

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

155. évf. 2. sz.

2024. FEBRUÁR

ÁRA: 1450 Ft

Előfizetőknek: 1350 Ft



KÉPI LÁTÁS
GYERMEKI AGY
MAGYAR SÁSKA
ATOMSZÖKŐKÚT
BÁBELI JELBESZÉD





A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben

SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
155. ÉVFOLYAMA

2024. 2. Február
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi Díjas folyóirat



Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Kulturális és Innovációs Minisztérium,
a Magyar Kultúra Alapítvány,
és a Nemzeti Kulturális Támogatáskezelő
támogatásával.

Főszerkesztő: GÓZON ÁKOS

Szerkesztőség:
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 06-30-755-5691
E-mail-cím: info@termvil.hu
Internet: termvil.hu

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06-30-755-5702

Nyomás:
PAUKER Nyomda

Felelős vezető:
Vértes Dániel

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06-30-755-5691
e-mail: info@termvil.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.
árusítóhelyein.

Előfizetési díj:
fél évre 8160 Ft, egy évre 16 200 Ft

PATKÓS ANDRÁS: Atomórával a sötét anyag nyomában – Mire jó az atomszökőkút?	50
ERDŐS LÁSZLÓ: Az év rovarfaja idén a sisakos sáska – Cukiság az ízeltlábúak világban	55
SZABAD JÁNOS: Günanderek és kimérák – Mozaikok késlekedő és/vagy többszörös megtermékenyülésből	60
TÜSKÉS ANNA: A magyar kikerics kutatója – Interjú Száraz Péter biológussal	66
MACZÁK MÁRTON: Hollywood aranykora – 100 éve történt	73
VERMES NIKOLETT: A gyermeki agy titka – Mindkét féltékét egyszerre használják	79
TÓSZEGI ZSUZSANNA: Interjú Daróczi Csabával – Képi látás, esztétikum, kompozíció	82
MAKSAY GÁBOR: Kiút a bábeli zűrzavarból – Bioszemiotika alulnézetben	86
FÖLDTUDOMÁNYI FIGYELŐ (Szoucsék Ádám)	90
MOLNÁR CSABA: Régen nem csak a lányok voltak vérszívók – Ősszúnyog borostyánból	93
DIÁKMELLÉKLET (Hegedűs Alexandra: Adattárolási, kerekítési és tervezési hibák)	95
PÁLYÁZATI FELHÍVÁS	101
FOLYÓIRATSZEMLE (Landy-Gyebnár Mónika)	103
J. S. A.: Műholdtalálkozó Budapesten – Űrvetélkedő	104

Címlapképünk: Daróczi Csaba felvétele a *Képi látás, esztétikum, kompozíció*
című cikkünkhöz

Borítólaponk második oldalán: Száraz Péter felvételei *A magyar kikerics kutatója*
című cikkünkhöz

Borítólaponk harmadik oldalán: A 2023-as Év Természetfotósának képei
(Daróczi Csaba felvételei)

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: **ABONYI IVÁN**, BACSÁRDI LÁSZLÓ, BOTH ELŐD, 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

Főszerkesztő-helyettes:

PÁSZTOR BALÁZS (pasztor.balazs@eletestudomany.hu)

Szerkesztők:

TEGZES MÁRIA (tegzes.maria@termvil.hu)

LÓRINCZ HENRIK (lorincz.henrik@termvil.hu)

SZOUCEK ÁDÁM (szoucsék.adam@termvil.hu)

Tervezőszerkesztő: LÉVÁRT TAMÁS

Gazdasági ügyintéző: FARKAS VIKTÓRIA

Partnerkapcsolati ügyintéző: SZALAI ZSUZSANNA (info@termvil.hu; 06-30-755-5691)



MIRE JÓ AZ ATOMSZÖKŐKÚT?

Atomórával a sötét anyag nyomában

A sötét anyag létezésének feltételezéséhez számtalan csillagászati megfigyelés vezetett el. A ráutaló jelenségek mérettartománya a világító anyag galaktikus mozgásában észlelt anomáliáktól az univerzum megfigyelhető határát elérő anyaghullámokból származó kozmikus mikrohullámú háttérsugárzásig terjed. A saját fénykibocsátásra képtelen, ám gravitációs hatásával az elektromágnesesen sugárzó égi objektumok mozgását befolyásoló anyagfajta természetére változatos elképzeléseket fogalmaztak meg a létezésük hipotézisét követő közel száz évben.

Csalódást hozó stratégiák

A csillagásznak a sötét anyagra természetes jelöltje lehet a magfúzió beindításához szükséges alsó tömeghatárnál kisebb tömegű barna törpe csillag meg a fekete lyuk. Előbbinek, amely a Massive Astrophysical Compact Halo Object (MACHO) elnevezést kapta, a felkutatására már a múlt század utolsó évtizedében több égbolt felmérést szerveztek, amelyek során olyan időszakos eltakarások elemzésének technikáit alkalmazták mint amit jelenleg az exobolygók felkutatásában használnak. A különböző méretű fekete lyukak előfordulására a közelmúltig csak egyedi példákat

ismertek. Immár valószínűsítik, hogy minden galaxis centrumában megtalálható egy szupernehéz fekete lyuk (a Nap tömegének milliárdszorosát is meghaladó tömeggel). A LIGO projekt a gravitációs hullámok felfedezése során 2016-ban két, 60 naptömeghez közeli fekete lyuk összeolvadásaként értelmezhető jelsorozatot észlelt. Várható, hogy a gravitációs hullámok egyre szisztematikusabbá váló észlelésével hamarosan sikerül megbecsülni a közepes méretű (a Nap tömegének 10–100-szorosával jellemezhető) fekete lyukak kozmikus előfordulási gyakoriságát és ezzel megadni részesedésük hányadát a sötét anyag alkotórészei között. A feketelyuk-populáció keletkezési

mechanizmusát sok asztrofizikus igyekszik visszavezetni az elektromágneses kozmikus háttérsugárzás keletkezésének közel 14 milliárd évvel ezelőtti időszakáig. Ők a sötét anyagban rejtőző anyagnak akár egészét is azonosítanák az őseredeti (primordiális) fekete lyukakkal.

A makroszkopikus objektumokra koncentráló asztrofizikai kutatásokkal párhuzamosan fejlődnek a részecskefizikai elképzelések. A mikrohullámú fotonháttérrel analóg módon biztosra vehető az Univerzum horizontunkon belüli részét egyenletesen kitöltő neutrínógáz létezése, bár kizárólagos gyenge kölcsönhatási képességük miatt ennek kimutatása eddig nem járt sikerrel. Neutrínófizikai ismereteink alapján ebben az anyagfajtában a gravitációs hatásból becsült sötét anyag mennyiségének legfeljebb ezreléke lehet megtalálható.

A kutatásoknak az 1980-as évektől kibontakozott szakaszában a neutrínók helyére a nagytömegű gyengén kölcsönható részecskék (Weakly Interacting Massive Particles = WIMP) gázának feltételezése lépett. Ezek jellemző tömegtartományát a proton tömegének 4-6-szorosa és a gyenge kölcsönhatást közvetítő erőter kvantumok (W,Z) tömege között gyanítják. Ez bőven elérhető a gyorsító ütközések energiái számára, így nagy intenzitással folyik az utánuk folytatott nyomozás a genfi CERN LHC és a chicago-i Fermilab mellett szinte az összes jelenleg működő nagyenergiás részecskefizikai kísérletben. A WIMP-ek nyomára az

Az NPL készülékének „lelke”, a keresztező lézerforrások és a mikrohullámú rezgést előállító rezonátor

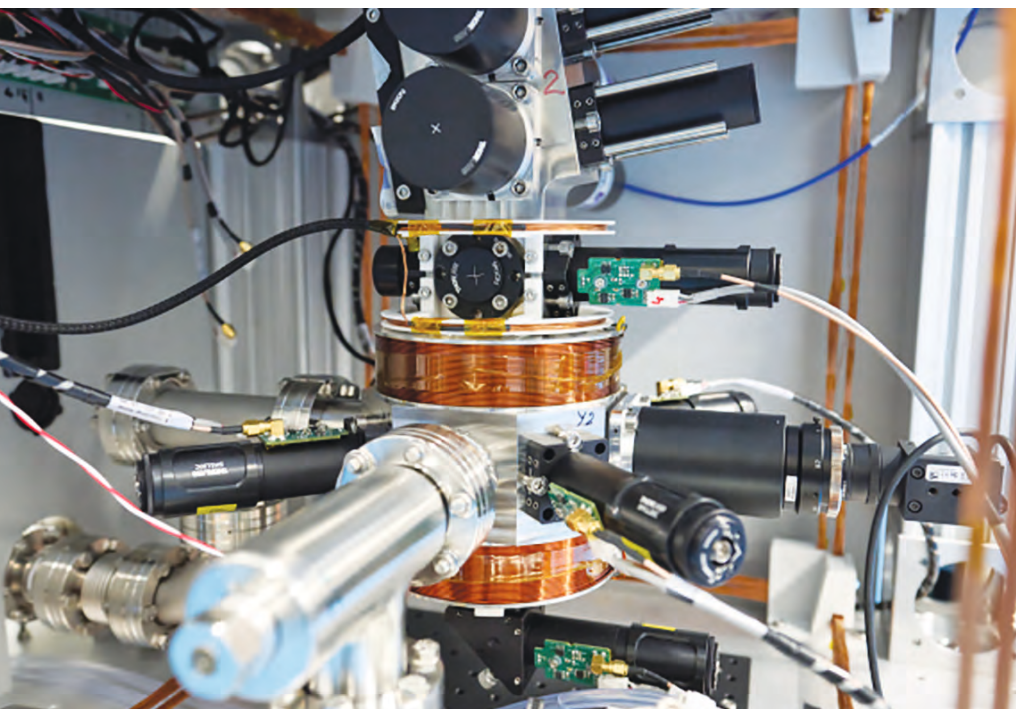
ütközések végtermékeinek energiáját és impulzusát összesítő mérlegek jól meghatározott tömegértéknél jelentkező hiányából igyekeznek rábukkanni — immár közel négy évtizede teljesen eredménytelenül!

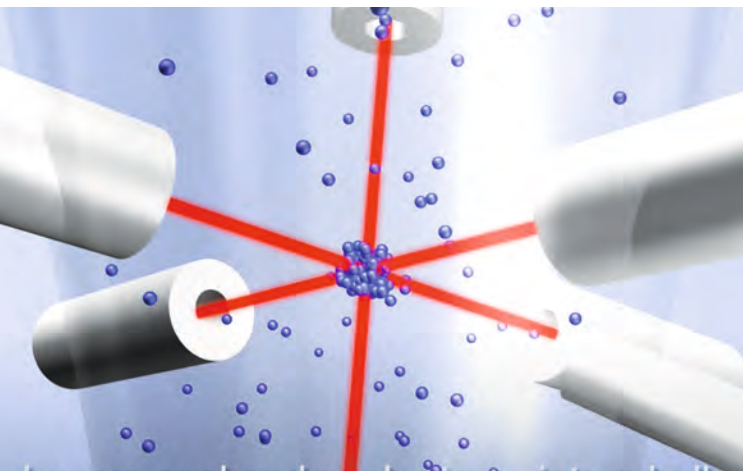
Évezredünk első két évtizedében viszont növekvő figyelem fordul a sötét anyag elképzelhető legkönnyebb, úgynevezett *ultrakönnnyű* komponenseinek felkutatása felé. Egyezés szerint az $1 \text{ eV}/c^2$ -nél kisebb és $10^{22} \text{ eV}/c^2$ -nél (eV = elektronvolt) nagyobb tömegű hipotetikus részecskéket sorolják ebbe az osztályba. Kozmikus környezetünkben sebességüket a látható objektumok mozgását jellemző sebességgel, a fény vákuumbeli sebességének ezredrészével azonosítják. Ezzel az általuk tipikusan hordozott impulzus (a tömeg és a sebesség szorzata) olyan kicsi lesz, hogy sem mérhető energiát, sem érezhető erőlkést nem képesek átadni az ismert részecske detektorok anyagának, azaz a szokásos részecskeészlelési technikák helyett új eljárásokra van szükség.

Az energiaimpulzus-átadásra épülő keresési eljárások a sötét anyag alkotórészeire klasszikus golyóként tekintenek, amelyek rugalmatlan ütközéskor egyrészt energiát adnak le, másrészt továbbmozgásuk irányát megváltoztatva impulzust is veszítenek. A detektor részecskéinek visszalökődését mérni igyekvő eljárások helyébe az ultrakönnnyű sötét kvantumok hullámtulajdonságait kihasználó kölcsönhatási változások észlelése lépett. Ebben a cikkben keresési stratégiák közül a hipotetikus ultrakönnnyű részecskének egy atomóra működésére gyakorolt hatását mutatom be.

A felfedezés új eszköze

Az atomórák működésének elvét megismerhetjük az Egyesült Államok Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Hivatalában (National Institute of Standards and Technology (NIST) 2014 óta működő NIST F2 jelölésű változat példáján. (Az alábbi ismertetést kísérő ábrák a NIST F2 népszerűsítő videójából származnak.) Az eszköz, valójában egy példátlan pontosságú frekvenciastandard, amelynek működtetéséhez a cézium 133-as izotópjának gömbbé összetömörített atomjaiból álló nyalábnak 1,3 méter magasra fellőtt „szökőkútját” használják.



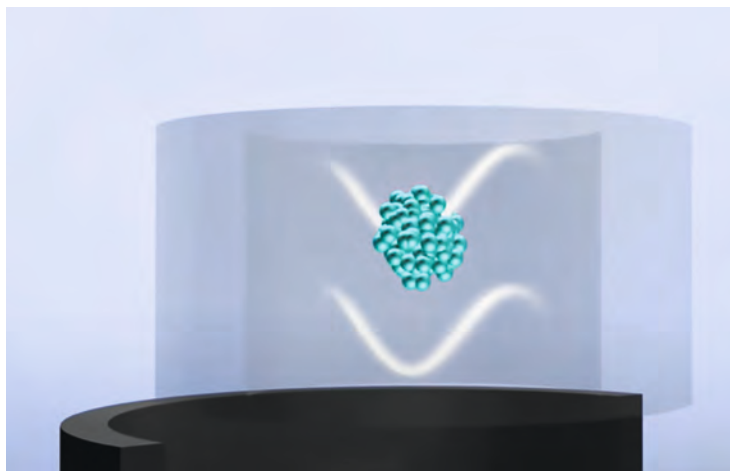


1. ábra. Lézerek lassítják és nyomják össze gömbbé a cézium gáz atomjait

A tömörítéshez három, egymással szembeirányított lézerpárt használnak, amelyek fotonjai folyamatosan fékezik a céziumatomok gázának hőmozgását. Egy-egy összetömörített csomagba nagyjából 10 millió lecsökent mozgási energiájú (azaz igen alacsony, az abszolút zérushoz igen közeli mikro-Kelvin hőmérsékletű) atomot zsúfolnak össze. (1. ábra)

Ezt követően a két függőleges irányítású lézer finom lökésével útnak indítják a nehézségi erőterben felfelé az „atomgombócot”, amely közel 1 másodperces repülés után ballisztikus pályán tér vissza. A céziumatomok először felfelé útjukon haladnak át egy alkalmas frekvenciával rezgő mikrohullámú rezonátoron (2. ábra). A rezgési frekvenciát a cézium atom két kiválasztott energiaszintjének különbségéhez (hiperfinom felhasadáshoz) közelinek választják. Az atomok az alacsonyabb energiájú állapotból indulnak útjukra.

Az átrepülés időtartamát (azaz a céziumatomok repülési sebességét) úgy választják, hogy az energiakülönbséghez tartozó frekvenciakülönbség pontos eltalálása esetén az atom a két állapot egyenlő súlyú szuperpozíciójába kerülne. Ennek a klasszikusan értelmezhetetlen állapotnak megjelenése a



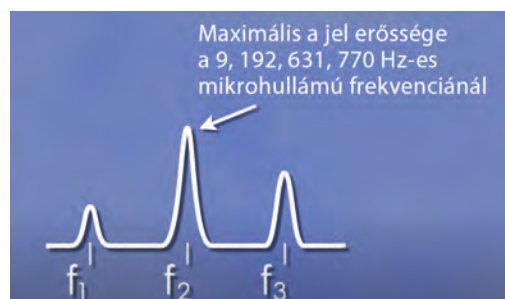
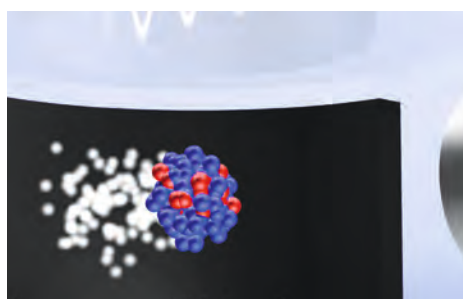
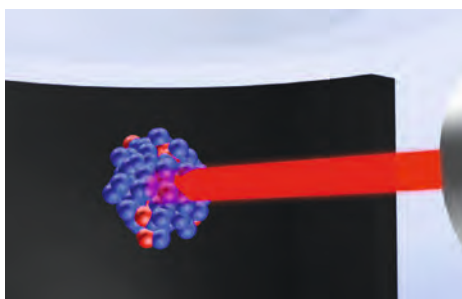
2. ábra. A mikrohullámú elektromágneses tér az atomok állapotát a hiperfinom felhasadással szétvált energiaszintek szuperpozíciójába viszi át

történetben kiemeli a tényt, hogy az atomórát az atomok kvantummechanikai viselkedésére építve valósítják meg.

A visszahullási út végén az atomok újból áthaladnak a mikrohullámú téren. Mégpedig éppen annyi idő alatt, mint felfelé. Ha pontosan a két szint közötti rezonancia frekvenciájára hangolták a rezonátort, az újabb kvantumhatásra végül minden atom a magasabb energiájú állapotban lép ki a rezonátor alján. Mi a helyzet, ha a rezonanciafrekvenciához képest a rezonátorban kialakított mikrohullámú tér kissé el van hangolva? Ekkor a gerjesztett állapot ugyan dominálja a szuperpozíciót, de a súlya kisebb a maximumnál.

Közvetlenül a rezonátor alatt egy keresztirányú (kiolvasó) lézersugárral legerjesztik azokat az atomokat, amelyeket a magasabb energiájú szinten talál a sugár (3. ábra). A legerjesztési folyamatban keletkező fluoreszcens fotonok intenzitását egy oldalt elhelyezett ernyőn mért beütések számával mérik (4. ábra). Akkor legnagyobb az intenzitás, ha tökéletesen eltalálják a rezonanciafrekvenciát. A rezonátorbeli rezgés frekvenciájának fokozatos, finom változtatásával megkeresik a maximumot. Az ehhez

3-4-5. ábra A kiolvasó lézersugár hatására a magasabb energiájú állapotból legerjesztődő atomok elektromágneses sugárzását észlelik. A másodperc definiálására a sugárzási maximumhoz tartozó frekvencia reciprokát használják.





6. ábra. Norman F. Ramsey (1915–2011) az atomi spektroszkópia fejlesztésében elért, az atomóra megalkotását megalapozó eredményeiért kapott 1989-ben fizikai Nobel-díjat

tartozó frekvenciát választják frekvenciastandardnak és ennek reciproka megfelelő számú többszörösét definiálják 1 másodpercnek (5. ábra).

Az atomóra működését befolyásoló kölcsönhatások

Az atomóra imént leírt működési elve *Norman F. Ramsey* amerikai fizikusnak a nagy pontosságú atomi spektroszkópia céljára 1949-ben kifejlesztett módszerét hasznosítja (6. ábra). Az atomsugaraknak a mikrohullámú tartományon történő kétszeri, alkalmasan megválasztott ideig tartó áthaladásával történő frekvenciamérést róla nevezték el Ramsey-spektroszkópiának.

Az ultranagy vákuum alkalmazása a siker egyik feltétele, hiszen környezeti atomokkal, molekulákkal történő ütközés az atomi energiaszintek elmosódásához (kiszélesedéséhez) vezet, ami az átmeneti frekvencia maximumának helyzetét is bizonytalanabbá teszi. A céziummal közel azonos tömeggel rendelkező nagyobb sebességű atomokkal történő ütközés a nyalábból történő kiszóródással jár, amely nyilván csökkenti a mérhető fluoreszcens fotonszámot, azaz torzíthatja a maximális intenzitás helyét.

Van azonban az energiaszintek értékének pontatlanságában egy eltávolíthatatlan rész is, amit természetes vonalszélességnek neveznek. Ennek az

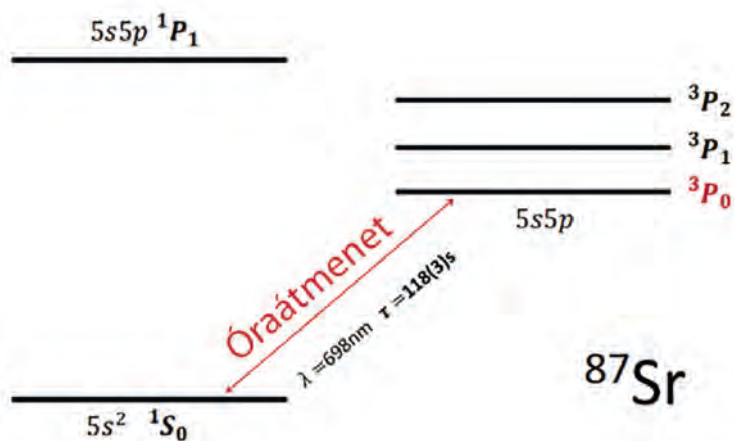
a kikapcsolhatatlan kölcsönhatás az oka, amely az atom és a körülötte kvantumosan ingadozó erősségű fotontér között zajlik. E kölcsönhatás miatt van minden gerjesztett atomi állapotnak (magasabb energiaszintnek) véges élettartama. A gerjesztett állapotok ugyanis spontán elbomlanak az alacsonyabb energájúakba. Minél hosszabb az élettartam, annál keskenyebb a rezonanciafrekvencia természetes kiszélesedése, annál jobb minőségű a frekvenciaetalon. A cézium-133 izotóp atomjaival elérhető relatív pontosság 10^{-15} , amit újabb alkalmas atomok használatával eredmény szerint három nagyságrenddel is ki lehet majd tolni a közeli jövőben.

A Ramsey-spektroszkópiával nyert fluoreszcens intenzitásnak sajátos frekvenciamenete van. A pontos rezonanciafrekvenciánál fellépő maximum körüli lejtéssel kirajzolódó görbének a szélessége a mikrohullámú rezonátorral való kétszeri kölcsönhatás között eltelt időnek a reciprokéval arányos. A maximum minél élesebb kiemelése érdekében minél hosszabbnak kívánt repülési idő nyilván annál hosszabb lehet, minél hosszabb élettartamú a magasabb energájú állapot. Jelenleg a stroncium-87 atomsugárral folynak ígéretes kísérletek, mivel a célra kiválasztott gerjesztett állapotának élettartama a 100 másodpercet is meghaladja (7. ábra). Az atomórai standardként történő felhasználás nehézségét alapvetően az jelenti, hogy az ennyire vékony spektrumvonal gerjesztése igen nehéz.

Kölcsönhatás az ultrakönnyű sötét anyag részecskéivel

Az eddigiekből érthető, hogy az atomóra atomnyalábjának találkozása az ismeretlen ultrakönnyű sötét anyag részecskéivel nem vezet kiszóródásra a sok nagyságrendnyi tömegkülönbség okán. Az ismert anyaggal való kölcsönhatásának szélsőséges gyengesége miatt (ezért nem fedezték mindeddig fel!) a gerjesztett atomi állapot élettartamára sincs indukált legerjesztésben megnyilvánuló hatása. Akkor mégis milyen lenyomata maradhat a találkozásnak?

A kulcsot az az észrevétel adja, hogy az ultrakönnyű sötét anyaggal történő kölcsönhatás következtében a természeti állandóként ismert mennyiségekben (pl. az elektron elektromos töltése vagy az elektron és a proton tömegének hányadosa) időben harmonikusan változó járulék jelentkezik. Ezekről a mennyiségektől meghatározóan függenek az atomi energiaszintek, tehát az atomórák működési frekvenciáit megadó energiakülönbségekben is fel kell lépjen az oszcilláló időfüggés.



7. ábra. A stroncium 87-es izotópjának atomóra-átmenet céljára legalkalmasabb spektrumrészlete. Ez a frekvencia a látható fény tartományába esik, ezért mikrohullámú rezonátor helyett a csapdázott (alig mozgó) atomon alkalmasan levékonyított sávszélességű lézerrel valósítják meg az óraátmenetet.

Hogyan lehet, hogy éppen ez a kölcsönhatás vezethet olyan időben oszcilláló járulékra, amelynek lehetőségét Paul Dirac már 1931-ben felvetette? A válasz az ultrakönnnyű kvantumok viselkedésében rejlik. Az elektronvoltnál akár 5-20 nagyságrenddel könnyebbnek feltételezett sötét elemi részek hullámszerű térbeli kiterjedését meghatározó Compton-hullámhossz értéke óriási, a legkisebb tömegre a galaxis egészét is átölelheti. Ez a távolság egyben megadja a részecske kvantumrezgésének koherenciátartományát is. Szemben a szokásos elemi részecskékkel tehát ezeket a gerjesztéseket igen lassan oszcilláló hullámként észlelik az atom kis tartományban mozgó alkotórészei. A rezgési frekvencia újfent igen kicsi, mert azt is a hihetetlenül kicsi tömeg határozza meg. A rezgések energiájára maximalista módon feltételezhetjük, hogy az ultrakönnnyű anyag hordozza a sötét anyagnak tulajdonított energiasűrűség egészét. Ennek révén felső becslést kapunk a rezgések amplitúdójára, amelytől az energiasűrűség négyzetesen függ.

Az elmúlt évtizedben egyre sokasodnak azok a kutatási beszámolók, amelyek az atomórák hosszabb időtávon feljegyzett aktuális frekvenciaértékeinek igen kismértékű ingadozásaiban periodikus jelet keresnek. A jelenleg legpontosabb elemzést 2023 júliusában közölte a Sussex-i Egyetem és az Egyesült Királyság Nemzeti Fizikai Laboratóriumának (UK NPL) munkatársaiból alakult kutatócsoport

(N. Sherill és mksai, *New Journal of Physics* 25 (2023) 093012). Három atomóra átmenet-frekvenciáiból képezett két független hányadosnak mérték a menetét 2019. júliusában két héten át. A stroncium-87 és a cézium-133 átmeneteinek frekvencia-hányadosa elsősorban az elektron és a megfelelő atommag tömeghányadosának időfüggésére, az itterbium-137 egyszeres pozitív töltésű ionja és a stroncium-87 atom órafrekvenciáinak hányadosa pedig túlnyomóan a finomszerkezeti csatolás (arányos az elektron elektromos töltésének négyzetével) esetleges időfüggésére érzékeny. A közel négy évig tartó gondos elemzés e dimenziótlan mennyiségek

rezgési amplitúdóira széles frekvenciatartományban új felső korlátot adott. Más szóval a korlátnál nagyobb amplitúdójú rezgések lehetőségét sikeresen kizárták. A tömeghányados oszcillációs amplitúdója 10^{-17} -nél nem lehet nagyobb a 10^{-2} - 10^{-6} Hz frekvenciatartományban. A finomszerkezeti csatolásra érvényes felső korlát a 10^{-3} - 10^{-6} Hz frekvenciatartományban 10^{-15} . Miután 1Hz-es rezgés 4×10^{-15} eV/c² tömegnek felel meg, belátható, hogy az ultrakönnnyű részecsketömeg-tartomány legkönnyebb részére kaptak olyan korlátot, amely e hipotetikus részecskékben tárolt energiasűrűséget elhanyagolhatónak minősíti.

Cikkünk pozitív hangulatú zárása érdekében megjegyezzük, hogy az atomszökőkút elvének részecskefizikai alkalmazásai között nem pusztán negatív eredményre vezető csúcsalkalmazásokat találunk. 2022 szeptemberében a UK NPL egy céziumszökőkút-elven működő spektrométert szállított a CERN ALPHA kísérlete számára. (Ennek a berendezésnek a legfontosabb részeit mutatja a cikk legelső, számozatlan ábrája.)

Az ALPHA kísérlet antiprotonból és pozitronból (antielektron) álló antihidrogén atomot rutinszerűen képes előállítani. Az anyag és az antianyag törvényei közötti szimmetria ellenőrzésére a cézium atomórával soha eddig nem látott pontossággal mérik majd az antihidrogénnel elnyelt fotonok frekvenciáját. Ezt a protonból és elektronból felépülő konvencionális hidrogénatomban elnyelt fotonok azonos pontossággal megmért frekvenciájával vetik majd össze. Egy esetleges eltérés, legyen az a legkisebb mértékű, messze ható következményekkel bírna az anyag és az antianyag előfordulási gyakoriságának környezetünkben tapasztalható óriási eltéréseinek eredetét tekintve.

PATKÓS ANDRÁS



CUKISÁG AZ ÍZELTLÁBÚAK VILÁGÁBAN

Az év rovarfaja idén a sisakos sáska

Hazánk élővilága tele van különlegességgel, melyek bőven adnak okot gyönyörködésre a természetbarátoknak. A rovarvilág képviselőinek sorában is számos bizzar szépség akad, de közülük is kiemelkedik a sisakos sáska (*Acrida ungarica*).

A sáskafélék családjába (Acrididae) tartozó *Acrida* genusz mintegy 40, zömmel szubtrópusi elterjedésű fajt tartalmaz, amelyek Európában, Ázsiában, Afrikában és Ausztráliában élnek [1]. A sisakos sáska elsősorban Dél- és Délkelet-Európában található meg, elterjedési területe magába foglalja az Ibériai-félsziget déli és keleti részeit, Délkelet-Franciaországot, az Appennini-félszigetet, a Balkánt, a Kárpát-medencét, Ukrajna déli területeit, Oroszország délnyugati csücskét, valamint számos szigetet a Földközi-tengeren [2]. Természetes elterjedési területének legészakibb pontjai Ausztriában és Szlovákiában találhatók,

míg csehországi előfordulásairól úgy tartják, hogy azok a mediterrán térségből történt betelepítések eredményei lehetnek [3].

A magyar sáska

Az *Acrida* genusz összes fájára jellemző, hogy síkvidéki előfordulásúak, és kerülnek a magasabb hegyvidékeket [4]. A sisakos sáska Magyarországon viszonylag gyakori a biogeográfiai értelemben vett Alföld több részén, így többek között a Kiskunságban, a Hortobágyon, a Nyírségben, a Körös-Maros közén, de megtalálható a Kisalföldön és a Mezőföldön is [3]. Hegy- és dombvidékeinken



1. ábra. Sisakos sáska portré (Lőrinczi Gábor felvétele)

előfordulása szórványos. Száraz, napos, meleg, füves élőhelyeken él, legjellemzőbb a homoki gyepekben és szikeseken, de sziklagyepekben és zavart élőhelyeken is megél. Esetenként városok belső részeire is elvetődik.

A sisakos sáska külseje a hazai faunában teljesen egyedülálló, más fajjal nem téveszthető össze (**nyitóképünkön**). Termete viszonylag nagy: a hímek testhossza megközelítheti a 4 centimétert, míg a nőstények jóval nagyobbak, akár 7 centiméter hosszúak is lehetnek. Hátsó lábainak combi része a többi sáskáéhoz képest feltűnően sovány [5]. Feje rendkívüli mértékben

megnyúlt, akár egy furcsa sisak; erről kapta nevét is. Szemei nagyok és kidülledtek, kissé olyan benyomást keltenek, mintha az állat folyamatosan csodálkozna valamin (**1. ábra**). A sisakos sáska csápjai is különlegeseek, hiszen nem vékonyak, hanem szélesek, laposak, alakjuk többé-kevésbé kardra emlékeztet. A fajnak két színváltozata létezik: élénkzöld és barna.

Kifejezetten melegkedvelő faj lévén lárvái viszonylag későn, csak nyár elején kelnek ki. A lárvák a kifejlett állatokhoz hasonló megjelenésűek, viszont kisebbek, és még nincs szárnyuk. A sisakos sáskák a nyár második felére válnak ivaréretté, augusztusban és szeptemberben találkozhatunk velük a legnagyobb számban. A szaporodást követően a nőstények petéiket a talajba rakják. Az őszi hideg beköszöntével a kifejlett egyedek elpusztulnak, mindössze a peték telnek át.

A fajt a tudomány számára Johann Friedrich Wilhelm Herbst német természettudós írta le 1786-ban, méghozzá éppen Magyarországról (akkor még *Truxalis ungaricus* néven); neki köszönhető, hogy sáskánk latin neve hazánkra utal [6] (**2. ábra**). Ma a fajnak két alfaját különítik el: az *Acrida ungarica mediterranea* az elterjedési terület déli részén él, míg nálunk az *Acrida ungarica ungarica* nevű alfaj található meg. A két alfaj között az átmenet fokozatos, így elkülönítésük is bizonytalan [1].

Rejtőzködés mesterfokon

A sisakos sáska a rejtőzködés nagymestere, és ezt két különböző stratégia együttes alkalmazásával éri el. Az első stratégia nem más, mint hogy minél hasonlóbbnak kell lenni a háttérhez, a sáskát körülvevő környezethez (**3. ábra**). Az állatot megnyúlt alakja és karcsú lábai a fűszálakhoz teszik hasonlóvá, amelyek között általában tartózkodik. A már említett két színváltozat is a környezethez való hasonulást szolgálja. Nem meglepő, hogy zöld környezetben, friss vegetációban a zöld színű változat a gyakoribb. Ezzel szemben száraz növények közt vagy a csupasz talajfelszínen a barna színváltozat az elterjedtebb [7]. A sisakos sáska azonban nem képes a kaméleonhoz hasonlóan, rövid idő alatt váltogatni a színét. Az *Acrida* genuszhoz tartozó, a mi sisakos sáskánkkal közeli rokonságban álló fajokon végzett vizsgálatok azt mutatják, hogy az állatok vedléskor tudnak színt váltani [8-10]. A sáskák a petéből való kikelést követően számos vedlésen esnek át, melyek során régi kültakarójukat levetik. Ezen alkalmakkor nyílik lehetőségük arra, hogy zöldről barna vagy barnáról zöld színre váltsanak (a kifejlett állat már nem vedlik, így színének megváltoztatására sincs többé lehetősége). Érdekes módon azonban nem a

környezet színe határozza meg, hogy a vedlést követően a sáska zöld vagy barna lesz-e. Egy kísérlet során különböző színű környezetben nevelték az *Acrida pellucida* egyedeit, de ez nem befolyásolta az állatok színét [9]. Ezzel szemben a környezet páratartalma döntő hatással volt a sáskák színére: magas páratartalom mellett az egyedek többsége zöld, míg alacsony páratartalom mellett nagy részük barna vagy szalmasárga színű lett. Teljesen hasonló eredményre vezettek az *Acrida conica* nevű fajon végzett kutatások is [10]. Egy másik vizsgálat szerint az állatok étrendje is döntően befolyásolja a színüket: ha friss, zöld fűvet kapnak, akkor nagy részük zöld színű lesz, azonban ha száraz, sárgásbarna fűvet kapnak, akkor ennek megfelelően alakul az állatok színe [8]. A sisakos sáska színét tehát a környezet páratartalma és a táplálék minősége határozza meg, viszont a folyamat genetikai szabályozás alatt áll [10].

2. ábra. A sisakos sáska ábrázolása
Johann Friedrich Wilhelm Herbst 1786-os publikációjában



Vagyis az egyedek génjei döntenek el, hogy az adott állat mennyire érzékeny a páratartalomra vagy a táplálék minőségére: például néhány egyed már a páratartalom kisebb növekedésére is színt válthat, míg más egyedeknél a folyamatot csak magasabb páratartalom indítja el.

A sisakos sáska másik álcázási stratégiája a testén megtalálható sötétebb és világosabb foltokon alapul, amelyek még tökéletesebbé teszik az elrejtőzést (4. ábra). E minták ugyanis megbontják az állat körvonalait, így a ragadozók gyakran képtelenek elkülönülő testként felismerni a sisakos sáskát. Vagyis a potenciális támadó csak különböző foltok látszólag összefüggés nélküli halmazát látja anélkül, hogy rájönne, hogy ezek egyazon testhez tartoznak. Ez a második stratégia a megfigyelések szerint különösen a nőstény sisakos sáskáknál gyakori, valószínűleg azért, mert azok nagyobb testméretük miatt jobban észrevehetők és kevésbé gyorsan tudnak menekülni, így jobban rászorulnak a minél hatékonyabb rejtőzködésre [7]. Érdekes módon azt is kimutatták, hogy a barna színű egyedekre inkább jellemző a foltozottság, mint a zöldekre, mely utóbbiak között sok az egyszínű vagy csak gyöngén foltozott példány.

Egyes jól sikerült természetfotókon a sisakos sáska könnyűszerrel azonosítható, ám ne felejtjük, hogy a fényképek kifejezetten a kedvünkért készültek, több tucat vagy akár néhány száz kevésbé jó kép közül lettek kiválasztva, hogy a sáskát a lehető legjobb pozícióban mutassák. A természetben azonban csak a legritkább esetben ilyen ideálisak a körülmények. A fotósok emellett szeretik olyankor fényképezni a sisakos sáskát, amikor annak zöld változata véletlenül éppen barna háttér előtt tartózkodik, vagy éppen fordítva, amikor egy barna példány látható zöld környezetben.

A sisakos sáska imént ismertetett álcázási módszereit az ember is alkalmazza. A katonák terepruhája és a harci eszközök azért zöld és barna színűek, hogy illeszkedjenek a növényzethez és a talajhoz, a rajtuk lévő foltok pedig nehezebbé teszik az ellenség számára az emberi alakok és a járművek felismerését. E kettős rejtőzködési stratégia eredményességéről bárki könnyen meggyőződhet, aki sisakos sáskával találkozik a szabadban. A repülő sáska könnyen észrevehető, de mihelyt az állat a fű közé ereszkedik, szinte észrevehetetlenné válik. Még ha pontosan látuk is, hova érkezett a sáska, gyakran néhány centiméter távolságból sem vagyunk képesek észrevenni, ékes bizonyítékaul annak, hogy milyen jól működnek az imént ismertetett stratégiák. Érdekesség viszont,



3. ábra. A zöld színváltozat zöld környezetben szinte észrevehetetlen (Lőrinczi Gábor felvétele)

4. ábra. A kültakaró foltozottsága még tökéletesebbé teszi a rejtőzést (Krivánszky Árpád felvétele)



hogya a repülő sisakos sáska hangja alapján is könnyen azonosítható, ugyanis ilyenkor a zsírpapír csörgéséhez vagy a kerepeléshez hasonló hangot hallat.

Kiemelkedő természeti érték

A sisakos sáska növényevő, elsősorban különböző fűfélékkel táplálkozik. Gazdasági kárt nem okoz, hiszen főként természetközeli élőhelyeken tartózkodik. Természetes ellenségei elsősorban a rovarevő madarak közül kerülnek ki. Világállománya stabil [2], de lokálisan élőhelyeinek megsemmisülése, a füves területek művelésbe vonása, beépítése vagy faültetvényekkel való betelepítése, valamint a felelőtlen vegyszerhasználat fenyegetheti a fennmaradását. Hazánkban vörös könyves fajként tartjuk számon [11]. Védett, pénzben kifejezett értéke egyedenként 50 000 forint.

Bár élőhelyeinek elpusztítása komoly veszélyt jelent a sisakos sáskára, a globális éghajlatváltozás talán még segítheti is a fajt. Már korábban is megfigyelték, hogy az átlagosnál melegebb években a sisakos sáska egyedszáma kiugróan magas [11]. Az utóbbi időben a sisakos sáska hazánkban egyre több helyen kerül elő hegy- és dombvidékeken, továbbá elterjedésének északnyugati határán [12][13]. Tavaly például a Mátrában találta meg egy természetvédelmi őr, és nemrég került elő a Fertő-tó partvidékének magyar oldaláról. Az adatok elemzése arra utal, hogy a terjedés hátterében a Kárpát-medencében megfigyelhető éghajlati változások állnak, amelyek ezek szerint kedvezően érinthetik a kifejezetten melegkedvelő sisakos sáskát [12].

A Magyar Rovartani Társaság által lebonyolított szavazáson a sisakos sáskát választották a 2024-es év rovarfajának. Remélhetőleg sok ember figyelmét sikerül felhívni arra, hogy milyen rendkívüli érdekességek élnek hazánkban, és talán egyre többen fogjuk átérzeni, hogy mennyire fontos ezeknek az értékeknek a megóvása.

ERDŐS LÁSZLÓ

Nyitóképünk: A sisakos sáska jellegzetes külsejű rovar
(Süle Gabriella felvétele)

IRODALOM

- [1] Harz, K. (1975): Die Orthopteren Europas II. The Hague: Junk.
- [2] Hochkirch, A., Chobanov, D. P., Kleukers, R., Rutschmann, F., Kristin, A., Szövényi, G., Presa, J. J., Willemse, L. P. M. (2016): *Acrida ungarica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T15037223A70632622. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T15037223A70632622.en>
- [3] Erdős, L., Kovács, A., Puskás, G. (2021): A sisakos sáska (*Acrida ungarica*: Orthoptera, Acrididae) újabb adatai a Dél-Dunántúlon. *Állattani Közlemények* 106: 33-40.

- [4] Dirsh, V. M. (1949): Revision of western palaearctic species of the genus *Acrida* Linne (Orthoptera, acrididae). *Eos, Revista Española de Entomología* 25: 15-47.
- [5] Bakonyi, G., Csiby, M. (1990): Sáskák, szöcskék, tücskök. Budapest: Móra Ferenc Könyvkiadó.
- [6] Herbst, J. F. W. (1786): Fortsetzung des Verzeichnisses meiner Insektensammlung. *Archiv der Insectengeschichte* 7-8: 183-196.
- [7] Pellissier, L., Wassef, J., Bilat, J., Brazzola, G., Buri, P., Colliard, C., Fournier B., Hausser J., Yannic G., Perrin, N. (2011): Adaptive colour polymorphism of *Acrida ungarica* H. (Orthoptera: Acrididae) in a spatially heterogeneous environment. *Acta Oecologica* 37: 93-98.
- [8] Okay, S. (1953): Formation of green pigment and colour changes in Orthoptera. *Bulletin of Entomological Research* 44: 299-315.
- [9] Ibrahim, M. M. (1974): Environmental effects on colour variation in *Acrida pellucida* Klug. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 77: 133-136.
- [10] Calver, M. C. (1985): Some aspects of the population ecology of the grasshopper *Acrida conica* Fabricius. 1985. PhD Thesis. Perth: Murdoch University.
- [11] Varga, Z., Kaszab, Z., Papp, J. (1990): Rovarak — Insecta. In: Rakonczay, Z. (szerk.): Vörös könyv (pp. 178-260). Budapest: Akadémiai Kiadó.
- [12] Kenyeres, Z., Bauer, N., Zuna-Kratky, T., Magyari, M., Skejo, J., Kristi, A. (2023): Recent growth in occurrences of *Acrida ungarica* (Orthoptera: Acrididae) at the northern margin of the species range: Is it the result of global warming? *European Journal of Entomology* 120: 338-345.
- [13] Pribéli, L. (2023): Melegkedvelő, különös alakú sáska. <https://ng.24.hu/termeszettudomany/2023/10/26/melegkedvelo-kulonos-alku-saska/>

E SZÁMUNK SZERZŐI

ERDŐS LÁSZLÓ: ökológus, Ökológiai Kutatóközpont; MACZÁK MÁRTON: jogász, történelem tanár; MAKSAI GÁBOR: a biológiai tudományok doktora, Természettudományi Kutatóközpont, Szerves Kémiai Intézet; PATKÓS ANDRÁS: fizikus, akadémikus, ELTE Fizikai és Csillagászati Intézet; SZABAD JÁNOS: egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Biológiai Intézet, Szeged; TÓSZEGI ZSUZSANNA: PhD, címzetes egyetemi docens, ELTE BTK Könyvtár- és Információtudományi Intézet, Budapest; TÜSKÉS ANNA: művészettörténész, Pécsi Tudományegyetem; VERMES NIKOLETT: újságíró, Budapest;

KÖVETKEZŐ SZÁMUNKBÓL

FARKAS CSABA: Vízkutatás a Kiskunságban

HÁMORI PÉTER: Betegségek és háborúk

TRUPKA ZOLTÁN: Interjú Kiss Lászlóval



MOZAIKOK KÉSLEKEDŐ ÉS/VAGY TÖBBSZÖRÖS MEGTERMÉKENYÜLÉSBŐL

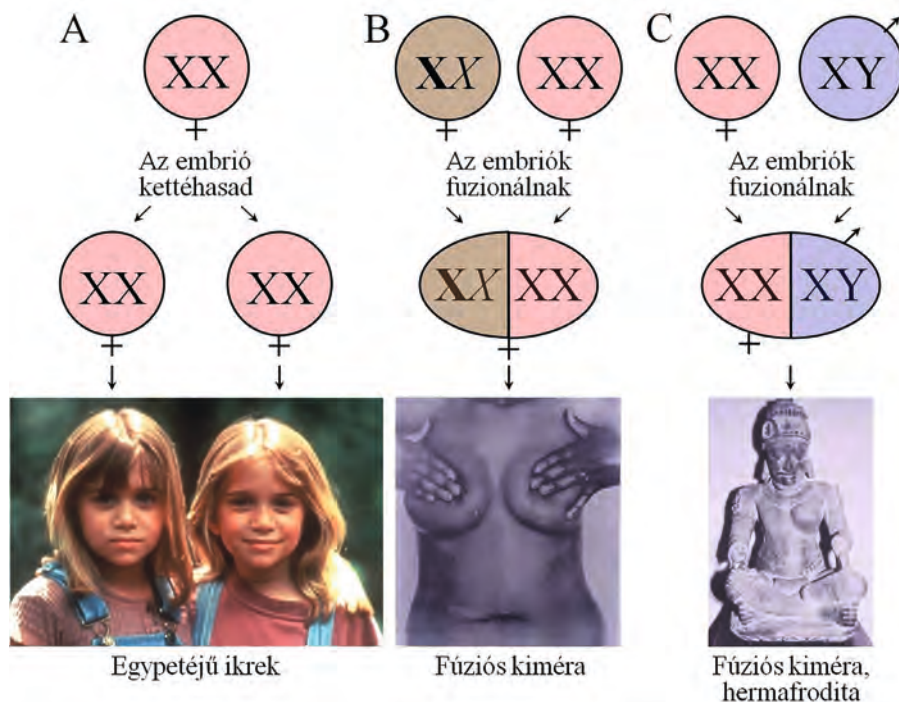
Günanderek és kimérák

2. RÉSZ A Természet Világa előző számában azt mutattuk be, hogy miként képződnek günanderek és kimérák késlekedő, és/vagy többszörös megtermékenyülés nyomán. A jelen dolgozatban az embriók fúziója, valamint a sejtek cseréje révén képződő kimérákkal, valamint néhány velük kapcsolatos furcsasággal ismerkedhet meg az olvasó.

Mindenki tudja: az egypetűjű ikrek úgy képződnek, hogy egy fejlődő embrió kettéhasad (**1. ábra**). Az ő életük — mint a legtöbb az állatvilágban — egy petesejt és egy spermium egyesülésével, a zigóta képződésével kezdődik. Kevésbé ismert, hogy embriók nem csak hasadhatnak, hanem össze is olvadhatnak, fuzionálhatnak, amely esemény után egyetlen embrióként folytatják életüket (**1. ábra**). A fúziót követően egy kiméra képződik: olyan élőlény, amely testét különböző forrásokból eredő sejtek alkotják. Minthogy a kimérák eme típusa embriók fúziója nyomán képződött, fúziós kimérának

nevezik ezeket. A kimérák olyan különleges élőlények, amelyek nemcsak az élővilág sokarcúságát mutatják, hanem lehetőséget adnak arra is, hogy minél többet tudjunk meg az élőlényekről, magunkról.

A kiméraság az egész állatvilágra jellemző, olykor-olykor előforduló állapot. Mivel régóta izgatja az emberek fantáziáját, szobrok sokaságával ábrázolták ezeket [1]. (Amint a Természet Világa egyik korábbi számában bemutattuk.) A kimérák feltűnőek, ha a fuzionáló embriókból kifejlődő testtájak külleme különböző (**2. ábra**). Egyik jellemzőjük, hogy a két forrásból



1. ábra. Egypetéjű ikrek és fúziós kimérák. (A) Az egypetéjű ikrek embriók hasadása nyomán képződnek. Közülük alighanem az Olsen ikrek, Mary-Kate és Ashley a legismertebb. (B) Két nőnemű embrió fúzióját követően olyan nő/nő fúziós kiméra képződött, amely bőrt fele-fele arányban alkotják sötét és világos területek. (C) Különmű embriók fúziója nyomán nő/hím kiméra, hermafrodita képződik. Ardhanarishvara szobra, baloldalon Siva, a jobbon pedig felesége, Parvati megfelelője. A baloldala hím (bajusszal, lapos mellel), a jobboldala női (bajusz nélkül, fejlett mellel); India, XI. század).

eredő részek gyakran egyenes vonal mentén különülnek el, ami leggyakrabban a fejen szembetűnő (**nyitóképünk**). A tudomány fejlődése tette lehetővé, hogy megértsük: hogyan képződnek, és mi jellemzi ezeket. Létrejöttük két alapvető mechanizmusa a többszörös megtermékenyülés, valamint az embriók fúziója [1]. A Természet Világa egyik következő számában azt mutatjuk be, hogy kimérák emberi tevékenységgel, embriók aggregációjával is készíthetők.

A kiméraság egyik első, tudományosan is megismert esetéről az 1960-as évek óta tudunk. Egy asszony bőrének egyik fele sötétebb, a másik világosabb volt (**1B ábra**). Vércsoportjainak vizsgálata alapján arra derült fény, hogy az asszony valójában két nőnemű embrió fúzióját követően született. Édesanyja New York utcáin pénzért árult szerelmet, és gyermeke úgy származott két különböző bőrszínű férfitől, hogy az embriók összeolvadtak [2].

Amennyiben a fuzionáló embriók azonos neműek, és hasonló küllemű szülőktől származnak, a fúziós kimérák szinte felismerhetetlenek. Kiméraságukra általában vércsoportjaik, mostanság pedig DNS-ük különbözősége alapján szokott fény derülni. Példaként

Lydia Fairchildot (1976–), egy amerikai fúziós kiméra anyuka esetét említjük (**3. ábra**). Története meglehetősen nagy érdeklődést keltett a kétezres évek elején. Lydia Fairchild tartásdíj megállapítását kérte elvált férjétől a bíróságon. A volt férj azt mondta, hogy fizet, ha valóban ő a gyermekek édesapja. A férj, és a gyerekek DNS-e alapján kiderült, hogy a gyermek apja a perelt férfi, ám úgy tűnt, hogy a gyermekek édesanyja nem a perltő anya. A beperelt apa csalást gyanított, mígnem Lydia, valamint szülei és a gyermekek DNS-ének vizsgálata megmutatta, hogy Lydia az édesanya, ám ő valójában egy nő/nő fúziós kiméra. Gyermekei Lydia testének más sejtjéből származtak, mint a száj nyálkahártyája, amelyből eredetileg DNS-t gyűjtöttek. A férjet pedig tartásdíj fizetésére kötelezték...

Hermafroditák

Amennyiben egy nő- és egy hímnemű embrió fuzionál, különleges kiméraféleség, hermafrodita képződik (**1C ábra**). Olyan nőtény/hím mozaik, amely testét nagyjából fele-fele arányban alkotják nő- és hímnemű sejtek, szövetek (**4. ábra**). (Zárójelben említjük, hogy a hermafroditákat valódi hermafroditáknak is nevezik. Azért, hogy megkülönböztessék őket az álhermafroditáktól, az olyan élőlényektől, amelyek genetikai, és fenotípusos neme különbözik. A legismertebb álhermafroditák az XY kromoszómát hordozó, ám nő küllemű, és nő tudatú embertársaink.)

A hermafroditák különlegessége régóta izgatja az emberek fantáziáját, amint azt néhány szobor is tanúsítja (**5. ábra**). Az első hiteles, egy hermafroditáról szóló írásos emlék 1601-ből való, Piadenából, Itáliából. Egy májusi este Daniel Burghammer zsoldos katona hastáji fájdalomokról panaszkodott feleségének. Már hét éve voltak házasok, és bár Daniel teljesítette férji kötelezettségeit, nem született gyermekük. A panaszkodás kezdete után egy órával Danielnek lánya született. A hatóságok faggatózására bevallotta, hogy ő félig nő, félig férfi, és azt is,



2. ábra. Kimérák. Felül, balról jobbra: kamélia virág, alma, narancs és pritaminpaprika. Középen, balról jobbra: díszes szarvasbéka, királypítón, páva, és Twinzy, a hullámos papagáj, aki két him embrió fúziója nyomán képződött. Alul, balról jobbra: házinyúl, patkány, Mozaikos, néhány racka bárányunk nemzője, kutya, és Taylor Muhl (1983–), egy kiméra ember.

hogy kilenc hónappal a jeles nap előtt egy spanyol zsoldossal hált egy éjszakát... A krónikák állítása szerint egyik melléből szoptatta gyermekét, a másik a férfiakra jellemző volt. Daniel és felesége házasságát a klérus felbontotta.

A szakirodalom tucatnyi olyan, Daniel Burghammer-szerű hermafroditáról tud, akiknek gyermekük született, és akik bár roppant ritkák, bizonyára ma is élnek. Itt két esetet említünk (6. ábra). Stella Walsh, lengyel származású, sikeres amerikai futó volt. Születési anyakönyvi kivonatában nőként szerepelt, női nevet kapott és nőként élte életét. 1980-ban Clevelandben egy rablási kísérlet kereszttüzében halálos lövés érte. A boncolás során kiderült, hogy nem volt méhe, rendellenesen fejlődött a húgycsőve, és fejletlen pénisze volt. A kromoszóma-elemzés kimutatta, hogy bár sejtjeinek többsége X és Y kromoszómát is hordozott, ám voltak XX kromoszómájúak is. Ewa Janina Kłobukowska módfelett sikeres lengyel rövidtávfutó, olimpiai bajnok (1964),

világcsúcstartó. 1967-ben eltiltották a versenyzéstől, mert megállapították, hogy nem nőnemű, hisz' vannak Y kromoszómát hordozó sejtjei. Később kiderült, hogy vannak Barr-testet tartalmazó, nőnemű sejtjei is. Pályafutása végén férjhez ment, és 1968-ban fia született. Fontos, hogy tudjuk: a kimérák, a hermafroditák nem ördögtől valók, hanem annak jelei, hogy olykor-olykor a biológiai folyamatok is meg-megbotlanak...

Sejtcsérés vagy mikrokimérák

Az 1960-as évek vége felé Melvin Grumbach és munkatársai San Franciscóban 30 várandós anya fehérvérsejtjeinek kromoszóma-garnitúráit tanulmányozták [4]. Meglepve tapasztalták, hogy 21 kismama vérében olyan sejtek is voltak, amelyek Y kromoszómát is hordoztak. (Léven nők, a saját sejtjeikben csak két X kromoszóma lehetett.) A 21 kismama közül 19-nek fia született, kétőnek viszont — további meglepetésként — lánya. A kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy a kismamák



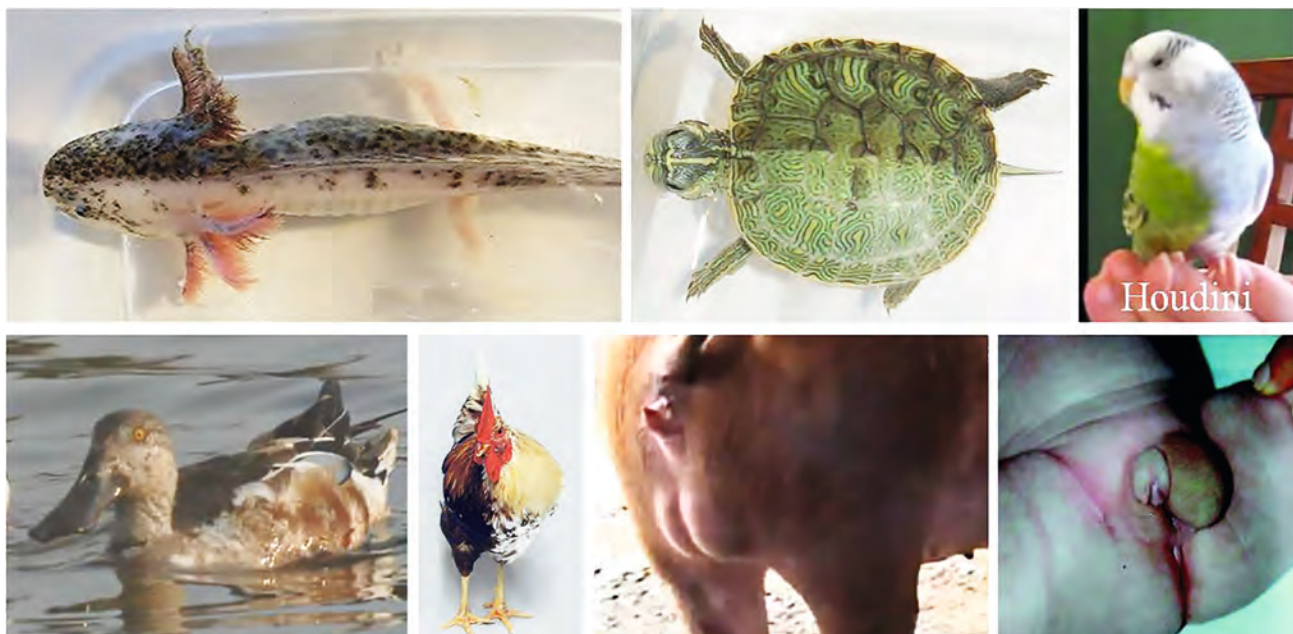
3. ábra. Lydia Fairchild, egy nő/nő fúziós kiméra, férje és gyermekeik

vérébe magzati sejtek kerültek. Korábban az volt az általános vélekedés, hogy a trofoblaszt sejtek rétegei, amelyek az anyai és a magzati felszínek közötti érintkezési területet adják, áthatolhatatlan akadályként állják útját az anya és magzata sejtjeinek (7. ábra). Mint oly' sok más vélekedés, a trofoblaszt „gáttal” kapcsolatos is megdőlt. Kiderült, hogy a magzati eredetű

sejtek nemcsak átjutnak az anya szervezetébe, hanem ott meg is telepedhetnek, és leszármazottaik évtizedekig fellelhetők a legkülönbözőbb szervekben (mint például vérben, májban, vesékben, agyban, szívizomban). (A rekord: a magzat sejtjei 40 évvel a szülés után is kimutathatóak voltak egy anya szervezetében.) Szülés után az anyák csaknem háromnegyedében fellelhetők a magzat sejtjei. Sok anya tehát lényegében olyan kiméra, amelyekben egy másik élőlényből származó, az övétől genetikailag különböző sejtek is élnek. Minthogy a magzati eredetű sejtek száma az anyáéhoz viszonyítva elenyésző, a kimérák itt bemutatott típusát mikrokiméráknak is nevezik. (Zárójelben említjük, hogy vetélés vagy művi abortusz után szinte mindig, és bőségesen vannak magzat eredetű sejtek az anyák vérkeringésében.)

Később az is kiderült, hogy a terhesség során nemcsak a magzat sejtjeinek némelyike jut át a trofoblaszt rétegeken az anya szervezetébe, hanem az anya néhány sejtje is átkerülhet a magzatba. Az anya eredetű sejtek leszármazottai gyakran a gyermekek felnőtt korában is kimutathatóak. (Bár csak mintegy feleakkora gyakorisággal, mint ahogy a magzatból az anyába kerülnek sejtek.) Lényegében tehát a terhesség során sejtek cseréje történik anya és magzata között, kimérák képződnek. Innen a kifejezés: sejtcsérés kimérák [1].

4. ábra. A hermafroditák, nőtény/hím mozaikok, kimérák. A hermafroditák (a sertés kivételével) baloldala hím, jobboldala nőnemű. Felül, balról jobbra: axolotl, ékszerteknős, és hullámos papagáj. Alul, balról jobbra: kanalas réce, házi tyúk, sertés (női külső nemi szervvel, herezacskóval, benne két herével), és ember. Az ember hermafroditák 85 százalékában az egyik oldalon egy fél herezacskó fejlődik, benne egy herével, a másik oldalon egy szeméremajak [3].





5. ábra. Hermafroditák szobrai. (A) Hermaphroditosz a görög mitológiából. Neve mozaikszó, amely szüleinek, Hermész és Aphrodité, a görög mitológia istenének és istennőjének neveiből ered. (B) Egy hermafrodita szobra Mezopotámiából, az időszámításunk előtti első századból. (C) Hermafrodita faszobra a Fang törzsből, Gabonból. (D) Hermafrodita faszobrocskája az Ngbaka törzsből, Kongóból.

Immáron érthető a fentebb említett két asszony esete is, akik vérkeringésében Y kromoszómát hordozó sejtek voltak, ám leányuk született. Az Y kromoszómát hordozó sejtek egy korábbi terhesség során kerültek az anyák szervezetébe, és éltek ott életüket. És az is érthető, hogy vannak olyan lányok,

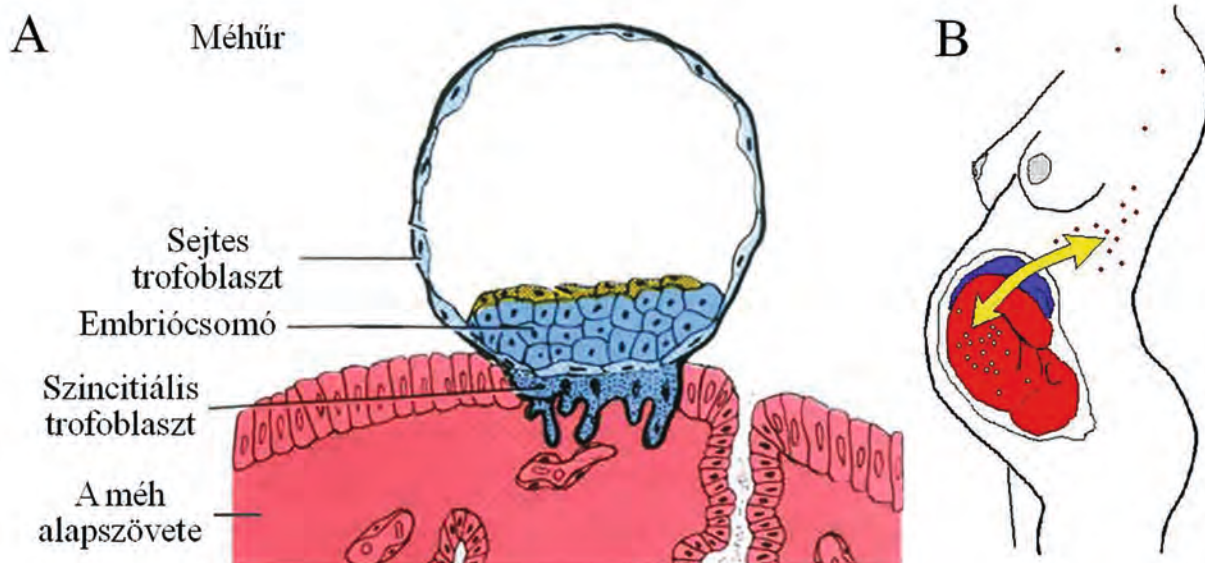
akik szervezetében Y kromoszómát hordozó sejtek lelhetők fel, olyan sejtek, amelyek az anya szervezetéből kerültek át lányaikba. Az anyába pedig egy korábbi fiú magzatból juthattak. Sőt, az is lehet, hogy az anya már eleve hordozott Y kromoszómájú sejteket, amelyek annak idején az ő édesanyjából kerültek szervezetébe. Bizony vannak olyan asszonyok, akikben három (vagy akár több) leszármazású sejtek élnek együtt:

a sajátjai mellett olyanok is, amelyek magzatkorukban az édesanyjukból kerültek szervezetükbe, valamint olyanok is, amelyek magzatából/magzataiból jutottak testükbe.

A mikrokiméraság jelentősége máig ismeretlen. Vannak, akik úgy vélik, hogy semmilyen hatása nincs sem az anyára, sem gyermekére, és csak annak a jele, hogy a méhlepény – mint oly’ sok más minden a biológiában – nem tökéletes. Mások úgy vélik, hogy az idegen eredetű sejtek autoimmun betegségek forrásai lehetnek. Ismét másoknak az a véleménye,



6 ábra. Két hermafrodita sportoló. (A) Stella Walsh (Stanistawa Walasiewicz, vagy Stefania Walasiewicz; 1911–1980) lengyel származású sikeres amerikai atléta volt. (B) Ewa Janina Kłobukowska (1946–) lengyel atléta, akit, mert néhány sejtjében Y kromoszómát is hordoz, eltiltottak a versenyzéstől. 1968-ban fia született.



7. ábra. Sejtcsérés vagy mikrokimérák. (A) Méhbe ágyazódó hólyagszóra. A szincitiális trofoblaszt sejtekből származik a méhlepény embrió eredetű része, és biztosít kapcsolatot a magzat és az édesanya vérkeringése között. A sejtes trofoblasztból a magzatburkok fejlődnek, az embriócsomóból pedig az élőlény. (B) A terhesség alatt magzati sejtek juthatnak az anya szervezetébe, és anyai sejtek is a magzatba, telepedhetnek meg új helyükön, és élhetnek ott leszármazottaik évtizedeken át.

hogy a magzat eredetű sejtek leszármazottai az anya szervezetében lejátszódó szövetregeneráció szereplői. Említést érdemel, hogy a mikrokimérák ismerete alapján dolgozták ki szakemberek azokat a technikákat, amelyekkel az anya véréből izolálni lehet a magzat sejtjeit, hogy megvizsgálják kromoszómatartalmukat, vagy DNS-t izoláljanak belőlük, és megismerjék a magzat genetikai tartalmát, ami alapján aztán genetikai jellegű problémákat lehet orvosolni.

Feltételezhető, hogy mikrokimérák minden méhlepényes fajban képződnek. Leglátványosabb példái alighanem a szarvasmarhák „freemartinjai”, meddő üszői. A szarvasmarha ikrek vérkeringése lényegében közös, mert a méhlepényen át kapcsolódnak. A közös vérkeringés lehetővé teszi a sejtek és különféle molekulák cseréjét a borjak között, amelyek ily módon sejtcsérés kimérák. A közös vérkeringés révén a bikaborjában képződő hormonok átjutnak az üszőborjába, és befolyásolják annak fejlődését. A hím hormonok hatására a petefészkek fejletlenek maradnak, a méh és az ivarjáratok csökkentek, valamint a külső nemi szerv is módosul. Végeredményben meddő üsző, úgynevezett „freemartin” fejlődik. A freemartinok viselkedése is a bikákra jellemző. A jelenség annyira törvényszerű, hogy az üsző és bikaborjú ikrek üszjéről – a freemartinról – eleve tudják, hogy tenyésztésre,

tejtermelésre alkalmatlan. Különösnek tűnhet, de az üsző és bikaborjú ikrek bikaborjának fejlődésére az üsző testvérnek nincs észlelhető hatása. A freemartinok képződése a szarvasmarhafélék családjának minden fajában törvényszerű. A jelenség nagyon ritkán előfordul juhokban, kecskékben, sertésekben, őzekben és tevékben is, emberben ismeretlen.

SZABAD JÁNOS

Nyitóképünk: Quimera, egy fúziós kiméra cica. A két embrióból eredő sejtek gyakorta a fej közepén húzódó vonal mentén találkoznak.

IRODALOM

- [1] Szabad János. Genetikai mozaikok. JATEPress, ISBN 978 963 315 407 6, 2019.
- [2] Findlay G. H., Moores P. P., Pigment anomalies of the skin in the human chimera: their relation to systematized naevi. British Journal of Dermatology 103: 489-498, 1980.
- [3] Martinierie L., et al., Impaired puberty, fertility, and final stature in 45,X/46,XY mixed gonadal dysgenetic patients raised as boys. European Journal of Endocrinology 166: 687-694, 2012.
- [4] Walknowska J., Conte F. A., Grumbach M. M., Practical and theoretical implications of fetal-maternal lymphocyte transfer. Lancet 293: 1119-1122, 1969.



INTERJÚ SZÁRAZ PÉTER BIOLÓGUSSAL

A magyar kikerics kutatója

Februárban kezd nyílni a magyar kikerics. Vajon milyenek a jövőbeli élőhelyi kilátásai e növénynek hazánkban? Kedvez neki a klímaváltozás? A jelenlegi lelőhelyén, a Szársomlyó-hegyen kívül is van esélye megtelepedni, terjeszkedni Magyarországon? Ezt kérdezte lapunk Száraz Péter biológustól, aki életpályájának állomásairól is beszélt.

— Kik voltak azok a tanárok az általános iskolában, közép- és felsőfokú tanulmányai alatt, akik meghatározták pályaválasztását?

— Apám számára annyira ismeretlen és idegen volt minden élőlény, hogy ha a „pincebogár” szót meghallotta az ebédnél, akkor felállt az asztaltól. Ezért anyám — inkább csak az örök ellentmondás kedvéért — minden élővel, tücsökkel és bogárral hagyott engem játszani. Borzongva, de elfogadott a kezemből gilisztát és békát, örömet mutatva. (Tézis és antitézis...)

A földrajz-biológia szakos általános iskolai tanárom, Schottner Ede fiatal és lelkes pedagógus, látott bennem valami fantáziát. Jó fej volt. Később főiskolai tanár lett. Tücsköt-bogarat, patkányt és kecskebékát, mikroszkópot behordott a fővárosi Raktár utcai általános iskolába az egyetemről. A szakköri szobának kinevezett teremben volt a délutáni óra.

A Martos Flóra Gimnáziumba jártam, biológia-kémia tagozatra. Általánosban és gimnáziumban megedződtem. Alsóban és felsőben is jutott még nekünk nádpálca, csattogtató és koki. (A csattogtató egy gonosz eszköz, ormótlan, arasznyi deszkadarab, úgy működött, mint a kasztanyetta; aki nem állt szépen sorba, annak a fejére lehetett koppintani vele. Koki: a tanító öklének bütykével adott koppintás a fejtetőre.) No és pajesz-húzás. Gimnáziumból hazazavarták a miniszoknyás lányokat, leverték a fejemről a matrőzsapkát, tilos volt a farmer és a hosszú haj, az aranygyűrű eltűnt az osztályelső lány ujjáról az osztályfőnök köpenyének zsebében, az igazgatói irodában vágatták le a legokosabb lánnyal a legokosabb fiú hosszú haját — közben mind a két gyerek zokogott. Mindezzel együtt: örökké hálás lehetek latin, matematika, történelem, biológia és kémia gimnáziumi tanárainknak, és nem hiszem,

Bányatevékenység (Fotó: Száraz Péter, 1985)

Felszíni karr-barázda (Fotó: Száraz Péter, 1985)

Kigyósbánya a hegybe faragott, félbemaradt Bocz-szoborral
(Fotó: Száraz Péter, 2012)

Oldódási nyomok a mészkövön (Fotó: Száraz Péter, 2012)



hogy utolértem őket: Ritoók Zsigmond, Gyapay Gábor, Krasznár János, Szentgáli Károly, Farkas Ági néni, Horváth Éva néni.

Az ELTE TTK biológia-kémia szakot céloztam meg, ahova egyből fölvettem. Tanár akartam lenni, és az is lettem. Nehezen kezdődött az egyetem, de egyre jobb lett. Nemcsak vizsgára tanultam, hanem mindent meg is tanultam, amit lehetett. Egyik tárgyat sem utáltam igazán. Később aztán mindenre szükségem volt valahol. Végül terepbiológus, botanikus, ökológus lettem. Nem volt kérdés, hogy miért kell a matematika, a történelem, az angol. Tanáraim voltak például: Juhász-Nagy Pál, Simon Tibor, Láng Edit, Seregélyes Tibor. Nem maradtam „bent” az egyetemen, bár felajánlották nekem.

— *Melyik középiskolában tanított?*

— Első munkahelyem már ötödévből az óbudai Árpád Gimnázium volt. Hamar rájöttem, hogy nem a termodinamika törvényeire és a hidrogén-elektrod működési elvére van a legnagyobb szükségem ahhoz, hogy szót értek a diákokkal. De kezdetben nagyon szigorú voltam. Tanári pályám során tanultam a legtöbbet: nehéz volt a kezdet, és a folytatás is. Akkor indult a „Tudós, kutató tanárok” MTA-program. Félig még tanzéki gyerek voltam, de tanítani is akartam. Mindkető együtt nehezen ment. Az igazgató támogatta, hogy doktoráljak, ez jól állt az iskola képének is. Kaptam havi 340 Ft ösztöndíjat, s ezt a terepmunka kellékeire költöttem. Első ösztöndíjamból pont kijött egy hálósák. Iskolai kedvezményeket, támogatást nem kértem. Simon Tibor professzor ajánlott helyet, tanszéki állást. Rám lőcsölte a Gerecse erdőinek kutatását (ebből doktoráltam; vagy választhattam volna a Villányi-hegységet is). Ezek valahogy kiestek addig a kutatók látóköréből. Végül mindkettő a nyakamba szakadt.

— *Kutatóbotanikusként melyek voltak a fő kutatási területei?*

— A magyar kikerics (*Colchicum hungaricum*) és a természetvédelem. Sokat jártam terepre, sátorral vagy anélkül, sokszor autóstoppal. Meghatározó volt a témavezetőnk személyisége, Seregélyes Tibor megtisztelt barátságával is. Neve fellelhető az MTA Aranykönyvében, és kopjafája áll a budapesti Fűvészkertben, melyen a magyar kikerics is látható.

Szollát Györggyel, a másik doktorandusszal együtt jártunk terepre növénytársulásokat vizsgálni, tavasztól ősziig. Télen pedig az adathalmazt lehetett





Bakszarvú lepkeszeg (*Trigonella gladiata*)
(Fotó: Száraz Péter, 1985)

rendezni a számítógép mellett. Gyuri kutató lett, a Természettudományi Múzeum Növénytárában talált helyet.

Diákjaimmal sokat jártunk terepen, túráztunk, táboroztunk a szabadban, Magyarország legszebb (és természeti értékek szempontjából nekem a legfontosabb) területeken. Országszerte, és ahol lehetett külföldön: Tátra, Fogaras és Királykő, Bihar, Csalhó. És Bulgáriába szinte rendszeresen: Vitosa, Rila, Pirin, Rodope. Ezeket a kirándulásokat Gyurival terveztük és valósítottuk meg. Februártól kezdtük szervezni a gimnáziumi, kb. 10 fős diákcsoportot, bejártni a nehezen megszerzett-összeállított felszerelést (lengyel hátizsák és esőköpeny, csehszlovák ing és bakancs stb.), részletes úti-terv, friss információk, térképek. Gyuri — nem mellesleg — növényeket gyűjtött a Múzeum számára. Amúgy kiváló pedagógus is volt, a diákok nagyon szerették. Akkori tanítványaim, túratársaink lettek későbbi legjobb munkatársaink, barátaink. A Janus Pannonius Múzeum megbízásából együtt kutattuk éveken át a Kelet-Mecsek növénytársulásait a tájvédelmi körzet előkészítése, megalapozása végett több pécsi biológussal együtt (Pl. Kevey Balázs, Majer József).

Az 1980-as évek fő ökológiai problémái közé tartozott Bős-Nagymaros, a dunántúli karsztvíz-kincs és Hévíz kiárúsítása a bauxitért, a dorogi hulladékégető ügyei, a nitrátos ivóvíz. Ébredezett a környezetvédelem Magyarországon is. Ekkor csöppentem bele az ELTÉ-n a TNGY mozgalomba (Téli Népművelési Gyakorlat — Téli Közművelődési Gyakorlat). Tevékenységi körébe tartozott társadalomkutató terepgyakorlatok szervezése februárban és később nyáron is. Megmutatták, hogy nem a *Népszabadság* vezércikke alapján kell tájékozódni,

hanem minden állítást ellenőrizni kell a valóságban. Fél éven át tanultunk egy kevés szociológiát, közgazdaságtani ismereteket, politikatudományt, mi az Eötvös Klubban, mások a megyeszékhelyeken. Mintegy 250 diák és frissen végzett hallgató rajzott ki a „terepre”. Olyan jogosítványt kaptunk — kellő előkészítés után — mint akkor egyedül Moldova György: szabad, sőt kötelező volt bárhol, bárkitől, bármit kérdezni. Kocsmában, pártbizottságon, bányában, gyárban és tsz-ben. A fiatal, végzős és pályakezdő „gyerekeknek” megnyíltak az emberek. Nem sajtósok voltunk, és nem a Belügyminisztérium. Alapvetően megváltoztatta a világszemléletet Borsod, Baranya, Komárom, Heves, Pest, Veszprém megye bejárása, a riportok alanyai, a helyszínek. Nekem a természetvédelmi szempontok érvényesítése, és a diákokat fogadó közművelődési intézményekkel való kapcsolattartás volt a feladatom. Írásaink az 1981-től 1989-ig működött, *Medvetánc* című negyedévi folyóiratban jelentek meg.

Ekkoriban hallottam hírét a Szársomlyónak, a magyar botanika egyik szent helyének, s egy tanzéki terepgyakorlaton alaposan bejárhattam Simon Tibor és Láng Edit vezetésével. A hegy a Villányi-hegység legmagasabb, 442 méteres csúcsával és jellegzetes, tájképből kiemelkedő formájával Dél-Baranya egyik legkülönlegesebb hegye. Az elnevezés először középkori oklevelekből került elő, a név jelentése: szár, azaz kopár, a som elnevezés pedig a húsos

Gyimóthy villa (Fotó: Száraz Péter, 2012)



som nevű cserjéből ered, amely ma is gyakran előfordul a hegyen. Életem legszebb napjai voltak. Akkor még a Siklósi Vár turisztaszállást is nyújtott, s még nem kezdődött meg a hegy rohamtempóban történő lerobbanása a felújított (nyugati) mészkőbányában. Két csúcsa van: a magas, impozáns csúcs, amelyet sokan vulkáni kúpnak néztek, és a kisebb, a Kopaszka Nagyharsány felett. Mintha a Nagykevély és a Kiskevély kontúrját látnánk. Egy fiú süldő nyulat fogott a Kopaszkán felfelé menet. Nyüzsgött a növényvilág, Magyarország fajokban leggazdagabb (legnagyobb biodiverzitású) élőhelyén. Gyíkok, két méteres haragos sikló; kígyászölyvek táncát láttuk a levegőben. Varázslatos volt!

Néhány év múlva bemelegítő túrára elvittük Szollát Gyurival a csoportomat oda, egy komolyabb bulgáriai út előtt. Edzettünk kora tavasz óta, ki lexikont, ki súlyzókat tett a hátizsákjába. Próbatétel, selejtező is volt a diákoknak, csak elszánt, egészséges és alkalmas emberek jöhettek a magashegységekbe. Ekkor döbbsentem meg: a fél Kopaszka már hiányzott. Hatalmas bányafalak, a hegy lábánál figyelmeztető, tiltó tábla, por, szinte kihalt falu... Joggal kérdezték a diákok, hogy mire vagyok olyan büszke itt? Társadalmi, politikai háttérből nem lehet kiemelni az ökológiai problémát. Nagyharsány elveszítette értékét a villányi borvidék közepén: se óvoda, se könyvtár, se orvos, se pap, se lelkész — csak az iskola, és a Krónikás. Bárkitől érdeklődött az ember, hogy mi itt az érdekes Nagyharsányban, a Krónikáshoz küldtek: Böhönyei Gizella énektanár és karvezető volt, és jegyezte a falu krónikáját időben visszafelé, és a jelenben. Évkönyvekbe gépelte átütő papírra a történeteket: a népesedési adatoktól a műemlékvédelmi intézkedésekig, a kikerics első nyílásától (ez néha karácsonykor volt, itt ez a „hóvirág”) a ballagó nyolcadikosok névsoráig.

Iskola még volt. Kanász Imre tanár úr és felesége, Bors Éva voltak — kollégáikkal együtt — a helyi értelmiség. Imre tehetséges festő volt, amellet a helytörténet kutatója és értője. Bár a tanítási szünetek munkával teltek a szőlőben vagy akár építkezésen — meg kellett élni — mindezek mellett páratlan helytörténeti gyűjteményt hozott létre az iskola épületének közelében: múzeumot és egy kis skanzent. Valóban szíven viseli a hegy és a falu sorsát, az értékmentésben, kutatásban nekünk is nagyon sokat segített, pedig Somogyból származó fiú.

— *Milyen folyamatokat, tendenciákat figyelt meg a magyar kikerics (*Colchicum hungaricum*) élőhelyein, s hogyan látja a faj sorsát, lehetőségeit, terjeszkedését?*

— Sokszor felmerült, hogy „vigyük innen”, ültessük át máshová. A technokraták, bányászok, politikusok közül soknak az ökológiai ismeretei nullával egyenlők.



Bakszarvú lepkeszeg (*Trigonella gladiata*)
(Fotó: Száraz Péter, 1985)

Ez a kikerics-populáció az itteni klímának és ennek az életközösségnek a része, fennmaradni csak egy másik ugyanilyen, mediterrán mezoklimájú Szársomlyón tudna — ha lenne ilyen. Botanikus kertekben populációkat nem lehet „megmenteni” a kapcsolatrendszerükből kiszakítva, genetikailag is leromlanak az ilyen úgynevezett génbankok. A *Colchicum* ennek a sziklagyepnek, az itteni életközösségnek a része. Voltak tétova kísérletek, hogy szemre hasonló mészkőletörésekre átültessenek néhány példányt, de mindegyik kudarcot vallott.

Az ember is a táj része, bár néha megfordulni látszik a dolog. Ez a kistáj történelmével, emberi és épített értékeivel együtt — a Művésztelep és a látkép, a román-gótikus templom és Sztárai Mihály, Táncsics Mihály, Bocz Gyula, a villányi bor, a kígyászölyv és a gyöngybagoly, a kikerics a dalmát csenkesz társulásával, az ördögcsántás ökoszisztémájával — unikális, nemzeti kincs.

Mit tartok eredménynek? Ebben a szemléletben megjelent egy tanösvény ismertető füzet 1987-ben. Szalay-Marzsó Lászlóné Juhász Enikő kitartó munkájának, elkötelezettségének köszönhető ez is. Ő hozta be Magyarországra, és terjesztette a környezeti nevelés első UNESCO (az Egyesült Nemzetek Nevelésügyi, Tudományos és Kulturális Szervezete) dokumentumait az Egyesült Államokból. Ő szervezte az EDEN (Nevelés és Környezet) konferenciát Budapesten (1978), melynek vendége, előadója volt Donella Meadows, a Római Klub tagja. Ők hozták létre a Növekedés Határai című korszakos dokumentumot (a Római Klub első jelentése, 1972).

Az ELTE Természetvédelmi Klub Pro Natura emlékérmét kapott. Foglalkozott a problémával a televízió, s korlátozták végre a bányá terjeszkedését. Az akkori Soros Alapítvány is támogatta a természetvédelmi terület tudományos kutatását. Akkor először, nemcsak a magyar kikericset szemléltük szép kora tavaszi napokon egy jó kiránduláson, hanem a társulást, és a teljes kikerics-állományt vizsgáltuk. Számba vettük a még nem virágzó egyedeket. Meglepő, de érthető, hogy ez a mediterrán növény jobban érzi magát az egyre melegebb klímában. Sokadik nekifutásra Pécsen társadalmi vitát szerveztek a Szársomlyó sorsáról, ami nagy eseménynek számító összejövetel volt. A pécsi társadalmi vita során hangzott el egy, a bányászatban érdekelt mérnök-től: „Sajnos, ez a hegy már nagyon szem előtt van! Mint a Badacsony, ahol a világszerte ismert bazaltot bányásztuk. De a kormány úgy döntött, hogy a turizmusé az elsőbbség a Balatonnál, a kőbányát bezárták. Most itt is ez lesz?” Az OKTH (Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal) környezeti hatásvizsgálatot és hatástanulmányt rendelt meg a Pécsi Akadémiai Bizottságtól.

— *Az ELTE Természetvédelmi Klubja Szársomlyó Munkacsoportjának a vezetője volt, amelynek céljai sorában első helyen állt a hegy természeti kincseinek megőrzéséért való küzdelem. Hogyan értékeli most visszanezve ezt a munkát?*

— Ha baj van, az ember az Alma Materhez szalad... Sok tanárunk kutatta a hegy élővilágát, főleg a magyar kikerics állományát, madarakat, pókokat, sáskákat — őket is meglepte a pusztítás képe, mértéke, de jó tanácsokon kívül mást nem kaptunk. A nemzetközi védelem kezdeményezésétől is elzárkóztak, bár első nemzeti parkunk a Hortobágyon éppenséggel nemzetközi kezdeményezésre létesült. Ekkortájt jött létre az ELTE Természetvédelmi Klub. KISZ klubként jegyezték be, mert másként nem lehetett. Lazult a rend, de a környezetvédelem ellenzéki huncutságnak számított. Néhány tekerics filmemet begyűjtötték a rendőrök budapesti tüntetéseken. Az iskolánkba is kilátogattak — no, nem a külügytől. Igazgatóm eléggé korrekt volt: csináljak, amit akarok, de diákokat ne vigyek bele semmibe. Ezt természetesen nem tartottam be.

Friss kutatásokat kezdtünk a hegyen, ebben az MTA Vácrátóti Botanikai Kutatóintézete is támogatta a klubot. Új módszereket is ki kellett dolgoznunk Seregélyes Tibor, Németh Ferenc és mások segítségével. Mikroklima méréseket végeztünk a hegyen, diákjaim segédletével is.

A társulástan klasszikus módszere, hogy mintanegyzeteket jelölünk ki, és megállapítjuk, milyen fajok képviselői vannak jelen; mennyit borítanak be a felszínen, és milyen gyakorisággal az 1 x 1, aztán 2 x 2,

illetve 20 x 20 méteres darabkáján a bioszférának. Új módszert kellett találnunk a meredek, nem vízszintes felszínre — az nem négyzet, hanem a vetülete, egy téglalap. Ehhez az MHSZ (Magyar Honvédelmi Szövetség) nyújtott segítséget: tőlük kaptunk kölcsön hegymászó köteleket az extrém nagy mintavételi négyyszögek kijelöléséhez. Cserébe ismeretterjesztő vetített képes előadást tarthattunk a harmadik kerületi szervezetben, a Tanuló utcában.

Volt helyünk a Gólyavárban, később a Szerb utcai Rectori Klubban, hogy nehogy magánlakáson találkozzunk! A személyzetis, akit a nyakunkra küldtek téglának, azonnal bemutatkozott, vigyázott ránk. Végül is valóban az ELTE ügyévé vált a Szársomlyó ügy. De nehéz volt a technokratákkal, az ásványvagyomból élő, ellenérdekelt szervekkel és a bányavállalattal szembe menni. Mire mehet egy gimnáziumi tanár? A sajtó nehezen volt kapható bármire, de az ismeretterjesztő folyóiratok — *Élet és Tudomány*, *Természet Világa* — és a Magyar Rádió lassacskán bevezethető volt. Tarnay Márta ismeretterjesztő műsort készített a hegyről és rólunk, a 168 óra című rádióműsorban is szóhoz jutottunk. Az ökológiai kutatás mellett folyt a kampány. Ennek fontos eleme volt — a nyilvánosság, a sajtó ostromlása mellett — a folyamatos és alapos fotódokumentáció. Diaképeken tudtuk bemutatni a még

Rozsdás gyűszűvirág (*Digitalis ferruginea*)
(Fotó: Száraz Péter, 1985)



meglévő értékeket és nyomon követtük a pusztítást. Számtalan vetített képes előadást tartottunk Szollát Györggyel. Sok csoportot vezettem, ismerjék meg azt, ami az övék, mielőtt elpusztítják — és ragaszkodjanak az értékeinkhez!

Romantikus volt, ahogy a tanítás mellett környezetvédő aktivista voltam. A gimnázium egy épületen osztozott egy műszaki főiskolával. A tanári dohányzóban volt egy telefonkészülék és vonal, amely a főiskoláé volt, és működött. Ezen a darabokra törött készüléken beszélhettem titokban az Ásványvagyon-bizottsággal, a Magyar Állami Földtani Intézettel, egyetemekkel, minisztériumokkal és az OKTH-val, míg a bánya előtörténetét és a korábbi, meghíúsult természetvédelmi törekvéseket nyomoztam. Az 1980-as években még életveszélyes merészség volt, hogy egy minisztériumi főnököt levélben „főosztályvezető úrnak” szólítottam. Közel vagyunk a Drávához, az egykori jugoszláv határhoz. Simon Tiborék a hatvanas években rejtőzködve, bujkálva közelítették meg ezt a helyet, mert határsávban volt. Az 1980-as években dél felé vonatozva, Pécs után a vonaton bőrkabátos „civil” határőr érkezett, már jól ismertük. MTA megbízólevéllel mehettünk tovább, mint meghatalmazott kutatók. A hegyre a múzeumi őr kihagyásával, a Kígyósbányán keresztül jártunk fel, egy hegybe fargott, félbemaradt Bocz-szobrot megmászva.

Rozsdás gyűszűvirág (*Digitalis ferruginea*)
(Fotó: Száraz Péter, 1985)



— *Hogyan sikerült átadni a következő generációknak a szemléletét?*

— Nagyharsány a kőbánya működésének (átmeneti?) szünetelésével az idegenforgalomé lett. Nem csak a keleti mészkőbánya a Szoborpark és az Ördögkatlan Fesztivál révén, aminek színvonaláról, vonzerejéről csak jót tudok mondani. Örök gondunk, hogy amit sokan látogatnak, azt a turizmus elpusztítja. A figyelem felkeltése, a népszerűsítés ugyanannyit segíthet, mint amennyit árthat. Naivan hiszek az emberek emberségében, hogy nem törik össze, tapossák le, ássák ki, amit csak látnak. Szársomlyón és környékén még van mit védünk.

Az 1993-ban forgalomba került kétforintoson a magyar kikerics szerepelt — hathatós közreműködéssel. Gedai Csaba profi fotós, fotóművész, „professzionális amatőr” madarász és természetfotós, gimnáziumi tanítványom volt, barátom és kutató segítőtársam lett, terepen és az oktatásban is. Édesapja, Gedai István numizmatikus, tudós ember, a Magyar Nemzeti Múzeum főigazgató-helyettese volt 1990–1993 között. A rendszerváltoztatás után új magyar pénzérméket vertek a koronás címerrel és magyar kulturális-történelmi és természeti kincseink képeivel. Csabát kérdezte meg az édesapja, hogy milyen élő hungarikumokat lehetne az érmeiken megjeleníteni. Ő kapásból sorolta: magyar

Rozsdás gyűszűvirág (*Digitalis ferruginea*)
(Fotó: Száraz Péter, 1985)





Zöld gyík (*Lacerta viridis*)
(Fotó: Száraz Péter, 2012)

kikerics, magyar nőszirm, kerecsensólyom (a turul), nemes kócsag (a magyar természetvédelem címerállata). Ezeket pályáztatta meg másnap a Nemzeti Múzeum, Csaba nagy meglepetésére. (Néhány kétforintost „elültettünk” a Sársomlyó gypében, egyszer majd megtalálja valaki. Remélem, nem ezek lesznek az utolsó kikericskék a hegyen...)

A nemzeti parkban (DDNP Igazgatósága, Pintérkert) Dénes Andrea figyel, kutatja tiszteletre méltó alaposággal és kitartással a Colchicum állományait. Magyarországon ez az egyetlen stabil állománya; egyben a „Locus Classicus”, ahol Janka Viktor leírta a tudomány számára új fajként 1867-ben.

A Duna-Dráva Nemzeti Park munkatársai valóban őrzik ezt a lassan száz éve védetté nyilvánított területet. De sajnos, nem lehet minden turista mellé őrt állítani.

— *A Szársomlyót járva szoros kapcsolatba került a villányi szobortelep alkotóival. Kikre emlékszik szívesen?*

— 1967–1968 a forradalmak és lázadás, diákmozgalmak és hippik évei voltak, gimnazista diák voltam akkor. Az újságokban fedeztem fel a szobrászt, aki faragja a hegyet: Bocz Gyula és a Szársomlyó, a felhagyott kőbánya, a teknővájók és az egy szál vésővel faragó művészek tanulnak egymástól... Ez valami más, valami nagyon új dolog volt! Anyám is, én is felfigyeltünk erre. Szerencsés véletlen, hogy egy kiránduláson eljutottam ide.

Jóval később, 1980 után botanikus szakemberként kerültem vissza. A keleti kőfejtőben — amikor nem dolgoztak a szobrászok — visszavette helyét az élet: a haragos siklók a szobrok között, zöld gyíkok, kabócák és gyurgyalagok. A Művésztelepen mi, botanikusok, kissé idegenek voltunk. A szobrásztelep gazdasági vezetője, Komor István — helyesen — a művészeket óvta, hadd alkossanak békében. De ők nyitottabbak voltak. Bejártuk a hegyet, amelynek az értékeiről addig nem is

tudtak. Később a telep is munkaszerződést kötött velünk, megterveztük Szolláttal a bemutató teret és a szabadtéri műtermet elválasztó rézsú növényesítését, az ajánlott talajtakarót és az oda ajánlott növényfajokat, a taposástól erodálódó lösz megfogására a vesszőfonatokat a Szabadtéri Színház felett — gyakorlatilag szíveségből, de az ajánlásaink megvalósultak. Részt vettünk a Kígyóbánya kigyomlálásában (ki tudja, hogy miért ez a neve?). A Gyimóthy villában nappal persze elvoltunk, de „szállást” általában a lépcső alatt kaptunk, hálósáokban.

Bocz Gyula 1982-től már nem ott élt, faháza állt csak üresen a keleti hegyoldalon. Róla sokat megtudtam Czákó Gábor „+” című könyvéből, később Hosszúhétenben találkoztunk személyesen. A szobrász alkotótelep választott művészeti vezetője 1985–1988 között Colin Foster angol szobrász volt. Az alkotótáborokat a vendéglátó országok kultuszminisztériuma finanszírozta világszerte, így jártak Colinék is Afrikában, Burkina Fasóban (Elefántcsontpart) és Japánban is. A Művésztelepen kedvükre alkottak lengyel, japán, brit, mexikói, amerikai, magyar szobrászok, mindössze egy itt maradó alkotásuk volt a fizetség az ellátásért. A másik szekcióban a keramikusok a siklósi Kolostor kerámia alkotóműhelyében dolgoztak. Itt minden létező kerámia technikát használhattak a rakutól a porcelánig, ami egyedülálló volt. Colin nejevel, Becker Leonórával, a művésztelep hivatásos fotósával megértettük egymást. Néha náluk lakhattunk Pécsen és másutt is. Műterme, fotólaborja volt a kolostorban. Hihetetlen dokumentumokat hagyhatott hátra. Nóra szerény, mégis elsőprő személyiség volt. Néha táncház volt a Villában, néha vetítés, sok közös beszélgetés, sajátos nemzetközi nyelven... A közeli Palkonya — a szép, emeletes pincesoros falu — polgármesterévé választották. Sok pályázatot nyert a falunak, de ha kellett, bevakolta a vasútállomást. Colin ott vett házat, melyben műtermet rendezett be. Restaurálta a sajátos alakú, mecsetre emlékeztető templomot, megkímélve a rajta álló golyafélszket. Nóra álmodta meg és működtette a Villányi Borút rendezvényeit. Boroztunk a villánykövesdi Batthyány pincében a pécsi polgármesterrel, bordalfesztivált szervezett — nagy formátumú személyiség volt. A Művésztelep valóban demokratikus intézményként működött — kár érte, hogy nincs már... A Villát is elcsúfították, körbeépítették Gyimóthy Jákó, az egykori szőlőbirtokos XIX. századi villaépületét — TŰZÉP stílusban...

TÜSKÉS ANNA



100 ÉVE TÖRTÉNT

Hollywood aranykora

A mai ember számára Hollywood és a filmipar egyértelműen és elválaszthatatlanul összetartozik, de ez nem volt mindig így. A filmek máig töretlen sikere ugyanis New Yorkban kezdődött. Los Angeles Hollywood nevű része 1907-ig egy száraz, sivatagos puszta volt. A település 1910-ben lett hivatalosan Los Angeles része. Az első világháború alatt vált Hollywood a filmipar fővárosává. A térség időjárása és környezete is kedvező a filmiparnak, hiszen itt szinte egész évben forgathattak a szabadban, továbbá a hegységektől a réteken át a sivatagig minden tájegység megtalálható. Los Angeles virágzó színházi központ volt, alacsony adókkal és hatalmas beépítetlen területekkel rendelkezett, amelyeket a cégek olcsón felvásárolhattak stúdióiknak.

A háború alatt az európai stúdiók elnéptelenedtek, több színész az Államokban próbált szerencsét: a pár évvel később híressé vált Greta Garbo vagy Pola Negri is ekkor vándorolt ki az öreg kontinensről. Ekkorra már olyan híres cégek forgattak Hollywoodban, mint a Universal, a Fox Film Corporation, Twentieth Century-Fox, a United Artists. A háború alatt megerősödtek a filmstúdiók. Ezek a független stúdiók több újítást vezettek be a filmgyártásba, valamint hosszabb és bonyolultabb történeteket kezdtek forgatni. 1917-ben végleg megszűnt New York filmgyártási főszerepe, melyet Hollywood vett át.

A film korai történetének egyik befolyásos alakja, a magyar születésű *Adolph Zukor* stúdiója csomagban adta el filmjeit a moziknak, ami azt jelentette, hogy a moziknak egyszerre több filmet kellett megvenniük, azonban nem mindegyik hozott kiemelkedő bevételt nekik. A mozi-társaságok ezt az eljárást ezért kockázatosnak

tartották, hiszen azokat a filmeket, amelyekben ismeretlen színészek játszottak, a közönség idegenkedve fogadta. Zukor ezt felismerve az első volt, aki megalapította önálló mozi-hálózatát, ahol saját stúdiójának filmjeit mutatták be. Vele együtt egyre többen felismerték, hogy a bevétel akkor biztosított leginkább, ha a filmgazdaság mindhárom területe – gyártás, forgalmazás, üzemeltetés – ugyanazon vállalkozó kezében marad.

1920-ban már évente 800 filmet forgattak Hollywoodban, és körülbelül húszezer mozi működött az Egyesült Államokban. 1914-től elterjedtek a hatalmas filmpaloták, ahol luxus és kényelem fogadta a látogatókat. 1920-ra a vállalatok teljes bevételének több mint háromnegyed része származott a 2000 mozipalotában tartott különleges vetítésekből befolyt pénzből. Ebben az időben alakult ki a ma már oly híres „sztárkultusz” is. A kezdeti amatőröket felváltották a hivatásos filmszínészek.

Színészek illetve filmszínészek ekkor alapították a United Artists céget. A vállalat tagjai egy úgynevezett függetlenségi nyilatkozatban határozták el magukat korábbi főnökeiktől és stúdióiktól. A stúdiókban hamarosan hivatásos stáb kezdett dolgozni, már nemcsak a rendező és a színészek voltak profik, hanem minden egyes részletért egy-egy szakember felelt. Létrejött a „casting director” szerepköre, aki a filmben alkalmazott színészeket választotta ki, és ő volt felelős az „új arcok” kereséséért is, akiket később sztárokká tettek. Külön szakember írta továbbá a forgatókönyvet, amit a bevételek növelése érdekében nyomtatott formában is kiadtak a film forgatása közben. A produkciós költségek a húszas években 100 és 500 ezer dollár között mozogtak. Miután a stúdióvezető jóváhagyta a terveket, a producer átdolgozhatta a rendezői forgatókönyvet a tényleges forgatási-sorrend szerint. Hamarosan a stúdiók önálló közigazgatási egységekké alakultak, mert önálló tűzoltósággal rendelkeztek a fából készült díszletek kigyulladására, és rendőrséget is alkalmaztak a tömeges esetleges eltávolítására. Az amerikai producerek hatalmukban tartották a hazai piacot, emellett a költséges gyártás majdnem teljes ráfordítása megtérült.

Technikai újítások

Az első világháborút követően a filmek realiztikusabb környezetábrázolást alkalmaztak. Így például a dolgozó nő ideája lépett a kizárólag gyermeki nevelésével foglalkozó női alak helyébe. Továbbá a filmekben központi szerepet kapott a „jó” és „gonosz” állandó harca. Ekkor terjedtek el a sorozatok, amelyekben ismeretlen színészeket próbálhattak ki a stúdiók, másrészt ezekkel egészíthették ki bevételeiket. A sorozatokon belül két kategóriát lehetett elkülöníteni: ezek a *series* (sorozat) és a *serial* (folytatásos film). Az előbbi ugyanazon szereplők egymástól eltérő szituációkban elbeszél, szerkezetileg lezárt egységekből álló egésze, míg az utóbbi egy eseménysor több részből álló, általában a legizgalmasabb jeleneteknél megszakított elbeszélése.

Az 1920-as években komoly változások történtek a filmiparban. A nagy hollywoodi stúdiók megalapították a Motion Pictures Producers and Distributors Associationt

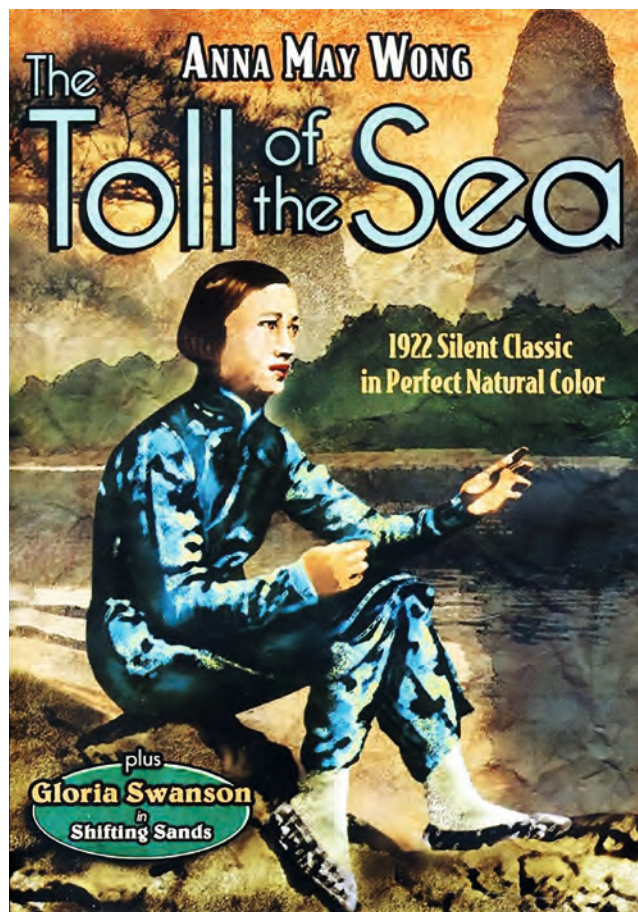
(MPPDA), a nagyobb külföldi haszon megszerzése érdekében. 1922-ben elkészült az első színes film (*The Toll of the Sea*), 1926-ban pedig az első hangos játékfilm (*Don Juan*). Az első egész estét betöltő hangos film a *Jazz Énekes* volt, amelyet 1927-ben a négy évvel korábban alapított Warner Brothers cég készített el. A film hatalmas sikert aratott, így a többi vállalat is hangosfilm-gyártásba kezdett. A fejlődés ekkor, a hang megjelenésével teljesedett be.

A húszas évek közepén a nagyüzem teljes erőbedobással működött. Amerika lakosságának egyötöde naponta járt moziba. A világ 50 ezer filmszínháza számára évi 240 ezer kilométer nyersanyagot termeltek. Az 1929-es gazdasági világválság azonban a filmgyártásban is éreztette hatását. Bár 1930-ban még rekordnak számító bevételekre tettek szert a stúdiók, a következő években csökkent a látogatók száma, s egyre több moziit kellett bezárni. A Paramount és a Fox stúdió pénzügyileg összeomlott. Ebben a korban terjedtek el a „B-filmek”, amelyek csak egy óráskak voltak, így kevesebb költséggel jártak a gyártóknak. Elterjedt a „dupla program”, amely azt jelentette, hogy két játékfilmet adtak a mozik egy adásban, illetve hetente többször változtatták a programot. A válság éreztette hatását a filmek minőségén is: 1926 és 1932 között csak 30 olyan film készült, amelyben volt színes jelenet, a gyártók ugyanis visszatértek a fekete-fehér formátumhoz. A cégeknek a válságot a Wall Street és

Adolph Zukor (1873–1976),
a Paramount Pictures vállalat alapítója,
a hollywoodi filmgyártás egyik létrehozója



a kormány támogatásával sikerült túlélne. New Yorkból hatalmas pénzüsszegeket küldtek a stúdióknak, amelyek így a pénzemberek befolyása alá kerültek. Másrészt a Kongresszus támogatta a munkásszervezéseket és kollektív szerződéseket az 1935-ös Wagner-törvény és a Nemzeti Gazdálkodási Bizottság felállítása révén. Mindezek hatására Hollywood a harmincas évek közepén „nyitott műhelyből” szakszervezeti településsé alakult. Közben az erősödő konkurencia és a banktőke folyamatos befolyásának hatására a kisebb cégek tönkrementek, s megvalósult a banktőke teljes ellenőrzése a filmipar felett. A filmstúdiók modern üzleti vállalkozásokra kezdtek hasonlítani. A cégek működésében az úgynevezett „felülről lefelé” elv jelentkezett. A legfőbb hatalom és



1922-ben elkészül az első színes film,
az 53 perces játékidejű *The Toll of the Sea*

hatóság központja a New York-i iroda lett: a vezérigazgatók innen intézték a tőke, az eladás és a piacszerzés ügyeit. A hollywoodi üzemekben egy-két testületi alelnök felelt a stúdió napi működéséért és a filmgyártásért.

Az 1930-as évek közepére megjelent a szinkronizálás. A hallható párbeszéd mellett a következő újítás a szinkronizált zene volt, amely később önálló művészeti ággá fejlődött. Az évtized közepén pedig elterjedt az a gyakorlat, amely során először felvették a zenét, majd ezt később visszajátszották miközben a színészek tárogva mozogtak.

Közben a kormány a filmek cenzúrázását követelte, ezért a forgatókönyveket ellenőrizték, majd csak ezután készülhetett el a film. A kormány által megbízott hivatal gyakorolta a cenzúrát, azonban fontos szerepet játszott benne a filmipar is. 1927-ben alkották meg ugyanis Hollywood első önkorlátozó szabálygyűjteményét. A gyűjtemény megfogalmazta például, hogy tilos az egyház csúfolása, faji keveredés ábrázolása, fehérek rabszolgaságának ábrázolása, vagy szexuális perverzió bemutatása.

Az aranykor

A következő években hihetetlen fejlődésen ment keresztül a gyártás Hollywoodban, az 1930-as és 1940-es évek nevezhetők a filmgyártás aranykorának. A harmincas évek végi nagyjátékfilmek 75 százaléka a nyolc nagy hollywoodi stúdió valamelyikében készült. A játékfilmek a jegyeladásból származó bevételek 90 százalékát adták, forgalmazóként a vállalatok az ilyen jellegű bevétel 95 százalékát magukénak tudhatták. Ekkor a világszerte forgalmazott filmek 65 százaléka Hollywoodban készült. Az egyik leghíresebb korabeli film a gengszterfilm műfaját képviselte. Ez a Ben Hecht forgatókönyve alapján, Howard Hawks rendezésével készült *A sebhelyes arcú* című alkotás volt 1932-ben. Mindegyik nagy stúdiónak saját sztárcsapata volt és kialakultak a rájuk jellemző saját műfajok. A Warner Brothers például főleg bűnügyi drámákat, gengszterfilmeket, színházi musicaleket és epikus kalandfilmeket gyártott. A kor nagy színész-rendezője volt *Orson Welles* — aki félelmetes rádió-műsoráról lett világszerte ismert — és *John Ford*, aki főleg western filmeket rendezett.

Annak ellenére, hogy 1939 csúcspontnak számított a filmgyártásban, a második világháború újabb törést okozott a filmiparban. Az amerikaiak legfontosabb piacai a háborús országokban voltak. Ráadásul az Igazságügyi Minisztérium 1940-41-ben a független filmszínház-tulajdonosok képviseletében pert indított a nyolc legnagyobb stúdió ellen, az ipar monopolizálásának vádjával. A vita végül kompromisszummal zárult. Annak ellenére, hogy a háború hatalmas károkat okozott, rengeteg új témát is szolgáltatott. A háborúnak a lakosság körében való népszerűségét igazolta, hogy 1941-ben a tíz legnagyobb kasszasiker közül öt háborús témájú film volt, például a *York örmester*. A filmvállalatok a háború alatt átmeneti mentességet kaptak a kormánytól, így újra ellenőrzésük alá vonhatták a mozi-piacot, s teljes egészében a háborús filmek készítésére álltak rá. Egyre több „A” osztályú filmet gyártottak a stúdiók, amelyek alkalmazkodtak a társadalom változó igényeihez: főleg háborús akciófilmeket és hátországi melodramákat forgattak, amelyeket a kormány is támogatott. A filmek szerelmi történeteiben olyan párok játszottak, akiknek a film végén el kellett válniuk egymástól, hogy teljesíthessék hazafias kötelességeiket.

Az 1940-es és 1950-es évek legsikeresebb alkotásai az *Óz, a csodák csodája*, a *Bagdadi tolvaj*, a *Ben-Hur*, valamint az amerikai filmmusical számos alkotása voltak. Szintén sikeres műfajt jelentettek *Walt Disney* egész estés klasszikus rajzfilmjei. Disney 1923-ban érkezett



Kisebbs tömeg a *Dun Juan* premierje előtt,
a Warners Filmszínház bejáratánál

Hollywoodba, és szatíráként kezdte karrierjét. 1928-ban alkotta meg világszerte ma is ismert híres rajzfilm figuráját, Miki Egeret. Mickey 1929-ben kapott hangot, ekkortól már tökéletes szinkronnal és hanggal látták el a többi rajzfilmet is. Disney 1932 és 1935 között kizárólagos joggal rendelkezett, hogy a Technicolor technikával rajzfilmeket készítsen. 1933-ban készítette el a *Három kismalac* című rajzfilmjét, 1940-ben pedig a *Pinocchiot* és a *Fantasiát*. 1942-ben alkotta meg a *Bambit*.

Forgatási jelenet az 1941-es háborús témájú *York őrmesteréből*

Disney rajzfilmjei színesek és szinkronizáltak voltak. Természetfilmeket is készített, és színészekkel is dolgozott együtt olyan filmjeiben, mint a *Kincses Sziget* és a *Mary Poppins*. Disney 39 Oscart nyert élete során.

Az arany szobrocska

Hollywood a filmgyártáson kívül világszerte ismert híres díjáról, az Oscar-ról, hivatalos nevén az Academy Awardról. Első alkalommal 1928-ban rendezték meg az Oscar-díj átadási ünnepséget. Azóta általában minden év márciusában – hat héttel a jelöltek listájának kijelölése után – összegyűlik a filmszakma „stábjá”, hogy kiosszák a kis szobrokat. Az Akadémia jelöltjei



általában az előző évben bemutatott filmek alkotói közül kerülnek ki. A technikai kategóriákban három, a többi kategóriában öt jelöltet választanak ki. Az egyes kategóriák megnevezése időnként változott, de az első díjátadón kettő is volt, amely eltért a későbbiektől: a legjobb film megjelölése Best Picture, Unique and Artistic Production volt — „egyedi és művészi produkció” —, az Engineering Effects a technikai díjak előfutára volt. Szintén az első évben külön díjat kapott a legjobb vígjáték és dráma rendezője. Az 1929-es év kategóriái között még szerepelt a Title Writing, azaz a némafilmekben feltűnő feliratok írása. 1931-ben vezették be a Scientific and Engineering és a Technical Achievement kategóriákat. 1936-ban és 1937-ben már a legjobb koreográfiát is díjazták, 1933-tól 1937-ig pedig segédrendezői díjat is osztottak. A harmincas években több rövidfilmes kategória volt: színes (1936-ban és 1937-ben), újszerű (1932-től 1935-ig) és kéttekerces (ezzel a hosszúságot jelölték), utóbbi 1936-tól 1956-ig létezett. Először nem voltak zenei díjak, majd 1935-től több kategóriát is nyitottak: legjobb betétdal, legjobb eredeti filmzene, legjobb musical-adaptáció.

Az első Filmakadémiai Díjak átadásából rögtön botrány lett, mivel az egyetlen hangosfilmet, a *Jazz Énekest* kizárták a versengésből, majd mindenki kedvenc színészét, Charlie Chaplint félreállították a fontosabb

Walt Disney négy arany szobrocskával
az 1954-es Oscar-díjátadón



Az első Oscar-ceremónia
a Roosevelt Hotelben, 1928

díjak útjából. A média nyomásának engedve 1929-ben a második díjátadót már élőben közvetítette a rádió. A díjátadásnak kezdetben a Roosevelt Hotel adott otthont. Az 1930-as és 1940-es években az Ambassador vagy a Biltmore Hotelben tartották meg az eseményt. Az első díjkiosztón még senki sem tudta pontosan a szobor nevét. Általában „aranyemberként” emlegették. 1931-ben született meg a szobor neve, amely elnevezését illetően több történet is elterjedt. Az egyik anekdota szerint Margaret Herrick, az Amerikai Filmakadémia első könyvtárosa és titkárnöje legelső munkanapján körbejárta a házat, és közelről megvizsgálta a kis szobrocskát. Nézegetés közben rájött, hogy a szobor nagyon hasonlít nagybátyjára, a texasi Oscar Pierce-re. Egy másik történet szerint Betty Davis nevezte el Oscarnak, aki szerint a szobor hasonlított első férjére, Harmon Oscar Nelsonra. Annyi bizonyos, hogy a nyilvánosság előtt először Walt Disney szólította így a szobrocskát 1934-ben, amikor megköszönte a díjat, amelyet *A három kismalac* című filmért kapott. A díjátadás szinte soha nem volt botránymentes. Több film-zseninek, mint Charlie Chaplinnek vagy Orson Wellesnek több évtizedet kellett várnia az első Oscar-díjára. A közönséget először az 1940-es években engedték be a megnyitóra, amelyeken Roosevelt elnök is részt vett. Az Oscar-díj kiosztását számos hasonló jellegű filmfesztivál előzte és előzi meg a későbbiekben: a Golden Globe, az ASCAP (American Society of Composers, Authors and Publishers), a BAFTA (British Academy of Film and Television Arts, alapítva 1959-ben), és a Grammy (alapítva 1958-ban)



A három kismalac című Oscar-díjas Disney-rajzfilm

díjak. A Golden Globe díj filmes és televíziós díj, amelyet 1944-ben alapították, a díjat a Hollywoodban dolgozó külföldi újságírók szervezete adja át minden évben. Az alapítástól kezdve 1956-ig csak mozifilmeket, ettől kezdve tévéműsorokat is díjaztak. A Grammy átadót minden év februárjában rendezik. Ez a szobor az alakjáról kapta a nevét, amely egy gramofont ábrázol. Az első, élőben közvetített díjátadás 1971-ben volt. Amely alkotás ezeken nyer, az majdhogynem biztos lehet abban, hogy valamelyik kategóriában az Oscar-díjat is elhódítja.

Multiplexek és autósmozik

A második világháború után is számos újdonsággal állt elő Hollywood, így hozzájárult a szélesvásznú film megjelenéséhez, majd a televíziózás széleskörű elterjedéséhez. 1945 után azonban az aranykor (Golden Age) véget ért, és az Egyesült Államokban készített filmek fokozatosan elvesztették piaci monopol helyzetüket a világban. A mozifilm komoly harcot folytatott a televízióval, utóbbiak a reklámból annyi pénzt szereztek,

hogy idővel saját filmeket és sorozatokat gyártottak. Népszerűségnek örvendtek a sorozatok és a tv-film-sorozat keverékéből létrejövő mini-sorozatok (4-6 fejezetből álló sorozatok, ahol az egyes részek egészestések, azaz másfél órásak). Magyarországon is bemutatott sorozat volt a *Dallas* (1978-1991), minisorozatként pedig a *Tövismadarak* (The Thorn Birds, 1983). Később a kábeltévé és a videokazetta okozta a fő problémát a nagy hollywoodi cégeknek. 1986-ban például a videó-forgalmazás már több bevételt jelentett, mint a moziforgalmazás.

A stúdiórendszer is átalakult, az 1980-as évekre nagyrészt új tulajdonosok kezébe kerültek a gyárak. A nagy mozik pedig sorra zártak be, mert a lakosság a kertvárosokba költözött. A színházszerű városi mozik helyett multiplexek és autósmozik épültek. A vezető stúdiók a korban a Paramount, a Warner Bros., az ekkor már japán tulajdonba került Universal, a 20th Century-Fox és a Columbia (a Disney és a Sony közös filmgyártó cége) voltak. A kis stúdiók közé süllyedt az MGM, amely archívumát kénytelen volt eladni egy televíziós cégnek, ami ebből indította be az első film-történeti témájú csatornát, a TCM-et. Az Orion, az 1970-es évek nagy filmgyártó konszernje a kilencvenes évek elejére eltűnt, noha olyan sikerei voltak a csődeljárás megindítása előtt, mint a *Robotzsaru* (1987) és a *Farkassal táncoló* (1990). 1945 után a mozgókép-termelésnek sokáig csak a 30%-a készült a nagy stúdiók rendelésére, és a kapacitás nagy részét a televízió és a sok kisebb stúdió használta ki. Európából és Japánból is folyamatosan érkeztek az újszerű filmek, amelyek kihívást jelentettek Amerikának, hogy ők is álljanak elő valami újszerűvel. A kis stúdiók B-filmjei közben egyre népszerűbbek lettek.

Szuperfilmek

A korszak nagy rendezői az 1940-es években születtek, a klasszikus Hollywood filmjein nőttek fel, de ismerték a külföldi alkotásokat is. Főleg a francia újhullám művei és a japán rendező, Kurosawa Akira alkotásai inspirálták őket. Amerikában a Roger Corman producer vezette American International Pictures stúdió karolta fel a fiatalokat, és olcsó horrorfilmek rendezésével bízta meg őket. Ezen művek nagy része ma már idejét múltnak tekinthető, de ezeknél a filmeknél volt lehetősége a fiataloknak megtanulni a filmkészítés csínját-bínját, továbbá mivel ezek a filmek kis költségvetésűeknek számítottak, lehetőségük volt kísérletezni is. Az 1960-as évtized elején feltűnő rendezők formanyelvi, a néhány évvel később jelentkező alkotók narratív szempontból újították meg a fősodor

filmjeit. Az ekkor befutott rendezőket még nem sorolhatjuk Új-Hollywoodhoz, mivel a „blockbuster”, vagyis a szuperfilm korszakában nem igazán tudtak érvényesülni.

A hollywoodi film korszakváltását két film jelezte, természetesen mind a kettő hatalmas sikert ér el. Az egyik az Arthur Penn rendezte *Bonnie és Clyde* (1967), a másik pedig Mike Nichols rendezésében a *Diploma előtt* (1967). A fiataloknak a siker reményében pénzt adtak a stúdiók, enyhült a cenzúra. A fiatalok újra felfedezték a korábban már ismert, de időközben elfeledett technikákat, továbbá újakat is meghonosítottak. A normál optikák mellett használták a teleobjektívet, a nagylátószöveget, rátaláltak a gumiobjektívre, megjelent a kézikamera. Jellemző volt a gyorsmontázs térnyerése is. A hatvanas évek elején debütáló rendezők elsősorban a hollywoodi filmképet próbálták újraértelmezni, az elbeszélő szerkezetekhez csak ritkán nyúltak.

Az évtizedfordulón több olyan film született Hollywoodban, amelyet a modernizmus iránti áhítat formált. 1969 és 1972 között az igénytelen, azonban óriás költségvetésű hagyományos mozik árnyékában olyan művek készültek, mint például Dennis Hopper *Szelíd motorosok* (1969), John Schlesinger *Éjjeli Cowboy* (1969) és Mike Nichols *A 22-es csapdája* (1970) című filmje. E filmek java hollywoodi mércével szolidnak számító büdzsével és gyakran egy kisebb stúdióval együttműködésben készült. Közben egy új színészgeneráció is felnőtt. Jack Nicholson, Dustin Hoffman, Jane Fonda, John Voight, Warren Beatty, Julie Christie és számos más művész jellemezte a korszakot.

A hollywoodi nagy stúdiók vesztesége az 1969 és 1972 között félmilliárd dollárra rúgott, a művészi új-jászületést tehát nem követte a nézettségi mutatók emelkedése. Változás akkor történt, amikor a hetvenes évek elején sor került Hollywood legjelentősebb generációváltására. Ekkor nyertek bebocsátást az Álomgyárba a filmmel való foglalatosságot a filmfőiskolákon habilitált, baby-boom generációhoz tartozó és az utókor által „mozi-fenegyerekeként” emlegetett alkotók. A legnagyobbak talán Francis Ford Coppola, Steven Spielberg, George Lucas, Martin Scorsese, Brian DePalma voltak, akik sokat tanultak az előtük indult rendezők finansziális kudarcaiból. Ezek a rendezők a klasszikus alapra építkeztek, de olyan műveket készítettek, amelyekben nem csupán az ötvenes évek modern filmjének egyes jellemzői, hanem az európai és a távol-keleti újhullámok, a független filmek és az autósmozi-műfajok jellegzetességei is láthatóak voltak.

Az ekkor befutott rendezők mindegyike a mai napig aktívan filmez. A nagy stúdiók gyári gépezete miatt nem is tehetnék meg, hogy ne dolgozzanak, mivel nevük márkanév lett, és már csak ez becsalogatja a nézőket a mozikba. Újdonság, hogy személyes jellegű történeteket visznek a vászonra, és pszichológiailag is ábrázolják karaktereiket. Gyakran használnak kézikamerát és megidéznek régebbi filmeket, reflektálnak rájuk. Ennek ellenére gyakran éri őket az a vád, hogy csupán drága B-filmeket készítenek, és nem érdekli őket más, csak a szórakoztatás.

Az 1970-es évek elején az alkotók olyan szabadságot kaptak, amelyet utoljára a tízes években és a húszas évek első felében élveztek, de a rendezők uralma hamar véget ért, és már 1972-től kezdték visszavenni a producerek a hatalmat, különösen William Friedkin és Michael Cimino rendezők bukásai után. Mindketten kivételezett helyzetbe kerültek, előbbi a *Francia kapcsolat* (1971) és *Az ördögűző* (1973), utóbbi a *Szarvasvadász* (1978) váratlan sikere után, de későbbi nagyon költséges filmjeik pénzügyi csődjé hamar elvette a producerek kedvét attól, hogy felkarolják a fiatalokat.

Másrészt a filmipar máig nem heverte ki azt a kataklizmát, amelyet 1975 júniusában a *A cápa* bemutatása idézett elő. Ez a film végérvényesen rádöbbsentette a stúdiókat, hogy az ilyen szuperprodukciónak révén egy-egy film már nemcsak a moziban és a kereskedelmi vagy közszolgálati televízióban, hanem új forgalmazási piacokon (videón és a fizetőtévékén) is hasznot hajthat. Steven Spielberg filmje így az egész amerikai mozit „benyelte”. A hetvenes évek második felétől a stúdiók a különböző forgalmazási piacok összevonására tettek erőfeszítéseket, a nagy befektetést a szuperprodukciónak koncentrálnak. Az új-hollywoodi korszak tehát nem csupán a filmek formáját alakította át, hanem azok értékesítési technikáit is.

Az 1980-as évek mozitermeit már elöntötték a folytatások és az 1960-as, 1970-es évek B filmjeinek az utánzásai (akciófilmek, bosszúdrámák, „kollégium-filmek” és horrorok). A főszezonnak számító nyári és téli időszakban csak ilyen filmeknek jutott ötszáznál több mozivászon, de a holszezonban lehetőséget kaptak sajátosabb hangvételű alkotók, hogy műveiket a szélesebb közönségnek is bemutathassák. Így lettek ismert Woody Allen, David Lynch és Robert Altman munkái is. Az amerikai film napjainkban is meghatározó az egyetemes filmművészetben. Jellemzi ezt, hogy statisztikák szerint a világon ma három filmből kettő amerikai földön készül.

MACZÁK MÁRTON

Nyitóképünk: Autósmozi Chicagóban, 1951



MINDKÉT FÉLTEKÉT EGYSZERRE HASZNÁLJÁK

A gyermeki agy titka

Az agyi funkciókkal kapcsolatos kutatások száma igen magas, és úgy tűnik, minél több információnk van az agy működéséről, annál több kérdés merül fel. Nézzük az elmúlt időszak egyik legnagyobb felfedezését!

Az emberi test működésének és felépítésének megértése érdekében tudományos céllal végzett boncolások évszázadok óta folynak. Az ókori Egyiptomban és Görögországban például már a Kr.e. IV. században is végeztek anatómiai vizsgálatokat, jelentőségük Hipokratész munkássága során vált kiemeltté. Ugyan a későbbi századokban az Egyház tiltotta az emberi test boncolását, a reneszánsz elterjedésével ismét nagy fontosságot tulajdonítottak a kórboncnoki kutatásoknak. Az anatómiai boncolások modern tudományos gyakorlatai a XVI. és XVII. századi Európában erősödtek fel. Andreas Vesalius *Anatomiai lecke* című művével (1543) bebizonyította, hogy ez az egyetlen módja az emberi szervek megértésének, azóta töretlenül folynak a patológiai vizsgálatok, miközben a boncolások területén alkalmazott technológiák és módszerek folyamatosan fejlődnek. Többek között a mesterséges intelligenciának köszönhető az is, hogy a washingtoni Georgetowni Egyetem munkatársai új felismerést tettek a két agyfélteke használatáról.

Komplexitás

Mindenekelőtt érdemes figyelembe venni a tényt, amely szerint sokáig egyetlen vélemény volt elfogadott a két agyfélteke (bal és jobb) működéséről. A XXI. századig

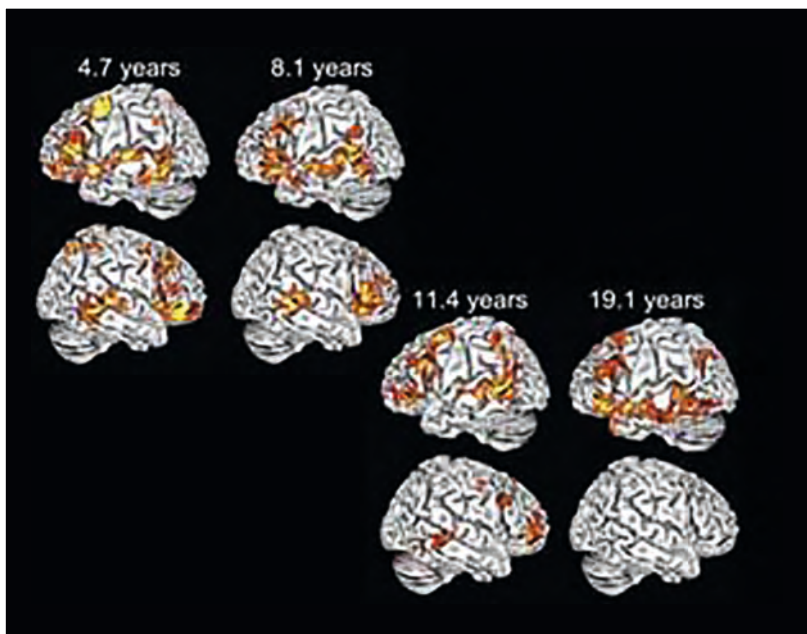
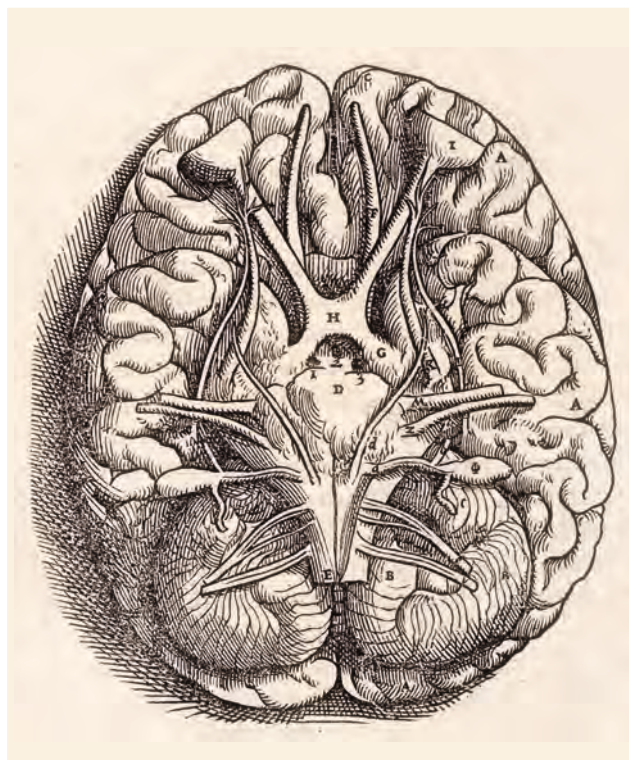
úgy tartották, hogy azok különböző funkciókat látnak el, így összetettségük eredményezi a komplex gondolkodást. De mára ismert, hogy a két agyfélteke több területe azonos feladatokat lát el. Habár semmi sem cáfolja a jobb és bal agyfélteke közötti különbségeket (például a bal a racionális, a jobb pedig a kreatív), bizonyos, hogy a kommunikációban mindegyik egyaránt fontos szerepet tölt be, de csak egy adott korcsoportban. A Georgetowni Egyetem kutatóinak publikációja arról számolt be, hogy a gyermeki agy, ellentétben a felnőttével, mindkét agyféltekét használja a nyelv megértése érdekében. Ugyanis ameddig a csecsemők és kisgyermekek két agyféltekéje együttesen funkcionál, addig a felnőttek egyik vagy másik agyféltekéjük meghatározott területein dolgozzák fel az információkat. A tanulmány egyértelműen kimondja, hogy a nyelv megértéséhez — pontosabban a kimondott mondatok feldolgozásához — a gyerekek mindkét agyféltekéjüket használják. A megállapítás egyúttal arra vonatkozóan is válaszol, hogy a gyerekek esetében miért gyorsabb az idegsérülések gyógyulása. Az egyetem neurológus professzora, Elissa L. Newport állítása alapján az újszülöttek agyának mindkét oldala együttesen működik, ezáltal képes kompenzálni az idegsérüléseket. Például, ha a bal megsérül egy perinatális agyvérzés

következtében — amely közvetlenül a születés után következik be —, a gyermek a jobb agyfélteke segítségével akadály nélkül kódolja a nyelvet. Továbbá az egyik agyfélteke sérülése nem akadályozza a kognitív képességek fejlődését, hiszen ebben a jól működő oldal automatikusan működésbe lép.

A képesség ereje elvész

A csecsemőkortól egészen a fiatal gyermekkorig az agy különös erővel koncentrálna a nyelv kódolása érdekében, éppen emiatt lehetséges, hogy a gyermekek együttesen is használják a verbális kommunikáció megértése céljából a jobbot és a balt is. De később gyermekkorban ez a képesség gyengül, és a fiatal felnőtt kor elérésére a mondatfeldolgozást csak a bal képes ellátni. Ez magyarázza, hogy a bal agyféltekét érintő stroke-on átesett betegek nyelvkészségei jelentősen romlanak. Mindebből következik az újabb kérdés: a születéstől a bal agyfélteke dominál a nyelv értelmezése céljából, és csupán egy esetleges idegsérülés során kapcsolnak be ezen agyi funkciók a jobb agyféltekén? A válasz: születésnél prognosztizálható, hogy melyik oldalra

Andreas Vesalius ábrázolása az agyról, 1543



A két agyfélteke használatának változása az életkor előre haladtával: négy, nyolc, tizenegy és tizenkilenc éves kort követően (Elissa L. Newport ábrája, a *meindia.net* nyomán)

lokalizálódnak az egyes agyi funkciók, mint például a nyelv kódolása (bal), tízéves kortól pedig fokozatosan stabilizálódik, hogy a bal és jobb agyfélteke miért felel.

A kutatás tehát bebizonyította, hogy igenis lehetséges a két oldal együttes vagy éppen ellentétes működése, csupán az emberi élet első néhány évében. Azonban a XX. század óta fennálló tézisnek nem mond ellen, mely szerint az egyik agyfélteke mindig is dominánsabb lesz a másiknál. Akiknek tehát a bal agyfélteke az uralkodó az összetett agyi működés során, minden bizonnyal könnyebben sajátítanak el idegen nyelveket felnőttként is, gondolkodásuk inkább logikus, valamint jobban eligazodik a számok világában. Míg azok, akiknél a jobb agyfélteke dominál, inkább érzelmi alapon közelítik meg a tényleket, alkalmasak a globális szemlélet kialakítására, kreativitásuk erőteljesebb, illetve a részletek helyett a dolgok összességét veszik figyelembe. Azt a megállapítást sem cáfolja a kutatás, mely szerint a jobbkezeseknél inkább a bal agyfélteke a meghatározóbb, míg a balkezeseknél inkább a jobb. Mindenesetre csak a kamaszkor elérésével válik biztossá, hogy egy személy esetében melyik agyfélteke játszik nagyobb szerepet a komplex gondolkodásban, és ezáltal a személyiségben is.

VERMES NIKOLETT

A szerző a cikk megírása kapcsán köszönetet mond a Georgetown Egyetemi Orvosi Központ munkatársainak.



A zátony

INTERJÚ DARÓCZI CSABÁVAL

Képi látás, esztétikum, kompozíció

Az Év Természetfotósa ismét Daróczi Csaba lett 2023-ban, és ezzel a naturArt által kiírt pályázat három évtizedes történetében egyedülálló rekordot ért el: 1999 óta nyolcadszor nyerte el a címet. Lapunk hűséges olvasói egymás után harmadszor olvashatják a vele készült interjúkat.

— *Amikor a díjkiosztón Önt hirdették nyertesnek, mennyire volt meglepve? A nyilvános pályázati fordulók alapján tudhatta, hogy 12 képe került a 122 legjobb közé. Mitől függ a fődíj odaítélése? Automatikusan az lesz az Év Természetfotósa, akinek a legtöbb felvételét választja ki a zsűri?*

— A kiállításra kerülő képek számából, illetve az elnyert díjakból együtt számolják ki, az adott évben kit illet meg a fődíj, tehát nem a zsűri dönt erről, hanem a matematika. Az lesz az Év Természetfotósa, aki az elnyerhető díjakból a legtöbbet kapja meg, illetve akinek a legtöbb képe látható a kiállításon.

— *Az utóbbi három év eredményei alapján úgy látszik, ha Ön elindul az ÉTF-pályázaton, akkor borítékolni lehet, hogy meg is nyeri azt. Nem gondolt arra, hogy egy-két évre felfüggeszti az ÉTF-en a pályázást, és inkább a zsűri munkájában vesz részt?*

Az a bizonyos boríték azért kicsit üres lett volna: 1999-től 2012-ig egyszer sem én nyertem az ÉTF-pályázatot. A 2023. évi verseny rendkívül szoros volt, a díjátadó legvégéig azt hittem, nem én leszek a nyertes. Egy hajszálon múlt, hogy nem más kapta a fődíjat. Csak a falra került képek száma miatt lettem én az első, úgyhogy a „biztos befutó” tételt cáfolom.

A kérdésre válaszolva: jövőre is indulok az ÉTF-en. Nem a díjak motiválnak, hanem a megmérettetés, a játék. Ha a fődíj érdekelne, akkor két évente, még nagyobb eséllyel indulnék, összegyűjtve az időközben készült legjobb képeimet. Engem valójában a játék öröme, a verseny izgalma vonz. Mindemellett, ha valaki minden évben indul egy pályázaton, ezzel azt is vállalja, hogy legyőzhetik. Én megadom a lehetőséget arra, hogy nyerjen a nálam jobb fotós. Véleményem

szerint ez az igazi versenyhelyzet és a valódi kihívás a többi fotós számára, nem pedig az, hogy el sem indulok a pályázaton, és ezzel „átadom” a pole-pozíciót a többieknek. Aki viszont nálam jobb eredményt ér majd el, valódi győztes lesz.

— *2023 nemcsak az ÉTF-en, hanem más pályázatokon is nagy sikereket hozott az Ön számára. Mely eredményeit emelné ki?*

— A legemlékezetesebb két hazai és három külföldi elismerés volt. A Magyarország 365 pályázatra negyvennégyezer képet küldtek be, a zsűri a Természet kategóriában Az erdő állatai sorozatomat tartotta a legjobbnak. A nemrég indult Birdo-pályázaton engem választottak az Év Madárfotósának. Pályafutásom egyik csúcának tartom, hogy finalista lehettem a világ legrangosabbnak tartott fotópályázatán. A Londoni Természettudományi Múzeum által szervezett WPOTY-ra ötvenezer képet neveztek, közülük került ki a száz finalista fotó. Londonban a *Hullámszünet* című képemet állították ki, amelyet tavaly a Természet Világa is leközölt. Felejthetetlen élmény volt számomra részt venni a díjátadó ünnepségen. Ősszel a németországi GDT Gesellschaft für Naturfotografie fesztiválon hirdették ki a fotópályázat eredményét. Itt a madarak kategória első helyezettje lett Az erdő madara című

képem, amely az ÉTF-en is kategórianyertes lett. Az olasz Asferico-pályázatnak pedig az abszolút győztese lettem, elsőként a magyar természetfotósok közül, és ez óriási megtiszteltetés. A zsűri a 2022-es ÉTF-en az Év Természetfotója címet elnyert A halak csillagképe fotómat tartotta a legjobbnak, de néhány további felvételemet is díjazta. Sok más nemzetközi pályázati eredményt is említhetnék, de összességében valóban jól sikerült a tavalyi év.

— *Térjünk át a 2023. évi ÉTF-en szereplő tizenkét képre. Van köztük abszolút kedvenc? Ha igen, melyik fotó lenne az?*

— Az erdő madara mindent visz — ahogy szokták mondani. Miután megtaláltam ezt a kompozíciót, tudtam, hogy önmagában hiába szép, egy madárral lesz az igazi. Annak a madárnak viszont pontosan ott kell átrepülnie, ahol az ég látszik a faágak között. Sokat dolgoztam vele, de úgy látszik, megérte.

— *A képek leírásában közli a helyszíneket. A kiállításon egyetlen olyan felvétel szerepelt, amelyet nem a Kiskunságban készített.*

— Igen, egy kép a Balaton déli partjánál készült, ahol a szokatlanul alacsony vízállás miatt egy zátony alakult ki. Fotós barátaim szóltak, hogy a homokpadon sok partimadár gyülekezik, érdemes megnéznem azokat. Végül mégsem a madarakat fotóztam, mert egészen rabul ejtett a szokatlanul érdekes tájkép.

Szakítópróba



— *Különlegesen érdekes, nehezen megfejthető látványban van része annak, aki megnézi a Szakítópróba című képet.*

— A szikes pusztá kínálta, felfoghatatlanul sok és különleges látvány közül ez az egyik. A képen „mindössze” egy kiszáradt pocsolya látható. Amíg volt benne víz, ellepték a fonalas zöldmoszatok, amikor pedig a víz elpárolgott, ilyen érdekes formációk alakultak ki.

— *Egy laikus számára a Mesél az erdő a szinte hihetetlen kategóriába tartozik. Hogyan lehet egy ilyen képet megtervezni és megalkotni?*

— A kiállított képek közül talán ebben volt a legtöbb kihívás. A kiskőrösi Szücsi erdőben korábban már több képet készítettem ugyanezen a helyszínen. Új témaként a csillagos égboltot akartam itt lefényképezni. Time-lapse módban beállítottam a GoPro kamerát, amely egész éjszaka készítette a felvételeket. Otthon figyeltem fel arra, hogy néhány felvételen látszik egy egér, de a 30 másodperces felvételeken csak elmosódottan. Rögtön elhatároztam, hogy az egeret lefotózom, ehhez azonban más beállítások, további eszközök is kellettek. A GoPro kamera nem tudja kioldani a vakut, és azt is meg kellett oldanom, hogy az éjszakai sötétben némi fény vetődjön az egérre. Kivitettem egy mozgásérzékelőt és egy fényképezőgépet vakuval, és összehangoltam a működésüket. A mozgásérzékelőt ott helyeztem el, ahol úgy láttam, az egér jó pozícióban lesz, a vakut pedig úgy állítottam be, hogy a fénye kiemelje az állat sziluettjét.

— *Az erdő madara annyiban hasonlít az előző fotóra, hogy ez a felvétel is egy fatörzs belsejében készült. A páratlanul szép kompozícióban a cinege milliméterre pontosan, a legkékebb helyen repül át. Nem véletlenül lett ez a kép kategóriagyőztes és a Magyar Fotóművészek Szövetségének különdíjasa — és nem utolsósorban a német GDT-pályázat egyik nyertese. Kérem, avasson be bennünket a kulisszatitkokba: hányszor volt kint a helyszínen ennek a képnek a kedvéért?*

— Ez a fotó szintén a Szücsi erdőben készült, amely főleg égerfákból álló láperdő. Amikor behelyeztem az egyik fatörzs öblösödésébe a kamerámat, rögtön láttam, milyen szép a kompozíció. A látványt azonban túl egyszerűnek találtam, ezért télen vittem a madaraknak eleséget, hogy odaszokjanak. Legalább tízszer voltam kint, és minden egyes alkalommal ezer-ezerkétszáz kép készült. Addig azonban nem nyugodtam, amíg nem sikerült az átrepülő cinegét az elképzelt legjobb pozícióban elkapnom.

— *Beszéljünk kicsit bővebben arról, hogyan lehet okostelefonnal olyan fotókat készíteni, amelyek a pályázatokon is megállják a helyüket. A kérdés annál inkább indokolt,*

mert az ÉTF Mobillal a természetben kategóriájában négy felvételt válogatták be a legjobbak közé. Ebben a kategóriában is szükségesek a nyers, úgynevezett RAW-fájlok?

— Az ÉFT-en ez az egyetlen kategória, ahol nem kötelező nyers RAW-fájlokat benyújtani, bármilyen formátumot be lehet adni. Én két okból készítek mobillal is nyers fájlokat, egyrészt, mert a RAW-állomány sokkal több utómunkát bír el, másrészt, mert én csak RAW-ban fotózok.

— *A mobiltelefonnal készült felvételekhez is meg kell adni a technikai paramétereiket. Az Ön képeinek leírásában konkrét paraméterekkel ez olvasható: pro back triple camera. Kérem, ossza meg erről a technikáról a legfontosabb tudnivalókat.*

— Az én mobilomon három objektív van, és mivel ezekkel zoomolva nem lehet RAW-állományt készíteni, először kiválasztom azt a gyújtótávolságot, amelyikkel éppen fotózni akarok. Ebbe a mobilba 13, 26, 52 mm gyújtótávolságú objektívek vannak beépítve. Léteznek kiegészítő eszközök: többféle előtétlencse a makrótól a halszemobjektívig, különféle szűrők, mint a polár és a szürke szűrők, víz alatti tokok és távirányítók.

Mesél az erdő





Az erdő madara

Hosszú záridőhöz használhatunk például ezerszeres szürke szűrőt – nagyon fejlett már ez a piac. De itt is igaz, hogy a technika nem mindenható, az eszközök csak a lehetőségeink számát növelik meg.

— *Földrajz- és testnevelő tanárként dolgozik a soltvadker-
ti Kossuth Lajos Evangélikus Általános Iskola és Alapfokú
Művészeti Iskolában, amelynek pedagógiai programjában
szerepel a Fotó és film tanszak. Úgy tudom, a fotótanítás-
sal kibővült az Ön tanári portfóliója. Hányadikos diákokat
tanít fotózni és videózni?*

— Iskolánkban két éve indult ez a tanszak az 5-8. osztá-
lyosok számára. Most éppen húsz tanítványom van. Az
első két tanévben fotózunk, később videókat is fogunk
készíteni.

— *Mi a legfontosabb, amit meg szeretne tanítani a gyere-
keknek?*

— A képi látás, az esztétikum és a kompozíció – ez az
alap, erre lehet később építkezni. Fotótechnikát gy-
akorlatilag nem tanítok. Nincs fényképezőgép, és nem

is engedem, hogy azzal bíbelődjenek. Akit érdekel,
majd megtanulja később, hogyan kell fényt mérni,
ISO-értéket beállítani. A fotózáshoz csak mobilt hasz-
nálhatnak, a képfeldolgozáshoz pedig ott van az iskola
számítógépterme, ahol megtanulják a fotószerkesztő
szoftverek használatát.

— *A tanulókat mennyire érdekli a természetfotózás? A
műhelygyakorlat során kiviszi őket a terepre?*

— Szinte egyáltalán nem érdekli őket a természetfo-
tózás. Néha azért kimegyünk a vadkerti tóhoz, ahol
növényeket, állatokat, érdekes formákat fotózhat-
nak. Szívesen készítenek viszont egymásról portré-
kat, sokat játszunk a megvilágítással, a formákkal
— ezeket nagyon szeretik. Az első sikerekről is be-
számolhatok: a vármegyei önkormányzat és a Neu-
mann János Egyetem által kiírt „Mit jelent nekem
ma Petőfi?” fotópályázaton az egyik tanítványom a
második és a harmadik, egy másik diákom pedig az
első díjat nyerte el.

TÓSZEGI ZSUZSANNA



BIOSZEMIOTIKA ALULNÉZETBEN

Kiút a bábeli zűrzavarból

Amikor bemutattam *Tudományos Kaleidoszkóp* című ismeretterjesztő könyvemet a Filozófusok Vitakörében, egyik résztvevő a bioszemiotika iránt érdeklődött. Bevallom, nem tudtam, mi az, de kiderült, hogy könyvem egyik fejezete pontosan erről szól. Úgy éreztem magam, mint Moliere Úrhatnám Polgára, amikor értesül róla, hogy prózában beszél. A bioszemiotika ugyanis magyarul biojeltan, és a filozófiából eredő altudomány. Az ökológia pedig biológiai altudomány, és köszönőviszonyban sincsenek egymással.

„Brekegés, világítótorony, tapizás, zamat, harangszó, fintor, internet, illat, gyeplő. Mi a közös e szavak jelentésében? Mindegyikük információk, jelek kibocsátása, átalakítása, továbbítása vagy befogadása szolgálatában áll. Az információcsere és kommunikáció hozzájárul mindenféle rendszer, hálózat összehangolt működéséhez, szabályozásához.” A *Természet Világában* ezekkel a mondatokkal kezdődött írásom, amelyet kémiai ökológiáinak tekintettem. Ugyanis az ökológia tárgya az élőlények kölcsönhatása egymással és környezetükkel. Igaz, a felsoroltak nagy része fizikai és mechanikai jel, tehát fizikai ökológiának is lehetne tekinteni.

Írásomban kifejtettem, hogyan rögzülnek a környezet vegyületei molekuláris hírvivőkké. A korai evolúció során a hírvivő vegyületek számára makromolekuláris jelfogók, receptorok fejlődtek ki a sejt falában. Valószínűleg akkortájt jöttek létre a *mechanoreceptorok* is, a fizikai nyomásra, érintésre válaszoló receptorok: egy amőba és a csukott szemű ember egyaránt reflexszerűen megtorpan és kitér, amikor ismeretlen akadályba ütközik. A kemoszignál a sejtek távolsága és a hatás szerint lehet neurotranszmitter (szomszédos idegsejten), hormon (távoli sejtben) vagy feromon (másik élőlényre). Az evolúció során, a különböző

fajok allokemikáliák révén egyre bonyolultabban kommunikálnak egymással. Jeleik lehetnek kölcsönösen előnyösek, hátrányosak vagy trükkösek: lehallgató, utánozó vagy álcázó jellegűek. Az emberek között pedig verbális, nemverbális és írásos kommunikációt különböztetünk meg. A kabócák éles ciripelése, a májusi békaszerenád, a fajdkakas dürrögése, a szarvasbögés, az elrettentő és hivalkodó magamutogatás, az éjjeli szerenád és a szerelmes vers mind-mind egyértelműen fejezi ki a hímek vágyát a női nem iránt. Amikor még nem ment ki a divatból a jó modor, a hölgyek legyezővel, testbeszéddel és tekintettel, többnyire egyértelműen jelezték fogadókészségüket. De mivel a nő biológiai szerepe más, viselkedése néha kétértelmű, félrevezető vagy kétségbeejtő. Visszautasító viselkedése pedig erőszakot idézhet elő a hímekben.

Állati és humán holisztika

Egyre nagyobb teret kap korunkban a holisztikus gyógyászat, amely a test, a lélek, az ember és a környezet közötti harmónia megteremtését jelenti; kapcsolat az orvostudomány és a természetgyógyászat között. Az állatvilág tapasztalati úton szintén holisztikus gyógyászatot fejlesztett ki. A fájó seb nyalogatása a sebet tisztítja, a nyálban levő fehérvérsejtek pedig a kórokozókkal veszik fel a harcot. Az állatok ösztönösen fogyasztanak bizonyos növényeket, gumókat, leveleket, amelyek megszabadítják őket a bélférgektől. A mezei nyulak a parazitáik elleni védekezéshez gazdag hatóanyag tartalmú vadnövényeket rágcálnak: kamillát, kakukkfűvet és lándzsás utifűvet. Az *ara* papagájok agyagot csipegetnek, hogy semlegesítsék azokat az alkaloidákat, növényi mérgeket, amelyek táplálkozással a szervezetükbe jutnak. Kicsinyeiket is megtanítják erre. Társaik megnyugtató viselkedése helyettesíti a beteg számára a nyugtató és altató gyógyszereket. Ágynyugalom helyett pedig a beteg állat elrejtőzik a külvilág veszélyei elől. A kolóniában élő, békés denevérek, ha betegnek érzik magukat, ösztönös távolságtartással félrehúzódnak társaiktól. Sok csoportosan élő ragadozó viszont elmarja, kirekeszti a betegeket. A zoofarmakognózia az állat természetes ösztönéből fakadó öngyógyító képességének felhasználása a holisztikus állatorvosi terápiában.

Fájó hiányossága a fenti felsorolásnak, hogy kihagytam a fájdalmat mint *nociceptív* jelet. A humán holisztika szemlélete elsősorban megelőző. Figyelni kell a szervezetünk jelzéseire és megfelelően értelmezni. Mikor műtött térdkalácsom fájdalmával ortopéd orvoshoz fordultam, azt tanácsolta, hogy ne törődjek a fájdalommal és szobabiciklizzek tovább. Igaza lett,

mert egy hét fájdalmas tekerés óta a fájdalommentes időtartam hosszabb lett. Persze nem csak ilyen részletesen megfordítható rendszerhibára – porckopásra – utaló jelek vannak, ezért a modern orvostudományt és a gyógyszereket nem lehet mellőzni.

A bioelektromos gyógyászat elektromosan stimuláló implantátumokat (pl. retina, belső fül, bolygóideg) használ. A vizuális jeleket és mechanocépciót rendszeresen felhasználjuk a piacon. Ha a zöltség és gyümölcs elszíneződött és lötytyedt, azt jelzi, hogy hamarosan megromlik. Egy fejlesztés alatt álló kapszula bioelektromos stimulációval rezgeti a gyomrot. Aktiválja a mechanocceptorokat és teltség érzetet kelt. Passzív fogyasztószert lehet belőle. Egy sakkzseni a mechanocépciót kombinálta a morzéval nemverbális kommunikációvá. A szexuális segédeszköz análgöngybe jeladót építettek be. A szárnysegéd számítógépes programmal írt elektromos morzejeleket küldött a sakkozónak, aki a végbéli rezgéseket dekódolva legyőzte a sakkvilágbajnokot. Egy kínai sakkbajnok továbbfejlesztette ezt a módszert és farpofái ritmikus összeszorításával, mechanocépcióval kérdezett is a számítógéptől. De lebukott, mert a kétirányban kommunikáló segédeszközöket diadalittasan szállodai fürdőkádjába ürítette. A tudomány sokoldalú alkalmazása minden képzeletet felül fog múlni!

Mérő László pszichológus szerint egy szubjektív érzékszervet kell kifejleszteni magunkban a világ titokzatos egységének megtapasztalásához, a megvilágosodáshoz. Ez az érzékszerv szerinte csakis az ember teljes egésze lehet. *Antonio Damásio* neurológus felfedezte a szomatikus markereket (testi jelzőket), zsigeri érzeteket, amelyek elképzelt események, cselekvések előre jelezhető kimeneteleit jelzik számunkra múltbeli tapasztalatok alapján. Testünk ezekre épülő bölcsessége előre jelzi döntéseink várható kimenetelét, segít leszűkíteni a vizsgálandó lehetőségek körét és így befolyásolja *választásainkat*. Ezért is lehetséges, hogy a természetes intelligencia felülmúlhatja a túlbonyolító iskolai műveltséget („lenni vagy nem lenni?”). A szomatikus markereket másoktól nyert tapasztalat révén sajátítjuk el. Nélkülük a racionális viselkedés szinte lehetetlen.

Bábéli jelbeszéd

A tudományos kommunikáció sorra gyártja a görög és latin nyelvből származó szakkifejezéseket. Így aztán a tudományon belüli eszmecseréket az avatatlan még kevésbé értheti. Ezt nevezik tolvajnyelvnek. Nézzünk egy példát. A fizikus számára a kinetika a mechanikának az a része, amelyik az erők és a hatásukra létrejövő

mozgások kapcsolatát vizsgálja. Ha molekulákról van szó, a kémikus reakciókinetikáról beszél. A gyógyszerész farmakokinetikának tekinti a gyógyszerek átalakulását az élő szervezetben. Amikor a biológus evolúcióról beszél, a fajok fejlődéstörténetét érti rajta. Élettan helyett mondhatna életkinetikát is. Az immunológus pedig az immunsejtek megjelenését a tumorban immunokinetikának hívhatná. A történelem társadalomkinetika is lehetne. A földtörténet és a személyiségfejlődés is kinetika. Ezek valójában mind folyamatok. A népnevek más-más nyelven és történelmi forrásban ugyanazt jelentik. Minden tudományág megteremti a saját szókészletét belső kommunikációja számára, ami a köznyelvvél, és más tudományágakkal sincs beszélő viszonyban. Pedig egységes természettörvények irányítják a természetet, ami nem ismer tudományágakat. Ezek mesterségesen keletkeztek a társadalom evolúciójának, az anyag és a társadalom szerkezeti hierarchiájának megismerése során.

A bioszemiotikát a német biológus, *Jakob von Uexküll* (1864–1944) alapította meg, a zooszemiotikát pedig a hazánkból elszármazott nyelvész, Sebők Tamás

(*Thomas A. Sebeok*, 1920–2001). A filozófia szemiotikai szótárában környezet helyett *Umwelt* van, valamint szemiotikus biológia, zooszemiotika, endoszemiotika, szemioszféra és szemiotikai fészkek (ami jelfészket, receptort jelent).

Ha nem törekszik minden nemzet saját anyanyelvére lefordítani a tudományos nyelv nemzetközi szakszavait, úgy jár az emberiség, mint Babilon népe: „*A népek összefogtak, megpróbáltak Isten helyére lépni, az Úr pedig megítélte őket ezért a törekvésükért... Azért nevezték azt Bábelnek, mert ott zavarta össze az Úr az egész Föld nyelvét, és onnan szélesztette szét őket az egész Föld színére*” (1Móz 11:9). Az eszperantóval próbálták a közös nyelvet visszaállítani, de hiába, mert a társadalmi evolúció visszafordíthatatlan.

Állatok és emberek kommunikációja

Gyermekkorunk kedves meséjében az állatbarát *Dolittle* doktort papagája megtanítja az állatok nyelveire. Mikor az állatok így már el tudják mondani neki a fájdalmaikat, a doktor áttér az állatok gyógyítására. A dzsungel könyvében *Maugli* farkasokkal nő fel és





beszéli az állatok nyelvét. *Gerald Durrell* munkássága viszont valóban sokat tett az állatok megszerettetéséért. És *Tippi*, egy francia kislány is valóban állatokkal töltötte élete első tíz évét Észak-Afrikában és jól megértette magát velük. Az empátikus és természetesen intelligens *Assisi Szent Ferenc* is így volt a madarakkal és a gubbiói farkassal, ezért tették október 4-ét az Állatok Világnapjává. *Sapphy*, a *pomsky* kutyafajta színes gombokkal kommunikál gazdái-val. Tudósok bálnanyelven hajójukhoz hívtak egy kíváncsi hosszúsárnyú bálnát és húsz percen át társalogtak vele. A kutatásvezető reméli, hogy ez az eredmény elő fogja segíteni a kapcsolat felvételét földönkívüli civilizációkkal (*SETI*). (Csak egy földönkívüli civilizáció nehogy félreértse a hívó jelt és idejőjjön az emberiség meghódítására.)

Az önháziasítás elmélete szerint emberek, bonobók és elefántok evolúciója során proszocializáció segíti társas kapcsolataik kifejlődését. Az ember tudatosan is közeledik az állatvilághoz. Fokozódik az empátia és a kihaltfélében lévő fajok megőrzése. Az empátia és a kommunikáció bálnával, delfinnel, kutyával és papagájjal ígéretes kezdete lehet egy interdiszciplináris tudományág születésének, amely az állatorvostudományt a bioszemiotikával ötvözi.

Az élővilág egyértelműen kommunikál saját fáján belül. Egyszerű, félreérthetetlen, fizikai (vizuális, akusztikus) és kémiai jelekkel, mert ha bábeli zűrzavarban

csinálná, a faj kihalt volna. A fejlettebb fajok a hangjukat is használják érzelmeik kifejezéséhez. Az állatok nem eshetnek tudatos, másodlagos gondolkodási folyamatok csapdájába. Az emberi elme fejlődése viszont megnövelte a kommunikáció komplexitását és a jelek félreérthetőségét. Ma már a demagógia mellett mesterséges trollprofilok tudatos félretájékoztatása is nehezíti a politikai tájékozódást. A félreértett kommunikáció fajunkon belüli összetűzésekhez vezet. Veszélyeztetett faj lettünk. Ha majd megfontoltan és toleránsan - ha nem is egyértelműen — kommunikálunk egymással és más fajokkal, akkor megnő az esélye a Föld, a fajok és az emberiség jövőjének.

MAKSAY GÁBOR

IRODALOM

- Lofting, H. (2012): Doktor *Dolittle* és az állatok. Alexandra Kiadó.
- Maksay G. (2013): Kémiai kommunikáció az élővilágban. Kémiai ökológia. *Természet Világa*, 143: 168-170.
- Maksay G. (2023): Tudományos Kaleidoszkóp. H'Larmattan Kiadó.
- Mérő L. (2023): Mindenki Másképp Egyforma, Tericum Kiadó.
- Raviv L. (2023): Elephants as an animal model for self-domestication. *PNAS* 120 (15) e2208607120.
- Srinivasan S. S. et al. (2023): A vibrating ingestible bioelectronic stimulator modulates gastric stretch receptors for illusory satiety. *Science Advances* 9, ead33003.



RITKULÓ FEHÉR TÁJAK

Hókeresés égen-földön

Bolygónk egyes részei olyannyira felmelegednek, hogy a jövőbeni hóképződés esélye rendkívül gyorsan csökken. Ez messzemenő következményekkel jár, kezdve a vízhiánytól egészen a bezárt síközpontokig. Egy új tanulmány megerősíti, hogy az ember okozta éghajlatváltozás a teljes északi féltekén hatást gyakorol a hóviszonyokra, beleértve a hótakaró egyértelmű csökkenését legalább 31 különálló vízgyűjtőterületen.

Mi több, a kutatók megállapították, hogy amikor egy régió az egész tél folyamán mínusz 8 Celsius-fokos átlaghőmérsékletre melegszik, úgy tűnik, hogy egy olyan fordulóponthoz ér, amikor a hó gyorsan olvadni kezd. A hótakaró, azaz a talajt fedő hó össz tömegének csökkenése rendkívüli következményekkel jár azokra a helyekre nézve, amelyek a vízforrásként szolgáló tavaszi hóolvadáستól függenek.

Rövid távon az éghajlatváltozás miatt vastagabb hórétegek jöhetnek létre a megnövekedett csapadékmennyiségnek köszönhetően, ám a melegebb hőmérséklet okán ez a hó valószínűleg gyorsabban elolvad, mint eddig, és nem biztos, hogy nagyobb takaróként megmarad.

A kutatók több mint 160 vízgyűjtőterület adatait tanulmányozták, azt vizsgálva, mennyi hó maradt tavaszra minden évben 1981 és 2020 között. E területek

mintegy 20 százalékán egyértelmű hómennyiség-csökkenést találtak, mely az ember okozta éghajlatváltozásnak tulajdonítható. Az Egyesült Államok északkeleti és délnyugati, valamint Európa nagy része a leggyorsabban csökkenő hótakarójú régiók közé tartozik.

E változások nem egyenletesen zajlanak az egész világon. Még a hőmérséklet emelkedése következtében is előfordulhat, hogy a kezdetben hidegebb régiókban a téli hőmérséklet nem lépi túl annyira a víz fagyáspontját, hogy a hóréteg nagymértékben csökkenjen. Ám miután egy terület eléri a mínusz 8 Celsius-fokos téli átlagot, a veszteségek exponenciálisan felgyorsulnak.

Az Egyesült Államok nyugati részén a hótakaró évszázadok óta fagyott víztározóként működik, amely télen vizet tart magában, és tavasszal-nyáron, amikor a legnagyobb a kereslet, felszabadítja azt. Ha télen nem halmozódik fel hó, a nyári szárazság súlyosbodhat.



Kilátás a Nemzeti Óceán- és Légkörkutató Hivatal egyik repülőgépe ablakából (Forrás: University of Michigan)

Északkeleten a hó kevésbé a vízellátás szempontjából fontos, ám a téli pihenés, a turizmus és a kultúra jelentős alapja.

A kutatók egybevetették a meglévő hótakaró-, hőmérséklet- és csapadékadatokat, hogy rekonstruálják a hótakaró mintázatát az elmúlt 40 év során. Míg egyes helyeken közvetlen mérések állnak rendelkezésre

Speciális, alacsonyan történő kutatórepülésekhez alkalmazott, két légszavars gép (Forrás: NOAA)



a hótakaróról, nagyobb területek lefedéséhez számított becslésekkel kénytelenek betölteni a hiányosságokat.

A kutatók egy feltételezett, éghajlatváltozás nélküli világ hótakaróját is modellezték ugyanerre az időszakra vetítve, hogy lássák, ha a globális felmelegedést kiveszik az egyenletből, akkor is jelentősen különböző eredményeket kapnak-e. Az általuk vizsgált vízgyűjtők közül 31-ben, vagyis az összes vízgyűjtő

Az éves hótakaró-felmérés szakemberei a kaliforniai Phillips állomáson végeztek méréseket (Forrás: California Department of Water Resources)





Alaszka hegyei között (Forrás: NOAA)



Minnesota erdei felett (Forrás: NOAA)

mintegy 20 százalékában így történt, mindez azt jelenti, hogy az éghajlatváltozás hatása e régiókban nyilvánvaló.

A megvizsgált vízgyűjtők nagyjából „túlmelegedtek” a kutatók által azonosított mínusz 8 Celsius-fokos fordulóponton, és mivel az emberiség általánosan az enyhébb éghajlatú helyeket részesíti előnyben, épp e régiókban élnek a legnagyobb populációk.

Egy a mostani tanulmánytól független kutató is megvizsgálta az éghajlatváltozás hatását a hótakaróra, mely arra irányult, hogy található-e hó a talajon, függetlenül annak rétegvastagságától. Utóbbival ellentétben ugyanis a hótakaró műholdakkal megbízhatóan mérhető. E korábbi eredmények szerint a globális éves hótakaró 2000 óta mintegy 5 százalékkal csökkent.

Míg a hótakaró tanulmányozása hasznos a vízellátásra gyakorolt lehetséges következmények feltárása szempontjából, egy másik problémára is rávilágít: a fehér hó visszaveri a napfényt a légkörbe, míg a sötétebb, fedetlen talaj elnyeli azt. Ha tehát a hótakaró olyan mértékben csökken, hogy a talajon egyáltalán nem lesz jelen, az még jobban hozzájárul a bolygó felmelegedéséhez.

SZOUCEK ÁDÁM

Nyitóképünk: Az amerikai Sierra Nevada hegység egyik víztározója (Forrás: NOAA)



ÖSSZÚNYOG BOROSTYÁNBÓL

Régen nem csak a lányok voltak vérszívók

Mármint a szúnyogoknál. Amint az köztudott, a modern szúnyogfajok körében kizárólag a nőstények táplálkoznak vérrel, a hímek nem is rendelkeznek az áldozat bőrét átszúrni, és a bőr alól vért kiszivattyúzni képes szájszervvel. Ez azonban nem mindig volt így – valószínűsíti a Kínai Tudományos Akadémia Nanjingi Geológiai és Paleontológiai Intézetének kutatói és a Libanoni Egyetem munkatársai által jegyzett tanulmány, amely a *Current Biology* folyóiratban jelent meg.

Ahogy minden *Jurassic Park*-rajongó jól tudja, időnként a sok millió éves szúnyogok rossz helyen voltak rossz időben, és így rájuk csöppent egy adag ragadós gyanta, például egy fenyőfáról. E nedvből a rovar képtelen volt kiszabadulni, és ha — a mai őslénykutatók szempontjából — még szerencsésebben alakultak az események, akkor a gyanta tökéletesen beburkolta, és hermetikusan elzárta a levegőtől a szúnyogot. Így az állat teste évmilliókra konzerválódott a lassanként borostyánná kövesedő gyantalabdacs belsejében.

E történet nem a szokásoknak megfelelően folytatódik, hiszen a paleontológusok nem keltették a szúnyog beleiben talált vérben őrzött DNS segítségével életre a

dinókat (sajnos). Viszont, ha a kutatók megfigyelései és következtetései helytállónak bizonyulnak, az újraírhatja a szúnyogok evolúciójával kapcsolatos eddigi elméleteket. Olyan ősi szúnyogra bukkantak ugyanis, amely hím volt, és a jelek szerint mégis vért szívott. Pontosabban rendelkezett olyan szájszervekkel, amelyeket a recens nőstény szúnyogok vérszívásra használnak.

„Én egymagam legalább 450 felszíni borostyánlelőhelyre bukkantam Libanonban, ami egy ilyen kis országhoz képest jelentős szám” — nyilatkozta a kutatást vezető Dany Azar. A libanoni borostyánkővek igen gyakran tartalmaznak különféle zárványokat, sokszor állatok és növények fosszíliáit, amelyek rendszerint 125 millió évesnek



Az egyik szúnyogot őrző borostyánminta
(Fotó: Azar et al., 2023, *Current Biology*)

bizonyulnak, vagyis a kora krétából származnak. Ez az időszak nemcsak a dinoszauruszok fénykora volt, de ekkor terjedtek el a virágos növények a szárazföldön. Éppen ezért a borostyánban talált zárványfossziliák vizsgálata nem is a dinoszauruszok kutatása miatt bír különleges tudományos jelentőséggel, hiszen sokkal többet megtudhatunk belőle a virágos növények és a pollinátor rovaraik közötti koevolúció kezdeteiről.

A most publikált kutatásban felhasznált fossziliákat tizenöt évvel ezelőtt tárták fel Azar és munkatársai, mivel azonban a borostyánba zárt rovarok akkoriban nem tartoztak a paleontológus által vizsgált rendszertani csoportokba, mindeddig nem vizsgálta meg őket behatóan. Nemrégiben azonban újra elővette az eddig nem tanulmányozott leleteit, és amikor lepolírozta a borostyánt, illetve vékony metszetet készített belőle, hogy a mikroszkóp alatt jobban látszódjon a bezárt rovar, egy furcsaságra lett figyelmes.

Kiderült, hogy másfél évtizeden keresztül az eddig ismert két legrégebbi szúnyogfosszília pihent a libanoni őslénykutató fiókjában. Ráadásul e szúnyogok szájszervei hosszúak és hegyesek voltak, amelyeket apró, fogsorszerű sörték borítottak. De az igazán nagy felfedezés csak ezután következett. Azar egyszerűen csak így fordult akkori témavezetőjéhez, *André Nel*hez, a párizsi Nemzeti Természettudományi Múzeum őslénykutatójához: „Figyelj, *André*, én tényleg nem ittam semmit, de ezeken valami nagyon bizarr dolgot látok: e szúnyogok hímek.”

A rovarok hasán olyan függelékeket fedeztek fel, amelyek arra szolgálnak, hogy a hímek párzás közben megtartsák a nőtényeket. A kutatók szerint e szervek kizárólag a hím szúnyogok sajátosságai, ez tehát egyértelműen bizonyítja, hogy hímek. Viszont vérszívásra alkalmas szájszervekkel rendelkeztek, miközben a mai hím szúnyogok alapvetően virágnektárral táplálkoznak. Egyébként kevésbé ismert, hogy az idő nagy részében a nőtények is nektáron élnek, csak akkor szívnak vért, amikor a szaporodási időszakban a peték szintéziséhez többlet fehérjére van szükségük.

A rovarászok mindeddig úgy gondolták, hogy a szúnyogok eredetileg kizárólag nektárral táplálkoztak, és a nőtények csak az evolúció későbbi időszakában tettek szert a vérszívás képességére (vagyis a hímek nem elvesztették e képességet, hanem sohasem rendelkeztek vele). A vérszívó hím szúnyogok felfedezése egyértelműen cáfolja ezt a teóriát. Azar szerint az új adatok fényében újra kell gondolni a szúnyogok evolúciójáról szóló elméleteket, hiszen már az a valószínűbb, hogy a vérszívás az ősből táplálékszerzési mód, amit a virágos növények elterjedésével később egészített ki a nektárszívogatás. A hímek, minthogy sokkal kisebb energiát fektetnek a szaporodásba, mint a petét képző nőtények, idővel teljesen elvesztették a vérszívás képességét, talán azért, mert a növényi alapú táplálkozás kiszámíthatóbb volt, és kevesebb kockázatot rejtett.

MOLNÁR CSABA

Nyitóképünk: Közeli felvétel a hím szúnyog vérszívásra szakosodott szájszervéről (Fotó: Azar et al., 2023, *Current Biology*)

„NÉGY TIZEDES LETT, MARADHAT?”

Adattárolási, kerekítési és tervezési hibák

A számolás már nagyon régóta az életünk szerves része. Elég, ha csak a mindennapokra gondolunk: bevásárlásnál, amikor a „mennyit veszünk, mennyiért veszünk” kérdéskör merül fel. Lakókörnyezetünk kialakítása közben is számtalan esetben kell felhasználnunk matematikai tudásunkat, például amikor festéket, tapétát, vagy éppen parkettát veszünk. Minden esetben valamilyen számítás, számolás előzi meg a vásárlásunkat. Amennyiben ezek a számítások jók voltak, akkor a végén nem áll elő az a helyzet, hogy szombat délután a 90 százalékból kifestett, kitapétázott, burkolt lakásunk befejezéséhez már csak egy vödör, egy tekercs, vagy egy csomag hiányzik, vagy éppen eggyel több van a felsoroltakból.

Ezek bosszantó dolgok, de össze sem hasonlíthatók azokkal az esetekkel, amelyekről írásom fog szólni. Hogyan alakította a matematika az életünket az őskortól napjainkig, hogyan okoztak problémákat a számítási pontatlanságok vagy éppen a mértékegységek különbözőségei?

A leletek alapján (barlangrajzok, ásatások) joggal feltételezhetjük, hogy már az őseimbek korában is felmerült a számolás szükségessége, sőt kezdetleges számoló eszközöket is használtak. Ezek közül az elsők minden bizonnyal az ujjaiuk lehettek. Később rovátkákat húztak a barlang falára, földre, majd a rajzokon keresztül „leltároztak”. Könnyen fellelhető tárgyakat használtak, amelyek akkoriban a környezetükben megtalálhatóak voltak, ilyenek például a kavicsok. Később kialakultak ezeknek a „mobil változatai”, a számoló táblák, amelyek továbbfejlesztett változatait még mindig megtalálhatjuk a különféle országok kultúráiban, például Japán, Kína, Görögország, inkák. Itt a számoló táblákon már megjelentek a helyi értékek is.

Miután kialakult a számolás és területileg eltérő módon gondolkodtak, ezért természetesen a mérendő mennyiségek meghatározásához használt mértékegységek is eltérőek lettek. Még ha hasonlóan is gondolkodtak, akkor is jelentős eltérések keletkezhetek például az arasz, hüvelyk, öl, láb esetén, de gondolhatunk akár a mérföldre is. Ezek sok esetben az

emberi testrészek méreteitől függtek (arasz, hüvelyk, öl). Más-más méretet kaptunk, ha különböző adottsággal rendelkező emberek mértek, (gondoljunk egy kosárlabdázó és egy átlagos női arasz hossza közötti eltérésre). Ezekre a problémákra a történelem során megoldást kellett találni, hogy egységesek, egymással átválthatók, megfeleltethetők legyenek a mértékegységek. Hosszú út vezetett a megoldásig és nem is sikerült minden problémát kiküszöbölni, még napjainkban is előfordul néhány félreértés, ami miatt bizonyos munkálatok nem a tervek szerint valósulnak meg.

Mínél összetettebb, bonyolultabb számításokat igénylő feladatokat szeretnénk végrehajtani, annál nagyobb szükségünk van a pontosságra és a nagy számok pontos tárolására. A pontosságnál már nem mindig volt elég az alap mértékegység használata, hanem gyakran ennek tört részére is szükség volt. A tizedes jegyeknél elég, ha csak a π -re gondolunk. A π az a szám, amelynek értéke kb. 3,14, ezzel kiszámíthatjuk többek között a kör kerületét és területét, a gömb felszínét és térfogatát.

Mezopotámiában egyszerűen csak egy közelítő értékkel dolgoztak, ami bizonyos esetekben nem adott pontos eredményt. Helyenként eltérő számokkal dolgoztak, mert más és más volt a közelítés pontossága. Kínában a Han-dinasztia idején egységesítették a mértékegységeket (Liu Ci nevéhez fűződik), viszont itt

sem a legnagyobb precizitás volt a lényeg, hanem egyedi módon törvénybe rögzítették a π értékét (3,1547).

Később a Hinduk 500 körül már 3,1416-tal számoltak, a perzsák viszont 16 tizedesjegyre jutottak. Shancks, angol matematikus a XVIII. század végén 30 évi munkával már 707 tizedes jegyre számította ki, de 1944-ben, amikor a szintén angol Fergusson foglalkozott a π értékének pontosításával kimutatta, hogy Shancks az 528. tizedes jegytől kezdve hibásan állapította meg ennek értékeit. Napjainkra több millió számjegyre jutottak a π értékének pontosítása során.



Eötvös Loránd

Ezzel a hosszú számmal tesztelik például a számítógépek megfelelő működését, hiba esetén ugyanis a hányados valamelyik számjegye nem stimmel.

Egy minden középiskolás diák által ismert táblázat, a négyjegyű függvénytáblázat (Tóthné, Sz. A., szerk. 2004), amelyben a fontosabb függvények találhatók, csak négy tizedes jegyre jeleníti meg az értékeket. Korábban léteztek 7-jegyű függvénytáblázatok is (Cziglán, K., 1968). Ez egy középiskolában éppen megfelelő, illetve a számítási feladatokat csak ennek megfelelő pontossággal követelik meg a diákoktól. Itt az esetleges eltérések a valóságtól nem jelentenek problémát.

Hardy, a neves matematikus azt írja könyvében: „Nem tudom, hogy mi az a legnagyobb pontosság, amire egy mérnöknek a munkája során egyáltalán szüksége lehet – ha nagyvonalúan tíz értékes jegyet mondunk, akkor 3,14159265 (a π értéke nyolc tizedes pontossággal) nem egyéb, mint a 314159265/100000000 arány, két kilenc jegyű szám hányadosa. Az 1 000 000 000-nál kisebb prímek száma 50 847 478, ennyi minden mérnöknek elég kell legyen, ami ezen túl van, anélkül vígan elboldogul.” (Hardy, G. H., 2001)

Napjainkban szinte mindennapos, hogy munkánkban vagy akár tanulmányaink során számológépet használunk. Itt a legtöbb esetben elegendő az átlagos számoló eszköz által megjeleníthető karakter mennyisége. De tudnunk kell, hogy amennyiben a tört szám tört része több karakterből állna (mint például: végtelen törtek), gépünk kerekíteni fog, aminek bizonyos esetekben komoly jelentősége lehet.

Magyar vonatkozása is van annak a ténynek, hogy mennyire fontos is lehet egy bizonyos mennyiség egészen pontos meghatározása. A XIX. század vége felé Eötvös Lóránd a gravitációs kísérletek irányába fordult kutatása során. Ezekben a kísérletekben sikerült egy olyan szerkezetet megalkotnia (Eötvös-féle torziós inga), amely a gravitációs gyorsulás értékét határozta meg – nagy pontossággal. A hétköznapi életben/iskolában az adatot egységesen 10 m/s^2 értékben határozták meg, pedig ennek nagysága a Föld más-más pontján eltérő lehet. Ezzel az ingával sikerült kilenc tizedes jegyre a pontosságot meghatározni. (Magyarországon ez az érték két tizedesre kerekítve $9,81 \text{ m/s}^2$ -re adódott). Ezeket az eredményeket tudta például Einstein felhasználni a relativitáselméleti kutatásánál, illetve itthon 1 méternél kisebb felbontással tudták meghatározni a nehézségi gyorsulás változását (Keszei Ernő, 2019).

Ebből az értékből következtetni lehet a földfelszín alatti területek sűrűségére, ezért nagy segítségére volt a nyersanyagkutatásokban dolgozóknak, hogy hol találhatók a felszín alatt ritkább (kőolaj, földgáz), vagy sűrűbb (kősz, fémérc) rétegek.

Előfordul, hogy rendelkezésünkre áll minden fizikai eszköz, hogy az általunk mérendő mennyiséget pontosan megjeleníthessük, de sajnos a tervezés folyamatában hibásan mérjük fel a majdani megjelenítendő érték nagyságát és így a végeredmény mégis hibás lesz. Erre példa az egyik autógyártó 2000-es évek elején kiadott járművének a kilométerórája, ami ugyan tartalmaz hat karaktert, amin a maximálisan kijelvezhető érték 999 999 is lehetne, de a tervezési hiba miatt 299 999-es értéknél megáll. Erre bizony a



Toyota Prius megállt kilométerórája

tervezőknek gondolni kellett volna, mert manapság a műszaki vizsga, eredetvizsga során szemet szúr az értékek változatlansága.

Persze a tervezési hibák, nem új keletűek. Az alábbi eset a XVII. században történt. Egy svéd hadihajó, a Vasa hajó egy katasztrófa kíséretében bukott el első útján 1628-ban. A háborúskodás közepette a svéd király egy hatalmas romboló erővel rendelkező tengeri hajó megtervezését és megépítését adta utasításba. Az elkészítése jó úton haladt, de sajnálatos módon az eredeti tervező a munka közben meghalt, és egy fiatal mester vette át a helyét. A svéd király, II. Gusztáv Adolf, a Svédország és Lengyelország között zajló küzdelem alatt parancsot adott a lényegében már elkészült hajó megváltoztatására. Tapasztalatlansága miatt, a befolyásolható szakember, nem mert ellentmondani a királynak, és olyan utasításoknak is eleget tett, amik később szerepet játszottak a tragédia bekövetkeztében. Parancsára második ágyú-fedélzetet alakítottak ki és más változtatásokat is végrehajtottak az eredeti méretekhez képest.

A módosítások miatt a hajó egyensúlya tragikus lett, mivel a második ágyúsor jelentősen megemelte a hajó súlypontját, így instabillá vált. Ugyan a stabilitási teszten, mikor 30 tengerész szaladt át a hajó egyik végéből a másikba, a hajó megdőlt, de erről a királynak nem mertek szólni.

A hajó tűzereje az egész lengyel flotta tűzerejével ért volna fel, ám amikor 1628. augusztus 10-én útnak indult, az első kilométer után, amikor is feltámadt a szél, a hajó megdőlt, az alsó ágyúrésekbe betört a víz, megtörtént a katasztrófa. A hiba miatt 30 tengerész vesztette életét. Szerencsére a többi ember, aki a hajón tartózkodott megmenekült (Drávucz, P., 2020). A legutóbbi idők kutatásai kiderítették, hogy ennek a hajónak létezett egy vele egy idős, vele majdnem megegyező testvére is, viszont itt jobban odafigyeltek az egyensúlyra, ezért szélesebbre és ezáltal stabilabbra sikerült. Tehát maga az elképzelés jó volt, hisz a szélesebb hajó 30 évig szolgálatban volt.

A hajózás fejlődésével egyre nagyobb távolságokat tettek meg a vitorlások, ez egy újabb problémát vetett fel. Meg kellett határozni a helyzetüket és tudni kellett egy egységes időt, amivel összehangolhatták a különböző flották a műveleteiket. Ehhez szükség volt valamilyen pontos idő és pozíció meghatározására alkalmas eszközre.

Vasa hajómakett



Nagyon sokan próbáltak rájönni, milyen módszerekkel lehetne pontosan meghatározni helyzetüket, de a tengeri környezet nagyon megnehezítette az ehhez szükséges eszköz elkészítését. Végül az angol John Harrison volt az, aki megoldotta a hely, pontosabban a hosszúsági fok meghatározásának problémáját. Egy, az angol kormány 1714-ben kiírt pályázatára jelentkezett 1730-ban, ahol vállalta, hogy készít egy olyan eszközt, amellyel lehetséges a földrajzi hosszúság meghatározása.

Az első működő eszköz 1735-re készült el, de az igazán használható, pontos műszerre 1761-ig kellett várni, ez volt a H4. Ez egy olyan bonyolult, zsebórára hasonlító műszer volt, amelynek a belső mechanikus szerkezete úgy lett kialakítva, hogy azt sem az óceán hullámozása, sem a fellépő hőmérsékletváltozás nem befolyásolta. A későbbiekben hatalmas szerepe volt az angolok tengeri sikereiben.

A XX. század legvége felé megjelentek azok a modernbb számítógépek, amelyek nem közvetlenül a felhasználók számára készültek, hanem bonyolult berendezések vezérlését, irányítását végezték. A fejlődés, az újabb technológia, újabb számolással kapcsolatos problémákat hozott felszínre, mert az eszközök gyorsultak, egyre pontosabb számításokat követeltek, amelyekhez egyre nagyobb számok pontos tárolására lett szükség. Sajnos ezek sem mindig derültek ki a tesztelés fázisában, későbbi észrevételük néha súlyos következményekkel járt. Erre példa az 1996-os Ariane-5 rakéta esete.

1996. június 4-én az Európai Űrügynökség Ariane-5 típusú rakétája az első repülése során, amikor is meglehetősen drága tudományos műholdat juttatott volna pályára, megsemmisült mindössze 39 másodperccel az indítás után. A kudarc látványos volt, óriási tűz és füst kíséretében veszett oda mind a rakéta, mind a szállítmánya. A rakéta kifejlesztése alatt, ami körülbelül egy évtizedet ölelt fel, 7 milliárd dollárt költöttek el. A felszállás pillanatában a rakétának és a rakományának az értéke megközelítette az 500 millió dollárt.

Gondolhatnánk, hogy a hibát egy szokásos anyaghiba, szerelési hiba, vagy esetleg szándékos károkozás okozhatta, de nem. A hiba sokkal egyszerűbb, sokkal elkerülhetőbb volt. A rakéta irányításához, kontrollálásához szükség van egy bizonyos BH értékre, amelyet a rakéta rendszere 64 biten tárol. Ebben az esetben, ennél a rakétánál ezt az értéket egy 16 bites egész számmá alakították. Ez a rakéta emelkedése során egy ideig tökéletesen működött is, viszont egy bizonyos sebesség elérésekor ez az érték meghaladta a 16 biten tárolható maximális méretet.

A 64 biten több mint 2^{64} , azaz 18 trillió értéket lehet megjeleníteni, szemben a 16 biten tárolható 2^{16} , vagyis 65 536-al. Ezeket az értékeket mindkét esetben kettővel osztani kell, mert pozitív és negatív értéket is jelezhet, de így is látszik a két tárolási mód nagyságrendje közti különbség. A vezérlő processzor ezt érzékelte, ezért ezt

Vitorlás a tengeren





Az Ariane-5 hordozórakéta megsemmisülése

a változót (BH) egy diagnosztikai értékkel töltötte be. A biztonsági rendszer ugyanezen hiba ok miatt szintén rosszul működött, és mivel a diagnosztikai értéket repülési adatnak értelmezte, hibás utasítást adott a hajtóműveknek, amely a végzetes eseményt okozta, elpusztítva ezzel a rakományt, és a rakétát is. Hogyan lett volna elkerülhető ez a sajnálatos és drága baleset?

Valószínűleg, ha nem az előd típus (Ariane-4) szoftverét használták volna, hanem egy újat írnak, vagy többet tesztelnek, akkor talán fény derült volna a két rakéta különbségére (eltérő sebesség), és elkerülhető lett volna a baleset. Sajnos nem így történt, és drága tanulópénzt fizetett a fejlesztő cég.

Ha azt gondolnánk, hogy egyedi esetről van szó, akkor tévedünk, mert állítólag hasonló problémával szembesülnek a polgári repülésben érintett személyszállító repülőgépek is (Boeing), ahol a motorvezérlőben lévő számláló is ugyanilyen hibától szenved. Ezt bennfentesek szerint úgy védik ki, hogy a kritikus érték elérése előtt (248 nap) újra indítják a számítógépet. Itt már azért 32 bites tárolást alkalmaznak, de nem mondhatjuk, hogy a tökéletes tervezés és kivitelezés megvalósult volna. Van még javítani való a hasonló járművek, eszközök tervezési folyamatán (Alvarez, 2015).

Nagyon hasonló hibába futott bele a világ leghíresebb videó megosztó oldala, a YouTube is. A *Gangnam Style*, minden idők legnépszerűbb videója a csatornán hibára kényszerítette a weboldal nézettségét számláló algoritmust. A számlálót úgy programozták, hogy csak 2 147 483 647-ig számoljon (ez ismét egy 32 bites előjeles regiszter maximális pozitív értékének felel meg). A szolgáltató gyorsan lépett, és a módosítás hatására az új maximum jóval több mint kilenc kvintillió (10^{30}).

Mint az előző esetekben is láthatuk, hogy bizony komoly problémát okozhat, ha egy 64 biten tárolt értéket 16 bites egész számra akarunk alakítani (redukálni) vagy, nem megfelelő számú biten tároljuk a keletkező adatokat. Míg a Gangnam Style esetén ez maximum az előadónak okozott néhány megtekintés naplózásának elvesztését, addig az Ariane-5 esetben óriási anyagi kár keletkezett a rakéta és a rakomány elvesztése miatt. Adódtak viszont olyan balesetek is, amelyek ennél nagyobb áldozatokat követeltek, ilyen például a nevezetes 1991-es szaúd-arábiai eset is.

1991. február 25-én óriási tragédia történt figyelmetlenség, hanyagság miatt. A szaúd-arábiai Dhahranban nem tudott elfogni egy iraki Scud rakétát egy amerikai Patriot rakétaüteg. A vizsgálóbizottság jelentéséből kiderült, hogy a problémát a rendszerindítás óta eltelt idő pontatlan számítása okozta, méghozzá számítógépes aritmetikai hibák miatt. A tizedmásodpercben mért időt megszorozták 1/10-zel, hogy megkapják az időt másodpercben. Ezzel az volt a baj, hogy a számítást 24 bites fixpont regiszterrel végezték, emiatt az 1/10 értéket, aminek nem végződő bináris kiterjesztése van, a radixpont után 24 bittel levágták. Ez a kis hiba, ha megszorozzuk az időt tizedmásodpercben megadó nagy számmal, mégis jelentős hibát tudott okozni. Ugyanis a Patriot, rendszerindítás után megközelítőleg 100 órán át folyamatosan működött, és a számítás szerint megnövelt vágási hiba miatti időhiba körülbelül 0,34 másodperc volt. Egy Scud rakéta mintegy 1676 métert tesz meg másodpercenként, így ennyi idő alatt (0,34 s) megtett távolság több mint fél kilométer lesz. Ez elég volt ahhoz, hogy a bejövő támadó rakéta kívül legyen a Patriot „távolságkapuján”.

A rossz időszámítást javították a kód egyes részein, de nem mindenhol. Ez hozzájárult a problémához, mivel ez azt jelentette, hogy a pontatlanságok nem szűntek meg. A tartomány a kapu előrejelzése arra vonatkozóan, hogy a Scud hol fog legközelebb megjelenni. Ezt a Scud ismert sebességének és az utolsó radarérzékelés függvényéből számítja ki. A sebesség egy valós szám, amely kifejezhető egész és decimális számmal is. Az időt a rendszer belső órája folyamatosan, tizedmásodpercekben tárolja, de egész számként fejezi ki. Minél hosszabb ideig megy a rendszer, annál nagyobb az időt jelentő szám. Ahhoz, hogy megtudjuk, hol fog megjelenni legközelebb a Scud, az időt és a sebességet is valós számokként kell kifejezni.



Scud rakéta pusztítása 1991-ben

A Patriot számítógép számítási módjából, és abból a tényből adódóan, hogy a regiszterei 24 bitesek, az idő egész számból valós számmá való átalakítása nem lehet pontosabb 24 bitnél, és ez számítási hibát okoz. A pontatlanság hatása a távolságkapu számítására egyenesen arányos a célpont sebességével és a futó rendszer hosszával. Ebből az következik, hogyha az átalakítást azután hajtjuk végre, amikor a Patriot hosszú ideig folyamatosan működött, akkor a távolságkapu eltolódik a célpont középpontjából, és kevésbé valószínű, hogy a célpontot, ebben az esetben egy Scud-ot, sikeresen elfog. Ennek a hibának ebben az esetben súlyos következménye lett. Az iraki Scud lecsapott az amerikai hadsereg egyik laktanyájára, 28 katonát megölt, és több embert megsebesített.

A végére egy talán megmosolyogtató eset Svédországból, ahol szintén hibáztak az adatok tárolásának pontosságában. Történt ugyanis, hogy Anna Eriksson levelet kapott, amelyben felkérték, hogy kezdje el az iskolai előkészítőt, mert a szoftvert a „07-ben” született személyekkel való kapcsolatfelvételre tervezték. A program tökéletesen végrehajtotta a számára beprogramozott adatok alapján a kiértékelést. Egy szépséghibája volt a dolognak, hogy Anna Eriksson nem 2007-ben született, ahogyan azt a programozó sejtette, hanem 1907-ben, így a hölgy 105 évesen kapta a felkérést, és érthető okokból nem élt a lehetőséggel. A hibát az okozta, hogy a szoftver nem a teljes születési évet használta adatként 4 számjeggyel, hanem csak az utolsó két számjegyet, a tízeseket és az egyeseket, ezzel szereztek valószínűleg vidám pillanatot a hölgynek és hozzátartozóinak.

A fenti példákból is látható, hogy a történelem során számtalan olyan eset, baleset vagy katasztrófa történt, amelyek jelentős anyagi kárt okoztak, esetleg emberéletet követeltek számolási vagy tervezési hibák miatt. Emiatt a jövőben is nagyon körültekintően

kell eljárni az arra hivatott személyeknek: mérnököknek, matematikusoknak, programozóknak, akik az ilyen jellegű projektekben részt vesznek. Ugyanis, amikor egy új technológiát vezetünk be, akkor előfordulhat, hogy nincs olyan megelőző tapasztalat, amit segítségül hívhatunk az innovációink megalkotása során, illetve csak feltételezzük, hogy van, de arról később derül csak ki, hogy már túlhaladott. Ilyenkor az egyetlen járható út a „vissza a kályhához” elv, miszerint kezdjük az elejéről, teszteljük és számoljunk pontosan.

HEGEDŰS ALEXANDRA

Balatonfűzfői Irinyi János Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola, Balatonfűzfő

IRODALOM

- [1] A számolás története. <http://www.arcania.hu/Informatika/intro/counters.html> (szerző, évszám nélkül, online)
- [2] Alvarez, E. (2015): To keep a Boeing Dreamliner flying, reboot once every 248 days. Engadget, 2015
- [3] Ars Staff (2014): Gangnam Style overflows INT_MAX, forces YouTube to go 64-bit, Arstechnica, 2014
- [4] Betts, Jonathan (2020): John Harrison and the Quest for Longitude. National Maritime Museum, London
- [5] ConsumerWatch (2017): Toyota Prius Has Issue Outlasting Its Odometer.
- [6] Drávucz, P. (2020): Stockholm: A Vasa hajó, amely az első kilométer után elsüllyedt.
- [7] Hardy, G. H. (2001): Egy matematikus védőbeszéde, Európa Kiadó, Budapest
- [8] Keszei, Ernő (2019): Egy magyar tudós két háború között: Báró Eötvös Loránd élete és munkássága. Fizikai Szemle, 69 (11) pp. 367-374.
- [9] Mignotte, Max (é.n.): Some disasters attributable to bad numerical computing.
- [10] Moyer, David (2012): Anna Eriksson, 105, Invited To Attend Preschool
- [11] Phys.org (2022): Swedes find 17th century sister vessel to famed Vasa warship. Associated Press, 2022
- [12] Sobel, Dava (1997): Hosszúsági fok. Alexandra Kiadó, Pécs
- [13] Sturridge, C. (2000): The Longitude (A hosszúsági fok), tv-film
- [14] Tóthné, Sz. A. et. al. (szerk. 2004): Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- [15] Túti Szabó, B. (2008): A π kísérleti meghatározása a Buffon-féle tűkísérlettel. In: Kapitány K. — Németh, G. (szerk., 2012). A tehetség ösvényei. A Természet Világa Diákpályázata, TIT, Budapest

A XXXIII.

Természet–Tudomány

Diákpályázat felhívása és versenyszabályzata

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) és lapunk immár harmincharmadik alkalommal hirdeti meg Természet–Tudomány Diákpályázatát középiskolások számára.

A TIT által meghirdetett, a Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat által lebonyolított diák-cikkpályázaton indulhat bármely középfokú iskolában a 2023/2024-es tanévben tanuló vagy végző diák, határainkon belülről és túlról.

A pályázatot elektronikusan kérjük feltölteni a Természet Világa *termvil.hu* honlapjára. A pályázat benyújtásának további formai követelményei és tudnivalói a honlapon megtalálhatók.

A pályaművek benyújtásának határideje: 2024. március 31.

A diákpályázat célja, hogy az ismeretterjesztő pályaművek tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. A pályamunkák végén kérjük a felhasznált irodalmat és forrásmunkákat megjelölni! A szó szerinti idézetek forrásának fel nem tüntetése etikai vétség. Pályázni csak másutt még nem publikált pályamunkákkal lehet.

Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvasmányos stílusban készüljenek, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalanok legyenek. Kérjük a felkészítő tanárokat, szíveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni tanítványaiknak!

PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK

Természettudományos múltunk felkutatása

- A pályázó iskolájához vagy lakóhelyéhez, környezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tudós személyiségek életútjának, munkásságának bemutatása (eredeti dokumentumok felkutatásával és felhasználásával). Vagy:
- A dolgozat írójának tágabb környezetéhez kapcsolódó tudományos vagy műszaki intézmények, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával. Vagy:

- A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi vagy épített emlékek, örökség bemutatása.

A kultúra egysége

- A pályázó e kategóriában a természettudományoknak a társadalom- és humán tudományok, valamint a művészetek különböző területeivel fellelhető összefüggéseit mutatja be.

Önálló kutatások, elméleti összegzések

- A természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében a diák által végzett kutatások bemutatása. Előnyben részesülnek az egyéni, fiatalos, önálló gondolatokat, innovatív megközelítéseket tartalmazó, élvezetes és szakszerű beszámolók.
- Az elméleti összegzéseknek is önálló kutatáson kell alapulniuk. Azoknak javasoljuk, akik örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló, megbízható és naprakész adatok tárházában.

Matematika, informatika és applikáció-innováció

- A pályázók matematikával vagy informatikával kapcsolatos önálló vizsgálódással nevezhetnek, amelyben a pályázó elemző áttekintést ad az általa szabadon választott témakörből. Vagy:
- A pályázó pályázhat saját fejlesztésű mobil-applikációk szabatos bemutatásával, leírásával.

Egészségtudomány

Az orvostudomány múltját és jelenét, nagyjainak életét és életművét, az orvostudománynak az egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését; vagy az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését és annak elemzését mutatják be; vagy egyéb, szabadon választott témakört dolgoznak fel – akár

hazai, akár külföldi vonatkozásban. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az egészségtudományi etikai szabályokat teljes egészében tiszteltben tartó pályaművek.

Környezetvédelem, körforgásos gazdálkodás, hulladékgyűjtés, fenntartható fejlődés

A pályázók a korszerű ökológiai szemléleten alapulók, a kategória elnevezésében szereplő témájú esszével nevezhetnek. A zsűri örömmel fogadja a saját jó gyakorlatokat bemutató esettanulmányokat is.

Választható műfajok mind az öt kategóriában:

- Ismeretterjesztő, olvasmányos formában megírt cikk vagy esszé (minimum 10 ezer, maximum 20 ezer karakter terjedelemben, szóközök nélkül, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval)
- Ismeretterjesztő interjú (minimum 10 ezer, maximum 12 ezer karakter terjedelemben, szóközök nélkül, word formátumban; minimum 5 db, JPG formátumú illusztrációval)
- Ismeretterjesztő fotósorozat, minimum 10, maximum 20 db, JPG formátumú, 1-4 MB közötti méretű fényképpel, minden képhez tartozó 1-3 mondatos képaláírással (word formátumban); valamint rövid bevezető írással: minimum 1000, maximum 2000 karakter terjedelemben, szóközök nélkül.

A Természet Világa szerkesztősége 2024 februárjában, egy később meghirdetendő időpontban *online konzultációs* alkalmat fog biztosítani a sikeres pályázatírás érdekében.

DÍJAZÁS

Minden kategóriában és minden műfajban I. díj, II. díj, III. díj, illetve különdíj, dicséret is adható. A zsűri a díjazott diákok felkészítő tanárainak a munkáját is elismeri. A Diákpályázat hagyományai szerint az Élet és Tudomány, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat hetilapja is különdíjban részesíti a legolvasmányosabb cikkek alkotóit.

A pályázat alkotói cikkpályázat, így bár a többszerzős pályamunkák elkészítése lehetséges és megengedett, de felhívjuk pályázóink figyelmét, hogy a díjazás pályamunkánként és nem szerzőnként történik.

A konkrét díjazásról, a díjak esetleges megosztásáról a zsűri a bírálati folyamat során dönt. Pályázatunk első sorban egyéni alkotói felhívás, többszerzős pályamunkák esetén a díjak és egyéb juttatások megoszlanak a társszerzők között.

Tájékoztatásul közöljük az előző évi díjkategóriákat, melyeket a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával tudunk a pályázók számára megítélni:

1. díj: 60.000 Ft / díjazott pályamű
2. díj: 50.000 Ft / díjazott pályamű
3. díj: 40.000 Ft / díjazott pályamű

Felkészítő tanári díjak: 40.000 Ft / díjazott pályamű

A pályaművek elbírálására és a díjátadásra előre láthatóan 2024 áprilisában, diákkonferencia keretében kerül sor. A pályázat benyújtásával a pályázó hozzájárul, hogy pályamunkáját a Természet Világa folyóiratban ellenszolgáltatás nélkül megjelentessük.

A XXXIII. Természet–Tudomány Diákpályázat pályázati kiírását a Természet Világa számaiban közöljük, illetve olvasható a folyóirat honlapján is.



Nemzeti
Kulturális
Alap



AZ ENCELADUS MOLEKULÁI

nature
astronomy

Az Enceladus jéggejzirjeit 2005-ben a Cassini űrszonda felvételei segítségével fedezték fel. A Szaturnusz e holdjának déli sarkvidékén a jégkéreg repedéseiből a világűrbe kilövellő anyagcsóvák azonnal a kutatók kedvencévé tették e holdat. Részint a felszín alatti óceán kézzel fogható bizonyítékai ezek, részint pedig a Cassini elemzése alapján összetételükben felvetették a lehetőségét annak, hogy a mélybeli óceán alkalmas lehet az életre. A Cassini ugyan 2017-ben befejezte küldetését, ám a mérési adatainak feldolgozása továbbra is sok lehetőséget rejt. Egy efféle lehetőséget részletezett az az új vizsgálat, amelyben a JPL szakemberei ismét belenéztek a szonda által befogott és elemzett jéggejzír-szemcsék és minták adataiba.

E hiányosságot próbálta orvosolni az az új kutatás, amelyben az eddigiektől eltérő módszerrel igyekeztek azonosítani a mérési adatok alapján a lehetséges összetevőket. A kutatók három átrepülés során gyűjtött mérési adatot elemeztek, olyan molekulákat keresve, amelyek kisebb eséllyel születhettek a beütköző nagy molekulák törmelékeiből. A lehetséges összetevőket egyrészt az INMS által elméletileg mérhető adatokból, másrészt olyan kémiai modell- és laborkísérletek eredményeiből vették, amelyekben a jeges holdak elképzelhető szerves molekuláira derült fény. Az így kapott hatalmas spektrális adatbázist azután statisztikai elemzésnek vetették alá.

Az elemzésekben hidrogén-cianid, acetilén és propilén nyomait sikerült azonosítani a már korábban azonosított összetevőkön túl. Ezeken felül etán, illetve valamilyen alkohol (legnagyobb valószínűséggel metanol), molekuláris oxigén, az argon 40-es izotópja, és egy



A korábbi elemzésekben a jéggejzírek anyagcsóvaiban vizet, metánt, ammóniát, szén-dioxidot és molekuláris hidrogént azonosítottak, azonban ezeken túl más összetevők is jelen vannak, csak éppen rendkívül nehéz bizonyítani. A Cassini INMS (Ion- és Semleges Részecske Tömegspektrométer) műszere eredetileg gáznemű anyagok elemi és izotóp-összetételének elemzésére készült, mivel a küldetés tervezése során senki se gondolt arra, hogy az Enceladusból anyagcsóvák lövellnek ki, és szükség lehet szilárd szemcsék vizsgálatára is. A mérések első elemzése során számos további molekulát is azonosítottak, ám később felmerült, hogy ezek ebben a formában nem az anyagcsóvákból erednek, hanem az INMS gyűjtőkamrájába igen nagy sebességgel beütközött nagyobb molekulák törmelékei lehetnek. Az ilyen törmelék-molekulára példa a szén-monoxid. Később, amikor a Cassini már kisebb sebességgel repült át az Enceladus kilövellő anyagcsóvaiban, szintén végzett méréseket a begyűjtött szemcséken, ám ezek elemzése még hiányosak. Ennek leginkább az az oka, hogy túl sokféleképpen lehet értelmezni a tömegspektrométer adatait, vagyis nem egyértelmű, milyen összetevőkből adódhattak.

nem eldönthető komponens: vagy azometán vagy aceton is megmutatkozott az elemzés eredményeiben. Az se zárható ki a kutatók elemzése szerint, hogy némi kén-hidrogén és foszfin is lehet az anyagcsóvában. Ha ez igaz, akkor az élet szempontjából fontos kén és foszfor is kipipálható összetevő. A friss eredmények közt a legnagyobb jelentősége a hidrogén-cianidnak van, amelynek a mennyiségét az új elemzésben a korábbinál jóval nagyobbak, körülbelül 0,1%-nak találták. Ez a vegyület az aminosavak kialakulásában jelent fontos lépcsőfokot.

Az elemzés összességében arra utal, hogy az Enceladus mélybeli óceánja alkalmas lehet az életre, és emellett jelen vannak benne olyan redoxi folyamatok, amelyek révén energiához is juthatna egy potenciális létforma. Az óceánt valószínűleg hidrotermális folyamatok táplálják, a szakemberek hasonlókat képzelnek el, mint például a Földön az Atlanti-hátság Lost City nevű hidrotermális területén zajló. Az acetilén, az etán és az esetleges kén-hidrogén jelenléte arra utal, hogy hidrotermális közegben, fémtartalmú ásványokkal lejátszódó reakciók folyhatnak a mélyben.

(Nature Astronomy, 2023. december)

ŰRVETÉLKEDŐ

Műholdtalálkozó Budapestén

Nem, ne rémüljön meg a kedves Olvasó, nem hagyták el Föld körüli pályájukat a szatellitiek, hogy fővárosunkban adjanak randevút egymásnak, kicsit másról van szó. A Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) immár másodszor hirdetett műholdépítő versenyt középiskolás csapatok számára.

A pályaművek mérete és tömege egy üdítőitalos dobozhoz hasonló, erre utal a CanSat elnevezés, de a be rendezésnek minden olyan részegységgel rendelkeznie kell, ami egy valódi műholdtól elvárható, továbbá el kell viselnie egy rakétás felbocsátás és egy ejtőernyős visszatérés megpróbáltatásait is. (A valódi világűr-körülményeket nem.)



A megmérettetésre 48 nevezés érkezett a tanév elején. A verseny szervezői rendszeresen tartanak online képzéseket, személyes találkozókat a résztvevők számára. Utóbbira került sor januárban a Szinyei Merse Pál Gimnáziumban. A találkozó lelkesítő és hasznos információkat tartalmazó előadásokkal kezdődött. Kiderült például, hogy a benyújtott pályamunkák alapján a zsűri által legeredményesebbnek ítélt 10 csapat műholdjait a BME Suborbitals által épített rakétákkal fogják 1000 méter magasságba juttatni a döntő során. Erre egyébként a Magyar Honvédség egyik gyakorlóterén kerül majd sor áprilisban. A rendezvénynek külföldi vendégei is voltak, Lenka Tkáčová és Michal Brichta a Szlovák Űrkutatási Iroda képviselőjében ismerkedett a hazai versennyel és a csapatokkal.



A találkozó legizgalmasabb és legmozgalmasabb része az iskola tornatermében zajlott. Itt minden csapat bemutathatta eddigi eredményeit a zsűrinek és a vetélytársaknak. (Versenyről van ugyan szó, de az elsődleges cél, hogy mindenki minél többet tanuljon belőle – akár a riválisoktól is.) Volt, aki 3D tervekkel érkezett, volt aki a kinyomtatott alkatrészekkel. Egyesek a fedélzeti elektronika deszka-modelljét állították ki, mások kész áramköri paneleket. Láthattunk üzembiztos, és kétkezésre okot adó megoldásokat. Az elkészülő műholdszimulációknak a repülés során és a földetérést követően néhány kötelező feladatot kell elvégezni, például mérni és rögzíteni, valamint a földi állomásnak továbbítani a légnyomást és a hőmérsékletet. Ugyanakkor egy extra feladatot (mérést, vagy funkciót) is be kell építeni a versenyzőknek a dobozkába. Itt találkoztunk a legérdekesebb ötletekkel. Reméljük, többségüket sikerül megvalósítani a fejlesztőknek. Mivel több pályamű is rendelkezett kamerával, és a tornateremben látótávolságban voltak egymástól a csapatok, így nyugodtan kijelenthetjük, nem volt elhibázott a rendezvény megnevezése, hiszen a műholdak valóban találkoztak egymással.

A végén a zsűri tagjai, Dudás Levente villamosmérnök és Takács Donát gépészmérnök (BME) valamint Pál András csillagász (HUN-REN CSFK) összegezte a láttakat. Általában a versenyzők jól haladtak idáig. Vannak, akik sokkal előrébb járnak a fejlesztésben, és persze akadnak, akik kissé lemaradtak, de ez a hátrány nem behozhatatlan. Bármelyik pályamunka lehet befutó. És mi lesz a fődíj? A döntőn legeredményesebben szereplő magyar csapat látogatást tehet az ESA hollandiai technológiai központjába. Zárásként néhány meglepetés-bejelentés is elhangzott: Detre Örs a James Webb Űrtávcső fejlesztőmérnöke arról számolt be, hogy elkezdtek egy nyári műhold-építő tábor szervezését a versengő csapatok részére. Dudás Levente pedig bejelentette, a győztes csapat egy saját kísérletet építhet meg, ami a Műegyetem soron következő mikroműholdjának fedélzetén két éven belül valóban feljuthat majd a világűrbe. Kíváncsian várjuk a döntő eseményeit, amiről olvasóinknak is beszámolunk majd.

J. S. A.

