii maculati herba*. A termete akár a 2 méteres magasságot is elérheti. A felső levelei egyszerűen szárnyasan, míg a szárlevelei többszörösen összetettek. A levélnyélen és a szárán lilásbarna foltok láthatóak. Összetett ernyőt alkotó apró virágai fehérek. Termése az ánizséhoz hasonló, míg a levélzete és a gyökere könnyen összetéveszthető a petrezselyemével. Mérgező voltát főalkaloidja, a koniin okozza, mely egy illékony bázis. A hazai



gyógyászatban nem fordul elő, azonban egyes országokban görcsök és köszvény esetén fellépő fájdalmat enyhítenek vele. A koniin a perifériás idegrendszert befolyásoló neurotoxin. A mérgezés általános tünetei az idegrendszerre gyakorolt hatások (hányás, reszketés, mozgási problémák, lassú és gyenge, későbbi gyors pulzus és légzés, vizelet inger, görcsök, kóma, halál). A hatása nikotinszerű, először stimulálja, majd csökkenti az autonóm ganglionok működését, bénítja a motoros ideg-végkészülékeket. Mivel a központi idegrendszert nem befolyásolja azonnal, a tudat megmarad, amíg a légzési paralízis be nem áll. A koniin szupertoxikusnak tekinthető, a becsült emberi halálos adag kevesebb, mint 5 mg/kg 70 kg-os személy esetében.

A növények magvai tartalmazzák legnagyobb mennyiségben a digoxint, pl. a sárga leander magjából elegendő 4 db mag a halálos mérgezéshez. A terápiás hatás abból fakad, hogy gátolja a kálium-nátrium pumpa működését, mivel irreverzibilisen kötődik az ATP-áz egyik alegységéhez. Ennek következtében hiperkalémia alakul ki és megnő a sejteken belüli kalciumfelvétel, ami az izmok fokozott összehúzódásához vezet. A szívben aritmia, majd kamrai fibrilláció, pitvar-kamrai vezetési zavar és szívmegeállás jön létre, ami többnyire a mérgezés okozta halál oka. A központi idegrendszerben a digoxin a vagus ideg ingerlésével vagotóniát okoz, de látás- és egyensúlyzavar is kialakul, ennek következménye a szédülés, hányinger, ájulás. Ennek kivédésére atropint lehet alkalmazni. A mérgezést követő első két órában, amikor a mérge még az emésztőrendszerben van, 10 gramm aktív szén bevitelével a hatás közömbösíthető. Gyomormosás nem ajánlott, mert az fokozhatja a szív ritmuszavarát. Mióta specifikus digoxin ellenes antitest áll rendelkezésre célzott terápiát lehet alkalmazni mérgezés, vagy öngyilkosság esetén, aminek beadása után a digoxin inaktívulódik.

A *ciántartalmú glikozidok* a természetes peszticidek közé tartoznak, így elsősorban a magvakban fordulnak elő és védik a magvakat a kártevők ellen. Kb. 2500 növényi mag tartalmaz ciánt, így ez igen elterjedt és sikeres védekezési mód. Az amigdalin a legismertebb ezek közül, ami a keserűmandula magjában fordul elő, de számos változata létezik pl. a prunazin, a linamarin, sambunigrin és aciakozin. Afrikában az egyik zöldség, a cassava tartalmaz linamarint, ennek nem megfelelő elkészítése mérgezéshez vezethet. Krónikus mérgezés kapcsán hipotireoiditis és kétoldali bénulások alakulhatnak ki. A többi ciántartalmú növény mérgezése igen ritka, de ha bekövetkezik, akkor a ciánmérgezéshez hasonló tüneteket produkál.

A növényi *fenolok* közül toxikológiai szempontból elsősorban a podofillinnek van jelentősége, ami a Himalájában növő citromszerű gyümölcsöt termő növény gyökerében és termésében található. Hazánkban ismeretlen. A népi gyógyászatban a nemi szervek és a végbél szemölcsseinek kezelésére használják. Hatásmechanizmusa a kolchicinéhoz hasonló, a mitózis során kialakuló húzófonalak gátlása miatt a sejtosztódás leáll és a kromoszómák összecsapzódnak. A toxin gátolja a sejtek nukleozidtranszportját ezzel szétkapcsolja a mag és a citoplazma közötti kommunikációt, így a mikrotubulusok képződése is leáll. Podofillinmérgezés esetén főleg gasztrointesztinális tünetek jelentkeznek, hányás, hasmenés, hasi fájdalom, míg

a késői hatások főleg a központi idegrendszert érintik, delírium, zavartság, kóma állhat be. Ha az akut fázist a beteg túléli, akkor a későbbiekben leukopénia és pancitopenia alakulhat ki. A kezelés hasonló a kolchicinhez.

A *terpének* strukturálisan ugyan hasonló molekulák, de igen eltérő hatást képesek kiváltani. Így a ginkó biloba gátolja a trombózt azáltal, hogy megakadályozza a vérlemezkék aggregációját, míg a *kavalaktonok* főleg a központi idegrendszere hatnak és kifejezetten májtoxikusak. A saspáfrányban található terpenoid vérzéseket és súlyos trombocitopéniát okoz. A kavalaktonok hatásmechanizmusa a GABA-receptorok gátlásával valósul meg, igen hasonló az abszint és a marihuána hatásához, mivel először központi idegrendszeri izgalmat, majd gátlást, görcsöket és eszméletvesztést okoz. Az abszint nevű alkoholos ital számos fűszernövény mellett a fehér ürmet is tartalmaz, emiatt mérgezőnek minősítették. Krónikus hatásként hallucinációk, mentális és személyiség zavarokat okozhat, ennek mechanizmusa a kalciumcsatornák gátlásával függ össze, aminek eredményeként neurotoxikus hatást fejtenek ki. A mérgezés tünetei igen változatosak lehetnek, ezért általános kezelési útmutató nincs, csupán a méregtelenítés, nyugtatás, vagy a vérzés okozta anémia kezelése transzfúzióval.

A hírhedt ricinus

A *lecitinek* vagy *toxalbuminok* legismertebb képviselői a ricinusmagból izolálható ricin és az abrin. Mindkét fehérje A és B láncát diszulfidhidak kötik össze, melyek 65 ezer D molekulaszúlyú molekulákká kapcsolódnak. Amennyiben a diszulfidhidak felbomlanak, a toxicitás megszűnik. A B-lánc a sejtmembrán galaktóztartalmú receptoraihoz kötődve jut be a sejtbe, ahol szétkapcsolja a DNS-szintézist és ezzel megakadályozza a sejt fehérjetermelését. A kutyatejfélék családjába tartozó ricinus (*Ricinus communis*) szubtrópusi, fatermetű, évelő növény. Szára akár a 2 méteres magasságot is elérheti, dekoratív, nagy levelei tenyeresen karéjosak. Toktermésének felszíne gyakran tüskés, melyben három márványozott, fényes mag képződik. A magvakból hideg préseléssel (így a toxikus vegyületek nem kerülnek bele) állítják elő a ricinusolajat, melynek hashajtó hatásáért a ricinolsav felel. A mag 40-50% zsíros olajat, toxikus, vízdoldékony, lektin jellegű fehérjét: toxalbumin (fitohemagglutinin) természetű ricint, valamint a szintén mérgező ricinin nevű alkaloidot tartalmaz.

A ricinus magjában számos más anyag is található pl. hemagglutinin, ami miatt hemolízis és veseelégtelenség jön létre. A tüdőben ödéma keletkezik, de

Szenna

A modern gyógyászatban a Caesalpiniaceae család *Cassia* nemzetségéből csupán két antrakinon-tartalmú faj terjedt el széles körben, mint kevésbé drasztikus hashajtó: az alexandriai szenna (*Cassia senna L.*) és a Tinnevelly szenna (*C. angustifolia Vahl.*). A *Cassia* fajok bokor termetű cserjék, levelei párosan szárnyaltak, ép szélűek, lándzsásak. Ízük kesernyés, szaguk jellegzetes. A hüvelytermések pergamenszerűek, kissé görbültek.

A levélben főként diantron- glikozidok (szennozid A, B), antrakinon-glikozidok, nyálka, illetve naftalin-glikozidok találhatóak. A szennozid-glikozidokból az aktív vegyületek a vastagbélben képződnek. A szenna napi ajánlott dózisa 20-30 mg, hatáskezdeté 6-8 órát vesz igénybe. Hashajtként való alkalmazása legfeljebb 2 hétig ajánlott. Tartós alkalmazása a vastagbél neuronjait károsítja, amely hatáscsökkenéshez vezet, illetve a vastagbélben barna pigmentációt okoz, ami az újabb vizsgálatok szerint nem növeli a rák kialakulásának kockázatát. A levelekből hideg vizes áztatással készült tea nem olyan hatásos ugyan, mintha forró vízzel készült volna, de kedvezőbb mellékhatás profilt eredményez. A szennakészítmények görcsös hasfájást, elektrolitzavart, bélrenyheséget („lusta bél-szindróma”) válthatnak ki, valamint alhasi vérbőséget okozva feltehetően vetéléshez vezethetnek, ezért terhességben és szoptatáskor kontraindikáltak, valamint 12 éves életkor alatt, bélzáródások és bélgyulladások esetén. A hatóanyagok bejutnak az anyatejbe, így a csecsemőknél hasmenést vált ki. A legtöbb klinikai vizsgálat azonban a terhességre és a szoptatásra vonatkozó adatokat nem támasztja alá meggyőzően. Spasztikus székrekedés esetén szintén kerülendő, hiszen fokozhatja a belek görcsös állapotát. A hipokalémia gyakori mellékhatás, mely a székrekedés mértékét tovább növeli. A szív-glikozidok terápiás hatását fokozhatják, aritmiához vezethetnek.





Gyűszűvirág

májkárosodást is okoz. A gyomor-béltraktusba kerülve fekélyek jönnek létre, ami vérzésekkel és folyadékvesztéssel járnak. Direkt toxicitás révén valamilyen életfontosságú szervet károsítja.

A toxicitás okozta tünetek két fázisban zajlanak. Orális bevitel kapcsán a gasztrointesztinális tünetek dominálnak és a fej-arc vörössége a leginkább szembevetű. A szájon és a torokban csípő, égető érzés alakul ki. A lenyelt ricinusmag általában csak szétrágás esetén mérgező. Egy felnőtt embernél kb. 8 mag okoz halálos mérgezést. A medián letális dózis egerekben (LD_{50} per os) 30 mg/testsúlykg, embernél akár már 1 mg/testsúlykg. A mérgezés mértékét több tényező befolyásolja pl. a mag mérete, súlya és nedvességtartalma, valamint az életkor. A toxicitás gyakori expozíciós útja a ricinusmagvak elfogyasztása, illetve a ricin belélegzése. A tünetek a bevitel után általában 4-6 órán belül, de legfeljebb 10 óra elteltével jelennek meg. A kezdeti tünetek nem specifikusak: hasi fájdalom, hányás, hasmenés, gyomorégés és garatfájdalom. Vérhányásról és véres székletéről is beszámoltak. A folyadékvesztés elektrolithiányhoz, alacsony vérnyomáshoz és a keringés összeomlásához vezet. A második fázisban szisztémás tünetek lépnek fel, majd sokkos állapot kóma alakul ki és néhány órán belül a szív aritmiaja miatt leáll a keringés és beáll a halál. Azonnali aktív szén adása csökkentheti a tüneteket, a hasmenés és hányás miatt a folyadékvesztés pótlása, sokkmentesítés és a vér alakos elemeinek pótlása segítheti a túlélést. Végső esetben hemodialízist kell alkalmazni, ami megmentheti a mérgezett életét.

A laboratóriumi rendellenességek közé tartozik a leukocitózis, az emelkedett enzimszintek (transzaminázok, kreatinin-kináz), a hiperbilirubinémia és a

vérszegénység. A halált a kardiovaszkuláris rendszer összeomlása, valamint több szervi elégtelenség (pl. vese, máj) okozza. A belélegzés során (lappangási idő 8 óra) a ricin köhögést, légzési nehézségeket, ízületi fájdalmakat és lázat eredményez fontos szervrendszerek működésének leállításával. Jelenleg nem áll rendelkezésünkre specifikus terápia, valamint hatásos ellenszer a ricinmérgezés vagy annak megelőzése céljából. A kezelés azonnali beavatkozást igényel. A vérnyomás stabilizálása érdekében intravénás folyadékot és vazopresszort (pl. dopamint) alkalmaznak. Aktív szénrel kell ellátni azokat a személyeket, akiknél hányás nem tapasztalható és akiknél a légutak jól működnek. A gyomormosás akkor fontolható meg, ha magok lenyelése nem több, mint egy óra alatt következett be. A ricin inhalálása esetén a támogató terápia részét az oxigén, a hörgőtágító szerek és az endotracheális intubálás képezi.

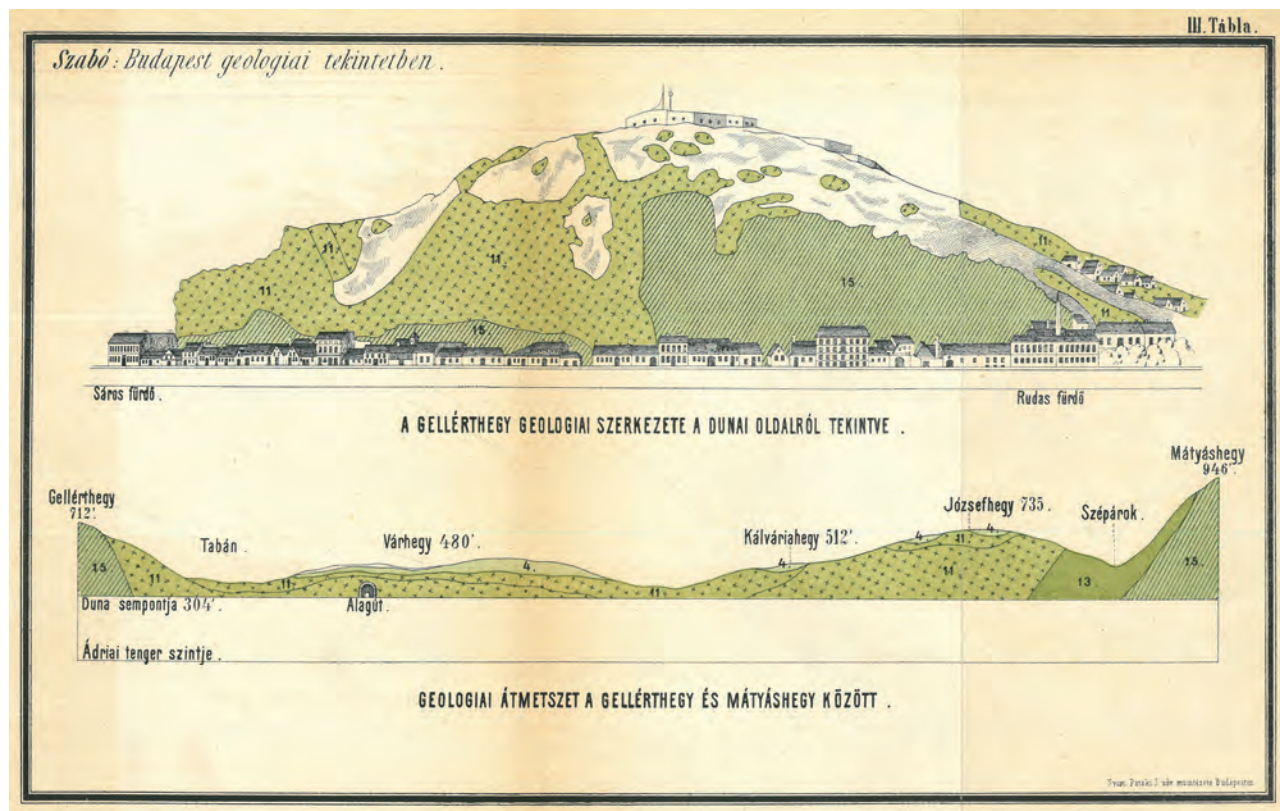
GÁBOR DÓRA ÉS TOMPA ANNA

IRODALOM

- Banai V.:** Gyógynövény-és drogismeret, Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 2010.
- Bordás I, Tompa A.:** Mérgező növények, növényi mérgek, Budapest, Országos Kémiai Biztonsági Intézet, 2006.
- Bernáth J, Dános B, Facsar G, és mtsa.-i:** Gyógy- és aromanövények, Budapest, Mezőgazda Kiadó, 2000.
- Swahn JÖ.:** A fűszerek zamatos története, Budapest, Gulliver Könyvkiadó Kft., 2003.
- Csupor D, Szendrei K, Bertalan L. és mtsa.-i:** Gyógynövénytár, Budapest, Medicina Könyvkiadó, 2012.
- Rácz G, Rácz-Kotilla E, Szabó LG.:** Gyógynövények ismerete, Budapest, Galenus Kiadó, 2012.
- Castleman M.:** Gyógynövény enciklopédia, Budapest, Esély Kiadó, 1996.
- Marczal G.:** Mérgező növények, növényi mérgezések, Budapest, Semeleweis Kiadó, 2008.
- Siller I.:** Fontosabb gombamérgezési típusok és toxinok áttekintése. (2008), Mikológiai Közlemények, Clusiana 47(1)115-117.
- Tóth L.:** Gyógynövények, drogok, fitoterápia, Debrecen, Debreceni Egyetemi Kiadó, 2009.
- Jakucs E.:** Mérges gombák, gombamérgezések. (1999) Természet Világa, 130(9)394-397.
- Gardiner P, Phillips R, Shaughnessy AF.:** Növényi hatóanyagok és más táplálék kiegészítők: gyógyszerkölcsonhatások krónikus betegségekben. (2008) Orvostovábbképző Szemle, 15(7-8) 31, 33-34.
- Badanthadka M., Mehendale HM.:** Coniine, in: Biomedical Sciences, Encyclopedia of Toxicology (Third Edition), Elsevier (2014), pp. 1026–1027
- Jennifer A, Martin B, Manish P, et al.:** Ricin Poisoning, A Comprehensive Review. (2005) Clinical Review, Clinician's Corner, JAMA. 294(18):2342-2351.

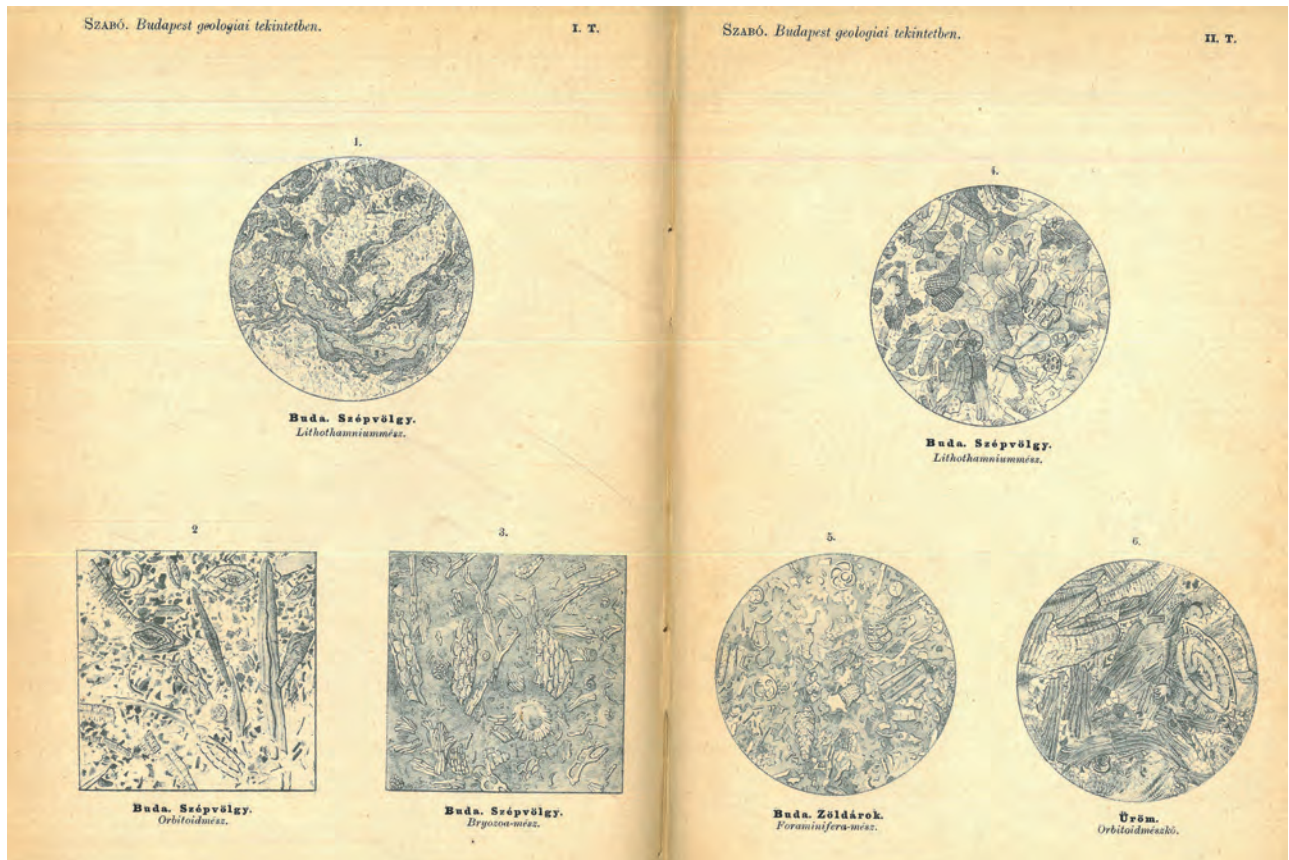
Budapest geológiai tekintetben

Ezzel a címmel jelent meg Szabó József 1879-ben kiadott könyve, „egy geológiai térképpel és három tábla rajzzal”. Budapest és környéke első, vázlatos földtani leírása a XIX. század elejére nyúlik vissza: 1822-ben a kor nagy utazója, François Beudant vetette papírra. A Budai-hegység belső részének részletes leírása már Szabó József nevéhez fűződik, s 1856-ra datálódik. Két évvel később készült munkájában már az egész hegység részletes földtani térképe szerepel. E munkáját dolgozta át és bővítette ki az újabb eredményekkel az 1879-es kiadásban. A Magyar Királyi Egyetemi Könyvnyomdában nyomtatott „Különlenyomat a magyar orvosok és természetvizsgálók 1879-iki évi vándorgyűlésének munkálataiból” egyik példánya a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Földtani Szakkönyvtárának gyűjteményében is megtalálható.



Szabó József 1822. március 14-én született Kalocsán. Családjá a törzsfáját I. Lipót király uralkodásáig vezeti vissza, amikor ősük, fertőszentmiklósi Szabó János, 1679. április 9-én nemesi levelet kapott. 1837 őszén iratkozott be a Pesti Királyi Tudományegyetemre (ma ELTE), ahol filozófiát és jogot hallgatott. Az egyetem sikeres elvégzése után joggyakornok lett Hánrich Ferencnél, a királyi főkamagrófi hivatali ülnöknél, a kincstári uradalmak főügyvédjénél, Selmechányán.

Joggyakornokoskodása közben megismerte és megkedvelte a bányászéletet és a természettudományokat és 1842-ben mint bányászakadémikus újra megkezdte a tanulást. A bányászati tudományok köréből a kohászatot kedvelte legjobban, melynek elméleti ismereteit gyakorlati tapasztalatokkal bővítette már hallgató korában. Ferenc öcsésével az 1844. évi szünetében beutazta Morvaországot, Sziléziát, Galíciát, Porosz- és Oroszország határos részeivel, és sorra járta azok kohóit, gyárait



és ipartelepeit. Tapasztalatait úti naplójában rajzok kíséretében, részletesen feljegyezte. Munkáját innentől kezdve egész életében az elmélet és a gyakorlat tökéletes összhangja jellemezte.

1846-ban befejezte bányászati tanulmányait és még ugyanabban az évben megszerezte ügyvédi diplomáját is. 1848-ban Kossuth Lajos miniszteriumába került és a szabadságharc idején a puska-porgyártásnál segédkezett mint Pest megyei salétrom-főfelügyelő. 1855-ben a budai állami Főreáliskola, 1858-ban a Pesti Kereskedelmi Akadémia, 1862-től a pesti egyetem Ásvány-Földtan Tanszékének rendes tanára, 1883–84-ben az egyetem rektora volt. Széleskörű földtani munkássága mellett ismeretterjesztő előadásokat is tartott és cikkeket is írt nemcsak geológiai témákban, hanem valamennyi természettudomány területéről, valamint a néprajz, a nyelvészet, a művészet és a zenetudomány köréből is. Az ő nevéhez fűződnek a Természettudományi Társulat első közleményei, és a Természettudományi Közlöny kezdő évfolyamainak szerkesztése is.

Sokoldalú műveltségéhez hozzátartoztak kiemelkedő zenei ismeretei is: bányászakadémikus korában, Selmezbányán nemcsak az akadémiai ének- és zenekarnak volt a vezetője, hanem maga is szerzett

táncdarabokat. Mint kitűnő táncos ő vezette be az akkoriban divatba jött magyar táncokat a selmeci társas életbe.

Első földtani munkái Budapestről és környékéről szólnak. 1856-ban jelent meg a *Budapest területének földtani fejlődése* a MTA Értesítőjében, valamint ugyanabban az évben értekezett a budai melegforrások és keserűforrások földtani viszonyairól a Természettudományi Társulat Évkönyvében. Kémiai elemzéseket is tartalmazó vízföldtani megfigyelések hosszú sora olvasható az 1879-ben kiadott *Budapest geologiai tekintetben* című összefoglaló művében is. Jól példázza ezt a jelenkori mésztufa-képződéséről szóló rész is:

„Budapest környékén a vízben feloldott szénsavas mész által, u. m. Édesvízmeszet, vagy Mésztufát (Mészszi-vag) több egymásra következett földtani időszakban képezve találjuk. ... Az egyik hely Ó-Buda fölött a Lőpor-malom lapálya, melyen több, a nyugotról övedző mészhegyből fakadó forrás terül el, s ingoványos helyeket képez.

Egyike ezen forrásoknak az, mely a békásmegyeri (Krotendorf) csinos malmot hajtja. E víz Nummulit-mészből fakad, kijövén, egy közel 4 öl mélységű kis tavat tölt meg, melyben mennyisége egész éven át egyenlő, valamint hőfoka is. Dr. Kerner azt három hónapig változatlanul $+22^{\circ}75$ C-nak találta; ugyancsak szerinte magassága a tenger fölött 419.9 párisi láb.

E víz tiszta, ize földes, s annyit mondhatni, hogy szénsavas mész nagy mennyiségben van benne felolvadva. Ez a malomkerékre reá rakódik, és annyira meggyül, hogy ha időnként nem tisztítanak, a kerék végkép akadályozva lenne forgásában. Minden 4–5 évben lefeszítenek a lapátokról egy pár ujjnyi tufakérget, melyet a víz ily rövid ideig tartó érintkezés alatt rak reá, míg a mésztartalom legnagyobb részével tova siet, s azt mindenestre elbocsátja magától, az ingoványos lapályon tufaréteget képezvén.”

Szabó József könyvében Budapest és környékének földtani térképe mellett két földtani szelvényt is közöl. A Gellérthegy geológiai szerkezete címűt így mutatja be:

„A mellékelt harmadik táblán a Gellérthegy dunai oldalát látjuk azon képletekkel, melyek azok összetételében részt vesznek. A főváros legfeltünőbb hegye ez, mert míg egyrészt legközelebb nyomul a Dunához, másrészt a kőzetek több ponton jól vannak ugyan feltárva, de részben oly minőségűek, hogy azok kellő értelmezésére a kulcs ott nem található fel. ...

Alapját Dolomit képezi (15. sz. kékes ferdén vonalozott szín) alulról helyenként a tetőig. Alacsony vízállásnál (vagy 3 láb 0 felett) a hegytövének egész hosszában látni a Dunából kisebb-nagyobb kőzettuskókat; ezek kevés kivétellel mind Dolomit; a Dunafénék vizsgálásánál kitűnt, hogy a Dolomit a Dunának csaknem fele szélességéig található, de szerencsére a nélkül, hogy a hajózásnak alkalmatlankodó szirteket képezne. ... Függélyes irányban a hegy közvetlen megmászása által arról győződtem meg, hogy a kiterjedés egyenlőtlen. ... Rétegeesség nem látható, hanem igen is kivehető ama tulajdonsága, hogy a légbeliek behatása következtében kisebb-nagyobb szögletes darabokra esik szét, a melyek az oda épített házakra mindenkor alkalmatlankodólag, de néha vészthozólag, hullanak alá. ...

A Gellérthegy felső boritéka a felső Eocen csoport különféle tagjaiból áll (11. sz. zöld szín apró kereszttekkel). ... a fellelgyárba vezető új szekérúton a Gellérthegy tetejét is képezi, sőt átcsap a déli lejtire, hol a legmagasabb fekvésű szőlőknek talaját képezi. Bonyolítottak ellenben a viszonyok, a dunai oldalról követve a déli lejtén...”

Ezeknek az eocén korú mészköveknek a részletes bemutatásához *Hantken Miksát*, a Földtani Intézet első igazgatóját, a nummuliteszek és egyéb harmadidőszaki foraminifera-félék nemzetközileg elismert kutatóját hívta segítségül. A mészkövek vékonycsiszolatban megjelenő, mikroszkópos képét és leírásukat is az ő munkájából vette át:

„A budai ó-harmadkori Mészkő anyaga tulnyomólag Mészmoszatok, Foraminiferák és Bryozoák maradványaiból áll, melyek a különböző rétegekben különböző mértékben vesznek részt a kérdéses Mészkő alkotásában. A budai ó-harmadkori Mészkő, tehát részint növényi, részint állati eredetű. A Mészmoszatok, melyek a budai ó-harmadkori mészkő némely rétegeinek alkotásában a legnagyobb szerepet viselik, kizárólag a Lithothamnium neméhez tartoznak. ... A Lithothamnium-mész külleme az által tűnik ki, hogy néha gumós alaku, fris törésén pedig foltos, mi annak tulajdonítandó, hogy a Lithothamnium anyaga rendszeren tömöttebb és fehérebb, mint a mészkő többi anyaga.

Ezen mészkő átlátszó csiszolásai igen sajátos képet nyújtanak, a mennyiben a Lithothamnium anyaga nagyobb tömörségénél fogva sötétebb színben tűnik ki, mint a mészkő többi anyaga. Csekély nagyításnál csak sötét foltokat látunk, melyek világosabb anyag által vannak körülfogva. A világosabb anyagban jól feltűnnek a többi szerves testek, melyek Bryozoák, Nummulitok, Orbitoideák és másnemű Foraminiferák. Erősebb (pl. 200×-os) nagyításnál jól kivehetők a Lithothamnium sejtjei, melyek a hoszmetszetben szabályos és iv alaku háránt sorokban vannak elhelyezve.”

Budapestről, szűkebb-tágabb környékéről, egy-egy részéről számos földtani, vízföldtani munka és számtalan különböző méretarányú térkép készült napjainkig, de Szabó József első összefoglaló munkája mai napig példaértékű részletességgel és precizitással mutatja be Budapestet geológiai tekintetben.

BABINSZKI EDIT



Szabó József könyvének legszebb oldalai és térképe nagy felbontásban megtalálható a <http://www.mbsz.gov.hu/ismeretterjesztes/kovek-eskonyvek> címen.

MÁJUSI SZÁMUNKBÓL

NÁNÁSI TIBOR – FIÁTH RICHÁRD –
MÁRTON GERGELY – ULBERT ISTVÁN:

Alaputatástól a kiborgizációig

PETSCHNER PÉTER – PETSCHNER ANNA –
BAGDY GYÖRGY:

Egy vita a depresszió kutatás történetéből

CSABA GYÖRGY:

Öregedő népesség – öregedő ivarsejtek

LADÁNYI LÁSZLÓ: A palóc Grand-kanyon



Homarus hungaricus



Homarus gammarus

MEGJELENT A MAGYAR HOMÁR!

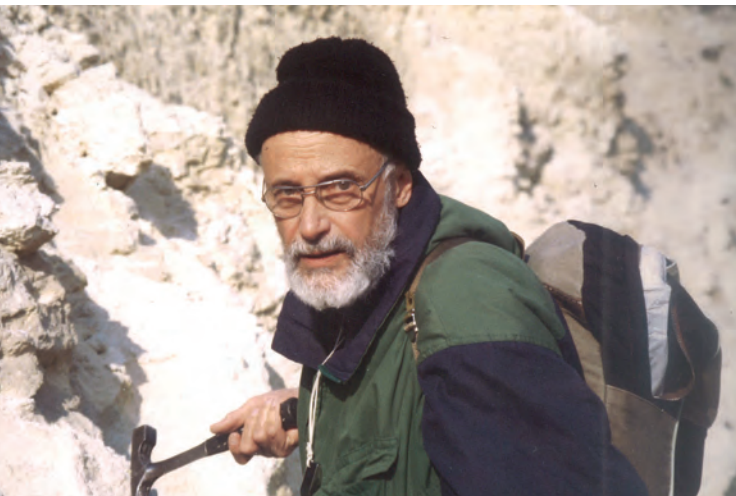
A 30 millió éves tízlábú rák

Egyelőre ne rohanjon senki a piacra, hogy megkóstolja a legújabb hazai ínycsalatokat. Sajnos mindössze egyetlen példány került elő belőle és az is 30 millió éves, így valószínűleg már sokat veszített gasztronómiai értékeiből...

A szerencsés és éles szemű természetjárók hazánk édesvizeiben is találkozhatnak tízlábú rákokkal (Decapoda), de az igazi gazdagságukat az tapasztalhatja meg, aki eljut valamelyik tengerpartra. Itt a kövek alatt, vagy az üres csigaházakba rejtőzve szebbnél szebb, színesebbnél színesebb rákok élnek mozgalmas életüket. De nemcsak a tengerparton, hanem a mélyebb vizekben is nagy számban fordulnak elő, így nem csoda, hogy több mint tízezer fajukat különítették el a szakemberek. Hasonlóan gazdag volt a Decapoda fauna a földtörténeti múltban is, de sajnos a rákok egykori gazdagsága nem mindig őrződött meg az ősmaradványok között. Ezt könnyen megérthetjük, ha kezünkbe vesszük egy ma élő rák hajszálvékony páncélját. Habár a kitinés váz a rákok egy részénél elmeszesedik, az elpusztuló egyedek túlnyomó részének a váza nagyon gyorsan felismerhetetlen apró darabokra töredezik a hullámozgás által mozgatott kavicsok között, így nincs lehetőség a fosszilizálódásra. Leggyakrabban ott maradtak meg a maradványaik,

ahol minimális volt a vízmozgás: a mélyebb és elzártabb környezetekben, vagy például a zátonyok koralltelepei között.

Napjainkban külföldre kell utaznunk, ha tengert akarunk látni, ám a földtörténeti múltban gyakran hullámozott tenger a mai Kárpát-medence területén is. A mainál melegebb, időnként szubtrópusi éghajlaton ezek a tengerek gazdag élővilágnak adtak otthont, és egyes környezetekben nem voltak ritkák a rákok sem. Különösen a miocén, de kisebb mennyiségben az eocén és oligocén üledékekben is találhatóak Decapoda-maradványok. Ennek köszönhetően hazánk két kiemelkedő paleontológussal is büszkélkedhet, akik nemzetközileg elismert Decapoda-kutatók voltak. *Lőrenthey Imre* a XIX. század végén és a XX. század elején dolgozott, míg *Müller Pál* a közelmúltban hunyt el. A Magyar Természettudományi Múzeum abban a szerencsés helyzetben van, hogy *Lőrenthey* példányai mellett a fiókjaiban őrizheti *Müller Pál* hatalmas gyűjteményét is.



1. ábra. Müller Pál (1935–2015) egyik legkedvesebb gyűjtőterületén, a budai hegyek eocén kőfejtőiben
(FOTÓ: MÜLLER ÉVA)

Müller Pál (1. ábra) 1935. július 14-én született Budapesten, és az ELTE-n végzett geológusként 1958-ban. 1975-ben kandidátusi fokozatot szerzett, majd 2003-ban lett az MTA doktora. Számos kutatási területen alkotott maradandót a karsztvizektől a pannon ősmaradványokig, de az igazi kedvencei a tízlábú rákok voltak. Számos kisebb cikk után 1984-ben egy monográfiában ismertette a Középső-Paratethys tenger középső-miocén (badeni) Decapoda faunáját. Nagyrészt hazai anyagok alapján dolgozott, de emellett vizsgálta a Bécsi-medence, vagy Lengyelország ősmaradványait is. A Hantken Miksa Emlékéremmel kitüntetett mű gondosan preparált anyagát a monográfia megjelenése után a múzeumnak adományozta (563 leltári tétel, több ezer példány mintegy 20 lelőhelyről). Néhány évvel később a Budai-hegység hat lelőhelyéről gyűjtött, és J. S. H. Collins-szal közösen publikált eocén anyaga is hozzánk került (133 leltári tétel). Mivel ezekben a munkákban számos új fajt is leírtak, a két gyűjtemény jelentősen gazdagította az Őslénytani és Földtani Tár típusgyűjteményét (94 fajhoz tartozó 183 típuspéldány, lásd Pálfy et al., 2008 típuskatalógusát). A 2015-ben bekövetkezett halála után, kívánságának megfelelően, a még otthonában lévő teljes gyűjteménye a Magyar Természettudományi Múzeumba került. Ez utóbbi anyag az előzetes felmérések alapján mintegy 2400 leltári tételt, és szerény becslések szerint is 8–10 ezer példányt tartalmazhat (2. ábra).

A tízlábú rákoknak, és különösen a töredékes megtartású ősmaradványaiknak a tanulmányozása nem egyszerű feladat, és speciális szaktudást igényel. Szerencsére Müller Pál munkásságának utolsó évtizedében kinevelt egy „utódot” a pozsonyi Comenius Egyetemen

dolgozó Matúš Hyžný személyében. Matúš a tanítómes-teréhez hasonló aktivitással és szeretettel foglalkozik a Decapodákkal, és örömmel sietett segítségünkre a gazdag gyűjtemény rendezésében, illetve a még feldolgozatlan anyagok tudományos vizsgálatában. Már eddig is számos publikációja jelent meg a magyarországi rákokról, kezdetben Müller Pállal közösen, majd az elmúlt években a körülmények alakulása miatt már önállóan. Az utóbbi időkben is rendszeres vendége az Őslénytárnak, ugyanis első lépésként a magyarországi miocén rákok monografikus feldolgozása, és a típusanyag revíziója a kitűzött cél.

Időnként azonban előfordul, hogy egy specialista is további szakemberek segítségére szorul. Ez történt jelen esetben is, amikor az egyik mányi mélyfúrásból előkerült oligocén korú Decapoda-példány feldolgozásához Matúš segítségül hívta Dale Tshudy-t, az amerikai Edinboro Egyetem professzorát, aki a Decapodákon belül is kifejezetten a homárokkal foglalkozik. Később csatlakozott a csapathoz a holland John W.M. Jagt a maastrichti múzeumból, így egy komoly nemzetközi kutatócsoport alakult egyetlen példány vizsgálatára. Ez az együttműködés a magyarországi példány leírása mellett lehetőséget nyújtott a *Homarus* nemzetség és a közeli rokon *Hoploparia* nemzetség teljes földtörténeti múltjának áttekintésére is.

2. ábra. Müller Pál Decapoda-gyűjteményének egyik szép középső-miocén példánya a Magyar Természettudományi Múzeumban (*Maja biaeensis*)



A *Homarus* nemzetséget két faj képviseli a mai tengerekben: az amerikai homár (*H. americanus*) és az európai homár (*H. gammarus*). Ez utóbbi faj akár 50 cm-es re is nőhet, és előfordul az Atlanti-óceánban, a Földközi-tengerben és az Északi-tengerben egyaránt. Az ősmaradvány-anyagban körülbelül 100 millió évvel ezelőtt jelentek meg a homárok a kora-krétában (1 faj), majd mintegy 50 millió évre nyomuk veszett, és csak a paleogénben bukkantak fel újra. Eddig négy fosszilis fajukat ismertük az európai eocén és oligocén kőzetekből (Németország, Belgium, Anglia, és Oroszország területéről). Ezekhez jön most egy újabb faj a magyarországi oligocénből (3. ábra).

Az egyetlen töredékes példányt az egyik mányi kutatófúrás (Má-14) rétegsorából gyűjtötte Müller Pál, aki munkássága jelentős részében a Magyar Állami Földtani Intézetben dolgozott. A több mint 400 méteres mélységből származó kőzetminta a felső-oligocén Mányi Formációba tartozott, amely főleg homokos és agyagos rétegek váltakozásából áll. Ezek az üledékek egykor egy sekély lagúnában rakódtak le, többnyire csökkent sótartalmú körülmények között, de előfordulnak a rétegsorban édesvízi és normál sós tengeri üledékek is. A puhatestű (csiga, kagyló) fossziliák alapján a lerakódási mélység a lagúnában nem haladta meg a 20–30 métert.

Habár az egyetlen előkerült homárpéldány töredékes megtartási állapotú, a legfontosabb jellemzők jól láthatók rajta, és ezek alapján egyértelműen elkülöníthető valamennyi eddig ismert fosszilis és recens *Homarus*-fajtól. Az európai homárral összehasonlítva például jól látható különbségek vannak az ollóik alakjában és méretében (nyitókép). A magyarországi előfordulás alapján *Homarus hungaricus*-nak elnevezett fajnál az ollók keskenyebbek és hosszabbak, és a belső oldalukról hiányzik a tüskeszerű díszítés. A *tanú* című film magyar narancsára utalva elmondhatjuk, hogy ez a homár a mai fajokkal összehasonlítva ugyan kisebb és töredékesebb, de mégis a miénk. Ráadásul a *Homarus hungaricus*



3. ábra. Csendélet egy kutató íróasztalán: a ma élő amerikai homár (*H. americanus*) és a 30 millió éves magyar homár (*H. hungaricus*) (FOTÓ: DALE TSHUDY)

születéséről az egyik legjelentősebb őslénytani szaklap, a *Journal of Paleontology* (az amerikai őslénytani társaság, a Paleontological Society lapja) számol be, tovább öregbítve a magyarországi őslénytant, és a Magyar Természettudományi Múzeum gyűjteményének hírnevét.

DULAI ALFRÉD

IRODALOM

- MÜLLER, P. (1984): A bádeni emelet tízlábú rákjai. — *Geologica Hungarica, series Palaeontologica*, 42: 1-317.
- PÁLFY, J., DULAI, A., GASPARIK, M., OZSVÁRT, P., PAZONYI, P. & SZIVES, O. (2008): *Catalogue of invertebrate and vertebrate Paleontological Type Specimens of the Hungarian Natural History Museum*. — Hungarian Natural History Museum, Budapest, pp. 1-209.
- TSHUDY, D., HYZNÝ, M., DULAI, A. & JAGT, J.W.M. (2018): Appraisal of the fossil record of *Homarus* (nephropid lobster), with description of a new species from the Upper Oligocene of Hungary and remarks on the status of *Hoploparia*. — *Journal of Paleontology*

E SZÁMUNK SZERZŐI

BABINSZKI EDIT PhD, geológus, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest; DULAI ALFRÉD tárigazgató, Magyar Természettudományi Múzeum Őslénytani és Földtani Tár, Rétegtani Gyűjtemény, Budapest; FARKAS SÁNDOR botanikai természetvédelmi szakértő, Paks; DR. GÁCS JÁNOS okleveles vegyész, iparjogvédelmi szakértő, c. egyetemi docens, Budapest; KARSAI ZSUZSA középiskolai tanár, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium; DR. KÉRI ANDRÁS főiskolai docens,

Budapesti Gazdaságtudományi Főiskola, Budapest; KESERŰ GYÖRGY MIKLÓS egyetemi tanár, tudományos tanácsadó, Gyógyszerkémiai Kutatócsoport, MTA Természettudományi Kutatóközpont; KRÖEL-DULAY GYÖRGY Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Vácrátót; DR. LENTE GÁBOR egyetemi tanár, Pécsi Tudományegyetem, Pécs; SÓDOR ÁDÁM, csillagász, MTA CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet, Budapest; DR. TÓSZEGI ZSUZSANNA PhD, c. egyetemi docens, ELTE BTK Könyvtár- és Információtudományi Intézet, Budapest;

Small Data fogalomkörébe tartozik, mivel kérdőíves felmérés keretében, előre meghatározott kérdésekre adott, strukturáltan rögzített és tárolt adatokról van szó.

A statisztikai hivatalok is foglalkoznak a Big Data kategóriájú adatok elemzésével. Néhány érdekes példa: a mobiltelefonos cellainformációk felhasználása a lakosság ingázási szokásainak, illetve a turizmussal összefüggő mozgások feltérképezésére, vagy egy másik eset: az internetes árak vizsgálata a fogyasztói árindex leképezése érdekében. A *Központi Statisztikai Hivatal* is elemzi a turizmussal összefüggő adatokat, illetve a kiskereskedelmi forgalomra vonatkozó becsléseket végez az online pénztárgépek által küldött adatokból. És ahogy minden más szakterületen, úgy a statisztikában is új módszerek, újfajta algoritmusok kellenek, mivel a hagyományos statisztikai szoftverekkel és adatbázis-struktúrákkal nem lehet a Big Data adathalmazt kezelni. [1]

A Big Data jellemzői

A generált és tárolt adatok *menyisége* alapvetően meghatározza, hogy milyen következtetéseket lehet a vizsgálat során a rendelkezésre álló adatokból levonni.

A *változatosság* a különböző forrásokból származó, eltérő típusú, strukturált vagy strukturálatlan adatokat jellemzi. Az adatok származhatnak szöveges, képi, hang-, videó- és logfájlokból, továbbá ki nyerhetők a szenzorokból, routerekből, egyéb okos eszközökből stb.

A *változatosság, változékonyság* az adatok konzisztenciáját mutatja; az inkonzisztens adathalmaz akadályozhatja a halmaz kezelését és feldolgozását.

Az adatok *megbízhatósága, minősége* fontos tényező az elemzés pontosságát illetően.

Az egyre nagyobb *sebesség* az adatok létrejöttének, feldolgozásának és értelmezésének a gyorsaságát jelzi. Az adatfeldolgozásnál ma már nem a processzor sebessége jelenti a kihívást: az a kérdés, milyen sebességgel lehet az adatokat a feldolgozó egységhez eljuttatni. A mai szupergyors processzorok az idő nagy részét tétlenül, az adatokra várva töltik. A Big Data fejlesztőinek egyik fontos feladata az adatátadás optimalizálása, vagyis, hogy minél ritkábban kelljen mozgatni az adatokat a gyors és a lassú memóriák között. Különösen fontos ez, ha több, egymástól távol lévő számítógépeken dolgoznak egyszerre, mert ez esetben még a nagy sávszélességet is folyamatosan biztosítani kell.

A Big Data rendszerek működéséhez mindenképpen szükség van a hálózatok és az érzékelők (szenzorok)

közötti összeköttetésre, a felhőtechnológia alkalmazására, speciális adatfeldolgozó szoftverekre.

Az adatok forrása

Az adatok különböző rendszerekből – vagy a kereskedelmi folyamatokból, tranzakciókból, vagy a gépi feldolgozásból, vagy az emberek közötti kommunikációból – származhatnak. A leggyakrabban előforduló típusok az alábbiak:

- *kereskedelmi tranzakciók* (pl. bankkártyás fizetés, online/mobil banki műveletek);
- *adminisztratív ügyintézés* (pl. elektronikus adózás, biztosítási ügyek, egészségügyi vizsgálatok);
- *nyomkövető eszközök* (pl. GPS, mobil cellainformációk, Elektronikus Közútiáruforgalom-ellenőrző Rendszer – EKÁER);
- *szenzorok* (itt főleg az IP címmel rendelkező szenzorokra, vagyis az IoT [2] eszközökre kell gondolni – pl. okosautókra, okostelefonokra, intelligens háztartási eszközökre);
- *online cselekmények* (pl. keresés, látogatottság);
- *közösségi média műveletek* (pl. Facebook, Twitter, LinkedIn, Tumblr stb. – blogok, kommentek, posztok, fotók, videók).

A budapestiek számára jól ismert *BKK Futár* rendszer jó példa a Big Data alkalmazásra. Az adatok az éppen forgalomban lévő – napközben átlag 3000 – jármű fedélzeti GPS berendezéséből érkeznek a jármű pillanatnyi helyzetéről. A járművek mozgását figyelik továbbá az útkereszteszédésekben lévő érzékelők. Ez a rengeteg valós idejű adat jelenik meg a belső kerületek megállóiban lévő több száz kijelzőn, és ugyanezek láthatók az okostelefonokra letölthető mobil applikációban is.

A dolgok internete (Internet of Things – IoT)

A Big Data témakörében mindenképpen meg kell említeni az internetre kapcsolódó okoseszközöket, amelyek a világon keletkező összes adatnak mind nagyobb, és egyre növekvő hányadát adják. A nagy gyártási sorozatoknak köszönhetően a számítástechnikai eszközök, továbbá az érzékelők ára számottevően csökkent, emellett olcsóbbá vált a vezeték nélküli technológia. További fontos adalék az IoT robbanásszerű gyarodásához, hogy végre rendelkezésre áll egy új címtartomány, az IPv6, amely lehetővé teszi sok-sok milliárd eszköz és alkatrész internet-azonosítóval való ellátását, és egyúttal hálózati elérhetővé tételét.

2008 körülre teszik a fordulópontot, amikortól kezdve az internetre már több eszköz kapcsolódott, mint ahány ember. Pár éven belül, 2020-ra már 50 milliárd (!) internetre kötött eszközzel számolnak a szakemberek, de a mértékadó becslések (Cisco, Gartner) is legalább 20 milliárdnyira jósolják az évtized végén a saját internetcímmel rendelkező eszközök számát. Az IoT eszközök számos előnyt kínálnak, melyek közül az életminőség javulását, az erőforrások takarékosabb felhasználását, a közösségi tudás jelentős gyarapodását emeljük ki.

Nem szabad elhallgatni azonban az óriási kockázatokot sem, amelyek között első helyen a jogosulatlan felhasználást kell említeni. A közművek elleni infrastrukturális támadások eshetősége, az egyes erőforrások fölötti irányítás megszerzése hatalmas veszélyforrás. [3]

A Big Data egyik nagy nyertese a szociálpszichológia

A Facebook, a Twitter és a többi közösségi médium nemcsak a kapcsolattartásra és az idő haszontalan eltöltésére jó. A közösségi hálón megjelenő posztok, blogok stb., illetve a keresőmotorokban megjelenő keresőszavak generálta szédületes mennyiségű adat elemzésével a kutatók jobban megérthetik az emberi gondolkodásmódot, a viselkedési mintázatokat, a kommunikációs szokásokat, továbbá vizsgálhatják a hiedelmek és az előítéletek kialakulását, képet kaphatnak a népesség egészségi állapotáról, és szinte bármiről, amelynek a kutatására korábban megközelítőleg sem kínálkozott ennyi lehetőség. „Ezelőtt nem volt még példa arra a történelem során, hogy néhány óriásvállalat – mint a Google, a Facebook, a Twitter – számára elérhető adathalmaz ekkora hatást gyakoroljon a társadalomtudományi kutatásokra.” [4]

Az adat az új olaj, vagyis a gazdaság új hajtóanyaga

Az Európai Bizottság szerint percenként 1,7 millió gigabájt adat keletkezik. Az adatipar évente 40%-kal növekszik. Európa GDP-je 2020-ra 1,8%-kal nőhet. Az adatgazdasághoz kapcsolódó munkahelyek száma néhány éven belül Európában eléri a 250 ezret. [5]

A Gartner alelnöke hasonlóképpen fogalmazott, bár ő nemcsak a Big Data, hanem az egész informatika gazdasági hajtóerejét hasonlítja a XX. század hajtóanyagához, az olajéhoz.

A Big Data az új Big Brother?

Nem szabad áztatni magunkat azzal, hogy csupa jóval kecsgetet a Big Data korszak. A leggyakrabban hangoztatott aggályok szerint az online tevékenység minden egyes elemének rögzítése és tárolása veszélyeztetheti a személyi szabadságot, visszaélésekre adhat alkalmat, megsértheti a magánélet „szentségét”. Azt csak helyeseltethetjük, ha egy bűnöző elleni bizonyítási eljárás során a hatóságok felhasználják a mobiltelefonok híváslistáit, cellainformációit, az elkövető által meglátogatott honlapok adatait, és ezekkel az adatokkal tudják bizonyítani a bűntettet. Ahhoz azonban, hogy egy esetleges bűntény esetén a bizonyításra alkalmas adatok rendelkezésre álljanak, mindenkiről minden adatot össze kell gyűjteni. Ha ezek az adatok megvannak, akkor viszont fennáll a veszélye annak, hogy illetéktelenek kezébe kerülnek – és erre számos példából értesültünk az utóbbi időben.

További gond a felejtés hiánya, mert az internet „nem felejt”: az egyszer feltöltött képek, szövegek, videók, ezek megosztása stb. megőrződik, köztük azok is, amelyekről az érintettek szeretnék, ha egyszer s mindenkorra eltűnnének a háttértárakról.

*

Mi a tanulság? Ne csak az eszközeink, mi is legyünk okosak! Először tanuljuk meg, aztán tanítsuk meg a gyerekeknek, hogyan lehet biztonságosan közlekedni a virtuális világban. Minden hálózati művelet előtt gondoljuk át: akarjuk-e, hogy azt a kattintást is megőrizze a soha nem felejtő internet a digitális ujjlenyomatunkban.

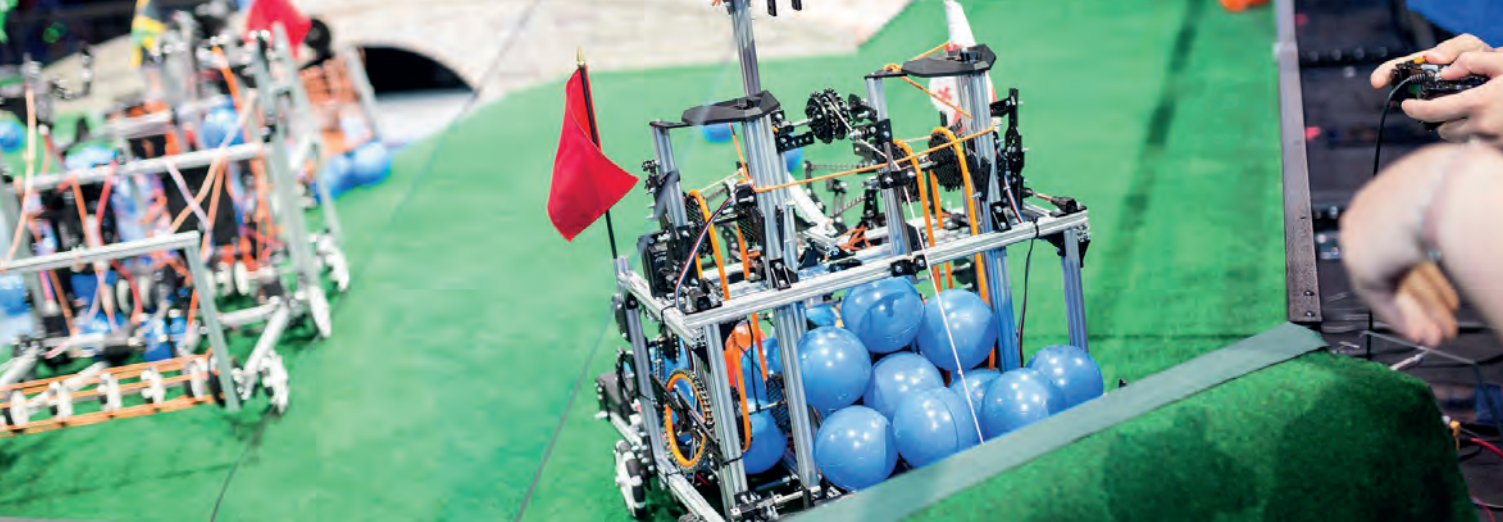
TÓSZEGI ZSUZSANNA

IRODALOM

- [1] Mag Kornélia: Big Data a hivatalos statisztikában. www.ksh.hu/docs/bemutatkozas/mta/mta_sjtb/rendezvenyek/1_mag_big-data_beveteto.pps
- [2] IoT (Internet of Things) – a „dolgok internete”. Az összefoglaló elnevezés azokat a digitális eszközöket jelenti, amelyek képesek információt rögzíteni és azt a hálózaton keresztül kommunikálni.
- [3] Bagó Péter: Mit kezdjünk 50 milliárd potenciális ügyféllel? <http://dibiz.hu/mit-kezdjunk-50-milliard-potencialis-ugyfellet/>
- [4] Szepesi András: Közösségi média a tudomány szolgálatában. <http://techindex.hu/kozossegi-media-a-tudomany-szolgalataban/>
- [5] Fehér könyv a nemzeti adatpolitikáról. Budapest, Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács, 2016. április. 3. o. <http://docplayer.hu/24526642-Feher-konyv-a-nemzeti-adatpolitikarol.html>

Kép forrása:

Big Data illusztráció. https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Camelia.boban#/media/File:BigData_2267x1146_trasparent.png



MAGYAR SIKER WASHINGTONBAN

Budapesti Diákok a nemzetközi robotépítő versenyen

A Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnáziumban 14 évvel ezelőtt kezdődött a „robotozás”. Akkor Angliába utazott egy csapat, hogy részt vegyen a FIRST Lego League által szervezett nemzetközi robotikai csapatversenyen. A hazatérő gyerekek lelkesedése arra ösztönözte az iskolát, hogy bekapcsolódjon a nemzetközi mozgalomba. Akkoriban Magyarországon nem volt ismeretes ez a versenyforma, ezért nem csak csapatokat készítettünk fel, hanem 2004-ben az első hazai regionális fordulót is megrendeztük. Azóta a verseny kinőtte az iskolánk kereteit, és a 2017/18-as tanévre végre bekerült a Minisztérium által támogatott versenyek sorába.

A **First Global Challenge** versenyről 2017 februárjában egy volt fazekasos diáktól *Dombi Gergelytől* kaptuk a hírt. Elmondta, hogy Washingtonban idén először rendeznek nemzetközi robotépítő versenyt, afféle robotlimpiát és arra várnak csapatokat a világ minden országából.

A verseny filozófiája szerint egy országból csak egy csapat indulhatott, a balatonalmádi csapat már jelentkezett előttünk. Március elején Joe Sestak, a verseny főszervezője megkereste a csapatot, és felajánlotta számára, hogy képviselje Európát, azaz legyen Team Europe („presented by Hungary”). A csapattagok és a mögöttük álló lelkes szülői gárda igent mondott a felkérésre és elindult a lázas munka.

A First által szervezett versenyek valamiféle globális problémára kívánják felhívni a figyelmet. Vizeink tisztasága, ivóvízkészletünk megőrzése, a katasztrófhelyzetekre való felkészülés kulcskérdés már napjainkban is, melyet csak az országok közötti együttműködéssel, ös-

szefogással lehet megoldani — a szervezők e probléma köré építették a versenyfeladatot. A csapatok robotjainak színes golyókat kellett szétválogatniuk, és a megfelelő helyre eljuttatniuk. A kék labdák a tiszta vizet, a narancs-sárgák a szennyeződést jelképezték. A 2,5 perces futamok alatt 6 csapat robotja volt a pályán, hárman-hárman egy-egy szövetséget alkotva. A robotokat csapatonként 3–3 ember irányította a pálya széléről — kettő a távirányítót



A csapat tagjai

kezelt, a harmadik volt a „sratéga”. Pontokat nem csak a labdák megfelelő helyre való eljuttatásával lehetett szerezni, előnyt jelentett, ha a meccs végére a robot „biztonságba” helyezi magát, azaz vagy felmegy a hídra, vagy ami

még több pontot ért, felkapaszkodik a pályát szegélyező korlátra, úgy, hogy nem érinti a földet. Szabálytalanságokért, akadályozásért jutalom pont járt a másik szövetségnek. Mindkét szövetségnek pontot jelentett, ha sikerült a folyót „megtisztítani”, azaz a meccs végén nincs sárga labda a folyóban, de ezeket az együttműködési pontokat csak kevés mérkőzéssel sikerült megszerezni – nekünk sajnos egyszer sem.

A felkészülés április közepén kezdődött, mert akkor sikerült a robotot kiszabadítanunk a vám fogságából. Hiába küldték el az amerikaiak a csomagot „Oktatási anyag”-ként az iskolának, ez nem mentesítette a vám és az ÁFA megfizetése alól. A dobozból rengeteg apróbb-nagyobb alkatrész került elő. Mivel addig csak programozható LEGO robotokkal foglalkoztunk, nagy kihívást jelentett számunkra, hogy most más alkatrészekből kellett robotot építeni.

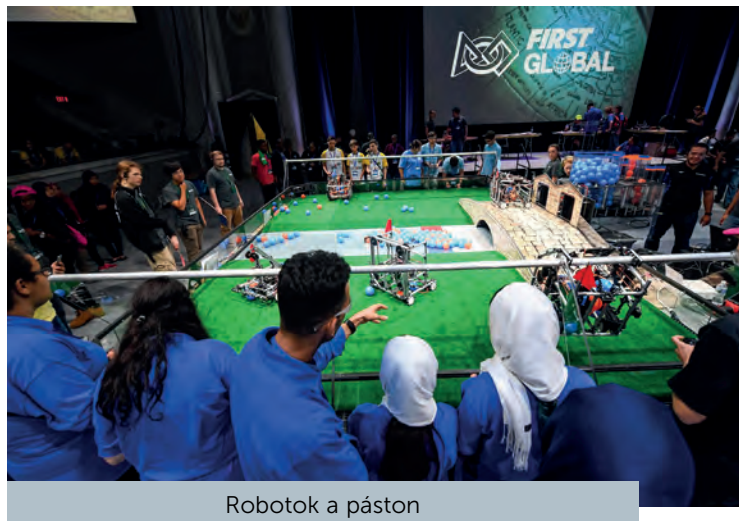
Először a kapott készlettel ismerkedtünk, kitaláltuk a lehetőségeket és korlátokat, valamint alapvető programblokkokat készítettünk.

Az irányításhoz szükséges programot kétféle szoftverrel is el lehetett készíteni, végül a JAVA alapú mellett döntöttünk. Szerencsére voltak a csapatnak olyan tagjai, akik számára ez nem volt idegen, így elsősorban ők írták meg a forráskódot, Bácsi Sándor egyetemi hallgató (BME) felügyelete alatt, aki szakkörvezető az iskolánkban.

A versenyrobot építése június elején kezdődött. Adigra pontosan megismertük, értelmeztük a feladatot és a szabályokat, megnéztük a szervezők, illetve a többi csapat által készített videókat. Július elejére kész lett a robot, utána teszteltünk, „zúztuk”. Szülői segítséggel felépült az egyik tanteremben a kinti versenypálya modellje, azon folyt a gyakorlás. Volt két nap, amikor a balatonalmádi csapattal együtt teszteltük, hogy milyen is, ha több robot van a pályán.

A gyerekek nagyszerűen kezdtek hozzá a robot megépítésének. Először a robot váza és a meghajtása készült el. Figyeltek arra, hogy az elég merev legyen – bírja az esetleges ütközéseket. A súlypontja alulra került – ezért szinte képtelenség volt felborítani. Mind a négy kereket külön-külön motor hajtotta meg – ettől lett gyors. Kormányozni szoftveresen, a kerekek eltérő fordulatszám segítségével lehetett. Mivel a lejtőn való felkapaszkodáshoz nagyobb nyomatékra volt szükség, lehetőség volt a motorok fordulatszámát a felére csökkenteni újabb gomb segítségével. A labdák összeszedése két egymással ellentétesen forgó tengelyre felszerelt kerekek és lamellák segítségével történt. Sajnos a készletben kevés olyan alkatrész volt, melyet „lamellaként” fel lehetett használni, így jó pár fogaskerék áldozatul esett a csapat kreativitásának és fűrészeinek. Ezt a két tengelyt

ugyanaz a motor hajtotta, az egyiket fogaskerék, a másikat lánchajtás segítségével. Sokat kísérleteztünk, mire sikerült a tengelytávolságot és a fordulatszámokat optimálisan beállítani. Ez után egy rugalmas szalagból álló „lift” felvitte a begyűjtött labdákat az emeletre, ahol egy



Robotok a páston

színérzékelő szenzor által irányított, szervomotorral mozgatott kar jobbra, illetve balra „pofozta” őket, aszerint, hogy milyen színűek voltak. A felvivő és válogató rendszer volt az egyetlen teljesen automatikus része a robotnak – egyetlen gombbal lehetett elindítani, leállítani. Ugyanakkor olyan opciót is beépítettünk, ahol a válogatás a színszenzor helyett manuálisan történt, de ennek használatára végül nem volt szükség – sikerült minden esetben az adott fényviszonyoknak megfelelően beállítani az érzékelőt. A labdatároló rekeszek ajtóit szervomotorok működtették, egy-egy gomb nyomására nyitódtak, záródtak – a gyakorlás során külön hangsúlyt helyeztünk arra, hogy a verseny hevében ne legyen rossz ajtó nyisszon ki az irányító. Még arra is figyeltek, hogy az ajtók a robot oldalán legyenek, így nem igényelt különösebb manőverezést a megfelelő pozicionálás. Gondot okozott, hogy a készletben nem voltak térhatároló elemek. A csapat kötelek és egyéb alkatrészek, például kerekek segítségével oldotta meg, hogy a labdák ne keveredjenek, és ne essenek ki a tárolókból.

Hamar kiderült számunkra, hogy csak akkor szerethetünk elegendő pontot, ha képes a robotunk önerőből felkapaszkodni a pálya korlátjára, amit több napi fejtörés és próbálkozás után végül lánchajtás és két motor segítségével megoldottunk.

A versenyre 2017. július 13-án utazott ki a csapat 9 fővel, és július 21-én érkezett haza. A verseny első két napján tesztmérkőzések zajlottak. A futamokat két napra osztották el, reggel nyolctól este hatig. A győzelmünk

szempontjából kulcsfontosságú volt, hogy a velünk összesorsolt csapatokkal a futamok előtt nagyon alapos és részletes egyeztetéseket tartottunk. Együtt gyakoroltunk, megismertük egymás robotjait, ennek függvényében dolgoztuk ki a megfelelő stratégiát, hogy minél eredményesebben tudjunk együttműködni. Egyszer még az egyik szövetségesünk, a szenegáli csapat robotjának a javítását is magára vállalta a csapat. Hiába volt egy gondosan megtervezett és megépített robotunk, amit a gyerekek profi módon tudtak irányítani, e nélkül a közös munka nélkül nem hozhattuk volna haza a fődíjat a csapattagok nyakába akasztott aranyérem formájában.

Az amerikai szervezők gondoskodtak arról, hogy a First Global Challenge eseményeit óriási érdeklődés kísérje. Már a verseny előtt rengeteg előkészítő anyagot, például fényképeket, videókat kértek a résztvevőktől, amiből összeállították a résztvevő csapatok bemutatkozó filmjét. A megnyitó ünnepség és a két versenynap eseményei élő internetes adásban voltak nyomon követhetőek. A versenyen több híresség is részt vett, például a főszervező Joe Sesták admirális, Pennsylvania szenátora. Szinte végig jelen volt az eseményen Dean Kamen, a First alapítója, a Segway feltalálója. Az amerikai elnök lánya, Ivanka Trump is megjelent az egyik futamon, a díjkiosztón pedig Jim Yuong Kim, a Világbank vezetője szolt a résztvevőkhöz. Nagyszerű beszédében kiemelte, hogy az itt lévő diákok 10 év múlva olyan szakmákban fognak dolgozni, melyek ma még nem is léteznek – ezért is olyan fontos, hogy bizonyították, képesek megfelelni a kihívásoknak.

Az amerikai szervezők mindenben segítettek a csapat felkészülését, de semmit nem adtak ingyen. Meg kellett venni a robotkészletet és a pótalkatrészeket. Szállást, étkezést a verseny idejére kedvezményesen biztosítottak, de ezek költségeit a csapatoknak kellett állni. Ehhez járult még pár előre látható és nem látható költség, például a vámkezelés, a pálya elkészítésének, a robot kiutaztatásának költsége. A robot szállításához egy külön dobozt kellett készíteni rétegelt lemezből, figyelve arra, hogy ne lépjük túl azt a súly, illetve mérethatárt, ami felett már nem veszik fel „sima” csomagként a repülőre, ugyanakkor biztosítani kellett a megfelelő rögzítést, hiszen biztosak voltunk abban, hogy az út során újabb kunsztokat fog megtanulni a robot, úgymint fejenállást, duplaszállót és

hasonlókat. A dobozra kerekker kerültek, melyeket a feladás előtt leszereltünk, majd újra felszereltünk. Mókásan nézhettünk ki, ahogy Washington utcáin robotunkat gurítva közlekedtünk.

A szükséges pénz előteremtése nem kis feladat volt, hiszen az iskolának nem volt erre saját forrása. Állami pénzt sem tudtunk igénybe venni, mert az a pályázat, mely támogatja diákok nemzetközi versenyekre való kijutását, a határidők miatt számunkra elérhetetlen volt. Maradt tehát az intenzív szponzorok keresés, illetve a közösségi finanszírozás kérése. Ez végül sikerrel járt, nyolc cég is a projekt mögé állt, így sikerült előteremteni a szükséges pénzt.

Külön köszönet illeti meg a fazekas öregdiákokat, kik közül többen cégeiken keresztül jelentős összeggel támogatatták a csapatot, a Fazekas szülői munkaközösséget, és egyéb magánembereket, akik a Generosity közösségi finanszírozáson keresztül járultak hozzá kisebb-nagyobb



A dobogó tetején

összegekkel a csapat költségvetéséhez. Rajtuk kívül köszönet jár annak a közel egy tucat cégnek, magánszemélynek, akik nem pénzzel, hanem egyéb módon támogattak minket.

De a legnagyobb köszönet a csapattagokat támogató családoknak jár, akik tevékenyen kivették a részüket a szponzorok keresésben, szervezésben, és akik hatalmas tortával várták a repülőtéren a hazaérkező győztes csapatot.

KARSAI ZSUZSA

MIKROSZKÓP ALATT A MOA KOPROLIT

Noha az Új-Zélandon egykor uralkodó óriási madarak mára már mind kihaltak, a fosszilizálódott ürülékük (koprolit) vizsgálata sok információt elárul az egykori ökoszisztémájukról. A vizsgált 120-1500 éves koprolitok négy kihalt óriásmoa-fajtól és a kritikusan veszélyeztetett kakapótól (bagolypapagájtól) származtak, és genetikai adatokat szolgáltatottak a táplálkozásról, a kórokozókról és a madarak viselkedéséről. Ezek az egykori adatok fontosak a jelenleg veszélyeztetett fajok megmentéséhez, de a hagyományos ősmaradványokból (a fosszilizálódott csontvázakból) nem ismerhetők meg. A koprolitmintákat Új-Zéland különböző területein gyűjtötték be barlangokból és sziklahasadékokból. Az eredmények alapján az óriásmadarak sok különböző gombát fogyasztottak, köztük egy olyat is, ami ma is kulcsfontosságú az Új-Zélandon gyakori bükkerdőkben. A gombák ugyan még ma is megvannak az erdőkben, de úgy tűnik, hogy az elterjesztésükben a moák voltak a főszereplők. A gombát fogyasztó mai emlősök ugyanis nem produkálnak az ürülékükben termékeny spórákat, így a moák eltűnésével ez a terjesztési mód megszűnt. A moakoprolitok meglepően változatos parazitákat is tartalmaztak, sok közülük új fajnak bizonyult. Számos fajuk egyetlen moafajra specializálódott, így ezek kihaltak a moákkal együtt. Ezek szerint a megafauna kihalása sokkal nagyobb biodiverzitás-csökkenést okozhatott, mint eddig feltételezték.

(Proceedings of the National Academy of Sciences, 2018. február)

AZ ESŐERDŐK ÖSSZEOMLÁSA SEGÍTETTE A SZÁRAZFÖLDI GERINCSEK EVOLÚCIÓJÁT

A karbon és a perm időszakok (358-272 millió évvel ezelőtt) nagyon fontosak voltak a szárazföldi élővilág evolúciójában. Európa és Észak-Amerika ekkor egyetlen földtömeget alkotott az Egyenlítő közelében, sűrű trópusi esőerdőkkel borítva. Ez ideális élőhelyet biztosított a legkorábbi szárazföldi gerincesek számára. A Birmingham Egyetem kutatói szerint azonban a növényvilágban 307 millió évvel ezelőtt a szárazabbá váló klíma miatt bekövetkezett egy tömeges kihalás (zsurlók, korpafüvek), ami jelentősen befolyásolta a szárazföldi gerincesek evolúcióját is: néhány tetrapoda csoport kihalt, míg másoknak lehetősége nyílt elterjedni az egész bolygón. Az esőerdők éppen akkor kezdtek eltűnni, amikor a tetrapoda fajok száma növekedni kezdett. A korábbi vizsgálatok során nem voltak egyenletesek az adatok a különböző korokból és területekről. A kutatók most a Paleobiológiai Adatbázis alapján, statisztikai módsze-

rekkel vizsgálták a diverzitást és az elterjedési változásokat. Az eredmények szerint a tetrapodák diverzitása csökkent az esőerdők összeomlása után, ami érthető, hiszen a kétéltűeknek nedves környezetre volt szükségük az életben maradáshoz. Később azonban a túlélők elterjedtek, és új élőhelyeket hódítottak meg az Egyenlítőtől távolabb is. Az ekkor megjelenő korai hüllők általában nagyobbak voltak, és így nagyobb távolságokat tudtak megtenni, ráadásul a tojásrakás révén már nem kötődtek annyira a vizes élőhelyekhez, mint korábban a kistermetű kétéltűek.

(Proceedings of the Royal Society B, 2018. január 19)

MENNYIRE RENDSZERESEK A NAGY FÖLDRENGÉSEK CHILÉBEN?

Egy terület földrengés-veszélyességét annak múltbéli rengései alapján lehet megbecsülni, ehhez olyan geológiai rétegeket kell keresni, amelyekben a régebbi rengések valamilyen nyomot hagytak. Chile középső-déli részén a jégkorszakban keletkezett, mély hegyi tavak üledékmintái alapján azonosították be az elmúlt évezredek nagy földrengéseit chilei, belga és osztrák kutatók közös munkájukban.

A rengések során keletkező víz alatti csuszamlások jól elkülöníthető, jellegzetes nyomot hagynak az üledékben, a csuszamlás mértéke pedig arányos a földrengések erejével. Az elmúlt körülbelül 5000 év rengéseit 35 ilyen csuszamlás nyomából azonosították. Ezeket sorba állítva felmérhették azt is, hogy milyen időközönként várható a nagy rengések ismételt kipattanása.

A tavi üledékből kikövetkeztetett rengések idejét összevetették a chilei tengerparton szintén üledékekből ismert cunamik előfordulásával, s gyakorlatilag két esemény kivételével teljes egyezést mutattak a nyomok. A cunamik nyomai önmagukban ugyan kevésbé megbízhatóak, más vizsgálatokkal kiegészítve viszont megerősítik a kutatás eredményét.

A felmérések alapján a 8,6-osnál erősebb óriásrengések 292 ± 93 évente jönnek létre, míg a csak 8-as körüli erősségűek 139 ± 69 évente pattanhatnak ki. A nagy rengések szabályosabb időközökkel követik egymást, mint a kisebbek, így az ezekre utaló rengésveszélyeztettség is jobban kiszámítható.

Egész Dél-Amerika területén szeretnének hasonló alapú felmérést végezni a kutatók. Keresik a lehetőséget a más, szintén nagy földrengéseket produkáló régiók tavainak üledékvizsgálatára is pl. Japán, Szumátora, vagy Alaszka régiójában.

(Earth and Planetary Science Letters, 2018. január 1.)

A VÁROSI HŐSZIGET ELTÜNTETI A KÖDÖT

A világ számos táján a téli időszakban rendszeres ködtakaró jön létre, ami növeli a légszennyezettséget, nehezíti a közlekedést. Habár a szennyezett levegő is elősegíti a köd kialakulását, indiai kutatók most egy olyan összefüggést találtak, ami ezen tényezőt némiképp ellensúlyozza.

2000-2016 közt készült műholdfelvételeket vizsgáltak át olyan helyszínekről, ahol rendszeresen alakul ki tartós köd. Ilyen például Európában a Pó völgye, illetve Indiában az Indo-Gangeszi-síkság vidéke. A ködös időszakokban készült felvételeken rendre megjelentek a ködben keletkezett lyukak, s a helyszínek pontos azonosításával kiderült, hogy a lyukak a nagyvárosok felett alakulnak ki, s a város lakosságának méretével arányosak. Az összefüggés világszerte minden ködös területen fennáll, a legerősebb hatást azonban Delhi felett észlelték, itt volt a leggyakoribb a jelenség, és a legnagyobb méretűre is itt nőtt a lyuk.

A 17 évnnyi műholdas adat átvizsgálásakor azt látták, hogy évről évre egyre nagyobb területet önt el a köd az Indo-Gangeszi-síkság felett, azonban Delhi felett a ködben egyre többször és egyre nagyobb lyuk keletkezett, Delhiben feleannyi alkalommal volt köd, mint a város körüli területeken!

A kutatók úgy vélik, hogy mivel a nagyvárosok hőszigeteiben a környező területeknél magasabb hőmérséklet alacsonyabb relatív páratartalommal jár, ez csökkenti a köd kialakulását.

Ködtakaró az Indo-Gangeszi-síkság felett
(NASA MODIS)



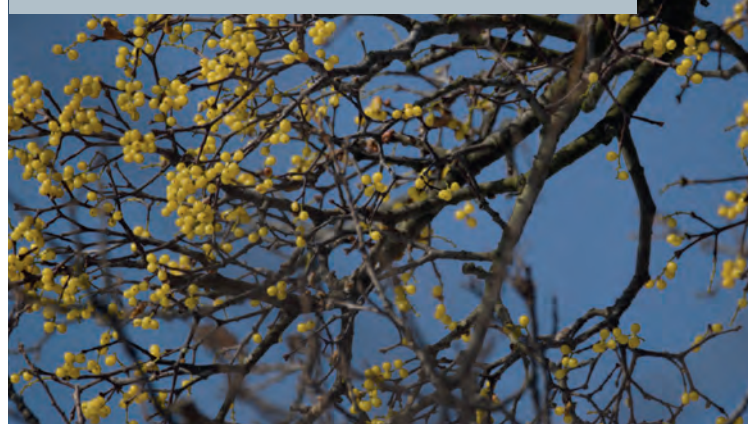
A kutatás tanulsága az, hogy a hasonló ködös időjárási események előrejelzésében nemcsak a légszennyezés változásait kell bekalkulálni, hanem a városi hőszigetek jelenlétét is, és így pontosabb prognózis készíthető például a nagyvárosok repülőtereinek környezetére.

(*Geophysical Research Letters*, 2018. január 19.)

A FAGYÖNGY IS HAT A KLÍMÁRA, A KLÍMA PEDIG A FAGYÖNGYRE

A fagyöngyfélék világszerte elterjedt élősködő növények, amelyek a fák lomboronájában élnek, a fa nedveit s a bennük lévő tápanyagokat használják fel. Egészen addig, míg bőségesen rendelkezésre áll a víz, a fa nem érzi meg a fagyöngy jelenlétét, azonban vízhiány esetén belepusztulhat. A fagyöngy által elszívott, és sűrű lomb-

Fagyöngy (LANDY GYEBNÁR MÓNIKA FELVÉTELE)



ja által elpárologtatott víz hűti is a környezetét, amivel melegebb régiókban menedéket jelent az állatoknak. Amikor a fagyöngy kezdi legyengíteni a gazdafát, s annak kevesebb lombja lesz, az így kialakuló nyiladékon több fény jut a felszínre, ott ennek köszönhetően többféle növényfaj fejlődik, s a velük az ott élő állatok száma és sokfélesége is megnő. A fapusztulással keletkező nyiladékok még kedvezőbben hatnak az erdő fajainak számára, azonban ez csak addig érvényes, míg az erdő maga megvan.

A hosszabb aszályos időszakokban azonban a fagyöngy sem tud már a párologtatással javítani a helyzeten, így amikor a fa az élősködő miatt elpusztul, a fagyöngy erősíti az aszály, felmelegedés hatásait. A fagyöngy terjedését a fapusztulások szigetszerűen követik, s kellően nagy méretű famentes terület megjelenése már az erdőterület egészének tápanyag- és vízháztartására is visszahat.

A felmelegedéssel együtt a fagyöngy északi elterjedése is növekszik, s a hegyeken is magasabb régiókba jutnak el, s egyre több fa is szárad ki az élősködők hatására. A felmelegedés miatt egyre több a szélsőséges és aszályos időszak, a fák egészségi állapota romlik, a fagyöngy okozta fahalál is tovább növekszik majd, a nagyobb számban elpusztuló fák miatt pedig tovább nő a felmelegedés, így a fagyöngy egy önerősítő, pozitív visszacsatolási folyamat része.

(*Environmental Research Letters* 2017. november 16.)

DINOSZAURUSZ-PARAZITÁK ESTEK CSAPDÁBA A BOROSTYÁNKŐBEN

A Nature Communications folyóiratban megjelent tanulmány szerint egy borostyánkőben fosszilizálódott, dinoszaurusztollba kapaszkodó kullancs az első közvetlen fosszilis bizonyíték, hogy a paraziták már a dinoszauruszok életét is megkeserítették, és csaknem 100 millió évvel ezelőtt elkezdtek a tollas dínók vérére szívní. A 99 millió éves burmai borostyánkőbe záródott lelet egy ún. kemény kullancs, melynek testét kitinpáncél borította. Az ősmaradvány azért is figyelemreméltó, mert a vérrel táplálkozó paraziták fossziliái rendkívül ritkák, és ez ráadásul kapcsolódik a gazdaszervezet maradványához. Az új példány az eddig ismert legidősebb lelet a hasonló ősmaradványok között.

A lelet emlékeztet a Jurassic Park szintén borostyánkőben megőrződött híres szúnyogleletére, de az újonnan felfedezett kullancs a 145-66 millió évvel ezelőtti kréta időszakból származik, és biztosan nem fog semmiféle dinoszaurusz-DNS-t szolgáltatni. Eddig az összes hasonló próbálkozás sikertelennek bizonyult, amikor DNS-t próbáltak kivonni a borostyánkőben talált példányokból, mivel nagyon rövid élettartamú komplex molekulákról van szó.

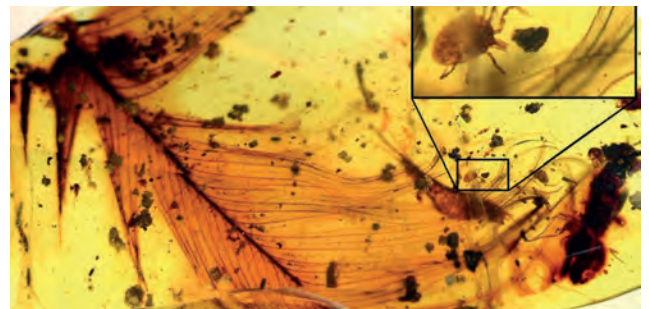
A kullancsok hírhedt vérszívó parazita szervezetek, melyeknek óriási befolyása van az emberek, a haszonállatok, a házi kedvencek, sőt még a vadvilág életére és egészségére is, de eddig hiányzott az egyértelmű bizonyíték arra vonatkozóan, hogy milyen szerepet játszottak a földtörténeti múltban. A borostyánkőben talált toll szerkezetében hasonlít a modern madarak tollára, és ez adja az első közvetlen bizonyítékot egy korai parazita–gazdaállat kapcsolatra a kullancsok és a tollas dinoszauruszok között.

A paleontológusok az ősmaradvány-anyag alapján tudják, hogy a vizsgált maradványhoz hasonló tollak több különböző Theropoda dinoszaurusznál is jelen voltak, a szárazföldön futkározó, röpképtelen formáknál éppúgy, mint az erőteljes repülésre képes, madárszerű dinoszauruszoknál. Annak ellenére, hogy azt nem lehet egyértelműen megállapítani, hogy milyen dinoszauruszon élőszködött a kullancs, a burmai borostyánkővek középső-kréta kora megerősíti, hogy a toll bizonyosan nem egy modern madárhoz tartozik. Azok ugyanis jóval később jelentek meg a Theropodák evolúciója során, mind a fosszilis, mind a molekuláris bizonyítékok alapján.

A kutatók további indirekt bizonyítékot is találtak arra, hogy a most leírt, kihalt csoportba tartozó kullancsok (*Deinocroton draculi*, azaz a „Drakula rettene-

tes kullancsa”) a dinoszauruszokon élőszködtek. Az új fajnak egy olyan példányát is megtalálták a burmai borostyánkőbe zárva, amely rendkívül erősen megszívta magát vérrel, aminek következtében testének térfogata mintegy nyolcszorosára növekedett a vérrel nem telítődött példányokhoz képest. Ennek ellenére nem lehetett közvetlenül meghatározni a gazdaszervezetet. A megduzzadt kullancs belsejében lévő vér összetétele ugyanis nem állapítható meg, mert sajnos a kullancs nem merült bele teljesen az egykori gyantába, így a későbbi ásványkiválások miatt megváltozott az összetétele. Két egymás mellett fosszilizálódó *Deinocroton* kullancshoz rögzülve azonban közvetett bizonyítékokat találtak a kullancsok valószínű gazdaállatának megállapítására: a porvafélék (*Dermestidae*) lárvájától származó szőrszerű szerkezetek, vagy sörték kerültek elő. Napjainkban a porvafélék fészkekben táplálkoznak és a fészektulajdonos tollat, bőrt, vagy szőrét fogyasztják. Mivel eddig még nem találtak emlős szőrszalakat a kréta időszaki borostyánkővekben, a porvafélék sörtéjének jelenléte a két kullancs példányon azt sugallja, hogy a kullancsok gazdaállata egy tollas dinoszaurusz volt.

A két külső parazita egyidejű fosszilizálódása rendkívül ritka esemény, és legjobban úgy magyarázható, ha fészkekhez kötődő ökológiával rendelkeztek, a ma



elő kullancsok egy részéhez hasonlóan, melyek szintén vagy a gazdaszervezet fészkeiben élnek, vagy annak a közelében készítik saját fészket. Ezek a leletek közvetlen és közvetett bizonyítékokat szolgáltatnak arra vonatkozóan, hogy a kullancsok már 100 millió évvel ezelőtt is parazita életmódot folytattak, és abban az evolúciós fejlődési vonalban szívták a dinoszauruszok vérére, amely végül a modern madarak megjelenéséhez vezetett. Miközben a Theropoda dinoszauruszokon belül a madarak voltak az egyedüli túlélők a 66 millió évvel ezelőtti bekövetkezett kréta-végi kihalás során, a kullancsok nem csak túléltek az eseményt, de napjainkig tartó virágzásnak is indultak.

(Nature Communications, 2017. december 13.)

XXVII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT

Diákkonferencia az Akadémián

Március 3-án a Magyar Tudományos Akadémia székházban rendezett sikeres díjátadó ünnepségünkkel és diákkonferenciánkkal lezárult a Természet Világa folyóirat XXVII. Természet-Tudomány Diákpályázata.



Pásztor Balázs főszerkesztő-helyettes, Sótonyi Péter, a TIT alelnöke, Hámori József TIT-elnök és Gózon Ákos főszerkesztő a díjátadón

Lapunk felhívására idén 44 pályamű érkezett a Kárpát-medence teljes területéről. A díjazottak:

ÖNÁLLÓ KUTATÁSOK, ELMÉLETI ÖSSZEGZÉSEK KATEGÓRIA

- I. díj. Puskás Dávid:** A Hold meghódítása. Egy Holdbázis elkészítése a 3D nyomtatás segítségével
Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia
Felkészítő tanár: *Szász Ágota*
- II. díj. Mészáros Réka:** Környezetünk hőkamerán át
Kiskunhalasi Bibó István Gimnázium
Felkészítő tanár: *Nagy-Czirok Lászlóné, Kiszi Magdolna*
- II. díj. Illyés András–Dessewffy Domonkos–Tomka Benedek–Cseh Domonkos:** Egy meteorológiai ballonos diákkísérlet a sztratoszférában
Budapesti Piarista Gimnázium
Felkészítő tanár: *Müllner Erzsébet*

III. díj. Veréb Sándor Andor: A postagalamb és az „elektroszmogó”
Kiskunhalasi Bibó István Gimnázium
Felkészítő tanár: *Nagy-Czirok Lászlóné*

III. díj. Fáy Márton: Biodiverzitás-szigetek a kultúrtáj ölelésében
Veres Péter Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szakgimnázium, Szakközépiskola és Kollégium, Győr
Felkészítő tanár: *Zátonyi Szilárd*

III. díj. Tóth Zoltán: Bombák földjén
Karcagi Nagykun Református Gimnázium és Egészségügyi Szakgimnázium
Felkészítő tanár: *Major János*

KÜLÖNDÍJAK

Bánhidi Dominik: Egy kataklizmikus változócsillag: az AM Cassiopeiae
Szent László ÁMK Vízügyi Szakgimnázium, Baja
Felkészítő: *Hegedüs Tibor*

Kiss Szabolcs: Letűnt korok botanikai összehasonlítása
Karcagi Nagykun Református Gimnázium és Egészségügyi Szakgimnázium
Felkészítő tanár: *Bíróné Varga Tünde*

Mester Ádám–Wensofszky Balázs: A fizika Google-fordítója.
Kísérletek webkamerával és a „Tracker”számítógépes programmal
Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs
Felkészítő tanárok: *Kiliánné Raics Katalin* és *Kovács Attila*

TERMÉSZETTUDOMÁNYOS MÚLTUNK FELKUTATÁSA KATEGÓRIA

- I. díj. Gudor Noémi:** M. Vásárhelyi Tőke István, az erdélyi fizikaoktatás egyik nagy művelője
Bethlen Gábor Kollégium, Nagyenyed, Románia
Felkészítő tanár: *Dvoráczek Ágoston*
- II. díj. Kapitány Krisztofer:** Vízimunkálatok Bezdán környékén
Szent László ÁMK Vízügyi Szakközépiskola, Baja
Felkészítő tanár: *Nebojszki László*
- II. díj. Éliás János:** A Nagykunság doktora. Kátai Gábor élete és munkássága
Karcagi Nagykun Református Gimnázium és Egészségügyi Szakgimnázium
Felkészítő tanár: *Domjánné Nagy Tünde*
- III. díj. Szász-Cseh Etele:** Néha a vas értékesebb az aranynál
Báthory István Elméleti Líceum, Kolozsvár, Románia
Felkészítő tanár: *Cseh Gyopárka*



Kordos László zsűritagként értékeli a pályázatot

ahol Hámori József, a TIT elnöke köszöntője és a zsűri (Sótonyi Péter, Kordos László és Gazda István) értékelő szavai után a pályázók 5-5 perces prezentációban ismertették pályaművük témáját és legfontosabb eredményeit.



Gazda István, a zsűri tagja elemzi a pályaműveket

ORVOSTUDOMÁNYI KATEGÓRIA

I. díj. Csorvási Tímea—Nagy-Lang Evelin:

Nárciszokkal az Alzheimer-kór ellen
Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia
Felkészítő tanár: *József Éva*

II. díj. Veréb Sándor Andor: Szívinfarktus után

Kiskunhalasi Bibó István Gimnázium
Felkészítő: *Verébné Demjén Edit*

III. díj. Fejér Márton—Melles Máté: Szívdobogást fémdobozból?

Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium, Csurgó
Felkészítő tanár: *Mellesné Fonyogáb Kornélia, Varga Jolán*

KIEMELT KÜLÖNDÍJ

Péterfi Orsolya: Az emberi test nyavalyáinak okairól, fészkeiről és orvoslásainak módgyairól
Marosvásárhely
Felkészítő tanár: *Péter H. Mária*

KÜLÖNDÍJAK

Balog Dóra: Élet a pulmonális artériás hipertóniával
Karcagi Nagykun Református Gimnázium és Egészségügyi Szakgimnázium
Felkészítő tanár: *Bíróné Varga Tünde*

György Tamás—Pálos Réka:

A vírusok terjedése — valóság vagy tévhit?
Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia
Felkészítő tanár: *József Éva*

KULTÚRA EGYSÉGE KATEGÓRIA

Megyesi Ádám: A hit és az értelem
Audi Hungaria Schule, Győr
Felkészítő tanár: *Rémiás Tünde*

A díjakat a Magyar Tudományos Akadémia Székházának felolvasótermében március 3-án adtuk át ünnepélyes keretek között.

Díjátadó ünnepségünket — hagyományteremtő céllal — idén első ízben diákkonferencia formájában tartottuk meg,

A közönség és a résztvevők egyöntetű véleménye szerint az új, a korábbiánál „fiatalosabb” lebonyolítási forma sikeres volt, színes és tartalmas kétórás rendezvényt sikerült szerveznünk kiadónk, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat munkatársainak áldozatos és professzionális szervezőmunkája és a Nemzeti Kulturális Alap anyagi támogatása segítségével.

A pályázóknak és felkészítő tanárainknak egyaránt értékes díjakat tudunk átnyújtani:

- a kategóriák (Önálló kutatások — elméleti összefoglalók; Orvostudományi; Természettudományi múltunk feltárása) győztes pályázó diákjai pályaművenként 60.000 - Ft, a II. díjasok 40.000 - Ft, a III. díjasok 25.000 - Ft pénzzutalmat kaptak.
- egy kiemelt különdíjasunk 35.000 - Ft, a többi különdíjasunk pedig 25-25 ezer Ft díjazásban részesült.
- a felkészítő tanároknak — diákjuk helyezése függvényében — értékes tárgyjutalommal (tablet, könyvcsoomag) köszöntük meg a munkájukat.



A budapesti piarista diákok előadása

A pályázatokat áprilistól folyamatosan jelentetjük meg e hasábon, a Természet Világa újból jelentkező Diákmelékletében.

GÓZON ÁKOS
FOTÓ: MÉSZÁROS ILDIKÓ ÉS TRUPKA ZOLTÁN

Az emberi test nyavalyáinak okairól, fészkeiről és orvoslásainak módgyáról

Már a XVIII. században felkeltette az orvosok figyelmét Erdély népi gyógyászata. Martin Lange¹ (1753–1792) orvosdoktor az erdélyi házi orvosságokról való áttekintésében kiemeli a nép által használt gyógymódok fontosságát, ugyanis az olyan területeken, ahol nincs orvos, ezen orvosságok enyhíthetik a beteg fájdalmát, vagy akár az életet is meghosszabbíthatják. A szász orvos feljegyzéseiből az is kiderül, hogy lehetőséget lát a hatékonynak bizonyuló házi orvosságoknak a hivatalos orvoslásba való beépülésére is.

Hasonló indíttatásból megvizsgáltam néhány XVI–XVIII. századi erdélyi orvosló könyvet, amelyek hatással voltak Erdély népgyógyászatára.

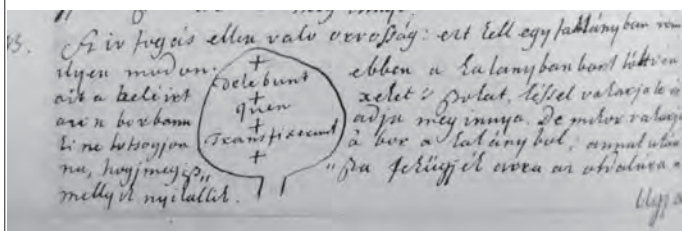
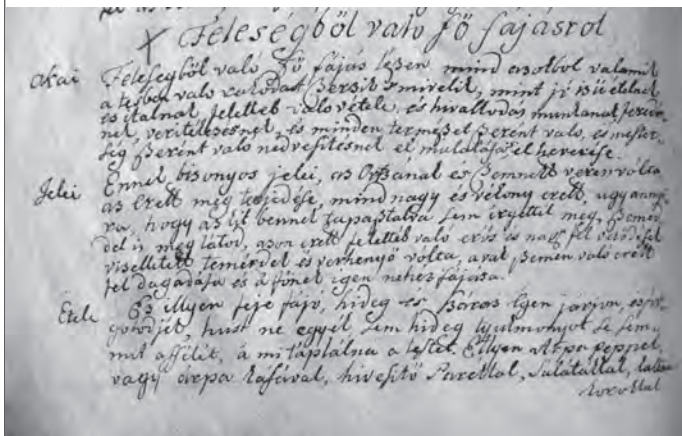
A népi gyógyítás és tudós orvoslás kapcsolata

A gyógyászat mindig szoros kapcsolatban volt a népi orvoslással. A papi gyógyászat és orvoslás sokat merített a népi orvoslásból. Idővel a tudós orvoslás különböző elemei átszi-

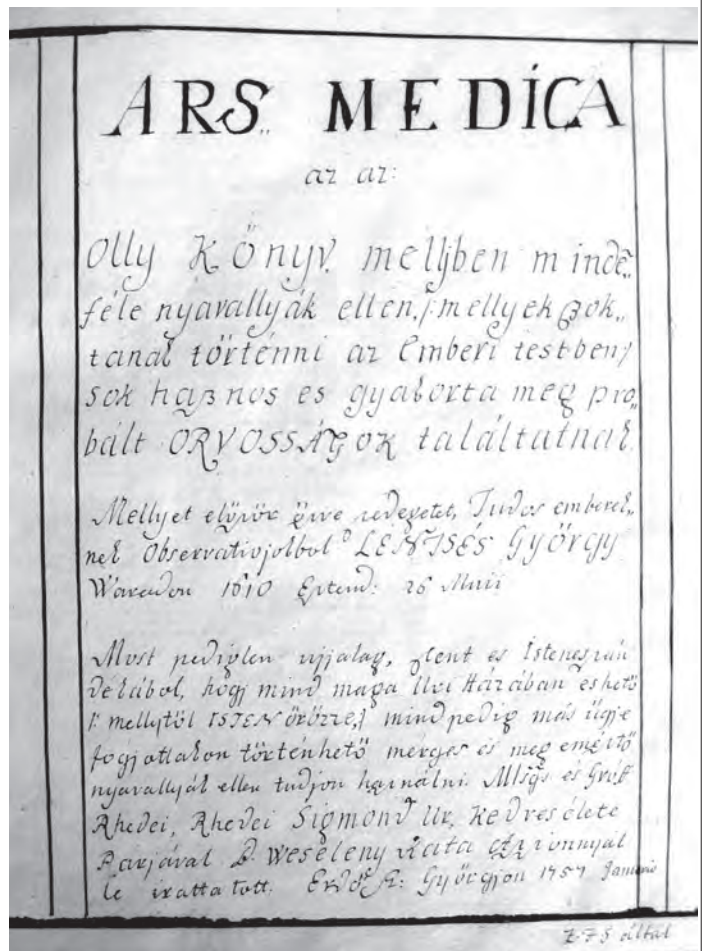
tos formában megjelent mű az Ars medica (Lencsés György, 1577), a Gelencei orvosló könyvecske (1742–1895) és Bethlen Kata orvosló könyve (1737) is. A nép számára íródott Pápai Páriz Ferenc Pax corporisa (1690), Juhász Máté Házi különös orvosságok (1761) és Marikowzki Márton Néphez való tudósítás (1772) című munkája. Megemlítem még Melius Péter Herbáriumát is (1578), ami szintén tartalmaz javallatokat az egyes betegségek kezelésére.

A népi és a tudós orvoslás célja is a betegség megelőzése és leküzdése. A népgyógyászat azonban finalista szemléletű, a betegség tüneteire vonatkozik, a kórisme háttérbe szorul a gyógyításhoz képest. A népi gyógymódok lehetnek mágikus, illetve empirikus alapúak. Az empiriára épülő népi orvoslás ismerte a növények hashajtó, vizelethajtó, mérgező és izzasztó hatását, a borogatások, a fürdők, iszappakolások, a nap és a párologtatás gyógyhatását. A külső behatás és a tünetek közötti kapcsolatot az átlagember is felismerte; például amikor egy ütés hatására megsebesült egy testrészt.

A belsőleges betegségek és járványok estében azonban nehezebb felismerni a betegség okát. Az ilyen betegségek magyaráza-



várogtak a népgyógyászatba a csíziós könyvek, a herbáriumok és más orvosló könyvek révén. A XVI. században kézíratos formában jelenik meg a népi orvoslás, ugyanakkor a nép számára íródott orvosló könyveket is nyomtatnak. Kézira-



1 Orvosdoktor és megyei főorvos. Tanulmányait Brassóban, Göttingában, Bécsben és Nagyszombaton végezte.



taként kerültek át a középkori orvoslásból a népi orvoslásba a „jó és rossz vér” és a „romlott levegő” kifejezések. A Pax corporisban a reszketegség „a rossz, hideg, nyálas vértől” ered, de az Ars medicában is megjelenik a „fekete sár”, mint a betegségek egyik oka. A „fekete sártól lőtt esztelenség” esetében azt olvashatjuk, hogy „leszen pedig ez nyavalya, mikor az fekete sárnak nyavalyája az elmét az főben fölöttébb elfoglalja”. Az ősi hitvilágból maradt fenn a betegségek „rossz szellemeknek” való tulajdonítása. A Pax corporisban a pestis „Istennek a' bűnért való rettenetes ítéleti” és „irtóztató bűdösséggel töltik-el a' levegő eget”.

Az empíria és a mágia azonban annyira összefonódott, hogy ma már nem tudjuk őket elválasztani.

A betegségek rossz szellemeknek való tulajdonítása miatt a betegségeket megszemélyesítették. Ezek olyan kifejezéseinkben élnek tovább, mint az „üssön meg a guta”, „vigyen el a fene”, „egye meg a franc”. Van azonban olyan kifejezésünk is, ami mára már elveszett a köztudatból, például az „egye meg az íz”.

INDEX

Index avagy Lástrom. Melybe először a betűknek rendi szerint fákhoz, füveknek nevéket, mellyek ez könyvben vagnak megírva, Deákul, Magyarul, és Németül megálálod. Azon egy fűnek pedig mindenik nyelven, sokkalon való névet, ha egyik nyelven nem találod, vagy nem tudod, málich nyelven a betűt is kerint megálálhatod.

Először a Fákhoz Deák nyelven való nevekről.

A		E	
Agnus Castus	folio 70	Ebulus	24
Alnus.	11	Erica	20
Amygdalus	12	F	
Abies picea	17	Ficus	2
Acer	17	Fagus	16
Aurea mala	4	Fungi	28
Acte	24	Flarinus	25
B.		G	
Betula	17	Genitca	21
Buxus	6	Galla.	16
C.		I.	
Cerasus.	ibid	Iupiperus.	9
Cornus.	8	Iuglans	13
Cupressus	14	Iufube	28
Coryllus.	15	L.	
Castanea.	20	Labrusca	6
Chamelea.	22	Laurus	7
Coluthea	22	Larix	18
Capparis	23	Ligustrum	25
Cynobatos.	23		
Cynolihodos	23		
Cedrus	30		

HASNAI. Folio 134.
Hypericum. Czengő fű. S. Johannes kraut.

Hypericum, az az, Lijkas leuelő fű: a kit Czengő fűncz hinac.

TERMÉSETI,
A Czengő fű melegítő és fárasztó.

BELSŐ HASNAI.
A Czengő fű vizét igen idő mindennap innya az Kórlagofoknak, mind nagynac kiczinnec.

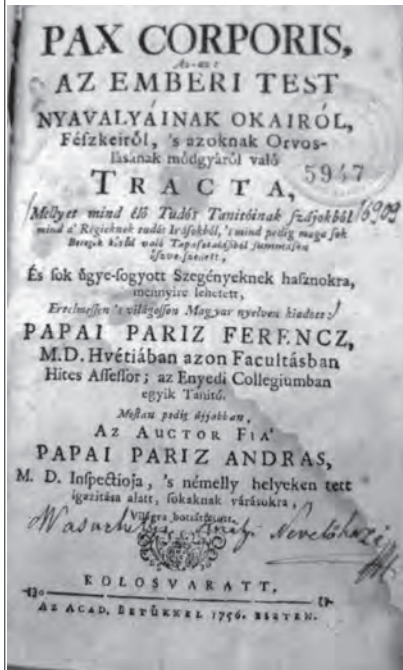
Ha borban főzed és ifod, merget, követ, főüent ki hoz emberből: Hideg lelést elvz, Farfabafokat gyógyit, a kivért pök meg állartya.

Ha a maguát ifod vízben fárt ki hányat. Külső, és belső sebeket meg gyógyit.

KÜLSŐ HASNAI.
A leuelét, maguát ha őfue töröd, az egéfre kötöd meg gyógyitya, Bolondozókat, kábalkodókat meg gyógyit ha iffa, és feyét mosia.

Tij Az

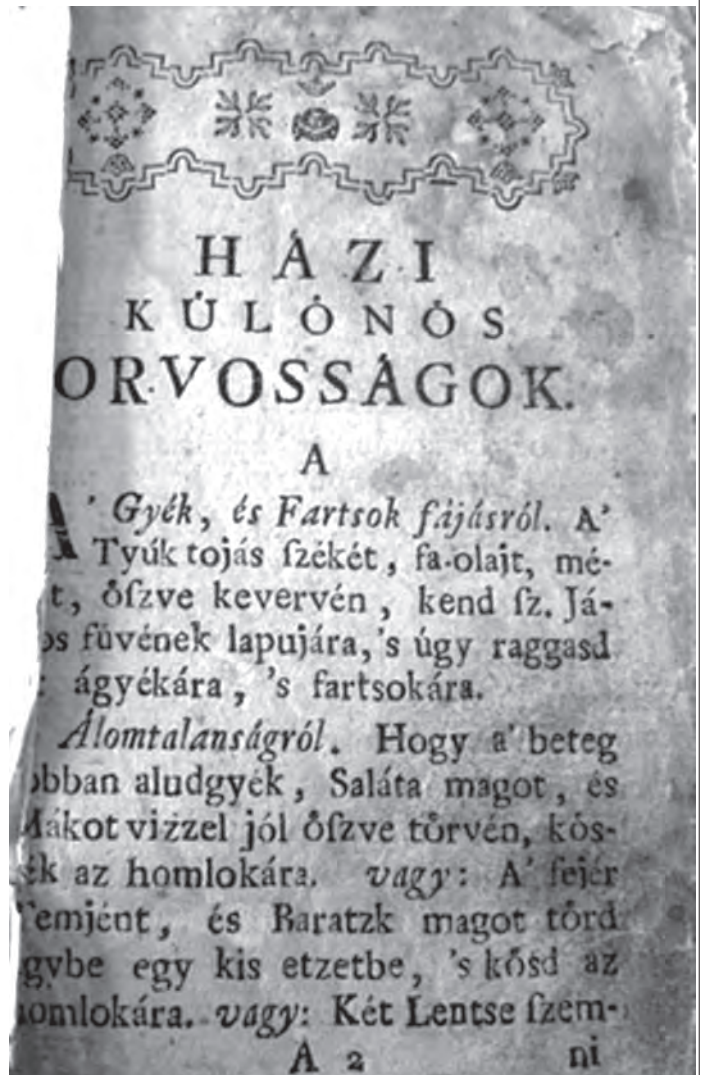
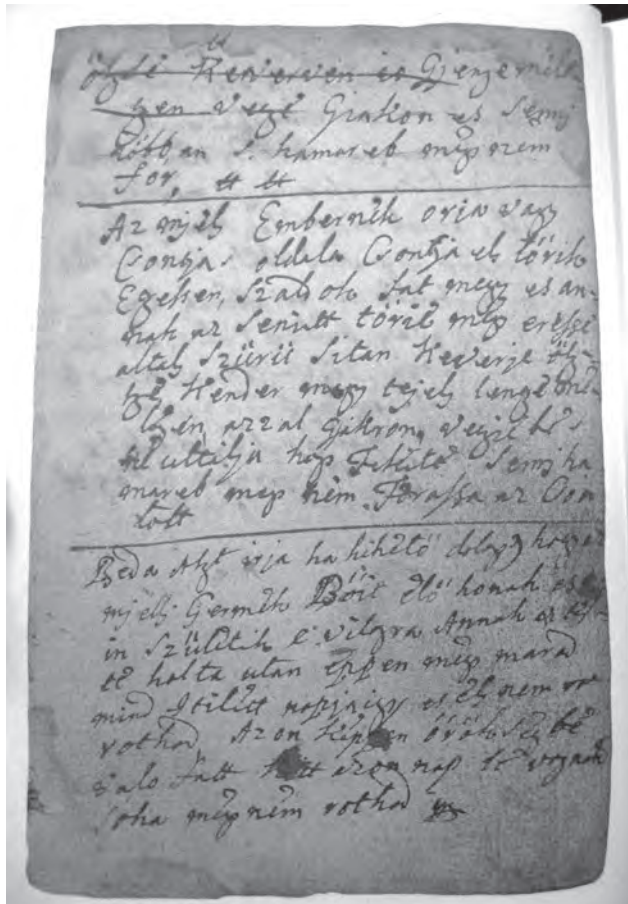
A hideglelés esetében a könyvek külön beszélnek a mindennapi, harmadnapi, negyednapi, forró és hagymázi hideglelésről. „Kigyó vagy béka akiben bújik” egy nép által kitalált betegség. A kigyót és békát betegségek okozóinak vagy gyógyítóinak tartották. A kigyó és béka emberből való kiűzése négy könyvben is megjelenik. Melius Péter munkájában a lóhere egyik belső haszna, hogy „ha a levelét, virágát, magvát mézes ecetben megfőzed s megiszod, minden mérget, kigyót, békát megöl”. Az Ars medica, a Gelencei orvosló könyvecske és a Házi különös orvosságok is megemlíti a tejet, mint ezen betegség ellenszerét. Az Ars medicában a boszorkány mint egy betegség (éjjeli nehéz légzés) jelenik meg. A Házi különös orvosságok megemlíti egy olyan fürdőt, „hogy az hideg ne ártson”, melynek eredményeként „sem rüh, sem pokolság, sem franczú reájok nem ragad”.



Hét erdélyi orvosló könyvről

A Váradai Lencsés György (1530–1593) által írt *Ars medica* kéziratos formában maradt fenn. A teljes címe „*Ars medica*, azaz olyly könyv, mellyben mindenféle nyavallyák ellen mellyek szoktanak történni az emberi testben sok hasznos és gyakorta megpróbált orvosságok találhatóak”. A könyvnek két része van: „Az emberi test betegségeréről való orvosságok” és „A testnek ékesítésére való orvosságok”. Ez a két rész testrészek szerint, azon belül is a betegségek szerint van rendszerezve.

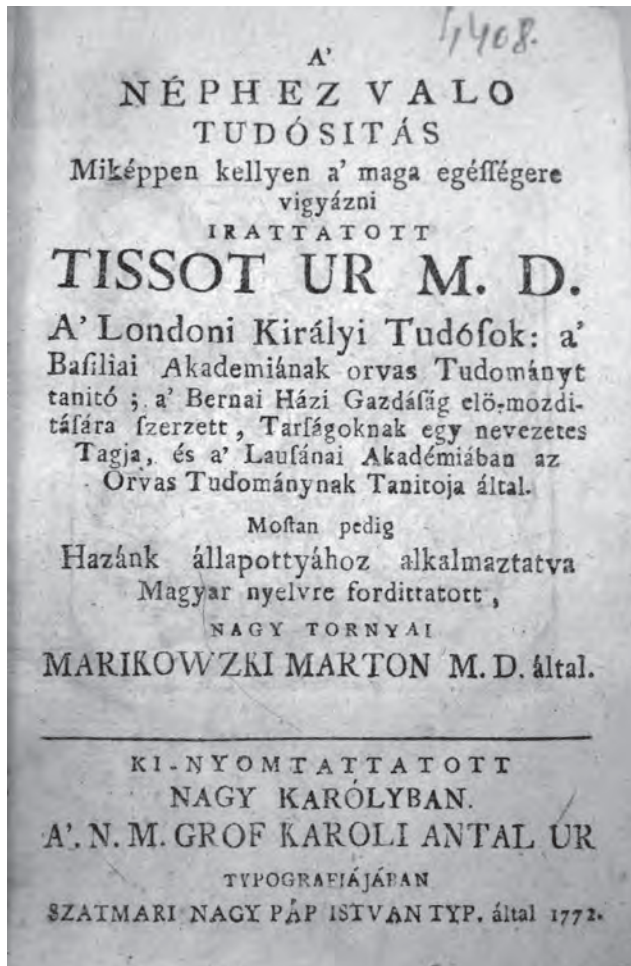
A mágnes kőről, a „réznek pattogó héjáról” és az „eleven kénesőről” is találunk bejegyzést, melyben ezen módszerek felhasználási módját olvashatjuk. A legtöbb betegségnél megjelenik az „oka”, „jele”, „tanuság”, „eledele” és az orvossága. Egy rajz is megjelenik a „szívnek reszketéséről, dobogásáról és nyilallásá-



ról” szóló fejezetben, mely egy kanalat ábrázol. Az orvossághoz szükséges alapanyagok a kanálba írva jelennek meg. Én a marosvásárhelyi Teleki-Bolyai könyvtárban található 1757-ben Erdőfi György által lemásolt példánnyal foglalkoztam. Ezen kívül még ismertek másolati példányai is és az 1943-ban Varjas Béla által betűhíven összeállított XVI. századi Magyar Orvosi könyv, amit Kolozsváron adott ki a Erdélyi Tudományos Intézet.

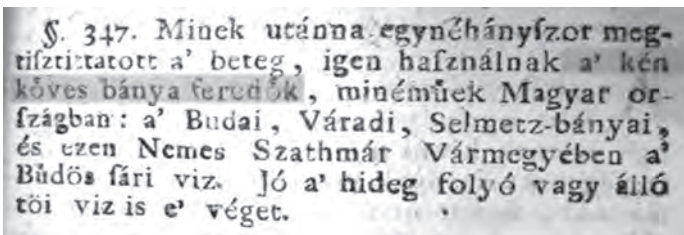
Melius Péter (1532–1572) egyházi író és debreceni református püspök *Herbariuma* az első magyar nyelvű botanikai kézikönyv. Tejes címe „*Herbarium az fagnac fuveknec nevekroel, természetekroel, és hasznairól*”. A könyvben megjelennek a különböző növények leírása, „természeti”, azaz hatása, illetve belső és külső hasznai. A növény neve „deákol, magyarul, és németül, némely helyeken pedig görögül” is le van írva. A két „laistrom”, azaz tartalomjegyzék segítségével növények, illetve betegségek szerint is tudunk keresni. Habár van egy példány a Teleki-Bolyai könyvtárban, a munkám során Szabó Attila szövegű másolatát használtam, ami a könyv megjelenésének 400. évfordulójára készült.

Pápai Páriz Ferenc (1649–1716) orvos és tanár „*Pax corporis*, avagy az emberi test nyavalyáinak okairól, fészkeiről, s azoknak orvoslásának módgyáról való *Tracta*” című munkája tizenegy



kiadást ért meg. Pápai Páriz Ferenc orvosló könyve testrészek, illetve betegségek szerint van csoportosítva. Tanulmányozásra a marosvásárhelyi Teleki-Bolyai könyvtárban található 1756-ban kiadott példányt használtam.

Bethlen Kata (1700–1759) orvosságos könyve szintén egy kézirat, melyet Sárdi Margit kiadásában tekintettem át [IV]. A kézirat tizenhárom könyvből áll, melyek a főbb betegségek és



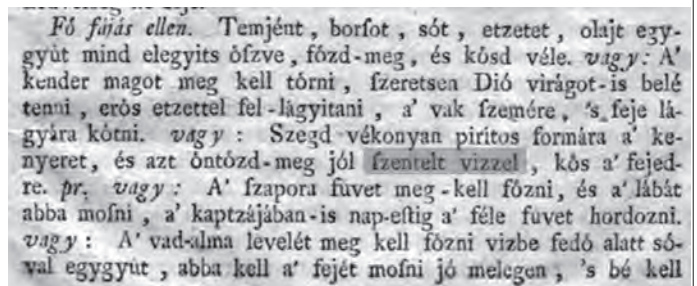
testrészek szerint vannak felosztva. A különböző betegségek gyógymódjai mellett festékkészítéssel és főzéssel kapcsolatos recepteket is találunk.

A Gelencei orvosló könyvecske című bőrkötésű, házilag összefűzött kis könyvben tíz székely gazda kézírása fedezhető fel. Kozma Péter székely nemes kezdte el írni 1727-ben, az utolsó bejegyzés pedig 1895-ből származik. A könyv első része a méhészkönyvecske, azaz „melben egészen leirattatik az méhek körül való dajkálkodásnak igazi módja és hasznos mes-

terése”, a második pedig 251 ember- és állatgyógyászattal kapcsolatos receptet tartalmaz. Kutatásomhoz a Halászné Zelnik Katalin által szerkesztett kiadást használtam.

Juhász Máté (1716–1776) minorita rendi szerzetes „Házi különös orvosságok, melyek az orvosok nélkül szűkölködő betegeskedők vigasztalására következőképpen a betűk rende szerint külön-külön Nyomtatásokból és Irásokból szedettek egyben” című munkája 1761-ben jelent meg Kolozsváron. A könyv betegségek szerint van rendszerezve, de a betegségek tüneteit legtöbbször nem részletezi a szerző. Kivételt képez a Canchus, amely „az midőn a' férfi mag meg-szorul a' szeméremben, és ki-nem mehetvén, szintén mint az Áréná szorongattya az ember nagy kinokat szerezvén.” Én a marosvásárhelyi Teleki-Bolyai könyvtárban található 1785-ös kiadással foglalkoztam.

Marikowzki Márton (1728–1772) orvosdoktor és megyei főorvos „Néphez való tudósítás, miképpen kellyen a' maga egésségére vigyázni” című munkája 1772-ben jelent meg



Nagykárolyban. A mű célja a nép által használt hibás gyógy-módok kiküszöbölése. A nép közönséges nyavalyáinak okai között megemlíti a kemény munkát, „az időnek változásait”, „a lakó helyek körül való tisztátalanságot”, a részegséget, „az eledelek romlott mivoltát” és „a' házak helyheztetését” is. A szerző konkrét példákat említi a különböző betegségek gyógyításának sikerességéről vagy éppen sikertelenségéről: „Pél-dául hozom elő, hogy egy 20. esztendő hajadon leány, izasztó orvosságokkal és veres bórral élvén e' torok-fájásban bő orra vére folyása utánn megfűllt” (A torokfájásról és torokgyékről).

Az orvosló könyvek javallatai

A gyógyítás gyakran fontos időpontokhoz kötődött. A Hold csökkenése a betegség csökkenésével járt együtt. A Házi különös orvosságok szerint a Hold utolsó negyedé-nek a kezdetén kell a servést kenni, a golyva esetében „a' melly nap az hóld fogyni kezd, nap kelet előtt egy új tég-lát erőssen meg-kell melegíteni, egy egy kis spongiát réa tenni”. A Pax corporisban a kórságnál „az utolsó negyed-ben Hóld-fogytára, Salfaperilla gyökerét mellyet a' köz nép Szártsa gyökérnek hiv, főzzenek-meg forrás cízben, 's azt igya szomjúságtól is”.

A Szent György napi levelibéka a néprajzi lexikonban szerelmi varázslatként jelenik meg. Én fogfájásra találtam meg Juhász Máté könyvében. Az Ars medica az orrvérzés esetén azt javasolja, hogy „Szent György napjának vagj előtte vagj utánna mindjárast szedjed a béka lentsét, s ebből csinálly koszorút”.

A két boldogasszony közötti időszak szerencsés periódusnak számított. Áréna esetén ekkor kellett leszedni a barack levélét. A pünkösdi napján szedett növénynek gyógyhatást tulajdonítottak. A Pax corporisban a „vég-hurkában való sülyről” azt olvashatjuk, hogy „Szent György 's Pünkösdi között szedvén árva-tsalánt, aszald meg, törd meg, a' porát tedd-el, ' a süly ellen egyed”. A Házi különös orvosságokban is megjelenik a süly esetében a pünkösdi napján szedett csalán.

Szent János napján Pápai Páriz Ferenc könyvében zöld diót kell szedni az oltvagytáshoz. A Néphez való tudósításban a bőrök fű leszedéséről olvashatunk: „nyárban Sz. János nap tájban szedjék a' füvet, meg ki nem viritot”.

A „bizonyos ételektől való tartózkodás” vagy diéta is a gyógy mód része volt. A Néphez való tudósításban a himlő esetén a beteg ehet „alma kását az az főtt alma pépet és ha éhezük egynéhány szelet kenyeret is, ellenben húst nem kell adni sem annak levél, sem tyukmonyat² sem bor”. A „rossz vér” eltávolítására az érvágást, köpölyözést és nadályozást³ alkalmazták. Belső fülfájás esetén Pápai Páriz Ferenc mindhárom eljárást javasolja: „E' nyavalyában mindjárt meg-kell vágni a' Cephalica eret onnan-felől, a' honnan a' fájdalom. A' köpölyözés is igen hasznos, főképpen a' fül tövén. Sőt nadállal is annak módgya szerint a' vért a' föle tövén szítani nagy könnyebségére vólna”. Gyakoriak a purgálószeresek, az izzasztás, a fürdő, a párologtatás és a különféle borogatások. A fürösztés esetében hamuban való fürösztéssel is találkozhatunk eba-gos⁴ gyerek gyógyítása során. A Néphez való tudósításban a „kén' köves bánya feredő” a rüh ellen javallott.

fzemét, és afzald-meg jól, 's valami matériába vard-bé, 's akazd nyakába hadd hordozza. De jobb a' Szentségek hordozása.
Gyermek rettegése ellen. A' vakondoknak szivét meg-szárazt-ván törd porrá, és egy egy kés hegyint adgy bé néki, vízbe, téjbe, vagy egyébbe.
Gyermek ha nem vizeletit. Lőjjenek egy szarkát, 's annak feje vellejét adgyák meg-innya hideg vízbe. pr.
Gyermek ha fzegezésbe himlődik. Az afzu Cyprast törd öfzve

Az emberi eredetű alapanyagoknak tabu jellegük miatt mágikus erőt tulajdonítottak. Az ilyen alapanyagokat általában titokban kellett beadni a betegnek. A Házi különös orvosságokban egy olyan anya tejére van szükség a hályog gyógyítására, „a'ki férjével másokon kívül tisztán élt és egymás után két fiú gyermeke vólt”. Az Ars medicában az álomhozó orvosságoknál az egyik javallat az, hogy „fejér mákot, fejér belind fűnek magvát törd meg, elegytsd öszve tyukmony fejeivel és Asszonyi állat tejével, kösd az fejére és rövid álmot hoz”.

Az emberi ürülék és vizelet is elfordul az alapanyagok között. A Gelencei orvosló könyvecskében csikkanás esetén „a gyalog borzát meg kell törni, vizeletben kell tenni, és jó szorosban be kell vele kötni. Probatum est”.

2 tyúktójas

3 piócázás

4 Nem azonosítható be pontosan, de a koraszülöttség, atrophia, angolkór egyes tünetei ismerhetők fel benne

5 Kipróbált orvosságok esetében jelenik meg.

hanem Árpával, vagy Sóska gyökérrel főt Vízet: Lentsével, Szarvasnak a' Izarvával-is főzhetni; mivel a' Himlő kiütéséc segitik. Igei jó ugyan annak segítésére, Karó-Répa mago és Czitrom magot öszve-törvén, felereszten Pápa fű vízzel, és gyakorta innya adni k alánal. Szél vagy hideg ne érje. Veres lepelle lepedgyék; hogy a' szeme elött lévén, az elme pbantafüja, a' veresről, a' vért felindítsa: és könnyebben kiűfsön a' Himlő. A forroságát hivesitő Zulepekkel kell enyhíteni.

Negyednapi hidegletésre Juhász Máté a következő gyógy módot javasolja: „az ember szár csontot törd porrá, abból egy kés hegyint valamiben adgy-bé innya az hideg napján, de ne tudgya a' beteg, ezt tselekedd négyszer”. Az emberi koponyacsontot a Pax corporisban a gelyva egyik gyógy módjaként találjuk meg: „tsuda erő vagy on a' meghóltt ember koponyájában, ha abból ilyen nyavalyás iszik rend-szerint, és azt sokáig gyakorollya”.

Mágikus elem a gyógyításban a szentelt víz is, amelyet fejfájásra, szentségek hordozását pedig a gyermek ijedése ellen javasolja Juhász Máté. A számok szimbolikája is megjelenik. Három bogot kellett a szegfüre kötni a csuklás elmulasztása érdekében, kilenc legyet és kilenc pókot kellett a kelevényre tenni, Bethlen Kata receptje szerint pedig három rákot kell összetörni a hagymáz ellen való orvossághoz.

Gyakoriak az analóg gyógy módok, mely szerint hasonlót hasonlóval gyógyítottak. Az Ars medicában a tagnak gutatütése esetén „az férfúinak ménló csontja veleje szükséges. Az asszonyállatnak penig kabolalócsont veleje”, tehát a nőket a nöstény állat, a férfit a hím állat valamely részével gyógyították. A gyógyításban a színek is fontos szerepet játszottak. Sárgaság esetén a legtöbb alapanyag sárga színű; a sárga növények mellett Juhász Máténál az aranyfonal is megjelenik. Himlő esetében Pápai Páriz Ferenc azt javasolja, hogy vörös leplet terítsenek a betegre, mert ez előhossa a kiütéseket. Az azonos anyaggal való gyógyításra is találtam példát. A nő hős szám elmaradása esetén a Házi különös orvosságok szerint titokban vért kell csempészni a nő italába, ínnyrohadás esetén pedig a farkas fogát kellett használni.

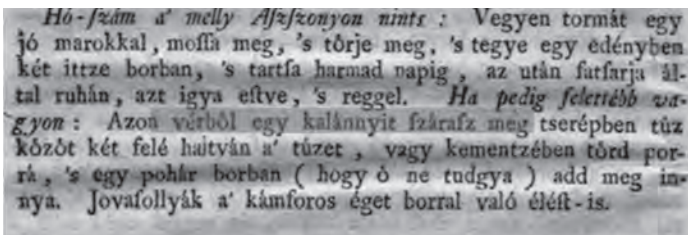
Marikowzki Márton szerint „az okos gyermek nevelés által, gyenge személyekből-is erős embereket lehet nevelni”. Éppen ezért könyvének a gyermek nyavalyáiról szóló részében nevelési tanácsokat is ad, felhívva a figyelmet arra is, hogy „mivel a' házi gazdának nintsen elegendő tselédje, 's gyermekeitől még iffiú korokban megfosztatik, ezért kéntelen azokat kik othon maradtak kemény munkára hajtani, holott még-tsak gyermek játékkal kellett vólna nékiek idejeket tölteni”.

Az orvosló könyvek gyógymódjainak összehasonlítása

Nem csupán a népi orvoslás és az orvosló könyvek között van kapcsolat, de a különböző századok orvosló könyvei között is. A későbbi századok szerzői sokat merítettek a külföldi orvosló könyvek íróitól illetve a korábbi századok erdélyi orvosló könyveiből is.

Az általam vizsgált hét orvosló könyv közötti kapcsolat elemzéséhez kiválasztottam 13 olyan betegséget, amelyek gyakrabban fordulnak elő a könyvekben. A gyógymódok során használt alapanyagokat táblázatba foglaltam, majd a közös elemek alapján megvizsgáltam, hogy mely könyvek esetében van a legtöbb egyezés.

Lencsés György a népi orvoslásból is merített könyvének megírása során, azonban a nürnbergi súlymérték használata külföldi munkák hatására utal. Pápai Páriz Ferenc tu-



dós tanítóit, a régiek tudós írásait, illetve saját tapasztalatát nevezi meg a Pax corporis forrásaként a könyv első oldalán. Mindezek ellenére az Ars medica és Pax corporis között találtam a legtöbb egyezést.

A Gelencei orvosló könyvecske forrása bizonytalan, Halászné Zelnik Katalin szerint azonban hasonlóság fedezhető fel Lencsés György orvosló könyvével és a XVII. századi „Házi patikával”. Az összehasonlítás során én is hasonló következtetést vontam le, mivel a Gelencei orvosló könyvecske az Ars medicával szemben mutat több egyezést.

Házi különös orvosságok receptjei „külön-külön Nyomatásokból és Írásokból szedettek egyben”. A „Páriz Pápai doktor írása”, illetve „Plinius mondja” megjegyzések azt igazolják, hogy a szerző a Pax corporisból és Plinius munkáiból is merített. Ennek ellenére több egyezést találtam Lencsés György kézírata és Juhász Máté munkája között. Melius Péter is forrásként használta Plinius műveit, én azonban kevés közös gyógymódot találtam a Herbárium és a Házi különös orvosságok között. Melius Péter munkája leginkább az Ars medicával áll kapcsolatban.

Bethlen Kata receptjei tág társadalmi körből származnak, mivel Pápai Páriz Ferenc, Borosnyai Márton, Bél Márton, egy német borbély, Menyhárt uram, egy szebeni német szíjjártóné, Vermesné asszonyom, Lázár Jánosné és a generálisné gyógymódjait is felhasználta. Az összehasonlítás során azt tapasztaltam, hogy Bethlen Kata orvosló könyve a Pax corporissal áll szorosabb kapcsolatban. Pápai Páriz Ferenc-től is található benne egy recept: „Doktor Pápai uramjovollotta ezen balsam nevű kenőt, mikor az gyomrában érzi az ember a szelet vagy egyéb résziben,

ahol a szél jár, kenje meg véle”, mely szerint „fél lot szerecsendió-olajhoz kell: köménymagolaj három csepp, fodormintaolaj tizenhárom csepp, ürömolaj tizenhárom csepp, szerecsendióvirág-olaj négy vagy öt csepp, balsamum peruvianum huszonöt csepp”. A Pax corporis számos receptet tartalmaz a has szorulásról, de egyik sem felel meg pontosan a Bethlen Kata által leírtak. A megemlített alapanyagok közül a fejér üröm, kömény olaj és szerecsendió olaj különböző receptekben jelennek meg.

Marikowzki Márton több forrást is megnevez az „előre tett beszédben”. A mű első oldalán megemlíti a szerző, hogy a könyv „iratott Tissot Ur M. D. (...) által”, Marikowzki Márton pedig lefordította magyar nyelvre a művet, „házánk állapottyához alkalmaztatva”. Az összehasonlítás alapján a Néphez való tudósítás a Pax corporissal áll szorosabb kapcsolatban.

Csupán egy esetben találtam olyan alapanyagot, amelyet minden könyv ajánl egy adott betegség kezeléséhez (a súly esetében a csalán). Melius Péter könyvében az égető csalán, míg a többiben az árvacsalán a javasolt ellenszer.

Mind a hét könyv a ház körül könnyen megtalálható alapanyagokat javasol, ritkán patikában található szereket. Érvágással leginkább az Ars medicában, a Pax corporisban és a Néphez való tudósításban találkozhatunk. Juhász Máté csupán egy alkalommal, gutaütés esetén javasolja az érvágást.

Mind a hét könyvre jellemző a polipragmázia, tehát egy adott betegség, tünet esetében több gyógymódot, növényt, kivonatot javasolnak. A Gelencei orvosló könyvecskeben fül-fájás esetében a következőket olvashatjuk: „Az fokhagymát főzd meg lúdhájban, és melegen eresszed a fülben. Item⁶. Az kőrösfaolajt is jó asszonember tejivel összeegyíteni”.

Marikowzki Márton kiemeli a himlőoltás fontosságát. A toldalék első része a himlőoltás történetét és annak módját írja le. Az oltást a szerző a következőképpen írja le: „a' himlő béoltása abban áll, midőn olly személynek a' kin még a' himlő soha sem völtt, börit fel-vágván, abba a' sebetskébe, más himlős személyből vött érett himlő genyetséget eresztene, és így azon betegséget véle közlik 's egy emberből másra mint egy által palántálják.”

*

Nehéz elmagyarázni azt az érzést, ami a több száz éves orvosló könyvek tanulmányozása során fogja el az embert. A sarkokban a használatról megfeketedett lapokon későbbi generációk jegyzeteit olvashatjuk. A könyv jellegzetes illata elárasztja a termet, miközben az ember arra gondol, hogy milyen felbecsülhetetlen értékű volt egykor ez a könyv valaki számára. Napjainkban nyelvészeti, orvostörténeti és néprajzi szempontból vizsgáljuk ezeket a könyveket. Azt azonban nem szabad elfelejtenünk, hogy egykor betegellátás hiányában az orvosló könyvek olyan tanácsokkal láthatták el a betegeket, melyek a szegényebb ember számára is érthetőek és elérhetőek voltak, s így ezek jelentősége felbecsülhetetlen volt.

PÉTERFI ORSOLYA



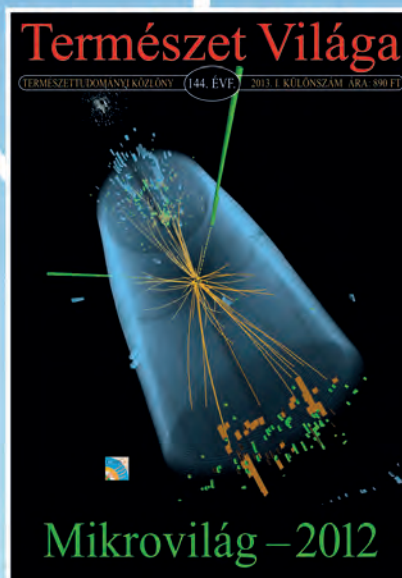
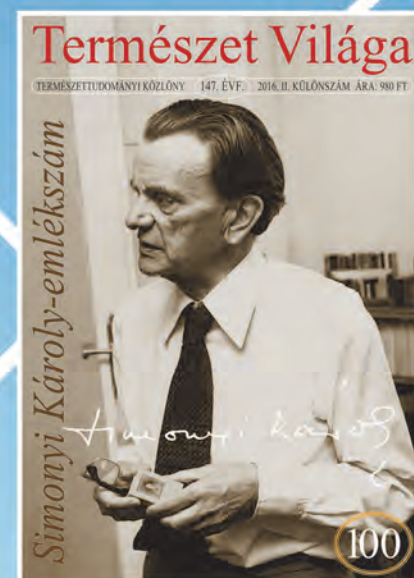
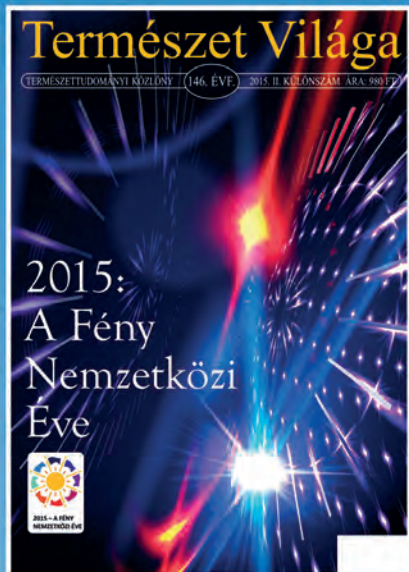
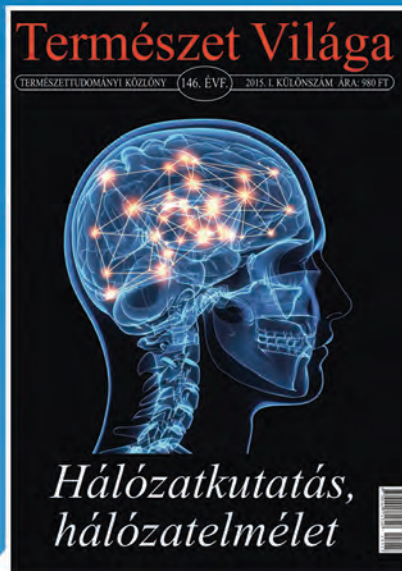
Lelki betegségek és mentális problémák ihlette műalkotások: Chitrapa, Van Gogh, Goya, Allik és Plný festménye



A Természet Világa különszámai

A különszámok korlátozott számban megrendelhetők a Kiadónknál, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál.

Cím: 1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06 1 327 8965
E-mail: titlap@telc.hu



nka
Nemzeti Kulturális Alap

