

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

155. évf. 5. sz.

2024. MÁJUS

ÁRA: 1450 Ft

Előfizetőknek: 1350 Ft



KINCSESBÁNYA AZ ÉGBOLTON
BAROMFI-TANULSÁGOK
A TUDOMÁNY JÖVŐJE
SÜNTÖK TERMÉS
AZ ÉV HALA





A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben

SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
155. ÉVFOLYAMA

2024. 5. Május
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi Díjas folyóirat



Nemzeti
Kulturális
Alap



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



NEMZETI KULTURÁLIS
TÁMOGATÁSKÉZELŐ

Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Kulturális és Innovációs Minisztérium,
a Magyar Kultúraért Alapítvány,
és a Nemzeti Kulturális Támogatáskézelő
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:
Vértés 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

TRUPKA ZOLTÁN: Kincsesbánya az égbolton – Interjú Szabó Róberttel.....	194
KISVARGA SZILVIA: Genetika és stresszcsökkentés a felmelegedő városok korában – Kertészek és növények válasza a jelen kihívásaira	200
VERMES NIKOLETT: A fajtanemesítéstől a lombik facsemete programig – Interjú Hrotkó Károllyal	205
JUHÁSZ LAJOS: Réticsik – Az év hala.....	208
BÖSZÖRMÉNYI ANIKÓ: Hány mag van a süntök termésében? – Termésvizsgálat	212
SZABAD JÁNOS : Baromfi-tanulságok – Válogat, mint tyúk a kendermagban	216
FARKAS CSABA: Terjed és urbanizálódik – Hódpatkány lépten-nyomon	222
SZILÁGYI ZSUZSA: Öt forgatókönyv – A tudomány jövője.....	226
FÖLDTUDOMÁNYI FIGYELŐ (Szoucsek Ádám).....	229
FOLYÓIRATSZEMLE.....	233
DIÁKMELLÉKLET (Koncz-Bisztricz Tamás: Templomok, várak, tájak; Fazakas Bendegúz: Kék rizsjácint – vendégségben; Sinka Márton – Benavides Sebastian : A közösség intelligenciája).....	236
PÁLYÁZATI FELHÍVÁS	247
ERDÉLYI ÉVA: Pásztormúzeum és látogatóközpont – Hortobágy megújult kiállításai	248

Címlapképünk: Illusztráció *A fajtanemesítéstől a lombik facsemete programig*
című cikkünkhöz

Borítólapunk második oldalán: Templomok, várak, tájak
(Koncz-Bisztricz Tamás fotói)

Borítólapunk harmadik oldalán: A Hortobágy megújult kiállításai

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)

LŐRINCZ HENRIK (lorincz.henrik@termvil.hu)

SZOUCEK ÁDÁM (szoucsek.adam@termvil.hu)

Tervezőszerkesztő: LÉVÁRT TAMÁS

Gazdasági ügyintéző: FARKAS VIKTÓRIA

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



INTERJÚ SZABÓ RÓBERTTEL

Kincsesbánya az égbolton

Minden idők egyik legnagyobb égboltfelmérő programja indul el 2025-ben. Chilében a Vera C. Rubin Obszervatórium 8,4 méter átmérőjű távcsöve tíz évig fogja monitorozni a déli égboltot. Gyakorlatilag háromnaponta körbefényképezi az eget. 17 milliárd csillagot, 20 milliárd galaxist fog megfigyelni és közben mindent, ami mozog és változtatja a fényét. A program során több petabájtnyi adat fog keletkezni, ami olyan kincsesbányája lesz a csillagásznak, amelyre egyelőre nem is találunk jelet. Szabó Róbert csillagász, a HUN-REN CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet igazgatója az MTA Lendület pályázatával 2018–2023 között azt alapozta meg, hogy magyar kutatók széles köre is részt vehessenek ebben a nagy nemzetközi projektben. A magyar közreműködés részleteiről, az amerikai vezetésű Vera C. Rubin Obszervatórium kutatásairól és várható eredményeiről beszélgettünk a szakemberrel.

— Honnan jött a pályázat témájának ötlete?

— A Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet 125 éves története során a fő profil sok-sok évtizeden keresztül a változócsillagok kutatása volt. Ezen belül is kiemelt helyet foglaltak el a pulzáló változók. Én is erről írtam az egyetemen a szakdolgozataimat, majd a doktorimat, sőt posztdoktorként a University of Florida Fizika Tan-székén is ebben a témában dolgoztam. Miután hazajöttem, leginkább a Kepler űrtávcsőből érkező hatalmas adattárral foglalkoztam. Bár erről a legtöbbeknek az

exobolygók jutnak eszébe, de a Keplernek köszönhető számos változócsillagokra vonatkozó felfedezés is. Nagyon pontos fotometria révén láthattuk az észlelt csillagok parányi fényváltozásait, a kapott adatok három nagyságrenddel pontosabbak voltak annál, mint amit a Földről bárki valaha is el tudott érni.

A cefeida típusú változócsillagok luminozitása, azaz teljes fénykibocsátása szoros kapcsolatban van a fényváltozási periódusukkal, így módon lehet velük távolságot mérni. Térbeli eloszlásuk segítségével pedig

fel lehet térképezni a Tejútrendszerben lévő fiatal csillagpopulációkat. Az öregeket is, csak azokhoz másfajta változócsillagokat kell használni.

A Magyar Tudományos Akadémia Lendület programjának célja eleinte az volt, hogy külföldről hozzunk haza kiváló elméket. Ha valaki itthonról pályázott és helyben akart maradni, annak mindenképpen új témát kellett hoznia és azt is nagyon alaposan meg kellett indokolnia. Az én esetemben az volt a háttérgondolat, hogy a jól ismert pulzáló változócsillagokat nem önmagukért használom fel, hanem az általuk szereshető ismereteket eddig kevésbé alkalmazott kutatási területekre terjesztettem ki.

A pályázatom címe *Lokális kozmológia pulzáló változócsillagokkal*, az alcíme pedig *Kihívás petaskálán* volt. Itt minden szónak megvan a jelentősége. A beadvány sikeres volt, 2018-ban indult és 2023 közepén zárult le kiváló minősítéssel.

Én először pályáztam Lendületre, de a Csillagászati Intézetben már az ötödik volt, ami elnyerte ezt a támogatást. Azóta Mario Lugaro újra nyert nukleáris asztrofizika témakörben, Kovács András pedig külföldről jött haza és teljesen új területet hozott az Intézetbe, a kozmológiát, erre kapta meg a támogatást.

— **Hogy kerülhettek bele az LSST programba? Alanyi jogon vagy esetleg részvételi díjat kellett fizetni?**

— Ez érdekes történet. Először arról volt szó, hogy 20 ezer dollárba kerül évente egy kis csoport részvétele. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem meg a Konkoly Intézet is beszállt egy-egy kutatócsoporttal. A pályázatot már beadtam, amikor megváltoztatták a feltételeket. A külföldi partnerek munkával járulhatnak hozzá az LSST-hez, és ennek fejében férünk hozzá az adatokhoz.

— **Mi a célja az LSST programnak?**

— Nagyon átfogó égboltfelmérések indultak korábban és indulnak a közeljövőben is. Például az Európai Űrügynökség (ESA) Gaia űrtávcsöve kétmilliárd csillag nagyon pontos koordinátáit és mozgását mérte meg az elmúlt tíz évben. Ennek is nagy jelentősége volt a munkánkban. A pályázatomban a konkrét vállalás az volt, hogy megerősítjük részvételünket az akkor még Nagy Szinoptikus Égboltfelmérő Teleszkóp (LSST, Large Synoptic Survey Telescope) nevű programban. Azóta átnevezték az intézményt. Vera Cooper Rubin (1928-2016) amerikai csillagász úttörő szerepet játszott a galaxisok forgási sebességével kapcsolatos munkákban, az ő tiszteletére róla nevezték el az obszervatóriumot.



Szabó Róbert
(Fotó: HUN-REN CSFK)

De addigra az LSST rövidítés annyira beleivódott a csillagászati köztudatba, hogy a fő mérési projektet ma is így nevezik, csak a rövidítés feloldása lett más: Legacy Survey of Space and Time. Az egyszerűség kedvéért többnyire az LSST rövidítést használjuk, de a lényeg az, hogy egy 8,4 méter átmérőjű óriástávcső épül Chilében és tíz évig a déli égboltot fogja monitorozni.

Megjegyzem, hogy van egy pici magyar vonatkozása a dolognak: maga a távcső a Simonyi Survey Telescope nevet kapta, a magánadományozók, Charles és Lisa Simonyi tiszteletére. Szóval ez a távcső néhány naponként körbefényképezi az eget többféle színszűrővel. 17

milliárd csillagot, 20 milliárd galaxist fog látni, továbbá mindent, ami mozog, mindent, ami változtatja a fényességét. Minden változásról 60 másodpercen belül riasztást küld az internetre. A nagyot robbanó objektumok, szupernóvák, kilonóvák, gravitációs hullámforrások, optikai tranziensek mind nagyon fontosak. Ezeknél is nagyságrendi ugrás várható a felfedezések számában. Az LSST egy év alatt várhatóan több szupernóvát fog felfedezni, mint amennyit eddig láttunk a történelem folyamán.

De ennél egzotikusabb dolog is történhet. Például két fekete lyuk összeolvad, vagy két neutroncsillag ütközik. Ilyen eseményt láttunk néhány évvel ezelőtt, a keletkező gravitációs hullámokat detektáltuk. Rengeteg sok adat, fényességmérés, pozíciómérés történik, képek, sőt mozgóképek is készülnek. A projekt tíz éve során keletkező valamennyi képet össze is adják, így nagyságrendekkel mélyebbre lehet majd látni az Univerzumban, halványabb objektumokat lehet megfigyelni, távoli szupernóvákat, gravitációs lencsézést. Ezek alapján pedig érdekes kozmológiai méréseket lehet végezni. Becslések szerint több petabájtnyi adat fog összegyűlni a projekt során. Egy petabájt, 1024 terabájtot jelent, ami talán közismertebb adatmennyiség a hétköznapi felhasználók számára is. Erre utal a pályázat alcímében a petaskála kifejezés.

— **Milyen területek kutatását vállalták?**

— A négy alappillérből az egyik, hogy a Tejútrendszer szerkezetét fel tudjuk térképezni. Van egy nagyon meghatározó naprendszeres témája az LSST-nek. Ennek célja a becsapódás előtt álló kisbolygók és az intersztelláris eredetű üstökösök felfedezése. Az ESA magyar közreműködéssel is építi a Comet Interceptor nevű



Az űrtávcsövektől a nagy égboltfelméréseken át a mesterséges intelligenciáig – a Galaxis keletkezésének és fejlődésének a jobb megértése felé. A 2018–2023 között megvalósított Lendület-program tömör képi összefoglalása.

(Forrás: Molnár László, HUN-REN CSFK Csillagászati Intézet)

űreszközt, amely az egyik Lagrange pontban fog állomásozni, és ha érkezik egy üstökös a Naprendszeren kívülről, a szonda onnan indulva fogja megközelíteni és vizsgálni. Elég valószínű, hogy ezt az üstökös is majd az LSST fogja megtalálni.

A mi csoportunk kidolgozott egy javaslatot, ami több részből épül fel és tulajdonképpen ez alapozza meg a magyar részvételt. Az említett két kutatócsoport helyett ötöt céloz meg, és így szinte minden érdekes kutatási területen ott lehetünk: a tranziensekben, a Naprendszerben, a pulzáló változócsillagokban és a galaxisokban is. A Szombathelyi Gothard Obszervatórium is csatlakozott, és tíz helyett huszonöt ember fér hozzá az LSST adatokhoz, köztük a fiatalok is. Én ezt tartom a Lendület egyik legnagyobb eredményének azon kívül, hogy rengeteg másfajta tudományos eredményünk is van, és sok tudományos cikket írtunk.

– **Gondolom a mesterséges intelligencia sem maradhatott ki az eszköztárukából.**

–Semmiképpen. Rengeteg változócsillagot ismerünk, és az LSST újabbakat is fog találni. Ezek osztályozása viszont nem egyszerű dolog, főleg, amikor majd olyan adatbázisokkal állunk szemben, amelyekben több milliárd csillagot kell elemezni. Kidolgoztunk egy – nem meglepő módon – mesterséges intelligenciára épülő algoritmust, ami változócsillagok fénygörbéit osztályozza nagy pontossággal. Ilyenekből persze Dunát lehet rekeszteni, de mi más matematikai alapokra helyeztük az eljárást, mint ahogy az eddigi automata osztályozó algoritmusok működtek.

Egy változócsillag fénygörbéje nem más, mint a fény változása az idő függvényében, tehát egy egydimenziós adatsor. Ezt a fénygörbét matematikai függvényekkel írjuk le és annak paraméterei alapján lehet csoportokat alkotni. Eddig mindig a fénygörbét leíró matematikai függvények egyes jellemzőit adták meg az algoritmusoknak, amelyek aztán jól vagy rosszul osztályokba sorolták őket. Az újdonság, amit mi dolgoztunk ki, és a programunk egyik fő tudományos eredménye, a kép felismerő algoritmusokon alapul. A változócsillagok fénygörbéiből képeket gyártottunk, ezeket adtuk be a mesterséges intelligenciának és azt dolgozta fel. Bár ebben az esetben a mesterséges intelligencia kifejezés egy picit megtévesztő. Igazából jól determinált, megfogható matematikai algoritmusok futnak a háttérben, ezek legfeljebb utánozzák az emberi agy működését, vagy a természetes intelligenciát. A lényeg az, hogy létrehoztunk egy jól működő algoritmust, ami millió számra tud katalogizálni a fénygörbék képe alapján és megmondja, milyen csoportba tartoznak. Ez azért is különleges, mert ilyet még változócsillag klasszifikációra soha nem alkalmaztak, habár a csillagászat minden területén egyre inkább elterjed a mesterséges intelligencia alkalmazása.

Mi lényegében azokat a klasszikus változócsillagokat elemezzük, amelyeket Detre László (1906–1974, Csillagász akadémikus, a Csillagászati Intézet igazgatója 1943-tól haláláig) is észlelt ugyanebben az intézetben majdnem 80 évvel ezelőtt. A Konkoly Obszervatórium sokáig erről volt ismert a szakmai berkekben, ahogy azt a beszélgetés elején említettem is. De mi teljesen új alapokra helyeztük a kutatásukat, ezredrésnyi változásokat látunk azokhoz képest, amiket korábban megfigyeltek. Ennek révén új arcuk mutatkozik meg a klasszikus változócsillagoknak is, ezek értelmezésében is nagyon sokat léptünk előre.

— A pályázat címében szerepel a lokális kozmológia kifejezés is. Mi a különbség a lokális és nem lokális kozmológia között?

— A kérdés azért is érdekes és aktuális, mert ellentmondás mutatkozik a lokálisan, illetve a kozmológiai távolságokon mért Hubble-állandó között. A nem lokális kozmológia a Világegyetem legnagyobb struktúrájával foglalkozik, a legkorábbi időszakokkal, a legkorábbi galaxisok, struktúrák keletkezésével. A lokális meghatározás arra vonatkozik, hogy itt élünk egy 13 milliárd éves csillagvárosban, tehát a Világegyetem korai időszakait „helyben” is tudjuk vizsgálni. De a lokális kozmológia csak egy szinonimája a galaktikus archeológiának, ami sokkal elterjedtebb elnevezés. Tehát a saját galaxisunkban is tudjuk vizsgálni a galaxiskeletkezést, hiszen a Tejútrendszer tulajdonságai valamennyire jellemzőek más galaxisokra is. Nálunk is vannak nagyon idős objektumok, több mint 10 milliárd éves gömbhalmazok, vagy RR Lyrae csillagpopulációk, amelyek szintén ugyanilyen idősök, vagyis a saját környezetünkben elérhető változócsillagok révén is tudunk kozmológiai kutatásokat végezni arról, hogyan alakult ki a Tejútrendszer, milyen kölcsönhatásai voltak más galaxisokkal.

— Milyen kölcsönhatások jöhetnek szóba? A mi galaxisunk békés, nyugodt helynek látszik.

— Emberi léptékben talán az is. Az elmúlt évtized felismerése, hogy a mi galaxisunk sem olyan nyugodt hely, ahol a csillagok zavartalanul járják útjukat a galaxis

középpontja körül, és közben nem történik semmi. Dehogynem, nagyon sok minden történik! Vannak például fiatal csillagkeletkezési területek, ahol új csillagok jönnek létre. A Tejútrendszer folyamatosan nyeli el az útjába kerülő, vagy túl közel merészkedő törpegalaxisokat. Akár több milliárd évig is eltarthat, amíg az árapály erők által szétzilált kisebb galaxisok csillagai mind beolvadnak a mi galaxisunkba. Ezeknek a nyomait csillagáramok formájában ki lehet mutatni. Itt segít például a már említett Gaia program, hisz kimutatja, hogy bizonyos csillagok egy irányba mozognak, egy csoportba tartoznak, és valahonnan kívülről jöttek. Rendkívül izgalmasnak tartom, hogy kimutathatók ilyen dinamikus folyamatok. Egyfajta kannibalizmus tárul fel előttünk, amiről korábban nem nagyon tudtunk. Az egyik ötlet az volt a Lendülettel-pályázatommal kapcsolatban, hogy ezekben a csillagáramokban meg lehet figyelni változócsillagokat és megállapíthatjuk azok jellemzőit. Az erre vonatkozó kutatásainknak már vannak is ilyen irányú kezdeti eredményei.

— Tehát ebben is van szerepük a változócsillagoknak.

— Pontosabban a változóknál használt kutatási eszközöknek, módszereknek. A mai úrfotometriát ultrapontosnak szoktam mondani, de bárhogy hívhatjuk. Eddig arról beszéltünk, hogy millimagnitúdós fényváltozást

Elkészült az LSST 3,2 gigapixeles kamerája, a valaha épített legnagyobb csillagászati digitális képrögzítő eszköz

(Forrás: Jacqueline Ramseyer Orrell/SLAC National Accelerator Laboratory)





Hosszú expozíciós éjszakai felvétel a Vera C. Rubin Observatórium kupolájáról. Az épülettől jobbra egy, az építkezéshez használt daru látszik.

(Forrás: RubinObs/NSF/AURA/H. Stoeckeband)

lehet elérni, ami a csillagászati fényességskála ezred része. Ezt persze a legnagyobb, legjobb távcsövekkel, a legjobb helyekről, a legjobb műszerekkel érhattuk el. Ez a pontosság most már mikromagnitúdóra növelhető. Ezen a skálán már szinte minden csillag változik, mert a csillagok korongján levő egymilliárdod résznyi kis foltokat, tehát ezeket a rettetően kicsi kis változásokat okozó folyamatokat is ki lehet mutatni. Ennek köszönhető az is, hogy a legkisebb exobolygó, amit eddig felfedeztek, a mi Holdunkhoz hasonló méretű. Tehát valószínűleg nagyon apró fényváltozások is felfedezhetőek. Mindezt azért mondom el, hogy érzékeltessem, ha a már évtizedek óta a Konkoly-ból is megfigyelt klasszikus pulzáló változócsillagokat ilyen skálán, ennyire pontos mérésekkel követjük, akkor egészen újfajta, eddig észrevehetetlen változásokat is ki lehet mutatni. Például nem csak a gömbszimmetrikus, kitáguló-összehúzódó pulzációkat, hanem a sokkal kisebb amplitúdójú nem gömbszimmetrikus változásokat is. Ezt úgy kell elképzelni, hogy a csillag felszínén megjelennek hidegebb vagy melegebb foltok, a felszín egy része éppen felénk közeledik, másik éppen távolodik egy adott pillanatban. Mindez nagyon nehezen megfigyelhető, de ma már ilyeneket is látunk ezeknél a klasszikus objektumoknál is.

— **Ez vezet az asztroszeizmológiához? Vagy innen indul ki? De mindenképpen sikerágazatnak tűnik a magyar csillagászok tevékenységében.**

— Igen, bár szerintem még mindig keveset beszélünk arról, hogy a csillagokról mennyi mindent megtudtunk a csillagszeizmológia révén. A Naphoz hasonló

csillagok nem is mutatnak olyan nagy változásokat, mint amiket én vizsgálok, de nagyon apró oszcillációkat, rezgéseket igen. A földrengéshullámokat a Föld szerkezetének feltárására használjuk. Hasonlóan, a csillagszerkezetet ezekkel a szeizmológiai mérésekkel, nagyon pontos fényességméréssel, nagyon sok rezgés egyidejű kimutatásával és azok invertálásával, tehát elméleti eszközökkel is fel lehet tárni. Ebből pedig arra lehet következtetni, hol tart éppen a csillagfejlődésben. Ezt kívülről semmi nem árulja el, főleg, ha egy távoli csillagról beszélünk, ami egyetlen fénypont (és a csillagok majdnem mindegyike ilyen). De csillagszeizmológia révén akár 5 százalék pontossággal meg lehet határozni, hogy egy Naphoz hasonló csillag mondjuk 5,8 milliárd éves. Tehát az asztroszeizmológia hatalmas fejlődésen ment keresztül az elmúlt években.

Nem szoktam jóslatokba bocsátkozni, de itt most tesztek egy merész kivételt. Csillagszeizmológiai kutatásért a közelmúltban két nagyon jelentős díjat adtak. Két évvel ezelőtt a Kavli-díjat, és idén, év elején a Crafoord-díjat. Mindkettő egyfajta előre jelzője a Nobel-díjnak. A két díjat három-három kutató kapta. A közös metszet Jørgen Christensen-Dalsgaard dán nap- és csillagszeizmológus és a fiatalabb generációhoz tartozó flamand Conny Aerts. Mindketten többszörös ERC-nyertesek. Előbbi dolgozta ki a helioszeizmológiát a '60-as, '70-es években, utóbbi pedig a csillagszeizmológia alkalmazásáért tett sokat, és ők kapták meg a Crafoord-díjat nemrégiben. Nem lepődnék meg, ha már a Nobel-díj Bizottság listáján is rajta lenne a nevük, és a következő években csillagszeizmológiáért nekik ítélnék a fizikai Nobel-díjat.

— **Térjünk még vissza a Lendület programjára. Kik voltak a csapatban?**

— Nagyon fontos volt a jó csapatmunka, de csak néhány nevet tudok kiemelni, amiért elnézést kérek a többiek-től. Henryka Netzel Lengyelországból jött a program utolsó két évére (ennek megszervezése a Covid miatt nem volt egyszerű). Viszont benne volt a tervben, hogy külföldi kutatót is bevonunk, és nagyon örülök, hogy őt sikerült idehozni. Henryka az újfajta, kis amplitúdójú változásokat vizsgálta elméleti és megfigyelési szempontból, RR Lyrae és cefeida típusú változócsillagoknál. Azóta Svájcban dolgozik, nagyon jó helyre került, és állandó állásra pályázik saját hazájában. Náluk fontos feltétel, hogy legyen külföldi tapasztalata annak, aki kutatói pozíciót szeretne betölteni.

Kiemelném még Bódi Attilát, aki most posztdoktori hallgató, a program alatt védte meg a doktoriját, és az egyik legproduktívabb tagjává vált ennek a kutatócsoportnak. Ő a mesterséges intelligencia kutatásokba is belefolyt, és nagyszerű programozó. Python kurzust indított az intézeten belül, az idősebbek és fiatalok is örömmel végezték el, mert a Python programozási nyelv a csillagászatban igen elterjedt. Például az LSST-ben az adathozzáférés a Python ismerete nélkül elképzelhetetlen. Ő azért is sikeres, mert már a Princeton Egyetemen Bakos Gáspár csoportjában dolgozik, exobolygó-kereső távcsövek adatait vizsgálja.

Szklénár Tamás nem is kutatói, hanem programozói munkakörben dolgozik. Kimondottan mesterséges intelligencia algoritmusok programozására, kifejlesztésére, tesztelésére, megvalósítására vettük föl (ma már adattudósnak mondanánk). Szerintem az is érdekes dolog, hogy nem csak kutatókat vártunk. Sok olyan projekt van az intézetben, ahol kutatók, mérnökök, programozók, programtervezők, de még villanyszerelők és sok egyéb szakma képviselői dolgoznak együtt. Manapság egyre fontosabb, hogy legyen valaki egy ilyen csapatban, aki ért a mesterséges intelligencia programozáshoz. Olyanokra mindig szükség lesz, akik ilyen algoritmusokat fognak kitalálni, beprogramozni, megjavítják a robotokat, ha azok nem működnek. Én nem gondolnám, hogy a magas intellektuális kvalitásokat igénylő feladatokat át tudja venni a mesterséges intelligencia. De tehetséges egyetemi hallgatók és szenior kutatók is bekapcsolódtak a munkába. Ez a program viszonylag nagy összefogást igényelt, amit sikerült megvalósítani, ezért is lett sikeres.

Érdemes megemlíteni, hogy a Nemzetközi Csillagászati Unió nagyon rangos szimpóziumát sikerült Budapestre hozni 2023 áprilisában, sok évnyi halasztás után. Nagyon sikeres konferencia volt a távolságmérési

indikátorokkal, pulzáló változócsillagokkal kapcsolatban. Vendégünk volt Adam Riess Nobel-díjas asztrofizikus is, aki 2011-ben kapta az elismerést azért, mert a szupernóvák révén bizonyítékot szolgáltatott az Univerzum gyorsuló tágulására. Kiváló előadást tartott — a szakmai előadásokon kívül a nagyközönségnek is —, és a fiatalokkal folytatott kötetlen beszélgetései hozzájárultak a leendő kutatók fejlődéséhez. Én ezt is fontos eredménynek tartom a Lendület-pályázat kapcsán.

— **Hogyan tovább? Lesz folytatása, lendülete a megkezdett munkának valamilyen formában?**

— Újra pályáztam a Lendületre, ennek eredményére azonban még várni kell. De valamilyen formában biztos lesz, vagy legalábbis szeretném, ha folytatódna a megkezdett munka. A csillagok szerkezetének modellezésében nagyon sokat léptünk előre. Az a kérdés, hogy a csillagok bizonyos jellemzőit hogyan tudjuk összekötni olyan globális fizikai paraméterekkel, mint a kor vagy a fémtartalom, mert ezeket nagyon nehéz mérni, és egyébként is rengeteg távcsőidő kellene hozzá. Ha spektroszkópiai megfigyelést végzünk és pontos elemgyakoriság analízist készítünk a csillagok légköréről, az nem végezhető el egyszerre nagy mennyiségű csillagnál. De ha ismerjük azt, hogy egy gömbhalmazban milyen a csillagok fémtartalma vagy egy olyan csillagáramlatban, ami éppen beleolvad a Tejútrendszerünkbe, akkor ezekn alapján is szert tehetünk olyan ismeretekre, amit korábban nem láttunk, vagy nem is tudtunk vizsgálni. Tehát a lokális kozmológiától indultunk 2018-ban és oda is térhetünk vissza. És ha már itt tartunk, a folytatásnak is van egy lokális jellege. Az LSST-vel kapcsolatban együttműködünk Szerbiával, Horvátországgal, Szlovéniával és Olaszországgal. Ebbe az együttműködésbe is a Lendületnek köszönhetően kapcsolódtunk be. Tavaly adtam be egy OTKA pályázatot szlovén-magyar együttműködésre. Létezik egy finanszírozási csatorna, ahol nem sima kutatási pályázatokat, hanem együttműködést, szinergiákat kell felmutatni. Ez is egy sikeres pályázat lett. Szlovéniában is vannak a mesterséges intelligenciás algoritmusokkal kapcsolatos eredmények, ők, és a szombathelyi ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium valamint a HUN-REN CSFK Csillagászati Intézete tényleg szinergiában, nagyon jól együtt tud működni. Ez a három éves projekt január elsejével indult és szintén egyfajta folyamánya a Lendületnek.

TRUPKA ZOLTÁN

Nyitóképünk: A Vera C. Rubin Observatórium kupolája belülről a zömök, de agilis távcsővel (*Forrás: H. Stockebrand/RubinObs/NSF/AURA*)



KERTÉSZEK ÉS NÖVÉNYEK VÁLASZA A JELEN KIHÍVÁSAINA

Genetika és stresszcsökkentés a felmelegedő városok korában

„Az emberiség vékony jégen jár – és ez a jég gyorsan olvad.” – mondta ezt António Guterres, az Egyesült Nemzetek Szervezetének főtitkára. Ezt az intő mondatot pedig egyre több riasztó eredmény támasztja alá. Az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change; Éghajlatváltozási Kormányközi Testület) kutatásai szerint ma már széles körben elfogadott tény, hogy az átlaghőmérséklet 1-2°C-kal emelkedik ebben az évszázadban, ezzel együtt pedig a népesség-növekedés is felgyorsult, az előrejelzések szerint 2050-ben a bolygó lakossága eléri a 9,6 milliárd főt és az 1,5 °C-os hőmérséklet-növekedést is.

Forrószó levegő

A Föld túlnépesedése tehát egy folyamatos és egyre gyorsabb üteművé váló jelenség, ezzel együtt az urbanizáció, vagyis a települések kialakulása, fejlődése és sűrűsödésének folyamata is felgyorsult, amely szintén egy globálisan megfigyelhető tendenciát mutat. E folyamatok felerősítik a klímaváltozás hatásait, melyek egyre nagyobb mértékben érzékelhetők. Ezt a többszörös problémaforrást a mezőgazdaságban is felismerték; több éve számtalan ország és közösség dolgozik azon, hogy Földünk élhető maradjon. Számtalan stratégiát, technológiát fejlesztenek ki és honosítanak meg, amelyek alkalmazásával kielégíthető az emberiség szükséglete, de kevésbé zsákmányoljuk ki a környezetünket.

E globális szintű problémákról szót ejtve leginkább az élelmiszeripari növények jutnak az ember eszébe először, azonban ma már a dísnövények szerepe is egyre meghatározóbbá válik, hiszen az ENSZ 2018-as prognózisa szerint 2050-re a világ lakosságának 68 százaléka fog városokban élni. Ennek eredményeképpen a természetes élőhelyek egyre inkább visszaszorulnak és a nem beépített, de ember által létrehozott mezőgazdasági területek jelentős hányada is erre a sorsra juthat. A városok, települések beépítettsége pedig ezzel együtt számos negatív hatást eredményez. Ilyen a városi hősziget-effektus, mely azt jelenti, hogy az épületek és a burkolatok által határolt, növényekben

szegény, forgalmas területek levegője gyorsan felmelegszik, nem tud lehűlni még éjszaka sem, sőt az esti órákban van egy intenzív hőleadás. E meleg levegő hőmérséklete napokon és heteken át akár még tovább is növekedhet. Ezzel párhuzamosan az üvegházhatású gázok, az autók által kibocsátott szennyező anyagok szintén nem segítenek ezen a megterhelt környezeten. Több kutatás bizonyítja, hogy legnagyobb mértékben a légkondicionáló berendezések járulnak hozzá a városi hőmérséklet növekedéséhez. Furcsa ellentmondás, ugye? Azért, hogy lehűlhessen a szervezetünk, fűtjük a külső környezetet (**nyitóképünk**).

A dísznövények szerepe

Na, de hol lehet a kiút ebből a helyzetből? Hiszen a városok attitűdjé más, mint egy természetes, vagy akár egy mezőgazdasági területé. A településeken sok az ember, a közlekedési eszköz, ezért minden talpalatnyi helyet ki kell használniuk a tervezőknek a városok élhetőségének céljából. De ha csak az infrastruktúra számít, fenntartható lesz egy település? Nem, korántsem. Ugyanis egy település nem az épületek és utak halmazától lesz fenntartható, növényzetre is szüksége van, mely többféle funkciót lát el. Több orvosi kutatás rámutat arra a megcáfolhatatlan tényre, miszerint a városokban élő emberek növények nélkül sokkal nagyobb arányban szenvednek mentális és fizikai betegségeken. Hol lehet az arany középút? A válasz a meglévő zöldfelületek fejlesztésében és új alternatív zöldítésekben rejlik, melyek elengedhetetlen és széles körben ismert elemei a dísznövények, amik utat mutathatnak a fenntarthatóság felé is (**1. ábra**).

A dísznövények tehát az egyre szélesebb körű zöldfelület-gazdálkodás alapját képezik világszerte. Ma már egyre több országban kormányzati szinten jelennek meg az utasítások arra vonatkozóan, hogy a városok, települések hány százalékát kell növényekkel borítani, zöldfelületeket létrehozni. Erre a technológia fejlődésével egyre több lehetőség kínálkozik, mint például a klaszikus értelemben vett zöldfelületek: parkok, virágágysok, járdaszigetek, melyek mellett megjelentek már az alternatív megoldások is, mint a zöldtetők, a zöldfalak és zöldhomlokzatok, esőkertek és szárazkertek.

Hol itt a probléma?

Nagy kihívást jelent a világ számos várostervezőjének a már beépített területek zöldítése, s a jelenleg kialakulóban lévő városrészek tervezése növényekkel. Emellett igen nagy probléma az is, hogy a jelenleg alkalmazható növényfajok és fajták szortimentje folyamatosan változik, mely eredményeképpen azok a fajok, fajták,

amelyek 50-100 évvel ezelőtt kiváló városi növények voltak (például Magyarországon a platán, a hárs, a kőrisfélék), azok mára már a legtöbb lakott területen a hő- és szárazságstressz, a szennyezett levegő miatt sínylődnek. Számos példát találhatunk a lágyszárú növények körében is, így például az évtizedeken keresztül divatos bársonyvirágok (*Tagetes erecta*, *Tagetes patula*), vagy az egynyári mályvák (*Alcea rosea annua*) a mai városi környezetet nehezen bírják, vitalitásuk lecsökken, egészségi állapotuk meggyengül, s ezek után a kártevőknek és kórokozóknak már igen könnyű feladatuk van a növényekkel. Ezeken felül sok olyan magyar nemesítésű, régi „örökség” fajta génmegőrzése is folyamatos, annak ellenére, hogy e fajták egyre kevésbé alkalmasak közterületi kiültetésre, mégis megőrzésük kiemelt feladat, melyet a fajták tulajdonosa, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem végzi (**2. ábra**).

Felvesszük a kesztyűt

A megoldás e problémákból tálcán kínálkozik fel számunkra: olyan növényeket kell létrehozunk, és kiültetnünk a városi zöldfelületekre, amelyek képesek a jelenlegi környezeti kihívásoknak megfelelni és adaptálódni a klímaváltozás hatásaihoz úgy, hogy közben egészségesek maradnak és megőrzik díszítőértéküket is. A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen (melynek jogelődje a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ volt) már 2020-tól elindultak az ilyen irányú kutatások. Ezek közül egy érdekes irányt képvisel a növények

1. ábra. A városi dísznövények hűtő hatása is egyre jelentősebbé válik
(A szerző felvétele)





2. ábra. A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen folyik a régi egygyári fajták génmegőrzése is
(Forrás: Kísavarga Szilvia, Táborcskó Jana)

megegyezése volt biológiai-mechanikai módszerekkel. E módszernek a tudományos megnevezése *thigmomorfogenezis* és nem jelent mást, mint hogy a növényeket bizonyos időközönként mechanikai stresszhatásnak tesszük ki. Hogy is néz ki ez a gyakorlatban? Egy textilanyaggal a hajtáscúcsokon, növényházi körülmények között végigsimítottak a növényeken. Amennyire furcsának tűnhet ez, éppoly hatásos volt, ugyanis amellett, hogy az állati kártevőket is zavarta ez a folyamatos hatás, emiatt pedig számuk láthatóan lecsökkent, a növények ezt a simító hatást akadállynak érezték, és kevésbé nyúltak meg hosszanti irányban, így pedig a száruk és hajtásaik fizikailag is erősebbé és ellenállóbbá váltak. A módszert fermentált lucerna alapú biostimulátorokkal is kiegészítettük.

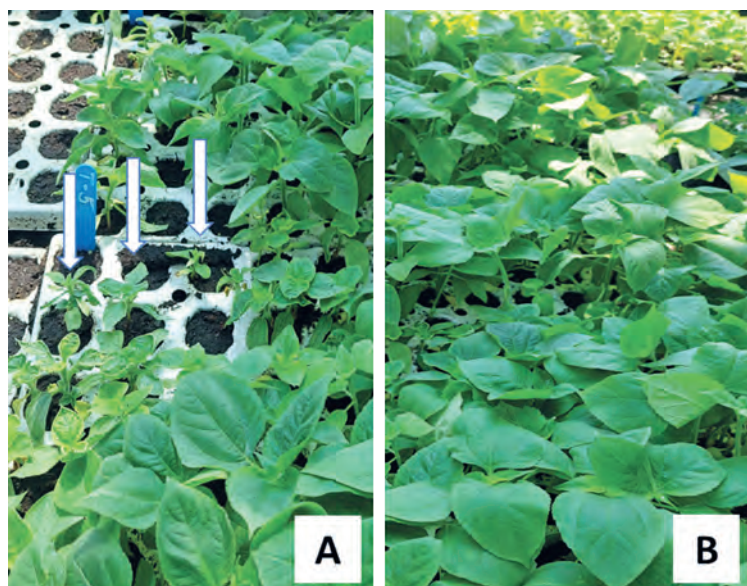
Természetes segítők a városi növények életében

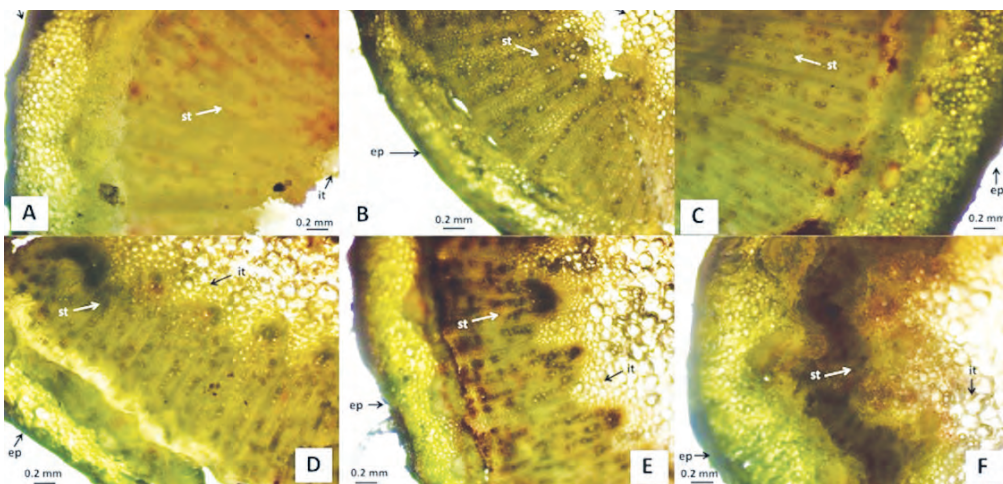
Így, lassan négy év elteltével a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézetének dísznövényekkel és zöldfelület-gazdálkodással foglalkozó kutatócsoportja számos más eredményt ért el a zöldfelületek és növények kölcsönhatásait vizsgálva, ezek közül pedig külön említést érdemelnek a biostimulátorok. Ennek pedig nem más az oka, mint az, hogy a biostimulátorok, más szóval növénykondicionálók manapság egyre inkább szerves részét képezik a mezőgazdaságnak. Ezek a természetes alapú szerek alapjaiban véve erősítik a növényi szerkezetet, védik a környezeti stresszhatások ellen és sok esetben nagyobb terméshozamot, dísznövények esetében nagyobb dekorációs mutatót eredményeznek. Számos válfajuk létezik, közös tulajdonságuk az,

hogy hatásmechanizmusuk nagyrészt még mindig ismeretlen, ugyanis a bennük lévő anyagok közösen érik el a növények kondíciójának javítását, ezzel kiváltva a kémiai úton előállított növényvédő szereket és tápoldatokat, műtrágyákat, amelyek számos esetben igazoltan károsítják az élővilágot.

A kutatócsoport munkatársai számára kiemelten fontos a természetes eredetű anyagok használata és ezek vizsgálata, ennek eredményeképpen pedig újabb biostimulátorokat vontak be a vizsgálatokba, kiegészítve a korábbi palettát. Így kezdődtek meg a kutatások a zsurló- és csalánkivonatokkal, valamint egy új, kereskedelmi forgalomban még nem kapható humusz alapú stimulátorral. A nagy csalán (*Urtica dioica*) és a

3. ábra. A biostimulátorok nélkül nevelt *Tithonia* növények
(A) lényegesen kisebbek és alulfejlettebbek, mint a kezelt egyedek (B) (A szerző felvétele)





4. ábra. A gammasugárzással kezelt *Rudbeckia hirta* egyedek szárkeresztmetszetei. A kezelést nem kapott egyedek (A) lényegesen fejlettebbek, mint a kezelt csoportok (B-F), ahol az epidermisz megvastagodott, a másodlagos megvastagodás jelen van.

mezei zsurló (*Equisetum arvense*) a népi hagyományokban már ősidők óta élő növények, amelyeknek hatása nemcsak gyógynövényként, hanem növényi növekedést segítő anyagként is megmutatkozott, ugyanis nagy mennyiségben tartalmaz káliumot, magnéziumot, nitrogént, foszfort, vasat, valamint vitaminokat és szerves savakat is, amelyeknek fontos szerepük van a növényi fejlődésben. A zsurló magas kavasavtartalmú növény, emellett növényvédelmi szempontból is megfelelő, a benne található vitaminok és szerves savak pedig kiemelkedően segítik a növények megfelelő fejlődését. Bár a mérések még tartanak, de a kutatócsoport kimutatta azt, hogy az így nevelt növények nagyobb mértékben megállják a helyüket városi környezetben, hiszen szervezetük megerősödik, a stresszhatásoknak nagyobb mértékben ellenállnak és ebből kifolyólag kevésbé kapnak elbetegségeket (3. ábra).

A nemesítés mint stabil megoldás

Kimondhatjuk, hogy a növényi kondicionálás egy valóban hatékony és széleskörűen alkalmazható kertészeti módszer, mely által megerősített növények részt vesznek az urbanizáció negatív hatásainak mérséklésében és csökkentésében. Széles körben és számtalan növényfajnál való alkalmazást sejtetnek tehát ezek a biostimulátorok, mégis felmerülhet a kérdés, hogy mennyire széleskörűen alkalmazhatóak valójában a nagyvárosokban és az, hogy önmagukban megoldják-e a problémát? A válasz összetett, hiszen egy üvegházban nevelt lágyszárú növény esetében

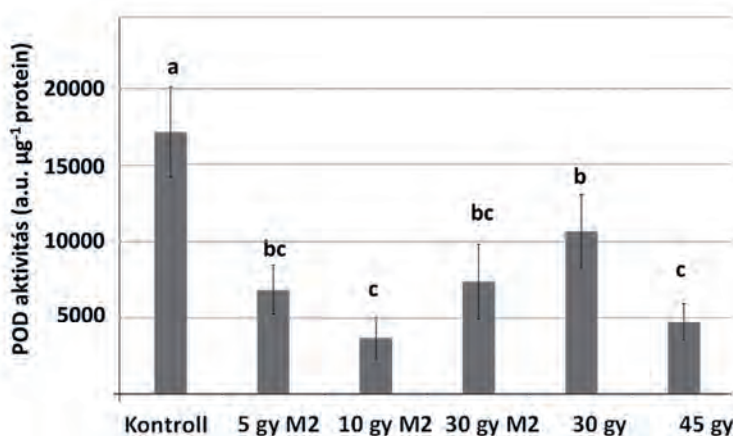
megfelelő lehet, ha a növény a nevelőházban biostimulátor kezelést kap és ezek hatásaitól felvértezve kerül ki egy forró, szmogtól átláthatatlan és alig öntözött városi virágágyásba, ez az előkezelés gyakran a növény életét is megmentheti azzal, hogy segíti a stresszcsökkentést és a környezethez való adaptációt.

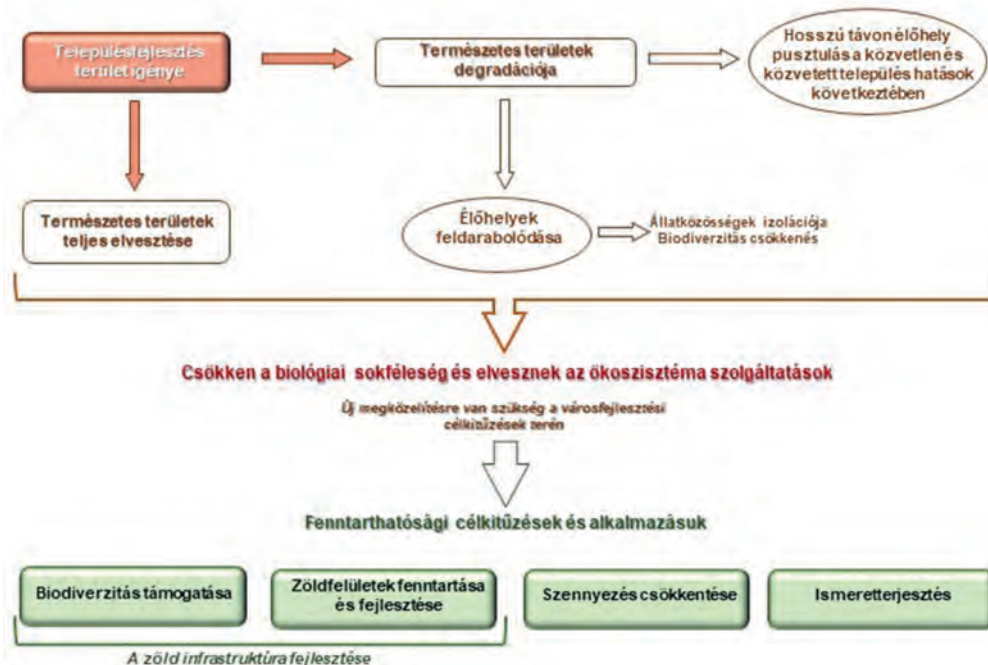
A biostimulátorok azonban nem alkalmazhatók az összes városi növénynél teljes körűen.

Gondoljuk csak az idős (vagy akár fiatal) fákra, cserjékre, hatalmas fűfelületekre például a parkokban, melyek hatékony kezelése jelenleg kivitelezhetetlen. Gondoljunk bele, mivel jár, hogy egy idős fát rendszeresen és nagy mennyiségben, méretének és igényeinek megfelelően kezeljünk biostimulátorokkal. Megoldásra azonban szükség van, mely ezzel és más módszerekkel elejét veheti és gátat szabhat a települések egyre nagyobb mértékű növénypusztulásának.

Erre jelenthet megoldást a növénynemesítés, mely nemcsak világszinten, de hazánkban is nagy múltra tekint vissza. A dísnövények nemesítésében, melyek – ahogy nevük is mutatja – dekorációs céllal lettek létrehozva, két meghatározó szempont dominál, amelynek mindenképp meg kell felelniük az új fajtáknak. Az egyik a dekorativitás, az, hogy a növény jól mutasson – hiszen ezért dísnövény. A másik pedig egy a klímaváltozással párhuzamosan kialakult nemesítési cél, vagyis hogy helyt álljon urbanizált

5. ábra. A peroxidáz enzim aktivitás (POD) a kontrollcsoportnál a legmagasabb, vagyis a gammasugárzást nem kapott egyedek esetében lecsökken a növényi stressz, ami fokozza a növények élet- és ellenállóképességét egyaránt





Az ökoszisztéma-szolgáltatások degradáció-csökkentésének lehetőségei

környezetben, bírja a szárazságot, a magas hőmérsékletet, a szennyezett levegőt, kedvezőtlen talajviszonyokat. Ha ennek a két kitételnek megfelelő növényeket alkalmaz a település, akkor kevesebb eséllyel ütközik olyan problémába, hogy néhány évente cserélni kell a friss, elpusztult telepítést, mely nem tudta felvenni a versenyt a városi környezet kihívásaival. A kutatócsoport célul tűzte ki az urbanizációs nyomásnak ellenálló növények nemesítését, ennek az útnak pedig mérföldkövei az új fajták, számszerűen hat ilyen fajta, melyek között megtalálhatóak a *Ricinus communis*, *Rudbeckia hirta* és *Lagerstroemia hybrida* fajták (4. ábra).

E növények olyan klasszikus nemesítési módszerek alkalmazásával lettek létrehozva, mint a szelekció és a mutációs nemesítés. Ez utóbbi nemesítési módnak több változata ismert, a csoport kutatói a gammabesugárzással való nemesítést vizsgálják és alkalmazzák. Az eljárás során a növények vetőmagjai különböző dózisu sugárzást kapnak, ezáltal megnőhet a genetikai variabilitás, amely fenotipikus és genotipikus tulajdonságokban is megnyilvánulhat. A nemesítő kutatócsoport feladata ezekre a sokszor nűansznymi változásokra figyelni és tovább kutatni ezeket. Bár a munka a továbbiakban is folyik, ha minden jól alakul, rövid időn belül megjelenhetnek ezek az újszerű, jelenlegi klímadottságoknak ellenálló fajták (5. ábra).

Nemcsak dísz, haszonnövény is

S ha már így körbejártuk a klímaváltozáshoz történő adaptáció témakörét, említsünk meg még egy kutatási irányt a témában, melyet a kutatócsoport munkatársai nemrégén kezdtek el egy magyar céggel. Az UNESCO 17

globális célja megalkotta a közös gondolatot a kutatócsoport és a vállalkozás fejében, miszerint az egyre súlyosabb klímaváltság, amelynek hatványozott hatásait a harmadik országbeli emberek szenvedik el, mintegy lehetetlenné teszi a házi zöldségtermesztést, hiszen a nagy hőmérsékleti csúcsok megtizedelik az ételmezési céloknak megfelelő növénytermesztést. Mivel a kutatócsoport munkatársai már hosszabb ideje részt vesznek a zöldségtermesztésben is, hiszen 2020-tól minden évben több ezer zöldségpalántát állítanak elő, melyet a MATE rektora ad át karitatív célokra a Katolikus Karitász részére, ezért fontosnak tartják egy fenntartható növényházi zöldségtermesztési rendszer kialakítását is. Ennek során egy nanotechnológiai módszerrel előállított, eredetileg az építőiparban használt anyaggal vonnak be növénynevelő házakat és létesítményeket. Ez a speciális anyag nem engedi felmelegedni a növényház levegőjét, így a növények alacsonyabb hőmérsékleten tudnak nevelkedni, a hőstressznek nem kitéve.

Összefoglalva elmondható, hogy az urbanizáció és klímaváltozás valóban nagy kihívást jelentenek körünknek, ám a növényeket megfelelően alkalmazva, a növényekkel együtt e folyamatok negatív hatásait képesek vagyunk csökkenteni, ezzel hozzájárulhatunk egy fenntartható világhoz – a MATE kutatócsoportja ebben jelenleg és a jövőben is részt kíván vállalni.

KISVARGA SZILVIA

Nyitóképünk: A növények hiánya a városban számos negatív hatást válthat ki

A szerző 2020-ban a Növényi Egészség Éve alkalmából meghirdetett ismeretterjesztő cikkpályázatunkon díjazásban részesült. Pályamunkája az Élet és Tudomány 2020/45 számában jelent meg *Táplálás és simogatás* címmel.



INTERJÚ HROTKÓ KÁROLLYAL

A fajtanemesítéstől a lombik facsemete programig

Hrotkó Károly, a Magyar Tudományos Akadémia doktora negyvenöt éve oktat kertészeket, eddig több mint tízezer diák számára adta át a dísznövénytermesztés szeretetét. De a hétköznapi kerttulajdonosok, sőt még kínai földművesek is sokat tanultak tőle. A kutatószobájában fogadta lapunk riporterét.

— *A márciusi, Budapest XVI. kerületében rendezett Gyümölcsfa konferencia kiemelt előadójaként hangsúlyozta, hogy milyen nagy jelentősége van egy kisebb kert gondozásának is. Így kívánta motiválni a kerttulajdonosokból álló közönséget?*

— Mindenekelőtt fontos megemlíteni, hogy a konferencia résztvevői kertszerető emberek csoportjából állt, nem pedig egyetemi hallgatókból és tudományos munkatársakból. Vagyis olyan kerttulajdonosokról van szó, akik szeretnék hasznosítani a kertjüket, és külön öröm, hogy nem a divat szerint képzelek el a növényültetést. Tudniillik manapság sokan csak néhány tujával díszítik a kertet, és egyre kevesebben ültetnek gyümölcsfákat, ami sajnálatos tény.



(Fotó: Hrotkó Bálint)

A kert évezredek óta fontos élőhelye az embernek, gondoljunk csak az ókori kertekre, a közel-keleti kertkultúrára vagy magára a paradicsomkertre, ahol az ember szívesen lakott, és itt nem a bibliai értelemben vett paradicsomra gondolok, hanem az óperzsa „paradise” kifejezésre, amelyből a paradicsom szó származik. A paradise jelentés egy bekerített zöld területre utal, benne vízzel és tápláló növényekkel. Amennyiben valaki ilyen paradicsomot szeretne fenntartani saját házi kertjében, akkor azt a kerttulajdonost nekem maximálisan segíteni kell! Véleményem szerint a mai világ az ipari sivatag irányába halad, és éppen ezért hamarosan újra olyan jelentősége lesz egy szépen gondozott kertnek, mint annak idején a Közel-Keleten az oázisoknak.

— *Szemet gyönyörködtető, gazdag termést hozó kertről beszél, amelynek fenntartása gyakran a profi kertészek számára is kihívást jelent. Miért gondolja, hogy laikusok is készíthetnek ilyen vagy ehhez hasonló kertet?*

— Miért ne? Csupán át kell adnunk a tudást. Először is meg kell tanulni, hogy a tudományosan alátámasztott ismereteket hogyan kell átadni a kerttulajdonosok számára, de ehhez kell némi gyakorlat. Feladatunk, hogy a lehető legtöbb ember számára továbbadjuk ezeket az ismereteket, noha nem feltétlenül a bonyolult szakmai nyelven. Olykor tréfálkozom is azokon a kollégákon, akik az elefántcsont-toronyban ülve munkálkodnak, és álmukból felébredtve is felismerik egy paradicsom génszekvenciáját, de nem biztos, hogy tudják, hogyan néz ki egy szem paradicsom. Ezért arra tanítom a kertészmérnököket, hogy tudjanak válaszolni a mindennapi életből hozott kérdésfelvetésekre is, mint hogy mikor kell permetezni, hogyan kell metszeni, ültetni vagy oltani.

— *Ez mindig így volt?*

— Nem egészen. Amikor ezen az egyetemen végeztem (Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem), akkor azt gondoltam, hogy én ide még egyszer be nem teszem a lábam. Majd a tanáraink visszahívtak az akkori Faiskola tanszékre. Előtte két évet dolgoztam az egykori Sasad Mezőgazdasági Termelőszövetkezetben, ahol gyakorlati oldalról is megismertem a kerttulajdonosok problémáit. Ennek tetejében az 1990-es években volt lehetőségem bekapcsolódni egy ENSZ által támogatott ázsiai kertészeti programba, ahol az volt a feladatom, hogy a kínai gazdákat megtanítsam arra, hogy tudják növelni a cseresznyetermelést a jobb minőségű gyümölcs érdekében. Így egy egészen új oldalról láthattam az egyszerű földművelők mindennapi problémáit. A dolog működött.

— *Talán kijelenthetjük, hogy óriási szerepe volt a kínai cseresznyetermelésben.*

— Ez túlzás, mindenesetre tény, hogy a magam szerény eszközeivel segíthettem a kínai mezőgazdaságot. Amikor 1993-ban Magyarországra érkezett az amerikai szövetségi gyümölcskutató igazgatója, látta a törpe cseresznyefa kísérleteimet. Akkor éppen egy kínai fejlesztési projektet vezetett. A fák láttán csak annyit mondott: ez kell a kínaiaknak, gyere velem! Ennek köszönhetően rendszeresen tarthattam oktatást Kínában is. Harminc évnyi munkám elismeréseként átvehettem a *China Friendship Award*-ot, a Kínai Népköztársaság kormányának kitüntetését. De azt nem merném kijelenteni, hogy én magam vittem elsőként dísznövényt Európából Ázsiába vagy éppen Ázsiából Európába, hiszen ezt már kétezer évvel ezelőtt elkezdték a Ró-

maiak, majd a közép ázsiai karavánnal hozták-vitték a magokat. Érdekes, hogy az alma vagy a cseresznye is így került Európába. Történetesen egy Lucullus névre hallgató hadvezér miatt, aki nagyon szerette a gyümölcsöket, és Európában követelte magának az almát.

— *Maga túl szerény! Nem lehet elvitatni a jelentőségét például a kínai galagonya meghonosításában.*

— A kínai galagonyát valóban magam hoztam be Magyarországra. Kínai tartózkodásaim során feltűnt, hogy a helyiek előszeretettel sütik ezt a gyümölcsöt az utcán, ahogy nálunk szokás a gesztenyét. Kiderült, hogy a galagonya egészségmegőrző hatása rendkívül kedvező, hát hoztam belőle néhány fajtát. Ezen kívül kivít, kínai datolyát (jojobát) is hoztam Magyarországra, de valóban a kínai galagonya honosítása volt a legsikeresebb. Nem akartam én nagy újdonságokat, csakhogy a kertész olyan, mint egykor a római légiós: meglát olyan gyümölcsöket, amelyek nem ismertek a hazájában, majd visz belőle, hogy kipróbálja, otthon is terem-e gyümölcs. Ebben merül ki az én behozatali tevékenységem. Összességében inkább vittem, mint hoztam. Itt van például a magyar sajmeggy, amely remekül bevált a kínai talajban, és amely korábban nem tudott gyökeret verni a térségben, mert a fa egyszerűen nem nőtt a két kontinens közötti hétezer méter magas hegyekben. Tudtam, hogy a sajmeggy jól tűri a meszeslősztalajt, amely hazánkban főleg Tolna vármegyéjében található. Mivel hasonló talaj jellemző Kína nagy részén, így vélhető volt, hogy a gyümölcsfa kitűnően fog teremni az ázsiai földrészen. A hipotézisem beigazolódott.

— *Az Ön által végzett honosítások sikeresek voltak hazánkban és távoli országban is. De mi lesz a jövőben a gyümölcs- illetve zöldség termeléssel? A produktumok tápérték tartalma egyre alacsonyabb. Egyes becslések szerint negyven éve sokkal magasabb antioxidáns tartalma volt egy gyümölcsnek vagy zöldségnek, szemben a mai arányokkal.*

— Ma a mennyiségi termelés a cél. Túlhasználjuk a tápanyagokat, mint például a műtrágyát, ezzel gyengítve a gyümölcsök és zöldségek beltartalmi értékeit. Ezért is különösen fontos, hogy a házi kertekben a gazdák jól sáfárkodjanak a talajokkal, és szerves anyagokat használjanak a mesterséges tápanyagokkal szemben. Ilyen lehet a komposzt vagy a szerves trágya, amelyek hozzájárulnak a biodiverzitás fenntartásához és jobb minőségű termést eredményeznek, amely jobban hasonlít a régiekhez. Habár itt lényeges megemlíteni, hogy hajlamosak vagyunk túlbecsülni a régieket. Ugyanis negyven-ötven vagy akár kétszáz évvel ezelőtt



Konzultáció ujjur cseresznyetermesztők körében Kashgar mellett (Ismeretlen kínai fotós felvétele)

egészen mások voltak a viszonyok, amikor a Batul vagy a Húsvéti rozmaring alma egy télen keresztül elállt a kamrában és bőségesen ellátta a családot gyümölcs-hússal egészen húsvétig. Semmi szükség nem volt különleges tárolási formára, mert abban az időben nem volt annyi kártevő és kórokozó. Ha csak az utóbbi száz-százötven évet nézzük, láthatjuk, hogy tucatjával jöttek be azok a kórokozók, amelyekkel a régiek nem is találkoztak. Ezért nem kellett permetezni, trágyázni, mert a természetes biológiai folyamatok végbementek maguktól. Ezért eltűzöttnek tartom a régiekkel szembeni elképzeléseket. Pedig sokan gondolják, hogy a múltbéli szokásokat kell visszahozni, és akkor újra jobb minőségű gyümölcsöt és zöldséget fogunk enni, de be kell látni, hogy mondjuk a tűzelhalás baktérium már nem megy ki Magyarországról. Remek példa erre a filoxéra, amelyet az 1870-es években fedeztek fel először Pancsovánál, ezt a szőlő gyökértetűt Amerikából hozták Európába, és azóta kénytelenek vagyunk oltani a szőlőt. Azelőtt erre nem volt szükség, aki szőlőt akart termesztetni, csak ledugott egy szőlőtőt és egyszerűen várta, hogy tökéletesen működjön. Nem meglepő, hogy a Gellérthegy lábánál — ahol most is vagyunk — egykor végig szőlősorok álltak, és a mai lakóterületek is egyes borvidékekről kapták a nevüket: Ménesi út, Villányi út, Szüret utca és még sorolhatnám. Aztán jött a filoxéra és eltűnt a szőlő a Gellérthegyről. Ma már nem ilyen egyszerű a szőlőtermesztés, hiszen alanyokat kell nemesíteni és évről évre permetezni. Tehát, amennyiben a jövőt fenyegető természeti jelenségekről van szó, vissza kell tekintenünk a múltba, és felismerni, hogy a termékek állapotromlása nem a klímaváltsággal kezdődött, sokkal inkább az iparosodással és a nagy árutermelő ültetvények monokultúrájával.

Persze, azt is látnunk kell, hogy a mai társadalom egyszerűen túlhasználja a bolygót. Most nyolc milliárdan vagyunk, miközben egymilliárd fős népesség számára elegendő nyersanyagot képes adni nekünk a Föld. Ez a túlhasználás hozzájárul a mezőgazdasági művelés átalakulásához. Cinikus, hogy erre egy módon válaszolunk: génmódosított növényeket kezdünk termelni.

Kínában mára teljesen elfogadottá vált a fogyasztásuk, elvégre olyan nagy a népesség, hogy nem foglalkoznak a gyümölcs és zöldség milyenségével, hanem örülnek, hogy van. A génmódosított termékekkel kapcsolatban felmerül egy erkölcsi dilemma is. Mikor jár jobban egy szegény, éhező afrikai vagy ázsiai ember: ha ma éhen hal vagy húsz év múlva azért, mert GMO-van lakatjuk jól...?

— Rossz hírei vannak! Lesz egyáltalán dísznövény a jövőben? Gyümölcsfa a kertben? Gesztenyefa az utcán?

— Kell, hogy legyen, habár bizonyos tendenciák meglehetősen fenyegetőek. Mindenesetre azt látom, hogy a tudomány harcol a maga eszközeivel. Spanyolországban már működik egy cég, amely lombikban állítja elő a pici facsemetéket, amelyeket üvegházban oltanak, cserépben nevelgetik, kiviszik a gyümölcsösbe, jól feltáplálják mindenféle mesterséges anyagokkal az üvegházban és hat-nyolc hónap alatt komplett, kész gyümölcsfát nevelnek belőle. Csak az összehasonlítás miatt megjegyzem, hogy a természetben ez három év munkába kerül.

Tehát ez az egyik lehetséges módja annak, hogy szabályozott körülmények között képesek legyünk elegendő gyümölcsfát nevelni. Az már más kérdés, hogy egy ilyen fa milyen termést hoz nekünk.

— Az üvegházak megfelelő megoldást jelentenek a gyümölcs és zöldségtermelés szempontjából?

— Véleményem szerint — amelyet számos tudományos vizsgálat igazol — ez nem jó megoldás, hiszen az üvegházhatással kizárjuk az ultraibolya sugarakat és a növény lazább szövetű lesz, miközben nem alakulnak ki benne azok a védekező anyagok, amelyek az ultraibolya sugárzás hatására szabadföldön kialakulnak. Esszük az üvegházi salátát és paradicsomot, de messze nem olyanok, mint a szabadföldön megtermelt zöldségek. Látja, megint visszakanyarodunk oda, hogy milyen fontos szerepe van a kerttulajdonosoknak.

— Mit gondol az idei termésről? Itt vagyunk a tavaszban. Jó évünk lesz?

— Bizakodóak a gazdák, de nem tudhatjuk, hogy mit hoz a holnap. Ha enyhe marad az idő, akkor jó évünk lesz. De nagy talány, hogy meddig termeszthetünk még ilyen módon gyümölcsöket és zöldségeket.

VERMES NIKOLETT



AZ ÉV HALA

Réticsík

Kisebb jubileumot ünnepelhet 2024-ben a csaknem két évtizede a Debreceni Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Karán alakult Magyar Haltani Társaság. Ugyanis e társadalmi szervezet immár tizenötödik alkalommal bízta a halak iránt érdeklődőket, hogy szavazzanak az Év halára. Ahogy minden évben, most is három őshonos faj került a jelöltek listájára. az élénkebben mozgó folyóvizek vékony testű hala a lapos keszeg, a Balaton híres „látott hala” a garda és az egykor ősfoglakozásnak tekintett csikászát emblematikus hala a réticsík. A végső sorrend az alábbiak szerint alakult: a 3875 szavazó 21%-a lapos keszeget, 30%-a a gardát választotta. A réticsíkot viszont csaknem minden második szavazó támogatásával 2024-ben az „Év halának” választották.

A pontyalakúak rendjén belül, a csíkfélék családjába tartozó fajok kisebb termetű, édesvizekben élő halak, amelyek kontinensünk mellett Ázsiában és Észak-Afrikában is honosak. Testük megnyúlt, kültakarójuk csupasz vagy igen apró pikkelyes. Aljzatlakó halak, az alsó állású szájnylást bajuszsálak veszik közre. Különlegességük, hogy sok faj szeme mögött felmeresztethető csonttüske — olykor méreganyaggal — egyben a védekezést szolgálja. Számos, főként Távol-Keletről származó színpompás faj az akvaristák kedvelt halai.

Hazánkban öt csíkfaj előfordulása ismert, ezek közül írásunk alanya a legnagyobb termetű *réticsík* mellett az oxigénben gazdag, dombsági, hegyvidéki vízfolyások lakója a *kövicsík*. Az alföldi mocsarak, dombvidéki vízfolyások jellegzetes háromszög alakú fejről, szemsávjáról felismerhető *vágó csík* méret alapján a „tornasorban” a harmadik. A törpecsíkok két fajtát írták le hazánkban, a *balkáni*- és a *bolgár törpecsíkot*. Ezek a halak hasonló megjelenésűek, rendszertanilag közeli rokonok, amelyek közül a balkáni törpecsík többnyire a dombsági, hegyvidéki, kavicsos aljzatú kisebb folyóvizekben, a bolgár törpecsík leginkább a lassabban mozgó patakokban, alföldi vízfolyások finomabb szemcseösszetételű vizeiben él. A két faj hasonlósága miatt terepi meghatározásuk nem egyszerű.

Hazánk valamennyi csíkfaja törvényes védelem alatt áll!

A mocsarak túlélője

A réticsík (*Misgurnus fossilis*) tipikus élőhelyét síkvidéki mocsarak, lápok, holtágak jelentik. A folyószabályozások előtt, amikor az Alföld jelentős részét mocsár- és

lápvilág borította, a vízi élővilág gazdagsága miatt írhatta egy hazánkban átutazó, miszerint „*Magyarország a madarak és a halak nagy tanyája*”. Az ősi mocsárvilágban nagy állományban élt a réticsík, a lápi póc, a széles kárász, compó és még számos egyéb halfaj. Manapság a réticsík élőhelye a megmaradt láp- és mocsárterületek mellett csatornák, holtágak, mesterségesen kialakított sekélyvizű, vízínövényekben gazdag víztározók.

A nyári forróság, az aszályos időszak kihívás elé állítja a mocsárlakó réticsíkot. A felmelegő vízben egyre kevesebb az oxigén. Sok hal már nem tudna fennmaradni, nem úgy a réticsík. Az aljzatról időnként felúszik a vízfelszínig, szippant egyet a levegőből. A légbuborék áthalad a tápcsatornáján és az utóbelét sűrűn behálózó hajszálérhálózatának köszönhetően képes a légbuborékból oxigén felvételre. Miként is ír erről Herman Ottó a Magyar halászat könyvében (1887)? Idézzük: „*Keményéletű lévén, megmarad olyan vízben is, a melyben már a kárász sem élhet meg s hogy a holt vízen kifogjon, koronkint felszáll a színére, levegőt szippant, a melyet felhasználás után a hugygyón kibocsát, természetesen szén-savval terhelt állapotban*”. Attól függően, hogy mennyi az oldott oxigén a vízben, a légvételek gyakorisága változik. Ez az úgynevezett *béllégzés* mint kiegészítő légzőszerv a réti csík fennmaradásának egyik biztosítéka a mostoha körülmények között. Már a lárva és zsenge ivadéka is felkészült az oxigénhiányos környezetre, tekintve, hogy a kopoltyúfedő alól külső kopoltyúbojtok nyúlnak ki, mint kiegészítő légzőszervek, amelyek később visszafejlődnek. Ugyanakkor a kifejtett állat akkor



▲ Balkáni törpecsík
Kövi csík ▲

is használja a bélilegzést, ha a vízben elegendő az oxigénkoncentráció. Ritkábban ugyan, de időről időre feljön az aljzatról a vízfelszínre levegőért.

Ha a mocsárban a kiszáradási folyamat miatt már csak az iszap marad vissza, halunk beássa magát mélyebbre, akár 30-40 cm mélyre, kisebb üreget létrehozva. Ebben hosszabb ideig életben maradhat, főként a bőrlégzésének is köszönhetően. Tudta ezt egykoron a mocsarat járó lápi ember is, aki ha szerét tehetette, kiásta az iszap mélyén rejtőzködő csíkokat. Innen ered Linné óta a fajneve: „*fossilis*”, azaz ásott hal!

A csíkkirály és a csíkdáma

A rétiscsík kígyószerűen megnyúlt teste hosszanti csíkokkal mintázott. Feje testéhez képest viszonylag kicsi, a lefelé irányuló szájnnyílása felett 6, az alsó állkapcsának a végén 4 pár bajuszszál egyben az aljzaton fellelhető táplálék érzékelését segíti. Rendkívül nyálkás, síkos testét nehéz kézben megtartani, élénk tekergő mozgással fürgén csúszik ki az ujjaink közül: „*eleven mint a csík*”, tartja a közmondás az élénken mozgó gyermekről is. Farka szabályosan

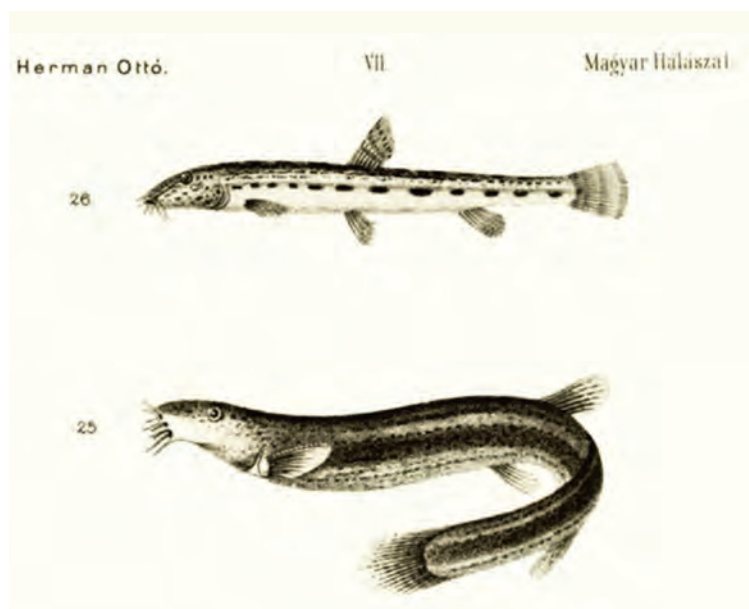
lekerekített. Testét igen apró pikkelyek fedik, ismét Herman Ottót idézve: „*A héj pénzei igen rendes sorokban állanak, jól ráforrottak, a legnagyobbak alig fél szemátmérőnyiek*”.

Testszínét a sötétebb és világosabb csíkok jellemzik, a hasoldal halványsárga, a hátvonala barna. Ritkán egyes egyedek kültakarójának festéksejtjeiből hiányzik a sötét színért felelős pigmentanyag, a melanin, ennek eredményeként a hal csaknem teljesen sárga színű. Ezeket a példányokat nevezték régebben csíkkirálynak: „*A csíkkirály egy sajátságos betegedésnek köszöni címét, a sárgaság egy nemének, mely vagy az egész csíkot szállja meg, a midőn egészen narancssárgává válik, vagy a hátrészen terjed s ekkor tartítja az állator*”. Ritkábban az is előfordulhat, hogy az állat teljesen pigmenthiányos, azaz a teste fehér, ekkor népesen neve: csíkdáma. „*A csíkdáma a rendes réti csíknak még alapszínét sem tartja meg, hanem testszínesfehér, valóságos albino*” (Herman Ottó).

Teljesen kifejlődve az idősebb példányok testmagysága többnyire 20-30 cm, de Vásárhelyi (1961) a Hámori-tóból 50-70 cm-es példányokat is említ. Ivarérettségét általában kétévesen éri el. Tavasz végén, nyár elején történik az ívás, a mintegy másfél mm-es ikrák száma akár több tízezer is lehet. Az ívás növényekkel sűrűn benőtt víztérben történik, a hím az ikrást az ikrák lerakása előtt kígyószerűen körbetekeri, majd a kibocsájtott ikrák a környező vízinövényekre tapadnak.

A rétiscsík viszonylag szélesen elterjedt faj. Az área Európa skandináviai és déli területeinek kivételével egészen a Kaszpi-tengerig terjed. Mindenütt főként a lápok, mocsarak lakója.

Vágó csík és rétiscsík (Herman Ottó rajza)





- ◀ Tipikus réticsík élőhely az Alföldön
- ▼ A réticsík a síkvidéki csatornában is él
- ▼ A holtágak a réticsík fontos élőhelyei (A szerző fotói)

Táplálékát az aljzaton keresi. A bentikus szervezetek (pl.: apró férgek, árvaszúnyoglárvák), mellett szerves törmelékkal táplálkozik. Táplálékát az iszapban, az aljzaton turkálva keresi, ezért is nevezik német nyelvterületen „iszapevőnek” (Schlammfresser).

Csíkászat télen – nyáron

A réticsík évszázadok óta fontos élelemnek számított szegények, gazdagnak egyaránt. A csík életmódját a lápot, mocsarat járó ember kiválóan ismerte. Fogásának módszerét általában a varsával történő vagy a rekesztő halászata jellemezte. A csíkász, a pákász jól tudta, hogy a réticsík időről időre feljön a víz felszínére levegőt szippantani. A lápokban kileste a csík járását, lápmetszővel egy kisebb kútszerű mélyedést („csikkutar”) készített, amelybe beállította a vesszőből font csíkkaszt, másnéven csíkvarsát. *„A csíkok hamar odaszoktak s felszállottak egy kis levegőért. Ekkor a pákász dolga meg volt nyerve: a csíkvarsát a szádjával lefelé fordítva beállította a „kutuba” s a felszálló csík belétevedt, a bobálylyal (a lápi póccal) együtt.”* Ezt követően: *„Emberünk kiemeli a csíkkaszt, szádjával lefelé fordítja, kiveszi a kas farából a csóvadugót, fél szemével belekukkan a kas méhébe.... A kalap meghemzseg a sok istenadta lápi teremtetéstől: kígyózik a csík, búvik a zömök pócz vagy peczelihal, az apró kárász szipákol, hánynya-veti magát.”* Maga az eszköz Herman Ottó leírásában: *„Fogószerszáma a csikkas, melynek van taraja, füle, tömlőcze, és fara.Belsejében van az a szűk nyílás, a vörcsök... Ez a csikkas fűzfavesszőből való kitűnő fonadék, alapjában varsa s megfelel a magyar történelmi szerszámnak...”*

A csíkfogásra az egész évben lehetőség volt, de a fő szezonnak a téli, télvégi, farsangi, majd a böjti időszak számított. Amidőn a jég elbírta a csíkászt, a jégbe léket vágott. A csíkok hamar odagyűltek a lék köré, és a beleállított kasba úszva már nem menekülhettek. Azt a tényt, hogy a csík megérzi a lék adta levegővétel lehetőségét különös módon tapasztaltuk. Néhány évvel ezelőtt egy alföldi mocsaras területen téli időszakban csukázáshoz léket vágunk a jégbe. Egy idő után a kifogott csukák szájüregében több élénken tekerőző réticsíkot is találtunk. A lékhez fel-le úszó csíkok egytől-egyik a lesből vadászó csukák zsákmányai lettek, amelyeket aztán visszaengedtünk lételemükbe.

A tavaszi áradások, olvadás, esőzések idején, mikor a láp vize megáradt, a csíkász hevenyészett gátat állított, vízi növényekből nádból, sásból. majd rekesztő halászatot folytatott. A felállított időleges csíkgátak között



A vesszőből font csikvarsa



Csikász a lápon (Illusztráció Herman Ottó a Magyar halászat könyvéből)

nyílásokat hagyva állította fel a csikvarsát. Általában a csíkgáton három méterenként került el egy-egy csikvarsa. A varsából kifogott halakat az ugyancsak fűzfa-vesszőből font *csíkputtonyban* szállították el.

Jó csíkjárásos időszakban a kas naponta akár háromszor is megtelt csíkokkal. A bőséges zsákmányt a csikász az eladásig *csíkveremben* tartotta. A lápban vagy az udvarán nagyobb gödröt ásott, beletette a csíktartó kast és abban tárolta a halakat a felhasználásig vagy a piaci árusításig. A vásárba a csíkokat hordókban vitték, ebből vagy nagyobb kádakból kínálták eladásra. Ahogy a csikászok hallal teli hordói megjelentek a piacon: *„hírók, szájról-szájra járva, bekalandozta a várost, kiszólitotta a szegény feleségét valami füstös bögrével, a gazdag szakácsnéjét öblös, mázos fazékkal; mert a csík akkoron közelét számban ment: úrnak, zsellérnek kedves eledele volt.”*

A csíkot a hordóból vagy a kádból lopótökből készített, kilyukasztott egységgel, a *„csíkszűrővel”* mérték.

Hagyományos ételként sokfelé ismerték a csík elkészítésének módját, a csíkos káposztát. Ahány vidék, annyi féle recept alapján készült el az étel. A csíkos káposzta mellett leves, kocsonya vagy akár pörkölt alapanyagát is képezte. Mégis, leginkább a káposztás csík volt a legkedveltebb étel. A csíkot először meg kellett nyúzni, ami vagy forrázás vagy sós vizes kezelés után történt — ez a beavatkozás a még élő csíkok számára nem lehetett túlságosan „kellemes”. Egyes helyeken, mint pl.: Cegléd környékén a csíkot nem nyúzták meg, mert a „bőrében volt az íze”! Ezt követően került a fűszerezett savanyúkáposzta lébe, rövid főzés után elkeverve a káposztába. Ezt követően még tovább főzték rövid ideig. Állítólag a csíkos káposzta fontossága vetekedett a disznótoréval.

A csíkfogás hagyományát számos földrajzi név is őrzi. Csákvár mellett terül el a híres Csíkvarpai-rét, Cegléd mellett a Csíkos-szél, vagy Bács-Kiskun megyében

a Csík-ér. Nem csoda, ha a rétcsíknak számos népi neve is ismet volt, mint *halcsík*, *barnacsík*, *csíkkirály*, *csíkdáma*.

A rétcsíkot időjós állatként is ismerték. Talán az egyik legrégebben „barométerként” tartott állat lehetett Európában. Már a XVIII. században Bél Mátyás is beszámolt a csík időjós képességéről: „A pákászság erősen hitt idő-jósló tulajdonságában s esküt tett reá, hogy az ézengést 24 órával előbb megérzi, felszáll a vízben, fickándozik benne és fel is *zavarja iszapját*;...”. Herman Ottó is említést tett a hal ezen képességéről: *„Némelyek időjósulás céljából hosszúkás üvegben higany helyett szokták őket őrizni...”* A légnyomásváltozást, a közelgő vihart megérezve sokkal élénkebben mozgott, gyakorta feljőve a víz felszínére. Vélhetően az úszóhólyagjában és a tápcsatornában lévő gázok mennyiségének változásával függhet össze. Az úszóhólyagját csontburok veszi közre, a hólyag szabad vége közvetlenül a bőrhöz simul. A légnyomásbeli változások ezért könnyen befolyásolják, így már a néhány tized higanymilliméteres különbségeket is érzékelhet.

A rétcsík fogása, felhasználása hosszú évszázadokon keresztül a magyar néphagyomány részét képezte. Napjainkban az egykori láp- és mocsárvilág már a múltté, de a rétcsík nem tűnt el a faunánkból. Alkalmazkodó képessége alapján élőhelyet talál a holtágakban, csatornáknak, ártéri területeken és számos más víztérben. Mégis ritkulófélben lévő halunk, amely hazánkban törvényesen védett faj, idestova már fél évszázada. A fentiek alapján talán érthető, hogy miért szavaztak sokan erre a különleges, a magyarság egyik ősfoglalkozásához szorosan kötődő fajra, és lett 2024-ben az Év hala!

JUHÁSZ LAJOS

Nyitóképünk: Kifejlett rétcsík (Fotó: Kordas Sándor)



TERMÉSVIZSGÁLAT

Hány mag van a süntök termésében?

Első megközelítésben négy, minden szakirodalom is ezt írja. Azonban már az elővizsgálatok során kiderült, hogy előfordulnak egy-, kettő-, három-, öt-, hatmagvú termések is. Mi a szerepe ennek az egyéves, lágy-szárú lián süntök alkalmazkodásában?

A süntök (*Echinocystis lobata*) őshazája Észak-Amerika északkeleti és középső része, ahonnan behurcolták a kontinens nyugati részére. Európában átalakító (transzformer) inváziós növény. Magyarországon eleinte sporadikusan, a hegyvidékeken a patakok mentén, az Alföldön a nagy folyók hullámterén terjedt. Első ismert előfordulása 1904-re datálható. A süntök a tökfélék családjába tartozó, magas vízigényű növény. Életformája nyárutói egyéves, életideje a vege-

tációs időszakban körülbelül százhusz nap. Virágai egyivarúak, egylaki. Növényünk epigeikus csírázású, igen nagy méretű sziklevelei a talajfelszín fölött helyezkednek el, és ezek táplálják a csíranövényt, amíg az kapaszkodót nem talál.

A kifejlett egyednél feltételezhetően egy adott termést hordozó szárcsomóhoz érkező tápanyagmennyiségből „gazdálkodik” a növény. Ha több a magkezdemény a fejlődő termésben, mint amennyinek a kifejlődését a



rendelkezésre álló források biztosítják, ezek közül valamennyi abortál (elhal), így a megmaradt magkezdeményekből kellő méretűre meg tudnak nőni a magvak.

Szórásszámok

Egy növényegyed adott össztömegű magot tud teremni. Ha kicsi a magvak tömege, nagyobb távolságra tud szóródni a mag. Ha nagy a magvak tömege, több a tartalék tápanyag, a sziklevek jobban tudják táplálni a csíranövényt, de kisebb a diszperzió távolsága.

Jelen munkámban süntök (*Echinocystis lobata*) terméseknél vizsgáltam a termés mérete, a termésenkénti ép és abortált magok száma, valamint az ép magok mérete és száma közötti összefüggéseket nagy méretű mintán.

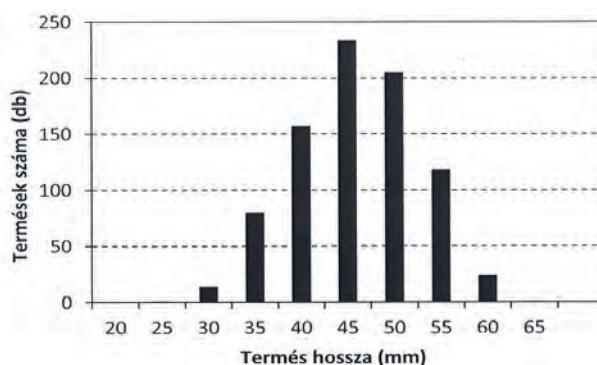
A süntök magja a tavaszi áradás levonulása után, májusban csírázik, a növény életideje rendszerint októberig tart. A virágzás relatíve késői életszakaszban, július és szeptember között zajlik. Amikor a termés kiszárad, a magvak kihullanak, vagy csak egyszerűen az anyanövény köré, vagy az árvíz messzebbre sodorja őket.

Jelen vizsgálathoz a süntök terméseket 2007 szeptemberében és októberében gyűjtöttem, Szentes melletti Tisza hullámtéréről (Csongrád vármegye, Alsó-Tisza-vidék). A területet évente kétszer árasztja el a Tisza. A gyűjtés kizárólag zárt termésekre szorítkozott, melyekből még nem pereghetett ki egyetlen mag sem. Egy egyedről több termést is gyűjtöttem, de a gyűjtésnek különösebb stratégiája nem volt. A termés- és magmorfológiai méréseket a gyűjtést követő

egy hónapon belül végeztem. Az abortált magoknál csak a fehér maghéj volt észlelhető (ezek tömegét nem mértem), míg az éretlen magoknak volt sziklevel-kezdeménye, de maghéja még nem volt bebaráncosult. Az ilyen termések adatait kizártam az elemzésből. Mindösszesen 834 termés és az ezekből származó 2952 darab ép és 217 darab abortált mag képezte vizsgálatom tárgyát.

Tüskék és méretek

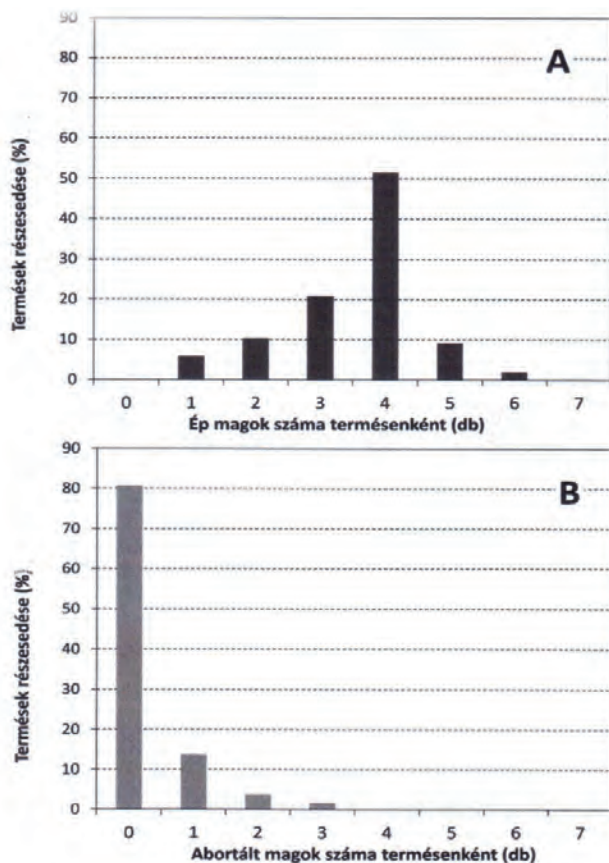
A termések hosszúságát – tüskék nélkül – tolmérővel mértem 0,1 mm-es pontossággal. Minden ép mag tömegét megmértem analitikai mérleggel, 0,1 mg pontossággal. A mérésekből kialakított adatbázis tartalmazza a termés sorsszámát, a termés hosszát (mm), az ép



1. ábra. A vizsgált 834 süntök (*Echinocystis lobata*) termés megoszlása hosszúság szerint

magok számát (termésenként), az abortálódott magok számát (termésenként), valamint az ép magok tömegét (mg). Mivel a változók nem normál eloszlásúak voltak, a közöttük lévő páros összefüggések vizsgálatára Spearman-féle rangkorrelációt használtam. Ezt a koefficiens (r_s) speciális módon számoljuk, értéke +1 és -1 között változhat. +1 jelenti a teljes pozitív összefüggést (minél nagyobb x, annál nagyobb y), -1 a teljes negatív összefüggést (minél nagyobb x, annál kisebb y), 0 pedig azt, hogy nincs kapcsolat a két változó között. A p a szignifikancia szintet jelöli, vagyis megmutatja, hogy egy vizsgálat eredménye matematikailag elfogadható-e. Amikor egy eredmény statisztikailag szignifikáns, akkor ez alatt azt értjük, hogy az eredmény bekövetkezése nem valószínű, hogy véletlen vagy véletlenszerű fluktuáció következménye lenne.

A termések átlagos hossza $43,5 \pm 6,6$ mm volt, a legalacsonyabb érték 21,6 mm-nek, míg a legmagasabb 60,8 mm-nek adódott. A legtöbb termés a 35-50 mm mérettartományba esett, a termések hosszának eloszlása balra ferde. Termésenként $3,54 \pm 1,06$ volt az ép magok száma (2. A ábra). Csupán egyetlen termés

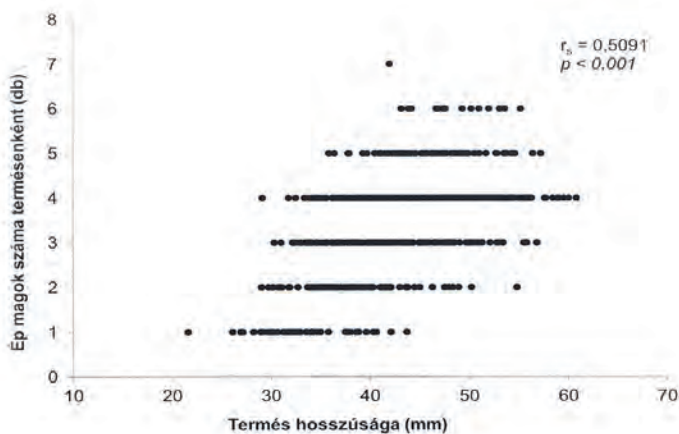


2. ábra. A vizsgált 834 süntök termés megoszlása az ép (A) és az abortált (B) magok száma szerint (%).

érlelt hét magot. A termések 80,8%-ában nem találtam abortált magot, míg 13,8%-ában egy, 3,7%-ában kettő, 1,7%-ában pedig három abortált mag volt. (2. B ábra).

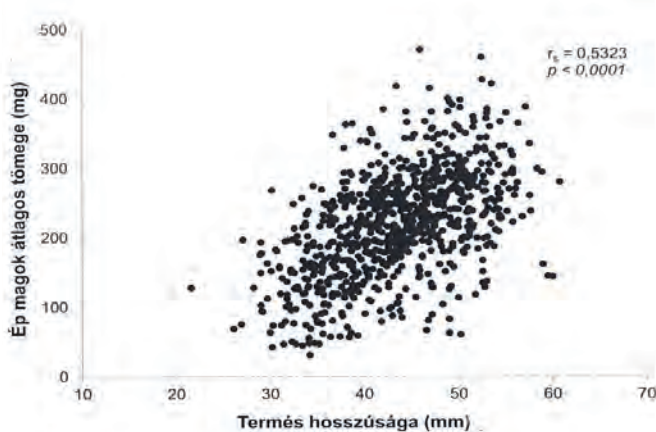
A nagyobb méretű termésekben jelentősen nagyobb volt az ép magvak száma, mint a kisebb méretűekben (3. ábra). A termés hossza és benne az ép magvak száma között szignifikáns pozitív korreláció mutatkozott ($r_s = 0,5091$, $p < 0,001$).

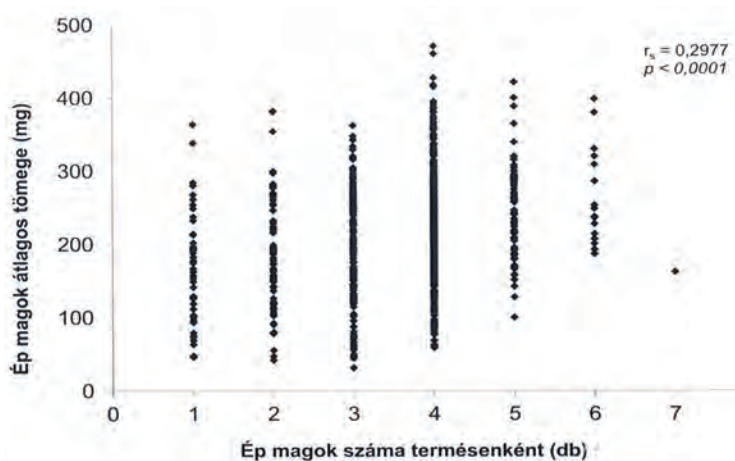
3. ábra. Összefüggés a termés hosszúsága (mm) és az ép magok termésenkénti száma között (db) ($n=834$)



Az ép magok átlagosan $220,1 \pm 75,2$ mg tömegűek voltak. A nagyobb méretű termésekben az ép magok átlagos tömege magasabb volt, mint a kisebb méretűekben (4. ábra, $r_s = 0,5323$, $p < 0,0001$). Ugyancsak pozitív összefüggés jelentkezett a termésenkénti magszám és az ép magvak átlagos tömege között (5. ábra, $r_s = 0,2977$, $p < 0,0001$). A vizsgált mintában 180 termés tartalmazott abortált magokat. A termés méretének növekedésével csökkent az abortált magok száma.

4. ábra. Összefüggés a termés hossza (mm) és az ép magok termésenkénti átlagos tömege (mg) között ($n=834$)





5. ábra. Összefüggés az ép magok termésenkénti száma (db) és az ép magok termésenkénti átlagos tömege (mg) között a süntöknél ($n=834$).

Hasonlóan, szignifikáns negatív korreláció jelentkezett a termésenkénti ép és abortált magok száma között ($r_s = -0,5216$, $p < 0,0001$), tehát a több ép magot tartalmazó termésekben kevesebb abortált magot találunk.

Eredményeim alapján nem teljesül, hogy a termések mindegyike vagy akár túlnyomó többsége négy magvú lenne. Az általam vizsgált jelentős méretű mintában (termések száma $n=834$), a termések felében (51,6%)

volt négy kifejlett mag, míg a másik felében a termések egy-hat magvúak voltak, csupán egyetlen termés érlelt hét magot. Egy több országot és számos élőhelyet felölelő friss vizsgálatban a süntök termései Közép- és Kelet-Európában átlagosan 4,43-4,50 magot tartalmaztak, élőhelytől függően számottevő varianciát mutatva. Ugyanebben a tanulmányban a termés átlagos hossza 40,2-51,6 mm volt az élőhelytől és a termés növényzetben elfoglalt magasságától függően.

Erős pozitív korrelációt találtam a termés hossza és a termésben az érett magok száma, valamint az átlagos magtömeg között. Ez arra utal, hogy a növényen a forrásokkal jobban ellátott szárcsomókon nagyobb méretű, s egyben több és nagyobb magokat nevelő termések fejlődnek. A termés hossza és benne az abortált magok száma közötti szignifikáns negatív korreláció pedig azt jelzi, hogy a jobban ellátott termések nagyobb sikerrel érlelik be a magokat, közülük kevesebb abortálódik.

Növényi stratégia

Mivel a süntök egyéves növény, különösen fontos, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű magot teremjen, hiszen ez a térbeli és időbeli terjedés egyetlen eszköze. A termések méretére, a termésenként fejlődésnek induló magok számára, valamint a ténylegesen kifejlett magok számára és méretére jelentős hatással lehet az adott szárcsomóhoz érkező tápanyagmennyiség. A termések nem egyforma méretűek. Ha sok tápanyag érkezik a náduszhhoz, valószínűleg nagyobb lesz a termés, és benne több mag érlelődik; ha kevés tápanyag érkezik, pár mag abortálódik, de a megmaradt magvak megfelelő méretűre meg tudnak nőni, következésképpen elegendő fejlettségűek lesznek a magokból kihajtó csíranövények, bármilyen méretű termésből származzanak is.

A növény termésében a rendelkezésre álló korlátozott mennyiségű forrásokat kell megosztani: a magok számának növelése a magok méretének rovására következhet be. Elképzelhető, hogy a süntök lián életformájának szerepe van abban, hogy a mag mérete nem csökkenhet egy bizonyos érték alá.

A további kutatásokat illetően három kérdés merül fel: tényleg nagyobb-e a sziklevele a nagyobb tömegű magból csírázó csíranövénynek? Tényleg tovább lebeg-e a vízen a kisebb tömegű termés? A nagyobb tömegű magból kicsírázó növény nagyobb termést és magot terem? Ezeket a kérdéseket egy következő kísérlet sorozat részeként lehetne megvizsgálni.

BÖSZÖRMÉNYI ANIKÓ





VÁLOGAT, MINT TYÚK A KENDERMAGBAN

Baromfi-tanulságok

A nyugdíjas évek közeledtével tettünk szert egy birtoknak nevezett, fele erdő, fele rét területre. Életünk olyan színterére, ahol a kutyúk világában cseperedő unokáink találkozhatnak a természet szépséges rejtelmével, nagyszüleik pedig újraélhetik egykoron volt falusi életük néhány élményét. A póni, a kecskék, a rackák, a galambok mellett tyúkok, kakasok, és persze csibék is részesei birtokos mindennapjainknak. A jelen írásban olyan tanulságokat válogattam csokorba és adom át érdeklődő olvasóimnak, amelyeket a baromfiaink életét figyelve ismertünk meg.

Nyaranta éveken át egy-egy hetet töltöttünk 10-14 éves unokáinkkal Mátrafüreden az MTA üdülőjének Malomfogadó nevű részlegében, mélyen bent az erdőben. Nagyszerű hely, ahol kutyával is megszállhatnak a vendégek, és persze naposcsibékkel is. Hogy miért vittünk magunkkal néhány kis pelyhes jószágot? Mi másért, mint hogy kézbe véve érezzük pihetollas puhaságukat, hallgassuk csipogó beszédüket, figyeljük életüket, ahogy esznek, isznak, és telt beggyel elnyúlnak az infralámpa sugarai alatt (**1. ábra**).

1. ábra. Csibék. A, Egy rekeszben, infralámpa alatt pihennek.
B, Emma csibével. C, Batyu kutya a csibék barátja.

Csipogó csibe a pulcsi alatt

Esténként, amikor körbeültünk egy asztalt, hogy nagy kártyacsatákat vívjunk (lórums, és zsírt bele), unokáink egy-egy csibét pulcsijuk alá tettek. Csodálatos volt fülelni, ahogy hálásan csipogva köszönték a pulcsi alatti melegséget. Bizony, olykor megfeledkeztünk a kártyacsaták hevületéről, és hosszú percekig csak a csibékre figyeltünk. Az is lenyűgözött bennünket, ahogy Batyu kutya barátkozott a csibékkal, és őrizte őket.

A nyaralások végén a csibéket kivittük a birtokra, ahol aztán felcseperedhettek. Igaz, néhány a ragadozó madarak, vagy a kóbor házi macskák áldozata lett, ám



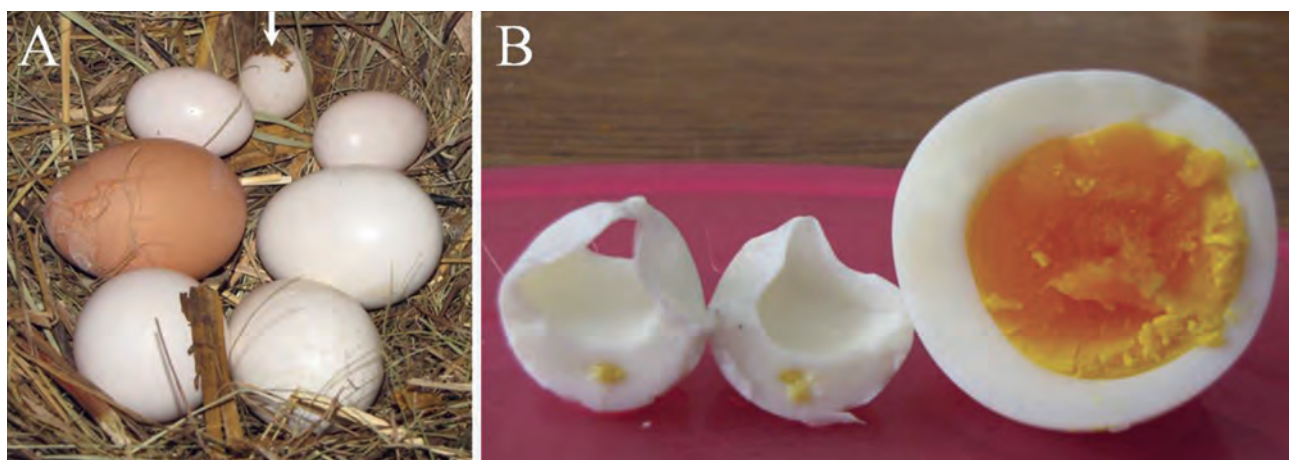


2. ábra. Csirkék a birtokon. A, Pillantás a birtokra. B, A tyúkól bejáratát síkháló zárja el a lótól, kecskéktől, rackáktól. A csirkebejáratot nyíl jelölte. C, Vályú kukoricával, búzával, napraforgóval. D, A ponyvasátor rudazatán éjszakázó csirkék. E, Rózsika kakasunk szép nagy sarkantyúkat növesztett.

pótoltuk a veszteséget. A csirkéink szállása egy tyúkólnak kinevezett ponyvasátor, amely rudazatán töltik éjszakáikat (2. ábra). Az ólban kis vályúban különféle finomságok, az itatóban víz várja őket, és persze fészkek, ahová tojásaikat tojhatják, a kotlók kikelthetik csibéiket. Napközben pedig kedvükre kapirgálhatnak a réten, az erdőben. Szárnyas jószágaink jótartásukat finom tojásokkal, és hússal hálálják meg.

Érdekes követni csirkéink fejlődését, várni a napot, amikor a tyúkká serdült jércék tojni, a kakasok kukorékolni kezdenek. Az első kakasunk Rózsika volt (2. ábra). Lévéen rózsástarajú úgy tűnt, hogy ő is jérce, és taraja után a Rózsika nevet kapta. Ám alaposan meglepett bennünket, amikor harsány kukorékolásba kezdett.

3. ábra. Jércetojás. A, Mini jércetojás (J), két galamb-, és négy tyúktojás. B, A megfőzött és kettévágott jércetojás, valamint egy „igazi” tyúktojás egyik fele.



Bár szép nagy kakassá fejlődött, és óriás sarkantyúkat növesztett, nevét nem változtattuk meg. Évekig egyetlen kakasunk volt, mígnem kiderült, hogy jószerivel csírátlan: tyúkjaink tojásainknak csak töredékében fejlődött csibe.

Jércetojás

Tudvalevő, hogy a tyúkok első tojásai kisebbek a megsokottnál, ún. jércetojások. Meglepődtünk, amikor a tojások között egy aprócskát fedeztünk fel (3. ábra). Először azt gondoltuk, hogy egy galambtojással van dolgunk. A lehetőséget tisztázandó „kölcson vettünk” két galambtojást, ám a kis tojás azoknál is kisebb volt. Nyilván valamelyik tyúkunk élete első tojásával, egy jércetojással volt dolgunk. A kicsinyke tojás mindössze 3,5 cm-es és 5,8 grammos volt. (Egy rendes tyúktojás 50-70, egy galambtojás 20-25, a jércetojás általában 25-35 grammos.) Azt gondoltuk, hogy az aprócska tojás talán a Guinness világrekordok könyvébe is bekerülhet. Csalatkoztunk, mert amint az internetről megtudtuk, a világrekorder jércetojás mindössze 2,1 cm-esre sikeredett, és csak 3,3 grammot nyomott. A pici tojást megfőztük, kettévágtuk,



4. ábra. A margarinos baleset. A, Mogyi kotlik. Előtte kis üvegben víz, egy edénykében búza és margarin. B, A tojások lámpázása érdekes foglalatosság. C, Közép fakopáncs sütőmargarint falatozik. D, Aprócska pórusok a tojáshéjon.

és lefényképeztük (3. ábra). Alig volt sárgája, és a fehérje része sem töltötte ki a vékonyka héjjal burkolt teret. Aligha fejlődött volna belőle mini csibe.

Sütőmargarin

Megörültünk, amikor 2020 nyarán Mogyi tyúkunk elsőként elkotlott. Megváltozott a hangja, viselkedése, hasa alján kihullottak a tollak (ún. költőfoltja képződött). Kellemes fészket készítettünk neki, tettünk alá 13 tojást, elláttuk enni- és innivalóval (4. ábra). (A babona szerint csak páratlan számú tojást illik tenni a kotló alá.) Vártuk a csodát, hogy szép csibéink fejlődjenek. Kérdeztük unokáim: mi minden történik egy tojásban 21 nap alatt? Milyen történések és masinériák biztosítják, hogy a csibék minden szerve a helyére kerül, a megfelelő méretben és színben? Izgatottan lámpáztuk a tojásokat, és nyugtáztuk: minden rendben, a csibék szépen fejlődnek. Igen ám, de kotlás közben Mogyi csont-bórré soványodott. Hogy jobbitsunk kondícióján sütőmargarinnal kedveskedtünk neki, amit örömmel fogadott, és fogyasztott el.

Hogy honnan jött a margarinnal etetés ötlete? Nos, telente a leskunyhó ablaka elé „terített asztallal” várjuk az ég madarait. Az „asztalon” van etető-automatákba töltött napraforgó, madárkalács-gömböcskék, sertésháj-lebenyek, csipesz-füzéren függő fél diók, valamint sütőmargarin is (2 ábra). Ez utóbbi csemegét úgy „tálaljuk”, hogy egy rönkbe lyukakat fúrtunk, és azokba tömjük a sütőmargarint, amiből aztán cinkék, csuszkák, és harkályok lakmároznak (4. ábra). És persze kapnak belőle a tyúkjaink is, akik, miközben feltöltjük a lyukakat, sorban állnak a margarin falatoért. Köztük Mogyi is.

A kotlás 21. napján izgatottan mentünk a birtokra, és reménykedtünk: frissen kelt naposcsibék fognak várni ránk, és talán láthatunk kikelőben levő, még meg sem szikkadt tollúakat is. Szomorúak, csalódottak voltunk, mert egyetlen csibe sem kelt. Sőt, még másnapra sem. Gyanakodtunk, hogy valami baj történt. Miután néhány tojást feltörtünk kiderült, hogy a csibék belefutottak a tojásba. Azért, mert miközben Mogyi a tojásokat forgatta, a csőrén maradt margarint rákente a tojások héjára, ahol aztán a megolvadt margarin eldugaszolta a pórusokat, a csibék pedig levegő hiányában elpusztultak. Lehet, hogy van igazsága a közmondásnak: a pokolba vezető út is jó szándékkal van kiköveve. Mi pedig megtanultuk: kotlónak tilos a margarin!

Jérce- és a kakascsibék szétválogatása

Mogyit vigasztalando kimentünk a piacra, és vettünk 13 naposcsibét. Egyből elfogadta, és gondos anyaként nevelte fel őket. Meglepetésünkre a 13 csibéből 11 kakas lett. Ugye milyen szokatlan arány? Lehet, hogy véletlenül főleg kakasokat választottunk a sok száz csibéből? Vagy talán az eladók nemük szerint - csaknem tökéletesen - szétválogatták a csibéket, és mi a kakasos dobozból választottunk? Nem, mondták régi ismerősként, ők nem tudják megkülönböztetni a nő- és a hímnemű naposcsibéket. Itt érdemes egy kicsit tekinteni a problémakörre.

A tojástermelő tyúkok tenyésztőinek régi problémája, hogy a jércék mellett ugyanannyi kakas is kel a tojásokból. Igen ám, de eme kakasokra nincs szükség. Lassan növekszenek, és csaknem három hónap alatt

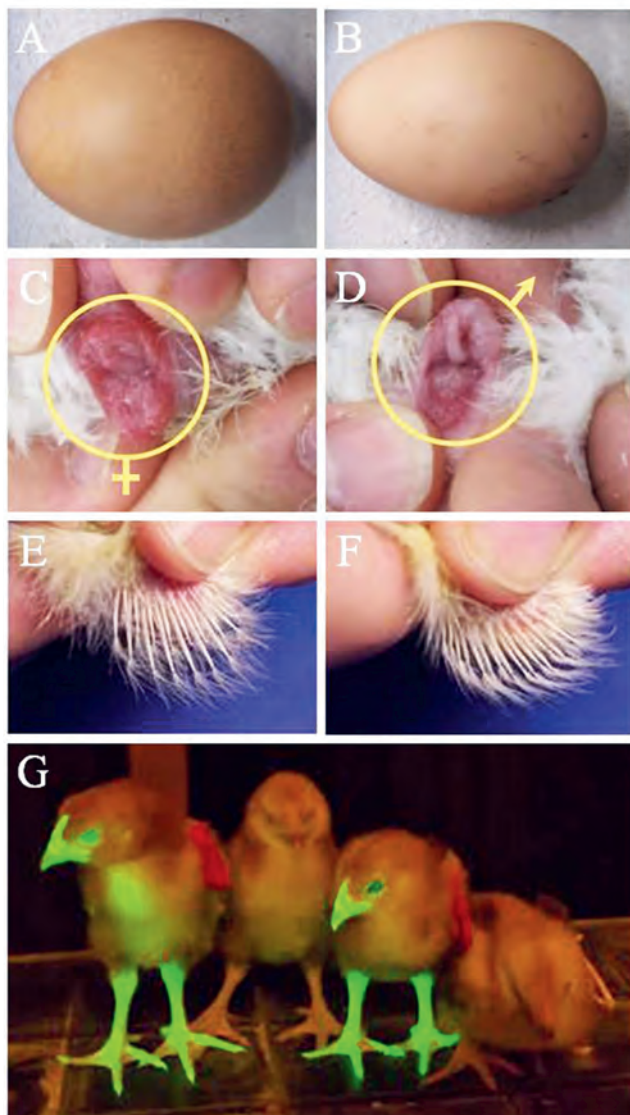
1. táblázat. A tojás- és a hústermelésért tenyésztett csirkefajták jellemzői

Csirketípus	Tyúkok	Kakasok			
	Éves tojáshozam	Vágósúly (kg)	Hetek a vágósúly eléréséig	Elfogyasztott tápanyag (kg)	A képződő CO ₂ mennyisége (kg/1 kg hús)
Tojástermelő	300	1,2	11,5	3,3	11,5
Hústermelő	240	2,4	7	4,5	6,1

érik el a bő kilós vágósúlyt, miközben a hústermelő fajták hét hét alatt 2,4 kg-osra gyarapodnak (**1. táblázat**). Mi legyen a világszerte évente kikelő és megsemmisítendő mintegy hétmilliárd kakas naposcsibével? Az lenne ideális, ha csak jércék kelnének ki a tojásokból.

Régebben azt gondolták (néhányan még ma is), hogy a jércék az elülső végükön gömbölyded, kakasok pedig a csúcsos végű tojásokból kelnek (**5. ábra**). Vagyis, ha csak az előző típusú tojásokat keltetnék ki, csupa jérce kelne. A valóságban azonban mindkét típusú tojásból fele-fele arányban kelnek jércék és kakasok. Ami érthető, hisz' a leendő csibe neme már akkor eldőlt, amikor

5. ábra. Különbségek nő- és hímnemű naposcsibék között. A és B, gömbölyded és csúcsosodó végű tojás. C, A jérce kloakájában nincs páرزószemölcs. D, A kakas kloakájában páرزószemölcs fejlődik. E, A jérce csibék szárnysegélyében a tollak különböző hosszúságúak. F, A kakas naposcsibék szárnysegélyében a tollak azonos hosszúságúak. G, Kék fényvel megvilágítva a hímnemű csibék zölden fluoreszkálnak. Azért, mert édesanyjuktól olyan Z ivari kromoszómát örököltek, melynek része egy olyan transzgén, amely terméke kék fényben zölden fluoreszkál.



FOGALOMTÁR

Genetikai mozaik: olyan élőlény, amely testét eltérő genotípusú sejtek alkotják.

Génszerkesztés: olyan molekuláris biológia módszer, amellyel célzott változtatás típusok valósíthatók meg az élőlények DNS-ében.

Ivari (nemi) kromoszóma: a kromoszómák azon típusa, amelyben a nő- és a hímnemű egyedek különböznek. Emlősökben a nők az XX, a férfiak XY, ám pl. a madarakban a nőneműek ZW, a hímneműek ZZ ivari kromoszómát hordoznak. A nemet közvetlenül meghatározó gén az Y, illetve a W kromoszóma része.

Kiméra: olyan élőlény, amely testét alkotó sejtek különféle forrásokból erednek.

PCR (polimeráz láncreakció): olyan molekuláris biológiai módszer, amellyel nyomnyi mennyiségű DNS bármely rövid szakasza tetszőleges mennyiségben sokszorosítható, vizsgálható.

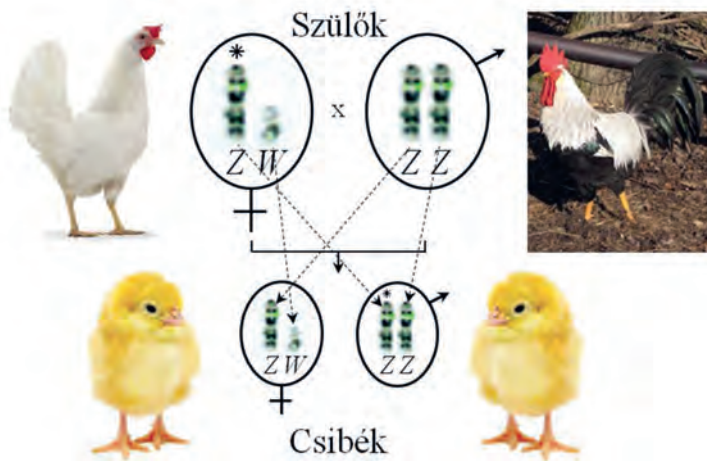
Tesla (T): a mágneses indukció (mágneses fluxussűrűség) mértékegysége.

Transzgén: olyan, ember által készített gén, amely valamely faj valamely kromoszómájába ékelődve öröklődik sejtől sejt, generációról generációra.

édesanyja a majdani tojásaiba „elhelyezi” ivarsejtjei tojások egyik felébe W, a másikba Z ivari kromoszómát hordozó ivarsejt kerül (**6. ábra**). Minthogy a spermák mindegyike Z ivari kromoszómát hordoz érthető, hogy a csibék egyik fele nő- (Z és W ivari kromoszómával), a másik fele hímnemű (ZZ). A tojás alakja csak folyamat végén, a tojáshéj képződése során dől el, attól függ, hogy milyen feszes az uterusz fala (**7. ábra**).

Hogy lehet naposcsibe korukban különbséget tenni a jércék és a kakasok között? A csirketenyésztők általában két megoldást alkalmaznak. A kakasok kloakájának alsó végében aprócska páرزószemölcs fejlődik, ami a jércéből hiányzik (**5. ábra**). Különbség van a jércék és a kakasok szárnytollazatában is (**5. ábra**). A bökkenő az, hogy a két jellegzetes eltérés alapján nem egyszerű elkülöníteni az 1-2 napos jércéket és kakasokat. A technikák betanulásához, gyors alkalmazásához évek szükségesek. 2023-tól adott egy további elvi lehetőség. Dél-koreai kutatók egy Z kromoszómába olyan transzgént illesztettek, amely gén terméke kék fényvel megvilágítva zölden fluoreszkál [1]. Ha az ilyen Z kromoszóma az anyáktól ered, csak a kakascsibék „világítanak”, és kényelmesen kiválogatatók (**5. és 6. ábra**). A technológia kidolgozói szerint a zölden világító hímek akár már kikelés előtt is felismerhetők.

Az elmúlt néhány évben három új technikát vezettek be és már alkalmaznak is a nő- és a hímnemű csibék szelektálására. Olyanokat, amelyekkel már a tojásban különbség tehető a jércék és a kakasok között



6. ábra. Ivari kromoszómák és nemek. A tyúkoknak egy Z és egy W, a kakasoknak két Z ivari kromoszómájuk van. A *-al jelölt Z* kromoszóma génszerkesztett. Ha a Z* kromoszómát az anya hordozza, úgy az csak a kakas utódokba kerül, akik pedig a * tartalmától függően felismerhetők (pl. kék fényben zölden fluoreszkálnak), vagy embriókorukban elpusztulnak.

[2]. (A technikák olyannyira beváltak, hogy Francia- és Németországban 2022 óta tilos a kakascibék megsemmisítése.)

(i) Tesztoszteron jelenléte alapján. 2018-óta léteznek olyan berendezések, amelyekben a keltetés kilencedik napján egy lézersugár 0,3 mm-es lyukat üt a tojásban. A lyukon vékony tű hatol a tojás belsejébe, és gyűjt mintát. Miközben az egyik automata lezárja a lyukat, egy másik megvizsgálja a minta tesztoszteron tartalmát. Ha az magas, a tojásban kakas fejlődik, és befejezik keltetését. Csak azon tojások keltetését folytatják, amelyekben jércék fejlődnek. A berendezés óránként háromezer tojás vizsgálatára alkalmas, pontossága 98%-os.

(ii) A W kromoszóma alapján. A fenti módon gyűjtött mintából DNS-t izolálnak, amelyet egy PCR készülék megvizsgál: van a mintában W kromoszóma DNS, vagy nincs (6. ábra)? Ha van, az embrió nőnemű, és folytatják a tojás keltetését, ha nincs, a tojásban kakas fejlődik, és nem keltetik tovább. A folyamat időigénye másfél óra, hatékonysága jórészt 100%.

(iii) 2022-ben adták hírül francia kutatók, hogy olyan automata berendezést készítettek, amely mágneses rezonancia alapján határozza meg csibe embriók nemét [3]. Úgy, hogy a 12-13 napja keltett tojásokat 5-12 Tesla erősségű mágneses térbe teszik. Az erős mágneses tér hatására képződő sugárzást felhasználva a berendezés képet alkot, és mintegy bepillant az embriók belsejébe. A látottak alapján aztán meghatározza az embriók nemét, és dönt azok további sorsáról. Az automata berendezés kapacitása impozáns, naponta negyedmillió tojás. Vannak további elvi megoldások is.

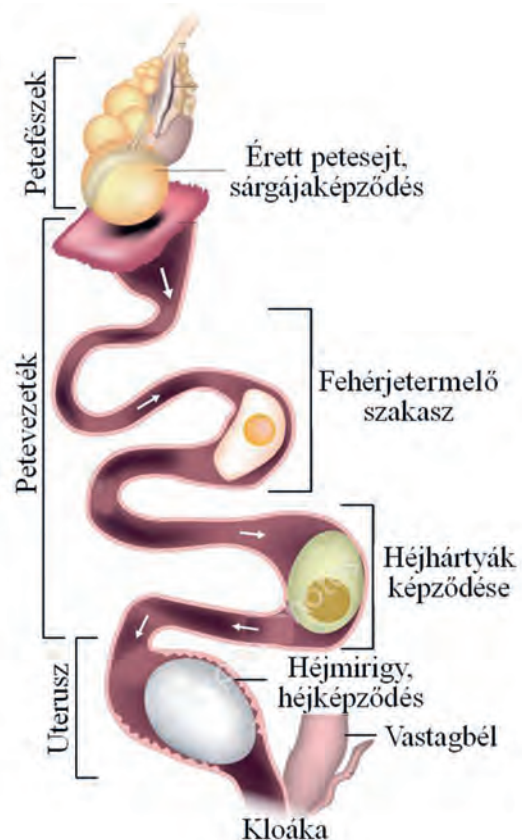
Pl. 2022-ben javasolták kínai kutatók azt, amely szaguk alapján határozza meg a tojásokban fejlődő embriók nemét [4].

A tökéletes megoldás az lenne, ha a hímnemű (ZZ ivari kromoszómájú) embriók nem is indulnának fejlődésnek. 2022 óta erre is van lehetőség. Izraeli és amerikai kutatók együttműködéséből született a következő technológia. Yuval Cinnamon és munkatársai a génszerkesztés módszerével olyan Z* ivari kromoszómát szerkesztettek, amely egyik génje erős kék fényvel bekapcsolható [5]. (Immáron bő tíz éve használatosak az olyan megoldások, amelyekben fényvel lehet géneket be-, illetve kikapcsolni [6].) A gén bekapcsolása nyomán olyan fehérje képződik, amely elpusztítja a Z* kromoszómát hordozó embriókat. Ha a Z* kromoszóma anyai eredetű, a Z*Z kromoszómát hordozó hímnemű embriók elpusztulnak, miközben a ZW ivari kromoszómájú nőneműek életben maradnak, fejlődnek (6. ábra). Lényegében tehát a Z*W kromoszómájú tyúkoktól és a ZZ hímeiktől származó tojásokat inkubátorokba helyezik, kék fényvel megvilágítják, ami nyomán a Z*Z hímneműek elpusztulnak, miközben a ZW nőneműek életben maradnak, és csak ők kelnek ki. Vagyis megvalósult a csirketenyésztők régi vágya. Íme egy példa arra, hogy milyen csodákra képes a génszerkesztés-technológia.

Huszonegy nap

Tavaly kora ősszel elkotlott Bori, egyik kedves tyúkunk. Azokban a napokban nem voltak termékeny tojásaink amelyeket alá tehattünk volna, és — a szezon végéhez

7. ábra. A tojásképződés sematikus ábrázolása



közeledve — napos csibéket sem árultak a piacon. Viszont ígérték, hogy egy hét múlva lesznek csibéik. A helyzet adta az alkalmat, és megfogalmaztunk egy kérdést: szükséges egy kotlónak 21 napot tojásokat melengetnie ahhoz, hogy aztán gondos anyja legyen csibéinek? A kérdést megválaszolando, Bori alá műanyag tojásokat tettünk, hogy azt higgye, minden rendben. A műanyag tojásokat aztán egy hét múltán piaci naposcsibékre cseréltünk. (A cserére, nehogy a turpiság kiderüljön, sötétetés után kerítettünk sort.) Nos, a kotló a csibék csipogását hallva „beszédbe elegyedett” fogadott gyermekeivel, és másnap hajnalban már éppen úgy istápolta őket, mint az olyan kotlók, amelyek csibéiket 21 nap alatt keltették ki. A kísérlet sikerült, és megtudtuk, hogy a kotlónak nem szükséges 21 napot kotlania ahhoz, hogy mintaszerű anya váljon belőle. Azt ugye mondanom sem kell, hogy további kísérleteket tervezünk. Talán 7 napot sem várni, és akár mindössze 2-3 is elég lehet.

Mogyi sarkantyúja

Különös, hogy jérce korában Mogyi tyúkunk egyik lábán kis sarkantyú nőtt, a kakasokra jellemző függelék (8. ábra). Egyetlen más tyúkunk lábán sem láttunk hasonlót. Mogyi nemcsak tojásokat szorgalmasan tojó tyúkunk, de kotló is volt, és nagyszerűen nevelte csibéit (4. ábra). A szakirodalomból kiderül, hogy ugyan vannak olyan baromfi fajták, amelyek tyúkjainak némelyikében képződnek sarkantyúk (mint pl. a Leghornban, amelybe Mogyi is tartozik), ám mindig kettő. Mogyinak viszont csak az egyik lábán nőtt sarkantyú. Úgy véltem, hogy Mogyi egy olyan genetikai mozaik, amely éppen ott hordoz egy hímnemű sejtsoportot testében, ahonnan a sarkantyúja eredt.

Amint fentebb említettük, a tyúkoknak kétféle ivari kromoszómája van: egy Z és egy W, a kakasoknak pedig két Z. A tyúkok tehát ZW-k, a kakasok ZZ-k. Azt gondoltam, hogy ha egy ZW embrió valamely sejtjéből elvész a nőneműséget meghatározó W kromoszóma, a képződő ZO sejt és utódsejtjei hímneműként viselkednek. (Itt O a W ivari kromoszóma hiányt jelöli.) Ha a ZO sejtek a láb azon részén vannak, ahonnan a sarkantyú ered, akkor Mogyi tyúkunk sarkantyúja ZO sejtekből állhat. Bár a ZO kakasok — akik minden sejtje ZO — életképtelenek, egy-egy szerencsés elhelyezkedésű ZO mozaik folttal a ZW/ZO mozaik tyúkok elvileg életben maradhatnak. (És persze a ZZ/ZO mozaik kakasok is.) (Zárójelben: hasonló jelenség sok fajban, köztük az emberben is ismert. Mindenki tudja, hogy ugyanabból a kromoszómából sejtenként kettőt hordozunk, egy anyai, és egy apai eredetűt. Azok az embriók életképtelenek, amelyek minden sejtjéből



8. ábra. Sarkantyúk. A, Mogyi tyúkunk bal lábán kis sarkantyú képződött (♂). B, Tyúk/kakas, ZW/ZZ kiméra. A kiméra baloldala kakas, jobboldala tyúk. A kiméra kakasoldali lábán kis sarkantyú képződött (♂).

hiányzik a két kromoszóma egyike. Ám vannak olyan kromoszómáink, amelyek egyike ha csak a sejtek némelyikéből hiányzik, az ember életképes lehet [7].) Azt, hogy valóban az itt elmondottak miatt képződhetett Mogyi egyik lábán a sarkantyú egy olyan tyúk/kakas (ZW/ZZ) kiméra is jelezheti, amelynek kakasoldalán képződött sarkantyú, a tyúkololdalán nem (8. ábra). Nos, a kérdést megválaszolando leoperáltuk Mogyi sarkantyúját, és a PCR módszerével vizsgáltuk: van benne a W kromoszómára jellemző szekvencia, vagy nincs? Ha van, a sarkantyú nőnemű (ZW) ha nincs, hímnemű (ZO). Kiderült, hogy a sarkantyút ZW sejtek alkotják, vagyis Mogyi sarkantyúja, csakúgy mint viselője, nőnemű. Íme egy példa a hamvába holt ötletekre. Ám jó volt melengetni...

SZABAD JÁNOS

IRODALOM

- [1] Kang KS, et al., Production of chickens with green fluorescent protein-knockin in the Z chromosome and detection of green fluorescent protein-positive chicks in the embryonic stage. *Anim Biosci* 36: 973-979, 2023.
- [2] <https://www.poultryworld.net/specials/poultry-experts-explore-3-alternatives-to-culling/>
- [3] <https://www.poultryworld.net/the-industrymarkets/market-trends-analysis-the-industrymarkets-2/launch-of-mri-based-technology-for-in-ovo-sexing-of-chickens/>
- [4] Xiang XL, et al., Nondestructive characterization gender of chicken eggs by odor using SPME/GC-MS coupled with chemometrics. *Poult Sci* 101: 101619, 2022.
- [5] Yuval Cinnamon et al., <https://www.bbc.com/news/science-environment-63937438>
- [6] Deiters A, Light activation as a method of regulating and studying gene expression. *Curr Opin Chem Biol* 13: 678-686, 2009.
- [7] Szabad János. Genetikai mozaikok. JATEPress, ISBN 978 963 315 407 6, 2019.



HÓDPATKÁNY LÉPTEN-NYOMON

Terjed és urbanizálódik

„A Dunántúl elesett” – jelentették természetvédők nem sokkal ezelőtt az amerikai származású hódpatkány (más néven nutria) agresszív hazai terjeszkedésével kapcsolatban. Magyarországnak elsősorban a nyugati részén található meg a faj, vizes élőhelyek mentén. A Szigetköztől a Duna hazánkban található alsó szakaszáig; az Ipoly mellékén; Zalától Somogy vármegyéig egyaránt él. De már az Alföldet is fenyegeti térhódítása: Szolnoknál is megtalálták legújabban. Egyébként nagyon jól urbanizálódik, például Mosonmagyaróváron és Győrben éppúgy élnek kézhez szoktatott nutriák, mint a tatai tónál. Budapestnél is megtalálható. Terjeszkedésének nem látszik a vége, a szomszédos országokból, elsősorban Szlovákiából, Ausztriából, Szlovéniából, Horvátországból is érkeznek hozzánk folyamatosan egyedek. Minderről s egyebekről Katona Krisztián, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék docense beszél.

Mit lehet tudni ezzel a fajjal kapcsolatban? A legnagyobb termetű rágcsálók közé tartozik, a hímek elérhetik a – farokkal együtt számított – csaknem egyméteres testhosszt, illetve a tíz kilós testtömeget. Eredeti hazája Dél-Amerika szubtrópusi, mérsékelt égövi területei, elsősorban Argentína és Chile. Itt fedezték fel

a spanyol hódítók annak idején, és – miként Amerika őslakói is – prémjét és húsát egyaránt hasznosították. Tőlük kapta a „nutria” elnevezést is, ami spanyolul vidrát jelent, holott a vidrához – a vízi, vízközei életmód kivételével – semmi köze. Európába a XIX. században hozták be, szintén kettős hasznosítása céljából, de be-

vitték Ázsia és Afrika egyes országaiba is. Magyarországon a XX. században kezdték el jelentős mértékű tenyésztését, nagyon komolyan az ötvenes években indult egy tenyésztőprogram vele kapcsolatban. Ekkor nagy központokat hoztak létre, ahonnan a kisebb-nagyobb tenyésztők beszerezhették az állatokat; ugyanott tájékoztatást is kaphattak, hogyan kell a nutriával foglalkozni, és megszervezték a nutriaszörme felvásárlását is. Ez egy darabig működött is, de a hatvanas években a szörmeipar csillaga leáldozott, s így lecsökkent a nutria iránti érdeklődés is. Még egy próbálkozás történt a hódpatkánnyal kapcsolatban, a nyolcvanas-kilencvenes években, de aztán végképp megszűnt a nutria mint prémesállat iránti kereslet. A nutriával foglalkozók ezután vagy megették a feleslegessé vált állataikat, vagy — és ez számított gyakoribbnak — szabadon engedték a különféle vizeink mentén.

Jól akklimatizálódott

Az is előfordult, hogy megszöktek a nutriatelepekről egyedek. Ekkor még nem lehetett tudni, hogy miként akklimatizálódik hazánkban a hódpatkány, de nemsokára kiderült, hogy teleinket nagyon jól bírja — nem csoda, hiszen őshazájában, Dél-Amerikában

is elsősorban a mérsékelt éghajlaton él. Ma, a globális felmelegedés időszakában, amikor teleink a korábbiaknál jóval enyhébbek, tovább javul a „télállósága”. Egyébként a nutriát a nem hozzáértők könnyen összetéveszthetik a hóddal, amelyet nemrég telepítettek vissza Magyarországon, illetve a szintén újvilági eredetű pézsmapocokkal, csak a hód nagyobb, a pézsmapocok pedig kisebb nála. A nutria fontos felismerési bélyege a fehér arcmaszk és a fehér bajuszszálak. A három faj farka is különbözik: a hód farka jellegzetesen felülről lapított, a pézsmapocoké oldalról lapított, a hódpatkányé pedig vastag, hosszú és hengeres. Úszás közben pedig a nutria háta és feje szigetszerűen emelkednek a víz felszíne fölé, míg a hódnak jellemzően csak a feje látszik ki. Az Európában meghonosodott nutriánál a jelek szerint nincs meghatározott szaporodási idő: előfordul az is, hogy a nőstény késő ősszel ellik, és fel is neveli az utódokat.

A természetvédők a 2000-es évek elején figyeltek fel arra, hogy a nutria meghonosodott hazánkban. 2010-ben napvilágot látott egy kormányrendelet, amely szabályozta az őshonos állat- és növényvilágra ökológiai

Prágai városkép, hódpatkányokkal (Bócsi Balázs felvétele)





Irány a víz! (Bócsi Balázs felvétele)

szempontból veszélyt jelentő élőlények, így a nutria tartását, tenyésztését, tehát már semmiképpen nem lehet vele foglalkozni. 2014-től az Európai Unió is harcot indított az idegenhonos, elsősorban az inváziós fajok ellen, 2016 óta listájukon a hódpatkány is szerepel. De ekkor már késő volt: a nutria stabil állományt alkotott hazánkban.

Veszélyt jelent, de miért?

S hogy mi a probléma a hódpatkánnyal, miért jelent veszélyt a hazai vizes élőhelyek állat- és növényvilágára? Mint rágcső, mindenekelőtt növényeket fogyaszt – elsősorban vízi, vízparti őshonos növényeket, amelyeket ha megritkít, helyüket inváziós növények töltik be. És ilyen növényzetletarolás könnyen bekövetkezik, mert a nutria nem egyedül él, hanem családi kötelékben, nyolc-tíz fős kolóniákat alkotva, és ahol jelen van, ott mindinkább szaporodik, akár több száz példány is elfoglalhat egy-egy, számukra megfelelő helyet. Nemcsak a növényzet alakul át a hódpatkány táplálkozásának köszönhetően, hanem az állatvilág is: különböző ízeltlábúak elvesztik az élőhelyüket, egyes madárfajoknak pedig a fészkelését hiúsítja meg: bár a tojásokat nemigen fogyasztja, de a talajra rakott fészkeket a területen való intenzív mozgásával tönkreteszi. Kagyló-, sőt halfogyasztását is megfigyelték a nutriának. Ahol a vízhez közel vannak a kultúrnövényekkel hasznosított területek, ott ezeket a növényeket is nagymértékben fogyasztja. Azt is el kell mondani,

hogy a partfalba ásott üregekben van az otthona, s a gátakat, csatorna- és folyópartokat erőteljesen rongálja. Végül az is elmondható róla, hogy vannak parazitái, betegségei, amelyeket tovább terjeszthet, ezzel is veszélyeztetve az őshonos állatvilágot.

A hódpatkány ellen tehát fel kell venni a harcot. Ennek egyik megoldása az lenne, ha a vadászatra jogosultak fegyverrel vagy csapdázással hatékonyan csökkenthetnék az állományt. Ez azonban nem olyan egyszerű, mint amilyennek hangzik: a nutria jelenleg nem vadászható faj Magyarországon. Ennek paradox módon a vadászok is az okai: ha a hatóság vadászható fajjá „nevezné ki” a hódpatkányt, akkor az általa okozott károkat a területen illetékes vadásztársaságoknak kellene megtéríteni. S a vadászoknak annyira nincs igényük a nutriaelejtésre, mint amennyi összeget várhatóan ki kellene fizetniük a hódpatkány által okozott károkért.

Még várat magára a megoldás

Addig is, amíg országos szintű megoldás nem születik a nutriagyérítésre, a kutatások segítenek a kezeléshez szükséges információk összegyűjtésében. A MATE résztvevője az Egészségbiztonság Nemzeti Laboratórium-projektnek, ahol az Invázióbiológiai Divízióon belül vizsgálják a hódpatkányt is. A kutatók ennek keretében terepi körülmények között is foglalkoznak a nutriával – még határainkon kívül, Szlovákiában is, ahol vadászható a faj, s így könnyebb vele kapcsolatban adatokat gyűjteni. Innen látszik, hogy az egyedek nagyon jó kondícióban vannak, és akár tíz fölötti



Fiatal hódpatkány a Börzsönyben
(Bócsi Balázs felvétele)

embriószáma is lehet egy nősténynek. Természetes ellenségei ugyan vannak a nutriának, de nem elég hatékonyak: nagy metszőfogakkal, erőteljes karmokkal ez az állat nagyon sikeresen tud védekezni, ha arra kerül a sor. Az arany sakál egyedül aligha tudja elejteni a nutriát – vagy ha el is tudná, ő maga is belepusztulhat a kapott sérülésekbe –, legfeljebb ha több arany sakál együttesen támadja meg a hódpatkányt. Egy kóbor kutya – amelynek jelenléte egyébként rendkívül káros a természetben – csak akkor ejtheti el a hódpatkányt, ha nagy termetű egyedről, például német juhász-keverékről van szó. Tehát arra nem számíthatunk, hogy „a természet majd megoldja” a nutriakérdést, mert nem oldja meg. Arra lenne szükség, hogy a vadászokat – akik jelenleg nem nutriaelejtéssel töltik idejüket – pénzügyi támogatással tegyék érdekeltté a hódpatkánygyérítésben, mivel azzal egy szolgáltatást végeznek a lakosságnak. S még valami: semmiképpen nem szabad egyfajta „cuki” állatnak minősíteni a nutriát, azért, mert közelre is bevárja az embert, sőt – ahogyan egyes urbanizált élőhelyeken olykor megtörténik – kézhez is szoktatható lehet. Gyérítése mindenképp szükséges. (Hódpatkánnyal kapcsolatos megfigyeléseket pedig itt lehet megosztani: <https://invazivadak.uni-mate.hu/hu/fajok/nutria>)

FARKAS CSABA

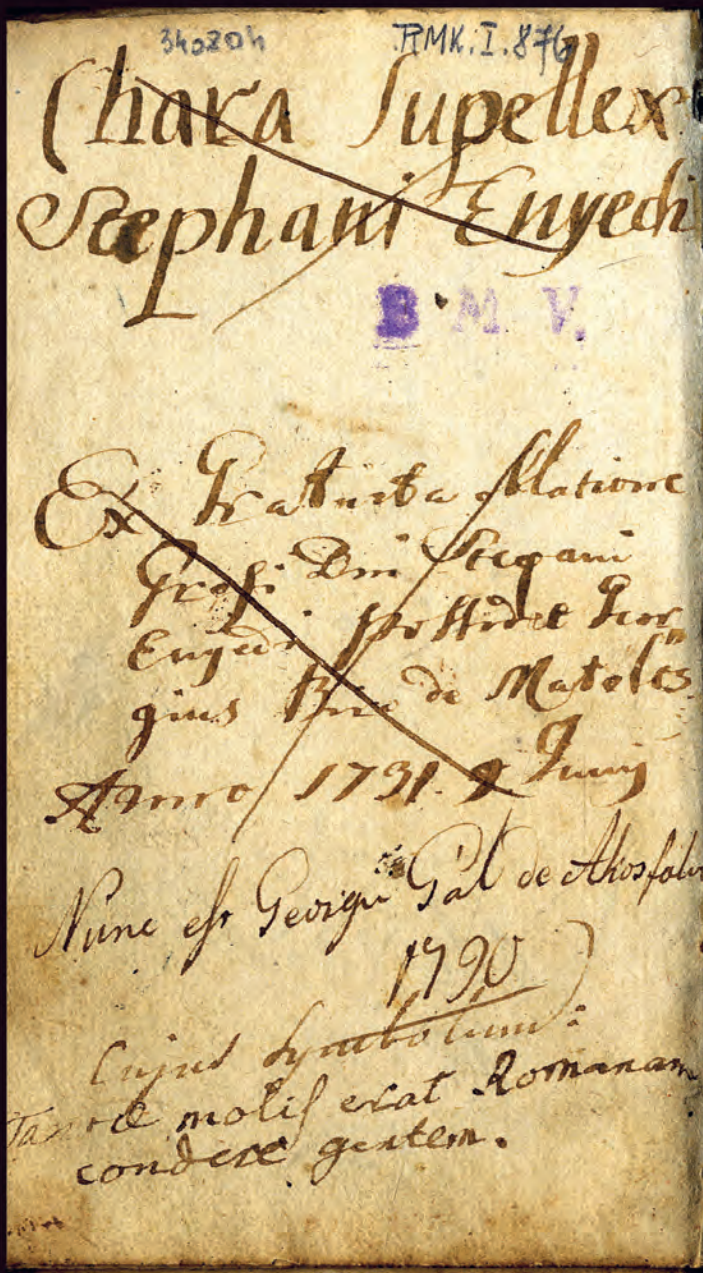
Nyitóképünk: Hódpatkány, azaz nutria – szemtől szemben (Bócsi Balázs felvétele)

E SZÁMUNK SZERZŐI

BÖSZÖRMÉNYI ANIKÓ: ökológus; **FARKAS CSABA:** tudományos újságíró, Szeged; **KISVARGA SZILVIA:** tudományos főmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet; **JUHÁSZ LAJOS:** tanszékvezető egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Magyar Haltani Társaság alelnök; **SZABAD JÁNOS:** egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Biológia Intézet; **SZILÁGYI ZSUZSA:** oktatási, tehetséggondozási szakértő, Brüsszel; **TRUPKA ZOLTÁN:** tudományos újságíró; **VERMES NIKOLETT:** újságíró, Budapest.

KÖVETKEZŐ SZÁMUNKBÓL

ANTAL BORBÁLA: A tudomány hangján
KELIGER DÁNIEL: Minden járvány egyforma?
VARGA JÁNOS: Dán Klára, a számítógép-programozás úttörője



A TUDOMÁNY JÖVŐJE

Öt forgatókönyv

A futuroológusok szerint 2030-ban a világnak nagyobb szüksége lesz a tudósok tanácsaira, mint eddig bármikor. De hogyan alakulhat a tudomány és a társadalom viszonya a következő évtized elejére, milyen viszonyban lesznek a kutatók a szakpolitikai döntéshozatal szereplőivel? Az Európai Unió (EU) kutatásért és innovációért felelős igazgatóságának előrejelzése öt különböző forgatókönyvet vázol fel. E lehetséges jövőképeket ismerteti cikkünk – hazánk idén esedékes EU-elnökségi ciklusára készülve.

A tudományos tanácsadás lényege, hogy a kutatók által létrehozott új tudás a közpolitika alakítóihoz olyan formában jusson el, ami a döntéselőkészítés és a döntéshozatal különféle szintjein dolgozó szakemberek és a politikusok számára lehetővé teszi a tudományos eredmények beépítését a döntéshozatalba. A politikusok

számára a tudomány álláspontja azonban csak egy a sokféle nézőpont közül, s bár nagyon fontos, hogy a kutatók kifejhessék nézeteiket és a tudomány mindenkor legfrissebb, a szakterület művelői által elfogadott álláspontja eljusson a döntéshozókhoz, a tudósok nem tehetők felelőssé a politikusok döntéseiért.

De milyen viszonyrendszerek határozzák majd meg a tudományos tanácsadást 2030 táján? Erre a kérdésre ad több lehetséges választ az Európai Unió *Furute-s4Europe* projektjének keretében kidolgozott, öt változatot bemutató jövőkép, amit *Futures of Science for Policy in Europe* címmel tett közzé 2023 őszén az EU.

A szerzők azt vizsgálták, hogy a tudomány művelésének körülményeit meghatározó tényezők, illetve az állam, a gazdaság és a társadalom viszonyrendszerének lehetséges alakulása milyen scenáriókat valószínűsít a tudományos tanácsadás működés-módjával kapcsolatban. Gondoljunk olyan, az EU kutatási és felsőoktatási programjaiban hangsúlyos tényezőkre, mint a nyílt tudomány elveinek és gyakorlatának népszerűsítése, az adatorientált kutatási projektek térnyerése, a mesterséges intelligencia tudományos használatának ösztönzése, a laikus polgárokat a kutatásokba bevonó közösségi tudomány (*citizen science*) kezdeményezés és hasonlók. Mindezek igen eltérő társadalmi-politikai berendezkedésű országokban valósulnak meg, van, ahol az együttműködési lehetőségek alakításában a piaci folyamatoké a főszerep, máshol az erős központi kormányzat a meghatározó, de jelentős eltérés mutatkozik abban is, hogy a társadalom milyen mértékben vonódik be a döntéshozatali folyamatokba. Mindez erős és igen eltérő hatással lehet arra, hogy miként működhet a tudományos tanácsadás rendszere a jövőben.

„A” forgatókönyv: A társadalmi kihívások által vezérelt és missziókra építő tudományos tanácsadás

Az elmúlt évtizedben kidolgozott és az innovációs képességet leginkább erősítő modellként az EU-ban sikerrel működtetett forgatókönyv az ipar, az állami szabályozás és a civil társadalom szereplőinek a kutatókkal való együttműködésére épít, fő célja, hogy a tudományt és az innovációt mint az égető társadalmi kihívásokra választ adó, a közös célokat előmozdító szereplőként mutassa föl. A modellben a szigorúan vett tudományos kérdésfelvetések helyét a társadalom és a gazdaság szempontjából megfogalmazott, a laikusok számára is érthető missziók vették át, ilyen kiemelt társadalmi cél például a rák legyőzése, a járványok megelőzése, a zöld átmenet előmozdítása vagy a nagyvárosok élhetőbbé tétele. A sokszereplős együttműködés fontosságát pedig olyan újszerű kifejezések gyakori használata jelzi mint az együtt alkotás vagy az együtt tervezés, utalva a tudomány, a gazdaság, a társadalom és végül a

politikai szereplők összehangolt működésére. A tanulmány szerint azonban nem lehet biztosra venni, hogy a ma sikeresnek tekintett modell 2030-ban is ugyanígy funkcionál majd, számolni kell azzal, hogy a körülmények változása az alább vázolt négy scenárió valamelyikét hozza működésbe a tudományos tanácsadás terén.

„B” forgatókönyv: Részvételi tudomány és a tudományos tanácsadás folyamatos ’újratervezése’

Elképzelhető, hogy 2030-ra a közösségi tudomány kezdeményezés olyannyira teret hódít, hogy a laikusok már nem első sorban a tudományos kutatáshoz szükséges adatgyűjtésben működnek közre, hanem meghatározó szerephez jutnak a kutatási témák, sőt a módszerek kijelölésében is. A laikusok a kutatókkal egyenragúként vesznek részt a széles nyilvánosság előtt zajló szakpolitikai vitákban, s lesznek, akik álláspontjuk erőteljes képviselete érdekében a média minden szegmensét bevetik a más véleményen lévők személyes lejáratása és hiteltelennítése érdekében. A széles tömegeket meggyőző narratívákat sikerre vivő influenszerekkel szemben a tudomány képviselői vesztesre állnak, így a „részvételi tudomány” korában a tudományos tanácsadás az új helyzethez való folyamatos alkalmazkodás állapotába kényszerülve veszít jelentőségéből. A tudományos intézményrendszert a társadalom részéről érő kihívás pozitív hozadéka lehet a tudományterületek közötti hagyományos határvonalak átjárhatóságának további erősödése, illetve az emberi tényező szempontjait a kutatás tárgyává tevő humán- és társadalomtudományok jelentőségének növekedése egy javarészt technológiaorientált korban.

„C” forgatókönyv: Adatvezérelt és AI-alapú tudományos tanácsadás

Az új évtized kezdetén az EU-ban a tudományos kutatás már elsősorban a rendelkezésre álló hatalmas mennyiségű adatra alapozva keresi majd a választ a kor kihívásaira. Ezt többek között az EU által létrehozott, a tudomány céljait is szolgáló, megbízható és biztonságos közös uniós felhőalapú adattárolás (*Common European Data Spaces*) teszi lehetővé. Bár a különféle digitális technológiák révén erősödik a tudományterületek közötti együttműködés és egyre több új kutatási eredmény születik a mesterséges intelligenciára építő, vagyis az AI-alapú eszközök használatával kapcsolatos megannyi fontos kérdés

továbbra sincs megnyugtatóan rendezve. Problémát jelenthet az is, hogy az AI térnyerése miatt egyre kevesebb kutató ért magas szinten az adatelemzéshez, ami oda vezet, hogy az AI által generált adatalapú előrejelzéseket tényként kezdik kezelni. Bár a közpolitikai döntéshozatal egyre nagyobb mértékben támaszkodik az AI által készített prognózisokra, az algoritmus potenciális elfogultságából adódó etikai problémák akár a politikai vezetés legitimációs szükségét is eredményezhetik. Továbbra is vitatott kérdés, hogy a tudományos pályázatokat kezelő szervek a bírálati folyamatokban támaszkodhatnak-e az AI-ra, ami csökkentené a működési költségeiket, de etikai aggályokat vetne fel.

Nicolo Tartaglia: La Nova Scientia (könyvborító, 1558)



„D” forgatókönyv: A nyílt tudományra építő tudományos tanácsadás

Amennyiben a Nyílt Tudomány (*Open Science*) kezdeményezés válik a meghatározó tényezővé, akkor 2030-ra a közfinanszírozású kutatóintézetek tudományos eredményei mindenki számára elérhetőek lesznek az e célra létesített EU-s *Open Science Cloud*-ban, és a közpolitika alakítói az e célra kialakított tudományos tanácsadói rendszeren keresztül juthatnak hozzá a tudomány mindenkori állása szerinti legfrissebb eredményekhez. Ha túl idillinek tűnne a kép, a szerzők megjegyzik, hogy mindez nem változtat azon a tényen, hogy a tudományos eredmények interpretációja továbbra is tág lehetőségeket kínál majd, illetve a kutatásokkal kapcsolatos valamennyi adat és módszertan nyilvánossá tétele nemcsak az átláthatóságot növeli, hanem azzal is jár, hogy az érdeklődők szinte felfoghatatlan mennyiségű anyaggal szembesülnek. Az információtengerből pedig bárki kihalászhat és „tudományos bizonyítékként” használhat nézetei alátámasztására egy-egy kiragadott mondatot. S persze a Nyílt Tudomány eszménye maga is korlátozottan értendő: az adóból finanszírozott kutatás eredménye nyilvános, míg a piaci szereplők kutatás-fejlesztési célú eredményei jogilag, például szabadalmak által is védettek, nem beszélve az utóbbi években egyre nagyobb hangsúlyt kapó védelmi célú, katonai hasznosításra is alkalmas kutatási eredmények értelemszerű titkosságáról.

„E” forgatókönyv: A szakpolitikai döntések igazolása a befolyásos ipari szereplők érdekében

A jövőkutatók által kínált utolsó, legpesszimistább scenárió szerint a ma elfogadottnak tekintett, a társadalmi kihívásokra választ kereső tudományos missziók köré szerveződő modell elveszíti a legitimációját és az EU demokratikus intézményrendszere is válságba jut. Mindennek következtében a tudományos tanácsadásban is visszarendeződés figyelhető meg, egy hagyományosabb, felülről irányított modell működik, alapvetően vezető politikusok egy szűk csoportja befolyásos kutatókkal és erős lobbipozíciókkal bíró ipari vezetőkkel konzultálva dönt minden kérdésben, a tudományos kiválóság nem jut szerephez. Akadnak ugyan példák arra is, hogy egyes hivatalokban komoly elemzői kapacitásokat



Az EU parlamenti épülete Strasbourgan

építenek föl, hogy megbízható adatbázisokon végzett elemzésekből készítsenek szakterületi előrejelzéseket, ez azonban nem rendszerszerű. A döntések fő motivációja jellemzően a rövid távú politikai előny-szerzés, ami gátat szab az kockázatvállalásnak és ezzel az innovációnak is.

A dokumentumban vázolt lehetséges irányok arra bizonyosan alkalmasak, hogy gondolkodásra késztessék a tudományos kutatás és a tudományos tanácsadás jövőjét befolyásolni képes vezetőket. Az EU kutatásért is felelős főigazgatóságán dolgozó szerzők többszörösen hangsúlyozzák, hogy a tudásalapú tanácsadás megőrzendő érték, mind a tagállamoknak, mind az EU központi szerveinek azon kell dolgozniuk, hogy a tudományos tanácsadás rendszere az államigazgatási hierarchiától független, a széles körben elfogadott tudományos állásponttal szemben megfogalmazódó kritikus nézetek artikulálását

is lehetővé tevő szabad, biztonságos platform maradjon, ahol a kutatók bátran kifejezhetik álláspontjukat. Így a tudományos tanácsadás továbbra is fontos szerepet játszhat a szakpolitikai döntések előkészítésében, a hatásvizsgálatok terén, a szabályozók megalkotásakor vagy éppen nagyléptékű, strukturális reformok előkészítése során.

SZILÁGYI ZSUZSA

Az előrejelzés teljes terjedelmében itt olvasható angol nyelven: *European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Sarvaranta, L., Bravo-Biosca, A., De Marchi, B. et al., Futures of science for policy in Europe – Scenarios and policy implications, Publications Office of the European Union, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/121857>*

Nyitóképünk: Apáczai Csere János: *Magyar encyclopaedia* (1655) – a könyv belső címlapja (Forrás:Wikipedia)



TÖBB, MINT AZ ALPOK VALAMENNYI GLECCSERE

Patagónia fagyott vidéke

Bár a dél-amerikai Andokban található két hatalmas jégmező mintegy 16 ezer négyzetkilométert foglal el, ami nagyjából a németországi Thüringia tartomány területének felel meg, a patagóniai jégmezőkről nem sokat tudunk. A Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Földrajzi Intézetének kutatócsoportja ezen próbál változtatni.

A legmodernebb módszerek és az eddig rendelkezésre álló meglehetősen kevés adat felhasználásával újrabecsülték a két jégmező térfogatát, amelyet 2000-ben 5351 köbkilométerben határoztak meg. Ez alapján kijelenthető, hogy negyvenszer annyi jeget foglalnak magukban, mint az európai Alpok összes gleccsere együttevége. A kutatók eredményeiket a *Communications Earth & Environment* tudományos folyóiratban tették közzé.

A patagóniai jégmezők határozottan háttérbe szorítják az európai gleccsereket. Ez már a hatalmas méreteik láttán is világossá válik: csak az észak-patagóniai jégmező körülbelül 120 kilométer hosszú, és helyenként 50-70 kilométer széles; a dél-patagóniai több mint háromszor akkora, és északról délre mintegy 350 kilométeres területen húzódik, átlagos szélessége pedig 30-40 kilométer. Az ottani jégtömegek vastagsága átlagosan több mint 250 méter, így nagyjából ötször vastagabbak, mint az Alpok gleccserei.

Mindez szokatlan és időnként szélsőséges éghajlattal párosul. Közép-Európához hasonlóan Dél-Amerika e régióiban is gyakran nyugatról keletre fújnak a szelek, így az óceánok felől nedves levegőt szállítanak a szárazföld belsejébe. A döntő különbség az Andokban rejlik, amely északról délre húzódik, magassága a déli

részekén 3000 méter alatti, a szubtrópusi és trópusi régiókban pedig 6000 méterig terjed, így kényszerítve a Csendes-óceán felől érkező nedves légtömeget, hogy felemelkedjen. Ahogy a levegő hűl, egyre kevesebb nedvességet képes csak megtartani, ezért a magasságtól és az évszaktól függően esni vagy havazni kezd.

A csendes-óceáni partok és az Andok közötti területeken gyakran több mint 3000 milliméter csapadék hullik évente. Ez azt jelenti, hogy évi 3000 liter eső, hó vagy jég hullik minden négyzetméternyi területre. Ehhez képest az olyan városokban, mint Nürnberg és München viszonylag kevés a csapadék, nevezetesen körülbelül 550, illetve 930 liter. A magas csapadékmenyiségnek köszönhetően az Andoktól nyugatra, Chile déli részén fekvő, ritkán lakott területen általában hűvös az éghajlat, ahol buja esőerdők nőnek. A csapadék a magasán fekvő hegyekben hull, az Andoktól keletre fekvő területekre pedig viszonylag száraz levegőt hoz a légáramlat. Ez egy másik ritkán lakott területet eredményezett, ahol több száz kilométeren át kopár, sztyeppes táj húzódik.

Mindkét patagóniai jégmező a világ egy olyan távoli régiójában található, ahol jóval kevesebb éghajlati és földrajzi adatot gyűjtenek, mint például Közép-Európában.

Téli műholdfelvétel Patagónia jégmezőiről
és az Andok havas vonulatairól (Forrás: NASA)

Ráadásul Argentína és Chile már régóta vitát folytat a határ pontos helyzetéről, emiatt a dél-patagóniai jégmezőt illetően patthelyzet alakult ki, a gleccser széles területeit lényegében senki földjének nyilvánították, amely egyébként igaz, hiszen elég nehezen megközelíthető. Így gyakorlatilag nem lehet földrajzi méréseket végezni a helyszínen, a terület kutatását ráadásul még egy természeti jelenség is rendkívüli mértékben akadályozza.

Az Andok nyugati lejtőin felfelé haladva minden egyes méterrel nő a csapadék mennyisége, ezért a csúcsokon és a két patagóniai jégmezőn hatalmas mennyiségű hó esik. *„Nem tudjuk azonban pontosan, hogy valójában mennyi csapadék hullik ott”* — magyarázta Johannes FÜRST, a FAU kutatója. A távolság és a nagy mennyiségű hó, amely ezekben a magaslatokban esik, lehetetlenné teszi egy időjárás-állomás üzemeltetését. Bármilyen hiba javítása vagy csak az általános karbantartás a térségben lehulló hatalmas mennyiségű hó miatt rendkívül nehézkes és időigényes lenne.

Emiatt senki sem tudhatja biztosan, hogy évente tízezer, vagy akár harmincezer liter csapadék hullik-e ott négyzetméterenként. *„Feltételezések szerint*

Fronttal szemben
(Forrás: Friedrich-Alexander-Universität/Johannes FÜRST)





Patagónia XVIII. századi térképi ábrázolása
(Forrás: Wikimedia Commons)

a maximális hómennyiség évi 30 és 100 méter közötti” – mondja Fürst. „Ezek pedig elképesztő mennyiségek.” Mivel a gleccser jege idővel ezekből a hőtömegekből alakul ki, a pontos számadatok lehetővé tennék a kutatók számára, hogy jobban megértsék a folyamatot. Egy biztos: a hatalmas mennyiségű csapadék megbízható és bőséges utánpótlást jelent a jégmező számára, és az általa képződött jég hamar csatlakozik a völgy felé tartó árhoz is.

Eredményeként a patagóniai jégmezőkről érkező gleccserek rendkívül gyorsan haladnak: míg az európai Alpokban a jég évente csak ritkán tesz meg száz métert, addig a patagóniai jégmezők gleccsereinek többsége ennél gyorsabban mozog. Sokan közülük évente több mint egy kilométeres sebességgel áramlanak a völgy felé, sőt némelyikük eléri az évi

több kilométeres sebességet is. Patagónián kívül ilyen gyorsaságot csak a grönlandi és az antarktisi gleccserek érnek el, amelyek messze a legnagyobbak a világon.

Szintén a FAU Földrajzi Intézetének munkatársa, *Matthias Braun* által végzett kutatások szerint az éghajlatváltozás azt jelenti, hogy Patagónia gleccsereinek jege átlagosan évente egy méterrel vékonyodik. Ez rekordméretű veszteséget jelent, és újabb jó ok arra, hogy a területet folyamatosan szemmel tartsák, és a legmodernebb tudományos módszereket alkalmazzák a felmérésekhez. A FAU kutatócsoportja most pontosan ezt tette a chilei kutatószervezetekkel szoros együttműködésben. A meglévő, gyakran „szűkszavú”, helyben végzett méréseket hasonlították össze a jóval „nyersebb” műholdas adatokkal. Ily módon a világúrból történő megfigyeléseket kalibrálni tudták, lehetővé téve a jég vastagságának pontosabb felmérését a távoli régiókban, ahol nincsenek helyben szerzett adatok.

A módszer másik előnye, hogy a kutatók információkat gyűjthetnek az aljzatról. Ennek megfelelően sokkal pontosabban meg tudják becsülni, hogy a jövőben várhatóan milyen gyorsan fog eltűnni egy gleccser. Előfordulhat például, hogy a jég egy üreget rejt maga alatt, ha pedig a gleccser visszahúzódik, az olvadákvíz kitöltve tóvá alakíthatja. Amíg e tavak érintkeznek a jéggel, a viszonylag meleg víz alulról támadhatja a gleccsert. Ez azt eredményezheti, hogy a jégfrontról még több jég szakad le, ami még jobban felgyorsítja a gleccser visszahúzódását.

A FAU kutatói tehát nyomós okkal végzik a patagóniai jégvastagság helyszíni mérését. Helikopterrel repülnek a gleccser fölé, és radarral, néhány méteres pontossággal mérik a jég mélységét, ezáltal jelentősen bővülnek e rendkívül dinamikus térségről a rendelkezésre álló adatok. Az ehhez hasonló információk igen fontosak az éghajlatkutatás szempontjából, mivel az emelkedő hőmérséklet miatt a patagóniai jégmezők riasztó ütemben veszítenek jeget. Mivel egy benzin- vagy dízelüzemű autóval megtett minden méter egy kockacukornyi gleccserjég elolvadásához vezet, Johannes Fürst kiemelt figyelemmel fogja kísérni e tájat, hogy az eddigieknél pontosabban nyomon követhesse a veszélyes fejleményeket.

SZOUCEK ÁDÁM

Nyitóképünk: Kanyargó gleccser (Forrás: Friedrich-Alexander-Universität/Johannes Fürst)

A FEKETE LYUKAK LEGNAGYOBBIKA

ScienceDaily

Csillagászok nemrégiben találtak rá a Tejútrendszerben eddig felfedezett legnagyobb tömegű, csillagból keletkezett fekete lyukra. Ezt a fekete lyukat az Európai Űrügynökség Gaia missziójának adatai alapján fedezték fel, mivel furcsa „billegő” mozgást gyakorol a körülötte keringő kísérőcsillagra. Az Európai Déli obszervatórium Nagyon Nagy Távcsovénék (ESO VLT) és más földi megfigyelőállomások adatai alapján meghatározták a fekete lyuk tömegét, amely a Nap tömegének 33-szorosának adódott.

Az ilyen típusú fekete lyukak nagy tömegű csillagok összeomlásából keletkeznek. A Tejútrendszerben korábban azonosított ilyen égitestek átlagosan tízszer akkora tömegűek, mint a Nap. Még a galaxisunkban eddig ismert legnagyobb tömegű hasonló fekete lyuk, a Cygnus X-1 is csak 21 naptömeget ér el, így ez az új, 33 naptömegű megfigyelés igen kivételesnek számít.

Figyelemre méltó, hogy ez a fekete lyuk rendkívül közel van hozzánk, mindössze 2000 fény a távolsága. Az égbolton a Sas csillagképben található, ez a második legközelebbi ismert fekete lyuk a Földhöz. A Gaia BH3 nevet viselő égitestet akkor találták meg, amikor a kutatócsoport a távcső megfigyeléseit vizsgálta egy közelgő adatközlés előkészítéseként. „Senki sem számított arra, hogy egy olyan nagy tömegű fekete lyukat találunk a közelben, amekkorát eddig nem ismertünk” – mondja Pasquale Panuzzo, a Gaia együttműködés tagja, a francia Nemzeti Tudományos Kutatási Központ (CNRS) részét képező Observatoire de Paris csillagásza. „Ez az a fajta felfedezés, amely egyszer adódik egy kutató életében.”

A felfedezésük megerősítéséhez a Gaia-kollaboráció földi megfigyelőállomások adatait is felhasználta, többek között a chilei Atacama-sivatagban található ESO VLT műszerének ultraibolya és vizuális spektrográfjának (UVES) adatait. Ezek a megfigyelések feltárták a

kísérőcsillag kulcsfontosságú tulajdonságait, amelyek a Gaia-adatokkal együtt lehetővé tették a csillagászok számára a BH3 tömegének pontos meghatározását.

A kutatók a galaxisunkon kívül már korábban is találtak hasonlóan nagy tömegű fekete lyukakat. Elméletük szerint ezek olyan csillagok összeomlásából keletkezhetnek, amelyek kémiai összetételében nagyon kevés, a hidrogénnél és héliumnál nehezebb elem található. Ezek az úgynevezett fémszegény csillagok a feltételezések szerint életük során kevesebb tömeget veszítenek, és így több anyag marad meg bennük, hogy haláluk után nagy tömegű fekete lyukak keletkezzenek. Eddig azonban nem volt bizonyíték arra, hogy a fémszegény csillagok összeüggésbe hozhatóak a nagy tömegű fekete lyukakkal.

A párban lévő csillagok általában hasonló összetételűek, ami azt jelenti, hogy a BH3 kísérője fontos nyomokat tartalmaz arról a csillagról, amely összeomlott. Az UVES adatai azt mutatták, hogy a kísérő egy nagyon fémszegény csillag volt, ami arra utal, hogy a BH3-at létrehozó csillag is fémszegény lehetett.

A Panuzzo által vezetett kutatást az *Astronomy & Astrophysics* című folyóiratban tették közzé. „A felfedezés egyedülálló jellege miatt tettük meg azt a kivételes lépést, hogy ezt az előzetes adatokon alapuló tanulmányt még a Gaia kiadvány közelgő megjelenése előtt publikáljuk” – mondja Elisabetta Caffau társszerző, aki szintén a Gaia-kollaboráció tagja a CNRS Observatoire de Parisból. Az adatok korai hozzáférhetővé tétele lehetővé teszi más csillagászok számára is, hogy már most elkezdjék a fekete lyuk tanulmányozását, anélkül, hogy megvárnák a teljes adatközlést, amelyet legkorábban 2025 végére terveznek.

Az égitestek további megfigyeléseivel többet tudhatunk majd meg a kettős rendszer történetéről és magáról a fekete lyukról. Az ESO VLT interferométerének GRAVITY műszere például segíthet a csillagászoknak kideríteni, hogy a fekete lyuk vonz-e anyagot a környezetéből.

(ScienceDaily, 2024. április)



MÉLYTENGERI OÁZIST TALÁLTAK, BENNE EGY RITKA FAJJAL



A közelmúltban feltárt vízalatti hegy mélyében újabb felfedezést tettek a kutatók. Kiderült, hogy ez a sötét és rideg hely egy ritka mélytengeri élőlény otthona.

Képzeljük el, hogy lemerülünk három kilométer mélyre a San Franciscoi-öbölben, majd egy havazásra emlékeztető látvány tárul elénk. Ez nem csupán egy fantáziakép, hanem a *Graneledone boreopacifica*, vagyis a mélytengeri polip látványos tojásrakása. A ritka, újonnan felfedezett polip sajátossága, hogy egészen addig merül a vízben, ameddig megtalálja a lehető leghidegebb pontot, és itt teszi le több ezer tojását. Az esemény leginkább a téli havazásra emlékeztet, köszönhetően a nőstény polipok viselkedésének, akik a ping-pong labda méretű tojások elhelyezése után vizet fújnak ki a fejükből, hogy a tojások elegendő oxigénhez jussanak, így a fehér gömbök úgy lebegnek a tengervízben, ahogy a hópelyhek szállnak a levegőben. A *Graneledone boreopacifica* tehát több okból is különleges, egyrészt a tenger egyik legmélyebb pontján ke-

res fészket magának, másrészt szélsőségesen magas számú tojást rak le egyidejűleg. Habár a polipokról ez általában elmondható, ilyen nagyságrendben egyedül ez a ritka faj fial. Például a kisebb fajok esetében egy nőstény néhány tucat tojást hordoz, míg a nagyobb fajoknál akár több százat is. A mélytengeri faj ezzel szemben közepes méretével akár húszezer tojást is lerakhat egyszerre. Ennek oka, hogy a tenger fenekén élő faj hajlamos a kannibalizmusra, ezért a fennmaradás érdekében létfontosságú a magas számú utódnemzés.

Az esemény különlegességét fokozza, hogy egyszerre több nőstény polip fial a mélytengeri árokban, amelynek a helyiek a polipkert nevet adták. A víz alá süllyedt hegy az Egyesült Államok keleti partján található, és csupán néhány éve, 2018-ban fedezték fel egy expedíció során. De fontos megjegyezni, hogy mai napig nem volt ember a tengernek ezen a pontján, ugyanis az expedíciót egy távvezérlésű víz alatti kamerával rögzítették a BBC munkatársai. A kamera leereszkedése két órán át tartott, amely egy egész

napon keresztül készítette a felvételeket. Mivel az omni-nópus felfedezés alatt a szakemberek nem tudták rögzíteni a vízalatti kamera állását, a polipok ritka tojásrakása is rejtve maradt, egészen mostanáig. A havazásra emlékeztető esemény különleges látvány

nyújt, néha már olyan, mintha hóvihart filmezne a kamera, különösen akkor, amikor a halott planktonokból és ürülékeikből álló tengeri aljzat felkavarodik a nőstény polipok mozgása során. Ilyenkor a külső szemlélő számára úgy fest, mintha hóvihar támadna a tenger fenekén.

A felfedezésnek köszönhetően nemcsak egy érdekes felvétellel gyarapodott a természetfilmek száma, hanem új feladatot adott a kutatók számára is, márcsak azért is, mivel az utolsó ismert új polipfajt 1998-ban fedezték fel (*Thaumoctopus mimicus*). A faj kiemelkedő képessége, hogy más tengeri élőlényeket utánoz, például halakat és kígyócsápúakat, így védekezik a ragadozókkal szemben. Korábban csak legfeljebb becslések léteztek arról, hogy milyen ritka mélytengeri polipok lakják a bolygó vizeit.

(BBC Science Focus)



VÍZALATTI DONGÓ

BIOLOGY
LETTERS

A gyorsan változó környezetben azok a fajok kerülnek előnybe versenytársaikkal szemben, akik könnyedén képesek alkalmazkodni az átalakuló körülményekhez is. Ez az adaptációs képesség a legtöbb faj esetében ésszerű határokon belül mozog, így ha az élőhely természeti jellegzetességei drasztikusan megváltoznak, a fajok jelentős része ahhoz már képtelen alkalmazkodni, aminek elvándorlás, egyedszám-csökkenés, végső esetben pedig lokális vagy globális kipusztulás lehet a következménye.

Vannak szűktűrűsű és tágtűrűsű fajok, de az Észak-Amerikában általánosan elterjedt dongófaj, a *Bombus impatiens* (amelynek angol neve „közönséges keleti poszméhet” jelent) a környezeti alkalmazkodóképessége tekintetében egy teljesen másik ligában játszik.



Amint ugyanis a kanadai Guelphi Egyetem kutatóinak vizsgálatából kiderült, hibernált állapotban akár egy hétig is kibírja a víz alatt. Az eredményeket a brit Royal Society által kiadott *Biology Letters* című folyóiratban publikálták.

Most valószínűleg azon gondolkodnak, hogy miért kezdenek egyesek azzal kísérletezni, hogy napokig víz alá merítenek dongókat, hogy kiderüljön, túlél-e e megpróbáltatást. A kutatást vezető Sabrina Rondeau-nak, a Guelphi Egyetem környezettudományi kara munkatársának valószínűleg nem először szegezték e kérdést, amikor így indokolta a (számos poszméh halálával végződő) kísérletet: „Tudjuk, hogy a poszméhfajok nagyjából harmadának populációi fogatkoznak jelenleg, de a *Bombus impatiens*szel nem

ez a helyzet. Azt próbáltuk kideríteni, hogy vajon a faj áradásokkal szembeni ellenálló képessége hozzájárulhat-e a rezisztenciájához.”

E dongófaj a földbe ásott üregekben telel át. A tavaszi hóolvadás idején gyakoriak az áradások, így számos poszméhodút is eláraszthat a víz. Így már érthető, hogy milyen előnye származhat ennek az alapvetően szárazföldi állatnak abból, ha életben képes maradni a víz alatt is. Ugyanakkor e képesség időtartama a kutatók minden várakozását felülmúlhatta. A dongók e váratlan képességére akkor figyeltek fel a kutatók, amikor (nem részletezett körülmények közepette) véletlenül víz került a dobozokba, amelyekben a hibernáló egyedeket tartották a laborban. Legnagyobb meglepetésükre a méhek túléltek a nem kívánt fürdőt, ezután terveztek e képesség vizsgálatára külön kísérletet.

A vizsgálatához összesen 143, még nem szaporodott, hibernált állapotban lévő poszméhkirálynőt használtak. Az első fázisban nedves földdel teli műanyag csövekbe helyezték, és egy hétig sötét hűtőben pihentették őket. Miután ellenőrizték, hogy életben maradtak, kivettek közülük 17-et, amelyek a kontrollcsoportot képezték. A maradék királynők csöveit teletöltötték hideg vízzel. Őket is két csoportra osztották: a felük számára lehetővé tették, hogy feljöjjenek a víz felszínére, és lebegjenek, míg a másik felüket a víz alá nyomták, így nem érintkezhetek a levegővel.

Mindkét vízzel elárasztott csoport harmadát nyolc órán keresztül, újabb harmadukat egy napig, míg a harmadik harmadukat egy teljes héten át vízben tartották, a különböző hosszúságú árvizeket szimulálva e kezeléssel. Az áztatási idő leteltével kivették a poszméheket a csövekből, és megvizsgálták, hogy életben vannak-e. Az eredményekből meglepő módon az derült ki, hogy nem volt szignifikáns különbség a poszméhek átlagos túlélése között attól függően, hogy milyen körülmények között tartották őket. Nyolc héttel a kísérlet után a kontrollgyedek 88 százaléka, míg az egy héten keresztül víz alá nyomott méhek 81 százaléka életben volt. A nagyobb súlyú méhek nagyobb arányban vészelték át, függetlenül a körülményektől.

A kutatók megjegyzik, hogy az eredmények azért is váratlanok, mert a legtöbb kifejllett állapotban áttelelő rovar nem képes túlélni az elárasztást, ezért igyekeznek olyan területet választani a hibernációhoz, ahol alacsony a víz alá kerülés veszélye. A következőkben azt tervezik megvizsgálni, hogy milyen fiziológiai mechanizmusok teszik lehetővé e poszméh-faj egyedei számára ezt a rendkívüli víztoleranciát. Természetesen a hibernáció során minimálisra csökkenő oxigénigény valószínűleg szerepet játszik e képességben.

(*Biology Letters*, 2024 április)

A KULTÚRA EGYSÉGÉRŐL - KÉPEKBEN

Templomok, várak, tájak

Természetfotózással kilenc éve foglalkozom, ez idő alatt számos olyan helyen fényképeztem, ahol ember és természet karöltve jár. Nincs olyan hely, ahol ne találkoznék ember által épített tájelemekkel.

Lakhelyem környékén, az Alföldön, ha kimegyek valamilyen természetes területre, akkor is mindenféleképp találkozom legalább egy tanyával. Az Alföldön még jellemző tájelemnek számítanak a templomok, kápolnák. Falvak és városok a legtöbb esetben természeti erőforrásokban gazdag területekre épültek. Tökéletes példa erre lakhelyem, Csongrád, hiszen a Tisza és a Körös találkozásánál épült meg egykor a Fekete-vár. Fotósorozatomban is szerepel Tiszaalpár, ez a falu közvetlenül a Tisza mellé épült, mellette a Nagy-tó, holtágak.

Egy nyaralás alkalmával ellátogattunk Boldogkő várához, ahol készítettem naplementekor egy panorámát drónnal. A várat először 1282-ben említik írásosan. Boldogkő várát IV. Béla engedélyével építették. Mai napig érdekes és látványos turisztikai helyszíneként szolgál.

2022-ben és 2023-ban több várat örökítettem meg hazai hegységeinkben, ilyen volt Boldogkő, Regéc, Somoskő, Szigliget, Salgó vára vagy a Hollókői vár. Különböző történelmi jelentőségük van, de egy mindegyikben közös: valamelyik csodálatos természeti értékekkel bíró hegységünkben található. Szívesen fotózom az Árpád-kori templomokat is az ország különböző pontjain, ezek általában távol találhatóak a város zajától, sok esetben valamelyik Nemzeti Park Igazgatóság területén. Készíték képeket még Ausztria területéről, valamint Erdélyben.

Képeimmel célom megmutatni a természetben található emberi építmények jelentőségét, összefüggéseit és látványosságait.





Mánfán egy decemberi havazás alkalmával sikerült fotóznom drónnal a Sarlós Boldogasszony templomot, amelynek az építését a XII. századra teszik. Mánfa a törökök pusztítása előtt a templom mellett állt, ám a törökök pusztítása után arrébb épült újra. Több száz éves ezüsthársak állnak a templom mellett, melyek jól látszódnak a képemen.



Egy erdélyi kirándulás alkalmával ellátogattunk a Torockószentgyörgyi várhoz, ahol számos képet készítettem, köztük ezt is. A vár legrégebbi részeit a XIV. században építették és 200 méterrel van magasabban a vár foka, mint Torockószentgyörgy.



Egy családi kirándulás alkalmával ellátogattunk az Ausztriában, azon belül is Stájerországban található Burg Festenburg kastélyhoz, amely a hegyek között található, a természet öleli körül. A kastély 1200 körül épült.

Egy nyári kirándulás alkalmával lórévi Zichy-kápolnáról készítettem egy drónos panoráma képet. A kápolnát 1859-ben építette a Habsburg császári család tagja Zichy Ödön emlékére, aki az 1848-as szabadságharc egyik fő áldozata volt. Az épületet a Duna árterére építették, hiszen Zichy Ödönt is az árterben végezték ki, Görgey Artúr döntésének nyomán.





2021 decemberében egy havazás alkalmával sikerült madártávlatból fotóznom az Abaligeti Bűnbánó Szent Mária Magdolna Templomot. A templom Mecsek-hegység szívében található. 1796-ban épült copf stílusban és a falu felé magasodó domboldalon található.



2022 nyarán egy kirándulás alkalmával ellátogattunk a Regéci várba. Fényképemen a várból nyíló táj látható a Zempléni-hegységgel. A Regéci várat 1298-ban említik először írásos emlékek.

2022 őszén ellátogattam Erdélybe, ahol megörökítettem egy kódós reggelen madártávlatból az Óriáspince-tetőt. A Bodoki-havasok déli végén található. A monda szerint egy óriás élt ezen a hegytetőn. A régészek két bronzkori halomsírt is feltártak a hegytetőn.



2023 januárjában Hollókő váráról készítettem egy havazás alkalmával képeket. A várat a XIII. században, a tatárjárás után építették a Kacsis nemzetség Illés ágának tagjai a falu felé magasodó sziklára. 2022 nyarán nyitotta meg kapuit a látogatók előtt a már felújított vár.

A XIII. század második felében emelte a Kacsis nemzetség Somoskő várát egy vulkáni csúcsra. Ma a Szlovák-Magyar határ szlovákiai oldalán található. Fényképem érdekessége, hogy ez még Magyarország területéről készült egy havazás alkalmával..



Kék rizsjácint – vendégségben?

*Felmentek a töltésre, s elnéztek messzire. Az alföldi síkság
most olyan volt, mintha párában égne, szikrázott és rezgett a levegő.
Gyönyörű volt. Arra jobbra lent kanyargott a Berettyó.”
(Móricz Zsigmond: Úri muri)*

Kanyargott és elvarázsolt mindenkit, amikor társaim, tanáraink és egy kisebb tömeg szűnyög társaságában leverekedtünk kenuinkkal együtt Ecsegefalva határában a sáros töltésen. Akkor még nem gondoltam, hogy a sok kaland és tanulás mellett mennyi „oda nem illő” növényt lesz alkalmunk megfigyelni.



A Körös-Maros Nemzeti Park legnagyobb részét alkotják a Dévaványai-Ecsegi puszták. A szikespuszták szorításában találhatjuk a Hortobágy-Berettyót (az itteni 33 kilométeres szakasz nem esett szabályzás alá) és hullámterét, illetve az „Alföld legnagyobb mocsárvidékét”, a Nagy-Sárrétet. A csodás sziki tölgyesek maradványai még szebbé teszik a folyó partvidékét. Ezeken az élőhelyeken olyan különleges fajokkal is találkozhatunk, mint a csemegecsulyom (*Trapa natans*), a vízi tündérfátyol (*Nymphoides peltata*), vagy épp a rucaöröm (*Salvinia natans*). A jelentős halállomány mellett olyan madarakat figyelhetünk meg, mint a parlagi- és réti sas,

kerecsensólyom, bakcsó, szürke gém, kis kócsag. Egyik utolsó magyar polihisztorunk, Herman Ottó is szívesen kutatta e vidék élővilágát (többek közt: *A magyar halászat könyve*, vagy épp a *Magyarország pókfaunája* című könyv is őrzi az Ős-Berettyót számtalan csodájával együtt). A különleges hangulatú vidék máig tartó átalakulásáról a következőt írta: „[...]ez a terület óriási volt, de most szélei felől évről évre összebb szorongatja az eke, el-elszakítva néhány ezer holdnyi legelőt, összebb szorítva egy földdarabot, melynek élete tele volt ősi elemekkel, s éppen ezért messze bevilágított a letűnt korszakokba.” Itt talált rá Herman Ottó „Kisbojtár”-ra, a rendkívül

tehetséges gyermekekre, Finta Sándorra. A csikósbojtárnak ösztöndíjat, tanulási lehetőséget szerzett a tudós, így segített elindulni a később szobrászként híressé váló fiatalnak. A szobrász- és éremművész kalandos gyermekkoráról *A Kisbojtár* című regényében olvashatunk.

Magyarországon napról-napra több jövevényfajt találhatunk, amelyek közül nem egy jelentős károkat okoz a hazai életközösségekben. A festői Ó-Berettyó és partvidéke flórájában is nagy ütemben bővül a nem őshonos növények listája. A legnagyobb számban előforduló idegenhonos növények közt fontos megemlíteni a méhek számára kitűnő virágporforrást jelentő gyalogakácot és keskenylevelű ezüsfát, vagy a remekül mézelő fehér akácot és a selyemkórót. Az akác telepítése gazdaságilag kifizetődő. Kitűnő építőanyag, szerszámfa, emellett nem elhanyagolható az sem, hogy korrekt a fűtőértéke, nedvesen is jól ég, homokos talajon is megél és a legkedveltebb méz készül nektárjából. Az ottalomban álló területeinken sokfelé akácot találunk, amely kis diverzitású, jelenléte a természetes vegetációt jelentős mértékben megváltoztatja, visszaszorítva az őshonos életközösség fajait. Így a védett területeken az említett fajok nemkívánatosak, törekedni kell a terjeszkedésük visszaszorítására.



A szokásos vízi életközösség fajtái, az impozáns virágkákák, az apró virágú békatutaj, és a békalencseszőnyeg a nádasok fala előtt megszokott kép az idelátogató számára. Egy színével és méretével igazán feltűnő lilomféle jövevény is volt alkalmunk találkozni: a kék rizsjácinttal (*Monochoria korsakowii*). Itthon 1990-ben figyelték meg a növényt a Hortobágy-Berettyó Ecsegfalvához közeli részén. Karcagon, később Mezőtúron, illetve Békés megye több településén is megjelent. A rizstermesztőktől hosszas levélváltások és telefonbeszélgetések árán sikerült fontos információkat

megtudjunk. Újabban 2011-12-től találkoztak a karcagi indiánrizs-termesztők a rizsjácinttal, ami 2018-ban „totális-kárt” okozott a termésben. Elmondásuk alapján 1999-ben már átestek egy rizsjácint-invázió. 2018 augusztusára csak egy kéklő rizsjácint tábla maradt egy-két rizsszállal.

A rizsjácint nagyon jól tűr különféle herbicideket (gyomirtó szereket), ezért is nehéz a terjeszkedését megállítani. Magjai valószínűleg az indiánrizs vetőmagszállítmányaival érkeztek, ezáltal a vetés tökéletes körülményekhez juttatta a rizsjácintot. (Érdekes megjegyezni, hogy többek közt az apró szulák is így került a hazai flórába.) A modern gépek segítségével napjainkban rostálással szelektálják ki a vetőmagból a rizsjácint toktermését, ami számtalan apró magvacskát rejt magában. A leghatásosabb védekezés mégis a korai vetés, ami lehetővé teszi, hogy a rizsjácint csak „aljnövényként” jelenjen meg az indiánrizs mellett. A június elseje után vetett indiánrizs viszont nagy eséllyel lehet a rizsjácint áldozata.



A mérsékelt-égövön, leginkább Kelet-Ázsiában honos, ám rohamos ütemben terjed több kontinensen is. Észak-Afrika és Dél-Európa egyes részein már megvetette a lábát és Közép-Európánál jár. Elterjedési területe egyre

északabbra húzódik, terjedése egyre gyorsuló tendenciát mutat. Dél-Afrikában a vízi jácint évente több, mint 70 millió dolláros kárt okoz. Mint oly sok, a hazai életközösségben megjelenő invazív élőlény, a rizsjácint áttelelése is a klímaváltozás hozadéka. Ha (még) nem is jelene, jövője. Az egyre magasabb évi átlaghőmérsékletnek köszönhetően nem csak „albérló” lehet országunkban. *„Magyarországon az idei volt az ötödik legmelegebb nyár, négy hőhullámos időszakkal. A nyár első két hónapjának az átlaga megközelítette a 23 °C-ot, amihez hasonló nem fordult elő az elmúlt 121 évben.”* (OMSZ) *„A megfigyelt hőmérséklet-emelkedés az emberi tevékenység következménye, és a jövőben folytatódni fog a melegedő tendencia Európában”* (IPCC augusztusi jelentése szerint).

Állóvizeink, melyek közül csak párat említve, mind a Tisza-tó, vagy épp a Velencei-tó; rengeteg holtágunk, védett területünk, tökéletes feltételeket fog biztosítani arra, hogy a rizsjácint megtelepedjen, vagy legrosszabb esetben átvéve az őshonos fajok felett az uralmat, beborítsa azt. A legveszélyeztetettebb élőlények a szűktűrűsű, akár endemikus (bennszülött faj, csak egy adott elterjedési terület határain belül élő) fajok. Olyan növényeket szoríthat ki természetes élőhelyükről, mint a tündérfátyol. Egy-egy faj kiszorításának beláthatatlan következményei lehetnek az adott biocönózisban (társulásban). Már egy faj kiesése is láncreakciót okozhat. Itt az invazív-elterjedés következményei közé kell kalkulálni az esetleges madár, kételtű, vagy halállomány változást. A biodiverzitás csökkenése elősegíti az invazív fajok túlszaporodását (halak esetében pl.: törpeharcsa, ezüstkárász, busa, amur). Gyermekkorom óta aktív horgász vagyok és elmondhatom, hogy számos bosszúságot okoznak nekem és sporttársaimnak az invazív halak. E fajok túlzott jelenléte által még inkább visszaesik a honos halak aránya. Az Észak-Amerikában őshonos törpeharcsa a XX. században először díszhalként került Európába. Mivel származási helyén akár a három kilogrammos súlyt is eléri, célszerűnek tartották a tervezett telepítését a magyar vizekbe. Az itthoni feltételek nem bizonyultak alkalmasnak a nagyobb tömeg elérésére, viszont kitűnő szaporodó képességük által, ha kisebb méretben is, de rendkívüli egyedszámban jelent meg vizeinkben. Őshonos halaink nem tűrik jól egy nagyobb törpeharcsa-populáció jelenlétét. Emellett még rettegett „ikra- és ivadék-zabáló” hírében állnak. A hazai halfajok élőhelyét elvéve ivadékaikat és táplálékukat fogyasztva gazdasági károkat is okoz, akár csak a busa. A hatvanas években folytattak rendszeres telepítést mind a fehér-, mind a pettyes busából víztisztítás céljából (fito- és zooplanktonokkal táplálkozik). Úgy gondolták, hogy a Kínából származó

faj nem képes itt szaporodni. Tévedtek. 2022-ben a Tisza-tóból hét szerződéses halász közel 27 tonna busát és 29 tonna törpeharcsát fogott (!). A diverzitás csökkenése mellett komoly probléma a költséges állománygyérítés, és talán még ennél is drágább az őshonos halfajok visszatelepítése.



2022 augusztusában a Hortobágy-Berettyó Ecsegfalva alatti részén figyeltük meg az első tő rizsjácintot, a csatornának egy állóvizű kiszögellésében. E helyen már 2016-ban megtalálható volt a növény. Fontos megjegyezni, a rizsjácint megjelenése előtt ez a mocsaras rész jelentős számú tündérfátyolnak adott otthont. Kapocsi Judit tanulmánya szerint: *„A Villogó Belvízfőcsatorna torkolatától a Ballai-hídig húzódó Ecseggusztai Természetvédelmi Területén megmaradt a folyó eredeti medre, így a meanderek (legalább visszafordulásig hajló folyókanyarulat, amely, ha levágják, holtággá válik) belső ívén a lassabban áramló víz lehetővé tette a (tündérfátyol) megtelepedését. A Balai-híd alatti szakasz egyenes lefutású, itt a gyorsabban áramló víz miatt állományait a partra kihúzódva, gyakran a nádas, gyékényes állományban találtuk meg. A Hortobágy-Berettyón kisméretű foltokat találtunk (2-3 m²), de a partmenti lassan áramló részeket hosszán elnyúlt keskeny mezőket lehet látni.”*



Az első megtalált rizsjácint utáni 11 kilométeres szakaszon több, mint 200 tövet figyeltem meg a kisebb-nagyobb kiszögellésekben, lelassult, eliszaposodott 30-45 centiméteres vízben. A növény fény- és melegigényes, a mocsári körülményeket kedveli, átlagosan 40-60 centiméter magas, évelő. A virágzás után vízbe hajolva érleli meg termését, benne a magvakkal. A rizsjácint csak az egyik oldalán él a Hortobágy-Berettyónak. A folyásirányának balra eső part mentén. Valószínűleg azért, mert a jobb parton sokkal zártabb a növényzet, alig szakad meg a nádfal. Itt van a csatorna főmedre is, általánosságban ezen oldalon nagyobb a vízmélység. Az is megfigyelhető, hogy normál, nyári vízállás mellett a sekélyebb, kiszögellésekben gazdag bal part felé lassuló víz ebbe az irányba szállítja a hordalékot, illetve a rizsjácint magvait. Augusztus végén könnyű volt meglegelni még a nádasok által tarkart egyedeket is, mivel az ilyenkor virágzó növény különleges kékes-lilás virágzata igencsak feltűnő. A zavarást nem tűri jól, a marhák ivóhelyei közelében nem él meg a növény, köszönhetően a taposásnak és az esetleges lelegelésnek. Két helyen nagyobb taposást is láttunk a part közelében. Ezeken a helyeken nem találtuk meg a növényt. Akár a legeltetés, mint gyepterkezelés is hatásos lehet a növény visszaszorítására. Ez a módszer „utánozhatja legjobban a természetes zavarást” (legelés és taposás miatt). A legelés hozadékai, hogy mikrolékek keletkeznek, a kompetitor fajok visszaszorulnak (ezáltal sok invazív faj féken tartható), nőhet a diverzitás.



Előfordulhat, hogy a rizsjácint Hortobágy-Berettyóba hullatott toktermése (a benne megtalálható rengeteg maggal) a Körösön és a Tiszán leúszva számtalan neki kedvező élőhelyen megtelepszik. Fontos a növény rendszeres monitorozása, hogy az új megjelenések helyén időben kezelni tudják az esetleges problémát.



Nem árt különbséget tenni az adventív növények különböző besorolásai közt, melyek számos kategóriába eshetnek. Nem minden adventív növényből lesz invazív. Ha invazív lenne minden betelepült faj, mára akár teljesen eltűnhettek volna őshonos növényeink. Inváziós növénynek nevezhetjük a természetes előfordulási helyétől eltérő helyen megtelepedni, hatékonyan szaporodni, terület hódítani, ezáltal az ökológiai egyensúlyt felborítani képes növényt. Egyes kutatások szerint „a Németországban a behozott és behurcolt hajtásos növények száma meghaladja a honos hajtásos növények számának ötszörösét”. Az Európába betelepített növények több, mint 22%-a (!) Ázsiából származik. A térhódítás gyorsaságát a magas magprodukció, az őshonos növényeknél tágabb tűrőképesség, a herbicidek elleni tolerancia, a gyors növekedés; virágzás és természhozás mind-mind segíti, a 'kultúrshökevények' ezáltal a lehető legjobb esélyekkel indulnak őshonos növényeinkkel szemben.



(A fotókat készítette: Juhász Katalin és Fazakas Bendegúz)

Persze ne vessük az ördögöt a falra! Közel sem biztos, hogy hazánkban „rizsjácint-ámokfutás” kezdődik, de sajnos a közeli országok példája azt mutatja, hogy jobb figyelemmel tartani ezt a növényt, még akkor is, ha már több mint 30 éve megtalálható itthon. Peter Wohlleben szerint: „Minél hosszabb ideig akar élni egy növény, annál inkább tolerálnia kell a klímát”. Csak az a kérdés, hogy őshonos növényeink meddig fognak kitartani...?

FAZAKAS BENDEGÚZ
Kecskeméti Református Gimnázium

IRODALOM

- [1] <https://termeszetvedelem.hu/talalati-oldal/?type=vedett-termeszt-terulet&id=276/NP/97>
<http://www.nimfea.hu/ttt/hatter3.htm>
- [2] Bartha Dénes: *Inváziós növényfajok Magyarországon*
- [3] Bartha Dénes: *Kék rizsgyom*
- [4] <http://nti.emk.uni-sopron.hu/images/Oktat%C3%A1s/Oktat%C3%A1si%20seg%C3%A9dletek/Biol%C3%B3giai%20inv%C3%A1zi%C3%B3B3/Biol%C3%B3giai%20inv%C3%A1zi%C3%B3B3%202.pdf>
- [5] https://www.met.hu/omsz/OMSZ_hirek/index.php?id=3083&hir=Az_otodik_legmelegebb_nyar_%E2%80%93_elozetes_elemzes
- [6] <https://greendex.hu/hogyan-valtozik-a-klima-itthon-az-ipcc-szerint/>
<https://sporthorgasz.eu/2023/01/16/okologiai-celu-szelektiv-halaszat-a-tisza-tavon-2022-ben/>
- [7] <http://www.nimfea.hu/kiadvanyaink/pusztakapocsij%20-%20tFCnderfatyol%20-%202096.pdf>
- [8] <https://termeszetvedelmikezeles.hu/a-gyepes-elohelyek-termesztvedelmi-szemponthu-kezelese>
- [9] Peter Wohlleben: *A fák titkos élete*
- [10] <https://mek.oszk.hu/11700/11738/11738.pdf>

A közösség intelligenciája

Amióta matematikát tanulunk, azt hiszem, több kérdést tettünk fel, mint ahányra választ kaptunk. Szerintem sokan így vannak ezzel, akik valamilyen tudományba kicsit is mélyebben beleássák magukat, akár általános vagy középiskolai szinten. Egyáltalán mi az a matematika? És mire használjuk?

Nos, ahhoz, hogy erre a két kérdésre pontos választ adhassunk, talán nem lesz elég 20 000 karakter és nagyjából egy hetes kutatómunka. Úgyhogy meg sem próbálkozunk ezzel. Ehelyett inkább egy gyakorlati megközelítéssel szeretnénk megismertetni az Olvasót, mely a matematika alkalmazási lehetőségét mutatja be és segít megérteni azt, hogy valójában miért a matematika a legfontosabb tudományunk. Egyáltalán ez a legfontosabb? Ez nyilvánvalóan szubjektív és nehéz lenne sorrendet állítani különböző tudományok között a fontosságuk alapján, azonban, ha arra gondolunk, hogy mi következik miből, elég egyszerűen rájöhettünk, hogy kapcsolat áll fent különböző tudományok között. A matematika úgynevezett axiómákra épül, melyeknek lényege, hogy nem bizonyíthatók. Ezért érvényüket az emberi elme szerinti nyilvánvalóságukból nyerik. Ilyen axióma például az algebrában az, hogy minden szám megegyezik önmagával.

Ebből kiindulva tehát mondhatjuk, hogy a matematika erre az axióma rendszerre épül. De mi épül a matematikára? Gyakorlatilag minden. Nehéz olyan természetben lezajló folyamatot mondani, amit ne

tudnánk valahogy számokkal jellemezni. Ezekre a természetben lezajló folyamatokra, annak mérésére és előrejelzésére alkotott modellt a fizika, mely szervesen épül a matematikára. Ha tovább gondoljuk a dolgot, a soron következő tárgy a kémia, melyet az atomfizika segítségével tudunk értelmezni (persze középkori alkimisták rájöttek különböző kémia összefüggésekre, azonban erre egy átfogó modellt nem tudtak alkotni a fizika ismerete nélkül). A kémia segítségével értelmezhetjük a biológiát, hiszen a sejtműködés, a DNS-ünk másolása mind-mind a kémia szabályai szerint történik. Majd a biológiától ugorhatunk a pszichológiára, mely az egyén viselkedését vizsgálja. A következő lépcsőfok a társadalomtudomány, ami az együtt élő emberek viselkedésével foglalkozik. Azonban itt merülhet föl bennünk a kérdés, hogy oké-oké, fizika az még matek, meg kémiaórán is kellett néha számolni, de biológia órán még kevesebbet. És a társadalomtudomány? Hogy kerül abba matek? A válasz valahogy úgy nézne ki, hogy képzeljünk el egy teremnyi levegőt. Tudjuk, hogy mit fog csinálni egy oxigén molekula, ha kereszthuzatot csinálunk a

teremben? Le tudjuk írni egy bizonyos nitrogénmolekula mozgási energiáját? A válasz a kérdésekre: nem. Azonban valami érdekeset tudunk csinálni. Ha közösen vizsgáljuk a teljes szoba gáztartalmát, akkor tudunk számításokat végezni a különböző változók ismeretében, mondjuk, hogy mikor cserélődik ki a szoba teljes levegőtartalma. Valahogy így kell elképzelnünk a társadalmat is. Mint individuális lények kiszámíthatatlanok vagyunk, azonban, mint sokaság, racionálisabb és kiszámíthatóbb döntéseket hozunk.

Az ember intelligens, nem véletlenül tudott ilyen sikeres lenni és győzedelmeskedni sok más faj felett. Persze az is szubjektív, hogy mit tekintünk sikeresnek. Az vitathatatlan érdeme az embernek, hogy nem csak alkalmazkodni tud a természethez, de el is tudja érni, hogy a természet alkalmazkodjon hozzá. De vajon hogyan sikerült mindez az embernek? A válasz egyszerű: kommunikáció és eszközhasználat. A kommunikáció kulcsfontosságú szerepet játszott az emberiség fejlődésében. Ez tette lehetővé, hogy különböző egyedek megosszák egymással tapasztalataikat és tudásukat. Ez hozta létre a közösség intelligenciáját, mely matematika nélkül értelmezhetetlen lenne.

A fent leírtak igazolására Francis Galton kísérletét ismételtük meg (erre az esszé későbbi részében még kitérünk), melynek lényege, hogy egy ismeretlen sokaságú dolgot megtippeljen a tömeg. Kísérletünkhöz az iskolánk 160 tanulójának a közreműködését kértük a szünetekben. A kísérletben megtöltöttünk egy palackot rizsszel, és megkértük a diákokat, hogy saccolják meg, hogy hány rizsszem lehet benne. Mindenki mondott egy számot, amit mi leírtunk, majd a kísérlet végén átlagoltuk a mondott számokat egy közös tippé transzformálva az egyéni tippeket.

A fent említett palackot 0,786 kg rizsszel töltöttük meg, ez nagyjából 46 059 db rizsszem. Még mielőtt valakiben felmerülne a kérdés, nem számoltuk meg egyesével az összeset, hanem csak 5 g-ot, mely 293 db rizsszemet tartalmazott. $0,786/0,005=157,2$, ebből következik, hogy $157,2 \times 293=46059,6$ – azaz megközelítőleg ennyi rizsdarab van a flakonban. A tippek átlaga pedig a következő volt: 45 747; azaz a közösség 312 rizsszemnyivel tévedett, amely 99,32 % pontosság! A kísérletet egyébként a BBC által készített *The Code* című dokumentumfilm első részében is elvégezték, azzal a különbséggel, hogy ott 4510 cukorkát helyeztek egy üvegbe. A tippek átlaga itt is egészen elképesztő volt, 4514,89. A BBC három részes filmsoportában Marcus du Sautoy-jal karöltve mutatja be az érdekes matematika jelenségeket.

Egy ilyen kísérlet sikerességéhez elengedhetetlen az alábbi három kikötés:

- A kísérletben résztvevők hajlandók legyenek az együttműködésre és törekedjenek arra, hogy jól tippeljenek. Ezért fordulhatott elő, hogy némely tippet sajnos törölnünk kellett, hiszen bármilyen nagy számot lehet mondani, és a tízmilliók tételek erőteljesen elviszik egy irányba az átlagot.
- Fontos, hogy a különböző tippelők egymással ne tudjanak kommunikálni és ezáltal befolyásolni, meggyőzni a másikat a saját igazukról. A mi helyzetünkben egy iskolában ez nehezen kivitelezhető, mivel a diákok csoportosan járnak, azonban a csoportok között nem volt kommunikáció, és ez lehetővé tette a kísérlet sikerességét.
- Az is szükséges, hogy bízzanak abban, hogy a többiek betartják az előző kettő kikötést.

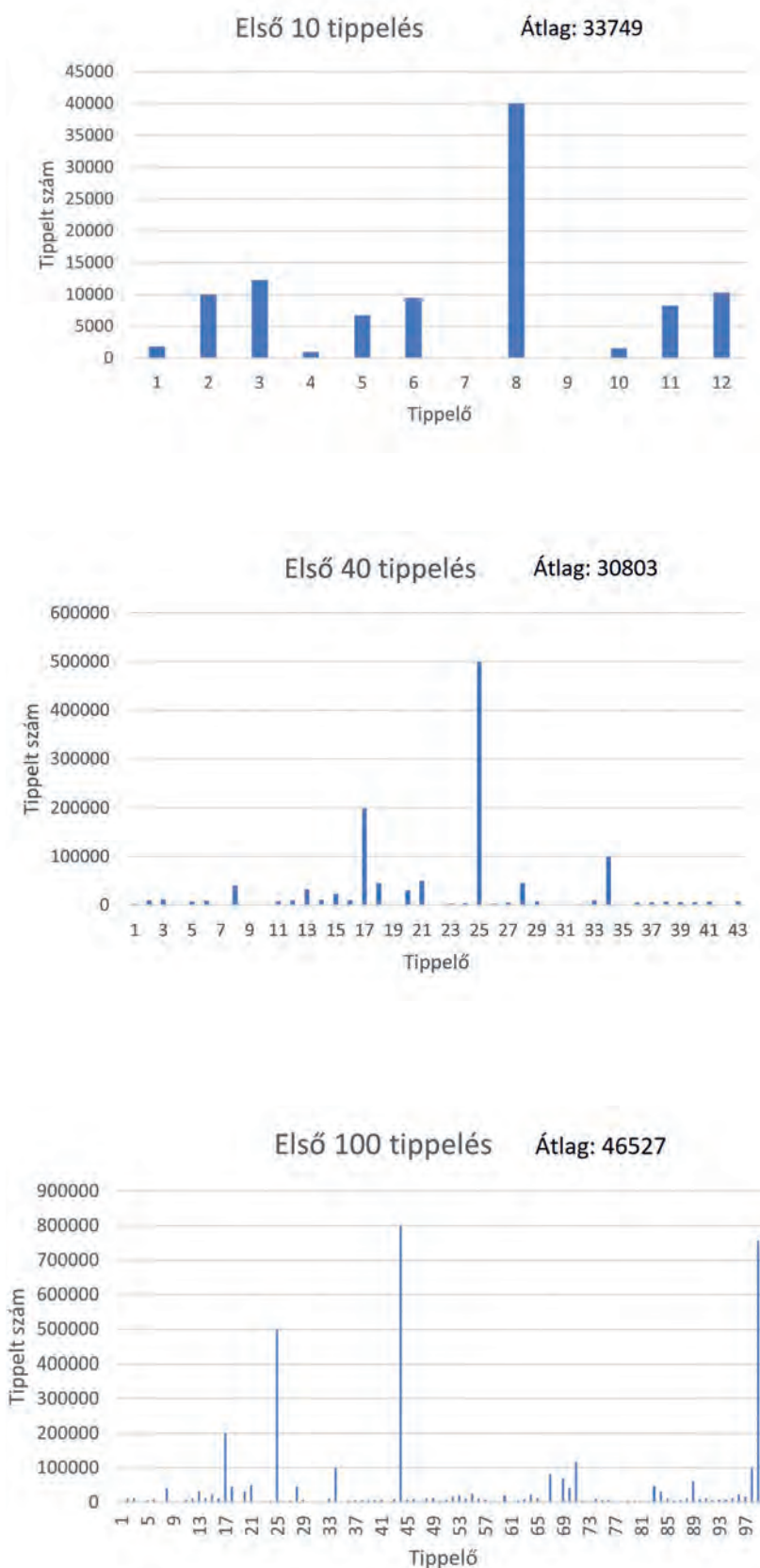
Továbbá azt is fontos kiemelni, hogy a tippelések átlagának a pontossága nagyban függ a kísérletben résztvevők számától. Ez leolvasható a grafikonokról is, mely jól mutatja, hogy már az első 10 tippelő átlaga belőtte, hogy nagyságrendileg mennyi lehet az üvegben (kicsit meg is lepődtem, amikor izgalomban a kísérlet közben néztem egy átlagot, mert meg voltam győződve arról, hogy ez 8-10 000 rizsszemnél nem lehet több. Majd a 100. Tippnél látjuk, beáll 1000 pontossággal az eredményünk. Vajon, ha végtelen embert kérdeztünk volna meg akkor kijött volna pontosan az eredmény?

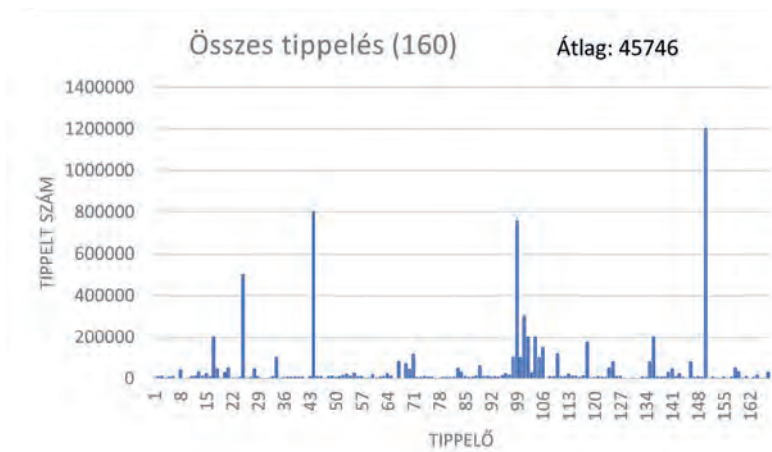


A tudomány azt mondaná igen, de sajnos nem volt annyi időnk, hogy kísérlettel bizonyítsuk elképzelésünket.

Az emberiség kultúrájának a történetében sokszor találkozhatunk a közösségi intelligencia példáival. Ezekben emberek, elképzeléseiket egyesítve, rendkívüli alkotásoknak adtak életet, illetve együttműködve eredményesen oldottak meg problémákat. Igaz, mi magunk is szembesülhetünk egy problémával csak saját erőforrásainkra számítva, és mások segítségével nélkül. Ebben az esetben csak a saját tapasztalatainkat és tudásunkat használjuk. Az együttműködés különböző nézőpontokat és megoldásokat ad, amelyekből létrejön egy kreatívabb, sokszor sikeresebb megoldás. A közösségi intelligenciának éppen az a lényege, hogy mások számára elérhetőek vagyunk, saját képességeinket, tudásukat és tapasztalatainkat a csapat szolgálatába állítjuk, és képesek vagyunk meghallgatni és értékelni azokat a megoldásokat, amelyekre addig nem gondoltunk. Ez a fajta intelligencia lehetővé teszi, hogy konfrontálódjunk másokkal, és egyúttal közös érdeket jelöljünk ki, hogy megtaláljuk a legjobb megoldást minden érintett számára. A kollaboratív intelligencia tehát együttműködést feltételez, ami a résztvevők különböző tapasztalataival és tudásával olyan megoldást eredményez, amelyekhez a probléma egyetlen szemszögből történő szemlélésével aligha lehetne eljutni.

Minden bizonnyal elgondolkodott a kedves Olvasó azon, hogy ez mind szép és jó, de mi hasznunk van abból, hogy tudjuk, hogy mennyi rizs van egy palackban? Sajnos ebből nem túl sok, viszont akad néhány olyan népszerű helyzet, ahol ezt a társadalmi képességet tudjuk kamatoztatni. Vegyük példának az információ-szerzést az interneten, vagy hírportálokon keresztül. Ugyan az a hír megtalálható különböző változatokban, illetve sok esetben eltérő információkkal. Honnan tudhatnánk, melyik mond igazat és melyik nem? A legtöbb esetben





mindegyikben előfordulnak valós, illetve valótlan elemek, itt azonban nem igazán tudjuk átlagolni az igaz és hamis állításokat és az algebrai modellünk csődöt mond, de a matematikai logika itt is segíthet. Ezen kívül gondolhatunk még arra is, amikor olyan méréseket kell végeznünk, melyeket nagyon pontosan kell megadni, és a külső behatások lévén nem tudunk pontos eredményt meghatározni, hiszen minden mérésnél picit más eredményt kapunk. Ekkor szintúgy átlagolhatjuk a méréseinket, ezáltal kiegyenlítve a zajt. Használhatják ezt például a gravitációs állandó pontos megméréseire is.

Hasonló alapokra épül a tőzsde és a piac több szektora. A közösség az, amelyik beáraz egy valutát vagy egy részvényt az alapján, hogy hogyan kereskedik vele, és abból kifolyólag, hogy az ilyen pénzügyi szektorok nagyon erőteljes szerepet játszanak egy ország életében, irányításában és annak fejlődésében, természetes, hogy sokan szeretnék mérni, mit is tervez a sokaság. Emiatt indult meg a XX. és a XXI. században a statisztika rohamos fejlődése, hiszen ez a matematikának azon ága, mely összegzi a hatalmas adathalmazt és segít az egyénnek megérteni a tömeget. Azonban a tudomány

nem állt meg itt, mára a matematikusok között az egyik legkiemelkedőbben fizetett dolgozók az adattudósok, akik képleteket, egyenleteket és modelleket dolgoznak ki arra, hogyan is tudnák értelmezni a különböző adatokat, melyeket legálisan vagy illegálisan gyűjtöttek be különböző, erre készített adathalász programok az online felületeken. A legjobb példa erre a *Google*. Emberek milliárdjainak az adataival rendelkezik, amelyeket rengeteg célra tud hasznosítani. Nem véletlenül mondják, hogy a XXI. század legértékesebb fizetőeszköze az adat.

Végül pedig szeretném megemlíteni James Surowiecki *The Wisdom of Crowds* című könyvét, mely részletesen foglalkozik az általunk is firtatott kérdésekkel. Különböző anekdotákon és tanulmányokon keresztül mutatja be társadalmunk döntéshozásait, illetve kimondja az intelligens sokaság feltételeit. A könyv legelső története Francis Galton kísérletét mutatja be, aki egy tehén tömegét tippeltette meg azokkal, akik azt remélték, pontosan meg tudják mondani, mivel a legpontosabb tippelőé lehetett az ökö. Azonban senki sem volt elég közel, de itt is, a tippek átlaga igen közel állt a valós értékhez.

A közösség intelligenciája nagyban meghatározta az evolúciós fejlődésünket és rengeteg találmány, eszmei vívmány nem láthatta volna meg a napvilágot ezen társadalmi jelenség nélkül, azonban nem szabad elfelejtenünk arról, hogy ha az egyén több tudással rendelkezik, mint a közösség, akkor azt könnyedén a közös ellen fordíthatja. Érdekes belegondolni, hogy ha ez a kísérlet egy palack rizzsel működött, akkor mi minnemen működhetne még, amire eddig esetleg nem is gondoltunk.

SINKA MÁRTON – BENAVIDES SEBASTIAN
VIII. Kerületi Vörösmarty Mihály Gimnázium



IRODALOM:

- [1] <https://www.buildinganewreality.com/guessing-an-oxs-weight-and-the-future-of-democracy/>
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Francis_Galton
- [3] <https://www.barakaintegral.org/articulos-interes/el-poder-de-la-sabiduria-colectiva/>
- [4] <https://www.psicologia-online.com/inteligencia-colaborativa-que-es-caracteristicas-y-como-desarrollarla-6227.html>
- [5] <https://www.rrhhdigital.com/secciones/coaching/139886/5-claves-para-fomentar-la-inteligencia-colectiva>
- [6] James surowiecki: The wisdom of crowds
- [7] https://en.m.wikipedia.org/wiki/The_Wisdom_of_Crowds
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=iOucwX7Z1HU>

BME–Élet és Tudomány–Pro Progressio Alapítvány felhívás

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (továbbiakban: BME), a Pro Progressio Alapítvány és testvérleapunk, az Élet és Tudomány közös ismeretterjesztő cikkpályázatot hirdet a BME oktatói, kutatói és hallgatói részére két kategóriában – BME oktató-kutató és BME hallgató.

Oktatói – kutatói kategória:

- **Önálló kutatás:** olyan kéziratokat várunk, melyeknek célja a BME által művelt tudományterületek legfrissebb eredményeinek és kérdésfelvetéseinek széles körű megismertetése és népszerűsítése és nem tartoznak az alábbi alkategóriák egyikébe sem (fenntarthatóság, ÚNKP, tudománytörténet).
- **Fenntarthatóság:** körforgásos gazdaság, környezet-tudatos megoldások témában várunk ismeretterjesztő cikket, melyben kutatói és fejlesztői eredményeket mutatják be a fenntarthatóság területéhez kapcsolódóan.
- **ÚNKP:** olyan, az Új Nemzeti Kiválóság Program keretében folyó kutatási projektekhez kapcsolódó ismeretterjesztő írásokat várunk, amelyekben a pályázók közérthető módon mutatják be saját kutatásukat, annak célját, módszerét, eddigi vagy várható eredményeit és tudományos vagy gyakorlati hasznosíthatóságának lehetőségét. Oktatói/kutatói pályázói minőségben, saját kutatással lehet kéziratot benyújtani. Témavezető minőségben nem nyújtható be pályázat.
- **Tudománytörténet:** olyan tudomány- és egyetem-történeti írásokat várunk, melyek ismeretterjesztő megközelítéssel mutatnak be a 2023-24-es évekhez kapcsolódó évfordulós kutatást, kutatót, tudományos eseményt vagy eredményt.

Hallgatói kategória:

- **Önálló kutatás:** olyan kéziratokat várunk, melyeknek célja a BME által művelt tudományterületek legfrissebb eredményeinek és kérdésfelvetéseinek széles körű megismertetése és népszerűsítése és nem tartoznak az alábbi alkategóriák egyikébe sem (fenntarthatóság, ÚNKP, TDK)
- **Fenntarthatóság:** körforgásos gazdaság, környezet-tudatos megoldások témában várunk ismeretterjesztő cikket, melyben kutatói és fejlesztői eredményeket mutatják be a fenntarthatóság területéhez kapcsolódóan
- **ÚNKP:** olyan, az Új Nemzeti Kiválóság Program keretében folyó kutatási projektekhez kapcsolódó ismeretterjesztő írásokat várunk, amelyekben a pályázók közérthető módon mutatják be saját kutatásukat,

annak célját, módszerét, eddigi vagy várható eredményeit és tudományos vagy gyakorlati hasznosíthatóságának lehetőségét.

- **TDK:** olyan, a TDK keretében folyó kutatási projektekhez kapcsolódó ismeretterjesztő írásokat várunk, amelyekben a pályázók közérthető módon mutatják be saját kutatásukat, annak célját, módszerét, eddigi vagy várható eredményeit és tudományos vagy gyakorlati hasznosíthatóságának lehetőségét.

A pályaművek formai követelményei:

A cikkek terjedelme 10 000 – 11 000 karakter (szóközök nélkül) doc formátumban, 3-4 illusztrációval (az utóbbiakat külön fájlban, képformátumban), képaláírással ellátva. Mivel ismeretterjesztő cikkeket várunk, beadáskor kérjük, ne a tudományos szakkikkek formai előírásait kövessék, pl. a kéziratok ne tartalmazzanak jegyzeteket, irodalomjegyzéket stb.

A díjazás:

A díjazott írásokat az Élet és Tudomány megjelenteti. A díjazottak kutatási tevékenységük további eredményes folytatása érdekében díjazásban (ösztöndíjban) részesülnek, melyekre a kiírók díjalapokat hoznak létre.

- **Oktatói-kutatói pályázati díjalap: 500 000 Ft**
- **Hallgatói pályázati díjalap: 400 000 Ft**

A díjalapok alkategóriánkénti felosztásáról a szakmai zsűri dönt, az alkategóriában beadott pályázatok száma, aránya és minőségi megoszlása alapján.

Mind a díjazásban részesült, mind a nem díjazott, de közlésre érdemes írásokat az Élet és Tudomány szerkesztett formában, ellenszolgáltatás nélkül fogja megjelentetni.

A pályázat beadása:

A pályázat benyújtása a BME honlapjáról elérhető *Forms* pályázati úrlapon lehetséges.

A pályázatok beküldésének határideje: **2024. május 15., szerda.**

A pályázók írásbeli értesítést kapnak a pályázat eredményéről.



HORTOBÁGY MEGÚJULT KIÁLLÍTÁSAI

Pásztormúzeum és látogatóközpont

A Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság Világörökségünk a Puszta elnevezésű programja támogatásából korszerűsödött a kiállítási épületek külső megjelenése, belső terei és tárlatai, valamint új funkciókkal is bővültek.

Az UNESCO kulturális világörökségének részét képező, műemléki védettségű egykori szekérállás a műemléki helyreállítást követően a több, mint 100 évvel korábbi arcát mutatja. Az épületben *A természettől állattenyésztésre rendelve* című kiállítás a pásztorok különleges tudásáról szól.

A kiállítás, mely a pásztorévkör jeles eseményei mellett, a pásztorok tevékenységének látványos elemeit is bemutatja, központi eleme egy olyan palást, melynek külső oldalát körbe járva a pusztai négy évszakos arcát ismerhetjük meg interaktív játékok, látványos filmek és fizikai erőpróba játék segítségével. A mennyezeti sávjában a pásztorok csillagismerete is kibontakozik. A körsétát követően betérve egy „szupersziget” belső terébe egy lebilincselő rövidfilm röpít minket a pusztai drámai akciókkal és csendes, meghitt pillanatokkal vegyes világába, melynek révén „sűrített” pusztai élményutazás részesei lehetünk. Aki több időt szán a Hortobágy ilyen formában való megismerésére, annak a *Kolompoló komponáló*, a *Gyere, legeltes!*, a *Pirkadattól alkonyatig* egységeket, vagy a családoknak szóló *Kalapmese* játékos tárlatvezetőjét ajánljuk kipróbálásra. A világ és hazánk pásztorai fal folyamatosan bővülő szelfi videós arcképcsarnokként a pásztorok jövőnek szóló üzeneteit közvetíti.

Jelentős változáson esett át a HNP Látogatóközpontja is. Az épület előtti területen egy új közösségi tér jött létre, padokkal árnyékot adó pergolával, melynek központi eleme a már közel egy éve felavatott daru

szobor. A Hortobágy Cafe világörökségi központhoz méltó hangulatával várja vendégeit, s joggal számíthat arra, hogy a családok kedvenc helyévé válik szomszédos Délibáb játszótérrel együtt. A Látogatóközpont ajándékboltjában beszerezhetjük többek között a Hortobágyi Nemzeti Parki Termék védjegyeinek árucikkeit is.

Megújultak, bővültek a Látogatóközpont kiállításai. A *Hortobágy természete* című kiállítás az épület első részében, két szinten kapott helyet. Interaktív módon ismerteti meg a Hortobágy természeti gazdagságát, a biológiai sokféleség megőrzésének fontosságát. Rávilágít a természeti értékekre, felkelti a látogató érdeklődését és felkészíti őt a nemzeti park területén elérhető tanösvény-túrákra.

Az épület külön részében, a *Pusztai Kincsestárban* berendezett *Jószág haszna* kiállításban fényt deríthetünk arra, hogy ha a gazdálkodó ember értő módon használja a pusztát, akkor természeti környezete és a legjobb jószág — évről évre megújulva — mi minden kincset kínál számára ma is. A galéria a hortobágyi pásztorok és a mezővárosok civis polgárainak régi öltözeteit sorakoztatja fel. Tágas belső „udvarán” kézműveskedésre, játszóházi foglalkozásokra nyílik lehetőség. A kincsestár „lepecsételt szobájában” átélhető egy szekérutazás kalandos valóságáé VR-élménye, miközben Hortobágy híres-neves személyiségeinek bőrébe képzelhetjük bele magunkat, például Sós Pista betyáréba is.

ERDÉLYI ÉVA



Fényképem a Tiszaalpári Római Katolikus templomról készült
 madártávlatból egy szép ködös hajnalon. A templom barokk
 stílusban épült 1755-ben egy dombra, mellette egy másik dombot
 találunk, ami egykor egy földvár volt az Árpád-korból.
 A régió egyik legjelentősebb emlékműje.
(Koncz-Bisztricz Tamás fotói)

Egy Ausztriai kirándulásunk során meglátogattuk az Alpok
 legkeletibb magashegyi hegynyulatát, a Wechsel-hegyláncot.
 A legmagasabb csúcs a Hochwechsel, a maga 1743 méteres
 magasságával. A csúcs tetején található egy kápolna is,
 amely a hegynyulatokon elhunyt katonáknak az emlékét őrzi.



Megújult honlapunk: termvil.hu



Az ökológia szerepe az európai ökoszisztéma-alapú halászati gazdálkodásban

Ökológia



A háziatyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek



Az ökológia szerepe az európai ökoszisztéma-alapú halászati gazdálkodásban



Mi történik a szén-dioxiddal a felszín alatt?



A fekete lyuktól a Déli sarkig – Koszmikus részecskegyorsító



A háziatyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek

Természet Világa

Termék



A háziatyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek



Az ökológia szerepe az európai ökoszisztéma-alapú halászati gazdálkodásban



Mi történik a szén-dioxiddal a felszín alatt?



A fekete lyuktól a Déli sarkig – Koszmikus részecskegyorsító

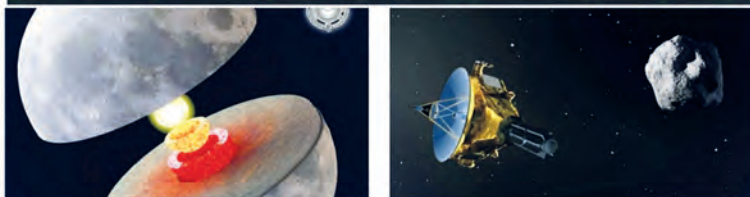


Mit tehet a kutatás az idegrendszeri betegségek gyógyításáért?

"Nem szállítottad előre Danát, Nem verted fák közül ki a drádot, Hogy kotozzon egy jobb csillagra át?" Edgar Allan Poe, "Szorított a Tudományhoz" című versében teljes joggal kéri számon a gyorsuló iramban fejlődő tudomány, hogy kifordítja sarkából az addig ismert világot és

Olvasó Adás

f t in G+



2019. január Újévi randevű – A New Horizons



A földtörténet úttörői

Termék

f t in G+



A háziatyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek

Termék

f t in G+



Mi történik a szén-dioxiddal a felszín alatt?

Termék



A háziatyúk ivarszerv kialakulásának érdekességei – Tyúkok, tojások, őssejtek



Az ökológia szerepe az európai ökoszisztéma-alapú halászati gazdálkodásban



Mi történik a szén-dioxiddal a felszín alatt?

