



Kathó Ágnes

■ Debreceni Egyetem Fizikai Kémiai Tanszék

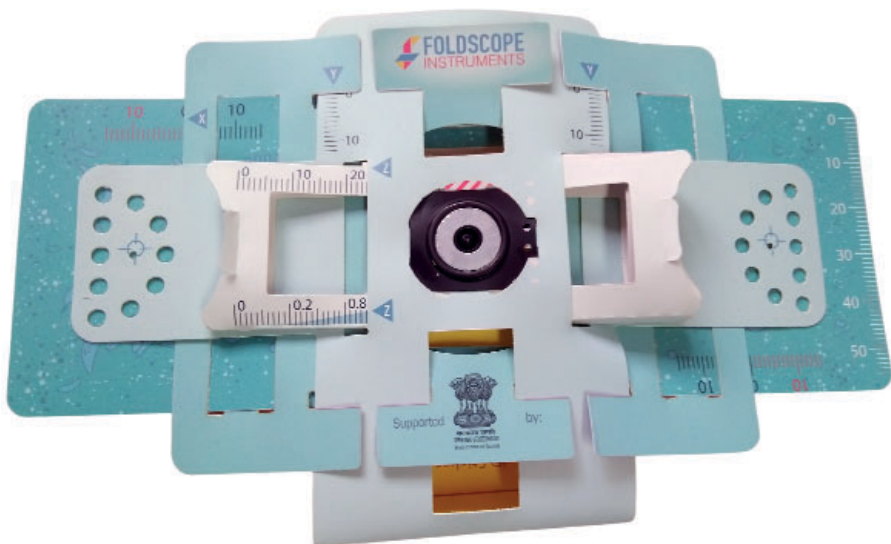
Ha lúd, legyen arany?

A Golden Goose-díj

A Magyar Kémikusok Lapja hosszabb ideje rendszeresen beszámol a mulatságos tudományos eredményeket elismerő IgNobel-díjakról [1]. Vannak azonban, akikből az effajta teljesítmények nem nevetési inger, hanem dühöt váltanak ki. Közéjük tartozhatott az Egyesült Államok egyik demokrata szenátora, William Proxmire, aki 1975-től kezdődően 13 éven keresztül havi egy Aranygyapjú-díjat (Golden Fleece Award) osztott ki azoknak a szövetségi állam által támogatott kutatásoknak, amelyek – szerinte – csak a tudományra fordítható összegek eltékozlására, elherdálására jók [2].

Egészen másképpen közelített a sokak által lenézett vagy kigúnyolt ötletekhez Jim Cooper, Tennessee állam republikánus képviselője. Nemcsak saját pártbeli társaival, hanem demokrata képviselőtársakkal is összefogva 2012-ben megalapította az Aranylúd-díjat (Golden Goose Award) annak bemutatására, hogy az ilyen kutatások egy része a későbbiekben jelentős emberi és/vagy gazdasági hasznot hajtottak. A díjra a szövetségi állam által támogatott, már lezárt projektek közül azok jelölhetők, amelyek igen jelentős tudományos, technológiai áttörést vagy társadalmi hatást váltottak ki, de a támogatás folyósításának idején a) ilyesmire még nem lehetett számítani; b) szokatlanak vagy elsőre neveseknek tűntek a célok, és az eredmények értéke is kérdéses volt. Emellett olyan felfedezésekre is fel lehet hívni a figyelmet, amelyek a támogatott kutatások „melléktermékeként” képződtek. Ezek olyan megfigyelések, amelyek távol álltak a kutatások eredeti fókuszától, de a kutatók felismerték a szándékuktól eltérő észlelet jelentőségét (serendipity).

Életmentő kezelések, gyógyszerek kifejlesztésében jeleskedő kutatók mellett azokat is jutalmazták, akik jelentős mértékben hozzájárultak a nemzetbiztonság, az energiafelhasználás, a környezetmegóvás, a közegészségügy terén mutatkozó technikai fejlődéshez. Egyének és szervezetek korlátozás nélkül tehetnek javaslatot, de az önjelölés kizárt. Évente három, 2012 óta pe-



1. ábra. Az origami mikroszkóp

dig összesen 33 vívmányt díjaztak, de ebben a rövid ismertetőben közülük csak a 2022. évi nyerteseket mutatom be az Aranylúd-díj honlapja alapján [2] (a kézirat leadásakor a 2023-ban kitüntetettek neve még nem volt ismert).

Manu Prakasht és Jim Cybulskit a filléres mikroszkóp megalkotásáért jutalmazták. Az eszköz szükségességére Prakash, a Stanford Egyetem fizikusa akkor döbbsen rá, amikor 2011-ben Indiában tanulmányozta a fertőző betegségek (pl. a malária) azonosítására használt módszereket. E kórságok korai felismerése, terjedésének megakadályozása százezrek életét mentheti meg, de az ehhez nélkülözhetetlen mikroszkópokat sok helyen nem tudják megvenni. Prakash találkozott olyan esettel is, hogy a drága műszer egy lezárt szobában porosodott, mert nem volt szakképzett kezelője és/vagy megoldatlan volt az eszköz karbantartása, javítása. Ekkor tűzte ki azt a meglepő célt, hogy olcsó, könnyen kezelhető, nagy teljesítőképességű (a malária kórokozójának kimutatására alkalmas), széles körben hozzáférhető mikroszkópot fog kifejleszteni.

Az elnyert pályázatban leírt tervét a mérnök végzettségű Cybulskival, az akkori PhD-hallgatójával közösen valósította meg.



Diákok a mikroszkóppal (Foldscope Instruments, Inc.)

Alapanyagul az olcsó papírt választották, amelyből a nyomtatással felvitt alakzatokat nagy pontossággal ki lehet vágni, és azok hajtogatásával kialakítható a mikroszkóp háza (a hajtogatásra utal az origami mikroszkóp, illetve az angol „foldscope” elnevezés is). Lencseként egyszerű üvegolyót, míg fényforrásként egy gomelem által táplált, nagy fényerejű LED-et alkalmaztak. A hozzávalók csekély árának köszönhetően az akár 140-szeres nagyítást is elérő eszközt kevesebb mint egy dollárból állították elő, és a költségek kímélése érde-



2. ábra. A filléres centrifuga

kében a méreteit a szabványos tárgylemezhez igazították (1. ábra).

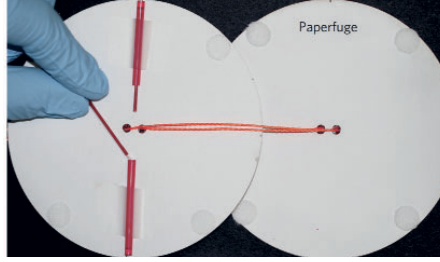
A 2022-es adat szerint a papírmikroszkóp 160 országba és 1,8 millió emberhez jutott el (nagyon sokukhoz ingyen, az állami támogatásnak köszönhetően). A felhasználók sokféle területen eredményesen alkalmazták az eszközt, de a feltalálók nagyon büszkék az általuk alapított, Microcosmos elnevezésű online fórumra is. Ennek keretében a világ legkülönbözőbb tájain élő emberek megosztják és értékelik a mikroszkóppal készített felvételeiket, azaz a mikroszkóp közösségteremtő erővé is vált.

Annak ellenére, hogy kezdetben nagyon nehezen kapott támogatást, Prakash ma is további filléres tudományos eszköz kifejlesztésére törekszik. Irányításával kb. 20 centből valósították meg a kézi hajtányú, mindössze 2 g tömegű, papírból készült centrifugát (2. ábra), ami másfél percnél is kevesebb idő alatt képes a kapillárisba zárt vérminta plazmáját elkülöníteni [3]. Az ötletet az a játék adta, amelyet gyerekorunkban talán mindannyian készítettünk egy gomb és kb. félméternyi spárga felhasználásával.

Reménykedem, hogy a közoktatási (vagy akár a felsőfokú) intézményekben már felfedezték ezeket a papírcsodákat, és a tanárok biztatására a gyerekek számos megfigyelést, kísérletet végeztek ezekkel az olcsó műszerekkel.

Az ifjúság érdeklődését azonban nemcsak a mikroszkopikus méretű dolgok kelte fel, hiszen már az egészen apró gyerekek is szívesen gyűjtenek változatos méretű, színű, alakú rovarokat, kagylókat, csigákat és más élőlényeket. A Fülöp-szigete-

3. ábra. A kúpcsigák egyike (*Conus magus*)



ki Baldomero Marquez Olivera középiskolásként szerettt bele a kúpcsigákba (3. ábra), és tudományos igénnyel rendszerezte jelentős kollekciónját.

A PhD-fokozatot San Franciscóban szerezte meg, majd a Kansasi Állami Egyetemen DNS-szintézisekkel foglalkozott. Az elsők között fedezte fel és írta le az *Escherichia coli* DNS-ligáz enzimét, azt az öszeillesztő enzimet, amely nagyban hozzájárult a génszűréshez és a DNS-rekombinációs folyamatok megvalósulásához [4].

Olivera minden évnek legalább a felét a szülőhelyén töltötte, de ott nem voltak meg a DNS-kutatások feltételei, ezért ezekben az időszakokban a figyelme a régi hobbjára fordult. Érdeklődésének középpontjában azonban már nem a rendszertani jellemzők, hanem a kúpcsigák zsákmányszerzésre, illetve védekezésre használt mérgei kerültek. Ezek a mérgek rendkívül összetettek, fajoként legalább 200, egyenként is mérgező peptid keverékei. E vizsgálatokba bevonta az ugyancsak Manilában élő egykori évfolyamtársát, Lourdes J. Cruz vegyész, akit később az amerikai munkahelyére, az Utahi Egyetemre is meghívott, hogy a mérgek különböző frakcióinak élet-tani hatásait vizsgálják.

Ezekben a kísérletekben azonban csak akkor következett be igazi áttörés, amikor csatlakozott hozzájuk egy hallgató, Craig Clark. Őt elsősorban az agy működése érdekelt, ezért az addigi szokástól eltérően nem az egerek bőrébe, hanem az agyába injektálta a *Conus magus* kúpcsigából származó mérgeanyag különböző részleteit. Egyes frakciók élénkítették, mások letargikussá tették az egereket, de az egyéb hatások között akadt például remegést kiváltó is. Már jó fél éve folytak a kaotikus viselkedés titkának megfejtésére irányuló kísérletek, amikor egy kezdő hallgató, Michael McIntosh a remegést okozó toxin elkülönítésére vállalkozott. A kinyert, jól jellemzett peptiddel széles körű vizsgálatokba kezdtek, például olyan kérdések megválaszolásához, hogy a mérge miért nem bénítja meg az egereket, ha a halak vagy békák éppen emiatt válnak a csigák áldozataivá.

Ezeknek a tanulmányoknak a során bizonyították az ω -konotoxinként elnevezett vegyület kalciumcsatorna-blokkoló hatását, és felismerték, hogy a kúpcsigák toxinjai alkalmasak lehetnek krónikus fájdalmak enyhítésére. Az Elan nevű cég szintetizálta az ω -konotoxint, és a zikonotidra keresztelt hatóanyag 2004-ben engedélyt kapott a gyógyászati alkalmazásra. A Prial néven forgalmazott gyógyszer nagy előnye, hogy – szemben a morfinszármazékokkal – nem az opiát-receptorokhoz kötődik, ezért nem okoz függőséget. Óriási hátránya, hogy közvetlenül a gerincvelői folyadékba kell bejuttatni. Biztató állatkísérletek vannak azonban olyan módosított konotoxinokkal, amelyekből szintén hatásos fájdalomcsillapító tablettákat készítettek.

Az emberek életét nemcsak a fájdalmak, hanem érzékszerveik károsodásai is megkeserítik. Sokaknak segített már a lézeres szemműtét, de lényegesen kevesebben lehetnek azok, akik hallottak a módszer kiindulási pontjának tekinthető balesetről. Előzményként érdemes megemlíteni, hogy Gerard Mourau és PhD-hallgatója, Donna Strickland 1985-ben a Rochester Egyetemen dolgozták ki azt a módszert, mellyel nagy intenzitású, ultrarövid lézerimpulzusokat tudtak létrehozni (a fázismodulált impulzuserősítésen alapuló elv kidolgozásáért 2018-ban megosztott fizikai Nobel-díjat kaptak).

Néhány év múlva Mourau a Michigani Egyetemen folytatta ezeket a kísérleteket, ahol PhD-hallgatóinak egyike, Detau Du egy alkalommal védőszemüveg viselése nélkül igazította meg a lézerkészülék tükrét. Szerencséjére, ez a figyelmetlenség a látását lényegesen nem befolyásolta, de a szemét megvizsgáló orvos, Ron Kurtz érdeklődését felkeltette, hogy a lézersugár egy tökéletesen kör alakú égésnyomot hagyott a retináján. Együttműködésbe kezdtek, és kiterjedten vizsgálták a lézersugarak által okozott szövetkárosodások mértékét.

Közel egyéves tapasztalataikat egy 1994-ben megrendezett konferencián ismertették, ahol jelen volt Juhász Tibor a Kaliforniai Egyetem (Irvine) lézerfizikusa, akinek szintén voltak már ismeretei a femtoszekundumos lézersugarak és a szaruhártya kölcsönhatásáról. Ez indította arra Mourau-t, aki mellett már korábban is dolgozott Rochesterben, hogy Michiganba hívja közös munkára. 1997-ben Kurtz és Juhász megalapította az IntraLase nevű céget, hogy kidolgozzák a szike nélküli, lézerrel végzett szemkorrekciós műtéti eljárásokat, és kifejlesszék az ehhez szükséges eszközöket.



Sokéves sikeres klinikai használat után 2001-ben mutatták be az első, kereskedelmi forgalomban is kapható femtoszekundumos lézerekészüléket, amit ma már a világ sok táján rutinszerűen alkalmaznak. A segítségével végzett korrekciós műtétek a korábbi eljárásokhoz képest sokkal kisebb kockázattal és rövidebb idejű felépüléssel járnak. Napjainkig legalább 30 millió ember élvezte ezeket az előnyöket, és az is kiderült, hogy a műszer nemcsak a korrekciós műtéteknél lehet hatásos. A Juhász Tibor által létrehozott ViaLase startup cég például a zöldhályog kezelésében ért el már jelentős eredményeket.

Az eddigi díjazottak között Juhász Tibor az egyetlen hazánkfi, de nem az egyedüli magyar, hiszen 2021-ben Karikó Katalin már részvett ebben az elismerésben (Drew Weissmannal közösen a mRNS-alapú vakcina kifejlesztéséért). Akik egy kicsit is kö-

vették az ő munkásságát, azok tudják, hogy az elbocsátások, sikertelen pályázatok ellenére mindig töretlen volt a lelkesedése és a hite az mRNS-sel kapcsolatos kutatások hasznában, fontosságában [5]. Eltökélté-ge, hihetetlen munkabírása (megszállottsága?) elengedhetetlen volt ahhoz, hogy nagyon sok ember megmenekülhessen a Covid-járvány alatt, és bizonyára új lendületet adott azoknak a kutatásoknak is, amelyek e technika más betegségek kezelésében való alkalmazására irányulnak.

Az Aranylúd-díj nyerteseinek történeteit olvasva többekben felidéződhetnek az alap-kutatások támogatásának szükségességéről szóló, időről időre fellángoló viták. Néhány éve a tudomány finanszírozásáért felelős miniszter (az MTA rendes tagja) a Magyar Hírlap 2018. július 6-i számában a következőt nyilatkozta: „Legitim igény, hogy hasznos, a társadalom érdekét szol-

gáló célokra fordítsuk az adófizetők pénzét.” E mondat minden szavával egyet lehet érteni, de amint az előbbiekben részletezett esetek is mutatják, nehéz megjósolni, hogy egy kutatási téma milyen alkalmazást indíthat el, és mekkora társadalmi hasznot hozhat akár az eredeti ötlettől távol eső területen is. Fontos lenne, hogy ne semmissüljenek meg az aranytojást tojó tyúkok!

Lapzártakor érkezett a hír, hogy Karikó Katalin és Drew Weissman orvosi Nobel-díjat kapott.



IRODALOM

- [1] Lente G., MKL (2023) 78, 269.
- [2] <https://www.goldengooseaward.org>
- [3] Bhamla M.S., Benson B., Chai C., Katsikis G., Johri A., Prakash M., Nat. Biomed. Eng. (2017) 1, 0009.
- [4] Thomas K.R., Olivera B.M., J. Biol. Chem. (1978) 253, 424.
- [5] Silberer V., MKL (2019) 74, 117.



Olvasnivalót ajánlanék

István Hargittai–Balázs Hargittai: Brilliance in Exile. The Diaspora of Hungarian Scientists from John von Neumann to Katalin Karikó. CEU Press, Budapest–Vienna–New York, 2023.

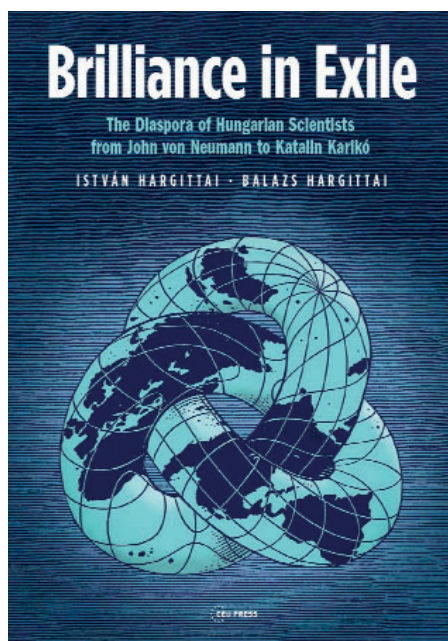
Ismét egy angol nyelvű könyvet ajánlanék olvasásra. A könyv szokatlanul élményekkel gazdagított, és bízom benne, hogy több olvasónknál célt érek. A kicsit borsos ára nem lehet akadály, mivel ma már egy magyar nyelvű könyv sem sokkal olcsóbb. A kormányzati minőségrombolás, amit az okoz, hogy az egyetemi diploma megszerzésének nem feltétele az idegen nyelv tudása, nem terjed olyan gyorsan, és sokan vannak, akik még tudnak angolul.

A könyv az országból öt hullámban (kezdvé a korai húszas évektől egészen a rendszerváltás utáni évekig) kivándorolt 50 magyar tudós életét mutatja be a szerzők szokásos olvasmányos, élvezetes stílusában. A bevezetőben leszögezik, hogy a történelem okán a hazájukat elhagyó tudósok között nem csak zsidók és zsidó származásúak voltak/vannak. A tudósok mind a természettudományok és a matematika területén alkottak; az egyes hullámokból csak egy-egy nevet említenék, az én számomra különböző okokból legmaradandóbbakat (az okokra terjedelmi okokból nem térek ki): ezek Szilárd Leó, Erdős Pál, Szent-Györgyi Albert, Oláh György és Furka Árpád. Mindannyian kemény munkával nemzetközileg ismertté váltak, szakmai karriert csináltak. Az egyes fejezetek végén van egy „kontroll”-tudós, aki a számítésetsből/külföldről hazatért, mint Bródy Imre vagy Furka Árpád. Az ő pályájuk bizony nem teljesedett ki.

A szerzők számára két alapvető üzenet fogalmazódik meg, melyet az olvasóknak ajánlanak tanulságként; ezt idézném itt he-

venyészett fordításban: „Az egyik, hogy minden olyan ország, amely kirekesztő és nem elfogadó, rengeteget veszít. A másik pedig: azok a társadalmak, amelyek elfogadóak és toleránsak, integrálóak és befogadóak, óriási haszonra tesznek szert.”

Bennem is felmerül, hogy most mit hoz a jövő. Nem látok változást, az ötödik hullám folytatódik, vagy egy még erősebb hatodik hullám indul. A pedagógusokat óraadók váltják fel a közoktatásban; a felsőoktatás és kutatás területén a nemzetközi/európai kapcsolataink beszűkülnek az Erasmus+ és a Horizont hálózatokból való kikerüléssel. A kormány azzal nyugtatja az állampolgárokat, hogy majd ő pótolja a hiányzó forrásokat. A kialakult kapcsolatot nem lehet pénzzel pótolni. Elutazni lehet, szállást is lehet foglalni, de az együttműködő intézmények kapui zárva maradnak. Oda már nem engednek be bennünket. Évente több ezer magyar egyetemista nem mehet európai egyetemre rész képzésre az Erasmus+ program keretében. Ők már a teljes egyetemi tanulmányaikat akarják európai egyetemeken végezni. És 2024-től felfüggesztették tevékenységünket a folyó EU-s kutatási programokban is, kesereg Kemenes Gábor víruskutató Pécsről. Így jártunk mi is egy COST-projektünkkel. Beláthatatlan károkat okoznak ezek tudományos kapcsolatainkban. A kapcsolatot nem lehet újraépíteni egy-két e-maillal.



A könyvet a CEU Press a szerzőkkel való hangulatos hibrid (személyes és online) beszélgetésen mutatta be a CEU Nádor utcai központjában. Sokan voltunk; igaz, inkább az idősebb korosztály képviseltette magát. A beszélgetést Michael L. Miller, a CEU professzora vezette. Többet tudhatnak meg a beszélgetésről és a könyvről a <https://events.ceu.edu/2023-09-21/book-launch> linken.

KT