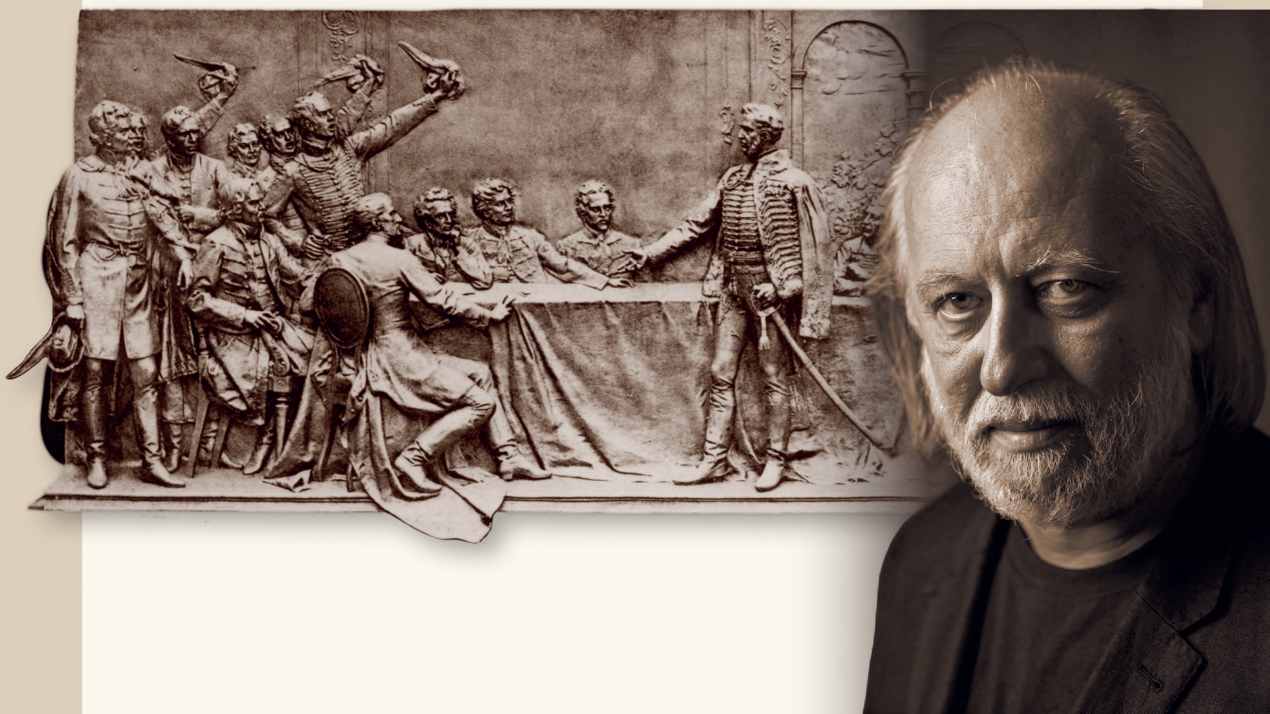


MAGYAR TUDOMÁNY

Füredi Zoltán
BEMUTATKOZIK AZ AKADEÉMIA
III. OSZTÁLYA –
AZ MTA 200 JANUÁRI PROGRAMJAI

Kulcsár-Szabó Zoltán
KRASZNAHORKAI LÁSZLÓ KAPTA
A 2025-ÖS
IRODALMI NOBEL-DÍJAT



MAGYAR TUDOMÁNY

A Magyar Tudományos Akadémia folyóirata

Főszerkesztő

BOLLOBÁS ENIKŐ

Szerkesztőbizottság

BAZSA GYÖRGY – BORHY LÁSZLÓ – BOZÓ LÁSZLÓ – CSABA LÁSZLÓ
HAMZA GÁBOR – KECSKEMÉTI GÁBOR – KENESEI ISTVÁN
MOLNÁR ANTAL – PÉCELI GÁBOR – PLÉH CSABA – RÓNYAI LAJOS
SIMON FERENC – SOLTI LÁSZLÓ – SPÄT ANDRÁS – VÉRTESSY BEÁTA

Vezető szerkesztő

GEIGER ILDIKÓ

Felelős szerkesztő

SZABÓ ÉVA ESZTER

Szaklektorok

HEGYI PÁL – SZABADOS LÁSZLÓ – TERNÁK GÁBOR

Olvasószerkesztők

FÖLDES ZSUZSANNA – MAJOROS KLÁRA



MTA 200 ÉVES
A MAGYAR
TUDOMÁNYOS
AKADÉMIA

Megjelenik
a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával

HU ISSN 0025 0325

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó Zrt. igazgatója

Felelős szerkesztő: Thimar Márta

Olvasószerkesztő: Pócsi-Fodor Petronella

Korrektúra: Török Tünde

Termékmenedzser: Egri Róbert

Fedélterv: Petrányi Réka

Tipográfia, tördelés: Berkes Tamás



Készült a Gyomai Kner Nyomda Zrt.-ben 2026-ban.

Felelős vezető: Balla László vezérigazgató

www.gyomaikner.hu

Megjelent 12,51 (A/5) ív terjedelemben

TUDOMÁNYHÓNAP

Bemutatkozik az Akadémia III. Osztálya – az MTA 200 januári programjai

Section III of the Academy Presents – MTA 200 January Programmes

Füredi Zoltán

az MTA rendes tagja, HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet, Budapest
furedi.zoltan@renyi.hu

A magyar matematikai kutatások helyzete

A magyar matematikai kutatások a 19. század vége óta tartósan a világszínvonal élvonalában helyezkednek el. Az 1893 óta általában négyévenként tartott Matematikusok Világkonferenciáján (International Congress of Mathematicians, ICM) eddig 60 magyar matematikus volt meghívott előadó, összesen 80 alkalommal. Ez az összes meghívott előadások (4573) 1,75%-a. Közülük nyolc plenáris előadó volt: Riesz Frigyes (1932), Neumann János (1950 és 1954), Lánosz Kornél (1958), Erdős Pál (1983), Lax Péter (1983), Lovász László (1990), Babai László (1994) és Kollár János (2014). A magyar matematika jelenleg legelismertebb ága a kombinatorika, azaz a véges struktúrák elmélete. Elsősorban e témában dolgozott Erdős Pál is, és e témában kapott két magyar matematikus is Abel-díjat: Szemerédi Endre 2012-ben és Lovász László 2021-ben. A díjat a Norvég Akadémia évenként adományozza, és presztízse a Nobel-díjával megegyező.

A magas szintű kutatások alapja a korai tehetséggondozás. Arany Dániel (1863–1945) már 1893-ban elindította a *Középiskolai Matematikai Lapokat* (KöMaL). Ez egy havi folyóirat, amelyben érdekes cikkek jelentek meg, és egyben nagy hatású feladatmegoldó verseny is: a középiskolai tananyagot messze meghaladó feladatokat adtak fel, azok megoldásait a diákok beküldték a laphoz, ezeket a megoldók neveivel, később a legjobb megoldók fényképeivel közzétették. E feladatsorok azóta diákok tízezreinek tették lehetővé az önálló, elmélyült gondolkodást, és a – később fizikarovattal bővített – *KöMaL* a magyar műszaki és természettudományos elit kinevelésének egyik oszlopává vált. A szigorú határidők és a sok munkát igénylő feladatok beadása jelenleg már online történik. A havonta beérkező, néha ezernél is több megoldás értékelését önkéntesek serege segíti. Azóta sok országban indultak hasonló középiskolai lapok, hasonló sikerrel.

A tehetségek kiválasztásának egy másik pillére a tantárgyi versenyek hálózata és a Bolyai János Matematikai Társulat által szervezett előadások, kis matematikus körök. Minden magyar matematikus és matematikatanárok százai kötelességüknek érzik az aktív közreműködést ezek szervezésében, a megoldások értékelésében. A Matematikai és Fizikai Társulat 1894 óta szervez országos tanulmányi versenyeket. A legrangosabb matematikaverseny 1949 óta Kürschák József, a fizikaverseny Eötvös Loránd nevét viseli. A díjazottak között számos később világhírű tudós található, köztük Nobel-díjasok is.

A harmadik pillér a speciális tantervű gimnáziumok. A Fazekas Mihály Gimnáziumban a speciális matematika tagozat 1962-ben indult, és szinte minden megyeszékhelyen léteznek (léteztek) a reáltudományokat hasonlóan előtérbe helyező gimnáziumok. Az itt végzettek azóta is a természettudományos értelmiség élvonalát adják.

Nincs királyi út

E kijelentést Eukleidész i. e. 300 körül élt görög matematikusnak szokták tulajdonítani, aki ezt állítólag I. Ptolemaiosznak – Egyiptom királyának – mondta, amikor az megkérdezte tőle, hogy van-e valami könnyebb módszer a geometria elsajátításához, mint az ő, mármint Eukleidész *Elemek* című munkájának áttanulmányozása. Azaz a matematikai tudás, és általában a tudás elsajátításának nincsenek könnyű, kényelmes módszerei, mindenkinek fárasztó és türelmes tanulási folyamaton, erőfeszítésen kell keresztülmennie a bonyolultabb területek megértéséhez.

Az MTA III. Matematikai Tudományok Osztálya úgy döntött, hogy az MTA 200 matematikai tudományhónap programjának elsődleges célközönsége a szélesebben értelmezett matematikusközösség, szakmai rendezvényekkel, díjátadásokkal, az elért eredmények ünneplésével.

Másodsorban olyan konferenciák, előadások szervezése a célja, amelyek a legújabb társadalmi átalakulások alapjait érintő témákat diszkutálják: mesterséges intelligencia, nagy hálózatok elmélete, optimumszámítások, a valószínűség-elmélet alkalmazásai és újdonságai.

Harmadrészt a sikerek okairól való elmélkedések: előadások a tehetséggondozásról, filmvetítések tudós életpályákról, panelbeszélgetés Abel-díjasainkról, valamint arról, miként lehetséges, hogy a Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet az összes magyar kutatóhely közül messze kiemelkedően már 13 ERC-pályázatot (European Research Council) nyert.

A továbbiakban az egyes rendezvények rövid bemutatása következik négy csoportban. Nem időrendben, hanem a szakmaitól a tágabban vett ismeretterjesztés felé haladva. Ez utóbbi előadások nagy része minden természettudományos műveltségű hallgató számára érthető lesz.

Szakmai ünneplések, díjátadások

A Bolyai János Matematikai Társulat díjátadásai (2026. január 9.)

A Rényi Kató-emlékdíj, a Grünwald Géza-díj, a Patai László-díj fiatal matematikusok munkáit ismeri el. A 2025. évi Schweitzer Miklós Matematikai Emlékverseny díjait is ekkor osztják ki. Ez egy egészen különleges tantárgyi verseny, igazi hungarikum. Minden PhD-szint alatti diák indulhat, és tíz nap alatt kell tíz igazán nehéz feladatot kidolgozni.

Tardos Gábor rendes tag és Szegedy Balázs levelező tag székfoglalói (2026. január 7.)

Tardos Gábor a Rényi Intézet kutatóprofesszora, a kombinatorika, a diszkrét és számítógépes geometria kivételesen sokoldalú kutatója, témakörének világszerte elismert vezetője.

Szegedy Balázs 2003-ban szerzett PhD-fokozatot az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Tíz évet dolgozott Észak-Amerikában, azóta a Rényi Intézetben van. A gráflimeszelmélet, a magasabb rendű Fourier-analízis, valamint a mesterséges intelligencia nemzetközileg elismert, vezető kutatója.

Balogh József külső tag és Gyöngy István külső tag székfoglalói (2026. január 13.)

Osztályunk nagy hangsúlyt fektet a külföldön élő magyar és magyar származású matematikusokkal való kapcsolattartásra. Például Bollobás Bélát, aki Erdős Pál tanítványa is, amint lehetett (1990), az MTA külső tagjának választották. Bollobás 2011 óta a The Royal Society tagja, és januárban egy magyar tanítványa tart székfoglalót. Balogh József az Illinois-i Állami Egyetem professzora, a kombinatorika egyik világszerte elismert vezető kutatója. A József Attila Tudományegyetemen végzett 1994-ben, majd PhD-témavezetője Bollobás Béla volt. A Balogh által kifejlesztett „konténerelmélet” a klasszikus és a valószínűségi kombinatorikai módszerek nagyon hatékony ötvöze, ami számtalan leszámítási probléma megoldását tette lehetővé, rendkívül pontos becsléseket adva.

Gyöngy István az Edinburgh-i Egyetem professzora, a The Royal Society of Edinburgh (Skót Tudományos Akadémia) rendes tagja. Az ELTE-n végzett, majd a Moszkvai Állami Egyetemen kandidált 1981-ben. Legfontosabb eredményeit a sztochasztikus differenciálegyenletek, a parciális differenciálegyenletek elméletében és ezek alkalmazásaiban érte el. Hetvenedik születésnapjának a *Stochastics and Partial Differential Equations* folyóirat külön kötetet szentelt.

Némethi András rendes tag és Simon Károly levelező tag székfoglalói (2026. január 14.)

Némethi András az algebrai geometriai szingularitások elméletének egyik vezető kutatója a világon. Segesváron érettségizett, és Bukarestben végezte el a matematika szakot 1983-ban. A világhírű romániai matematikai iskola eredményei ismeretében, a Rényi Intézet kutatóprofesszoraként, iskolateremtőként megújította a hazai kutatásokat. A Springer Verlag őt kérte fel egy szingularitáselméleti monográfia megírására.

A 722 oldalas kötet *Normal Surface Singularities* címmel 2022-ben jelent meg, és a témakör alapművévé vált.

Simon Károly 1984-ben szerzett matematikusdiplomát a szegedi József Attila Tudományegyetemen, jelenleg a BME Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskolájának vezetője. 2023-ban jelent meg az Amerikai Matematikai Társulat (American Mathematical Society) által kiadott nagyon rangos *Mathematical Surveys and Monographs* sorozatban a – Bárány Balázssal és Boris Solomyakkal közösen jegyzett – *Self-similar and Self-affine Sets and Measures* című, 451 oldalas monográfiája, amely a téma jelenlegi legátfogóbb és legrészletesebb expozíciója.

Gyimóthy Tibor rendes tag és Molnár Lajos levelező tag székfoglalói (2026. január 28.)

Gyimóthy Tibor a hazai informatika és szoftverfejlesztés egyik vezető kutatója, akinek munkássága közvetlen gyakorlati alkalmazásokkal bír. A Szegedi Tudományegyetem Szoftverfejlesztés Tanszékén a kutatás-fejlesztési munkák irányítója. A Mesterséges Intelligencia Nemzeti Laboratórium (MILAB) egyik szakmai vezetője. Egyik kutatási területe a modellek megbízhatósági problémáinak vizsgálata.

Molnár Lajos a Szegedi Tudományegyetem Analízis Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára. Hatszor volt meghívott előadó a lineáris algebra területének első számú konferenciáján, az ILAS-on (International Linear Algebra Society). Kutatási területe tágabb értelemben a funkcionálanalízis és a lineáris algebra területére esik.

Szakmai konferenciák: számelmélet és operációkutatás

A III. Osztály három részterületre osztható: matematika, operációkutatás és informatika-számítógép-tudomány. A Matematikai Tudományos Bizottság rendezvénye egy nagyszabású, egész napos számelméleti konferencia Hajdu Lajos szervezésében (Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet tanára), a tanácskozást 2026. január 22-én tartják Budapesten. A számelmélet a hazai matematika egyik fő kutatási iránya, és ennek Debrecen az egyik központja. A 40 perces, a legújabb eredményeket is áttekintő előadásokat minden matematikushallgatónak ajánlhatjuk. Az Operációkutatási Tudományos Bizottság Prékopa András-emléknapot tart január 15-én Kis Tamás szervezésében (ELTE Természettudományi Kar Matematikai Intézet Operációkutatási Tanszék tanára). Prékopa András (1929–2016) elsőrendű matematikus volt (lásd Prékopa–Leindler-egyenlőtlenség), és hamar felismerte az alkalmazott matematika, a számítástechnika, ezen belül az operációkutatás jelentőségét. Kiemelkedő tudományszervező volt, egyidőben az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet alkalmazott matematikai főosztályának vezetője is. Az operációkutatás az alkalmazott matematika egyik legfontosabb területe, rengeteg nehézséges gyakorlati problémára igyekszik választ keresni, nagy rendszereket optimalizálni. Az emléknapon sok, relatíve rövid előadásban, több nemzetközi előadóval számos új kutatási eredményt ismerhetünk meg.

Szakmai rendezvények: a mesterséges intelligencia (AI), matematikatörténet és a tér

Az ünnepi megnyitó (2026. január 5.) és az Informatika- és Számítástudományi Bizottság rendezvénye Vaszil György, a Debreceni Egyetem Informatikai Karának professzora szervezésében (2026. január 8.) az AI-ról fognak szólni. Kiemelünk néhány előadást.

Szegedy Balázs (Rényi Intézet) kutatásait „Miért nem lehet ignorálni az AI-t?” címmel foglalhatja össze. Ifj. Benczúr András (SZTAKI) „Megbízható gépi tanulás rádiós hálózatokban: magyarázhatóság, okság és bizonytalanság kvantifikálása” című előadása az egyre fontosabbá váló gépi tanulásról szól. A kommunikációs rendszerekben a modellek döntéseinek megértése és megbízhatósága kulcsfontosságú. Az előadó ismerteti, hogy hogyan képes a magyarázható modellezés (Explainable Artificial Intelligence, XAI) feltárni az oksági kapcsolatokat a hálózati konfiguráció és a teljesítménymutatók között. Szó lesz a legújabb, az oksági függőségekkel jobban összhangban lévő attribúciós technikákról és a modellek újrakalibrálási módszereiről.

Miranda Christ „The Structure of Relation Decoding Linear Operators in Large Language Models” című előadása – a témája miatt is – angol nyelven hangzik el. Bár az előadó tökéletesen beszél magyarul, a tudomány nyelve az angol, különösképpen a számítógépek világában. Az előadás témája a nagy nyelvi modellekkel kapcsolatos problémák, a mesterséges intelligencia hatékonysága a különféle relációk megtalálásában a nagy komplex rendszerekben.

Szakmai szempontból kiemelkedő ismeretterjesztő konferencia lesz a „Pillanatképek a magyar matematika elmúlt két évszázadából” (2026. január 21.). Vezető kutatók hat rövid előadásban idézik fel a magyar matematika legnagyobb hatású eredményeit, például Molnár Lajos (az SZTE TTIK Bolyai Intézet tanára, az MTA levelező tagja) a szegedi matematikai iskola alapítóiról, Riesz Frigyes (1880–1956) és Haar Alfréd (1885–1933) munkásságáról tart előadást. Mindketten olyan fogalmakat vezettek be, olyan új tételeket bizonyítottak, amelyek közel 100 éve minden matematikai doktori program részei. Például a Haar-mérték a hétköznapi térfogatfogalom lehető legáltalánosabb kiterjesztése minden arra alkalmas térre. Szakmailag kiemelkedő ismeretterjesztő előadást tart a térfogalom fejlődéséről Stipsicz András (2026. január 29.). A matematika, együtt a filozófiával, a természettudományokkal és más társtudományokkal, több évezredes fejlődés alatt feltárta, hogy a legegyszerűbb hétköznapi fogalmaink is (például a nyelv, a valószínűség, a térfogat stb.) valójában rendkívül összetett belső struktúrával bírnak. Ezen belül a geometriai tér fogalmát évszázadokig Eukleidész *Elemek* című munkája határozta meg.

Stipsicz András (rendes tag, a Rényi Intézet kutatóprofesszora, egyben igazgatója) „A háromdimenziós térfogalom fejlődése Bolyaitól Perelmanig” című előadásában a Bolyai János korszakos felfedezésével kezdődő hosszú folyamatot tekinti át, melynek állomásain alapvetően átalakult a minket körülvevő fizikai térről való elgondolásunk. Poincaré, majd újabban Perelman munkája nyomán egy világos, egyben nagyon szép kép alakult ki arról, mik is lehetnek a háromdimenziós terek.

Ismeretterjesztés: filmvetítések, panelbeszélgetések

Négy kiváló dokumentum-, illetve interjúfilmet emelünk ki legnagyobb matematikusaink életéről, munkásságáról. Nevezetesen a *Bolyai Farkas* című filmet (rendező: Miholcsa Gyula) (január 6.), egy Neumann Jánosról szóló 1980-as évekbeli filmet: *Neumann János – John von Neumann* (rendező: Dénes Gábor) (január 13.), egy Neumann Jánosról készült újabb filmet: *A legpompásabb emberi elme* (rendező: Bertha Livia) (január 20.) és a részben angol nyelvű, feliratozott Erdős Pál-filmet, egy részletet az 1993-ban a Gólyavárban tartott előadásából (január 22.).

Hogyan sikerül folyamatosan az élvonalban maradni? E minden tudományos kutatót érdeklő kérdésről három esemény is lesz. Pálffy Péter Pál, a Bolyai János Matematikai Társulat elnöke, rendes tag, a matematikai tehetséggondozás hazai eszközeit ismerteti (matematikai versenyek, *KöMaL*, a Nemzetközi Matematikai Diákolimpia bemutatása, 2026. január 9.). Hogyan lehetséges, hogy a Rényi Intézet az összes magyar kutatóhely közül messze kiemelkedően már 13 ERC-pályázatot (European Research Council) nyert? A panelbeszélgetést Stipsicz András vezeti (rendes tag, a Rényi Intézet igazgatója, 2026. január 19.). Hasonló panelbeszélgetést tartanak az Abel-díjról 2026. január 28-án, remélhetőleg az Abel-díjasok részvételével, Páles Zsolt vezetésével (rendes tag, osztályelnök). A tudományünnep matematikai hónap eseménysorozatát egy kiemelkedő tudományos előadás zárja: Stipsicz András a térfogalom fejlődéséről tart nagyszabású ismeretterjesztő előadást (2026. január 29.).

NOBEL-DÍJ 2025

Orvosi-élettani Nobel-díj 2025: a perifériás immuntolerancia molekuláris alapjai Nobel Prize in Physiology or Medicine 2025: Molecular Basis of Peripheral Immune Tolerance

Mócsai Attila

az MTA levelező tagja, egyetemi tanár
Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar Élettani Intézet, Budapest
mocsai.attila@semmelweis.hu

Absztrakt

A 2025. évi orvosi és élettani Nobel-díjat két amerikai és egy japán kutató, Mary E. Brunkow, Fred Ramsdell és Szakaguchi Simon (Shimon Sakaguchi) nyerte el a perifériás immuntolerancia mechanizmusainak és molekuláris alapjainak a felfedezéséért. A kutatók azonosították az immunrendszer egy korábban ismeretlen sejttypusát, az ún. szabályozó (regulátoros, T_{Reg}) T-sejteket, amelyek alapvető szerepet játszanak a szervezet saját sejtjei elleni esetleges immunválasz kivédésében. Kimutatták továbbá, hogy a T_{Reg}-sejtek fejlődésének központi szabályozója a FoxP3 transzkripció faktor, melynek hiánya mind egerekben, mind emberekben életveszélyes autoimmun betegséget vált ki. Ezek a felfedezések jelentős paradigmaváltást eredményeztek az immunrendszer működésének a megértésében, és lefektették az autoimmunitás, a szervátültetést követő kilökődési reakciók és egyes daganatok lehetséges új terápiás kezelésének a tudományos alapjait.

Abstract

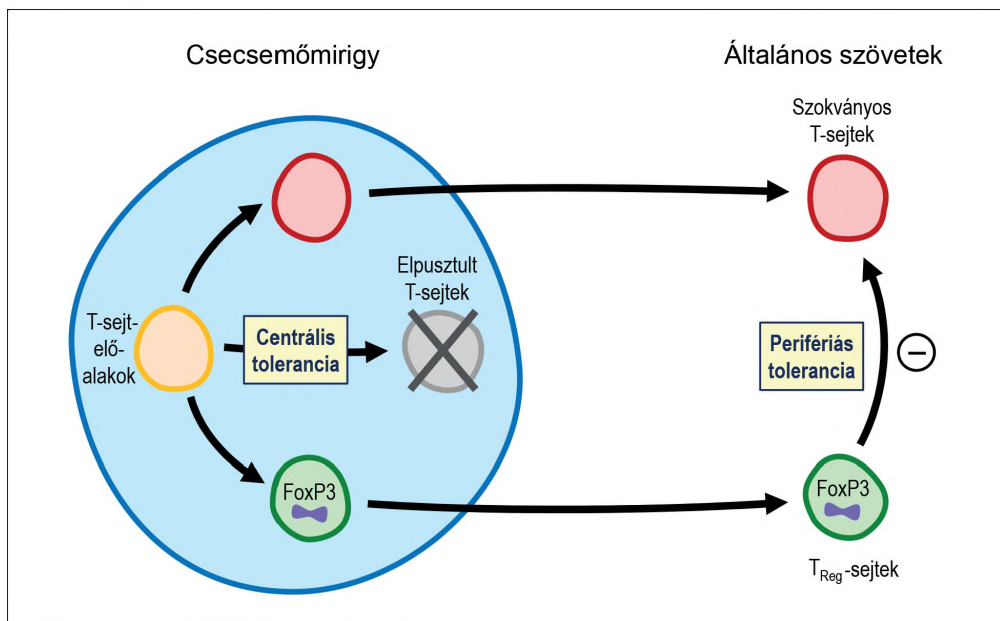
The 2025 Nobel Prize in Physiology or Medicine was awarded to three researchers: Mary E. Brunkow and Fred Ramsdell from the United States, and Shimon Sakaguchi from Japan. They were recognized for their discovery of the mechanisms and molecular foundations of peripheral immune tolerance. They identified a previously unknown type of immune cell, known as regulatory (T_{Reg}) T cells, which play a fundamental role in preventing harmful immune responses against the body's own tissues. They also demonstrated that the central regulator of T_{Reg} cell development is the FoxP3 transcription factor, the absence of which causes life-threatening autoimmune disease in both mice and humans. These discoveries have led to a significant shift in our understanding of how the immune system functions, providing the scientific basis for new therapeutic strategies that target autoimmunity, transplant rejection, and certain cancers.

Kulcsszavak: orvosi-élettani Nobel-díj, immunrendszer, szabályozó T-sejtek, FoxP3, autoimmunitás

Keywords: Nobel Prize in Physiology or Medicine, immune system, regulatory T-cells, FoxP3, autoimmunity

Az immunrendszer a szervezet egyik legösszetettebb és legsokrétúbb, testünk minden részét behálózó működési egysége. Szakmai körökben szinte közhelynek számít, hogy immunrendszerünk egyfajta kétélű fegyverként működik. Egyrészt alapvető szerepet játszik a kórokozók és a belső veszélyforrások (például daganatsejtek) eltávolításában, túlzott aktiválódása ugyanakkor jelentős szövetkárosodást is okozhat. Az immunrendszer működésének szabályozása ezért nagyon sokrétű, serkentő és gátló folyamatokon keresztül valósul meg. Immunrendszerünk szinte „pengeélen táncol”, hogy elkerülje az alulműködésből eredő súlyos fertőzések és a túlműködésből eredő autoimmun és gyulladásos betegségek kialakulását.

Az immunrendszer működésének számos különböző szereplője és rétege van. Ilyenek a veleszületett és szerzett immunitás, illetve a testfolyadékokban oldott molekulákkal (ún. humorális immunválasz) vagy az immunrendszer sejtjeinek közreműködésével (ún. celluláris immunválasz) megvalósuló folyamatok. Az immunrendszer egyik legérdekesebb, legkifinomultabb, egyben legösszetettebb eleme a T-nyiroksejtek (T-sejtek) által közvetített immunválasz folyamata. A T-sejtek különböző típusai a saját és idegen struktúrák megkülönböztetésében, a vírussal fertőzött és a daganatosan átalakult testi sejtek eltávolításában, a teljes immunválasz koordinálásában, valamint az immunológiai memória kialakításában is részt vesznek. A T-sejtek az immunrendszer legerősebb „fegyverei” közé tartoznak. Ennek megfelelően azonban túlzott aktiválódásuk súlyos károkat is tud okozni, ami a túlműködő sejtek aktivitását gátolni képes folyamatok jelenlétét igényli.



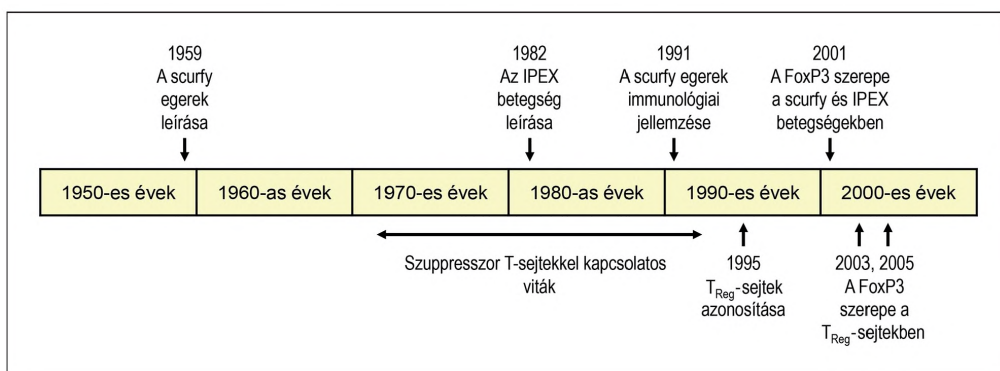
1. ábra. A Nobel-díjas eredmények összefoglalása
Forrás: saját szerkesztés

Fejlődésük során a T-sejtek komoly molekuláris szintű átalakulásokon mennek keresztül, melyek eredménye az lesz, hogy minden T-sejt csak egy adott idegen struktúra felismerésére lesz képes. Ezt nevezzük a T-sejtek klonalitásának. A T-sejtek működésének (de a teljes immunfolyamatnak is) az egyik alapvető jellegzetessége, hogy a sejtek csak az idegen struktúrákat ismerik fel és távolítják el, miközben a szervezet saját sejtjeit nem támadják meg. Ezt a jelenséget nevezzük immuntoleranciának, ami arra utal, hogy a T-sejtek (de az immunrendszer egésze is) „tolerálja” a szervezet saját sejtjeit. A T-sejtek működésének egyik alapja a sejtek fejlődése során a csecsemőmrigyben történő többlépéses kiválogatódás (szelekció), ami biztosítja, hogy csak olyan T-sejtek kerüljenek a keringésbe és az általános szövetekbe, amelyek egyrészt képesek együttműködni a szervezet többi sejtjével, másrészt idegen (nem pedig saját) struktúrákat ismernek fel (tehát megvalósul az immuntolerancia). A T-sejtek korai érése során létrejövő folyamatok eredményeként kialakuló immuntoleranciát nevezzük centrális toleranciának (1. ábra).

Régóta ismert azonban, hogy a centrális tolerancia folyamatainak tökéletlensége vagy későbbi események (például fertőzések) révén időnként előfordul a szervezetet megtámadni képes T-sejtek kialakulása. Szervezetünkben azonban léteznek olyan folyamatok is, melyek ezeket a centrális tolerancia folyamatait megkerülő sejteket is képesek kordában tartani. E folyamatok összességét nevezzük perifériás immuntoleranciának.

Korai eredmények a gátló T-sejtekkel kapcsolatban

Az 1970-es évektől kezdődően jelentős kutatások folytak a T-sejtek működését gátló mechanizmusok, ezen belül is elsősorban egy esetleges gátló T-sejt-típus azonosításáért (2. ábra). Számos kutatási eredmény sugallta, hogy a T-sejteknek létezik egy altípusuk, ami képes a többi T-sejt, illetve általában az immunválasz gátlására. Ezeket a feltételezett sejteket szuppresszor („elnyomó”) T-sejteknek nevezték el. A biztató



2. ábra. A Nobel-díjhoz vezető kísérletek idővonala

Forrás: saját szerkesztés

korai eredményeket követő nagyon intenzív kutatások azonban nem vezettek érdemi előrelépésre, nem eredményezték az érintett sejtek azonosítását, azok molekuláris jellemzőinek a tisztázását, a teljes működési koncepció körvonalainak a letisztulását.

Az 1990-es évekre ezen immunfolyamatok kutatása olyannyira ellentmondásokkal teli, a letisztult molekuláris mechanizmusok hiányában mélyen megkérdőjelezett kutatási iránnyá vált, hogy a „szuppresszor T-sejt” megnevezés szinte szitokszóvá vált a szakirodalomban (Green–Webb 1993).

A szabályozó T-sejtek felfedezése

Miközben a szuppresszor T-sejtek kutatása egyre inkább zsákutcának bizonyult, Szakaguchi Simon (Shimon Sakaguchi) munkacsoportja egy több évtizeddel korábbi megfigyelésből kiindulva 1995-ben sikeresen azonosított egy speciális T-sejt-típust kísérleti egerekben (2. ábra) (Sakaguchi et al. 1995). Ezek a sejtek egyszerre fejezték ki az immunválaszt szabályozó, ún. segítő T-sejtekre jellemző CD4-fehérjét és a T-sejtek működését szabályozó egyik oldható molekula (IL-2) receptorát, a CD25-öt (Sakaguchi et al. 1995). Érdekes módon ezen CD4⁺CD25⁺ kettős pozitív T-sejtek eltávolítása súlyos autoimmun betegséget okozott a kísérleti egerekben, míg a CD4⁺CD25⁺ T-sejtek visszaadása képes volt leállítani az autoimmun folyamatokat. E kísérletek tehát azonosítottak egy olyan T-sejt-típust, amely képes volt az immunválasz gátlására. Mivel ezek a sejtek nem rendelkeztek a korábban szuppresszor T-sejteknek tekintett sejtek feltételezett tulajdonságaival, a kutatók szabályozó (regulátoros) T-sejteknek, avagy T_{Reg}-sejteknek nevezték el őket. További kísérletek kimutatták, hogy a T_{Reg}-sejteknek nagyon erős immunrendszert gátló hatásuk van. E sejtek azonosítása egyben hatalmas lépést jelentett a perifériás immuntolerancia folyamatainak megértésében (1. ábra).

Autoimmunitás a „scurfy” egerekben és a humán IPEX-betegségben

A Nobel-díjhoz vezető kutatások másik ága a fentiektől teljesen függetlenül indult el (2. ábra). Egy amerikai kutatócsoport 1959-ben leírt egy egértörzset, melyet a jellegzetes súlyos bőrelváltozások alapján „scurfy” (pikkelyes, korpás) egereknek nevezett el (Russell–Russell–Gower 1959). Mivel a jellegzetes bőrtünetek X-kromoszómához kötött recesszív öröklődést mutattak, és ez volt az első X-kromoszómához kötött betegség egerekben, az egereket sokáig kizárólag örökléstani kutatásokban használták. Később kiderült azonban, hogy a scurfy egerekben a T-sejtek működésének jelentős túlműködése figyelhető meg, ami súlyos, jellemzően az első életheteken halálos autoimmun betegséget okoz (Godfrey et al. 1991; Ramsdell–Ziegler 2014).

A fentiekkel párhuzamosan egy amerikai kutatócsoport azonosított egy X-kromoszómához kötött öröklődő súlyos autoimmun betegséget (Powell–Buist–Stenzel 1982), melyet a legjellemzőbb tünetek alapján később IPEX (immune

dysregulation, polyendocrinopathy, enteropathy, X-linked) betegségnek nevezték el (Park et al. 2020) (2. ábra). A betegség az immunrendszer túlműködésének eredményeképpen a bélcsatorna és a hormonrendszer működésének súlyos zavarait, megfelelő kezelés nélkül pedig az érintett fiú újszülöttek csecsemőkori elhalálózását okozta (Powell–Buist–Stenzel 1982; Park et al. 2020). A fenti humán és egér autoimmun betegségek felismerése, öröklődése és egyéb jellemzői ellenére a betegségek molekuláris mechanizmusa sokáig felderítetlen maradt.

A FoxP3 transzkripció faktor felfedezése és szerepe

A scurfy mutáció és az IPEX-betegség molekuláris alapjainak a felfedezésére 2001-ben került sor (2. ábra). Az eredményeket a *Nature Genetics* folyóirat egy számában, három külön közleményben közzétették (Brunkow et al. 2001; Wildin et al. 2001; Bennett et al. 2001). A legrészletesebb tanulmány Mary E. Brunkow és Fred Ramsdell vezetésével azonosította a scurfy egerekben megfigyelhető betegséget eredményező mutációt (Brunkow et al. 2001). A kutatók azonosítottak egy új, az X-kromoszómán kódolt transzkripció faktort, amit FoxP3-nak nevezték el. A scurfy egerekben egy két bázispáros inzerciót találtak a FoxP3 génjében, ami a gén működésképtelenségét okozta. Az egészséges FoxP3 gén visszajuttatása megszüntette az autoimmun betegséget, ami formálisan is igazolta a FoxP3 szerepét a scurfy betegség kialakulásában. Ezzel párhuzamosan két munkacsoport (egyikük Mary E. Brunkow vezetésével) kimutatta, hogy több IPEX-ben érintett családban is jelen van a FoxP3 transzkripció faktor funkcióvesztéses mutációja, ami arra utal, hogy a humán IPEX-betegséget is a FoxP3 mutációi okozzák, illetve hogy az egér scurfy és a humán IPEX betegségek egymás megfelelőinek tekinthetők (Wildin et al. 2001; Bennett et al. 2001). Egy további munkacsoport a fentiektől függetlenül szintén a FoxP3 mutációját azonosította IPEX-ben szenvedő betegekben (Chatila et al. 2000).

Bár a fenti eredmények egyértelműen azonosították az egér scurfy és a humán IPEX molekuláris alapjait, továbbra sem volt ismert, hogy mi a mechanizmusa a FoxP3 hiányában létrejövő súlyos autoimmun betegségnek.

A FoxP3 szerepe a szabályozó T-sejtekben

A Nobel-díjat megalapozó fenti kutatások mindeddig két külön szálon futottak: Szakaguchi Simon (Shimon Sakaguchi) munkacsoportja felfedezte a T_{Reg} -sejt-populációt, Mary E. Brunkow és Fred Ramsdell munkacsoportjai pedig azonosították a scurfy és az IPEX-betegségek molekuláris alapjait. A két szálát több munkacsoport párhuzamos munkája kapcsolta össze. Szakaguchi munkacsoportja 2003-ban (2. ábra) kimutatta, hogy a FoxP3 specifikusan a T_{Reg} - ($CD4^+CD25^+$) sejtekben fejeződik ki, és a FoxP3 bejuttatása FoxP3-at eredetileg nem kifejező T-sejtekbe a sejtek immunológiai aktivitásának a csökkenését és az immunválaszt gátló képesség megjelenését eredményezi (Hori–Nomura–Sakaguchi 2003).

Pár héttel később két másik munkacsoport kimutatta, hogy a FoxP3 genetikai törlése a T_{Reg} -sejtek hiányát eredményezi (Fontenot–Gavin–Rudensky 2003; Khattri et al. 2003), egy későbbi tanulmány (Fontenot et al. 2005) pedig több oldalról is igazolta a FoxP3 döntő és specifikus szerepét a T_{Reg} -sejtvonal létrejöttében (2. ábra).

Összefoglalás

A fenti kísérletek összességében arra utaltak, hogy a FoxP3 a T_{Reg} -sejtek fejlődésének központi és elengedhetetlen szabályozó faktora, és hogy a FoxP3 genetikai hiánya a T_{Reg} -sejtek hiányán és ezáltal a T_{Reg} -függő gátló mechanizmusok felfüggesztésén keresztül eredményezi a scurfy egerekben és az IPEX-betegségben szenvedő gyermekekben megfigyelhető súlyos autoimmun betegséget.

A Nobel-díjat megalapozó eredmények, más párhuzamos kutatásokkal együtt, az immunrendszer működésének egy komplex és kifinomult mechanizmusát körvonalazták (1. ábra). Eszerint a T-sejtek csecsemőmirigyben való fejlődése során a centrális immuntolerancia mechanizmusai biztosítják, hogy döntő részben csak a szervezetre veszélytelen T-sejtek kerüljenek a keringésbe. Ez a mechanizmus azonban nem tökéletes, így a csecsemőmirigyből kikerülő T-sejtek egy része mégis képes felismerni a szervezet saját struktúráit és azok ellen súlyos következményekkel járó immunválaszt indítani. Ezeket a sejteket a perifériás immuntolerancia egyik alapmechanizmusaként a párhuzamosan kialakuló, de a FoxP3 által „átprogramozott” T_{Reg} -sejtek tartják kordában (1. ábra). A perifériás immuntolerancia során tehát a T_{Reg} -sejtek a szervezet védelmében egyfajta féket biztosítanak a túlműködő immunrendszer sejtjeivel szemben.

Jelentőség és kitekintés

A Nobel-díjjal kitüntetett kutatók munkássága alapvető új ismereteket eredményezett az immunrendszer működésének szabályozásával, az immunfolyamatok finomhangolásával kapcsolatban. A fenti eredmények igazolták, hogy a perifériás immuntolerancia egy ténylegesen létező aktív folyamat, ami a szervezet érdekében kordában tartja a súlyos szövetkárosodás kiváltására képes T-sejtes immunitást. Az immunrendszer működésének a megértésében alapvető paradigmaváltást jelentett a felismerés, hogy az immunrendszer nemcsak támadó, hanem aktív, programozott védőmechanizmusokat is működtet. A kapott eredmények külön szépsége, hogy egyetlen transzkripciós faktor (ún. „master regulator”) képes irányítani egy teljes sejttípus fejlődését és egy teljes immunológiai mechanizmus létrejöttét. A folyamat jelentőségét jelzi, hogy a FoxP3– T_{Reg} -tengely károsodása súlyos és életveszélyes autoimmun folyamatok kialakulását okozza.

A tudományos felismeréseken túlmenően a Nobel-díjas eredményeknek jelentős további társadalmi hasznuk is várható (Von Boehmer–Daniel 2013; Sharabi et al. 2018; Mikami–Kawakami–Sakaguchi 2020; Bittner–Hehlhans–Feuerer 2023; Wardell–Boardman–Levings 2025). A T_{Reg} -sejtek felfedezése és molekuláris működésük

megértése az alapját képezheti autoimmun és allergiás betegségek, valamint a szervátültetést követő kilökődési reakciók T_{Reg} -alapú terápiájának. Számos eredmény utal arra is, hogy egyes daganatok a T_{Reg} -funkciók elősegítésével aktívan akadályozzák a daganattellenes immunválaszt. Ennek a folyamatnak a gyógyszeres vagy sejtalapú befolyásolásától szintén jelentős terápiás hatás várható. A Nobel-díjjal kitüntetett kutatási eredményekben rejlő terápiás lehetőségeket jól mutatja, hogy jelenleg is közel száz különböző klinikai vizsgálat folyik a T_{Reg} -sejtek terápiás alkalmazásával kapcsolatban (Wardell–Boardman–Levings 2025).

Irodalomjegyzék

- Bennett, Craig L. et al. (2001). „The Immune Dysregulation, Polyendocrinopathy, Enteropathy, X-Linked Syndrome (IPEX) Is Caused by Mutations of FOXP3”. *Nature Genetics* 27, 20–21. <https://doi.org/10.1038/83713>.
- Bittner, Sebastian – Hehlhans, Thomas – Feuerer, Markus (2023). „Engineered Treg Cells as Putative Therapeutics Against Inflammatory Diseases and Beyond”. *Trends in Immunology* 44/6, 468–483. <https://doi.org/10.1016/j.it.2023.04.005>.
- Brunkow, Mary E. et al. (2001). „Disruption of a New Forkhead/Winged-Helix Protein, Scurfin, Results in the Fatal Lymphoproliferative Disorder of the Scurfy Mouse”. *Nature Genetics* 27/1, 68–73. <https://doi.org/10.1038/83784>.
- Chatila, Talal A. et al. (2000). „JM2, Encoding a Fork Head-Related Protein, Is Mutated in X-Linked Autoimmunity-Allergic Disregulation Syndrome”. *Journal of Clinical Investigation* 106, R75–R81. <https://doi.org/10.1172/JCI11679>.
- Fontenot, Jason D. et al. (2005). „Regulatory T Cell Lineage Specification by the Forkhead Transcription Factor Foxp3”. *Immunity* 22/3, 329–341. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2005.01.016>.
- Fontenot, Jason D. – Gavin, Marc A. – Rudensky, Alexander Y. (2003). „Foxp3 Programs the Development and Function of $CD4^+CD25^+$ Regulatory T Cells”. *Nature Immunology* 4, 330–336. <https://doi.org/10.1038/ni904>.
- Godfrey, Virginia L. et al. (1991). „Fatal Lymphoreticular Disease in the Scurfy (sf) Mouse Requires T Cells That Mature in a SF Thymic Environment: Potential Model for Thymic Education”. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 88/13, 5528–5532. <https://doi.org/10.1073/pnas.88.13.5528>.
- Green, Douglas R. – Webb, David R. (1993). „Saying the ‘S’ Word in Public”. *Immunology Today* 14/11, 523–525. [https://doi.org/10.1016/0167-5699\(93\)90180-S](https://doi.org/10.1016/0167-5699(93)90180-S).
- Hori, Shohei – Nomura, Takashi – Sakaguchi, Shimon (2003). „Control of Regulatory T Cell Development by the Transcription Factor Foxp3”. *Science* 299/5609, 1057–1061. <https://doi.org/10.1126/science.1079490>.
- Khattari, Roli et al. (2003). „An Essential Role for Scurfin in $CD4^+CD25^+$ T Regulatory Cells”. *Nature Immunology* 4, 337–342. <https://doi.org/10.1038/ni909>.
- Mikami, Norihisa – Kawakami, Ryoji – Sakaguchi, Shimon (2020). „New Treg Cell-Based Therapies of Autoimmune Diseases: Towards Antigen-Specific Immune Suppression”. *Current Opinion in Immunology* 67, 36–41. <https://doi.org/10.1016/j.coi.2020.07.004>.
- Park, Hyon J. et al. (2020). „Immune Dysregulation, Polyendocrinopathy, Enteropathy, X-Linked (IpeX) Syndrome: A Systematic Review”. *Autoimmun Review* 19/6, 102526. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2020.102526>.
- Powell, Berkley R. – Buist, Neil R. – Stenzel, Peter (1982). „An X-Linked Syndrome of Diarrhea, Polyendocrinopathy, and Fatal Infection in Infancy”. *Journal of Pediatrics* 100/5, 731–737. [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(82\)80573-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(82)80573-8).
- Ramsdell, Fred – Ziegler, Steven F. (2014). „FOXP3 and Scurfy: How It All Began”. *Nature Reviews Immunology* 14/5, 343–349. <https://doi.org/10.1038/nri3650>.

- Russell, William L. – Russell, Liane B. – Gower, Josephine S. (1959). „Exceptional Inheritance of a Sex-Linked Gene in the Mouse Explained on the Basis That the X/O Sex-Chromosome Constitution Is Female”. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 45/4, 554–560. <https://doi.org/10.1073/pnas.45.4.554>.
- Sakaguchi, Shimon et al. (1995). „Immunologic Self-Tolerance Maintained by Activated T Cells Expressing IL-2 Receptor Alpha-Chains (CD25). Breakdown of a Single Mechanism of Self-Tolerance Causes Various Autoimmune Diseases”. *Journal of Immunology* 155/3, 1151–1164. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.155.3.1151>.
- Sharabi, Amir et al. (2018). „Regulatory T Cells in the Treatment of Disease”. *Nature Reviews Drug Discovery* 17, 823–844. <https://doi.org/10.1038/nrd.2018.148>.
- Von Boehmer, Harald – Daniel, Carolin (2013). „Therapeutic Opportunities for Manipulating Treg Cells in Autoimmunity and Cancer”. *Nature Reviews Drug Discovery* 12, 51–63. <https://doi.org/10.1038/nrd3683>.
- Wardell, Christine M. – Boardman, Dominic – Levings, Megan K. (2025). „Harnessing the Biology of Regulatory T Cells to Treat Disease”. *Nature Reviews Drug Discovery* 24, 93–111. <https://doi.org/10.1038/s41573-024-01089-x>.
- Wildin, Robert S. et al. (2001). „X-Linked Neonatal Diabetes Mellitus, Enteropathy and Endocrinopathy Syndrome Is the Human Equivalent of Mouse Scurfy”. *Nature Genetics* 27, 18–20. <https://doi.org/10.1038/83707>.

Makroszkopikus kvantumállapotok elektromos áramkörökben: fizikai Nobel-díj 2025

Macroscopic Quantum States in Electrical Circuits: The Nobel Prize in Physics 2025

Asbóth János

PhD, egyetemi docens

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Elméleti Fizika Tanszék, Budapest;
HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont Kvantumoptikai és Kvantuminformatikai Osztály, Budapest;
HUN-REN-BME-BCE Kvantumtechnológia Kutatócsoport, Budapest
asboth.janos@ttk.bme.hu

Absztrakt

A 2025. évi fizikai Nobel-díjat John Clarke, Michel H. Devoret és John M. Martinis egy 40 évvel ezelőtti kísérletsorozatért kapták, amelyben a Kaliforniai Egyetemen (Berkeley) egy szupravezető áramkörben makroszkopikus kvantumos alagutazást valósítottak meg, és az áramkört stacionárius kvantumállapotokba tudták hozni. A kísérletekre alapozva fejlesztették ki később Devoret és társai az ún. transzmon kvantumbitét, ami a ma egyik legsikeresebb kvantum-számítógépes platform alapja. Ilyen kvantumbitétet használt a Martinis által vezetett kvantumszámítógép-építő csoport is, ami a Google támogatásával először érte el az ún. kvantumfölényt.

Abstract

John Clarke, Michel H. Devoret, and John M. Martinis were awarded the 2025 Nobel Prize in Physics for a series of experiments conducted 40 years ago at the University of California, Berkeley. In these experiments, they achieved macroscopic quantum tunnelling in a superconducting circuit and were able to bring the circuit into stationary quantum states. Building on these experiments, Devoret and his colleagues later developed the so-called transmon qubit, which forms the basis of one of today's most successful quantum computing platforms. Such qubits were also used by the quantum computer construction group led by Martinis, which, with the support of Google, was the first to achieve quantum supremacy.

Kulcsszavak: Nobel-díj, fizika, kvantumparadoxonok, kvantumszámítógép, John Clarke, Michel H. Devoret, John M. Martinis

Keywords: Nobel Prize, physics, quantum paradoxes, quantum computing, John Clarke, Michel H. Devoret, John M. Martinis

A 2025. évi fizikai Nobel-díjat John Clarke (University of California, Berkeley), Michel H. Devoret (Yale University; University of California, Santa Barbara) és John M. Martinis (University of California, Santa Barbara; Qolab, Los Angeles) kapta egyenlő arányban megosztva, az indoklás szerint azért, mert „elektromos áramkörben

kimutatták a makroszkopikus kvantumos alagutazást és az áramkör energiáinak kvantáltságát”.

A díj illeszkedik az „új kvantummechanika” 100. születésnapját ünneplő „A kvantum éve” programjához (The 2025 International Year of Quantum Science and Technology, IYQ), a díjazottak munkája összeköti a kvantummechanika elvi problémáinak kísérleti vizsgálatát a kvantumtechnológiával. Tekintsük át a kísérletek lényegét és előtte még az elméleti hátteret: mi a makroszkopikus szuperpozíció és alagutazás, miért alkalmasak ennek vizsgálatára a szupravezetők?

Először is: *mi a szuperpozíció?* A kvantummechanika alapját 1925-ben erre építették Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger és mások, radikálisan szakítva a szokásos világgépünkkel. Ha egy elektron (vagy bármely más objektum, amelynek mozgását a kvantummechanikával éppen leírjuk) lehet A vagy B állapotban (például A vagy B helyen), akkor ezen állapotokat „egyszerre” is felveheti valamilyen valószínűségi amplitúdókkal súlyozva, azaz $a \cdot A + b \cdot B$. Az elektron végtelen sokféle helyen lehet, így hozzá végtelen sok valószínűségi amplitúdó tartozik – ezeket összesíti a hullámfüggvénye, amelynek időfejlődését a Schrödinger-egyenlet (1926) adja meg. A szuperpozíció elvével és ezzel az új egyenlettel rögtön sikerült megmagyarázni az atomok energiáinak kvantáltságát, a Schrödinger-egyenlet stacionárius megoldásait az elektronpályáknak megfelelően.

Mi a kvantumos alagutazás, hogyan igazolja a szuperpozíciót? Ha potenciálgátakkal egy térrészbe zárunk egy részecskét, a klasszikus mechanika szerint legfeljebb hőmérsékleti gerjesztés révén tud kiszökni – a kiszökés rátája nullához tart, ha a hőmérsékletet az abszolút nullához csökkentjük. A kvantummechanika azonban azt jósolja, hogy nulla hőmérsékleten a részecske „a potenciálgát alatt” ki tud szökni. Ez magyarázza a radioaktív bomlást: például az alfa-részecske alagúteffektussal tud kiszökni az atommag vonzó potenciáljából. Fontos, hogy az alagutazás indirekt bizonyítékot ad a szuperpozícióra: a folyamat közben a részecske a kötött és szabad állapotok szuperpozíciójában kellett hogy legyen.

Mi a makroszkopikus kvantumosság? A kvantummechanika a szuperpozíció miatt minden lehetséges eseményt egyszerre valószínűsítőnek kezel – de hogyan tud akkor jóslatokat tenni hétköznapi világunkról, ahol csak egy valóság van? Hogyan lesz a kvantumos és-es szuperpozícióból klasszikus vagy-vagy valószínűség? Erre pragmatikus megközelítést ad az 1920-as évektől az ún. koppenhágai értelmezés, miszerint egy méréssel a makroszkopikus megfigyelő a mért rendszer (például elektron) hullámfüggvényének véletlenszerű beugrását (kollapszusát) okozza (Bohr 1928). Sajnos azonban a kollapszus, bár praktikus számítási recept, nem összeegyeztethető a kvantummechanika fogalmi eszköztárával, nem írható le a Schrödinger-egyenlettel.

A makroszkopikus kvantumosság alapkérdése az, hogy milyen méretskálánál kezdődik a hétköznapi (makroszkopikus vagy klasszikus) világ, milyen bonyolultnak kell lennie egy objektumnak, hogy mérést végző, kollapszust okozó megfigyelőnek kezelhessük (Schrödinger 1935). Ahhoz, hogy ez kísérletileg is vizsgálható legyen, laboratóriumban előállított makroszkopikus szuperpozícióra van szükség. Azaz kell

egy elég nagy, sok részecskéből álló rendszer, aminek mérésekkel megkülönböztethető A és B állapotainak törékeny szuperpozícióját állítjuk elő, olyat, ahol bármelyik részecske megmérése már „beugrasztja” az összes többi állapotát is. Ráadásul kell valamilyen kísérlet is, amely bizonyítja, hogy a törékeny szuperpozíció előállt: aminek eredménye csak úgy magyarázható, hogy A és B állapotok szuperpozícióban voltak.

Mi a makroszkopikus kvantumos alagutazás? Olyan alagúteffektus, amikor a potenciálfalak között preparált objektum maga sok részecskéből áll, amelyek csak együtt tudnak mozogni, és alagúteffektussal kiszöknek. Azért különösen érdekes, mert ilyenkor az alagutazás megtörténte indirekt bizonyítéka annak, hogy valamikor előállt egy olyan makroszkopikus szuperpozíció, hogy (sok részecske a potenciálgödörben) + (sok részecske a potenciálgödörön kívül).

Hogyan kerülnek ide a szupravezető elektromos áramkörök? A szupravezetés makroszkopikus kvantumos jelenség: az alacsony hőmérsékleten szupravezetővé váló anyag vezetési elektronjai párokba (ún. Cooper-párokba) rendeződnek, és – az energiaminimumra törekedve – mind ugyanazt a hullámfüggvényt veszik fel. Ez a makroszkopikusan betöltött kvantumállapot rácsrezgések keltése nélkül is tud mozogni, így folyhat áram külső feszültség nélkül is. Ráadásul, mint azt 1962-ben Brian Josephson megjósolta (Josephson 1962; 1965), egy vékony szigetelő oxidrétegen (az ún. Josephson-átmeneten) a Cooper-párok kvantumos alagúteffektussal áthaladhatnak (22 éves korában elért eredményéért fizikai Nobel-díjat kapott 1973-ban). Kollektív hullámfüggvényük ekkor az átmenet mindkét oldalára kiterjed, egy φ relatív fázissal a két oldal között. Ez a φ fázis adja meg az oxidrétegen át a Cooper-párok által vitt áram irányát és nagyságát – ez külső feszültség nélkül is folyik. Ha feszültséget kapcsolunk a két oldalra, az a fáziskülönbség egyenletes változásával jár. Megjegyzendő, hogy a Josephson-effektus önmagában nem tekinthető makroszkopikus kvantumos alagutazásnak. Itt ugyanis az összes elektronpár a szigetelő vékonyréteg egyik és másik oldalán levés kvantumos szuperpozíciójában van, egymástól függetlenül – bármelyik elektronpár helyének megmérése nem ugrasztaná be a többi közül egyik elektronpárt sem.

Hogyan kell szupravezető elektromos áramkörben a makroszkopikus kvantumos alagutazást megvalósítani? Erre 1980-ban Anthony James Leggett brit-amerikai elméleti fizikus (2003-ban Nobel-díjat kapott a ^3He szuperfolyékonyságának magyarázatáért) adott ötletet (Leggett 1980). Leggett azt javasolta, hajtsunk át áramot generátorral egy Josephson-átmeneten. Kis meghajtó áramot teljes egészében az alagutazó Cooper-párok tudnak vinni, ilyenkor kollektív hullámfüggvényükben a szigetelő vékonyréteg két oldala közötti fáziskülönbség időben állandó – ehhez tartozik egy A állapot, amit a feszültség 0 értéke jellemez. Nagyobb meghajtó áram mellett az áramot részben párosítatlan elektronok viszik, ekkor feszültség esik az átmenetre, a fáziskülönbség időben folyamatosan változik, és a Cooper-párok időben oszcillálva alagutaznak – ehhez tartozik a makroszkopikusan más B állapot, amit a mérhető feszültség jellemez. Közepes meghajtó áramértékek mellett, amikor az A és B állapotok is stabilak, az A állapotból indulva környezeti zaj (például hőmérsékleti gerjesztés)

vagy kvantumos alagutazás hatására előbb-utóbb az áramkör a B állapotba kerül. Tehát ha a környezeti zajt sikerül nullához közel csökkenteni, és közepes áram mellett a feszültség ugrásszerű változását mérjük, akkor a változást kvantumos alagutazás okozta, azaz valamikor az összes Cooper-pár makroszkopikus A + B szuperpozícióban volt.

Leggett ötletét a kvantumos alagutazásra elektromos áramkörökben többen megvalósították 1981-ben. Az IBM kutatói például (Voss–Webb 1981) az áramkört nióbiumból (9 K hőmérséklet alatt szupravezető) párologtatással gyártották, majd a mérések közben, a hőmérsékleti zaj hatását csökkentendő, azt extrém hidegre, néhány mK-re hűtötték ^3He - ^4He keveréssel hűtővel. A mért feszültségugrások konzisztensek voltak a makroszkopikus kvantumos alagutazással, de nem tudták teljesen kizárni, hogy az $A \rightarrow B$ átmenetet valamilyen más zaj (például elektronikus áramkörben terjedő zaj) okozta.

A kvantumos alagutazás szupravezető áramkörben való minden kétséget kizáró megvalósítását tűzte ki célul 1984-ben John Clarke (University of California, Berkeley) kaliforniai laborjában, Michel H. Devoret posztdoktorral és John M. Martinis doktorandusszal, az IBM-esek által is használt kísérleti elrendezés továbbfejlesztésével. Ehhez többek között általuk fejlesztett eszközökkel az elektromos áramkörön terjedő zajt nagymértékben csökkentették, és mikrohullámú mérés technikával Josephson-átmenetük paramétereit alaposan feltérképezték. Segítette még Clarke-ékat, hogy rendelkezésükre állt Leggett és Caldeira egy friss, 1983-as elméleti számolása (Caldeira–Leggett 1983) arról, hogy egy elektromos ellenállás hogyan módosítja a kvantumos alagutazást leíró 1926-os összefüggéseket. Clarke, Devoret és Martinis méréseinek sorozata (Devoret–Martinis–Clarke 1985) egyértelműen mutatta, hogy 30–40 mK hőmérséklet alatt makroszkopikus kvantumos alagutazás révén vált állapotot az elektromos áramkörük, kvantitatív egyezésben (illesztési paraméterek nélkül!) a Caldeira–Leggett-modell jóslataival.

Clarke-ék a makroszkopikus kvantumos alagutazás mellett további fontos kísérleti érvet tudtak felmutatni az elektromos áramkör makroszkopikus kvantumállapotainak szelektív gerjesztésével (Martinis–Devoret–Clarke 1985) – ezzel az egész áramkör „mesterséges atomként” viselkedett. Ehhez az alagutazásos kísérlet közben rádióhullámokkal sugározták be az átmenetet, és megmérték, hogy bizonyos frekvenciáknál az alagutazás rezonánsan felgyorsult. Ezeket a frekvenciákat az áramkör kvantumállapotainak energiaszint-különbségeihez tudták kötni, teljes analógiában azzal, ahogy annak idején Niels Bohr az atomi gázok színeképvonalait az elektronpályák energiakülönbségeivel tette.

Clarke-ék kísérletsorozata nemcsak elvi jelentőségű volt, hanem nagyon fontos lépést jelentett a kvantumszámítógép építése felé is. Kvantumszámítógéphez ugyanis szükség van kvantumbitekre, azaz olyan, kísérletileg jól manipulálható rendszerekre, amelyek méréssel megkülönböztethető „0” és „1” állapotokon kívül ezek szuperpozíciójában is lehetnek. Clarke-ék 1984-es munkája révén a Josephson-átmeneteket tartalmazó szupravezető áramkörök ígéretes kvantumbitplatformmá

váltak. A kvantumszámítógépekhez vezető úton további fontos lépések is fűződnek Devoret és Martinis nevéhez. Devoret egyike volt a tranzmon megalkotóinak – ez a manapság legelterjedtebb variánsa a Josephson-átmenetet tartalmazó fizikai kvantumbitnek. Martinis vezette 2004 és 2020 között a világ talán vezető kvantumszámítógépes csoportját, amit 2014-ben felvásárolt a Google Quantum AI. 2019-ben az ő 53 kvantumbites csipjükkel sikerült először olyan kvantumos számítást végrehajtani, amelyet nehéz hagyományos számítógéppel szimulálni (kvantumfölény). 2020-ban Martinis távozott a Google Quantum AI-tól (személyes okok miatt), most saját kvantumos cégét, a Qolabot vezeti. A Google Quantum AI hardveres fejlesztéseinek fő tudományos tanácsadója viszont 2023 óta Devoret.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Makk Péternek és Kriza Györgynek a diskusziókat, és Virosztek Attilának a kézirat átolvasását is.

Irodalomjegyzék

- Bohr, Niels (1928). „The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory”. *Nature* 121, 580–590. <https://doi.org/10.1038/121580a0>.
- Caldeira, Amir O. – Leggett, Anthony J. (1983). „Quantum Tunnelling in a Dissipative System”. *Annals of Physics* 149/2, 374–456. [https://doi.org/10.1016/0003-4916\(83\)90202-6](https://doi.org/10.1016/0003-4916(83)90202-6).
- Devoret, Michel H. – Martinis, John M. – Clarke, John (1985). „Measurements of Macroscopic Quantum Tunneling out of the Zero-Voltage State of a Current-Biased Josephson Junction”. *Physical Review Letters* 55/18, 1908–1911. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.55.1908>.
- Josephson, Brian D. (1962). „Possible New Effects in Superconductive Tunnelling”. *Physics Letters* 1/7, 251–253. [https://doi.org/10.1016/0031-9163\(62\)91369-0](https://doi.org/10.1016/0031-9163(62)91369-0).
- Josephson, Brian D. (1965). „Supercurrents Through Barriers”. *Advances in Physics* 14/56, 419–451. <https://doi.org/10.1080/00018736500101091>.
- Leggett, Anthony J. (1980). „Macroscopic Quantum Systems and the Quantum Theory of Measurement”. *Progress of Theoretical Physics Supplement* 69, 80–100. <https://doi.org/10.1143/PTP.69.80>.
- Martinis, John M. – Devoret, Michel H. – Clarke, John (1985). „Energy-Level Quantization in the Zero-Voltage State of a Current-Biased Josephson Junction”. *Physical Review Letters* 55/15, 1543–1546. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.55.1543>.
- Schrödinger, Erwin (1935). „Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik”. *Naturwissenschaften* 23, 807–812. <https://doi.org/10.1007/BF01491891>.
- Voss, Richard F. – Webb, Richard A. (1981). „Macroscopic Quantum Tunneling in 1- μ m Nb Josephson Junctions”. *Physical Review Letters* 47/7, 265–268. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.47.265>.

Molekuláris építőkövek forradalma: kémiai Nobel-díj a fémorganikus vázszerkezetekért

Revolution in Molecular Building Blocks: Nobel Prize in Chemistry for Metal–Organic Frameworks

Sápi András¹ – Kónya Zoltán²

¹ PhD, egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar
Alkalmazott és Környezeti Kémia Tanszék, Szeged;

Szegedi Tudományegyetem Interdiszciplináris Kutatásfejlesztési és Innovációs Kiválósági Központ, Szeged
sapia@chem.u-szeged.hu

² az MTA levelező tagja, DSc, egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar
Alkalmazott és Környezeti Kémia Tanszék, Szeged;

Szegedi Tudományegyetem Interdiszciplináris Kutatásfejlesztési és Innovációs Kiválósági Központ, Szeged;
HUN-REN–SZTE Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoport, Szeged
konya@chem.u-szeged.hu

Absztrakt

A 2025-ös kémiai Nobel-díjat Kitagava Szusumu (Susumu Kitagawa), Richard Robson és Omar M. Yaghi kapták a fémorganikus vázszerkezetek (metal–organic frameworks, MOFs) feltalálásáért és fejlesztéséért. Ezek az anyagok fémionok és szerves molekulák kapcsolódásával jönnek létre, hatalmas fajlagos felszínű, üreges szerkezeteket alkotva, amelyek képesek gázok és folyadékok megkötésére, átalakítására vagy szűrésére. Robson lefektette a koordinációs, háromdimenziós fémalapú polimerszerkezetek alapjait, Kitagava azokat továbbfejlesztve reverzibilis gázadszorpciós tulajdonságaikat demonstrálta, majd később Yaghi megteremtette a retikuláris kémia tudományát, amely lehetővé teszi a MOF-ok célzott tervezését. E közös munkájuk forradalmasította az anyagtudományt és a környezetvédelmet, és új utakat nyitott a gázok és gőzök megkötésében és tárolásában, a szenzorika, a biomedicina és az energiaszektorban való alkalmazások mellett, hozzájárulva a fenntartható technológiához és jövőhöz.

Abstract

The 2025 Nobel Prize in Chemistry was awarded to Susumu Kitagawa, Richard Robson, and Omar M. Yaghi in recognition of their invention and development of metal–organic frameworks (MOFs). These materials are formed by linking metal ions and organic molecules, creating highly porous, crystalline structures with enormous specific surface areas that are capable of capturing, converting, or filtering gases and liquids. Robson laid the foundations for three-dimensional, metal-based coordination polymer structures, Kitagawa further developed these structures and demonstrated their reversible gas adsorption properties, Yaghi then created the science of reticular chemistry, enabling the targeted design of MOFs. Together, their work has revolutionized materials science and environmental protection, opening up new avenues for capturing and storing gases and vapors, as well as for applications in sensor technology, biomedicine, and the energy sector, thus contributing to the development of sustainable technologies and a more sustainable future.

Kulcsszavak: kémiai Nobel-díj, fémorganikus vázszerkezetek (MOFs), funkcionális anyagok, pórusos koordinációs polimer (PCP), retikuláris kémia

Keywords: Nobel Prize in Chemistry, metal–organic frameworks (MOFs), functional materials, porous coordination polymer (PCP), reticular chemistry

A Nobel-díjas felfedezések és az azokhoz vezető út

Az alábbiakban az idei kémiai Nobel-díjas kutatókat mutatjuk be abban a kronológiai sorrendben, ahogyan a díjhoz vezető munkájuk alapjait megteremtették. Bár mindegyikük kutatása az 1980-as évek végén és az 1990-es évek elején indult, Richard Robson volt az, aki elsőként fektette le a koordinációs polimerek szerkezeti alapjait, kimutatva, hogy fémionok és szerves ligandumok rendezett hálózatot alkothatnak, amely akár háromdimenziós kristályos struktúrává is szerveződhet. Erre alapozva Kitagava Szuszumu (Susumu Kitagawa) folytatta a munkát, aki a pórusos koordinációs polimereket (porous coordination polymer, PCP) megalkotta, és bebizonyította, hogy ezek a szerkezetek reverzibilis gázadszorpció tulajdonságokkal rendelkeznek, és rugalmasan képesek reagálni a külső körülményekre, például gázok be- és kilépésére. Végül Omar M. Yaghi fejlesztette tovább a koncepciót, amikor megalkotta a retikuláris kémia elméletét, amely lehetővé tette a fémorganikus vázszerkezetek (metal-organic frameworks, MOFs) tudatos, tervezett szintézisét és funkcionális célokra való optimalizálását.

Richard Robson 1937. június 4-én született az angliai Glusburnben, Yorkshire megyében. Tanulmányait az Oxfordi Egyetemen (University of Oxford) végezte, ahol 1959-ben szerzett diplomát, majd 1962-ben PhD-fokozatot kémiából. Doktori kutatásai a Dyson Perrins Laboratóriumban (Dyson Perrins Laboratory, University of Oxford) zajlottak, témája a töltésátviteli komplexek fotokémiája volt. A doktori éveket követően az Egyesült Államokban dolgozott posztdoktori kutatóként, a Kaliforniai Műszaki Egyetem (California Institute of Technology) és a Stanford Egyetem laboratóriumaiban, ahol az átmenetifém-komplexek szerkezetével és reakcióképességével foglalkozott. 1966-ban Ausztráliába költözött, és a Melbourne-i Egyetem (University of Melbourne) vegyészkarán kapott oktatói állást, ahol később professzorrá nevezték ki, és egész pályafutását ott töltötte („Richard Robson”).

1974-ben Don Stranks professzor, a Szeretlen Kémiai Tanszék vezetője felkérte, hogy készítsen fából készült kristályszerkezeti modelleket az elsőéves hallgatók számára. Robson a geometriai pontosság érdekében gondosan kiszámította a furatok szögeit és a rudak illesztési irányait. A nátrium-klorid, a fluoritrács és más ismert kristályszerkezeteket ábrázoló modellek összeállítása közben azon tűnődött, hogy az elemek szinte maguktól épültek a helyes szerkezetté, mintha a forma molekuláris szinten is kódolt lenne. Ez az élmény ébresztette fel benne a gondolatot, hogy ha molekulák és kémiai kötések, így atomok és molekulaegységek hasonló elvek szerint kapcsolódnának, új, önszerveződő kristályos hálózatok jöhetnének létre. Bár az ötlet egy évtizedig csupán elméleti inspiráció maradt, Robson végül a nyolcvanas években megkezdte kísérleteit (Holland 2019).

A gyémántban minden szénatom négy másikhoz kapcsolódik egy háromszög alapú piramis formájában, azaz tetraédes szerkezetben, ahol a szén–szén–szén kötésszögek $109,5^\circ$ -os szöget zárnak be. Ezt a természetes, stabil mintát vette alapul Richard Robson professzor, aki a réz(I) oxidációs állapotát választotta kiindulópontnak,

mivel ez a fém tetraéderes koordinációs geometriát kedvel. Robson egy speciálisan tervezett tetranitril-ligandumot alkalmazott, amely négy rúdszerű, szerves karjával közel tetraéderes elrendezésben kapcsolódhat a fémközpontozhoz. A mindkét alkotót tartalmazó oldatból a nedves közegű szintézis során az oldószert kontrollált sebességgel párologtatta el, hogy a „molekuláris rudak” spontán módon kapcsolódjanak a rézionokhoz, és gyémántszerű, kristályos vázas szerkezetet alakítsanak ki. Az így létrejött vegyület, a $\text{CuI}[\text{C}(\text{C}_6\text{H}_4\text{-CN})_4]\text{BF}_4$ valóban megvalósította a kívánt háromdimenziós, gyémánttopológiájú koordinációs hálózatot, amely később a fémorganikus vázszerkezetek (MOF-ok) tudományának alapjául szolgált. Ezt a munkát fektették le az „Infinite Polymeric Frameworks Consisting of Three Dimensionally Linked Rod-like Segments” című tanulmányban (Hoskins–Robson 1989). Ez a rövid, de rendkívül hatásos közlemény tekinthető a MOF-alapú tudományokat megalapozó cikknek.

Kitagava Suszumu (Susumu Kitagawa) 1951. augusztus 18-án született az oszakai prefektúrában, Japánban. A Kiotói Egyetemen végezte tanulmányait, ahol 1975-ben szerzett vegyészdiplomát, majd 1979-ben doktori fokozatot. Doktori kutatásait koordinációs kémiából végezte, és már korán érdeklődött az átmenetifém-komplexek szerkezeti és funkcionális sokfélesége iránt. Pályafutását az Oszakai Egyetemen kezdte, majd a Tokiói Egyetemen, később pedig a Kiotói Egyetemen folytatta kutatásait, ahol 1992-től professzorként dolgozik, majd az Institute For Integrated Cell-Material Sciences (iCeMS) igazgatója lett („Susumu Kitagawa Wins...” 2025).

Kitagava kutatásainak középpontjában a koordinációs polimerek és a fémorganikus vázszerkezetek dinamikus, gázadszorpciós tulajdonságai álltak. Míg Richard Robson alapvetően a kristályos koordinációs hálók szerkezetét alkotta meg, Kitagava felismerte, hogy ezek az anyagok nem merev, hanem rugalmas és adaptív szerkezetek lehetnek, amelyek reagálnak a külső környezeti hatásokra. Az 1990-es évek közepén végzett munkái során kimutatta, hogy a MOF-ok képesek reverzibilis gázadszorpcióra – azaz gázmolekulákat felvenni és leadni anélkül, hogy a kristályos szerkezetük összeomlana. Kimutatta, hogy bizonyos nikkel- és rézalapú, illetve karboxilát- és piridintartalmú ligandumokból épített MOF-ok képesek gázmolekulák (N_2 , CO_2) adszorbeálására és deszorbeálására úgy, hogy közben a kristályrács szerkezeti integritása megmarad. A kísérletek során Kitagava nemcsak az adszorpciós–deszorpciós folyamatokat mérte, hanem röntgendiffrakciós vizsgálatokkal is kimutatta, hogy a kristályok a gázfelvétel során „kitágulnak”, majd a gázmolekulák távozásakor visszazáródnak, mégis megőrzik az eredeti kristályosságot. Ezzel bizonyította, hogy a MOF-ok dinamikus szerkezetek, amelyek külső ingerekre reagálva képesek szerkezetüket reverzibilisen alakítani (Kitagawa–Kondo 1998).

Kitagava ezzel bevezette a „lélegző anyagok” fogalmát: olyan szerkezetekét, amelyek nyitott és zárt állapotok között képesek reverzibilisen átalakulni gázadszorpció, hőmérséklet- vagy nyomásváltozás hatására. E tulajdonság révén megteremtette a kapcsolatot a szerkezet és a funkció között, és megalapozta a MOF-ok gyakorlati alkalmazásait a gázleválasztás, vízadszorpció és katalízis területén. Míg Robson a szerkezetek geometriai tervezésének alapját adta, Kitagava azt bizonyította, hogy ezek

a hálózatok élő, dinamikus rendszereként viselkednek – ezáltal az anyagtudományban új korszakot nyitott, ahol a funkcionalitás a molekuláris mozgékonyaságból fakad (Kitagawa–Ryo–Shin-ichiro 2004).

Omar Mwanne Yaghi 1965. február 9-én született Ammanban, Jordániában egy nagy létszámú családban. Gyermekkora óta élénken érdeklődött a természet és a tudomány iránt, különösen az iránt, hogy miként épülnek fel az anyagok atomi szinten. Tizenöt évesen költözött az Egyesült Államokba, ahol eleinte nyelvi nehézségekkel küzdött, de kivételes kitartással folytatta tanulmányait. 1985-ben szerzett BSc-fokozatot a University at Albany State University of New Yorkon, majd 1990-ben doktorált a University of Illinois Urbana-Champaignen Walter G. Klemperer professzor irányítása alatt, a fém-oxo klaszterek kémiájából. Posztdoktori éveit a Harvard Egyetemen töltötte, ahol a szerves és szervetlen építőegységek kombinálásán keresztül az anyagtervezés új útjait kezdte keresni. 1992-től a Michigani Egyetem (University of Michigan), majd később a Kaliforniai Egyetem (University of California, Los Angeles [UCLA]), végül pedig a UC Berkeley professzoraként dolgozott, ahol megalapította a Berkeley Global Science Institute-ot és a Reticular Chemistry Structure Resource-t (Eliot 2018).

A korábbi, Robson és Kitagava által lefektetett alapokból kiindulva Yaghi mesterevé vált a molekulák és fémionok kapcsolódásának előre megtervezett módon való irányításának, ha a kémiai „építőkockák” geometriája és kötési preferenciái pontosan ismertek. Ennek alapján dolgozta ki az ún. „retikuláris kémia” módszertanát, amely lehetővé teszi új, pórusos, háromdimenziós kristályos szerkezetek tervezését – olyanokat, amelyek előre meghatározott topológiát követnek, és célspecifikus funkciókkal láthatók el. 1995-ben Yaghi publikálta első, azóta klasszikussá vált tanulmányát a MOF-5-szerkezetről (Li et al. 1999), amelyben cinkionok és tereftálsav-ligandumok felhasználásával létrehozott egy nagy és rendezett porozitású, stabil, kristályos hálózatot. Ez az anyag bizonyította először, hogy a fémorganikus vázszerkezetek nemcsak stabilak, hanem kémiailag tervezhetők, és hatalmas a fajlagos felületük (több mint 3000 m²/g), ami számos alkalmazási utat nyitott meg. A MOF-5 sikere indította el a retikuláris kémia robbanásszerű fejlődését, és nyitotta meg az utat több ezer különböző MOF-szerkezet szintézise előtt, amelyek gázmegkötésre, katalízisre, vízkinyerésre és energiatárolásra használhatók.

Yaghi későbbi munkáiban tovább bővítette a koncepciót: kidolgozta a kovalens organikus vázszerkezetek (covalent organic frameworks, COFs), majd a hidrogénkötésekkel szerveződő hálózatok (hydrogen-bonded organic frameworks, HOFs) tervezési elveit, amelyek még szélesebb kémiai szabadságot biztosítanak. A COF-ok olyan, kizárólag kovalens kötésekkel felépülő, kristályos és rendkívül porózus szerkezetek, amelyek könnyű elemekből (például C, B, O és N) állnak, és nagy kémiai stabilitást biztosítanak. Egy jól ismert példa a COF-1, amelyet bórsav és fenildiboronsav kondenzációjával állítottak elő, és rendezett hatszögös pórusszerkezetű, alkalmas például gázadszorpcióra vagy energiatárolásra (Côté et al. 2005). A HOF-ok ezzel szemben hidrogénkötésekkel összetartott, önszerveződő kristályos hálózatok,

amelyek rugalmasak és dinamikusán átrendeződhetnek. Tipikus példa a HOF-101, amely diamin-dihidroxí-származékok hidrogénkötései révén stabil, de reverzibilis pórusszerkezetet alkot, és alkalmazható vízadszorpcióban, gázmegkötésben vagy szenzorként (Liu et al. 2019).

A MOF-szerkezetekben rejlő potenciál

A fém-organikus vázszerkezetek az elmúlt évtizedben kiléptek a laboratóriumokból, és mára gyorsan növekvő ipari piacot képviselnek. A globális MOF-piac mérete 2024-ben elérte a 9,8 milliárd USD-t, amely előrejelzések szerint 2035-re meghaladja a 29,2 milliárd USD-t, ami 13,7%-os összetett éves növekedési rátával jósolható („Metal Organic Framework Market...” 2025).

A legnagyobb gyártó, a BASF SE már több száz tonnás éves MOF-gyártási kapacitással rendelkezik, főként ZIF-8 (Basolite® Z1200) alapú gázleválasztó és tároló rendszerekre fókuszálva, amelyek kereskedelmi forgalomban is elérhetők. Az amerikai NuMat Technologies a fémvezetőipar számára fejlesztett ION-X® márkanéven MOF-töltetű gázpatronokat, amelyek biztonságos tárolást kínálnak nagy értékű gázokhoz. A tiszta víz piacán a Source Global MOF-801 alapú Hydropanel technológiája már több mint 50 országban működik, és egy-egy panel napi 2,5–3,5 liter ivóvíz előállítására képes napenergia segítségével. A környezetvédelmi szegmensben a Cyclopure Inc. COF-alapú Dexsorb® perfluor- és polifluor-tartalmú alkil anyagokra (per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS) kiváló szűrési adatokkal rendelkező vízsűrő rendszere már háztartási és ipari méretekben is elérhető, kevesebb mint 0,01 USD/gallon szűrési költség mellett.

A fentebb említett ipari méretű alkalmazások mellett számos fejlesztés zajlik, amelyek technológiai érettségük korai szakaszában járnak, de rendkívül ígéretes fázisát képviselik. A CO₂-megkötés és -leválasztás területén például az Mg-MOF-74, UiO-66 és HKUST-1 típusú szerkezeteknek kiemelkedő az adszorpció kapacitása (akár 8–10 mmol/g) és szelektivitása (Kumari et al. 2025). Az amerikai Mosaic Materials fejlesztett adszorpció modulokat földgázból és füstgázból történő CO₂-leválasztásra („Exxonmobil and Mosaic Materials...” 2019), míg a Svante Inc. cement- és acélipari pilotüzemekben tesztel MOF-kompatibilis hibrid adszorbenseket (Lin et al. 2021; „Solid Sorbents...”).

A hidrogén- és metántárolás területén a MOF-5 és MOF-177 típusú szerkezetek 7–9 tömegszázalék H₂-t képesek elnyelni (Jimenez Lopez et al. 2025; Saha et al. 2010), és a BASF SE együttműködésével már autóipari tárolórendszerek fejlesztése is zajlik. A katalitikus és elektrokémiai alkalmazások területén a Fe-MOF, Ni-COF és Zr-MOF alapú rendszerek bizonyították stabilitásukat és újrahasznosíthatóságukat, például CO₂-redukciós és vízbontási reakciók során (Narváez-Celada-Varela 2022). Emellett az érzékeléstechnika is aktív fejlesztési terület, ahol a lumineszcens Eu- és Tb-alapú MOF-ok, valamint a HOF-101 struktúra rendkívüli szelektivitást mutat például a NH₃ és nehézfémionok detektálásában (Jimenez Lopez et al. 2025; Saha et al. 2010).

A biomedicina és gyógyszerhordozás területén a MOF-ok és a HOF-ok új korszakot nyitottak a hatóanyagok célzott és kontrollált felszabadításában. A Zr-MOF-ok, különösen az UiO-66 és MIL-100(Fe) típusú szerkezetek, kiemelkedő biokompatibilitást és kémiai stabilitást mutatnak fiziológiás környezetben, miközben pórusszerkezetük révén nagy mennyiségű gyógyszermolekula (például ibuprofén, doxorubicin, 5-fluorouracil) bejuttatására és időzített felszabadítására képesek (Chattopadhyay–Mandal–Maiti 2024). A hatóanyag felszabadulása a pórusméret, a fém–ligandum kötés stabilitása és a külső ingerek (pH, hőmérséklet, fény) finomhangolásával szabályozható, így a MOF-alapú rendszerek „okos nanohordozóként” működhetnek. A MOF-alapú nanohordozók tehát nemcsak az adagolás hatékonyságát és biztonságát növelik, hanem csökkentik a mellékhatásokat, és lehetővé teszik a precíziós orvoslás új formáit – ezzel hosszú távon több milliárd dolláros potenciált képviselhetnek a célzott gyógyszeradagolási technológiák piacán.

Zárszó

Richard Robson, Kitagava Szuszumu és Omar M. Yaghi évtizedeken át tartó, egymásra épülő felfedezései a molekuláris építkezés tudományát formálták ipari realitássá, miközben a környezetvédelmi, energetikai és biomedicinai alkalmazások új korszakát nyitották meg. A 2025-ös kémiai Nobel-díj méltán került e három kutatóhoz: nemcsak azért, mert új anyagokat fedeztek fel, hanem mert megváltoztatták, hogyan gondolkodunk az anyagok felépítéséről. A „molekuláris legó” mára nemcsak tudományos metafora, hanem a fenntartható jövő építőköve lett.

Irodalomjegyzék

- Chattopadhyay, Krishna – Mandal, Manas – Maiti, Dilip Kumar (2024). „A Review on Zirconium-Based Metal–Organic Frameworks: Synthetic Approaches and Biomedical Applications”. *Materials Advances* 5/1, 51–67. <https://doi.org/10.1039/D3MA00735A>.
- Côté, Adrien P. et al. (2005). „Porous, Crystalline, Covalent Organic Frameworks”. *Science* 310/5751, 1166–1170. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1120411>.
- Eliot, Krissy (2018). „Meet Metal-Organic Frameworks, Chemistry’s New Miracle Materials”. *UC Berkeley College of Chemistry* (2018. szept. 20.). <https://chemistry.berkeley.edu/news/meet-metal-organic-frameworks-chemistry%E2%80%99s-new-miracle-materials>.
- „Exxonmobil and Mosaic Materials to Explore New Carbon Capture Technology” (2019). *Exxonmobil.com* (2019. aug. 26.). https://corporate.exxonmobil.com/news/news-releases/2019/0826_exxonmobil-and-mosaic-materials-to-explore-new-carbon-capture-technology.
- Holland, Deryl (2019). „The Man Who Built a Whole New Field of Chemistry”. *The University of Melbourne* (2019. okt. 5.). <https://chemistry.unimelb.edu.au/about/news/the-man-who-built-a-whole-new-field-of-chemistry>.
- Hoskins, Bernard F. – Robson, Richard (1989). „Infinite Polymeric Frameworks Consisting of Three Dimensionally Linked Rod-Like Segments”. *Journal of the American Chemical Society* 111/15, 5962–5964. <https://doi.org/10.1021/JA00197A079>.
- Jimenez Lopez, Laura et al. (2025). „Boosting Hydrogen Storage and Release in Mof-5 / Graphite Hybrids via *in situ* Synthesis”. *International Journal of Hydrogen Energy* 173, 151272. <https://doi.org/10.1016/J.IJHYDENE.2025.151272>.

- Kitagawa, Susumu – Kondo, Mitsuru (1998). „Functional Micropore Chemistry of Crystalline Metal Complex-Assembled Compounds”. *Bulletin of the Chemical Society of Japan* 71/8, 1739–1753. <https://doi.org/10.1246/bcsj.71.1739>.
- Kitagawa, Susumu – Ryo, Kitaura – Shin-ichiro, Noro (2004). „Functional Porous Coordination Polymers”. *Angewandte Chemie International Edition* 43/18, 2334–2375. <https://doi.org/10.1002/ANIE.200300610>.
- Kumari, Swati et al. (2025). „A Critical Review on Recent Advancements in Metal–Organic Frameworks for CO₂ Capture, Storage and Utilization”. *Journal of Materials Chemistry A* 13/27, 21352–21388. <https://doi.org/10.1039/D5TA02338F>.
- Li, Hailian et al. (1999). „Design and Synthesis of an Exceptionally Stable and Highly Porous Metal–Organic Framework”. *Nature* 402/6759, 276–279. <https://doi.org/10.1038/46248>.
- Lin, Jian-Bin et al. (2021). „A Scalable Metal–Organic Framework as a Durable Physisorbent for Carbon Dioxide Capture”. *Science* 374/6574, 1464–1469. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.ABI7281>.
- Liu, Ming et al. (2019). „Barely Porous Organic Cages for Hydrogen Isotope Separation”. *Science* 366/6465, 613–620. <https://doi.org/10.1126/science.aax7427>.
- „Metal Organic Framework Market – By Product, By Synthetic Method, By Application, By Region – Global Forecast, 2025–2034” (2025). *Global Market Insights* (2025. febr.). <https://www.gminsights.com/industry-analysis/metal-organic-frameworks-market>.
- Narváez-Celada, Denise – Varela, Ana Sofia (2022). „CO₂ Electrochemical Reduction on Metal–Organic Framework Catalysts: Current Status and Future Directions”. *Journal of Materials Chemistry A* 10/11, 5899–5917. <https://doi.org/10.1039/D1TA10440C>.
- „Richard Robson”. *Britannica* (letöltés 2025. nov. 19.). <https://www.britannica.com/biography/Richard-Robson>.
- Saha, Dipendu et al. (2010). „Adsorption of CO₂, CH₄, N₂O, and N₂ on MOF-5, MOF-177, and Zeolite 5A”. *Environmental Science and Technology* 44/5, 1820–1826. <https://doi.org/10.1021/ES9032309>.
- „Solid Sorbents: A Step Change for the Carbon Capture Industry”. *Svante* (letöltés 2025. nov. 20.). https://www.svanteinc.com/solid-sorbents/?utm_source=chatgpt.com.
- „Susumu Kitagawa Wins 2025 Nobel Prize in Chemistry” (2025). *Kyoto University iCeMS* (2025. okt. 8.). <https://www.icems.kyoto-u.ac.jp/en/news/6321/>.

Krasznahorkai László kapta a 2025-ös irodalmi Nobel-díjat

László Krasznahorkai Wins the 2025 Nobel Prize in Literature

Kulcsár-Szabó Zoltán

az MTA levelező tagja, egyetemi tanár, Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar
Magyar Irodalom- és Kultúratudományi Intézet Összehasonlító Irodalom- és Kultúratudományi Tanszék, Budapest
kulcsar-szabo.zoltan@btk.elte.hu

Absztrakt

A 2025-ben második magyar íróként Nobel-díjjal elismert Krasznahorkai László művei a hivatalos indoklás szerint „az apokaliptikus terror közepette mutatják meg a művészet erejét”. Ez az írás röviden áttekinti az író pályáját, majd kiemel két olyan összefüggést, amely a magyar irodalomtudomány számára ad megfontolnivalót Krasznahorkai díjazása nyomán. Az életmű fontos fordulópontja az 1990-es évekre tehető: innentől Krasznahorkai globálisabb közegben teszi mérlegre a tér- és időbeli idegenségtapasztalat formáit. Krasznahorkai epikai világának széles körű nemzetközi elismerése mindenekelőtt két összefüggésben készíthet elméleti, módszertani, akár történeti megfontolásokra. Egyfelől azt a kérdést veti fel, hogy milyen módszertani kihívásokat jelent a nemzeti irodalomtörténet-írás számára a mai, globalizált világirodalom intézménye és nyilvánossága. Másodszor epika és magaskultúra viszonyának problémájával szembesít. Miközben a kortárs próza arculatát sok tekintetben olyan alkotások határozzák meg, amelyek az artisztikus próza és a populáris olvasmány közötti határt átjárhatónak mutatják, Krasznahorkai életművével ezúttal olyan prózanyelv részesült elismerésben, amely a magasművészet létjogosultsága mellett tesz tanúbizonyságot.

Abstract

According to the official statement announcing the 2025 Nobel Prize in Literature, the work of László Krasznahorkai, the second Hungarian writer to be awarded, demonstrates the power of art “in the midst of apocalyptic terror”. This article briefly reviews the author’s career, before highlighting two aspects that provide Hungarian literary scholars food for thought in the wake of the award. A significant turning point in Krasznahorkai’s oeuvre can be traced to the early 1990s, when he began to weigh the forms of spatial and temporal alienation in a global context. The widespread international recognition of Krasznahorkai’s epic world prompts theoretical, methodological, and even historical considerations in two contexts in particular. Firstly, it raises the question of the methodological challenges posed by the institution and publicity of today’s globalized world literature for the writing of national literary history. Secondly, it confronts us with the problem of the relationship between prose fiction and high culture. While the canonical image of contemporary prose is in many respects defined by works that blur the line between artistic prose and popular reading, Krasznahorkai’s oeuvre has earned recognition for a prose style that attests to the legitimacy of high art.

Kulcsszavak: Krasznahorkai László, irodalmi Nobel-díj, világirodalom

Keywords: László Krasznahorkai, Nobel Prize in Literature, world literature

A második magyar íróként Nobel-díjjal elismert Krasznahorkai László művei a hivatalos indoklás szerint „az apokaliptikus terror közepette mutatják meg a művészet erejét”. Ez pontos jellemzésnek mondható, hiszen amire célzó, az apokaliptikus világtapasztalat, apokaliptikus történeti és territoriális mintázatok, már a pálya korai szakaszában is a legfontosabb orientációs eszközt kínálták a magyarországi olvasóknak. Ez az 1970-es évek közepén induló pálya rögtön egy csúcsteljesítménnyel vált ismertté a szélesebb irodalmi nyilvánosságban: az első regényt, az 1985-ben megjelent *Sátántangót* mindmáig az *oeuvre* egyik legnagyobb magaslataként tartja számon a kritika és az irodalomtörténet, olyan alkotásként, amely egyéni arculatát mutatja az akkoriban kibontakozó, ún. prózafordulatnak, és amely úgy mutat fel bizonyos kontinuitást a késő modern és az ezekben az években körvonalakat nyerő posztmodern próza között, hogy bizonyos értelemben társtalan is marad (Krasznahorkai 1985).

Noha Krasznahorkai epikai kezdeményezéseire talán nem teljesen lehetetlen párhuzamot találni a magyar irodalomban (bizonyos tekintetben például Bodor Ádám művei kínálnak fel ilyeneket), már a pálya korai szakaszának fogadtatását meghatározta az, hogy beágyazásához többnyire világirodalmi kontextusokat mozgósítottak – a szerző által is sokszor emlegetett Kafkától a „mágikus realizmus” kis-sé elasztikus fogalmáig. Az az apokaliptikus tapasztalat, amelyet műveiben többek közt a várakozás átfogó atmoszférája és egy olyan narratív minta tesz érzékletessé, amelyben Szirák Péter a „megváltástörténet deformációit” (Szirák 1998, 71) azonosította, ugyanakkor a pálya kezdeti szakaszában, az első mellett a második regényben, az életműből szintén kiemelkedő *Az ellenállás melankóliájában* is nagyon erőteljesen kereszteződik a korszakot egyfajta végidőként, a létezés tereit valamiféle zárt peremvidékként megmutató, sajátosan regionális tapasztalattal (Krasznahorkai 1989). Ebben a tekintetben az életmű e szakasza köré akár egy specifikusan közép-európai kontextus is felrajzolható, sokan mások mellett például az osztrák író, szintén nagy utazó Christoph Ransmayr korabeli műveire lehetne hivatkozni. Krasznahorkai írásművészete nagy és megértő figyelemmel fordul az olyan elesett, kiszolgáltatott emberi létformák felé, amelyek a maguk sajátos verbalításával alapozzák meg a hiteles tanúságtétel lehetőségeit erről a régióról.

Az 1990-es évektől, *Az utgai fogolytól* kezdve válik meghatározóvá Krasznahorkai epikai világában az utazás, a tágabban vett tér- és időbeli idegenségtapasztalat szerepe (Krasznahorkai 1992). Azokat a tapasztalatokat és cselekménymintákat, amelyek a pálya kezdetén öltöttek markáns formát, immár egy globálisabb közegben teszi mérlegre. Egyre nagyobb figyelemmel részesülnek egyfelől a kiszolgáltatottság, az egzisztenciális törekenység nem emberi, olykor nem is organikus formái, másként fogalmazva a nem emberi világ veszélyeztetettsége (például *Északról hegy, Délről tó, Nyugatról utak, Keletről folyó* [Krasznahorkai 2003]), másfelől azok a világtörténeti mintázatok, amelyek valóban arra hívják ki a művészetet, hogy apokaliptikus keretek között mutassa meg az erejét (például *Háború és háború* [Krasznahorkai 1999]; *Herscht 07769* [Krasznahorkai 2021]). Nem annyira valamiféle vigaszt kínálva, ahogyan azt Krasznahorkai nem kevés olvasója talán szeretné, mint inkább azt megmutatva, milyen utak kínálóznak annak

a képlékeny sávnak a feltérképezésére, amelyet az egyszerre globális és regionális történelmet alakító racionális és irracionális tényezők kereszteződése alakít.

Krasznahorkai epikai világának ezzel a kitágulásával többé-kevésbé párhuzamosan nő meg a nemzetközi érdeklődés az életmű iránt, amihez nagymértékben hozzá-tett művészi együttműködése Tarr Bélával, akinek legjelentősebb filmjei magukkal ragadó vizuális közelítésekkel járultak hozzá a regények világtapasztalatának komplexebb megragadásához. A Krasznahorkai-próza európai fogadtatásának bizonyos értelemben megágyazott nemzedékének erőteljes jelenléte a német nyelvű könyvpiacra és irodalmi nyilvánosságban. Itt többé-kevésbé kialakultak azok az értelmezési keretek, amelyek, legalábbis egy bizonyos mértékig, hidakat teremtettek a hazai fogadtatás és a német irodalmi kultúra befogadói gesztusai és elvárásai között.

Ilyen hidakra kevésbé támaszkodva arattak átütő sikert az angol fordítások az Egyesült Államokban, ahol – a 2000-es évektől kezdve – olyan globális, ám korántsem egynemű világirodalmi környezetben találták meg autentikus helyüket, amelynek érdeklődését és elvárásait nemigen befolyásolhatták lokális és regionális kontextusok, ám annál inkább olyan jelentős, véleményformáló esszéisták támogatása, mint például Susan Sontagé, aki egyébként szintén az apokaliptikus irodalom kategóriája mentén helyezte el a világirodalom kánonjában ezt a prózát. Krasznahorkai életműve az utóbbi nagyjából két évtizedben megtalálta a maga összetéveszthetetlen helyét a kortárs világirodalomban. A 2015-ben elnyert Nemzetközi Booker-díj óta rendre a Nobelre esélyes alkotók körében emlegették, ez évi elismerése tehát nem teljesen váratlanul következett be.

Mit jelenthet ez az elismerés most, 2025-ben az akadémiai irodalomtudomány számára? Mindenekelőtt két összefüggésben készíthet elméleti, módszertani, akár történeti érdekű megfontolásokra. Egyfelől – nem először, de Kertész Imre díjazásához képest jócskán változott szakmai környezetben – ráirányítja a figyelmet arra a kihívásra, amelyet a mai, globalizált világirodalom intézménye, nyilvánossága, mechanizmusai, befogadási és értékelési kondíciói jelentenek egy olyan tudomány számára, mely elsődlegesen nemzeti keretekben alakult ki, és bizonyos előfeltevéseiben mindmáig ezeket juttatja érvényre.

Mit jelentenek és hogyan integrálhatók a magyar irodalomtörténet-írás számára azok a kritikai ítéletek és olvasásmódok, amelyeket értelemszerűen nem orientálnak a nemzeti irodalom nyelvi, kulturális relációi, amelyek értelemszerűen nem támaszkodhatnak elsődleges és esetleges kontextusok megkülönböztetésére, és amelyek – ennek ellenére vagy éppen ezért – korábban nem adódó, nem megjósolható összefüggéseket nyitnak egy mű megértéséhez?

Az összehasonlító irodalomtudomány az utóbbi évtizedekben nagyon nagy figyelmet szentel a kicsit váratlanul második konjunktúráját élő világirodalom-fogalomnak, vagyis egyben egy olyan művek alkotta közegnek, amelyek – a terület egyik vezető kutatója, David Damrosch megfogalmazásában – „keletkezésük kultúráján túl is forgalomban vannak, akár fordításban, akár eredeti nyelven” (Damrosch 2003, 4), e közeg újabban sokat elemzett intézményei közé tartozik éppen a Nobel-díj. Könnyen belátható

azoknak az egyszerre elméleti és gyakorlati kihívásoknak a jellege, amelyekkel egy nemzeti tudomány szembesül akkor, amikor tárgyát az általa meghatározott és közvetített tudástól, ismeretektől többé-kevésbé független megvilágításban látja viszont, de jóval fogasabb módszertani kérdést jelent az, hogy miként lehet beépíteni ezeket a nézőpontokat a saját érvkészletbe. És persze fordítva is, melyek azok a mély kontextusban kidolgozott ismeretek, állítások, olvasási ajánlatok egy irodalmi műhöz, amelyeket az magával tud vinni egy globális közegbe, melynek alapvető médiuma a fordítás?

A hazai irodalomtudomány egyre gyakrabban igyekszik megbirkózni ezekkel a kérdésekkel, és sejthetően egyre többször lesz dolga velük. Már Kertész Nobel-díja kapcsán is sokszor előkerült az a tézis, mely szerint a globalizált irodalmi nyilvánosságban azoknak az alkotásoknak nyílik nagyobb esélyük a világirodalmi beágyazódásra, amelyek megértése kevésbé előfeltételezi lokális hagyományok és kontextusok ismeretét. Bizonyos mértékig ez Krasznahorkai műveinek egy részéről is elmondható, fontos ugyanakkor, hogy azok kompozíciója – mindenekelőtt a díj kihirdetését követő napokban mindenütt az életmű legfeltűnőbb karakterisztikumaként emlegetett hosszú mondatok révén – nagyon szorosan támaszkodik annak a nyelvnek a sajátosságaihoz, amelyen e szövegek keletkeztek. Egy 2010-es beszélgetésben a szerző ezt mondja erről a nyelvről: „Az anyanyelv valami megfejtethetlen beágyazódás egy nyelven át a létbe. Ez nem egy nyelv pusztá tudását jelenti, hanem azt, hogy a világot mi az anyanyelven át a kontúrjaival, egy összefüggérendszerrel együtt kapjuk” (Krasznahorkai 2012, 77).

És ez át is vezet a másik megfontoláshoz. Nyilván itt érdemben nem tárgyalható, de annál égetőbb kérdéseket vet fel az irodalomtudomány számára az a fejlemény, hogy az utóbbi évtizedek epikájában előtérbe került, sőt mára könyvpiaci mainstreamnek mutatkozik egy olyan regiszter, amelyben alig-alig jut szerephez a művészien formált prózanyelv, vagy – talán pontosabban – amely kevésbé szembesít az artisztikus próza és a populáris olvasmány közötti küszöb átlépésének kihívásával, megint másként fogalmazva: amely lektűrök formálta befogadói magatartások számára is hozzáférhető. Akár az is megkockáztatható, hogy az elmúlt bő két évtized Nobel-díjban részesített teljesítményei között is akad olyan, amelyben érvényre jut ez a regiszter. Ahogyan Krasznahorkai maga fogalmazott egy néhány évvel ezelőtti interjúbán, az írók (és az olvasók, lehetne hozzátenni) „elfelejtették a XX. századot” (Haász–Fehér 2021). Ennek a fejleménynek a kultúrszociológiai, nyelvi és egyéb okai még számos megfontolást igényelnek, akár olyanokat is, amelyeknek a (nem arisztokratikus műfajként útjára induló) regény műfaji fogalmát is érinteni kell. Mindenesetre Krasznahorkai prózája látványosan nem ilyen. Hosszú, sajátos struktúrájú, az élőbeszédre sem igazán visszavezethető mondatai – amelyek angolra ültetését egyik fordítója, George Szirtes ugyanakkor jól kivitelezhető feladatnak minősítette – folyamatosan egy olyan nyelvvel, a nyelviség olyan manifesztációjával szembesítik az olvasókat, amelyben az nem redukálható a gyors ítéletek struktúrájára, (ön)kifejezések közegére, üzenetek hatékony és transzparens szállítóeszközére.

Olyan nyelvi világ ez, amely tartózkodik és alternatívát kínál a sietős deklarációk ama gesztusrendszerének, mely olyannyira meghatározó a mai kor nyilvános

kommunikációjában. Az, hogy most sűrűn emlegetik Krasznahorkai mondatait, arra is emlékeztethet továbbá, hogy az irodalomtudománynak van még feladata egy jelentős és értékes magyar epikai és retorikai hagyománnyal, amely a barokktól a 19. századon át az ezredfordulóig ível. Érdeemes volna például újra felvenni az olyan tipológiai vizsgálatok fonalát, amelyek fényt deríthetnek a hosszú mondatok igen eltérő szerkezetére és funkciójára, többek közt Krasznahorkai, Esterházy és Nádas prózájában. Itt pedig akár olyan szakmai önreflexióra is mód nyílhat, amely szemügyre venné a vonatkozó vizsgálódások eszköztárának alakulását – egyebek mellett – a 20. század közepének stilisztikai vállalkozásaitól (például Herczeg Gyula körmondatokkal kapcsolatos kutatásaitól: Herczeg 1953a; 1953b; 1975) a prózafordulat értelmezési kereteit megalkotó kritikai és teoretikus kezdeményezéseken át a kortárs digitális bölcsészet kínálta stilometriai és mondatstatisztikai lehetőségekig. Egyszóval: érdemes újra több figyelmet szentelni a mondatoknak.

Krasznahorkai prózája mindenesetre egy magaskultúra létjogosultsága mellett érvel. Ezt – ma – talán csak olyan pozícióban lehet megtenni, amely, formálisan nézve kissé paradox módon, egy progresszív hagyomány konzervatív örökösének kultúr-pesszimista zöngéket sem nélkülöző hangján szólal meg. Az imént idézett interjúbán így fogalmaz meg egy, a fentiekben előadotthoz hasonló láttelepet: „Most ott tartunk, hogy az egykori tömegkultúra elment egy bevásárlóközpontba, szépen átöltözött, ilyen napszemüveg, olyan cipőcske, és mire kijött, már magaskultúraként definiálta önmagát. És ezt mindenki elfogadta” (Haász–Fehér 2021). A 2025-ös Nobel-díjról hozott döntés egy olyan, öntörvényű epikát részesített elismerésben, amely vétót emel ezzel a fejleménnyel szemben, és erőteljes tanúságot tesz a művészi prózanyelv lehetőségeinek kimeríthetetlensége mellett.

Irodalomjegyzék

- Damrosch, David (2003). *What is World Literature?* Princeton–Oxford: Princeton UP.
- Haász János – Fehér János (2021). „Krasznahorkai László: A bajt egyedül az ember jelenti”. *Telex.hu* (2021. márc. 10.). <https://telex.hu/karakter/kultura/2021/03/10/krasznahorkai-laszlo-herscht-07769-regeny-elbeszeles-neonaci-thuringia-bach>.
- Herczeg Gyula (1953a). „Eötvös József körmondatai”. *Magyar Nyelvőr* 77/1–2, 56–71. https://real-j.mtak.hu/6027/1/MagyarNyelvor_1953.pdf.
- Herczeg Gyula (1953b). „Eötvös József körmondatai”. *Magyar Nyelvőr* 77/3–4, 165–194.
- Herczeg Gyula (1975). *A magyar próza stílusformái*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- Krasznahorkai László (1985). *Sátántangó*. Budapest: Magvető Könyvkiadó.
- Krasznahorkai László (1989). *Az ellenállás melankóliája*. Budapest: Magvető Könyvkiadó.
- Krasznahorkai László (1992). *Az urgai fogoly*. Budapest: Magvető Könyvkiadó.
- Krasznahorkai László (1999). *Háború és háború*. Budapest: Magvető Könyvkiadó.
- Krasznahorkai László (2003). *Északról hegy, Délről tó, Nyugatról utak, Keletről folyó*. Budapest: Magvető Könyvkiadó.
- Krasznahorkai László (2012). *Nem kérdez, nem válaszol. Huszonöt beszélgetés ugyanarról*. Budapest: Magvető Könyvkiadó.
- Krasznahorkai László (2021). *Herscht 07769*. Budapest: Magvető Könyvkiadó.
- Szirák Péter (1998). *Folytonosság és változás*. Debrecen: Csokonai Kiadó.

Teremtő rombolás
*Rövid ismertető a 2025. évi közgazdasági Nobel-díjasok
tudományos hozzájárulásáról*

Creative Destruction
*A Brief Overview of the Scientific Contributions
of the 2025 Nobel Laureates in Economics*

Sebestyén Tamás

egyetemi tanár, intézetigazgató

Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar, Pécs;

Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtan és Ökonometria Intézet, Pécs

sebestyen.tamas@ktk.pte.hu

Absztrakt

A tanulmány a 2025. évi közgazdasági Nobel-díj három kitüntetettjének – Joel Mokyr, Philippe Aghion és Peter Howitt – tudományos hozzájárulását foglalja össze. Mokyr történeti elemzései azt mutatták meg, hogy a modern gazdasági növekedés akkor vált tartóssá, amikor az elméleti és gyakorlati tudás összekapcsolódott, a mechanikai kompetenciák széles köre kialakult, és a társadalmi-intézményi környezet nyitottá vált az innovációra. Aghion és Howitt növekedési modellje pedig matematikai leírását adja a schumpeteri teremtő rombolás folyamatának, ahol az innováció egyszerre forrása a technológiai fejlődésnek és okozója a régi technológiák kiszorulásának. A két megközelítés együtt átfogó magyarázatot kínál arra, hogyan jött létre és milyen feltételek mellett tartható fenn az innovációvezérelt, önfenntartó gazdasági növekedés.

Abstract

This study summarizes the scientific contributions of the three 2025 Nobel Laureates in Economics: Joel Mokyr, Philippe Aghion, and Peter Howitt. Mokyr's historical analyses reveal that modern economic growth became sustainable when theoretical and practical knowledge were combined, a diverse range of mechanical skills were developed, and the social and institutional environment became receptive to innovation. Meanwhile, Aghion and Howitt's growth model provides a mathematical description of the Schumpeterian process of creative destruction, whereby innovation is the driving force behind both technological progress and the displacement of outdated technologies. Together, these two approaches offer a comprehensive explanation of how innovation-driven, self-sustaining economic growth emerged and under what conditions it can be maintained.

Kulcsszavak: gazdasági növekedés, technológiai haladás, innováció, teremtő rombolás

Keywords: economic growth, technological progress, innovation, creative destruction

Bevezetés

A 2025. évi közgazdasági Nobel-emlékdíjat a Svéd Királyi Akadémia döntése alapján Joel Mokyr, Philippe Aghion és Peter Howitt kapták. A rövid indoklás szerint az idei díjazottak az innovációvezérelt gazdasági növekedés magyarázatához tett hozzájárulásaikért érdemelték ki ezt az elismerést. A díj felét Joel Mokyr a technológiai fejlődésen keresztül megvalósuló tartós növekedés feltételeinek azonosításában elért eredményeiért kapta, másik felét pedig Philippe Aghion és Peter Howitt között osztották meg a kreatív romboláson alapuló tartós növekedés elméletének kidolgozásáért.

Joel Mokyr 1946-ban született a hollandiai Leidenben, majd gyermekkorra nagy részét Izraelben töltötte. A Jeruzsálemi Héber Egyetemen közgazdaságtant és történelmet tanult, azután az Egyesült Államokba költözött, ahol 1974-ben szerzett PhD-fokozatot a Yale Egyetemen. Doktori disszertációjában már korán megjelentek azok a motívumok – a gazdasági fejlődés történeti meghatározói, az intézmények és a technológiai változás összefüggései –, amelyek egész életművét végigkísérték. A doktori fokozat megszerzését követően csatlakozott a Northwestern University közgazdasági karához (Evanston, Illinois), ahol máig is dolgozik. 2002 és 2003 között az Economic History Association elnöke, 1996 óta az American Academy of Arts and Sciences tagja. Kutatásainak középpontjában az a kérdés áll, hogy miért és hogyan vált a technológiai haladás az emberi történelem során először önfenntartó, tartós folyamattá. Munkásságát a gazdasági és technológiai változások kulturális-intellektuális magyarázata jellemzi: azt vizsgálja, hogy milyen társadalmi, intézményi és eszmei feltételek között alakult ki az a pozitív visszacsatolás, ami a tudományos megismerést és a gyakorlati alkalmazásokat kölcsönösen erősítve vezet gazdasági növekedéshez.

Philippe Aghion 1956-ban született Párizsban, és már fiatalon az elméleti közgazdaságtan iránti érdeklődés jellemezte. Egyetemi tanulmányait a francia elit felsőoktatási intézményrendszerben kezdte: az École Normale Supérieure hallgatójaként közgazdaságtant és matematikát tanult, majd a Párizsi Egyetem elvégzése után az Egyesült Államokban folytatta tanulmányait, ahol 1987-ben szerzett PhD-fokozatot a Harvard Egyetemen. Doktori témavezetője a közgazdaságtan egyik legnagyobb hatású alakja, Eric Maskin volt (aki maga is Nobel-díjat kapott 2007-ben). Pályája során sok nagy presztízsű intézményben is dolgozott. 1987-ben csatlakozott a Massachusetts Institute of Technologyhoz (MIT), majd 1989-ben a Francia Nemzeti Tudományos Kutatóközpont (Centre national de la recherche scientifique, CNRS) munkatársa lett, ahonnan 1990-ben az Európai Újjáépítési és Fejlesztési Bankhoz (European Bank for Reconstruction and Development, EBRD) került helyettes vezető közgazdászként. Oxfordban, majd a University College Londonon folytatta karrierjét, mielőtt 2002-ben a Harvard, majd 2015-ben a London School of Economics professzora lett. 2020-ban visszatért Franciaországba, ahol jelenleg a Collège de France, az Institut Européen d'Administration des Affaires (INSEAD) professzora és kutatási vezetője. Kutatási területe a makrogazdasági növekedés, az innováció és

a verseny összefüggései. Legnagyobb hatású eredményei a schumpeteri növekedésemélet továbbfejlesztéséhez kapcsolódnak. A Peter Howitt-tal közösen megalkotott, az ún. kreatív romboláson alapuló endogén növekedés modellje a technológiai haladást nem külső adottságnak, hanem a gazdasági szereplők döntéseiből fakadó belső folyamatnak tekintette.

Peter Howitt 1946-ban született a kanadai Ontarióban, Guelphben. Egyetemi tanulmányait a McGill University, majd a University of Western Ontario hallgatójaként folytatta, majd a Northwestern University közgazdasági doktori programjában szerzett PhD-fokozatot 1973-ban Robert Clower témavezetésével. A fokozat megszerzése után Howitt a University of Western Ontarión tanított 1996-ig, majd az Ohio State Universityn folytatta karrierjét. 2000-tól a Brown University munkatársa, ahol évtizedeken át meghatározó szerepet játszott a makroökonómiai és növekedéseméleti kutatások irányításában. 1992-ben a kanadai Királyi Társaság (The Royal Society of Canada / La Société royale du Canada) tagjává választották, 1993 és 1994 között a Canadian Economics Association elnöki tisztét töltötte be. Kutatásait az a törekvés jellemzi, hogy a gazdasági dinamika mögött meghúzódó mikroszintű folyamatokat – az innovációt, a vállalati döntéseket és a verseny szerkezetét – modellezze. Egész tudományos pályafutása során megőrizte azt a kettős látásmódot, amely egyszerre kötötte a makroökonómiai elmülethez és a gazdaságpolitikai gyakorlat kérdéseéhez.

A technológiai változás szerepe a gazdasági növekedés magyarázatában

A díjazottak munkája ugyanazon kérdés különböző oldalait vizsgálja: hogyan lehetséges, hogy a gazdasági növekedés – amely az emberi történelem túlnyomó részében szörványos és átmeneti volt – a 19. századtól kezdve tartóssá vált. Mokyr a folyamat történeti és társadalmi gyökereit tárta fel, míg Aghion és Howitt az innováció és a verseny dinamikáját formalizálta a közgazdaságtan szokásos keretrendszerében.

A gazdasági növekedés mozgatóerőinek megértése a közgazdaságtan egyik alapvető, a tudományág modern kori gyökereiig visszavezethető kérdése, amely az idei Nobel-díjasok munkájának keretét is adja. Adam Smith korszakalkotó művében, *A nemzetek gazdagságában* a gazdasági növekedést a munkamegosztásból fakadó termelékenység-növekedésre vezette vissza, amelyet a piac kiterjedése és a tőkeakkumuláció tesz lehetővé (Smith 1959). Elgondolása szerint az országok jóléte alapvetően a munkatermelékenység szintjétől függ, és megmutatja, hogy a specializáció jelentősen növeli az egy munkásra jutó kibocsátást. A növekedés azonban nem önmagától megy végbe: a tőke felhalmozása, a megtakarítások beruházássá alakulása, valamint a szabad verseny és a piacok akadálytalan működése biztosítják, hogy a gazdaság egyre nagyobb léptékben tudjon termelni. Bár Smith korában még nem létezett a technológiai haladás modern értelemben vett fogalma, felismeri, hogy az innováció és a munkafolyamatok fejlesztése folyamatosan javítja a termelékenységet. A Nobel-bizottság idei összefoglalója is kiemeli, hogy a modern növekedésemélet egyik gyökere éppen

Smith azon felismerése, miszerint a gazdasági fejlődés alapját a termelékenység emelkedése jelenti, és hogy a fejlődés korábban nem volt tartós jelenség.

Ezen a gondolati bázison, a 20. század közepén született meg a gazdasági növekedés modern elméleti kerete, amely leginkább a szintén Nobel-díjas Robert M. Solow nevéhez fűződik. Solow 1956-ban publikált modelljében a gazdaság kibocsátásának növekedését három tényezőre bontotta: a munkaerő, a tőkeeszközök és technológia hozzájárulására. Formálisan ez az alábbi összefüggés, az ún. termelési függvény segítségével ragadható meg:

$$Y = A \cdot K^\alpha \cdot L^{1-\alpha},$$

ahol Y a gazdaság kibocsátásának nagysága (praktikusan a GDP-vel mérve), L a felhasznált munka, K a felhasznált tőkeállomány (gépek, berendezések, infrastruktúra) nagysága, míg A az ún. általános tényezőtermelékenység, ami azt mutatja meg, hogy az előbbi két erőforrást összességében milyen hatékonysággal tudja a gazdaság felhasználni a javak előállításában. A kitevőkben szereplő α és $1 - \alpha$ kifejezések rendre a tőke és a munka részesedését jelölik a termelési folyamatban és egyben az elsődleges jövedelmekből is. A fenti összefüggésből adódó azon triviális megállapításon túl, hogy a gazdaság növekedését a munkafelhasználás és a tőkefelhasználás növekedése, valamint a technológia javulása adja valamilyen kombinációban, valamivel izgalmasabb, ha az összes kibocsátás helyett az egy főre jutó kibocsátást vizsgáljuk, ami az életszínvonal közelítő mutatójaként értelmezhető:

$$y = \frac{Y}{L} = A \cdot \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha,$$

ahol y az egy főre jutó kibocsátás, ami jövedelmi oldalról némi egyszerűsítéssel az egy főre jutó jövedelem mértékének feleltethető meg, termelési oldalról pedig a munkatermelékenységet ragadja meg. Ez alapján a termelékenység és így az életszínvonal növekedését két tényező magyarázza: a munkaerő tőkeeszközökkel való ellátottsága, az ún. tőkeintenzitás (K/L), valamint az általános technológiai szint (A). Az is látható, hogy a tőkeellátottság szerepe korlátozott, hiszen az 1-nél kisebb α kitevő miatt annak egységnyi növekedése rendre kisebb és kisebb mértékben járul hozzá a munkatermelékenység növekedéséhez.

A témára vonatkozó empirikus munkák ezt a konklúziót határozottan alátámasztják. Solow eredeti munkája (Solow 1956) a technológiai javulás (A) munkatermelékenységre gyakorolt hatását 80% fölértékelte, de újabb és pontosabb becslések is megegyeznek abban, hogy a hosszú távú növekedés nagyobb részét ez a tényező magyarázza (például Byrne–Fernald–Reinsdorf 2016; Feenstra–Inklaar–Timmer 2015). Fontos ugyanakkor megemlíteni, hogy Solow úttörő modellje a technológiai fejlődést exogén adottságként kezelte: a technológiai haladás, vagyis A növekedési üteme kívülről adott paraméter, amelyet a gazdaság állapota, belső folyamatai nem befolyásolnak. Ugyanakkor a technológiai haladás ütemének jelentőségére vonatkozó

elméleti és empirikus eredmények mind arra mutattak, hogy e tényező változásának okait nagyon is fontos feltárni.

A későbbi kutatások, kifejezetten az 1990-es évektől kibontakozó *endogén növekedésméлет*, ezt az előfeltevést bontotta le, felismerve, hogy az innováció, a kutatás-fejlesztés, az oktatásba való beruházás vagy a vállalati K+F döntések maguk is a gazdasági szereplők döntéseinek eredményei, tehát nem lehetnek függetlenek a gazdaság belső folyamataitól.

Az új elmélet középpontjába így a technológiai haladás belső, önmagát gerjesztő folyamata került. A gazdaság szereplői – háztartások, vállalatok, a kormányzat – olyan döntéseket hoznak, amelyek hatással vannak a munkatermelékenységet befolyásoló innovációk vagy szélesebb értelemben az új tudás létrejöttére, elterjedésére és alkalmazására (lásd Romer [1990]; Lucas [1988]; Rebelo [1991] munkáit, de ebben a körben említik jellemzően az idei két díjazott alapmodelljét is: Aghion–Howitt 1992).

Az egyik legfontosabb felismerés e tekintetben az, hogy a technológiai haladás ütemét alapvetően befolyásolja, hogy a gazdaságban mennyi emberi és fizikai erőforrást áldozunk olyan tevékenységekre, amelyek ezt növelik (K+F, innováció, oktatás stb.). Így viszont az erőforrások (K és L) egy részét ezekre a tevékenységekre kellallokálni, ami az egyének, a vállalatok és a kormányzat számára is fontos döntési pontokat jelent, amelyek befolyásolják a fejlesztésekhez és így a termelékenység növekedéséhez rendelkezésre álló erőforrások mértékét.

A Nobel-díjasok munkássága ezen a ponton kapcsolódik be a gazdasági növekedésről szóló tudományos diskurzusba. Kutatásaikban azokat a mechanizmusokat vizsgálják, amelyek a technikai haladást, az innovációt mozgatják, és arra keresik a választ, hogy milyen feltételek mellett állhat elő egy önmagát fenntartó, tehát a gazdaság belső törvényszerűségeiből fakadó, endogén növekedési állapot.

Mokyr kifejezetten azt vizsgálta, hogy a történelem során milyen társadalmi és tudományos feltételek mellett tudott a technológiai fejlődés ilyen önfenntartó folyamattá válni, vagy saját fogalmi keretét használva miként alakult ki az az új norma, amelyben a gazdasági növekedés állandóvá vált. Aghion és Howitt pedig az endogén növekedésméлет szellemében azt modellezték, hogy milyen belső ösztönzők és el-lentmondások (átváltások, ún. trade-offok) határozzák meg a növekedés ütemét: hogyan válik a technológiai megújulás egyszerre a fejlődés forrásává és a régi struktúrák lerombolójává.

Joel Mokyr és az új norma

Joel Mokyr azért kapta a közgazdasági Nobel-díjat, mert új választ adott arra a kérdésre, hogy miért csak az (első) ipari forradalom óta vált lehetségessé a tartós, önfenntartó gazdasági növekedés, és mely társadalmi-intézményi feltételek szükségesek ahhoz, hogy ez a növekedés fenn is maradjon. Munkássága érdemben átalakította a közgazdaságtan viszonyulását az ipari forradalomhoz, a technológiai fejlődéshez és a hosszú távú növekedéshez.

A növekedés beindulásának rejtélye

Mokyr abból a kérdésből indult ki, hogy miért stagnált az egy főre jutó jövedelem évszázadokon, sőt évezredekken át, és miért indult el egy tartós növekedési pálya a 18–19. századi Európában, mindenekelőtt Nagy-Britanniában. Történelmi GDP-bebecslések azt mutatják, hogy 1700 előtt Anglia (és más európai országok) egy főre jutó kibocsátása hosszú időszakokon keresztül alig nőtt, miközben bár fontos találmányok születtek (nehézeke, szélmalom, könyvnyomtatás stb.), ezek nem fordultak át tartós növekedési ütembe (Fouquet–Broadberry 2015). Ezzel szemben 1800 után a fejlett országokban viszonylag stabil, évtizedeken át fennmaradó növekedési pályát látunk.

Azt, hogy miért pont ebben az időben, és miért pont Nagy-Britanniában látjuk az első olyan időszakot, amikor a növekedés hosszabb időszakon át is fennmaradt, a 20. század történészei részben az árakkal és az erőforrásokkal magyarázták (magas angol bérek, olcsó szén, kedvező erőforrásarányok), részben pedig intézményi tényezőkkel (tulajdonjogok, parlamentáris rendszer, kereskedelmi szabadság). Egy erős „revizionista” irányzat azt is állította, hogy az ipari forradalom inkább lassú, fokozatos átalakulás volt, nem éles töréspont (Crafts–Harley 1992). Miközben világos volt, hogy a technológiai fejlődés a változások középpontjában áll, a korabeli konszenzus mégis az volt, hogy a tudomány szerepe elenyésző volt az első ipari forradalomban, és hogy a technológiai haladás vagy „magától jön”, vagy valamilyen maradékként tekinthetjük, a termelési erőforrások bővülésén túli növekedési hatásként (Solow-reziduum [Solow 1956]).

Mokyr ezzel szemben egy másik perspektívát vázolt fel. Arra mutatott rá, hogy ha a modern növekedés kulcsa a technológia fejlődése, akkor magát a technológiai fejlődést kell megértenünk annak történeti mélységében, intézményi és kulturális kontextusában: ez lett kutatásainak alapmotivációja (Mokyr 1990; 2002; 2009).

A gazdaságilag hasznos tudás és a változásra való nyitottság

Mokyr egyik fontos felismerése az volt, hogy bár a történelem során számos társadalom rendelkezett jelentős technológiai kreativitással, ezek az áttörések nem vezettek tartós növekedéshez. Ennek magyarázatára vezette be a makro- és mikrotalálmányok megkülönböztetését: míg a nagy, látványos innovációk – a makrotalálmányok – időnként fellendüléseket hoztak, ezekből ritkán fejlődött ki olyan folyamatos, apró lépésekben zajló fejlesztési folyamat (mikrotalálmányok), amely hosszabb távon képes lett volna fenntartani a termelékenység növekedését.

Szintén mérföldkőnek számít az a felismerése, hogy a technológiai haladás alapvető feltétele a „hasznos tudás” szerkezeti átalakulása volt. A *The G.fts cf Athena* című művében (Mokyr 2002) a hasznos tudás két összetevőjét különítette el: a pozicionális tudást (propositional knowledge, tételes vagy elméleti tudás), amely a természeti jelenségek elméleti megértését jelenti, és az előíró tudást (prescriptive knowledge, gyakorlati tudás), vagyis a gyakorlati instrukciókat, eljárásokat és

technológiai recepteket. A preindusztriális társadalmakban e két tudásforma gyakran élesen elvált egymástól, és a technikai gyakorlat sokszor nélkülözte a mögöttes elméleti megértést. Másképpen fogalmazva ezekben a társadalmakban számos, sokszor igen szofisztikált eljárást ismertek arra vonatkozóan, hogy hogyan érdemes bizonyos termelési eljárásokat kivitelezni, azt azonban kevésbé, vagy egyáltalán nem tudták, hogy miért, milyen természeti törvényeknek köszönhetően működnek ezek az eljárások.

Mokyr meglátása szerint a modern gazdasági növekedés akkor válhatott tartóssá, amikor az elméleti és gyakorlati tudás szorosan összekapcsolódott, és kölcsönösen erősíteni kezdték egymást. A felvilágosodás ebben játszott meghatározó szerepet: széles körben hozzáférhetővé tette a technikai tudást különféle kézikönyvek és enciklopédiák révén, elterjesztette az egységes mérési és kísérleti normákat, intézményesítette a nyílt tudományos diskurzust, és megteremtette a tudományos társaságok, folyóiratok és akadémiák sűrű hálózatát. A tudásnak ez a részben kulturális, részben intézményi átalakulása hozta létre a technológiai fejlődés önfenntartó, kumulatív dinamikáját, amely korábban nem jelent meg a történelemben.

A másik döntő tényező, amelyre Mokyr rámutatott, a mechanikai kompetenciák, vagyis a gyakorlati mérnöki és technikai tudás szerepe volt. A modern technológiai haladás nem kizárólag a nagy feltalálókhoz köthető. Legalább ilyen fontos volt az a széles, tehetséges mesterekből, mechanikusokból, gépészekből és más kézművesekből álló réteg, amely képes volt a technológiai innovációkat értelmezni, adaptálni, működő rendszerekké alakítani és továbbfejleszteni.

Mokyr és társszerzői empirikus adatokkal támasztották alá, hogy Nagy-Britanniában e kompetenciák különösen széles körben jelen voltak. Meisenzahl és Mokyr például azt mutatták ki, hogy a sikeres 18–19. századi innovátorok döntő többsége szorosan kötődött a gyakorlati tudás intézményeihez, például szakmai társaságokhoz, műhelyekhez vagy tanoncrendszerekhez (Meisenzahl–Mokyr 2012, 443–482), míg Kelly, Mokyr és Ó Gráda területi adatai azt mutatják meg, hogy az angliai iparosodás elsősorban azokon a területeken indult meg, ahol a mechanikai készségekkel bíró mesterek aránya a 18. század végén már magas volt (Kelly–Mokyr–Ó Gráda 2023). Mindebből azt a következtetést vonják le, hogy a modern növekedés egyik kulcsa kevésbé a munkaerő átlagos iskolázottságában, sokkal inkább a humántőke eloszlásának felső szélében, a kiemelkedően képzett technikusok és mesterek meglétében (és kritikus tömegében) keresendő.

Mokyr hozzájárulásának harmadik pillére a technológiai változás társadalmi kontextusának részletes feltárása. A technológiai haladás szerinte nem csupán gazdasági vagy tudományos folyamat, hanem társadalmi jelenség is, amely szükségszerűen érdekellentéteket gerjeszt. Történeti példák sorát bemutatva amellet érvel, hogy a technológiai újítás gyakran ütközik ellenállásba a céhek, városi hatóságok és más érdekelttek részéről, akik veszélyben érzik meglévő pozícióikat. A kreatív rombolás Schumpeter által megfogalmazott logikájára építve Mokyr azt mutatja meg, hogy a technológiai fejlődés társadalmi elfogadása sohasem automatikus, hanem intézményi feltételek függvénye (Schumpeter 1942). Ebben a brit politikai rendszer – a parlament,

a pluralista érdekérvényesítés és a viszonylagos politikai nyitottság – kiemelkedő szerepet játszott, lehetővé téve, hogy az ellenérdekelt csoportok ne tudják tartósan akadályozni a technológiai változást. A *Culture of Growth* című könyvében (Mokyr 2016) ezt a gondolatot kiterjesztve arra mutat rá, hogy a modern gazdasági növekedésnek kulturális feltételei is vannak. Csak olyan közegben tud tartósan fennmaradni a növekedés, ahol pluralizmus uralkodik, ahol a tudományos és technológiai ötletek nem szorulnak egyetlen hatalmi központ ellenőrzése alá, és ahol értéként kezelik az új gondolatokra, innovációra való nyitottságot.

Ez a három fő hozzájárulás – a hasznos tudás szerkezeti átalakulása, a mechanikai kompetencia kiemelt szerepe és a technológiai változás társadalmi feltételeinek feltárása – együtt alkotja Mokyr munkásságának gerincét. E felismerések alapjaiban alakították át a modern gazdaságtörténet és növekedéstudomány gondolkodásmódját: megmutatták, hogy a gazdasági növekedés nem csupán a tényezők bővülésének vagy az ezeken kívül fennmaradó „maradék” tényezőtermelékenységnek a kérdése, hanem összetett, intézményi, kulturális és a tudás szerkezetével is összefüggő folyamat, amely egyedülálló módon az ipari forradalom idején állt össze önfenntartó rendszerre.

Philippe Aghion, Peter Howitt és a teremtő rombolás: az innováció diszruptív természete

Philippe Aghion és Peter Howitt munkássága Mokyrhoz hasonlóan a gazdasági növekedés mögötti mélyebb dinamikák megértésére koncentrál. Ők abból a felismerésből indultak ki, hogy a fejlett gazdaságokban hosszú időn keresztül megfigyelhető és viszonylag szűk tartományban mozgó átlagos növekedési ütemek ellentmondani látszanak a növekedési ütemek mögött felfedezhető, nagyon intenzív mikrogazdasági folyamatoknak. Folyamatosan jelennek meg és tűnnek el vállalatok a piacokon, és ezzel összefüggésben különböző termékek és technológiák rendszeresen válnak elavulttá, az iparági piaci részesedések pedig szinte állandó mozgásban vannak. Ezt a gazdasági környezetet a vállalatok folyamatos be- és kilépése, valamint a munkahelyteremtés és -megszűnés magas aránya jellemzi (lásd Davis és Haltiwanger [1992], illetve Davis, Haltiwanger és Schuh [1996] vizsgálatait). Aghion és Howitt számára ez a kettősség, a felszínen stabil makrogazdaság és a háttérben zajló állandó változás ellentéte jelentette a kiindulópontot.

A korábbi növekedési modellek, így a tanulmány elején vázolt exogén (Solow 1956) és endogén (Romer 1990) megoldások, bár jelentős előrelépést jelentettek, nem voltak képesek megragadni az innováció ilyen diszruptív természetét, azt sokkal inkább egyfajta folyamatos, kiegyensúlyozott jelenségnek tekintették. Romer modellje az innovációt új termékváltozatok megjelenéseként értelmezte, amelyek kiegészítik a már meglévő termékeket, így a termelésben felhasznált inputok körének folyamatos bővülése vezeti a technológiai haladást. Nincsen azonban szó arról, hogy a piacon megjelenő új termékek kiszorítanak a régebbi változatokat, létrehozva az előbb felvázolt dinamikus mikrokörnyezetet. Aghion és Howitt ezzel szemben a technológiai

változást minőségi javulások sorozataként, egy-egy termékkategórián belüli, ún. „minőségi létra” mentén ragadták meg: minden sikeres újítás egy magasabb minőségi szintet eredményez, amely javítja a termelés hatékonyságát és ezen keresztül elavulttá teszi a korábbi technológiát, és kiszorítja azt a piacról. Ezt a folyamatot Schumpeter könyve nyomán teremtő rombolásnak nevezik (Schumpeter 1942), s az 1992-es klaszikus tanulmányukban elsőként sikerült általános egyensúlyi keretben formálisan megmutatniuk, hogyan vezet ez a diszruptív folyamat mégis tartós növekedéshez (Aghion–Howitt 1992).

Verseny, innováció és növekedés

Egy pillanatra térjünk vissza a tanulmány elején felvázolt termelési függvényhez, amelyben a termelés során felhasznált (tőke)eszközök volumenét K -val jelöltük. Ahogy ki is emeltük, ebben az egyszerű formában ez egy időben és minőségben homogén inputot jelent, amelynek csak a mennyisége lényeges a termelés szempontjából. Aghion és Howitt 1992-ben publikált megközelítése ezt a homogenitást feloldja, és arra épít, hogy a gazdaságban számos, különbözőféle termelési eszközt használnak fel a termelés során, a technológiai haladás pedig mindegyik eszköz esetében egyre magasabb minőségi és ennek megfelelően termelékenységi szinteket jelenít meg. A minőségi ugrásokat mindig azonosnak véve a termelési függvényt a következő formában írhatjuk fel:

$$Y = A \cdot L^{1-\alpha} \cdot \sum_{j=1}^N \sum_{k=0}^{\kappa_j} q^k \cdot K_{jk},$$

ahol N a különböző fajtájú termelési eszközök száma (a különböző eszközöket j indexeli), $q > 1$ a termelékenységi (minőségi) javulás, amit egy „egységnyi” vagy lépésnyi technológiai innováció jelent, K_{jk} pedig a j fajtájú termelési eszköz k -adik innovációs lépésben előálló változatából a termelésben felhasznált mennyiséget jelöli. Végül κ_j az egyes termelési eszköz-típusokra külön határozza meg, hogy az adott típusnál hányadik technológiai lépcsőfokon áll az innováció egy adott időszakban. A kifejezésben szereplő q^k ennek megfelelően azt mutatja, hogy az innovációs lépcsőfoknak megfelelően az új és új változatoknak termelékenységi többlete van a korábbi változatokkal szemben.

Fontos következménye ennek a felírásnak, hogy a termelési folyamatokban elvben párhuzamosan hasznosíthatók egy-egy termelési eszköz különböző minőségi változatai (különböző k -k). A rögzített és állandó q mértékű hatékonysági ugrások miatt az új változatok a modell egyensúlyi helyzetében mindig kiszorítják a régebbieket, mégis a termelési eszközök összetételének ez a fajta felírása lehetővé teszi, hogy a vállalkozások azon döntését is modellezzük, amely az innovációk létrehozására (vagyis a minőségi ugrások megtételére) fordított erőforrások nagyságát határozza meg.

Ez a környezet viszont versenyt teremt a kutatás-fejlesztési tevékenységet folytató vállalkozások között, amelyek további erőforrások felhasználásával a technológiai szint növekedését képesek elérni. A befektetett erőforrások megtérülését az biztosítja, hogy a kifejlesztett új, magasabb minőségi szintet képviselő termelési eszköz monopolhelyzetben lévő gyártójaként monopolprofitot képesek realizálni. A kutatás-fejlesztést végző vállalkozások dilemmája alapvetően az, hogy ez a monopolprofit csak addig realizálható, ameddig a következő innovációs lépés piacra nem kerül, ezzel kiejtve a vállalkozást a versenyből.

Aghion és Howitt modellje versenyzői piacot feltételez a kutatás-fejlesztés tekintetében, ami azt jelenti, hogy annak esélye, hogy a következő minőségi lépést is ugyanaz a vállalkozás hajtja majd végre, elhanyagolhatóan kicsi. Ebben a környezetben fontos és a modell dinamikáját is meghatározó kérdés lesz, hogy a fejlesztést végző vállalkozások mennyi erőforrást hajlandóak az innovációra fordítani, mivel ez fogja az innováció ütemét és ezen keresztül a gazdasági növekedést is meghatározni.

A modell ugyanakkor azt is felteszi, hogy az innováció nem determinisztikus, vagyis az innovációs erőfeszítések sikeressége a véletlentől is függ. Ha a j termelési eszköz esetén, amely a κ_j minőségi szinten áll, a fejlesztő vállalkozás $Z_{j\kappa_j}$ nagyságú erőforrást fordít a fejlesztésre, akkor az innováció sikerességét ($p_{j\kappa_j}$), vagyis hogy sikerül-e a következő minőségi szintre és ezzel piacra lépni, a következőképpen írhatjuk fel:

$$p_{j\kappa_j} = Z_{j\kappa_j} \cdot \phi(\kappa_j),$$

ahol $\phi(\kappa_j)$ az innovációs lépés komplexitását ragadja meg, feltételezve, hogy $\phi(\kappa_j)$ csökkenő κ_j -ben, ami azt jelenti, hogy változatlan kutatás-fejlesztési ráfordítással az egyre magasabb szintek elérésének valószínűsége csökken. A véletlenszerűségből az is következik, hogy az egyes szektorok között az innováció egyenlőtlenül oszlik meg: míg egyes termelőeszközöknél a minőségi fejlődés folytonos, másoknál hosszabb időszakon át változatlan lehet.

Az innovációs projektek várható sikeressége, a sikeresség esetén realizálható monopolprofit és annak várható időtartama (amely szintén függ a hasonló projektek várható sikerességétől), egy összetett döntési problémát hoznak létre a kutatás-fejlesztéssel foglalkozó vállalkozások számára a tekintetben, hogy mekkora fejlesztési erőforrást érdemes felhasználniuk. Ezt a döntést a fentiekén túl ráadásul még az is befolyásolja, hogy milyen alternatív költsége (ára) van a fejlesztésbe bevonható erőforrásoknak, várhatóan milyen kereslet lesz az adott termelési eszköz új típusa iránt, ami pedig szintén függ attól, hogy milyen minőségi szinteken állnak majd más eszközök, és így tovább. Aghion és Howitt munkájának egy fontos hozzáadott értéke, hogy ezeket a kölcsönös összefüggéseket egy általános egyensúlyi modellkeretben illesztik össze, vagyis bár óhatatlanul egyszerűsít, a modelljük mégis számot vet számos ilyen visszacsatolással és ezek egyensúlyi következményeivel. A modell fő következtetése a gazdaság egyensúlyi növekedési rátájára ($\gamma = \Delta Y/Y$) vonatkozóan a következő összefüggésben adható meg:

$$\gamma^* = 1 + p^* \cdot (q - 1),$$

ahol p^* a kreatív rombolás mérőszáma, és gyakorlatilag azt az egyensúlyi valószínűséget jelenti, amely a fenti általános egyensúlyi helyzetben az új innovációs lépések valószínűségeként kialakul (közvetlen összefüggésben a kutatás-fejlesztésre fordított erőforrások egyensúlyi nagyságával és közvetett összefüggésben minden más tényezővel).

Aghion és Howitt modelljének jelentős újítása az is, hogy az innovációval kapcsolatos egyéni és társadalmi ösztönzők közötti eltérést formálisan is megjelenítették. Ez a különbség abból fakad, hogy amíg a társadalom egésze szempontjából egy új innováció nem semmisíti meg az előző tudást – hiszen arra épít –, addig a vállalat várható bevételei szempontjából igen: a vezető, az aktuális minőségi szintet monopolizáló vállalkozás bevételei a következő időszakban akár nullára is csökkenhetnek. Ennek a jelenségnek aztán az a következménye, hogy a vállalatok gyakran többet ruháznak be kutatásba, mint ami társadalmilag optimális lenne. Ezzel szemben a tudás externális hatásai, ahogyan azt Romer (1990), valamint később Jones (1995) és Bloom és munkatársai (2020) is hangsúlyozzák, éppen a társadalmilag kívánatosnál kisebb fejlesztési ráfordításokhoz vezetnének. Ennek az az oka, hogy a vállalatok számára nem jelenik meg érdemi előnyként, hogy saját innovációik mások számára is növelik a jövőbeli kutatás hatékonyságát.

A díjazottak munkájának tudományos hatása

Mokyr kutatásainak tudományos hatása messze túlmutat az ipari forradalom történetének újraértelmezésén: munkássága alapvetően alakította át a modern közgazdasági gondolkodást a hosszú távú növekedés, az innováció és a technológiai változás természetéről. Egyik legfontosabb eredménye, hogy sikerült meggyőzően visszahelyeznie a technológiai haladást a gazdaságtörténeti elemzés centrumába, és az ipari forradalmat újra valódi forradalomként mutatta be. Ez a forradalom nem feltétlenül és kizárólag a GDP-növekedési adatokban, hanem a mögöttes tudás- és intézményrendszer radikális átalakulásában rejlett.

Hatása azonban nem korlátozódik a történeti elemzésre. Mokyr gondolatai mélyen beépültek a modern növekedésméletbe is. Munkája inspirációt és részletesen feltárt empirikus mechanizmusokat mutatott az endogén növekedésmélet számára, ahol (akárcsak Mokyr munkásságában) a technológiai fejlődés maga olyan magyarázandó jelenséggé vált, amely társadalmi, kulturális és intézményi folyamatok eredménye. Ebből az is következik, hogy a fenntartható növekedéshez nem elég gépekbe vagy akár az emberek képzésébe fektetni, hanem a tudás keletkezését, terjedését és alkalmazását lehetővé tevő társadalmi struktúrákat is vizsgálni és fejleszteni kell. Ez a szemlélet jelentős hatást gyakorolt az endogén növekedésmélet későbbi irányaira, többek között Aghion és Howitt munkásságára is, amely a kreatív rombolás elméletét öntötte közgazdasági formába.

Mokyr hozzájárulása keretet ad a modern, 21. századi innovációs és növekedési kihívások megértéséhez is. Munkái arra hívják fel a figyelmet, hogy a tartós gazdasági növekedés nem természetes alapállapot, hanem törékeny történelmi konstrukció, amely

könnyen megbomolhat. Eredményei arra utalnak, hogy ha a tudományos szabadságot korlátozzák, ha gyengülnek a pluralista intézmények, ha a piaci versenyben néhány szereplő túl nagy hatalomra tesz szert, vagy ha a technológiai változás ellenérdekeltek által könnyen blokkolhatóvá válik, akkor a modern növekedés motorja – a kreatív rombolás – lelassulhat vagy akár teljesen leállhat. Mokyr szerint ugyanígy veszélyt jelent az is, ha a tudomány nem globális, hanem lokális hálózatokba szorul vissza, és a tudás áramlása megszakad. Mindez különösen fontos tanulság napjaink olyan kihívásai fényében, mint a klímaváltozás, a mesterséges intelligencia térnyerése vagy a globális termelékenység lassulása, amelyek mind olyan jelenségek, amelyek megértéséhez és kezeléséhez Mokyr intellektuális öröksége alapvető referenciapontot kínál.

Aghion és Howitt munkájának hatása szintén túlmutat az általuk bemutatott alapmodell keretein. Az itt kidolgozott koncepcióra épült a verseny és innováció kapcsolatát formálisan leíró „step-by-step” modell (Aghion–Harris–Vickers 1997; Aghion et al. 2001), amely megmutatta, hogy a verseny nemcsak csökkentheti, hanem növelheti is az innovációs ösztönzőket – különösen akkor, ha a verseny éppen a potenciális innovátorokat készíti arra, hogy elmeneküljenek a szoros piaci helyzetből azzal, hogy a termelékenységi létrán egy fokkal feljebb lépnek. Empirikus vizsgálatok (Nickell 1996; Blundell–Griffith–van Reenen 1999; Aghion et al. 2005) igazolják, hogy a verseny gyakran valóban serkenti az innovációt, bár ennek mértéke iparáganként jelentősen eltérő, és ebben meghatározó a vállalatok pozíciója is.

Aghion és Howitt modellje átformálta azt, ahogyan a közgazdaságtan a piaci koncentráció és a termelékenység összefüggéséről gondolkodik. A piaci dinamika közelmúltban tapasztalt lassulása – a vállalati belépési és kilépési ráta visszaesése, a nagyvállalatok növekvő piaci ereje, valamint a termelékenységi növekedés lassulása – egyre inkább a teremtő rombolás mechanizmusának gyengüléseként értelmezhető (Aghion et al. 2023; Akcigit–Ates 2023).

Az Aghion és Howitt által megalkotott gondolati keret megmutatta, hogy a hosszú távú növekedés nem a lassú, egyensúlyi fejlődés eredménye, hanem a folyamatos innovációs verseny mellékterméke. A teremtő rombolás matematikai megragadása lehetővé tette a kutatók számára, hogy empirikusan vizsgálják a versenyt, a piaci szerkezetet, a társadalmi mobilitást és a K+F-politikák hatását a növekedésre, és hogy olyan gazdaságpolitikai kereteket javasoljanak, amelyek egyszerre ösztönzik az innovációt és kezelik az ebből fakadó társadalmi költségeket. Aghion és Howitt így nemcsak egy új elméleti paradigmát teremtettek, hanem eszközt is adtak a modern gazdaságpolitika kezébe a fenntartható, innovációvezérelt növekedés támogatásához.

Összegzés

A 2025. évi közgazdasági Nobel-díj három olyan tudós munkásságát ismeri el, akik ugyanabból az alapvető megfigyelésből indultak ki: az emberi történelem túlnyomó részében a gazdasági növekedés átmeneti és szórványos volt, a 18–19. századtól azonban tartós, önfenntartó folyamattá vált. A díjazottak kutatásait az a kérdés motiválta,

hogy mi tette lehetővé ezt a történelmi fordulatot, milyen mechanizmusok tartják fenn a növekedést, és mely feltételek mellett maradhat fenn hosszú távon.

Mokyr történeti és intézményi nézőpontból tárta fel, hogy a modern gazdasági növekedés alapja a „hasznos tudás” szerkezetének átalakulása, az elméleti és gyakorlati tudás összekapcsolódása, valamint azok a társadalmi és politikai intézmények, amelyek csökkentették az ellenérdekeltek technológiaellenes ellenállását. Rámutatott, hogy az ipari forradalom forradalmi jellegét nem pusztán a kibocsátási adatok, hanem a tudástermelés és a technológiai fejlődés mögötti kulturális és intézményi változások adták.

Aghion és Howitt ehhez kapcsolódva formális közgazdasági modellben mutatták meg, hogyan válik a technológiai megújulás, a minőségi lépcsőfokokon zajló innováció és a vállalatok közötti verseny folyamatos „teremtő rombolássá”. Modelljük úttörő módon ragadta meg általános egyensúlyi keretben, hogy az innováció egyszerre forrása a növekedésnek és okozója a korábbi technológiák elavulásának, valamint azt is, hogy az egyéni és társadalmi ösztönzők eltérései miként befolyásolják az innováció optimális szintjét.

A három kutató munkája együtt új alapokra helyezte a technológiai haladás és a gazdasági növekedés kapcsolatának megértését: Mokyr megmutatta, milyen társadalmi és kulturális feltételek teremtik meg az önfenntartó növekedés lehetőségét, míg Aghion és Howitt azt írták le, milyen mikrodinamikák és ösztönzők működtetik ezt a folyamatot a modern gazdaságban.

Eredményeik mára meghatározzák a hosszú távú növekedésről, az innovációs politikáról, a verseny szabályozásáról és a technológiai változás társadalmi következményeiről szóló közgazdasági gondolkodást. Eredményeik irányt mutatnak a 21. század nagy kihívásai – a termelékenységi lassulása, a piaci koncentráció növekedése, a globális innovációs rendszerek törékenysége – kezeléséhez is, és kiemelik: a tartós növekedés nem természetes állapot, hanem olyan történelmi konstrukció, amelyet folyamatosan védeni és erősíteni kell.

Irodalomjegyzék

- Aghion, Philippe et al. (2001). „Competition, Imitation and Growth with Step-by-Step Innovation”. *Review of Economic Studies* 68/3, 467–492. <https://doi.org/10.1111/1467-937X.00177>.
- Aghion, Philippe et al. (2005). „Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship”. *The Quarterly Journal of Economics* 120/2, 701–728. <https://doi.org/10.1093/qje/120.2.701>.
- Aghion, Philippe et al. (2023). „A Theory of Falling Growth and Rising Rents”. *The Review of Economic Studies* 90/6, 2675–2702. <https://doi.org/10.1093/restud/rdad016>.
- Aghion, Philippe – Harris, Christopher – Vickers, John (1997). „Competition and Growth with Step-by-Step Innovation: An Example”. *European Economic Review* 41/3–5, 771–782. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(97\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(97)00036-6).
- Aghion, Philippe – Howitt, Peter (1992). „A Model of Growth Through Creative Destruction”. *Econometrica* 60/2, 323–351. <https://doi.org/10.2307/2951599>.
- Akcigit, Ufuk – Ates, Sina T. (2023). „What Happened to US Business Dynamism?” *Journal of Political Economy* 131/8, 2059–2124. <https://doi.org/10.1086/724289>.

- Bloom, Nicholas et al. (2020). „Are Ideas Getting Harder to Find?” *American Economic Review* 110/4, 1104–1144. <https://doi.org/10.1257/aer.20180338>.
- Blundell, Richard – Griffith, Rachel – van Reenen, John (1999). „Market Share, Market Value and Innovation in a Panel of British Manufacturing Firms”. *Review of Economic Studies* 66/3, 529–554. <https://doi.org/10.1111/1467-937X.00097>.
- Byrne, David M. – Fernald, John G. – Reinsdorf, Marshall B. (2016). „Does the United States Have a Productivity Slowdown or a Measurement Problem?” *Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper* 2016-03. <http://www.frbsf.org/economic-research/publications/workingpapers/wp2016-03.pdf>.
- Crafts, Nichola F. R. – Harley, Charles K. (1992). „Output Growth and the British Industrial Revolution: A Restatement of the Crafts–Harley View”. *The Economic History Review* 45/4, 703–730. <https://doi.org/10.2307/2597415>.
- Davis, Steven J. – Haltiwanger, John C. (1992). „Gross Job Creation, Gross Job Destruction, and Employment Reallocation”. *Quarterly Journal of Economics* 107/3, 819–863. <https://doi.org/10.2307/2118365>.
- Davis, Steven J. – Haltiwanger, John C. – Schuh, Scott (1996). *Job Creation and Job Destruction*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Feenstra, Robert C. – Inklaar, Robert – Timmer, Marcel P. (2015). „The Next Generation of the Penn World Table”. *The American Economic Review* 105/10, 3150–3182. <https://doi.org/10.1257/aer.20130954>.
- Fouquet, Roger – Broadberry, Stephen (2015). „Seven Centuries of European Economic Growth and Decline”. *Journal of Economic Perspectives* 29/4, 227–244. <https://doi.org/10.1257/jep.29.4.227>.
- Jones, Charles I. (1995). „R & D-Based Models of Economic Growth”. *Journal of Political Economy* 103/4, 759–784. <http://dx.doi.org/10.1086/262002>.
- Kelly, Morgan – Mokyr, Joel – Ó Gráda, Cormac (2023). „The Mechanics of the Industrial Revolution”. *Journal of Political Economy* 131/1, 59–94. <https://doi.org/10.1086/720890>.
- Lucas, Robert E. (1988). „On the Mechanics of Economic Development”. *Journal of Monetary Economics* 22/1, 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7).
- Meisenzahl, Ralph R. – Mokyr, Joel (2012). *The Rate and Direction of Invention in the British Industrial Revolution*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Mokyr, Joel (1990). *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Mokyr, Joel (2002). *The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy*. Princeton, NJ–Oxford, UK: Princeton University Press–Oxford University Press.
- Mokyr, Joel (2009). *The Enlightened Economy: An Economic History of Britain 1700–1850*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Mokyr, Joel (2016). *A Culture of Growth: The Origins of the Modern Economy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Nickell, Stephen J. (1996). „Competition and Corporate Performance”. *Journal of Political Economy* 104/4, 724–746. <https://doi.org/10.1086/262040>.
- Rebelo, Sergio (1991). „Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth”. *Journal of Political Economy* 99/3, 500–521. <https://doi.org/10.1086/261764>.
- Romer, Paul M. (1990). „Endogenous Technological Change”. *Journal of Political Economy* 98/5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems (Oct. 1990), S71–S102. <https://doi.org/10.1086/261725>.
- Schumpeter, Joseph A. (1942). *Capitalism, Socialism, and Democracy*. New York–London: Harper & Brothers.
- Smith, Adam (1959). *A nemzetek gazdasága*. Ford. Bilek Rudolf. Budapest: Akadémiai Kiadó [eredeti kiadás Adam Smith [1776]. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. London: W. Strahan and T. Cadell).
- Solow, Robert M. (1956). „A Contribution to the Theory of Economic Growth”. *Quarterly Journal of Economics* 70/1, 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>.

TEMATIKUS ÖSSZEÁLLÍTÁS

Emlékezés Gergely Jánosra, a modern immunológia hazai megteremtőjére

Remembering János Gergely, Founder of Modern Immunology in Hungary

Vendégszerkesztők: Erdei Anna – Falus András

Bevezetés

Introduction

Erdei Anna

az MTA rendes tagja, egyetemi tanár, MTA Elnökség, Budapest
erdei.anna@titkarsag.mta.hu



1. ábra. Gergely János (1981)
Fotó: Erdei Anna

Gergely János, a hazai immunológusiskola és a modern immunológiai kutatások itthoni megteremtője születésének 100. évfordulójára emlékeztünk a Magyar Tudományos Akadémián megtartott szimpóziumon 2025 decemberében. Gergely János (1. ábra) pályáját orvosként kezdte, de hamar kiderült számára, hogy a kutatás vonzza igazán. Felbecsülhetetlen érdeme, hogy 1973-ban létrehozta az ország első önálló Immunológiai Tanszékét az Eötvös Loránd Tudományegyetemen (ELTE). Tanár úrnak neveztük, mert a szó legteljesebb értelmében a tanárunk volt. A kutatás, az oktatás és az ismeretterjesztés mellett Tanár úr a tudományos közéletben is aktívan részt vett: szerteágazó, az itthoni immunológusok számára külföldi lehetőségeket teremtő nemzetközi kapcsolatokat hozott létre és ápolt, a Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Tudományok Osztályának elnöke, majd az MTA Elnökségének tagja volt; a kuratórium első elnökeként meghatározó szerepe volt az Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíjának létrehozásában. Akik abban a szerencsés helyzetben voltak, hogy munkatársai lehettek, nap mint nap tapasztalhatták emberségét, bölcsességét, a tudomány iránti alázatát, a problémák minél zökkenőmentesebb megoldására való törekvését, és láthatták azt is, hogy sokirányú tevékenysége milyen nagy munkabírással és határozottsággal párosult.

Gergely János kiemelkedő életútjának részletes bemutatása a *Magyar Tudomány* 2025. szeptemberi számában olvasható (<https://doi.org/10.1556/2065.186.2025.9.8>). A jelen összeállításban szereplő írások Gergely János egykori munkatársainak, kollégáinak visszaemlékezései, ahol a szerzők személyes tapasztalataikat is felvillantják.

Petrányi Győző, az itthoni immunológia doyenje a leghosszabb időt töltötte Gergely Jánossal, akit kezdettől fogva példaképének tekintett. Írásában szakmai és baráti kapcsolatára emlékszik vissza, és bemutatja a Magyar Immunológiai Társaság létrehozásában és az 1992-es Immunológiai Világkongresszus budapesti megvalósulásában betöltött döntő szerepét.

Medgyesi György, aki 1963-tól több mint tíz éven át volt közvetlen munkatársa, Gergely János kutatói tevékenységének kezdeteit, az ellenanyag szerkezetének feltárására irányuló közös munkáit mutatja be. Kutatói pályájának sikerességét találóan a nagy földrajzi felfedezők eredményeihez hasonlítja, akik korábban nem ismert területeket tártak fel és ismertettek meg a publikummal.

Hudecz Ferenc az MTA és az ELTE Gergely János tiszteletére 2008-ban rendezett emlékülésén rektorként elmondottakat idézi fel. Ismerteti Gergely professzor úr pályáját az Országos Hematológiai és Vértranszfúziós Intézet Immunkémiai Osztályától az ELTE-n 1973-ban általa létrehozott Immunológiai Tanszékgig, és feleleveníti közös peptidkémiai kutatásaikat is.

Németh Péter azt idézi fel, hogy egyetemi hallgatóként milyen erősen hatott rá Tanár úr pécsi egyetemen tartott előadása az 1970-es években, és később hogyan vált számára meghatározóvá szakmai és emberi kapcsolatuk.

Bajtay Zsuzsa a Tanár úr által létrehozott Immunológiai Tanszék munkatársa a számára „sorsdöntő” élményre, az 1983-ban tartott immunológiakurzusra emlékszik vissza. Ekkor találkozott először Gergely professzor úrral, aki egy lebilincselően

izgalmas világot tárt fel számára, amelynek hatására elköteleződött az immunológia tudományának, és évtizedeken át a tanszék oszlopos tagja volt.

Matkó János és Vereb György a „Debrecen–Göd-tengelyt” mutatja be, amelynek sikerét Gergely János és Damjanovich Sándor baráti és szakmai kapcsolata alapozta meg. A két kutatóhely munkatársai között kialakult sokrétű érdeklődés és a közös munka számos rangos publikációt eredményezett. Tanár úr személyes varázsának máig tartó hatását bizonyítja, hogy az egyik tehetséges debreceni fiatal a vele való találkozás és beszélgetés hatására döntött úgy, hogy mégsem ortopéd sebész lesz, hanem immunológus.

Emlékezés Gergely János szakmai és emberi személyiségére

Remembering János Gergely's Professional and Human Character

Petrányi Győző

az MTA rendes tagja
pg13@t-online.hu

Absztrakt

Gergely Jánosról való személyes megemlékezésem az „ősidőkig” nyúlik vissza, hiszen mint a Magyar Immunológiai Társaság legidősebb tagja a leghosszabb időt töltöttem vele együtt. A legszélesebb körű együttműködésünket pedig szoros baráti kapcsolat kötötte össze, melynek során őt példaképemnek tekintettem nemcsak a tudás, a bölcsesség, hanem az emberi magatartás és a humor, a közvetlenség tekintetében is. Vele kapcsolatos személyes benyomásaimban a sokaknak még ismeretlen eseményeket emelem ki, hiszen ezek a mai generáció számára színesíthetik Gergely János tudományban meghatározó és kiemelkedő tekintélyét és szerepét.

Abstract

My personal memories of János Gergely date back to “ancient times”, as—being the oldest member of the Hungarian Society for Immunology—I spent the longest time with him. Our extensive cooperation was strengthened by a close friendship, and I considered him a role model in terms of not only knowledge and wisdom, but also human behaviour, humour, and directness. In this account, I will highlight events that are still unknown to many, as these can shed light on Gergely's defining and outstanding role in science for today's generation.

Kulcsszavak: Magyar Immunológiai Társaság története (MIT), Gergely János elnöki tevékenysége, 4. Európai Immunológiai Ülés, Budapest (1978), VIII. Nemzetközi Immunológiai Kongresszus, Budapest (1992), Országos Vérellátó Szolgálat

Keywords: history of the Hungarian Society for Immunology (MIT), János Gergely's activity as president, Fourth European Immunology Meeting, Budapest (1978), 8th International Congress of Immunology, Budapest (1992), National Blood Service

A Magyar Immunológiai Társaság megalakulásának debreceni eseményei

Kezdem annak az ősi időszaknak a történéseivel, amelyek a Magyar Immunológiai Társaság (MIT) megalakulásához vezettek Debrecenben, ahol Kesztyűs Lóránd nevéhez fűződnek az események, melyekben már Gergely János is szerepet játszott. 1918. október 19-én az egyetem orvostanári gyűlést tartott, melyen Kenézy Gyula korelnök indítványt tett a Debreceni Magyar Királyi Tudományegyetem orvoskarának megalakítására. A gyűlés az indítványt elfogadva egyhangú határozattal kimondta az Orvosi Kar megalakítását, melynek első vezetője Kesztyűs Lóránd lett. Mint rektor

meghatározó szerepe volt az Egyetem intézeteinek és klinikáinak infrastrukturális bővítésében. Számunkra azonban a legfontosabb, hogy nemzetközileg elismert kutatási eredményeivel és tudománypolitikai tevékenységével a hazai immunológiai és allergológiai kutatások megalapozójává vált. Ennek következtében Kesztyűs Lóránd a Mikrobiológiai Társaságon belül, annak a XXVIII. ülésén megalakította az Immunológiai Szekciót. A szekció utóda lett 1971-ben a Magyar Immunológiai Társaság (MIT), melynek első elnöke Kesztyűs Lóránd volt, aki két perióduson keresztül, 1978-ig vezette a társaságot Gergely János mint főtítkár közreműködésével. A MIT 1979-es pécsi kongresszusán már Gergely János volt az elnök. Ettől az időtől kezdve volt szoros együttműködés Gergely János és köztem, akit a Társaság főtítkárának választottak.

Kesztyűs professzor mindig meghívta Gergely Jánost és engem is azokra az ülésekre, melyeken a társaság terveit, eseményeit beszélték meg a dékáni hivatalban. Amint megérkeztünk, Kesztyűs professzor felnyitott egy szekrénykét, amelyikből a konyakosüveget kiemelve valamennyiünkkel koccintott, hogy a megbeszélés könnyedségét megalapozza. Ez részéről szakmai és szellemi élénkülést, számunkra pedig a „bólogatás” szerepének lassú előtérbe kerülését jelentette.

Gergely János munkássága az Országos Haematológiai és Vértranszfúziós Intézetben

Gergely János kiemelkedő tudományos és vezetői tevékenysége, eredményessége, széles körű szakmai érdeklődése az Országos Vérellátó Szolgálatban (OVSZ) eltöltött időszakára volt jellemző. Előzményként annyit el kell mondani, hogy Hollán Zsuzsa mint főigazgató összeköttetései révén létrehozta az Országos Haematológiai és Vértranszfúziós Intézetet, ahol Gergely János 1963–1973 között az intézet Immunkémiai Osztályának tudományos osztályvezetője lett, engem pedig a Transzplantációs Immunológiai Osztály vezetőjének (1970–1985) választottak. Ebben az időszakban Gergely János és köztem, mint elnök és főtítkár között szoros baráti kapcsolat, együttműködés jött létre, mely mind szakmai, mind emberi vonatkozásban példamutató és sikeres volt. Mindketten egymás segítségét és szolgálatát tartottuk szem előtt, és a rivalizálás még csak gondolatban sem merült fel.

Nemzetközi kongresszusok sikerei és eseményei

Gergely János kiemelkedő és széles körű nemzetközi kapcsolatai, elismertsége révén és többek között mint az Európai Immunológiai Társaságok Szövetségének (EFIS) elnöke megrendezhettem az Európai Immunológiai Társaság kongresszusát Budapesten. Ez az esemény 1978 áprilisában zajlott le Budapesten, és olyan sikeres volt, hogy az előadások könyv formájában is megjelentek, az Akadémiai Kiadó gondozásában. Az *IMMUNOLOGY 1978, Proceedings of the Fourth European Immunology Meeting* című kötetet Gergely János, Medgyesi György és Hollán Zsuzsa szerkesztette. A könyv

nemcsak az immunológia tematikáinak és kérdéseinek aktuális információit tartalmazta, hanem körvonalazta a vezető tudományos és oktatási intézmények jövőre vonatkozó szemléletét is.

A legnagyobb sikert a Gergely János elnökségével Budapesten 1992-ben megrendezett VIII. Immunológiai Világkongresszus (8th International Congress of Immunology) hozta. A Nemzetközi Immunológiai Társaságok Szövetsége (IUIS) felkérése alapján a kongresszus elnöke Gergely János, szervezője a Magyar Immunológiai Társaság (MIT) volt. A szervezőbizottság tagjai Andó István, Balázs Csaba, Benczur Miklós, Erdei Anna, Falus András, Füst György, Gergely Péter, Láng Csaba, Medgyesi György, Merétei Katalin, Rajnavölgyi Éva, Sármay Gabriella, Stenszki Valéria voltak. A Nemzetközi Program Bizottságot több mint 60, a világ élvonalát képező tudós, professzor képezte. A kongresszus technikai szervezője az IPV/INTERCONGRESS iroda volt, melyet a nagy tapasztalatokkal rendelkező Rubányi Ágnes vezetett több titkársági munkatárs közreműködésével, őszinte, együttműködő légkörben. Mivel a hivatalos szervező a MIT volt, amelynek az elnöke akkor én voltam, szintén részt vettem az előkészítő üléseken. A legnagyobb gondot a helyszín megválasztása jelentette. A várhatóan több mint 5000 résztvevőnek a budapesti nemzetközi vásár (BNV/HUNGEXPO) biztosíthatta a legnagyobb területet, mely akkor egy hatalmas teret jelentő hodályból állt. A terület kongresszus céljára való felhasználását Göncz Árpád, az akkori köztársasági elnök engedélyezte, aki egyben a kongresszus védnökeként a megnyitóbeszédet is tartotta. A plenáris ülés számára kisebb átalakításokkal még ki lehetett alakítani egy akár 2000 résztvevőt is magába foglaló üléstermet, de a kérdés az volt, hogyan lehet a kis létszámú, kb. 40 szimpózium számára izolált termet kialakítani úgy, hogy a szomszédos helyiségben zajló ülések ne zavarják egymást. Az IPV/INTERCONGRESS és a MIT végül, bár sok nehézség és vita árán, létre tudta hozni a sok kis előadótermet. Az átmeneti nehézségek elsimításában Gergely Jánosnak meghatározó szerepe volt; személyiségéből adódóan bölcsen és diplomatikusan oldotta meg a vitás kérdéseket. Bizton állíthatom, hogy ezt a helyzetet más hazai vezető szaktekintély ilyen hozzáállással és rugalmassággal nem tudta volna megoldani. Természetesen ezeket a nehézségeket a kongresszus résztvevői és szervezői nem érzékelték. A világkongresszusnak óriási sikere volt, amit a Nemzetközi Szervezőbizottság búcsúzó szavaival is kiemelt, a résztvevők pedig a bankett jó hangulatával értékelték. A 33 évvel ezelőtti immunológiai világkongresszus résztvevői a mai napig nagy elismeréssel emlékeznek a budapesti rendezvény szakmai színvonalára és kiváló hangulatára.

Zárszó

Több mint fél évszázados szakmai és baráti kapcsolatom Gergely János professzorral megalapozza értékének reális megítélését a tudomány és az emberi, a társasági kapcsolatok szempontjából. Szakmai szempontból legnagyobb értéknek a humorális immunitás terén kifejtett tudományos kutatásainak eredményességét tekintem. Ennek

nemzetközi elismerése alapján Európa és Amerika legkiválóbb kutatógárdáival tudott kapcsolatba kerülni, ami az itthoni intézetek és immunológusok számára nemzetközi együttműködések, a legújabb információk megszerzését segítette elő. Fontos kiemelni, hogy emberi magatartása, szerénysége, bölcs ítélőképessége nagyban elősegítette szakmai elismertségét, szervezőképességét és az oktatásban elért eredményességét. Mindenki szerette őt nemcsak ezekért a tulajdonságaiért, hanem a humora miatt is, amellyel sok kritikus helyzetet tudott feloldani. Számomra ő példakép volt, mely iránta érzett tiszteletet és önzetlen szolgálatot, együttműködést hozott létre.

Gergely János születésének 100. évfordulójára – emlékek ébresztése

On the 100th Anniversary of János Gergely's Birth: Awakening Memories

Medgyesi György

az MTA doktora, ny. tud. osztályvezető, Országos Vérellátó Szolgálat, Budapest
medgyesigyorgy@gmail.com

Absztrakt

A szerző 1963-tól az 1970-es évek második feléig közvetlen munkatársként dolgozott együtt Gergely János professzorral. Röviden leírja az immunoglobulinok heterogenitásának és egyes szerkezeti tulajdonságainak feltárására irányuló kísérleti munkájukat, valamint a funkcionális sajátosságok kutatásának indulását. Felvillantja a csoport részvételét a kor szakmai közéletében.

Abstract

The author worked closely with Professor János Gergely from 1963 until the mid-1970s. He briefly describes their experimental work, which aimed to explore the heterogeneity and certain structural properties of immunoglobulins, as well as the initial research into their functional characteristics. He also highlights the participation of the research group in the professional life of the era.

Kulcsszavak: Gergely János, emlékezés, immunoglobulinok, proteázok, komplement

Keywords: János Gergely, memories, immunoglobulins, proteases, complement

Gergely János tudományos pályáját, az immunológia korszerű ágazatainak hazai meghonosításában játszott fontos szerepét, az immunológiát művelők közösségeinek formálására irányuló tevékenységének jelentőségét már sokan méltatták. A hatalmas kutatói, tudományos szervezői, oktatói életmű kis magból sarjadt, és színvonalasan működő egyetemi tanszékben, a hazai és a nemzetközi tudományos életben eredményesen betöltött vezető funkciókban teljesedett ki. Ebben a megemlékezésben arról az időszakról szeretnék írni, amelyben közvetlen munkatársaként dolgozhattam. Az időszak 1963-mal kezdődött, amikor Gergely János csatlakozott az Országos Haematológiai és Vértranszfúziós Intézethez, és az 1970-es évek második feléig tartott, amikor Gergely János tevékenységének súlypontja már az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) újonnan megalakult Immunológiai Tanszékére helyeződött át.

Gergely János tudományos pályáját áttekintve a nagy földrajzi felfedezők juthatnak eszünkbe, akik újabb és újabb területeket jártak be, és ezeket bevonták a nyilvános

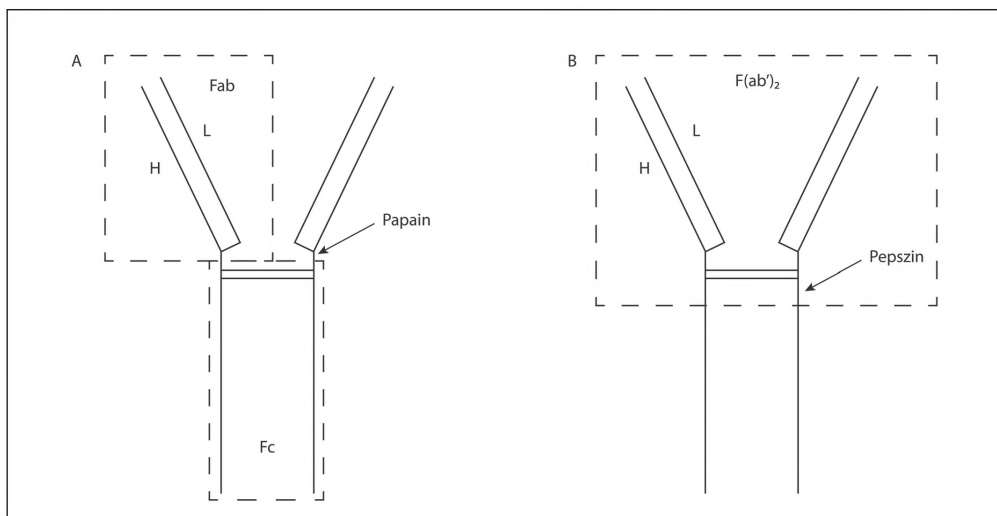
ismeretek körébe a publikált leírásokkal. David Livingstone 1866 márciusában szállt partra a kelet-afrikai Mikindiny-öbölben, és feltárta Közép-Afrika vízrendszerét, majd Ujjiiból kiindulva a Lualaba folyót követve megtalálta azt a pontot, ahol a folyó a szépséges Meru-tóba torkollik (Stanley 1944). Gergely János tübingeni tanulmányútján a vérben keringő és az aorta meszesedésben lerakódó lipoproteinek vizsgálatát, és ehhez immunológiai módszereket sajátított el. Ezzel mintegy partra szállt az Immunológia nevű szellemi kontinensen.

Hazatérése után néhány évvel csatlakozott az Országos Haematológiai és Vértranszfúziós Intézethez (OHVI), itt létrehozhatott egy immunokémiai laboratóriumot, ahol már az ellenanyagokat nemcsak mint reagenseket alkalmazta, hanem azok megismerése felé fordult. A Haematológiai Intézetben több fehérjevizsgáló módszer állt készen, főként az elektroforézis akkor elérhető változatai. A mai fiatal kutatók nem is hiszik el, hogy a keményítőből főzött gél is hasznos hordozója volt az elektroforézisnek. A keményítőgél-elektroforézist is bevezették az Intézetben, és haptoglobulin típusok meghatározása céljából használták (Horváth–Simon 1963). Keményítőgélben a szérumfehérjék mobilitását nemcsak elektrosztatikus töltésük szabja meg, hanem molekulaméretük is befolyásolja. A módszert immunglobulinok heterogenitásának tanulmányozására is alkalmaztuk (Medgyesi–Miklós 1964). Az intézetben kitűnő antiglobulin reagensek is készültek, ezeket is alkalmazhattuk az immunglobulinok elemzésénél.

A hatvanas évek közepén Gergely Jánosnak újabb tanulmányútra nyílt lehetősége, ezúttal a Birminghami Egyetem Kísérletes Patológiai Intézetének immunológiai laboratóriumában dolgozott Denis Stanworth csoportjában, ami egy több évtizedes szakmai kapcsolat nyitánya lett. Ismeretes volt Rodney Porter (1959) munkája nyomán, hogy a nyúl-IgG (7S γ -globulin az akkori elnevezés szerint) kíméletes papainhidrolízissel felbontható az ellenanyag-kötőhelyet hordozó, Fab-nak nevezett fragmentumra és a kristályosítható Fc-fragmentumra. A humán 7S gamma-globulin hasonló fragmentálását is leírták (Edelman et al. 1960). Gergely János birminghami munkatársával felismerte, hogy a normál humán plazmából izolált IgG egy része csak akkor hasítható Fab- és Fc-részre, ha megfelelő koncentrációban cisztein (vagy hasonló szulfhidril vegyület) jelen van. Ezt papainrezisztens frakciónak nevezték el, szemben a szulfhidril vegyület nélkül is felhasítható papainszenzitív frakcióval (Gergely et al. 1967). Néhány hónap múlva Gergely János már itthon folytatta felfedezőútját az Immunológia kontinens tájainak feltérására. Én magam útitársa lehettem ebben a szakaszban, munkánkat néhány kitűnő asszisztens segítette. A következő években csatlakozott a csoporthoz Puskás Éva és Csécsi Nagy Mária. Mivel a Haematológiai Intézetben plazmocitómás betegeket is kezeltek, akiknek vérében erősen felszaporodott a fehérjék γ - vagy β 2-globulin-frakciója, kézenfekvő volt, hogy az ilyen betegek vérmintájából izolált immunglobulin-frakciókat is vizsgáljuk papainszenzitivitásra. Az egészséges emberek vérében található immunglobulinok elektroforetikus elemzéssel heterogenitást mutatva, széles sávon helyezkednek el (izoelektromos tartomány pH 6,1–8,5), míg a plazmocitómás betegek vérében megjelenő felszaporodott frakció

homogén. Az ilyen betegek véréből izolált homogén IgG-preparátumok proteázszenzitivitás szempontjából sem mutattak heterogenitást (Gergely–Medgyesi–Stanworth 1967; Gergely et al. 1969). A heterogenitás, illetve homogenitás azon alapul, hogy míg a normál immunglobulinok sokféle ellenanyagot termelő sejtpopulációból (sejtklonokból) származnak, a plazmocitoma egyetlen sejtklón malignus burjánzását jelenti, terméke homogén immunglobulin-molekula. Mai terminológiával a normális immunglobulinok „poliklonálisak”, a plazmocitoma termékei „monoklonálisak”.

A következőkben a proteázszenzitivitás strukturális hátterét igyekeztünk feltárni. A papainos hasítással egy mól IgG-ből két mól Fab-fragmentum és egy mól Fc képződik. Míg az intakt IgG két antigénkötő helyet hordoz, az Fab-fragmentum csak egyet. Ha a kíméletes hasítást enyhén savanyú közegben pepszinnel végezzük, olyan fragmentumot kaphatunk, mely az IgG molekulatömege mintegy kétharmadát reprezentálja, így az eredeti molekula mindkét antigénkötőhelyével rendelkezik, de az Fc-régiót nem tartalmazza (1. ábra). Megállapítottuk, hogy ezek az $F(ab')_2$ -nek nevezett fragmentumok ugyanolyan szenzitivitást mutatnak papainos hasítással szemben, mint a natív molekula, tehát a hasadás helye a nehézlánc azon szakaszára eshet, amely az $F(ab')_2$ -ben megőrződik, de a papainos hasítással képzett Fab-fragmentum már nem tartalmazza (Medgyesi–Gergely 1969; Gergely et al. 1969).



1. ábra. Az emberi IgG1-molekula szerkezeti vázlata. H = nehézlánc, L = könnyűlánc. A: a papainos hasítással képződő fragmentumok. B: A pepszines hasítással nyerhető $F(ab')_2$ -fragmentum
Forrás: saját szerkesztés

Az IgG-molekula Fab- és Fc-részre való hasíthatóságának felfedezését követően az immunglobulinok polipeptidlánc-szerkezetére is fény derült (Edelman–Poulik 1961; Fleischmann–Porter–Press 1963). Eszerint az immunglobulinok alapegysége két-két azonos polipeptidláncból áll, melyeket diszulfid-hidak kötnek össze (1. ábra).

A polipeptidláncok a diszulfid-kötések bontása után szétválaszthatók, és megfelelő körülmények között újraegyesíthetők négyláncos egységekké. Ezt az utat követve rekombinált IgG-minták segítségével is megerősítettük, hogy a nehézláncok tulajdonságain múlik az IgG-molekula proteázérzékenysége.

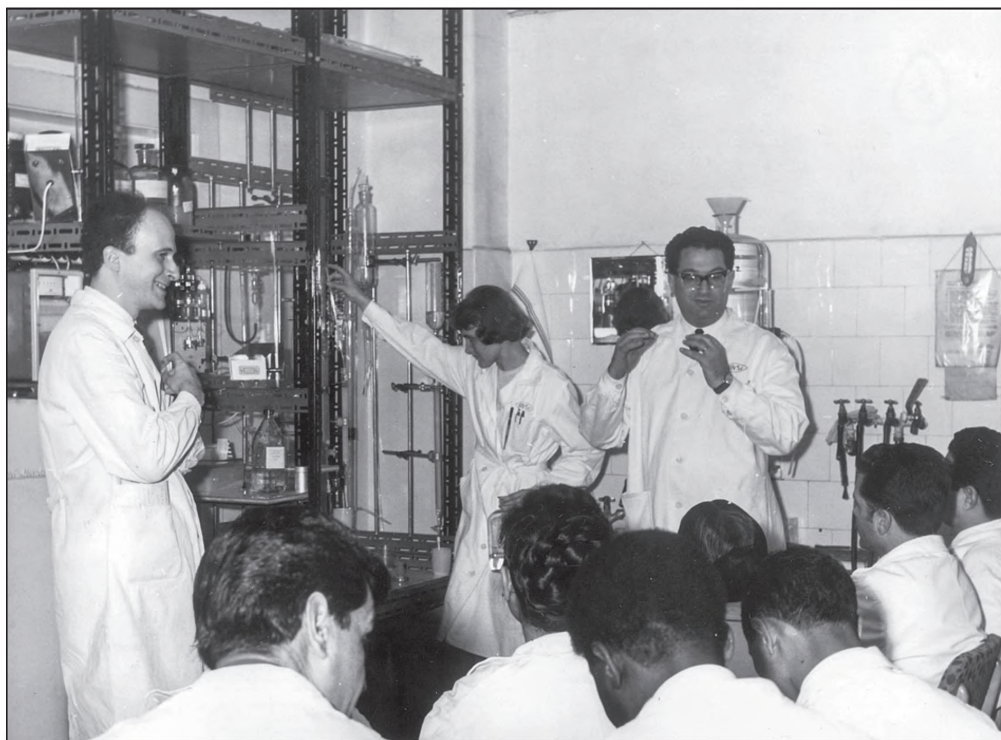
Miközben a plazmocitóma eredetű IgG-minták proteázszenszitivitását vizsgáltuk, a tengeren túl az ilyen homogén immunglobulinok antigén tulajdonságait elemezték mélyrehatóan. Ilyen alapon az IgG- (7S gamma-globulin) osztályba sorolható fehérjéken belül alosztályokat tudtak megkülönböztetni (Grey–Kunkel 1964). Az emberi IgG alosztályait később előfordulási gyakoriságuk sorrendjében számokkal jelölték (IgG1–IgG4). Természetesen felmerült, hogy a papainszenzitív, illetve -rezisztens karakter összefüggésben lehet az alosztály-tulajdonságokkal. Állatok immunizálásával alosztály-specifikus ellenanyag készítése nehéz, ilyen reagens nehezen volt hozzáférhető. IgG-mintáink egy részének alosztály-specifitását nemzetközi együttműködésben tudtuk meghatározni. Ennek során kiderült, hogy az IgG1- és IgG3-alosztályok túlnyomóan papainszenzitív, míg az IgG2- és IgG4-alosztályokba tartozó fehérjék rezisztens karakterűek (Gergely–Fudenberg–van Loghem 1970; Gergely et al. 1969). Amikor a hasítást papain helyett tripszinnel végeztük, szintén eltéréseket észleltünk a proteolitikus hasítással szembeni érzékenységben alosztályok szerint, ami lehetővé tette a homogén IgG-alosztály gyors meghatározását specifikus reagens nélkül, akár teljes szérumból is (Gergely et al. 1972).

Az izolált polipeptidláncok rekombinációja terén tovább folytatott vizsgálataink során megállapítottuk, hogy egy adott IgG-nehézlánc preferenciálisan rekombinálódik ugyanolyan alosztályból származó könnyűláncsal, továbbá az eredeti könnyűláncsal azonos variábilis-szekvencia alcsoportba tartozóval (Gergely et al. 1973; Rajnavölgyi et al. 1975). Visszaemlékezhetünk ezekre a régi vizsgálatainkra, amikor mai beszámolókat olvasunk arról, hogy génszerkesztéssel előállított kettős specificitású ellenanyagok tervezésénél hogyan alakítják ki a megfelelő nehézlánc-könnyűlánc párokat (Barlow et al. 2025).

Az 1960-as és 1970-es évek fordulóján kezdődött Gergely János kapcsolata az ELTE Természettudományi Kar Mikrobiológiai Intézetével, ami azzal járt, hogy tehetséges és lelkes hallgatók csatlakoztak a felfedezőúthoz diákkörösként vagy később szakdolgozatosként. Ezzel nagyjából egyidejűleg expedíciónk új terület felé indult, az immunglobulinok funkcionális tulajdonságainak tartománya felé. Az immunglobulinok elsődleges funkcionális sajátága az antigén megkötésére való képesség (az Fab-rész tulajdonsága), ennek folyamánya a kapcsolódás (az Fc-részen keresztül) olyan rendszerekhez, amelyek meghatározzák a megkötött antigén további sorsát. Ilyen az egymást aktiváló plazmafehérjékből felépülő komplementrendszer. Meg is kezdtük az immunglobulinok és a komplementrendszer kölcsönhatásainak tanulmányozását (Pákh et al. 1970), amit nagymértékben elősegített Füst György csatlakozása 1974-ben. Ő már előző munkahelyén elmélyedt a komplementrendszer működésének kutatásában. További munkáink során összefüggést találtunk a fehérje antigének esetében az ellenanyagkötés aviditása és a komplementaktiváció mértéke között (Rajnavölgyi

et al. 1975). Tanulmányoztuk a C1 (a komplementrendszer első tényezője) és az antigén-antitest komplexek közötti kölcsönhatásokat (Füst et al. 1978). Figyelemre méltó munkánk volt az antigén-antitest komplex mérete és a C1-aktiválás közötti összefüggés feltárása, amit III. típusú pneumokokkusz poliszaharid elleni nyúl ellenanyaggal és különböző méretű oligoszacharidokkal végeztünk Jean Claude Jatonnal együttműködésben. A közelmúltban is publikáltak vizsgálatokat arról, hogy az antigénnel való kapcsolódás során létrejövő ellenanyag-oligomerizáció hogyan befolyásolja a komplementtel való kölcsönhatást (Frischauf et al. 2024). Az immunglobulinok és az immunrendszer különböző sejtfelszíni receptoraival való kölcsönhatásának tanulmányozása az 1973-tól önálló Immunológiai Tanszék (akkor) fiatal munkatársai tevékenységéhez fűződik, erről ők hivatottak beszámolni.

Gergely János már ebben a korai időszakban is nagy figyelmet fordított a szakmai kapcsolatok ápolására. Klinikusokkal kialakított együttműködésünk sok érdekes vizsgálati mintához juttatott bennünket. Az OHVI oktatómunkájába bekapcsolódva részt vettünk a World Health Organization (WHO) által szervezett nemzetközi tanfolyamokon is (2. ábra).



2. ábra. Laboratóriumi demonstráció a WHO által szervezett nemzetközi tanfolyamon. A tanfolyam hallgatói előtt állnak, balról jobbra: Medgyesi György, Messel Klára asszisztens és Gergely János

Forrás: fotó Molnár László, a szerző gyűjteményéből



3. ábra. Diskusszió Michael Sela előadása után. Balról jobbra: Medgyesi György, Gergely János, Hollán Zsuzsa, az OHVI igazgatója és Michael Sela
 Forrás: fotó Molnár László, a szerző gyűjteményéből



4. ábra. Backhausz Richárd, a Humán Oltóanyagtermelő és Kutató Intézet igazgatóhelyettese hozzászól az előadáshoz, az előtérben Gergely János
 Forrás: fotó Molnár László, a szerző gyűjteményéből

Emlékezetes volt Michael Sela, a Weizmann Intézet kutatója és Howard Goodman, a WHO genfi központjának munkatársa 1966-os látogatása az Intézetben. Ők az immunológiai kutatások helyzetét mérték fel a közép- és kelet-európai régióban. Nagy érdeklődéssel fogadott előadásokat tartottak, amelyeket hosszú diszkusszió követett (3–4. ábra).

Sokat tett a tudományág megfelelő fórumainak megteremtéséért. Fáradozása nyomán 1971-ben megalakult az önálló Magyar Immunológiai Társaság, 1974-ben az európai biokémiai (Federation of European Biochemical Societies, FEBS) kongresszuson immunológiai szimpóziumot szervezhettünk Budapesten, majd 1978-ban európai immunológiai (European Federation of Immunological Societies, EFIS) kongresszust.



5. ábra. Kötetlen beszélgetős együttlét a laborban. Balról jobbra: Medgyesi György, Puskás Éva, Messel Klára és Gergely János

Forrás: fotó Molnár László, a szerző gyűjteményéből

Az intenzív szakmai munkával járó feszültséget időnként kötetlen társasági találkozón igyekeztünk feloldani (5. ábra). Ebben is megnyilvánultak Gergely tanár úr személyiségének azon vonásai, amelyek megalapozták a munkacsoport barátságos légkörét. Munkatársaival való kapcsolata nem merült ki az eredményes munkára való buzdításban, az emberekhez valódi érdeklődéssel fordult, és nem volt híján a segítőkészségnek sem. Nem csoda, hogy egykori munkatársai ma is egy baráti közösség tagjaiként tekintenek egymásra.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetet mond Kapocsi Gergőnek és Ertl Borbálának az 1. ábra elkészítésében nyújtott segítségükért. A fényképeket Molnár László, az OHVI egykori munkatársa készítette. Köszönetét szeretné kifejezni Erdei Annának a kézirat átnézéséért és tanácsaiért.

Irodalomjegyzék

- Barlow, Kyle A. et al. (2025). „Design of Orthogonal Constant Domain Interfaces to Aid Proper Heavy/Light Chain Pairing of Bispecific Antibodies”. *Monoclonal Antibodies* 1, 2479531. <https://doi.org/10.1080/19420862.2025.2479531>.
- Edelman, Gerald M. et al. (1960). „Immunological Studies of Human γ -Globulin: Relation of the Precipitin Lines of Whole γ -Globulin to Those of the Fragments Produced by Papain”. *The Journal of Experimental Medicine* 112, 203–223. <https://doi.org/10.1084/jem.112.1.203>.
- Edelman, Gerald M. – Poulik, Miroslav D. (1961). „Studies on Structural Units of the γ -Globulins”. *The Journal of Experimental Medicine* 113/5, 861–884. <https://doi.org/10.1084/jem.113.5.861>.
- Fleischmann, Julian B. – Porter, Rodney R. – Press, Elisabeth M. (1963). „The Arrangement of the Peptide Chains in γ -Globulin”. *The Biochemical Journal* 88/2, 220–228. <https://doi.org/10.1042/bj0880220>.
- Frischauf, Nicolaus et al. (2024). „Complement Activation by IgG Subclasses Is Governed by Their Ability to Oligomerize Upon Antigen Binding”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 121/44, e240619212.1. <https://doi.org/10.1073/pnas.2406192121>.
- Füst, György et al. (1978). „Possible Mechanisms of the First Step of the Classical Complement Activation Pathway: Binding and Activation of C1”. *Immunology* 35/6, 873–884. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1457433/>
- Gergely, János et al. (1967). „Structural Studies of Immunoglobulins–I. The Role of Cysteine in Papain Hydrolysis”. *Immunochemistry* 4/2, 101–111. [https://doi.org/10.1016/0019-2791\(67\)90161-9](https://doi.org/10.1016/0019-2791(67)90161-9).
- Gergely János et al. (1969). „Az IgG Papain szuszceptibilitását befolyásoló különböző strukturális tényezők vizsgálata”. *Orvostudomány* 20, 287–299.
- Gergely, János et al. (1972). „IgG Myeloma Subclass Typing by Tryptic Digestion of Whole Sera”. *Immunochemistry* 9/5, 589–592. [https://doi.org/10.1016/0019-2791\(72\)90070-5](https://doi.org/10.1016/0019-2791(72)90070-5).
- Gergely, János et al. (1973). „Preferential Recombination of H and L Chains of IgG Myeloma Proteins of Identical Subclasses”. *Nature New Biology* 241, 92–93. <https://doi.org/10.1038/newbio241092a0>.
- Gergely, János – Fudenberg, Hugh H. – van Loghem, Erna (1970). „The Papain Susceptibility of IgG Myeloma Proteins of Different Heavy Chain Subclasses”. *Immunochemistry* 7/1, 1–6. [https://doi.org/10.1016/0019-2791\(70\)90025-X](https://doi.org/10.1016/0019-2791(70)90025-X).
- Gergely, János – Medgyesi, György A. – Stanworth, Denis R. (1967). „Structural Studies of Immunoglobulins II. The Varying Susceptibility to Papain Digestion of a Group of Human Myeloma γ G-Globulins”. *Immunochemistry* 4/6, 369–374. [https://doi.org/10.1016/0019-2791\(67\)90095-X](https://doi.org/10.1016/0019-2791(67)90095-X).
- Grey, Howard M. – Kunkel, Henry G. (1964). „H Chain Subgroups of Myeloma Proteins and Normal 7S γ -Globulin”. *The Journal of Experimental Medicine* 120/2, 253–266. <https://doi.org/10.1084/jem.120.2.253>.
- Horváth, Endre – Simon, A. Jolán (1963). „Untersuchungen über die Verteilung der Haptoglobin-typen bei unseren Blut-Spendern”. *Folia Haematologica* (Leipzig) 80, 208–212.
- Medgyesi György – Miklós Zsuzsanna (1964). „Vizsgálatok normál és kóros gammaglobulinok mikroheterogenitása kérdéséhez”. *Haematologia Hungarica* 4, 273–276.
- Medgyesi, György A. – Gergely, János (1969). „Structural Studies of Immunoglobulins III. Susceptibility of Human γ G Globulins to Peptic Hydrolysis and Papain Sensitivity of the F(ab')₂ Fragments”. *Immunochemistry* 6/3, 473–479. [https://doi.org/10.1016/0019-2791\(69\)90304-8](https://doi.org/10.1016/0019-2791(69)90304-8).

- Pákh Mária et al. (1970). „Papain-sensitiv és papain-resistens gamma G-globulin complement inaktiválása”. *Kísérletes Orvostudomány* 22, 152–157.
- Porter, Rodney R. (1959). „The Hydrolysis of Rabbit γ -globulin and Antibodies with Crystalline Papain”. *Biochemistry Journal* 73/1, 119–126. <https://doi.org/10.1042/bj0730119>.
- Rajnavölgyi, Éva et al. (1975). „Factors Affecting Chain-Interactions in Immungolobulins and Their Significance in Cold-Agglutinin Activity”. *Immunochemistry* 12/8, 663–666. [https://doi.org/10.1016/0019-2791\(75\)90212-8](https://doi.org/10.1016/0019-2791(75)90212-8).
- Stanley, Henry Morton (1944). *Hogyan találtam meg Livingstonet*. Ford. Juhász Vilmos. Budapest: Officina.

Emlékezés Gergely Jánosra

Remembering János Gergely

Hudecz Ferenc

az MTA rendes tagja, professor emeritus, Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, Budapest
ferenc.hudecz@ttk.elte.hu

Absztrakt

Ebben az írásban felidézem és kiegészítem a 2008. március 19-én a Magyar Tudományos Akadémia és az Eötvös Loránd Tudományegyetem által Gergely János tiszteletére rendezett emlékülésen elhangzott előadás szövegét.

Abstract

In this article, I recall and supplement the text of the lecture given at the memorial meeting held in honour of János Gergely on 19 March 2008 by the Hungarian Academy of Sciences and Eötvös Loránd University.

Kulcsszavak: immunkémia: szerkezet-hatás kapcsolat, peptid epitópok, Immunológia Tanszék, Bolyai János Kutatási Ösztöndíj

Keywords: immunochemistry: structure–function relationship, epitope peptides, Department of Immunology, Bolyai János Research Fellowship

Gergely János akademikust, egyetemi tanárt mindannyian ismertük (Hudecz 2014). Ezen a születésének 100. évfordulója megünneplésére szervezett ülésen képet alkothattunk arról, hogy Gergely professzor kutatóként, egyetemi oktatóként, a tudományos munka és az oktatás szervezőjeként, az első hazai Immunológiai Tanszék létrehozójaként milyen szerteágazó tevékenységet fejtett ki, eredményes és sikeres volt. 2008-ban az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) rektoraként, egykori ötödéves vegyész-hallgatóként, aki 1976-ban vizsgázott immunológiából, közös kutatások résztvevőjeként kértem szót, és szeretném megosztani Önökkel, mit jelentett és mit jelent – ma is – Gergely professzor az egyetem számára, számomra.

Gergely János a háború és az akkori politikai viszonyok miatt csak 1945-ben kezdhetette meg egyetemi tanulmányait a Debreceni Orvostudományi Egyetemen. Harmadévesen került a Pázmány Péter Egyetemről éppen akkor kivált Budapesti Orvostudományi Egyetemre, ahol a III. Számú Belgyógyászati Klinikán csatlakozott Gömöri Pál professzorhoz, akinek segítségével eljutott Tübingenbe. Egy interjúbán Gergely János így fogalmazott: „Ezek a – ma immunglobulinoknak nevezett – fehérjék

annyira izgalmassá váltak számomra, hogy vizsgálatuk hosszú évekre lekötött, és egy életre az immunológiához láncolt” (Kapitány 2000).

A fiatal orvos 1963-ban Hollán Zsuzsa professzor kezdeményezésére – nemzetközi, elsősorban angliai és németországi tapasztalatok alapján – megszervezte az Országos Haematológiai és Vértranszfúziós Intézetben az Immunkémiai Osztályt. 1973-ban felkérést kapott Ádám György professzortól, az ELTE akkori rektorától: hozza létre az ország első, önálló immunológiai tanszékét az egyetemen, Magyarországon. És a tanszék, amelynek több mint 20 évig (1973–1993) vezetője volt, létrejött, mérték és mérce lett itthon és külföldön. Gergely János professzor munkája nyomán – Magyarországon először – az immunológia önálló tárgy lett az egyetemi oktatásban, az ELTE-n. 1979-ben a Tanár úr tollából megjelent az első korszerű magyar nyelvű immunbiológiai tankönyv. A tanszék munkatársai külföldön, a legjobb laboratóriumokban szereztek tapasztalatokat, a nemzetközi együttműködések alapuló kutatás a tanszéken természetes lett. „Az első perctől kezdve arra törekedtem, hogy a nemzetközi porondon ott lehessünk” – írja egy helyen (Kapitány 2000). E törekvések eredményeként, a szakmai kiválóság elismeréseként 1978-ban Budapesten került megrendezésre az Európai Immunológiai Kongresszus. Ugyanebben az évben Gergely Jánost megválasztották az Immunológiai Társaságok Európai Szövetségének alelnökévé, majd 1980–1983 között a szövetség elnöke lett. Gödön, ahol a tanszék több mint 25 évig működött – a Magyar Immunológiai Társaság (MIT), a Federation of European Biochemical Societies (FEBS) és a European Federation of Immunological Societies (EFIS) támogatásával – nemzetközi immunológiai tanfolyamokat rendeztek, és 1992-ben, Gergely János elnökle mellett, több Nobel-díjas meghívottal – több mint 5000 résztvevővel – megvalósult Magyarországon az Immunológiai Világkongresszus.

A Tanszék (1973–2008) és az 1988-ban létrehozott MTA–ELTE Immunológiai Tanszéki Kutatócsoport eredményeit, működését hitelesen mutatja be a 35. évforduló alkalmából 2008-ban kiadott kötet (*35 Years of the Department of Immunology at Eötvös Loránd University 2008*): a tanszéken közel 40 egyetemi doktori dolgozat, több mint 30 diplomamunka és legalább 300 színvonalas, nemzetközi folyóiratban közzétett cikk született. Iskola, nemzetközileg jegyzett műhely jött létre. Egy vele készült beszélgetésben Gergely János így fogalmazott a 2001-ig Gödön működő tanszéken eltöltött éveiről: „Mindig azt mondtuk, lehet, hogy nem a mienk a legjobb immunológiai tanszék Európában, de az egyetlen, amelynek saját tava és saját temetője van, hiszen itt nyugszik a családi sírboltban a Huzella család számos tagja, és a híres professzor kedves tava is itt van” (Kapitány 2000).

A kémiai szerkezet és az immunológiai hatás közötti összefüggések vizsgálatáról az együttműködés az ELTE–MTA Peptidkémiai Kutatócsoporttal korán, már az 1980-as évek elején elkezdődött. Gergely professzor és Rajnavölgyi Éva, illetve Sármay Gabriella immunkémiai, a funkciót a szerkezet alapján megismerni kívánó érdeklődése – két területen is – szerencsésen találkozott a csoportunkban folyó peptidkémiai kutatásokkal. A közös munka az izgalmas eredmények mellett – Gergely professzor szavaival élve – „kellemes intellektuális élményt jelentett”. 1988 és 2004 között az

együttműködés eredményei tíz cikkben kerültek közlésre rangos nemzetközi folyóiratokban, több könyvrészletben jelentek meg és kerültek bemutatásra kiemelkedő nemzetközi konferenciákon.

Több évtizedes iskolateremtő munkássága során tanítványai vezető immunológusok, itthon és külföldön elismert neves egyetemek meghatározó professzorai lettek. Nagy körültekintéssel gondoskodott szakmai utódokról a tanszéken, az ELTE–MTA Kutatócsoportban. „Azt kérdezte – válaszolta egy interjúban –, hogyan sikerült elérni mindezt? Tudja, mindig is híve voltam a kemény munkának, a szerteágazó nemzetközi kapcsolatoknak, melyek nélkül nem lehet korszerűen tudományt művelni. Nagy szerencsémre kiváló munkatársaim ebben nagyszerű partnereknek bizonyultak, és nagy megnyugvás számomra, hogy a tanszék vezetését olyan kiemelkedő kutató és tanár vette át tőlem, mint Erdei Anna” (Kapitány 2000) – aki a tanszék és a Kutatócsoport vezetését 1993 és 2020 között eredményesen valósította meg.

1993-ban megújult a doktori képzés, 1998-ban megjelent az új, Erdei Annával közösen írt immunológia tankönyv, amelyről Koch Sándor így írt a *Természet Világában*: „Úgy érzem, a »Gödi Iskola« tagjai nemcsak tudják, hanem érzik is az immunbiológiát... Köszönöm az élményt a gödieknek, és ajánlom a könyvet mindenkinek, aki szereti a jót és okosat, ami persze ilyenformán szép is” (Koch 1998). Gergely tanár úr – immár az ELTE professor emeritusaként – 1993 után is fáradhatatlanul dolgozott, pályázatokat nyert, intenzíven vett részt az egyetem és a tanszék oktató- és kutatómunkájában.

Tudományos kutatói és oktatói munkájának elismeréséül számos díjban és kitüntetésben részesült: 1990-ben megválasztották a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagjává, 1975-ben Akadémiai Díjat, 1992-ben Széchenyi-díjat kapott. Az ELTE Aranyéremmel kétszer (1993, 1996) tüntette ki. 2001-ben kapott Pázmány Péter Felsőoktatási Díjat, valamint 2005-ben Szilárd Leó professzori ösztöndíjas és a Semmelweis Ignác-emlékérem kitüntetettje. A Pro Renovanda Cultura Hungariae alapítványi fődíjat és a Magyar Köztársasági Érdemrend középkeresztjét 2006-ban kapta meg. 2007-ben a Debreceni Egyetem avatta díszdoktorává.

Május 12-én a 2006. évi Pázmány-ünnepség alkalmából rendezett ünnepi közgyűlésen az ELTE Szenátusa Gergely Jánosnak, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Széchenyi-díjas professor emeritusának, az MTA rendes tagjának az immunológiai kutatás és oktatás magyarországi megteremtésében játszott úttörő szerepéért tiszteletbeli doktor és professor címet adományozott. „Gergely János nagy tudású, iskolateremtő mester, akinek tanítványai itthon és szerte a világban vezető pozíciót töltenek be, és nemzetközileg is elismert, magas színvonalon művelik és oktatják az immunológiát” (Gercsák 2006). Gergely János válaszát idézem:

„Abban az életkorban vagyok, amikor az embernek alkalma volt már a szakmai elismerések egész sorát megkapni, de úgy érzem, és ennek kívánok most hangot adni, hogy ez a megtisztelő cím kiemelkedik eddig kapott szakmai elismeréseim sorából. Nemcsak azért, mert az ország legjelentősebb és

legjelentékenyebb hagyományokkal rendelkező felsőoktatási intézménye részesített ebben a megtiszteltetésben, hanem azért is, mert ez az intézmény teremtett otthon Magyarországon először az általam művelt szakterületnek, az immunológiának, és járult hozzá nagymértékben ahhoz, hogy a biológiának ez a kiemelkedően fontos ága megfelelő hazai és nemzetközi elismerést kapjon.” (Hudecz 2014)

Befejezésül szeretnék megemlékezni arról a tevékenységről, amely megalapozta az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj Kuratóriumának munkáját, lehetővé tette egy működőképes és hatékony rendszer létrehozását, amely kisebb módosításokkal 25 éve folyamatosan segíti a minőségi kutatási teljesítmény, a kiválóság elismerését. A kormány – az MTA kezdeményezésére 1997-ben – „a kiemelkedő kutatási-fejlesztési teljesítmény ösztönzésére és elismerésére” létrehozta a Bolyai János Kutatói Ösztöndíjat. Az Akadémia elnöke, Glatz Ferenc felkérésére Gergely János professzor lett a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj Kuratóriumának elnöke. E feladatot 2008-ig látta el. A kuratórium Gergely János vezetése alatt közel 2000 ösztöndíjat adományozott. A kuratóriumban a józan ész által vezérelt konszenzus elérésére való törekvés szándékával dolgozott együtt irodalmár, közgazdász, vegyész, orvos, mérnök és matematikus, akadémiai intézetben, kutatócsoportban és egyetemeken működő kolléga. A közös munka során szerzett saját tapasztalatok, a stílus és a tapintat, a gondolkodás tágassága és a partner véleményének tiszteletben tartása, a ráció győzelme, látjuk – ma különösen –, nagy érték.

Élete utolsó előtti évében a Bolyai Kuratórium tiszteletbeli, örökös elnöke címet kapta. Az erről szóló oklevelet Pálffy Péter Pál, akkori kuratóriumi tag adta át neki, aki – Gergely János nagy öröme – követte az elnöki pozícióban (Kiss Mihályné Németh 2022, 14). Számomra nagy örömet jelent, hogy Gergely akadémikus felkérésére tagja lehettem az első (alapító) Kuratóriumnak (Gáspár Zsolt, Hudecz Ferenc, Kovács Ferenc, Papp László, Pléh Csaba, Poszler György, Telegdy Gyula, Tompa Kálmán), és 1998-tól 2006-ig segíthettem.

Az utolsó alkalom, amikor találkoztunk, egy születésnap ünnepség volt, tanítványai, munkatársai ekkor köszöntötték Ádám György professzort 85. születésnapja alkalmából a rektori tanácssteremben. Gergely tanár úr ott volt, ott állt szerényen a háttérben, örült a viszontlátásnak, és gratulált az ünnepeltnek.

Gergely János mélyen humanista, tartásos, szuverén gondolkodású, szemérmes, tapintatos és együttműködésre kész ember volt. A bibói értelemben értelmiségiként értéket hozott létre, értéket és mintát adott a tudomány, a tudományos gondolkodás kiemelt szerepéről – a közösség számára, számunkra.

Egy 2000 decemberében készült interjúban az MTA tagjaként, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat alelnökeként máig érvényes útmutatást is megfogalmazott: „Vallom és hirdetem, hogy minden tudósunk nagy aktivitással kellene részt vennie a tudományos ismeretterjesztésben. Nekünk, tudósoknak kell meggyőznünk az embereket az ismeretterjesztés, a politikusokat pedig a tudomány fontosságáról. Nekünk kell közkinccsá tenni a tudományt” (Kapitány 2000).



1. ábra. Györfi Sándor, Gergely János-emléktábla, Karcag

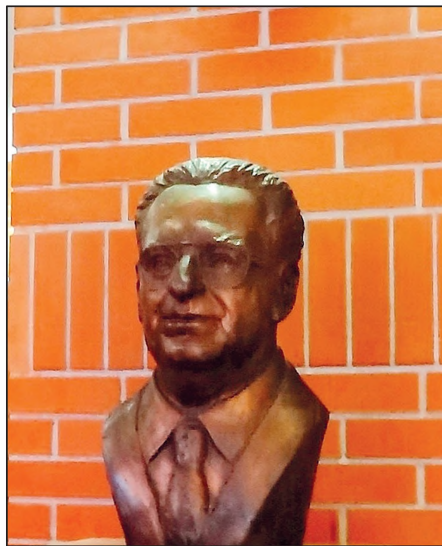
Forrás: Köztérkép 444962. CC BY-SA 4.0 licenc.

<https://www.kozterkep.hu/43154/gergely-janos-emlektabla#vetito=444962>

Emlékét megőrizzük. Emlékét őrzi szülővárosa, Karcag, a város, amely még életében, 2004-ben díszpolgárává választotta. A tudós emlékére az Önkormányzat, a Karcagi Nagykun Városvédő Egyesület a családdal összefogva emléktáblát avatott fel 2010. március 31-én, Györfi Sándor Kossuth-díjas szobrászművész alkotását – az időközben lebontott szülőház miatt a Karcagi Nagykun Református Gimnázium aulájában a Nagykun Kulturális Napok rendezvényeinek keretében – kutatásaiért (1. ábra). Ebben a gimnáziumban érettségizett mások mellett Györffy István néprajzkutató, az MTA tagja, Németh Gyula akadémikus, turkológus, és ugyanebből a városból származik Herskó Ferenc is, aki Avram Hershko néven 2004-ben Nobel-díjat kapott kutatásaiért. Emlékét őrzi az ELTE Természettudományi Kar, ahol 2010. december 13-án mellszobrot avattak (2. ábra), Szabó Gábor Prima különdíjas szobrász alkotását (ELTE Lágymányosi Campus, Déli Tömb első emelet) (Michaletzky György dékán beszéde, „Gergely János szobra Lágymányoson” 2010). Emlékét őrzi a Magyar Immunológiai Társaság és az ELTE Természettudományi Kar Immunológia Tanszéke, amikor pályázatot hozott létre fiatal immunológusok számára a Gergely János Emlékérem és Ösztöndíj elnyerésére („Pályázat fiatal immunológusok...” 2025).

Tisztelt Tanár Úr! Kedves János!

Köztünk élsz, velünk vagy. A bölcs derű, a nyitottság, a szakma, az oktatás iránti elkötelezettség, ami szavaidból és sokszor csupán gesztusaidból árad, segít, eligazodási pontot jelent a nehéz pillanatokban a kutatónak, az egyetemi tanárnak és a rektornak is.



2. ábra. Szabó Gábor, Gergely János, Budapest
Forrás: Köztérkép 216028. CC BY-NC-ND 4.0 licenc

Egykori hallgatóként, a Bolyai János Kutatási Alapítvány korábbi kurátoraként, az ELTE korábbi rektoraként, az MTA rendes tagjaként szeretném megköszönni mindazt, amit a szakma, az egyetem, a magyar és az egyetemes tudományosság és a tudás, a teljesítmény és a minőség elismerése érdekében tettél munkatársaiddal, tanítványaiddal mindannyiunk javára.

Irodalomjegyzék

- 35 Years of the Department of Immunology at Eötvös Loránd University (2008). Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Gercsák Gábor szerk. (2006). *A félév krónikája 16–17*. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- „Gergely János szobra Lágymányoson” (2010). *ELTE* (2010. dec. 20.). <https://www.elte.hu/content/gergely-janos-szobra-lagymanyoson.t.8899>.
- Hudecz Ferenc (2014). „Gergely János emlékbeszéd”. In: Hudecz Ferenc. *Minőség és teljesítmény – Válogatott beszédek és írások (2006–2010)*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó, 69–71.
- Kapitány Katalin (2000). „Kölcsönhatások nélkül nincs tudomány. Beszélgetés Gergely János akadémikussal”. *Természet Világa* 13/12, 540–544. <https://www.termvil.hu/archiv/tv2000/tv0012/tudomany.html>.
- Kiss Mihályné Németh Ágnes (2022). *Kiválóság a kutatásban. A Bolyai János Kutatási Ösztöndíj 25 éve*. H. n.: Magyar Tudományos Akadémia.
- Koch Sándor (1998). „Gödi Körkép. Gergely János–Erdei Anna: Immunbiológia”. *Természet Világa* 129/8, 381. <https://www.termvil.hu/archiv/tv98/tv9808/immun.html>.
- „Pályázat fiatal immunológusok számára Gergely János Emlékérem és Ösztöndíj elnyerésére” (2025). *Magyar Immunológiai Társaság* (2025. júl. 9.). <http://www.mit.hu/hirek.aspx?nid=138275>.

Szubjektív visszaemlékezés Gergely Jánosra

Subjective Recollection of János Gergely

Németh Péter

professor emeritus, Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar, Pécs
nemeth.peter@pte.hu

Absztrakt

Gergely János professzor nem volt a tanárom, de jelentős hatással volt kutatói és egyetemi oktatói tevékenységre. Számos találkozásunk során mindig segítőkész és tárgyilagos volt, emellett szellemesen barátságos. Ez a szubjektív visszaemlékezés több évtizedes kutatási és oktatási együttműködésünket öleli fel, és néhány emlékezetes pillanatot ragad ki. Gergely János nemzetközileg elismert kutató, kiváló előadó és a magyar immunológia sikeres szervezője volt. A Magyar Tudományos Akadémia elkötelezett tagja volt, ugyanakkor tudományos és közéleti sikerei ellenére is szerény maradt. Sokat tanultam tőle.

Abstract

Although Professor János Gergely was not my teacher, he had a significant influence on my research and teaching activities. During our numerous meetings, he was always helpful and factual, as well as wittily friendly. This recollection covers several decades of our collaborative research and educational activities, and highlights a few memorable moments. János Gergely was an internationally recognized researcher, an excellent lecturer, and a successful organizer of Hungarian immunology. A dedicated member of the Hungarian Academy of Sciences, he remained modest despite his scientific and public successes. I learnt a great deal from him.

Kulcsszavak: Gergely János, immunológia, tudományos kutatás, kutatásszervezés, egyetemi oktatás

Keywords: János Gergely, immunology, academic research, research organization, university education

Én nem voltam az egyetemi években tanítványa Gergely Jánosnak. Már csak azért sem, mert a Pécsi Orvostudományi Egyetemre jártam annak idején. Az is igaz, hogy hallgatóként (talán szigorló lehettem) mégis hallottam előadni. Hétfőnként tartják évtizedek óta az egyetemen az ún. Tudományos Szakosztály ülését. Rendszeresen meghívnak olyan hazai és esetenként külföldi vendégelőadókat, akik valami jelentős szakmai eredményt értek el. Ide hívták meg Gergely Jánost is, hogy tartson előadást az immunológia új eredményeiről, amelyek akkoriban kezdtek az érdeklődés középpontjába kerülni. Ez valamikor az 1970-es évek legelején történt. Én addig nem nagyon érdeklődtem az immunológia iránt, mert számomra zavaros fogalmakat hallottam a különböző tantárgyak előadásai során (és különben is a polarizációs mikroszkópia bűvkörében éltem tudományos diákkörösként). Gergely János előadása viszont éppen az addig hallottaknak az ellenkezője volt. Világos fogalmakkal mondott el érdekes

dolgokat. Nem sokra emlékszem már, de az biztos, hogy az immunglobulin alosztályokról is szó volt. Tetszett az előadása, különösen a lelkesen és logikusan magyarázó előadó ragadta meg a figyelmemet. Sok évvel később felidéztam neki, hogy hallottam előadni még a hetvenes évek legelején, és tetszett is, amit mondott, de akkor még nem győződtem meg arról, hogy valaha immunológusnak kellene állnom, viszont arról már igen, hogy az immunológia egy izgalmas tudományterület. Nem emlékezett a pécsi vendégelőadására, de jót neveltünk azon, hogy én még mindig emlékeztem rá, hogy az IgM-ről milyen lelkesen beszélt. Ugyanez a logikus és világos megfogalmazás tette számomra nagyon hasznossá a hetvenes évek végén megjelent tankönyvét *Immunbiológia* címen, ami akkor hiánypótló volt.

Jóval később, talán 1980–1981-ben kerültünk személyes kapcsolatba, amikor hosszabb időre éppen a Szegedi Biológiai Kutatóközpontban dolgoztam ösztöndíjasként. Egy MIT- (Magyar Immunológiai Társaság) kongresszuson előadtam az immunglobulinok intracelluláris transzportjának rejtelméről, amit az akkor újdonságnak számító hibridóma (szegregáns) klónokon vizsgáltam. Kérdezett is az előadás után, és a szünetben odajött, és beszélgetni kezdtünk. Nagyon megtisztelve éreztem magamat, de az elfogódottság hamar elmúlt, mert olyan természetes közvetlenséggel viszonyult mindenkihez, hogy sem a korkülönbség, sem a tudásbeli különbség nem gátolta a beszélgetést. Ettől kezdve rendszeres kapcsolatban álltunk. Amikor visszatérve Pécsre elkezdtem szervezni a saját csoportomat, és különböző monoklonális ellenanyagokat állítottunk elő, Jánosék is ugyanazokkal a technikai problémákkal küzdöttek, mint mi. Egy idő után közösen kerestük a pénzügyi megoldásokat, hogy a ma már megmosolyogtató infrastruktúránkat valahogy helyzetbe hozzuk. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság (OMFB) Fehérje és Biotechnológiai Irodájában találtuk meg mindketten azt az állami szervezetet, ahol szakmai hozzáértéssel álltak mellénk, és megpróbáltak pénzügyi segítséget adni. Kölcsönösen támogattuk egymás pályázati akcióit. Volt úgy, hogy este hívott fel, hogy tudomására jutott egy nagyon rövid határidejű pályázat, adjunk be gyorsan mi is, mert nem sokan tudnak róla, és van benne vissza nem térítendő rész, amit kifejezetten az egyetemi kutatóhelyekre írnak ki.

Természetesen Jánossal nemcsak a pályázati pénzek megszerzéséről beszéltünk, hanem főleg szakmai kérdésekről. Több esetben meg kellett állapítanom, hogy a nagyon széles körű, korábbi ismereteit mennyire pontosan tudta integrálni egy-egy újabb probléma megközelítésébe, és mindezt kedélyesen, mintegy anekdotázva tette.

A következő terület, ahol nagyon jól egyetértettünk, az egyetemi oktatás volt. Nemcsak kiváló előadó volt, hanem nagyon fontosnak is érezte az oktatást. Az 1990-es évek legelején alkalmam nyílt arra, hogy önálló intézetként és szigorlati tantárgyként sikerüljön bevezetni az immunológia alapjai tantárgyat magyar, angol és később német nyelven is. Sok jó tanácsot kaptam Gergely Jánostól, nemcsak a tematika immunbiológiai és orvosi szemléletű kialakításához, hanem a hallgatókkal fenntartott viszonyról is. Sokszor elmondta, hogy immunológiából nem adathalmazokat kell megtanítani, hanem egy szemléletet. Nagyon igaza volt, mert amikor kézbe veszem az öt-tíz évvel ezelőtti előadásaimat, nagyon látványos az a fejlődés, amely

az immunológiában az elmúlt fél évszázadban történt. Különösen a gyakorlati, orvosi alkalmazásokban. Hajdani tanítványaim sokszor mondják, hogy annak idején nem is gondolták, hogy mennyire hasznos információkat kaptak elsősorban arról, hogyan kell megközelíteni egy immunológiai problémát. Abban is igaza volt, hogy a hallgatót motiválni kell, és nem elriasztani.

A Magyar Immunológiai Társaságban több alkalommal is szerveztünk oktatási megbeszéléseket az immunológiát oktató intézetekkel közösen. Gergely János mindig aktív szerepet töltött be ezeken a megbeszéléseken. Már korán szorgalmazta, hogy önálló tantárgyként kerüljön mindenhol bevezetésre az alapozó immunológia a biológus- és az orvosképzésbe. Ennek hasznát a szakmai közösségek most látják a közel-múltban megjelent új vakcinák és biológiai terápiák jobb megértése kapcsán.

Nemcsak a szakmai, hanem a társasági programokban, vacsorákon is meghatározó volt jó kedélye, baráti és vidám stílusa.

Még egy dolog jut eszembe, ami rávilágít, hogy sosem érezte magát felette állónak másoknál, még a nagy tudás és tapasztalat birtokában sem. (Ha valaki valami szakmailag nem egészen helytállót mondott, akkor is a kritika helyett inkább egy lényegret érintő kérdéssel világított rá, hogy talán érdemes elgondolkodni azon, hogy vajon helyes-e az állítás.) Már idősebb volt, amikor Sopronban, egy MIT-kongresszuson egymás után adtunk elő, és az előadás megkezdése előtt egymás mellett ültünk. Láttam, hogy nem a szokásos hangulatban van, ugyanis a kongresszusokon mindig elől ült, és érdeklődve hallgatta végig az összes előadást. Attól tartva, hogy valami fizikai baja lehet, mert előtte beteg volt, megkérdeztem, hogy mi a gond. Azt felelte, hogy semmi baja, csak ideges, mert itt ül egy sereg fiatal, akik már sokkal többet tudnak nála a molekuláris biológia és a genetika részkérdéseiről, és nehogy valami számárságot mondjon. Ezek után tartott egy sziporkázóan magas színvonalú, modern szemléletű és szellemes stílusú előadást.

Én egy ilyen Gerely Jánost ismertem meg, aki szerény tudott maradni a tudományos és közéleti sikerek mellett is. Sokat tanultam tőle.

Gergely János „Tanár Úr” emléke

In Memory of Professor János Gergely

Bajtay Zsuzsa

egyetemi tanár, Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Biológiai Intézet Immunológiai Tanszék, Budapest;
MTA–ELTE Immunológiai Kutatócsoport, Budapest
bajtayzsuzsa@gmail.com

Absztrakt

Születésének 100. évében Gergely Jánosra emlékezve felidézem azokat az emlékeimet és számomra fontos, máig ható értékeket, amelyek pályámra visszatekintve meghatározónak bizonyultak. Felvillantom Gergely „Tanár Úrral” kapcsolatos benyomásaimat, az általa vezetett tanszék hangulatát, és összefoglalom két meghatározó kutatási témánk eredményeit.

Abstract

On the 100th anniversary of János Gergely's birth, I recall my memories of him and the values that are important to me and still influence me today, which, looking back on my career, have proven to be decisive. I will share my impressions of Professor Gergely, the atmosphere of the Department he led, and summarize the results of two of our key research topics.

Kulcsszavak: immunológia, immunrendszer, immunsejt, komplementrendszer, komplementreceptor

Keywords: immunology, immune system, immune cell, complement system, complement receptor

Gergely János – vagy ahogy a Tanszéken mindenki nevezte, „Tanár Úr” – immunológusi pályája az 1960-as években indult. Ekkortájt kezdték elismerni az immunológiát mint önálló tudományágat. Gergely János frissen végzett orvosként a *gamma-globulinok* iránt kezdett érdeklődni. Ekkor már ismert volt, hogy az *ellenanyagok* (immunglobulinok) ebben a csoportban keresendők. Az 1970-es évek elején Tanár Úr speciális kollégium formájában tartott immunológia-előadásokat az Eötvös Loránd Tudományegyetemen (ELTE), majd 1973-ban, Ádám György rektorsága alatt nyílt lehetősége Magyarország első Immunológiai Tanszékének megalapítására a Gödi Biológiai Állomás négy laboratóriumi helyiségében. Ebben az időben a kutatómunka központi kérdése az immunsejtek felszínén jelen lévő, ellenanyagok megkötésére alkalmas receptorstruktúrák vizsgálata volt.

1971-ben Gergely János szorgalmazta a Magyar Immunológiai Társaság (MIT) megalakulását, továbbá a hetvenes években bekerült az Immunológiai Társaságok Nemzetközi Uniójának vezetőségébe, majd később az Immunológiai Társaságok Európai Szövetségének első és mindmáig egyetlen kelet-európai elnökévé

választották. Aktivitása hozzájárult ahhoz, hogy 1992-ben Budapesten szervezték meg az Immunológiai Világkongresszust Nobel-díjas meghívottakkal és több mint 5000 résztvevővel (1. ábra).



1. ábra. Gergely János a budapesti Immunológiai Világkongresszuson 1992-ben
Forrás: Erdei Anna

Első emlékem Tanár Úrról az immunológia előadása volt, amelyen negyedéves biológushallgatóként vettem részt 1983-ban. A kurzus helyszíne az ELTE Embertani Tanszékének Puskin utcai előadóterme volt. Tanár Úr rendkívüli előadó volt, órái során egy egészen új, lebilincselően izgalmas világba vezette be a hallgatóságát. Az előadások annyira megragadtak, hogy megkérdeztem Tanár Úrtól, van-e lehetőség a Tanszéken szakdolgozni. Szerencsémre akadt szabad szakdolgozati téma, így kezdettem el Erdei Anna irányításával a kutatómunkát, amit azután négy évtizeden keresztül folytathattunk közösen. Kutatásaink központi kérdése a szervezetünkben jelen lévő enzimrendszer: a *komplementrendszer* tanulmányozása volt, vizsgáltuk az egyes komplementfehérjék hatását különböző immunsejtek működésére.

Már az első látogatásomkor megragadott a Tanszék egyedülálló hangulata. A „hely szelleme” sok összetevőből jött létre. A Tanszék épülete egy hatalmas ősfás parkban állt Gödön. Az alsógödi Biológiai Kutatóállomást és arborétumot 1930-ban dr. Huzella Tivadar orvos, biológus alapította, majd végrendelete szerint családja 1951-ben az ELTE-nek adományozta.

Nagyon jó légkörű, közvetlen, szinte családias közösség fogadott és fogadott be a Tanszéken. Évről évre egyre több, jól felkészült, a tudomány iránt elkötelezett fiatal került a Tanszékre. A munkatársak jókedve és segítőkészsége hatotta át a Tanszék mindennapi munkáját. A többségükben Budapestről érkező hallgatók számára az első próbatételt az jelentette, hogy vonatra kellett ülni ahhoz, hogy eljussanak a Tanszékre. Aki ezt vállalta, és akit megragadott a Tanszék kivételesen jó hangulata, az igyekezett jól kihasználni az ott töltött időt.

A Tanszéken kiemelkedően magas színvonalú tudományos kutatás zajlott. Tanár Úr és munkatársai biztosították a kutatások anyagi hátterét, ami az 1980-as évek elején nem volt egyszerű. Már hallgatóként bemutathattuk eredményeinket hazai és nemzetközi immunológiai konferenciákon. Bekapcsolódtunk a Tanszék oktatási tevékenységébe, gyakorlatok és tanfolyamok szervezésébe, tudományos diákköri munkák irányításába. Tanár Úr mindig fontosnak tartotta a rangos kutatási hátteret a színvonalas oktatómunkához. Az oktatás iránti elhivatottság hívta életre azokat az immunológiai elméleti és gyakorlati könyveket, amelyeket Tanár Úr kezdeményezett, majd elkészítésükhöz mi, a Tanszék munkatársai is kapcsolódtunk. Tanár Úr ugyanilyen hangsúlyt helyezett az ismeretterjesztésre, fontosnak tartotta, hogy az érdeklődő ember autentikus forrásból, magától a tudóstól szerezzen ismereteket. Támogatta és szorgalmazta a TIT-ben (Tudományos Ismeretterjesztő Társulat) és hasonló fórumokon történő ismeretterjesztést.

Tanár Úr nemzetközi kapcsolatainak köszönhetően szinte minden munkatárs rövidebb-hosszabb időt töltött külföldi intézetekben, ahol sok tapasztalatot szereztünk, komoly eredményeket értünk el, és gyümölcsöző kollaborációk jöttek létre. A külföldről hazahozott tapasztalat rengeteget segített a kutatás módszertanának fejlesztésében. A Tanszéken és a Kutatócsoportunkban is természetes volt a csapatmunka, amibe már hallgatóként belenőttünk. Ennek és a megértő vezetői hozzáállásnak köszönhetően nem jelentett gondot, hogy a kollégánők otthon maradjanak kisgyermekükkel, amikor erre szükség volt. Gyerekeink is belekóstoltak a tanszéki közösségi életbe, a Mikulás- és karácsonyi ünneplésekre sokan ma is örömmel emlékeznek vissza.

Tanár Úr a tanszéken dolgozó fiatalokat „Munkatársnak” tekintette, így én is a Tanszék közösségének teljes értékű tagjának éreztem magam az első pillanattól kezdve. Tanár Úr vezetési mentalitása példaértékű volt. A Tanszéken az erőfeszítés és a befektetett munka a megfelelő vezetői irányítás mellett kiemelkedő tudományos eredményeket inspirált (2. ábra).

Tudományos eredményeim elérésében nagyon sokat köszönhetek Tanár Úrnak. Munkatársait segítette a pályakezdésben, segítséget nyújtott abban, hogy nemzetközi kutatásokhoz csatlakozhassanak, ösztönözte a megfelelő pályázatok elérését, támogatta őket a tudományos diákkörtől (TDK) az MTA doktori értekezésig, figyelemmel kísérte a tudományos ranglétrán való előrehaladásukat. Erőfeszítéseinket értékelte, szünni nem akaró kíváncsisággal várta új eredményeinket, és fontosnak tartotta, hogy azokat mielőbb együtt értékeljük.



2. ábra. Gergely János és Erdei Anna 2007-ben Tarnaszentmárián
Forrás: Erdei Anna

Ha meg kellene fogalmaznom, mi a legfontosabb, amit Tanár Úrtól kaptam, az a szakmai tisztesség mellett az emberség és az odafigyelés volt. Bármikor be lehetett kopogtatni hozzá szakmai vagy életbeli problémákkal. Lebilincselő volt műveltsége, tudása, élettapasztalata. Humorral tálalt, bölcs tanácsai mindig megfontolandók voltak. Mindezekért nagyon hálás vagyok Tanár Úrnak, megtiszteltetés volt számomra a Tanszékén dolgozni. Örökségét – remélem – sikerrel adtam tovább hallgatóimnak.

Kutatásaink

A veleszületett immunrendszer elengedhetetlenül fontos szerepe

Az immunrendszerünk működése két pilléren nyugszik; a *veleszületett* (öröklött) és az *adaptív* (szerzett) immunitáson. A két rendszer összehangolt működése tartja fenn szervezetünkben az immunhomeosztázist, és képes teljes védelmet biztosítani a kórokozók ellen. A veleszületett védelmi rendszerünk a fertőzés kialakulásakor azonnal aktiválódik, és a kórokozó mikrobák túlnyomó részét elpusztítja, míg az erre épülő adaptív immunrendszer teszi teljessé ezt a folyamatot, és immunológiai memóriát is biztosít.

Az immunrendszerünket sejtés és molekuláris elemek alkotják. A veleszületett immunsejtek védelmi vonalában fontosak a falósejtek vagy *fagociták*, amelyek képesek bekebelezni és feldolgozni a szervezet számára veszélyes vagy felesleges anyagokat. Ezen sejtek közé tartoznak a *makrofágok* és a *dendritikus sejtek*. Rendelkeznek azzal a képességgel, hogy az *antigén-bemutató* során az adaptív immunrendszer *limfocitáit* aktiválják. A dendritikus sejteket az immunválasz karmestereinek is nevezik, mert képesek beindítani és megfelelő irányba terelni az adaptív immunválaszt, ezáltal összekötik a kétféle immunrendszert.

A veleszületett immunitás fontos fehérjerendszere a kaszkádszerűen aktiválódó *komplementrendszer*, mely kulcsfontosságú a legtöbb kórokozó elpusztításában. A komplementkaszkád fehérjéinek másik fontos szerepe, hogy sejtfelszíni komplementreceptorokhoz kapcsolódva befolyásolják az immunsejtek működését. A komplementrendszer központi eleme a *C3-molekula*, amely amellett, hogy elengedhetetlen a kaszkád működésében, a kórokozó felszínéhez is kötődik, mintegy megjelölve azt a különböző komplementreceptorokat – CR1, CR2, CR3, CR4 – hordozó sejtek számára.

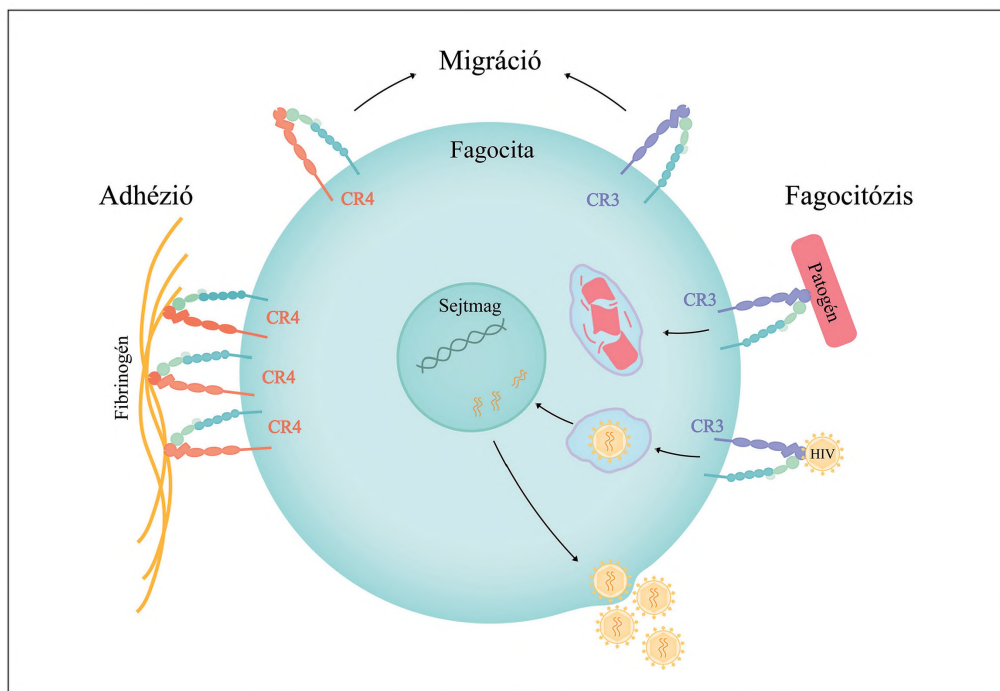
A veleszületett immunitást az 1990-es évekig, Charles Janeway korszakalkotó felfedezéséig az adaptív immunitástól élesen elkülönülő entitásnak gondolták, és csak másodlagos fontosságúnak tartották a limfociták által közvetített immunfunkciók hierarchiájában. Tanár Úr, szinte látnoki képességgel, már korábban, az 1980-as években felismerte a veleszületett immunelemek fontosságát az immunválasz kialakításában, és egy szimpóziumsorozatot (*Signals and Signal Processing in the Immune System*) indított el, melynek fő témája a két rendszer kapcsolódása volt. Így már kutatásaink kezdetén a veleszületett és adaptív immunrendszer működését összekötő sejtek és molekulák vizsgálatára irányult a figyelmünk.

Az integrintípusú CR3 és CR4 szerepe fagociták és limfociták működésében

A CR3 és CR4 komplementreceptorok az ún. β_2 -*integrinek* nagy családjába tartoznak, amelyek két fehérjeláncból álló komplexek, közülük az egyik lánc azonos a csoport minden tagja esetében. A receptoroknak szerepet tulajdonítottak a fagocitózisban, más sejtekhez történő *kitapadásban* (adhézió) és a sejtek mozgásában (migráció). A CR3 és CR4 funkcionális hibája növelheti az autoimmun betegségek kialakulásának esélyét, továbbá súlyos és visszatérő bakteriális fertőzéseket is okozhat (leukocita adhéziós deficiencia, LAD).

A CR3- és CR4-molekulák együtt vannak jelen a fagocitákon. Mivel a két receptor szerkezete, ligandumkötése és előfordulása rendkívül hasonló, korábban azt feltételezték, hogy funkciójuk is azonos. Emberi fagociták vizsgálata során kimutattuk, hogy míg a CR3 a kórokozók fagocitózisában és feldolgozásában elengedhetetlen, addig a CR4 más funkciót, a sejtek kitapadását szabályozza (3. ábra). A sejtek migrációjában – sejtípustól függően – mindkét receptornak szerepe lehet. Tehát a sok szempontból hasonló receptorok működésében egy korábban nem ismert *munkamegosztást*

fedeztünk fel (Erdei et al. 2019). Megállapítottuk, hogy a CR3 és a CR4 receptorokra jellemző a gyors aktiváció és a folyamatos reciklizáció, ami gyulladásos stimulus hatására fokozódik.



3. ábra. A CR3 és CR4 eltérő funkciói emberi fagocitákban.

A CR3 meghatározó szerepet tölt be patogének, például baktériumok bekebelezésében és feldolgozásában. A CR3 jelentősen növeli a HIV (humán immundeficiencia-vírus) felvételét. A felvételt követően új fertőzőképes vírusrészecskék keletkeznek, ami a fertőzés terjedését okozza a szervezetben. A gyulladásos helyszíneken jelen lévő fibrinogénhez történő kitapadásban (adherenciában) a CR4 játszik döntő szerepet. A fagociták mozgásához (migrációjához) a CR3 és CR4 egyaránt hozzájárul

Forrás: saját szerkesztés

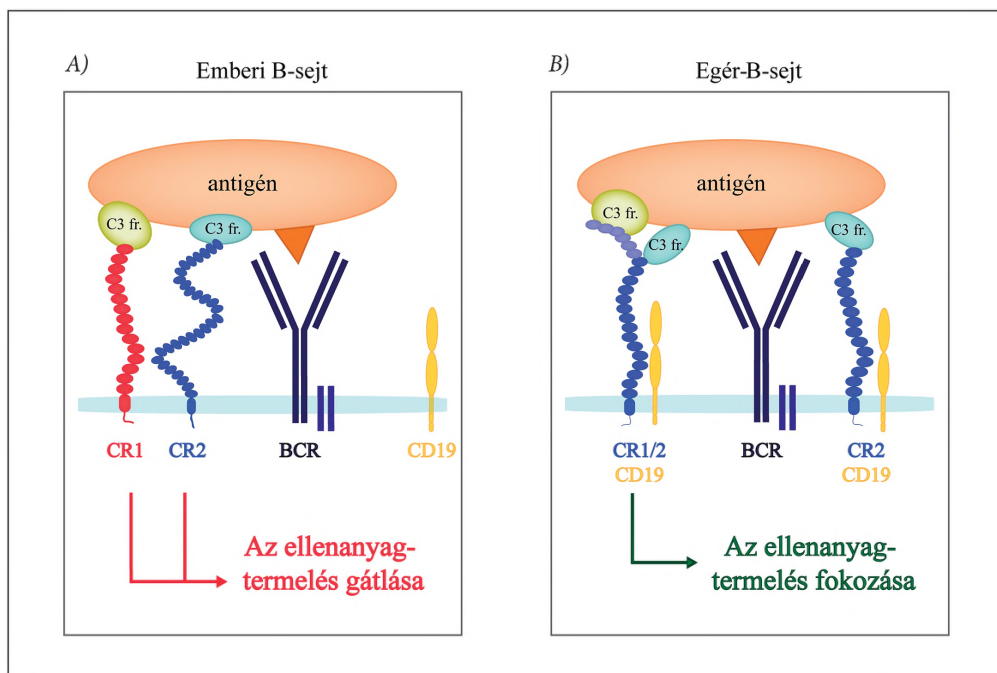
Emberi B-limfocitákat vizsgálva bizonyítottuk, hogy a CR4-et főként aktivált memória B-limfociták fejezik ki. Igazoltuk a CR3 és CR4 jelenlétét B-sejtes rosszindulatú daganatokban, például krónikus limfoid leukémiában (CLL) is. A CR4-nek fontos szerepe van a rákos sejtek stroma-mikrokörnyezet felé történő mozgásában, ahol szaporodnak, és rezisztenciát szereznek a kezelések széles skálájával szemben.

Számos kórokozó képes kötődni a CR3 receptorhoz, többek között az AIDS (szerzett immunhiányos tünetegyüttes) kórokozója; a HIV (humán immundeficiencia-vírus) (Lukácsi et al. 2020). Érdekel minket, hogy – a vírusok felismerésében és elpusztításában fontos – dendritikus sejtek HIV-felismerésében milyen szerepe van a sejtek CR3 receptorának. A vizsgálatokra kollaboráció formájában nyílt lehetőség

az Innsbrucki Egyetem HIV-kutatócsoportjában. Kimutattuk, hogy a vírus bejutását a sejtekbe a CR3 nagyban elősegíti, és ennek következtében a dendritikus sejtekből nagyságrenddel több, a fertőzés terjesztésére alkalmas HIV-virion szabadul ki (3. ábra). A CR3 és a CR4 funkcióinak minél pontosabb megértését célzó kísérleti eredményeink elősegíthetik új, dendritikussejt-alapú terápia kifejlesztését, ami a vakcinatervezésben és az autoimmun betegségek kezelésében is új lehetőségeket nyit.

Egy dogma megváltoztatása: a CR1 és a CR2 ellentétesen szabályozza az ellenanyag-termelését emberben és egérben

A veleszületett és az adaptív immunrendszer közötti fontos együttműködés látványos és szép példája a C3 komplementfehérje hatása B-limfociták ellenanyag-termelésére. A CR2 széles körben elfogadott volt mint a B-sejt antigénkötő receptorának pozitív koreceptora. Tankönyvi dogmaként jelent meg a komplementfehérje immunválaszt fokozó, adjuváns hatása, figyelmen kívül hagyva azt, hogy ez csupán egerek esetében bizonyosodott be, emberben ilyen hatást soha nem mutattak ki.



4. ábra. Emberben és egérben ellentétes hatásuk van a C3-fagmentumoknak a B-sejtek antigénindukált funkciójára. A) Ember esetében a C3-fagmentumokkal (C3 fr.) fedett antigén a CR1 és a CR2 komplementreceptorokhoz kötődve a B-sejtek működését erősen gátolja. B) Egér esetében a CR1/2 receptorok a CD19 koreceptorral együttműködve jelentősen fokozzák a B-sejtek aktivációját, és többszörösére növelik az antigénnel fajlagosan reagáló ellenanyag mennyiségét

Forrás: saját szerkesztés

Kísérleteinkkel bizonyítottuk, hogy emberben a CR2 a B-sejt-funkciók gátlását közvetíti, hasonlóan a CR1-hez, ami a két komplementreceptor egy komplexben való megjelenésével magyarázható (Erdei 2013). Ez az eredmény azért különösen fontos, mert felhívja a figyelmet arra, hogy az egérvizsgálatok eredményei csak kellő körülménnyel általánosíthatók az emberre (4. ábra).

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Erdei Anna segítségét a cikk összeállításában. Köszönet illeti Lukácsi Szilviát az ábrák gondos elkészítéséért.

Irodalomjegyzék

- Erdei, Anna (2013). „The Versatile Functions of Complement C3-Derived Ligands”. *Immunological Reviews* 274/1, 127–140. <https://doi.org/10.1111/imr.12498>.
- Erdei, Anna et al. (2019). „Non-Identical Twins: Different Faces of CR3 and CR4 in Myeloid and Lymphoid Cells of Mice and Man”. *Seminars in Cell & Developmental Biology* 85, 110–121. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2017.11.025>.
- Lukácsi, Szilvia et al. (2020). „Utilization of Complement Receptors in Immune Cell-Microbe Interaction”. *FEBS Letters* 594, 2695–2713. <https://doi.org/10.1002/1873-3468.13743>.

A „Debrecen–Göd-tengely”: kapcsolatunk a 100 éve született Gergely Jánossal

The “Debrecen–Göd Axis”: Our Connection with János Gergely, Born 100 Years Ago

Matkó János¹ – Vereb György²

¹ az MTA doktora, professor emeritus, Eötvös Loránd Tudományegyetem Immunológiai Tanszék, Budapest
matkojani52@gmail.com

² az MTA doktora, professzor, Debreceni Egyetem Biofizikai és Sejtbiológiai Intézet, Debrecen
vereb2014@gmail.com

Absztrakt

Gergely János, a neves immunológus és kutató, kiemelkedő szerepet játszott a Debreceni Egyetem és az ELTE gödi Immunológiai Tanszéke közötti együttműködés kialakításában és ápolásában. Az együttműködés számos fontos tudományos eredményhez vezetett, különösen a membrán mikrodomének és lipidraftok immunológiai szerepének feltárásában. Az együttműködés kiterjedt a közös PhD-képzésre és a rendszeresen szervezett EFIS SASPITIS nemzetközi immunszignál konferenciákra, amelyek jelentős hatást gyakoroltak a hazai tudományos közösségre. Lelkesedése és bölcsessége inspirálta többek között a hazai immunológiai kutatások nyitását a membrán nanocsövek és a CAR-T-sejtek irányába.

Abstract

The renowned immunologist and researcher János Gergely played a key role in establishing and maintaining the collaboration between the University of Debrecen and the Immunology Department at Eötvös Loránd University (ELTE) in Göd. This collaboration produced many significant scientific results, particularly in the field of uncovering the immunological role of membrane microdomains and lipid rafts. The collaboration also extended to joint PhD training and the regularly organized EFIS SASPITIS international immuno-signalling conferences, which significantly impacted the Hungarian scientific community. János Gergely's enthusiasm and wisdom inspired, among other things, the expansion of Hungarian immunological research into the fields of membrane nanotubes and CAR-T cells.

Kulcsszavak: Gergely János, immunológia, membrán-biofizika, membrán nanocsövek, CAR-T-sejtek

Keywords: János Gergely, immunology, membrane biophysics, membrane nanotubes, CAR-T cells

Gergely János, aktív tudományos munkássága mellett nemcsak a kiváló külföldi immunológiai kutatóműhelyekkel való kapcsolatok kialakításában és ápolásában jeleskedett, hanem érzékenyen figyelt a hazánkban élenjáró kutatóhelyekkel való kapcsolatfelvételre is. A debreceni egyetem Biofizikai és Sejtbiológiai Intézetének akkori igazgatója, Damjanovich Sándor és Gergely János akadémiai ismeretsége révén kerültünk szorosabb kapcsolatba az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE)

gödi Immunológiai Tanszékével. Ez az együttműködés szoros és sokrétű volt. Mivel a debreceni biofizikusok a sejtbiofizikai módszerek fejlesztésében, illetve a jelátviteli folyamatok mikroszkópiás és áramlási citofluorimetriás monitorozásában és új módszerek fejlesztésében nemzetközileg is élen jártak, ráadásul „kísérleti nyulaik” legtöbbször immunsejtek voltak, adódott a lehetőség a két tanszék közös érdeklődésű laboratóriumai között az együttműködésre, mely aztán a biofizikusoknál később lehetőséget adott önálló immunológiai projektek kialakítására is, a közös kollaborációs projektek és értékes publikációk mellett. Gergely János „tanár úr” ezen folyamatokat mindig lelkesen katalizálta, de emellett a szociális kapcsolatokra is mindig odafigyelt, Damjanovich professzorral együtt. Így voltak közös hétvégi csapatépítő meetingek (tudomány, sport, bográcsozás stb.) is, úgy Gödön, mint Debrecenben. Ez a kapcsolat a két intézet között több évtizeden át eredményesen működött, számos jelentős új eredményt érve el az immunológia/sejtbológia területén.

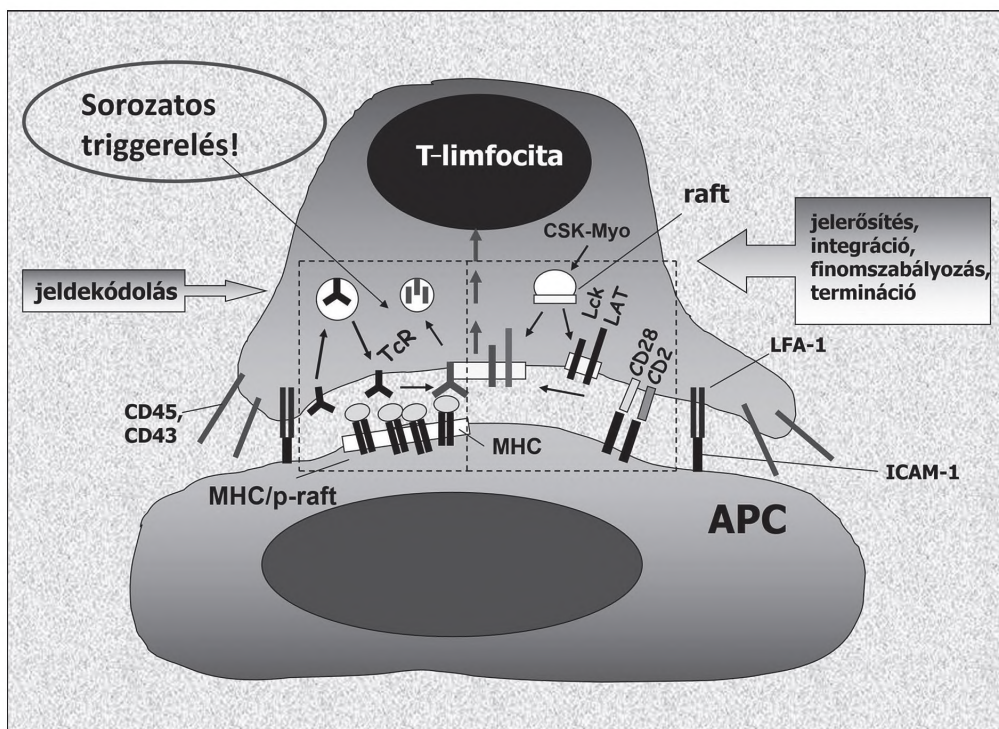
Mindkét fél számára kiemelkedően pozitív élmény volt a Gergely tanár úr és szenior munkatársai (Erdei Anna, Sármay Gabriella, Rajnavölgyi Éva) által szervezett, mintegy 30 éven át rendszeres (kétevenkénti) EFIS „Signals and Signal Processing in the Immune System” (SASPITIS) nemzetközi konferenciasorozat, ahová az immunológiai tudományterület nagy úttörői, Anglia, USA, Franciaország, Németország, Svájc, Japán vezető immunológusai rendszeresen ellátogattak, és tőlük mindig sokat tanulhattunk az aktuális újdonságokról. Ezeken a konferenciákon mindkét intézet képviselői szép számmal vettek részt. Matkó János és korábbi tanítványai (Panyi György, Vereb György) lelkesen vetették bele magukat nemcsak a részvételbe, de ezen konferenciasorozat „továbbfejlesztett” utódjának (IMPULSE 2011 és 2013) a szervezésébe is. Ugyancsak aktív résztvevő volt mindig Szöllősi János és csoportja is a debreceni intézetből. Matkó János részéről a kapcsolat 2000-tól vált igazán szorosossá, amikor Gödre került, és több éven át élvezhette az ELTE Immunológiai Tanszékén „irodaszomszédja”, Gergely tanár úr mindennapos kedves szavait, jogos és pozitív kritikáit, építő jellegű javaslatait a projektjeit illetően.

Bár az immunológusok sokáig szkeptikusak voltak a debreceni intézet munkatársai által is leírt és sokoldalúan jellemzett membrán mikrodomének, az ún. „lipid-tutajok” (lipid rafts) valós *in vivo* immunológiai jelentőségével és szerepével szemben, az eredményeink komoly nemzetközi visszhangja és megerősítése végül is meggyőzte őket, és egy aktuális EFIS SASPITIS-konferencia (Balatonöszöd, 2005) többórás bankettvitája során elfogadásra került, hogy a lipidraftok például az antigének, a T-sejt-receptorok, koreceptorok, jeltranszmissziós molekulák „koncentrálása” vagy éppen izolálása révén erősen befolyásolják a veleszületett immunrendszer válaszait, valamint a celluláris és a humorális immunválasz kimenetelét (például: antigén-bemutató, T-sejt- és B-sejt-aktiváció, hízósejt- és fagocitaaktiváció stb.) egyaránt. A 2009-es SASPITIS-konferencia *proceedings* kötetében pedig lehetőségünk nyílt egy, a témában írt összefoglalót is közzétenni (Szöör–Szöllősi–Vereb 2010).

Gergely tanár úr értékes szakmai javaslatai mellett a membránmikrodomén-kutatásokat többek között azzal is támogatta, hogy egy interdiszciplináris OTKA

(Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok) Tudományos Iskola pályázatot megnyerve egy remek immunológus–neurobiológus–biokémikus tengelyt hozott létre, ahol az ELTE-s kollégák egymás szakértelmét kihasználva értékes projekteket hajtottak végre. Többek között e pályázat támogatásával sikerült tisztázni a membrán mikrodomének (raftok) szerepét a T-sejtek felé irányuló antigénbemutatásban, a T-helper sejtek Th1 és Th2 irányú polarizációjában és az interleukin-2 receptor-kontrollált sejtosztódásban (Vereb et al. 2000; Gombos et al. 2006; Izsépi et al. 2013). A debreceni kutatók a szorosan vett kutatási együttműködésen túl a doktori képzéshez is hozzájárultak – a szerzők e helyen is maradandó élményként emlékeznek vissza az ELTE-n együtt szervezett PhD-napokra.

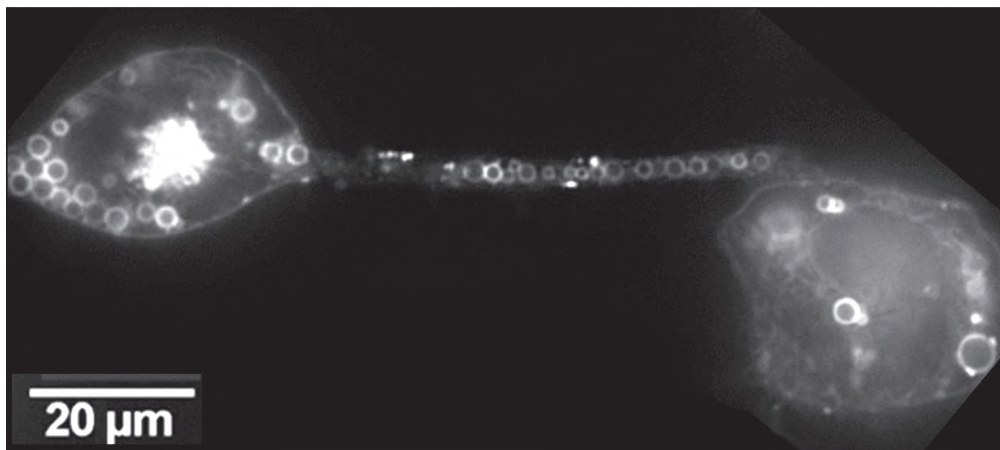
A továbbiakban az egyre gyarapodó ismeretek és a finomodó módszertan lehetővé tette az antigénbemutató sejtek (APC) és a T-sejtek által kialakított ún. „immunológiai szinapszis” modelljének kiegészítését az APC oldalán található lipidraftok szabályozó szerepének feltárásával (1. ábra).



1. ábra. A lipidtutajoktól a membrán nanocsövekig: a Göd utáni kiteljesedés. Az antigénbemutató sejt (APC)-T-sejt immunológiai szinapszismodellje. A helper T-limfociták (T_H) felé történő, MHC (fő hisztokompatibilitási komplex)-közvetített antigénbemutatásban, a felismerésben és a T-sejt-aktivációban fontos szabályozó szerepet játszanak a koleszterinben és szfingolipidekben gazdag „lipidtutaj” membrán mikrodomének az egymáshoz kapcsolódó APC- és T_H -sejtek felszínén egyaránt

Forrás: Gombos et al. 2006 alapján

Ennek a sejtek közötti kommunikációnak a részleteit vizsgálva sikerült az APC-k (például: B-sejtek, makrofágok) egymás közötti és T-sejtekkel való kommunikációjának egy új útvonalat feltárni és jellemezni. Ezek az ún. membrán nanocsövek (2. ábra), melyeken keresztül a sejtek ionokat, vezikulumokat, fehérjéket, vírusokat, DNS-fragmentumokat, RNS-t, sőt intakt organelumokat is képesek transzportálni egymás között (Matkó-Tóth 2021).



2. ábra. „Tunelling nanocső” kapcsolat és vezikulumok transzportja egér APC-sejtek között.

Az ábra két egér B-sejt közötti nyitott alagútszerű nanocsövet mutat be (átmérő: kb. 600 nm), melyen keresztül fluoreszcensen jelölt gangliozidokban gazdag mikrovezikulumok kétirányú transzportja figyelhető meg

Forrás: Matkó János, további részletek: Osteikoetxea-Molnár et al. 2016

Gergely tanár úr, ha ma élne, nagyra értékelné, hogy nemcsak in vivo sikerült azonosítani az alagútképző (tunneling) membrán nanocsövek jelenlétét a szuperfeloldású és nagy behatoló mélységű multifoton-mikroszkópiák segítségével az immunrendszerben, idegrendszerben és tumorokban egyaránt, hanem már gyógyszergyárak által támogatott nanocső kutatások is folynak tumorterápiás lehetőségek kidolgozása céljából (Padmanabhan et al. 2024).

Egy másik fontos hozadéka is volt ennek az intézetek közötti együttműködésnek. Ez pedig a molekuláris kölcsönhatások feltérképezésére szolgáló módszerek (például FRET, Förster-féle rezonancia-energiatranszfer és LRET, távoli energiatranszfer áramlási citometriás és mikroszkópiás alkalmazásai) fejlesztése a debreceni intézet munkatársai (Vereb–Matkó–Szöllősi 2004; Szentesi et al. 2005) és azok alkalmazása az immunológus partnerek által. Ezek nagy segítséget nyújtottak az immunológiai kutatások során a különböző receptorok (például: B-sejt-, T-sejt-receptorok, ösztrogénreceptorok) és segédmolekulák térbeli elrendeződésének megismerésében (például: Andrásfalvy et al. 2005; Schneider et al. 2014). Ezen túl számos új, fluoreszcenciaalapú technológia került bevezetésre az immunológiai kutatásokba, többek között

a fluktuációs spektroszkópiák is, melyek különböző sejtbiológiai kérdések, főként az immunsejtek jelátviteli folyamatainak tisztázásában jelentettek nagy segítséget (például: Matkó et al. 2002; Bodnár et al. 2003).

Közülük különösen izgalmasak azok a vizsgálatok, amelyek a manapság egyre népszerűbb élő gyógyszerek, a kiméra antigénreceptorral felvértezett T-sejtek (CAR-T-sejtek) működésére világítanak rá (Mezősi-Csaplár et al. 2023). Az, hogy a CAR-T-sejtek bekerültek a debreceni kutatási repertoárba, és ezen keresztül először jelentek meg Kelet-Közép-Európában, több szállal kötődik a Göd–Debrecen-tengelyhez és személyesen Gergely tanár úrhoz is. A CAR-T-sejt által alkotott immunszinapszist először kollaborációs partnerünk, prof. Hinrich Abken (Regensburg Center for Immunotherapy) laborjában előállított transzgén sejtekkel vizsgáltuk. Az első sikeres kísérleteket követően Szöör Árpád egy EFIS *short-term fellowship* támogatásával sajátította el a technológiát Abken professzor laborjában, mely ösztöndíjat Erdei Anna biztatására pályázott meg.

Tekintve, hogy a szervi (szolid) tumorok lényegesen nehezebb CAR-T-célpontnak tűnnek a hematológiai malignitásokhoz képest, ahol 2012-ben anti-CD19 CAR-T-sejtekkel elérték az első komplett remissziót, a megszerzett tudást elsősorban szolid tumorok terápiájának fejlesztésére használjuk (Szöör et al. 2020).

Nehéz elképzelni, hogy egy párhuzamos dimenzióban, ahol nincs Gergely tanár úr, hol tartana a magyar CAR-T-kutatás. De talán egy személyes visszaemlékezés segít. Szöör Árpád végzős orvostanhallgatóként Balatonalmádiban az MTA Tudós Üdülőben a kétezres évek közepén sokat beszélgetett Gergely tanár úrral – ekkor még úgy gondolta, hogy leginkább ortopéd sebész lenne. Tanár úr vonatkozó gondolatait, melyek további pályáját meghatározták, két évtized távlatából így idézi fel: „Az igazi kreativitás a kutatás. A legnagyobb szabadságot és örömet a gondolkodás és az új megismerése képes adni.”

Irodalomjegyzék

- Andrásfalvy, Márton et al. (2005). „The β Subunit of the Type I Fc ϵ Receptor Is a Target for Peptides Inhibiting IgE-Mediated Secretory Response of Mast Cells”. *The Journal of Immunology* 175/5, 2801–2806. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.175.5.2801>.
- Bodnár, Andrea et al. (2003). „Class I HLA Oligomerization at the Surface of B Cells Is Controlled by Exogenous β_2 -Microglobulin: Implications in Activation of Cytotoxic T Lymphocytes”. *International Immunology* 15/3, 331–339. <https://doi.org/10.1093/intimm/dxg042>.
- Gombos, Imre et al. (2006). „Cholesterol and Sphingolipids as Lipid Organizers of the Immune Cells’ Plasma Membrane: Their Impact on the Functions of MHC Molecules, Effector T-Lymphocytes and T-Cell Death”. *Immunology Letters* 104/1–2, 59–69. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2005.11.021>.
- Izsépi, Emese et al. (2013). „Membrane Microdomain Organization, Calcium Signal, and NFAT Activation as an Important Axis in Polarized Th Cell Function”. *Cytometry Part A* 83/2, 185–196. <https://doi.org/10.1002/cyto.a.22234>.
- Matkó, János et al. (2002). „GPI-Microdomains (Membrane Rafts) and Signaling of the Multi-Chain Interleukin-2 Receptor in Human Lymphoma/Leukemia T Cell Lines”. *European Journal of Biochemistry* 269/4, 1199–1208. <https://doi.org/10.1046/j.0014-2956.2002.02759.x>.

- Matkó, János – Tóth, Eszter Angéla (2021). „Membrane Nanotubes Are Ancient Machinery for Cell-To-Cell Communication and Transport. Their Interference with the Immune System”. *Biologia Futura* 72/1, 25–36. <https://doi.org/10.1007/s42977-020-00062-0>.
- Mezősi-Csaplár, Marianna – Szőőr, Árpád – Vereb, György (2023). „CD28 and 41BB Costimulatory Domains Alone or in Combination Differentially Influence Cell Surface Dynamics and Organization of Chimeric Antigen Receptors and Early Activation of CAR T Cells”. *Cancers* 15/12, 3081. <https://doi.org/10.3390/cancers15123081>.
- Osteikoetxea-Molnár, Anikó et al. (2016). „The Growth Determinants and Transport Properties of Tunneling Nanotube Networks Between B Lymphocytes”. *Cellular and Molecular Life Sciences* 73/23, 4531–4545. <https://doi.org/10.1007/s00018-016-2233-y>.
- Padmanabhan, Sanyukta et al. (2024). „Tunneling Nanotubes: Implications for Chemoresistance”. In: Kloc, Malgorzata – Kubiak, Jacek Z. – Halasa, Marta szerk. *Intercellular and Interorganellar Transfer and Communication in Biology and Medicine*. Results and Problems in Cell Differentiation Series 73. Springer, 353–373. https://doi.org/10.1007/978-3-031-62036-2_15.
- Schneider, Andrea E. et al. (2014). „A Dynamic Network of Estrogen Receptors in Murine Lymphocytes: Fine-Tuning the Immune Response”. *Journal of Leukocyte Biology* 96/5, 857–872. <https://doi.org/10.1189/jlb.2A0214-080RR>.
- Szentesi, Gergely et al. (2005). „Computer Program for Analyzing Donor Photobleaching FRET Image Series”. *Cytometry Part A* 67/2, 119–128. <https://doi.org/10.1002/cyto.a.20175>.
- Szőőr, Árpád et al. (2020). „Trastuzumab Derived HER2-Specific CARs for the Treatment of Trastuzumab-Resistant Breast Cancer: CAR T Cells Penetrate and Eradicate Tumors That Are Not Accessible to Antibodies”. *Cancer Letters* 484/8, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2020.04.008>.
- Szőőr, Árpád – Szöllősi, János – Vereb, György (2010). „Rafts and the Battleships of Defense: The Multifaceted Microdomains for Positive and Negative Signals in Immune Cells”. *Immunology Letters* 130/1–2, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2009.12.016>.
- Vereb, György et al. (2000). „Cholesterol-Dependent Clustering of IL-2R α and Its Colocalization with HLA and CD48 on T Lymphoma Cells Suggest Their Functional Association with Lipid Rafts”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 97/11, 6013–6018. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.11.6013>.
- Vereb, György – Matkó, János – Szöllősi, János (2004). „Cytometry of Fluorescence Resonance Energy Transfer”. *Methods in Cell Biology* 75, 105–152. [https://doi.org/10.1016/s0091-679x\(04\)75005-0](https://doi.org/10.1016/s0091-679x(04)75005-0).

TANULMÁNYOK

A tudománymetria és az MTMT korlátairól és lehetőségeiről

On the Limitations and Possibilities of Scientometrics and the Hungarian Science Bibliography (MTMT)

Holl András¹ – Soós Sándor²

¹ MTA Könyvtár és Információs Központ, Budapest
holl.andras@konyvtar.mta.hu

² MTA Könyvtár és Információs Központ, Budapest

Absztrakt

Cikkünkben az MTMT és általában a tudománymetria alkalmazásának határaitra hívjuk fel a figyelmet. A mutatók képzése és ezek összehasonlítása a tudományértékelés egyik válfaja a szakértői értékelés mellett. Az előbbi megfelelően alkalmazva képes az utóbbi informálására. Hibás alkalmazása vagy hiányos, nem a célnak megfelelő adatok felhasználása azonban, bár az objektivitás látszatát kelti, valójában téves következtetésekhez vezet.

Abstract

In our article, we draw attention to the limitations of the Hungarian Science Bibliography (MTMT) and the application of scientometrics in general. The creation and comparison of indicators is one type of science evaluation, alongside expert evaluation. When used appropriately, the former can inform the latter. However, incorrect use or use of incomplete, unsuitable data may appear objective but in fact lead to erroneous conclusions.

Kulcsszavak: tudománymetria, bibliometria, MTMT, magyar CRIS (jelenlegi kutatási információs rendszer)

Keywords: scientometrics, bibliometrics, Hungarian Science Bibliography (MTMT), Hungarian CRIS (Current Research Information System)

A Magyar Tudományos Akadémia és ezzel együtt az akadémikusok teljesítménye a figyelem középpontjába került. Méltatlan támadásokban és jobbító szándékú elemzésekben egyaránt felbukkan az akadémikusi teljesítmény tudománymetriai vizsgálata, valamint a tudománymetriainak beállított érvelés, nemzetközi és hazai (Magyar Tudományos Művek Tára, MTMT) adatbázisokra alapozva. Számos ilyen elemzés, véleménynyilvánítás módszertani hibákat tartalmaz, vagy éppen hiányzik mögüle a tudományos megalapozás – ezek felett nem lehet elsiklani.

A tudománymetria megállapításai – mint minden mérésen alapuló tudományé – csak annyira jók, mint az adatok, amelyekből dolgozik. Nem csupán az adatok minőségéről – pontosságáról, hibáiról – beszélünk, de a mintavételről, a reprezentativitásról, teljességről és általában a kutatási célnak megfelelő adatok kiválasztásáról.

Általános hiba a „Q1/Q2” alkalmazása

Előrekívánkozik a legnagyobb probléma említése: a bölcsészettudományok nem mérhetőek Q1/Q2-es cikkek számával, általában folyóiratokra vonatkozó mutatókkal. (A társadalomtudományok esetében is erősen kétséges ezen metrikák alkalmazhatósága.) Mégpedig azért, mert a bölcsészek (és a társadalomtudósok) a könyvekben, könyvfejezetekben való közlést részesítik előnyben, amelyek a Scopusban nem megfelelően lefedettek, s amelyekre Q-értéket nem lehet számolni. Valamint azért, mert ezeken a területeken a publikálás nyelve gyakorta a nemzeti nyelv (nálunk a magyar) – a hazai vagy a határon túli, magyar nyelvű (mint általában a nem angol nyelvű) folyóiratokat csak ritkán követik nemzetközi adatbázisok (Sivertsen 2014). Hátrányt jelent a hazai kiadás még az angol nyelven közlő folyóiratoknál is.

1. táblázat. Hazai folyóiratok az MTMT-ben

	2025
Hazai folyóiratok száma	5 525
Ebből Q-értékkel	108

Forrás: saját szerkesztés

2. táblázat. Publikációs és hivatkozási adatok az MTMT-ből a bölcsészet- és társadalomtudomány területét megjelölő szerzőkre

	2011–2025
Könyvek és könyvrészletek	140 397
Ebből WoS/Scopus	3 340
Folyóiratcikkek	129 509
Ebből WoS/Scopus	23 037
Független hivatkozás	641 460
Ebből WoS/Scopus	225 887

Forrás: saját szerkesztés

Bár törekedni kell a lehetőségek szerint idegen (angol) nyelvű, nemzetközi folyóiratokban való publikálásra, ez a bölcsészet- és társadalomtudományokban nem tudja megoldani a hazai eredmények kommunikálását: a „helyi”, „nemzeti” tudományok

„nemzetközi” szinten kevésbé érdekesek, csak kevés cikket lehet nemzetközi kiadványokban elhelyezni, és ezek általában a kisebb (helyi) szakmai olvasóközönség miatt kevesebb hivatkozást is kapnak. De a nemzeti tudományokban nem csak a nemzetközi tudományos hatás a fontos! A publikációs stratégiák Kelet- és Közép-Európában változnak (Kulczycki et al. 2018). A hazai helyzetet a következő táblázatok segítenek bemutatni (1–3. táblázat). Az adatok lekérdezése 2025. szeptember végén történt.

3. táblázat. Publikációs és hivatkozási adatok az MTMT-ből a természet-, a műszaki és az élettudományok területét megjelölő szerzőkre

	2011–2025
Könyvek és könyvrészletek	58 351
Ebből WoS/Scopus	13 761
Folyóiratcikkek	189 041
Ebből WoS/Scopus	142 225
Független hivatkozás	3 020 236
Ebből WoS/Scopus	2 846 065

Forrás: saját szerkesztés

MTMT-nk azért (is) van, hogy a könyvek, könyvfejezetek, magyar nyelvű közlemények nyilvántartása teljes legyen. (Norvégiában is létezik nemzeti tudományos bibliográfia [Sivertsen 2014].) Mindazonáltal az MTMT korlátaival is tisztában kell lenni az elemzések készítésekor. Az MTMT nem a kiadóktól gyűjti az adatokat (bár a hazai kiadóknál ebbe az irányba haladunk), hanem a szerzőktől. Az adatbázis jelenlegi használati mintázata olyan, hogy a kutatók karrierjük induló és középső szakaszában érdekeltek legjobban az adatfelvitelben. Az akadémiai doktori fokozat megszerzése idején a legteljesebbek és a legjobban ellenőrzöttek a kutatói adatok. A nyugdíjas akadémikusok már kevésbé motiváltak adataik frissítésében, és ehhez gyakorta hiányzik az intézményi MTMT-adminisztrátori támogatásuk is. Ez az egyik oka annak, hogy mutatóik az MTMT-ben rosszabbak. Nem szabad elfelejteni azt sem, hogy amikor az idős akadémikusok a legaktívabban publikáltak, még más volt a tudományos és publikációs közeg. (Mike Thelwall és Pardeep Sud írása mutatja be az éves publikációs és hivatkozási adatok növekedésének időbeli változását a Scopus adatbázisban [Thelwall–Sud 2022].) Nem várhatjuk el tőlük ugyanazokat a mutatókat, amelyeket egy jelenleg aktív kutatótól elvárunk. Formula-1-es hasonlattal: Fangio, Ascari, Fittipaldi vagy Lauda mutatói nem hasonlíthatók össze Schumacher, Hamilton vagy Verstappen mutatóival. Nem csupán a tudományos közeg volt más sok évtizeddel ezelőtt. A Q-értékek csak 1999-től állnak rendelkezésre, így az idős kutatók esetében ez is torzító faktor: amikor ők a cikkeik (egy részét) írták, akkor még nem számoltak Q-értéket.

A „Q1/Q2” értékek használata a természet-, élet- és műszaki tudományokban sem indokolt a tudományos életpálya minden szakaszán. Ez a mutató könnyen optimalizálható (gaming). Csak annyit jelent, hogy a megfelelő folyóiratban sikerült publikálni. A fiatal kutatóknál, illetve az utóbbi egy-két év cikkeinél lehetséges, hogy ennél nincs jobb közelítés a kutatói teljesítmény mérésére, de hosszú karrierек értékelésekor a saját cikkekre kapott hivatkozások sokkal jobb, realisabb alapot adnak az értékelésre (ezzel még foglalkozunk később).

A kvartilisrendszer (Q1–Q4) használatának további problémái

A kvartilisek kellő körültekintés nélküli használata azon túl is számos problémával terhelt, hogy a Q1–Q4 besorolás csak azokon a tudományterületeken használható érvényesen, amelyek publikációs gyakorlata a nemzetközi folyóiratokra épül. Először is fontos megjegyezni, hogy a kvartilisek nem minőségmérő számok *per se*, hanem a folyóiratok elismertségét (idézettségi alapon) mérni hivatott mutatók normalizálását célzó kategóriák. Bevezetésük eredeti célja, hogy összemérhetővé tegyék a folyóiratok státusát akkor is, ha azok különböző tudományterülethez tartoznak. A tudományterületek ugyanis eltérő átlagos idézetsűrűséggel bírnak, így az ilyen mutatók, amelyek a folyóirat-idézettség valamilyen aspektusát fejezik ki, más-más értéktartományban mozognak területenként. Emiatt egy alacsonyabb érték az egyik területen ugyanazt a „minőséget” fejezheti ki, mint egy magasabb a másikon. A kvartilisrendszer megoldása a problémára, hogy egy területen belül maradvá állítsuk sorba a folyóiratokat valamely mutatószám szerint, és szeleteljük fel a rangsort négy egyforma méretű csoportra: így az első csoportba a terület legjobbjai kerülnek (Q1), majd a jók, a közepesek és a gyengébbek következnek (Q2–Q4). Ilyen módon a mutató számszerű értékétől függetlenül összemérhetőek a folyóiratok a saját területükön nyújtott teljesítményük szerint.

Az elgondolás hatékony, de számos kevésbé közismert, illetve nem kívánt következménye van. Egyrészt a kvartilisek mögött a fentiek miatt mindig valamilyen kiválasztott folyóirat-mérőszám áll: a hazai gyakorlatban ez a Scimago nevű csoport által bevezetett és közzétett SJR (Scimago Journal Rank) mutató, amely az MTMT-kvartilisbesorolás mögött is meghúzódik. Ugyanakkor a nemzetközi adatbázisokban jelenleg további három (!) különböző mutatóra épülő kvartilisbesorolás áll rendelkezésre, amelyek várhatóan nem esnek egybe – az egyetemi rangsorok eltéréseit vizsgáló kutatások eredményeihez hasonlóan itt is a középmezőnyben valószínű a legtöbb eltérés (a három további mutató a Scopus bevezette *CiteScore*, a JCR-ben [Journal Citation Reports] használt közismert *impaktfaktor* [Impact Factor, IF], illetve az utóbbi felváltására a Clarivate által bevezetett *Journal Citation Index*).

Ha elvi vagy gyakorlati okokból el is köteleződünk valamelyik mutató és adatbázis mellett, akkor is számolnunk kell a kvartilisek képzéséből adódó további torzításokkal. Azzal például, hogy mivel a folyóiratrangsor egyforma méretű csoportokra van

felnégyelve, az így létrejövő elhatárolások nem követik a folyóirat-mutató tényleges eloszlását, vagyis egy kategóriába kerülhetnek jelentősen eltérő értékű folyóiratok, míg külön kategóriába az – adott mutató szerint – igen közeli minőségűek. Valóban, Jorge Mañana-Rodríguez tanulmánya az SJR-rangsor vizsgálatában részletesen megmutatta, hogy különösen a társadalomtudományi területeken a folyóirat-rangsor mentén kirajzolt SJR-görbe gyorsan ellaposodik, vagyis a Q1–Q4 elhatárolások nem jeleznek érdemi különbséget a vonatkozó folyóiratok között – még egy érv amellet, hogy ezeken a területeken óvatosan kéne bánni a kvartilisrendszer egyeduralmával (Mañana-Rodríguez 2015). Mi több, a cikk idézi a *Journal Metrics* 2008-as (!) kiadását, amely „az SJR mutató alkalmazását az élet- és egészségtudományok területén javasolja további magyarázat nélkül” (Mañana-Rodríguez 2015, 351).

Ha pusztán egy gyors lekérdezéssel aktualizálni szeretnénk a bölcsészet- és társadalomtudományokra kapott eredmény érvényességét: nagyon hasonló mintázatot látunk a kurrens, 2024-es SJR-rangsorból kiemelve például a szűkebb *üzleti, menedzsment- és számviteli tudományok* (business, management, and accounting) kategóriát. A Q1-es negyedben a legjobb SJR-érték 14,4, míg a legkisebb 1,4. Eközben a Q2-es negyed 1,4–0,6 között húzódik, a Q3-as 0,6–0,3, a Q4-es pedig 0,3–0,1 közé esik. Vagyis míg a Q1-es kategória 13 egységet fog át, addig a Q2-es szélessége 0,8, a Q3-asé 0,3, a Q4-es pedig 0,2 egység, nem is beszélve a kategóriahatároknál látható jelentős átfedésről (az értékek közeli volta miatt).

További bizonytalanság, hogy az elfogadott gyakorlat szerint az ún. „legjobb Q-értéket” szokás figyelembe venni: a folyóiratok rendszerint több tudományterületi kategóriához vannak rendelve, egyszerre több mezőnyben versenyeznek, és területenként eltérő kvartilispozíciójuk lehet (többnyire van is). Pont ezért lehetséges, hogy a fenti területen 219., illetve 220. helyen álló folyóirat egyforma SJR = 0,445 értékkel bír, az előző (közzétett legjobb) besorolása mégis Q1-es, másiké Q3-as.

Sokat számít tehát az is, hogy hány és mekkora területhez kapcsolja az adatbázis (szolgáltatója) a kérdéses folyóiratot, amely szintén részben műtermék. Ráadásul egy kisebb területen a Q1-es folyóiratok száma is kisebb lesz (egy négy folyóiratból álló – hipotetikus – területen például csak egy, amelynek SJR-értéke várhatóan nem nagyon fog különbözni a többi háromtól, még ha szükségszerűen nagyobb lesz is). Összességében tehát érdemes ezeket a besorolásokat kevésbé rutinszerűen és automatikusan kezelni, ideális esetben pedig az adott tudományterületen belüli pozíciót a mutatók értékének tényleges eloszlása mentén mérlegelni.

Az idézettség használata, különös tekintettel az MTMT-re

A kutatói teljesítmény dimenzióinak jellemzésére természetesen a tudománymetriában számos további mérőszámrendszer áll rendelkezésre – különös tekintettel arra, hogy a kvartilisrendszert nem az egyéni teljesítmény mérésére fejlesztették ki, és ilyen felhasználása is csak a teljesítmény egyik dimenziójában működhet (amit hagyományosan *publikációs stratégiának* hív a bibliometria).

Számos értékelési helyzetben, így például az életművek bibliometriai jellemzésében az idézettség mutatószámai alkalmazhatóak érvényesen, amelyek elsődlegesen a tudományos hatás és elismertség dimenzióját fedik.

A természet-, élet- és műszaki tudományos területeken a Web of Science és a Scopus jól használhatóak. Ugyan nem tartalmazzák a publikációk és a rájuk kapott hivatkozások egészét, de a lefedettség elegendő ahhoz, hogy az ezen adatbázisokból származó adatokra következtetéseket lehessen alapozni. A hiányos lefedettséggel – és a következtetések ebből adódó bizonytalanságával, torzításaival – azonban számolni kell! Az MTMT nem rendelkezik olyan lehetőségekkel, mint a nagy nemzetközi adatbázisok. A hivatkozási adatokat jelenleg a WoS-ból (Web of Science) vesszük át automatikusan, némi munkával ezek kiegészíthetők a Scopusból származókkal. A bölcsészet- és társadalomtudományok területén azonban ezek az adatbázisok nem segítenek. Akik ezeken a tudományterületeken dolgoznak, manuálisan kell gyűjteniük a hivatkozásokat. Valós h-indexük (Hirsch-index) minden bizonnyal nagyobb lehet, mint amit az MTMT kimutat – pusztán a hivatkozási adatok teljessége rosszabb.

De éppúgy, mint a közlő folyóiratok Q-értékeinek szerzői cikkekre vetítésénél, a hivatkozási mutatók számításánál is alapvető problémát jelentenek a tudományterület eltérő sajátosságai: a hivatkozási ablak a bölcsészettudományokban jelentősen hosszabb. A bölcsészek preferált közlési formáira (a monográfiákra) a hivatkozások hosszabb idő múltán kezdenek érkezni (a hivatkozó monográfia hosszabb idő alatt készül el és jelenik meg), ugyanakkor hosszabb ideig maradnak relevánsak. (Erről például Dejan Pajić, Tanja Jevremov és Marko Škorić tanulmánya számol be a hivatkozási mintázatok változásairól a bölcsészet- és társadalomtudományokban, szerbiai folyóiratok anyagát elemezve [Pajić–Jevremov–Škorić 2019].)

A hivatkozások használata azonban még nagyobb körütekintést igényel, mint a kvartilisrendszeré. Az alapp probléma, hogy az idézettszámok önmagukban, vagyis a „nyers” idézettség nem hatásmérőszám: az idézettséget számos teljesítményfüggetlen tényező is befolyásolja, tipikusan a tudományterületek szokásai, triviálisan a publikációk közlési ideje, vagyis az időablak vagy a közlemény típusa stb. Ezért kimondottan félrevezető az a ma már szerencsére ritka gyakorlat, ami a különböző kontextusú, vagyis más tudományterületet képviselő, eltérő korú stb. szerzők vagy publikációk idézettségének közvetlen összemérésére épül, és a nagyobb idézettség = jobb teljesítmény feltevését követi. Nagyjából ugyanez vonatkozik a népszerű h-index alkalmazására is, amelynek alapváltozata ugyancsak terület- és időablakfüggő (mivel részben a nyers idézettszámmra épül).

A bibliometria elmúlt évtizedei során jelentős és sikeres kutatási erőfeszítéseket tett olyan idézettségi hatás- és kiválósági mutatók kidolgozására, amelyek az idézettségre épülnek, de kontrollálják a torzító tényezők hatását, létrehozva az ún. normalizált hatásmutatók rendszerét. Ezek használatával – az összemérhetőség is megteremthető a különböző kontextusok, kutatók és közlemények között. A gyakorlatban ugyanakkor ezek a normalizált mérőszámok nem minden esetben érhetőek el

vagy akár képezhetők. A nemzetközi, elsősorban a Web of Science-, illetve a Scopus-adatbázisokban szereplő közleményekre jellemzően igen, vagyis megint csak a nemzetközi folyóiratokban publikáló területekre vonatkozóan. Számos társadalom- és a legtöbb bölcsészettudományi terület hazai közleményeinek adatait ugyanakkor csak az MTMT tartja nyilván, köztük az idézettséget is, azonban a normalizált mérőszámok képzéséhez ebben az esetben az MTMT-adatok nagy léptékű elemzésére van szükség, azaz egy egyszerű felhasználói lekérdezés nem elegendő hozzá. Ilyen elemzések készültek és készülnek is szakmai értékelési feladatok MTMT-alapú ellátásához, így például az MTA pályázatainak, legutóbb az „MTA Kiváló Kutatóhely” pályázat szakszerű tudománymetriai értékeléséhez a társadalom- és bölcsészettudományi publikációk összemérhetőségét biztosító mérőszámok képzése révén (ezeket a mérőszámokat rendszerint az MTMT társosztálya, a Tudományelemzési Osztály állítja elő). Folyamatban van továbbá az a fejlesztőmunka az említett osztályok együttműködésében, amelynek célja az ilyen mérőszámok elérhetővé tétele, illetve szolgáltatása az MTMT felhasználói köre számára. Amíg azonban ezek a mutatók nem egészítik ki a nyers idézetszám indikátorát, nem javasolt rögtönzött és direkt összehasonlításokat tenni tetszőlegesen kiválasztott kutatók idézettsége között az MTMT adatainak egyszerű lekérdezése alapján.

Mint kifejtettük, a természettudományos, élettudományi és műszaki tudományos területen alkalmazható módszerek jobbra alkalmazhatatlanok a bölcsészeti- és (jelentős részben) a társadalomtudományok területén. Az elemzők figyelmébe ajánljuk az MTA illetékes osztályainak doktori minimumkövetelményeit és szakterületi táblázatait, valamint az MTA Kiváló Kutatóhely minősítési eljárását: ezekből lehet ötletet meríteni a szakterületi teljesítménymutatók választásához. Mint ahogyan a szakterületi táblázatoknak, úgy e tudományterületek hazai értékelésére használandó indikátoroknak is az egyetlen itt alkalmazható adatbázis, az MTMT adatait kell alkalmazniuk.

Irodalomjegyzék

- Kulczycki, Emanuel et al. (2018). „Publication Patterns in the Social Sciences and Humanities: Evidence from Eight European Countries”. *Scientometrics* 116, 463–486. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2711-0>.
- Mañana-Rodríguez, Jorge (2015). „A Critical Review of SCImago Journal & Country Rank”. *Research Evaluation* 24/4, 343–354. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvu008>.
- Pajić, Dejan – Jevremov, Tanja – Škorić, Marko (2019). „Publication and Citation Patterns in the Social Sciences and Humanities: A National Perspective”. *The Canadian Journal of Sociology / Cahiers canadiens de sociologie* 44/1, 67–94. <https://doi.org/10.29173/cjs29214>.
- Sivertsen, Gunnar (2014). „Scholarly Publication Patterns in the Social Sciences and Humanities and Their Coverage in Scopus and Web of Science”. In: Noyons, Ed, szerk. *Proceedings of the Science and Technology Indicators Conference 2014 Leiden*. Leiden: Universiteit Leiden, 598–604. <https://zenodo.org/records/2560399>.
- Thelwall, Mike – Sud, Pardeep (2022). „Scopus 1900–2020: Growth in Articles, Abstracts, Countries, Fields, and Journals”. *Quantitative Science Studies* 3/1, 37–50. https://doi.org/10.1162/qss_a_00177.

„Ha minden magyar Xantus János lenne...” “If every Hungarian were János Xantus...”

Gyarmati János

a néprajztudomány kandidátusa, Néprajzi Múzeum, Budapest
gyarmati@neprajz.hu

Absztrakt

A bécsi kormányzat 1868-ban expedíciót indított Kelet-Ázsiába, hogy más nyugati országok mintájára kereskedelmi és diplomáciai szerződést kössön az ottani három szuverén országgal, Kínával, Japánnal és Sziámmal. A kiegyezésben lefektetett elveknek megfelelően az expedíciónak Magyarország is részesévé vált, és a Magyar Tudományos Akadémia fellépése nyomán a magyar kormány tudományos célokra is felhasználta az expedíciót. Ennek jegyében rendelte az expedícióhoz Eötvös József kultuszminiszter Xantus Jánost, hogy természetrajzi, ún. népismeí és könyvészeti gyűjtést végezzen a hazai tudományos intézetek, mindenekelőtt a Magyar Nemzeti Múzeum javára. Az amerikai emigrációja során tapasztalt gyűjtővé vált Xantus több mint 155 000 objektummal tért haza Kelet-Ázsiából. Ebből a gyűjteményből született meg a Néprajzi és az Iparművészeti Múzeum, és gyarapodtak óriási mértékben a Magyar Nemzeti Múzeum természettudományos gyűjteményei.

Abstract

In 1868, the Austrian government launched an expedition to East Asia, aiming to conclude trade and diplomatic agreements with the three sovereign states of China, Japan, and Siam, following in the footsteps of other Western countries. In accordance with the principles set out in the Austro-Hungarian Compromise of 1867, Hungary also became a party to the expedition, and following the request of the Hungarian Academy of Sciences, the Hungarian government also used the expedition for scientific purposes. To this end, Minister of Culture József Eötvös commissioned János Xantus to join the expedition and collect natural history, ethnographic, and bibliographic materials for the benefit of Hungarian scientific institutions, primarily the Hungarian National Museum. Having become an experienced collector during his time as an émigré in the United States, Xantus returned home from East Asia with more than 155,000 objects. This collection led to the establishment of the Museum of Ethnography and the Museum of Applied Arts, and greatly enriched the natural science collections of the Hungarian National Museum.

Kulcsszavak: osztrák–magyar kelet-ázsiai expedíció, Xantus János, néprajz, Eötvös József, Magyar Nemzeti Múzeum, Néprajzi Múzeum

Keywords: Austro-Hungarian East Asia Expedition, János Xantus, ethnography, József Eötvös, Hungarian National Museum, Museum of Ethnography

A Magyar Tudományos Akadémia Matematikai és Természettudományi Osztályának tagjai 1868. április 27-én tartott megbeszélésükön beadványt fogalmaztak meg Eötvös Józsefnek, az Akadémia elnökének, egyszersmind kultuszminiszternek. A beadvány

hátterében a magyar kormány azon döntése állt, miszerint Magyarország részt kíván venni az Osztrák–Magyar Monarchia Kelet-Ázsiába indítandó diplomáciai és kereskedelmi expedíciójában. Mivel azonban az akademikusok úgy látták, hogy

„a hazai kereskedelmünk jelen állapotában az ázsiai expeditio által ránk magyarokra úgy sem hárulhatván még most aránylag annyi positiv eredmény, mennyi a terhünkre eső költségekből osztályrésznek megfeleljen [arra tettek javaslatot, hogy] hazánk mostohább állású tudományos intézetei, s első sorban nemzeti múzeumunk az ez út közben gyűjtendő természettajzi kincsekkel gyarapíttassék. Megkívánja ezt nemcsak tudományos intézeteink érdeke, de hazánk jelenlegi önálló helyzete is komolyan követeli, hogy ez által, más művelt nemzetek példájára, e téren is bizonyítsuk, hogy a haladó kor igényeit nem csak ismerjük, hanem tetteleg is tudjuk méltányolni.”¹

A cél elérése érdekében egy botanikus és két zoológus szakember kiküldését javasolták, akik nemcsak gyűjtéseket, hanem vásárlásokat is eszközölnének, és külön figyelmet fordítanának a Magyarországon meghonosítható növényfajokra.²

Igen figyelemreméltó módon a gyűjtés szükségességét nem is elsősorban tudományos céllal támasztották alá, hanem egyebek mellett azzal érveltek, hogy: „...míg a kiadott könyvek közbirtok, a gyűjtött tárgyak mindenkor csak saját múzeumaik tulajdona maradnak, s ezek azok által lesznek világhírűekké” („Huszonhetedik [math. és természettudományi osztály-] ülés. 1868. július 13-án” 1868, 253; kiemelés Gy. J.). Ebből a megfogalmazásból világosan kiolvasható az a tudományos érdeklődésen túli törekvés, amely a nemzeti felemelkedést állítja középpontba, és a tudományban, szorosabban véve a közgyűjtemények gyarapításában látja annak lehetőségét, hogy Magyarország a periférián lévő országok sorából az elismert nemzetek sorába emelkedjen.

Hiába volt azonban a tudósi érvelés, beadványuk a Földművelési, Ipar- és Kereskedelemügyi Minisztérium merev elutasításába ütközött, amit a vállalkozás kizárólag diplomáciai és kereskedelmi jellegével indokoltak, megtoldva azzal, hogy az expedíció két hajóján kizárólag ilyen feladatokat ellátó személyek elhelyezésére van lehetőség, és a magyar részről delegálható négyfős küldöttség egy diplomatából és három, „a kereskedelmi érdekek szempontjából” kiválasztott egyénből áll majd.³

Az Akadémia tudósai azonban nem hátráltak meg, osztályülésükön továbbra is ragaszkodtak egy – ezúttal Xantus János (1. ábra) személyében már meg is nevezett – szakember és egy általa választott preparátor kiküldéséhez. Ezt részben Xantus gyűjtői tapasztalatával, nyelvtudásával, konzuli és kereskedelmi ügyekben való jártasságával, de mindenekelőtt azzal indokolták, hogy „Pesten Múzeumunknak európai

¹ Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltár K 167 1872/340 (1868/343).

² Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltár K 167 1872/340 (1868/343).

³ Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltár K 167 1872/340 (1868/343).

fontossága az állattani szakban csak azóta van”, mióta Xántus amerikai küldeményeivel gyarapította azt („Huszonhetedik [math. és természettudományi osztály-] ülés. 1868. július 13-án” 1868, 254).



1. ábra. Xántus János (Barabás Miklós grafikája)

Forrás: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/X%C3%A1ntus_J%C3%A1nos.jpg, közkinccs

De vajon miért éppen Xántus János volt az, akit alkalmasnak láttak e sokrétű feladat elvégzésére? A feltehetően görög gyökerekkel rendelkező Santhos, avagy Xantos család legalább a 16. század első harmadától élt a Székelyföldön. Az ottani Csíktaplocáról (ma Csíkszereda településrésze, Hargita megye, Románia) került 1803-ban a kassai jogakadémiára Xántus János apja, Ignác (1788–1849). Jogi képzését megszerzését követően Széchényi Ferenc Somogy megyei birtokpereinek ügyintézőjeként (uradalmi ügyész) telepedett le Csokonyán (ma Csokonyavisonta), ahol – most 200 éve – 1825. október hó 5-én született meg első, János nevű fia. Édesanyja Wunderlich (névmagyarosítás után Szidnay) Terézia, a Festetics család bélbaltavári uradalmi gazdasztjének lánya volt (Tóth 2001, 49–52).

A gimnázium első öt évét Xántus a győri bencés főgimnáziumban töltötte, majd a pécsi püspöki líceumban érettségizett, és ugyanott végezte el a jogakadémiát 1845-ben. 1847-ben ügyvédi vizsgát tett, utána Somogy megyei aljegyzőként tevékenykedett. 1848 májusában öccsével együtt belépett a Somogy megyei nemzetőrségbe, és tűzmesterként vett részt a pákozdi csatában. Hadnaggyá léptették elő, majd átkerült a 46. gyalogos zászlóaljhoz. A komáromi várba vezényelték, tüzér főhadnagyként szolgált. 1849. február 8-án egy felderítőút alkalmával Érsekújvárnál osztrák fogságba esett (Kemény 2016, 116–113). Königrätzben (Hradec Králové, Csehország) tartották fogva, majd büntetesképpen közlegényként besorozták a csehországi Bilinben (Bilina, Csehország) állomásozó 35. Khewenhüller gyalogezredbe, ahol kilenc és fél hónapot szolgált. Anyja bécsi kapcsolatainak köszönhetően elbocsátották a katonai szolgálatból, de hazatérés helyett inkább Drezdába utazott. Prágában ismét letartóztatták, de mivel nem találtak bizonyítékot arra, hogy katonatársait dezertálásra és lázadásra buzdította volna, katonai felügyelet alatti hazaszállításáról döntöttek. Xántus azonban megszökött, és Hamburgon keresztül 1850. november 18-án Londonba érkezett, ahol azonnal bekapcsolódott az emigráció tevékenységébe. Ő lett az 1851-ben alapított Magyar Emigránsok Demokratikus Segítségnyújtási Bizottságának elnöke. Emellett tudósításokat írt a *Magyar Hírlapnak*, egyebek mellett a Regent's Park-i állatkertről és az akkoriban megnyílt első világkiállításról. Már londoni leveleiben felbukkant az a szándéka, hogy a londoni Természettudományi Társaság szolgálatában a braziliai Santarembe utazzon természetrajzi gyűjtőként, de végül 1852 közepén az Egyesült Államokba emigrált (Gyarmati 2020, 43–46).

Ott-tartózkodásának első éveiről alig tudunk valamit. Ami biztos, hogy 1853-ban New Orleansban csatlakozott Karl von Scherzer és Moritz Wagner természetrajzi gyűjtőútjához. Azt követően, hogy onnan alkalmatlansága miatt elbocsátották, néhány hónapot a magyar alapítású iowai Újbudán töltött (Vassady 1991), de mivel nem vágyott a farmeréletre, és valószínűleg összekülönbözött ottani honfitársaival, egyéb lehetőség híján, 1855. szeptember 24-én szerződéses katonaként (private soldier) Louis Vésey néven öt évre belépett az amerikai hadseregbe. Állomáshelyén a kansasi Fort Riley katonasorosa vont be a washingtoni Smithsonian Institution természetrajzi gyűjtőmunkájába, amelyet egészen 1864-es hazatéréséig végzett. Miután kimerítette a Fort Riley körüli gyűjtési lehetőségeket, Spencer Fullerton Baird, a washingtoni

Smithsonian Institution másodtitkára segítségével 1857 májusában átkerült a kaliforniai Fort Tejonba, ahol 20 hónapon át folytatta gyűjtéseit, és a Smithsonian valaha volt egyik legjobb természetrajzi gyűjtőjévé vált. 1859 januárjában, ugyancsak Baird közbenjárására leszerelt, és belépett a Partkutató Testület kötelékébe, azzal a feladattal, hogy a Kaliforniai-félsziget csúcán levő Szent Lukács-fokon árapály-megfigyelő állomást létesítsen. Több mint kétéves ott-tartózkodása során is folytatta gyűjtéseit.

Amikor 1861 novemberében hazalátogatott, tudósnek és szabadságharcosnak kijáró tisztelettel fogadták. Egyik méltatója egyenesen ezt írta róla: „Ha minden magyar Xantus János lenne, első nemzet lennénk az egész világon” (Sikor 1861, 381). De hiába volt az elismerés, egzisztenciát nem tudott teremteni, ezért 1862 júniusában visszatért az Egyesült Államokba, ahol ismét csak Baird támogatásának köszönhetően konzuli megbízatást kapott a mexikói Manzanillóba, ahol elsődleges feladata az amerikai kereskedelmi érdekek képviselője volt. Egy diplomáciai ballépése miatt ugyan fél év múltán felmentették hivatalából, de egészen 1864 márciusáig Mexikóban maradt, hogy befejezze gyűjtéseit. Részben az amerikai polgárháború miatt bezárultak lehetőségei az Egyesült Államokban, s ezért a hazatelepülés mellett döntött. Több mint egy évtizedes amerikai tartózkodása során százezres nagyságrendben gyűjtött zoológiai, botanikai, paleontológiai és ásványtani anyagot elsősorban a Smithsonian Institution és a philadelphiai Természettudományi Akadémia számára, és vált kivételes tapasztalattal és elhivatottsággal rendelkező természetrajzi gyűjtővé és preparátorrá, de neki köszönhetően jutott a Magyar Nemzeti Múzeum is mintegy 7500 észak-amerikai természetrajzi tárgyhoz. Mindezen tevékenységéért érdemelte ki, hogy a Magyar Tudományos Akadémia 1859. december 19-én levelező tagjává válassza (Gyarmati 2020, 50–129).

Amerikai tevékenysége mellett éveken át részt vett a pesti Állatkert megalakításának előkészületeiben, ami végül 1866. augusztus 9-én az ő igazgatása alatt nyitotta meg kapuit. Ebbéli minőségben érte Eötvös József felkérése 1868 őszén, hogy természetrajzi és népismeit gyűjtőként csatlakozzon az osztrák–magyar kelet-ázsiai expedícióhoz, ami egyszersmind azt is jelentette, hogy fel kellett adnia élete első biztos megélhetést nyújtó állását. A „közgazdasági” minisztérium és a bécsi udvar ellenállásával szemben Eötvös nem pusztán azért ragaszkodott Xantus kiküldéséhez, mert presztízskérdésnek tekintette Magyarország tudományos részvételét, hanem mélyebb megfontolások is vezérelték. Ezekre egyik, 1870-ben elmondott parlamenti beszéde világít rá:

„[A] m. n. múzeum eredetileg csakis magyarországi, avagy Magyarországra vonatkozó tárgyak gyűjtésére s megőrzésére szorítkozott [...]. Azóta hatvanhét év telt el, s a múzeumok feladata és rendszere iránti nézetek egész Európában lényegesen megváltoztak. A múzeumok újabb időben ugyanis oly rendszeres gyűjtemények táraivá alakultak át, melyek [...] a tudomány minél tágabb körökben terjesztésére s népszerűsítésére hatalmas tényezőül szolgálnak. – Mióta a m. n. múzeum alakult, a tudományok egész ágazatai, ha nem

is keletkeztek, de önállóságra, sőt nagy jelentőségre emelkedtek. Ehhez járul, hogy az ország tudományos körei is mindinkább azon meggyőződésre emelkedtek, hogy Magyarországnak történelmi, sőt természettudományi helyes megismerése s megismertetése a szomszéd országok s nemzetek, *sőt az egész föld történelmi és természeti viszonyainak tanulmányozása nélkül nem remélhető* [...]. Ezen meggyőződés s a tények kérlelhetetlen logikájának következménye, hogy a m. n. múzeum, habár maiglan is leginkább a magyar sz.[ent] korona területének történelmi s természetrajzi ismertetésére vonatkozó tárgyak gyűjtésére törekszik, ma már nemcsak kizárólag magyar, hanem a világ minden tájairól szerzett tárgyakkal is bír, melyek meghatározást, rendszeres felállítást, lajstromozást s végre leíró ismertetést igényelnek, hogy holt kincsekből termékenyítő nemzeti tőkévé váljanak. Elérkezettnek hittem végre az időt, midőn ezen, nemében egyetlen intézetünk [...] az európai hasonló intézetek között, tekintettel hazánk sajátos viszonyaira, becsülettel megállhasson.” (Eötvös 1976, 93; kiemelés Gy. J.)

Beszéde világosan mutatja azt a paradigmaváltást, amely Eötvös József szeme előtt lebegett: az addig kizárólag Magyarország értékeire összpontosító Nemzeti Múzeum átalakítása révén a tudomány új eredményeinek hozzáférhetővé tételével a hazai közönség elé tárni a föld történelmi és természeti értékeit, egyúttal nemzetközi rangra emelni az ország egyik legfontosabb tudományos, közművelődési intézményét. Eötvös és a magyarországi múzeumügyben akkoriban meghatározó szerepet játszó személyek, Pulszky Ferenc, Rómer Flóris (1868a; 1868b) a nagyvilág hazai bemutatásától nem pusztán a műveltség általános szintjének emelését remélték, hanem azt is, hogy az hozzájárul a magyar ipar fejlesztéséhez s azon keresztül az ország felemeléséhez. Ezért szerepelt Eötvös Xántusnak adott megbízásai között a korábban szokásos természetrajzi, könyvészeti, numizmatikai gyűjtés mellett ún. népismeit tárgyak (néprajzi, iparművészeti, sőt gyáripari termékek) beszerzése is (Gyarmati 2020, 36–43).

Bár a kinevezése körüli vita elhúzódása miatt Xántus csak két és fél hónappal a kelet-ázsiai expedíció elindulását követően, 1868. december 31-én indulhatott útnak, mégis hónapokkal a Monarchia két hadihajója előtt érkezett Szingapúrba – a Szezi-félszigeten keresztül. Mivel az expedíció hajói még csak a Jóreménység-fokánál jártak, Xántusnak volt ideje a gyűjtésre. Mindent beszerzett, ópiumszívó készletektől a mívés fegyvereken át a szarongokig, „a mi népismeit s embermívelődési szempontból kíváncsnak mutatkozott”. A zsidó városrésze „valóságos bánya volt gyűjtésre” (Xántus 1879, 13). Ezután vitorlást bérelt, hogy gyűjtőutat tegyen a Szingapúrt a szárazföldtől elválasztó Johor-csatornán. Arról szóló leírása nemcsak tökéletesen összefoglalja tevékenységét, de azt is, amit az számára jelentett:

„Valódi elememben voltam, mert én nagyobb élvezetet részemről nem ismerek, mint a tropikus ég árnyas lombjai alatt puskával, hálóval és rajzszerekkel működni s örökös izgatottság közt várni az új és új, minden lépten eléünk táruló

meglepetésekre. [...] Hét órákor aztán reggeliztem s kimentem az őserdőbe, az ültetvények közé, vagy éppen ladikon a folyó partjaira s mellékpatakjaiba, gyűjteni [...] 1 órákor már mindig otthon voltam, egy kis villásreggelit ettem, aztán 4 óráig rendeztem és pakoltam a gyűjteményt, 4 órától napnyugtáig ismét puskával vagy rovarhálóval működtem, [...] s aztán éjfélig ismét rendeztem a gyűjteményt, catalogizáltam és lelhelyeztem a példányokat.” (Xántus 1879, 36, 49)

Ez az idézet bepillantást enged abba is, hogy milyen emberfeletti feladatot jelentett Xántusnak egymagában gyűjteni, preparálni, dokumentálni, csomagolni és gyűjteményeit útnak indítani.

Xántus után, de még a hajók befutása előtt érkezett Szingapúrba Karl von Scherzer, az expedíció tényleges vezetője, akinek Xántus már Amerikában is dolgozott, és aki az utolsó pillanatig ellenezte Xántus részvételét az expedícióban. Ahogy Xántus előre látta, az ellentétek nyomban fellángoltak közöttük. Amint a szálloda folyosóján Scherzer megpillantotta a Nemzeti Múzeumnak küldendő ládákat, számonkérte Xántuson, hogy a Monarchia alattvalójaként miért nem osztja meg gyűjteményeit a pesti és bécsi intézmények között, és arra próbálta utasítani, hogy vegyen részt az Ausztria számára fontos gazdasági, kereskedelmi információk gyűjtésében. Követelését Xántus egyfelől a miniszteri utasításra hivatkozva utasította el, másfelől azzal, hogy

„a gyűjtésekre magyar pénz fordítván egyedül, követelését nem tartom méltányosnak, s igen sajnálom hogy nem teljesíthetem. B. Ransonett Bécsi gyűjtőnek igen is szívesen engedendek át kettős példányokat, cserében másokért, de kötelességszerűen és feltétel nélkül egyáltalán semmit sem”.⁴

Az információk és a gyűjtemények megosztása fölötti ellentétnél még nagyobb súllyal esett latba a két ország közötti ellentét. Alig két évvel a kiegyezést követően mindkét fél nehezen fogadta el az új helyzetet. Ez néhány nappal később a maga pőreségében is felszínre bukkant, amikor a birodalmi berendezkedés kérdésében csaptak össze. A nagynémet álmokat dédelgető Scherzer már csak azért is az erősen centralizált bécsi kormányzás híve volt, mert szerinte anélkül az Orosz Birodalom bekebelezné Magyarországot, mire Xántus azzal vágott vissza, „meglehet hogy Oroszország elfog bennünket nyelni, azért azonban nem látjuk át miért nyelessük el magunkat önként a Bécsi centralisták által, kik már eléggé bebizonyították, hogy bennünket felemészteni nem képesek”.⁵ Az ellentéteket ekkor még elsimították, de azok újra és újra a felszínre törtek, például amikor a magyar résztvevők díszmagyarban jelentek meg a sziámi királyi udvarban, vagy

⁴ Néprajzi Múzeum Ethnológiai Adattár 1026. Kiemelés az eredetiben. Xántus levele Pulszkynak, Hongkong, 1869. június 8. OSzK Levelestár Fond VIII/1177.

⁵ Xántus János (1871). *Kelet ázsiai utazásom*. (1871. január). Kézirat, Néprajzi Múzeum Ethnológiai Adattár 1026.

amikor az osztrákok továbbra is ragaszkodtak a régi császári címer és lobogó használatához, továbbá tisztán osztrák expedícióként tüntették fel a vállalkozást.

A szingapúri tartózkodást követően Sziámban⁶ hosszabban időzött az expedíció, hogy az uralkodóval alá tudják írni a diplomáciai és kereskedelmi egyezményt, majd egy rövid kokinkínai⁷ megállót követően Kínába hajóztak, ahol a pekingi udvar vonakodása miatt több mint két hónapot töltöttek. Ez lehetővé tette Xantus számára, hogy hosszabb szárazföldi gyűjtőutakat tegyen, de amint az előre látható volt, az expedíció hektikus, előre tervezhetetlen utazása folyamatos gondot jelentett. Japánban, ahol gyorsabban sikerült aláírni a megállapodásokat, Xantusnak sokkal kevésbé volt alkalma partra szállni, ezért főként kikötőkben gyűjtött és gyáripari termékeket vásárolt. Itt dőlt el az is, hogy Xantus nem utazik tovább a Dél-Amerikába tartó egyetlen hajóval, hanem 1869. november 1-jével kilép az expedícióból, és visszatér Szingapúrba, hogy felkészüljön immár önálló borneói útjára.



2. ábra. A Magyar Nemzeti Múzeumnak küldendő gyűjtőláda Borneóból
Forrás: Xantus János rajza, Néprajzi Múzeum Ethnológiai Adattár R5531/44;
a Néprajzi Múzeum engedélyével közölve

⁶ A mai Thaiföldön.

⁷ Francia gyarmat volt a mai Vietnám legdélebbi részén.

Minden bizonnyal azért esett a választása erre a szigetre, mert innen még nagyon kevés anyag került európai múzeumokba, ugyanakkor Alfred Wallace kutatásaiból tudta, hogy ott jó esélye van orangután elejteni. Ám hiába tanult malájul, tájékozódott a szakirodalomban, és szerzett be ajánlóleveleket, a körülményeken nem tudott változtatni. Az áthatolhatatlan őserdőben alig akadt napi két-három esőmentes óra, utak híján csak hajóval lehetett közlekedni vagy „térdig, sőt övig érő chocolate forma iszapban” gázolni („Xántus János levele Eötvös Józsefnek...” 1870). Csaknem leküzdhetetlen nehézséget okozott a begyűjtött állatok tartósítása, tárolása és elszállítása.

Majd két hónapos előkészítést követően indulhatott el orangutánvadászatra. Négynapos eredménytelen kutatást követően sikerült végül egyet elejtenie, majd a következő 12 nap során további nyolcat „melyekből ötöt bőrben készítettem el [...] a többinek pedig fejét tartottam meg, mert borszeszem nem volt elégséges több példány megtartására...” – tudósította a *Hazánk s a Külföld* olvasóit (Xántus 1870a, 566).

Másfajta kihívásokkal kellett megküzdenie néprajzi gyűjtései során, amikor a helyiek fizikailag is „feltérképezték” az idegent:

„bajuszomat, szemöldömet, orromat, fületem stb. csodálkozva fogdosták [...] sok ethnographiai érdekes tárgyat szereztem, noha nagy bajjal, mert pénzt elfogadni sehol sem akartak, mindenütt dohányt, lőport, rézdrótot és gyöngy füzért kívántak cserébe...” (Xántus 1870b).



3. ábra. Emberhajjal díszített pajzs Borneóból

Forrás: Xántus János gyűjtése, 1870, Néprajzi Múzeum, ltsz. 1486; fotó: Kerék Eszter; a Néprajzi Múzeum engedélyével közölve

A Xantus által Borneón beszerezett néprajzi tárgyak között olyan különlegességek is voltak, mint emberhajjal díszített harci pajzsok és két ún. fejházból való dajak trófeafej (2–3. ábra).

Délkelet-ázsiai gyűjtőútjának utolsó hosszabb állomására, Jávára alighanem rinocérosz elejtésének reményében érkezett, de előtte még felkereste a híres buitenzorgi botanikus kertet is. Rinocéroszvadászatra kizárólag a helyi szultán engedélyével volt lehetősége, amit egy Ferenc József-rend odaígéréseivel eszközölt ki. Három napig üldözték a felriasztott vadat, míg „végre kifáradva, vagy tán megunva a tréfát, szembe állt, s ekkor sikerült őt szemén át agyvelejében találni, s az ősvilág e már ritka óriási barma megrendítette a földet halálos zuhanásában...” – számolt be Xantus a számára legnagyobb dicsőséget hozó vad elejtéséről (Xantus 1871, 62).

Csaknem kétévnyi távollétet követően, 1870 novemberében érkezett vissza Fiumébe. Az általa hazaküldött 155 000 természetrajzi, „népisme”, könyvészeti és numizmatikai tárgy láttán Jókai Mór méltán jelenthette ki:

„mulhatatlanul szükséges, hogy azok egy külön ethnographiai osztályban egyesítenek s azoknak rendezése és az osztály terjesztése külön osztályőrre bízassék; mert épen ez osztálya muzeumunknak lehet az, melyből a közönség nemcsak tudományt és élvezetet, de gyakorlati tanulságokat is meríthet. Ohajtjuk, hogy e kincsek minél előbb átadathassanak a közhasználatnak.” (Jókai 1870)

Ez történt meg 1872. március 5-én, amikor a kultuszminiszter a Nemzeti Múzeum újonnan alapított Ethnographiai Osztályának őrévé nevezte ki Xantust. Gyűjteménye végső soron két múzeum, a Néprajzi és az Iparművészeti Múzeum alapjait vetette meg, és soha nem látott mértékben járult hozzá a Természettudományi Múzeum gyarapodásához (4. ábra).

Alig vette kézhez múzeumőri kinevezését, Xantus újabb nagy horderejű gyűjtési feladattal találta szembe magát. Rómer Flórisssal együtt az 1873-as bécsi világkiállításra szánt magyarországi háziipari gyűjtemény összeállításával bízták meg („Tárház...” 1872, 361). Xantus és Rómer gyűjtés szempontjából két részre osztotta az országot, és elsősorban azokra a vidékekre összpontosítottak, ahonnan igazán reprezentatívnak tekinthető háziipari anyagra számíthattak. Xantus elsősorban Erdélyben és szűkebb pátriájában, Somogyban gyűjtött. A rendelkezésükre álló kevesebb mint fél év alatt mintegy 4000 tárgyat gyűjtöttek össze, melyeket a Bécsbe történő szállítás előtt az ún. Köztelken külön kiállítás keretében is bemutatattak. Noha Xantus erősen bízott benne, hogy a világkiállítást követően ez a gyűjtemény is a Néprajzi Osztályt fogja gyarapítani, nemcsak azt, hanem kelet-ázsiai gyűjteményének „műipari beccsel” bíró tárgyait is át kellett engednie az 1873-ban megalapított Iparművészeti Múzeumnak, mivel a gazdaság- és múzeumpolitika akkori irányítói azt sokkal fontosabbnak tartották, remélve, hogy hozzájárul a hazai ipar felvirágzásához.



4. ábra. Xántus János által elejtett majmok a Magyar Nemzeti Múzeum kiállításában
 Forrás: Pulszky Ferenc, „A Magyar Nemzeti Múzeum”. *Magyar Szalon* 1887–1888, 491

A bécsi világkiállítást követő másfél évtized Xántus szavaival a tengődés és tespedés éráját hozta a Néprajzi Osztály számára, ami csak az 1880-as évek végétől mutatta a változás jeleit. Az Osztályt körülvevő közeg és a pénzügyi helyzet változása megmutatkozott Xántus újjáéledő aktivitásában is. Míg a megelőző időkben évente alig egy-két bejegyzést találunk az Osztály tevékenységét rögzítő naplóban, 1888-tól kezdve havonta több műtárgybeszerzéssel kapcsolatos levelet is kiküldött. Ezekből az derül ki, hogy a korábban jól bevált módszert alkalmazta: általa ismert helyi emberektől rendelt tárgyakat. Így saját szülőfalujából, Csokonyáról egy olyan Dráva-vidéki együttest, amelynek darabjai a múzeum törzskönyve szerint „Xántus János megrendelésére készültek”, ilyenformán a legelső olyan hazai gyűjtemény, amely múzeumi tisztviselő gyűjtésének tekinthető, és közvetlenül be is került a gyűjteménybe. Megrendeléseivel nemcsak az egész országot hálózta be a Rábaköztől Máramarosig, hanem arra is volt gondja, hogy a legkülönbébb nemzetiségektől – a szászoktól a bolgárokig – származó tárgyakkal gyarapítsa a múzeumot. Az Osztály naplójának tanúsága szerint gyűjtői és szervezői tevékenysége a három évtizeddel korábbi amerikai aktivitását idézte: nem csupán Magyarországra

kiterjedő gyűjtőhálózatot épített ki, hanem rendszeres levelezésben állt egy sor európai műkereskedő céggel és múzeummal.

1893 nyaratól azonban mind többet betegeskedett, ősszel ideggyógyintézetbe került, a következő év tavaszán pedig tüdőgyulladást kapott. Ezért családja az Adriai-tenger menti Voloscára vitte, ahol olyannyira sikerült egészségét helyreállítani, hogy erejéből még egy utolsó, főként halászeszközökből álló gyűjtemény összeállítására is futotta, ezzel is tanúsítva, noha származása, képzettsége távolról sem erre predesztinálta, amikor rátalált az őt leginkább érdeklő tevékenységre, szinte élete utolsó pillanatáig elkötelezett híve maradt. A magyarországi muzeológia történetében valószínűleg nem sok olyan gyűjtő akad, aki nála több tárggyal gyarapította a hazai közgyűjteményeket, nála sokoldalúbb gyűjtőt pedig aligha találunk.

Irodalomjegyzék

- Eötvös József (1976). *Kultúra és nevelés*. Összegyűjt. és szerk. Mezei Márta. Budapest: Magyar Helikon.
- Gyarmati János (2020). *A gyűjtés rabszolgája. A múzeumalapító Xantus János és az osztrák–magyar kelet-ázsiai expedíció*. Budapest: Néprajzi Múzeum.
- „Huszonhetedik (math. és természettudományi osztály-) ülés. 1868. július 13-án” (1868). *A Magyar Tudományos Akadémia Értesítője* 252–254.
- Jókai Mór (1870). „Xantus gyűjteménye a múzeumban”. *A Hon* 8/284 (1870. nov. 25.), reggeli kiadás.
- Kemény Krisztián (2016). „»A dicsőség kezdete«, avagy a komáromi helyőrség harcai a cs. kir. csapatokkal 1849. január–februárban”. In: Kiss Vendel – Számadó Emese, szerk. *Komárom a szabadságharcban 1848–1849. Válogatás a Komáromi Napok Történeti konferenciáinak előadásából 1992–2016*. Komárom: Klapka György Múzeum, 115–161.
- Rómer Flóris (1868a). „Egy-két szó műiparunk izlési irányáról”. *Archaeologiai Értesítő* 1/2, 27–28.
- Rómer Flóris (1868b). „Ipar és művészet”. *Archaeologiai Értesítő* 1/4, 85.
- Sikor József (1861). „Xantus János amerikai madár-gyűjteménye”. *Győri Közlöny* 5/96, 381.
- „Tárház. (A bécsi világkiállításra)”. *Vasárnapi Ujság, Melléklet* 19/29. (1872. július 21.), 361.
- Tóth László (2001). „Életrajzi mozaikok a Xantus család és Xantus János életéből”. In: Kubassek János, szerk. *Xantus János emlékülés a tudós születésének 175. évfordulóján 2000. október 12.* Budapest: Xantus János Idegenforgalmi Gyakorló Középiskola, 49–72.
- Vassady, Béla (1991). „New Buda: a Colony of Hungarian Forty-Eighters in Iowa”. *The Annals of Iowa* 51/1, 26–52. <https://doi.org/10.17077/0003-4827.9555>.
- „Xantus János levele Eötvös Józsefnek, Sarawak, 1870. április 14”. *A Honvéd* 4/24 (1870. június 16.), 179–180.
- Xantus János (1870a). „Hazafelé! VII. Sarawak (Borneo), ápril 20. 1870”. *Hazánk s a Külföld* 6/36, 561–566.
- Xantus János (1870b). „Hazafelé!” *Hazánk s a Külföld* 6/37, 579–581.
- Xantus János (1871). „Xantus J. levelei Kelet-Ázsiából II. Tjandjoer, Jávasziget aug. 31. 1870”. *Ország Világ* 5/6, 61–62.
- Xantus János (1879). *Uti emlékeim Singapoore és vidékéről*. Győr: Sauervein ny.

Mozgás és ritmus az irodalmi szövegben

Movement and Rhythm in the Literary Text

Mezei Gábor

egyetemi adjunktus, Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar
Angol–Amerikai Intézet Amerikanisztika Tanszék, Budapest
mezei.gabor@btk.elte.hu

Absztrakt

A ritmus fogalmát Émile Benveniste az áramlás egy bizonyos módjaként határozza meg, amely mindig változóban van. Az élő organizmusok szempontjából ugyanakkor maga a ritmus alapvető fontosságú, hiszen a gyors és a lassú közötti váltások már a fogalomtörténet igen korai szakaszában a mozgáshoz kapcsolódtak. Mozgás és ritmus eredendő összetartozása pedig lehetővé teszi, hogy feltegyük a kérdést: az irodalmi szöveg ismétlésen alapuló működései milyen viszonyban vannak a mozgás automatizmusaival.

Abstract

While discussing the notion of rhythm, Émile Benveniste defines it as a manner of flowing, an arrangement that is always subject to change. From the perspective of living organisms, however, rhythm itself becomes a fundamental concept because of the change between the rapid and the slow was applied to the phenomenon of movement at a very early stage in the term's history. The combination of movement and rhythm opens up the possibility of asking how textual operations based on repetition are related to the automatism of movement.

Kulcsszavak: mozgás, ritmus, náúra és kultúra, Borbély Szilárd

Keywords: movement, rhythm, nature and culture, Szilárd Borbély

A 'náúra' fogalmának meghatározása a nyugati filozófiában hagyományosan a mozgással került összefüggésbe, hiszen amint Arisztotelész fogalmaz, minden természeti létező magában hordozza mozgásának, illetve nyugvásának forrását (Arisztotelész 2010, 192b13–14) – a mozgás ugyanakkor a fogalom történetének egy igen korai fázisában összekapcsolódni látszik a ritmus fogalmával. Irodalmi szövegekről beszélve ennek azért van különösen nagy jelentősége, hiszen mozgás és ritmus terminusainak eredendő összetartozása lehetővé teszi, hogy feltegyük a kérdést, a biológiai értelemben vett mozgás mely vonatkozásai mutakozhatnak meg irodalmi szövegek esetében, anélkül hogy a mozgás deskriptív, kinetografikus reprezentációira fókuszálnánk.

A nyelvi ritmus létesítő, a szöveg szerveződése felől nézve meghatározó, e szerveződés jellegét tekintve már előzetesen jelen lévő önműködése annyiban ugyanis biztosan összefüggésbe hozható a biológiai értelemben vett mozgás önműködésével,

hogy ez utóbbi, amint a fogalomtörténet egyértelművé teszi, igen korán külső behatásoktól függetlenül értelmeződik a filozófiai hagyományban, illetve e hagyomány kortárs értelmezéseiben. A ritmus, amely pedig mindig magában foglal valamiféle ismétlődést, ezáltal pedig, amint az iteratív szerkezetekről értekező Gilles Deleuze hangsúlyozza, rögtön valamiféle különbséget is, e különbözőség előállásával éppen azt a belső feszültséget generálja, amely a szöveg további szerveződésének forrása lehet – a nyelvi ritmus vagy akár a rímszerkezet előzetes struktúrája a szöveg olyan elmozdulásaiért felelős, amelyek ebben az előremutató nyitottságban szerveződnek. A mozgás és ritmus fogalmainak jelen kontextusban történő értelmezését mindezek miatt viszonyaik feltérképezése után egy olyan verseskötet újraolvasásán, Borbély Szilárd *Mint. minden. alkalom.* című korai könyvének (Borbély 1995) kiemelt darabjain keresztül kísérem meg, ahol a nyelvi ritmus önműködései számára különösen nagy tér nyílik, amely önműködések natúra és kultúra viszonyait egyfajta elválaszthatatlanságként mutatják fel.

A külső behatás nélkül történő mozgásról Thomas Nail *Lucretius A természetről* (De rerum natura) című filozófiai költeményét olvasva jegyzi meg, hogy az állandó mozgásban lévő anyag alaptulajdonsága, hogy mozgásának egyenes vonalától újra és újra eltérül (Nail 2024, 40), aminek eredményeképpen: „Önmaga súlyától egy kissé félreacsapódik, / ... / Annyira épp hogy irányát kissé félreterelje... (Lucretius 2010, 2.219–221). Az anyag mozgásának, illetve e mozgás keltette változásoknak tehát maga az anyag lesz az oka, ami az idézett értelmezésben egyfajta meghatározhatatlanságként tételeződik – ez a meghatározatlanság pedig éppen azzal az előzetes vagy előremutató nyitottsággal hozható összefüggésbe, amely az irodalmi szöveg iteratív struktúráinak is sajátja. Az anyag dolgokká alakulásának alapja tehát az irányától eltérő mozgás (clinamen), ami ahogy Deleuze hangsúlyozza, soha nem másodlagos, hiszen hozzátartozik magához az anyaghoz (Deleuze 2017, 248). Ebből következik Nail egy másik szöveghelyet érintő értelmezése szerint az anyag áramlása, folyása, amely áramlás közben különböző mértékeket követve „szövődik dolgokká, akár a sorok és a metrum alkotta textus a költészetben” (Nail 2024, 126).

Maga a mozgás, a folyás, illetve áramlás vagy Lucretius magyar fordítását követve az, hogy az őselemek „eltérő alakokban / Szállongnak szanaszét örökös mozgástól hajtva...” (Lucretius 2010, 4.27–28) ugyanakkor éppen az irodalmi szöveg számára a szerveződését tekintve alapvető iteratív struktúrák miatt lesz megkerülhetetlen. Számos, a ritmus fogalmát tisztázó értelmezés utal ugyanis rá, illetve járja körül a fogalmat abból a kiindulópontból, hogy a görög *rhûthmosz* a *rheó* ('folyik') igéből származik (Benveniste 1973, 281), a fogalom történetében pedig az áramlás egy bizonyos módjára utal. Émile Benveniste értelmezésében Platón volt az, aki mozgás és ritmus eredendő összetartozását aztán, ha lehet, még konkrétabbá tette, amennyiben a fogalmat a mozgásra, az emberi testre, a táncra, a lépésre, illetve az énekekre is alkalmazta (Benveniste 1973, 287). A ritmus ilyen módon a mozgás időben elrendezett konfigurációjaként mutatkozik meg, előtérbe helyezve a mozgás folyamatában újra és újra előálló megszakításokat, a ritmust szervező, akusztikusan vagy vizuálisan megjelenő üres

helyeket. A mozgás meghatározatlansága a ritmushoz, illetve általában az irodalmi szöveget szervező iteratív struktúrákhoz hasonlóan kimenetelét, folytatását tekintve mindig nyitott, a fentiek alapján azt mondhatjuk, az előremutató nyitottság mindkettőnek sajátja. Ez a nem meghatározott jelleg, ami a mozgást a változás alapállapotában tartja, az aktuálisan soha nem rögzíthető, mindig az ismétlés más elemeihez való viszony eredményeképpen előálló ritmusra is vonatkozik.

A ritmus ilyen értelemben vett rögzíthetlensége, az ismétlésre való ráutaltsága tehát az ismétlést lehetővé tevő, az iteratív struktúrákat megképző intervallumokra, szünetekre irányítja a figyelmet – Giorgio Agamben a fogalmat tárgyaló szövegében éppen erre az aspektusra helyezi a hangsúlyt, miközben magát a szünetet, a folytonos áramlás újra és újra megtörténő megakadását az esztétikai tapasztalat forrása-ként kezeli (Agamben 1999, 102). A ritmus, ami értelmezésében a műalkotás eredeti, lényegi struktúrájaként funkcionál – bár itt a Lucretius-olvasatokkal ellentétben megképződik nátura és kultúra elválaszthatósága, amennyiben az áramlás zavartatlansága itt a szubsztrátumként értett natúrához tartozik (Agamben 1999, 94–95) –, a szünetek révén az érzékelést lehetővé tevő jelenlét megalapozója. A műalkotás, a táj percepciója Agambennél az idő áramlásának megakadásával jár, ez a jelenlét pedig, amely a műalkotáshoz tartozik, az intervallum, a szünet eredménye. Ez az élmény magánál tart, feltartóztat minket, miközben egyben „kívüllét is, *ek-stasis*” a szó eredeti értelmében (Agamben 1999, 99), a feltartóztatás és a jelenlétvé tétel a ritmus sajátja, de nem képzelhető el a kívülkerülés mozzanata nélkül. A ritmus tehát „garantálja az eksztatikus lakozást ebben a jóval eredetibb dimenzióban és a mérhető idő reptébe való belezuhanást is” (Agamben 1999, 100). A már említett rögzíthetlenség Agamben értelmezése, az esztétikai tapasztalat működése felől nézve abból adódik, hogy a ritmus, ami feltartóztat, részesít minket a műalkotás jelenlétében, egyben ki is kényszerít ebből – maga ez a jelenlét tehát nem feltartóztatható. Az intervallumok, a ritmus egységei közötti szünetek, ahogy maguk az egységek, önmagukban nem, csak más egységekkel való viszonyukban, tehát a rögzítés pillanatnyiságán kívül hozzáférhetők.

Az Agamben értelmezésében megmutatkozó ritmusfogalom ugyanakkor a lucretiusi mozgás felől értett ritmussal ellentétben azért szorul rá az esztétikai tapasztalat által biztosított távlatra, hogy erről a jelenlétszerűségről számot adjon, mert a ritmust – bár a szóeredetet ő is tekintetbe veszi, amennyiben az 'áradás', a 'folyás' jelentésekből indul ki – elválasztja az áradás, a mozgás nála jellegzetesen időbeli kontinuitásától, miközben a mozgás lucretiusi értelemben magában foglalja a folytonosságot mindvégig fenntartó eltéréseket, kitérőket. Ez utóbbi esetben az agambeni kritériumok mentén mozgás és ritmus alapvetően nem látszanak szembeállíthatónak. Mindennek a nátura és kultúra elválaszthatósága miatt van jelentősége, hiszen amennyiben mozgás és ritmus a fentiekben megmutatott szoros összetartozásából indulunk ki, a mozgás külső okoktól független, az anyagból eredeztethető változásai és a ritmus nyelvi, a szöveget szervező működései közötti párhuzamok elbizonytalanítani látszanak ezt az elkülöníthetőséget.

Maga a ritmusból történő kiesés, a kívülkerülés, illetve Agambennel szólva, az eksztatikus lakozás, illetve költői lakozás Borbély Szilárd *Mint. minden. alkalom.* című kötetének visszatérő nyelvi eseménye, amely eseményre a versek rendszeresen reflektálnak. Ez a reflexiók szintje, amely egyben a kívülkerülés szükségszerű okozója, azért lesz jelen kontextusban különösen fontos, mert a szöveg igen erőteljes ritmikus sodrása, elapadhatatlannak tűnő jambusai folytonos, monoton működésként vannak jelen, sokszor a mondottak, a szintaxis, a grammatika és a nyelvhelyesség rovására. A ritmusból való kiesés vagy akár a folytonosság megtörése itt tehát nem a kívülkerülés feltételeként mutatkozik meg, a ritmus ugyanis felülírni, elfedni látszik grammatika és szemantika rétegeit. A kívüllét ezen eksztatikus beszédmódnak ennek ellenére szerves része lesz, de nem a távlatképző esztétikai tapasztalat szükségessége miatt, mint Agambennél, hanem a versbeli beszélő a jambikus szóáradathoz képest tételezhető helyének keresése miatt, amire mindenképpen rá van utalva, hiszen a szövegben kívül nem szituálható: „ha véget ér a vers én véget érek” (Borbély 1995, 7). Ahogy [*az én e vers* című darab első sorában olvashatjuk, „Az én e versben alig több mint helyzet...” (Borbély 1995, 47), a kívüllét tehát itt nem a jelenlét ezzel együttesen meglévő feltartóztató jellegéhez kapcsolódik, a ritmus sodrása ugyanis feltartóztathatatlan, az „én” mint helyzet pedig, amint arra többször is találunk utalást, inkább kitöltendő üres helyként, az [*egy kellemes kis* című vers felütése szerint egy költőileg belakható „kellemes kis nyelvi űrként” (Borbély 1995, 17) a ritmus sodrásához szükséges, alkalmi ritmikai egységként kap szerepet, és ilyen módon soha nem lehet véglegesen rögzülő helye. Erre legegértelműbb módon [*az én oly sok* című vers reflektál:

Az én oly sokszor segíti a jambust
a szótagok közé az én beszúrja
az én személytelenné szótagolva
a jambusban ha kell kisegíti
a ritmust amely néha ráutal...
(Borbély 1995, 58)

A belakhatóság tehát Agamben fenti érvelésével ellentétben itt nem azért eksztatikus, mert a jelenléttel való szembesülés magában hordozza a kívülkerülést is, hanem mert az eksztatikus belakhatóság itt csupán nyelvi értelemben képzelhető el, hiszen az „én” akkor jelenik meg, mikor a ritmus „kisegítését”, áradását szolgálja. Ennek a belakhatóságnak a kívüllét tehát azért része, mert a „személytelenné szótagolt” én lehet csupán egysége a nyelvi ritmusnak. A szótagként ritmikai segítséget nyújtó én és a „beszúrás” ágense közötti viszony ugyanakkor korántsem egyértelmű, ami abból is adódik, hogy ahogy a korábban idézett szöveg versbeli beszélője kijelenti, „majd új grammatikákat is csinállok / és helyesírást is szabályozok...” (Borbély 1995, 17). Tehát abból, hogy a ritmusnak áldozatul esett grammatikai viszonyok bizonytalanára teszik, vajon van-e tárgya a kívüllétet feltételező „beszúrás” gesztusának – [*az én oly sok* első három sorában ugyanis egyszer sem kerül a személyes névmás tárgyesetbe.

Maga a cím, ami mindig tördelt verziója az első sornak, erre is utal, amennyiben az én megsokszorozódására hívja fel a figyelmet, ezzel tovább bonyolítva a közöttük lévő viszonyt, illetve azt is láthatóvá teszi, hogy ez az én mindig és mindig akkor képződik meg, amikor ritmikai értelemben szükség van rá. Az önreflexió által egyértelművé tett kívüllét tehát a ritmus önműködésének eredménye, az eksztatikusságnak a ritmus a forrása, amely ritmus ilyen módon az „én” cselekvő alanyisága nélkül látszik működni, hiszen a szótagszám diktálta kényszeren kívül csak annyiban és azért lesz jelentősége, amennyiben a ritmus „néha ráutal” – nehéz lenne tehát az ágenciát elvetve a szöveg szerveződésének forrását nem a vers az anyagból eredeztethető nyelvi önműködéseiben keresni.

Az „én” ritmust kisegítő, helyének megképződését tekintve a ritmus által létesített előfordulásai [*az én e versében* című szövegben – ami a kötetre jellemző módon a korábban idézett [*az én e vers* című darab variánsaként kezdődik – a birtokos szerkezettel és a határozott névelővel egyrészt rögtön meg is képzik az „én” pozícióján belüli feszültséget, másrészt ki is jelölik ennek hatókörét, amennyiben, hogy miről eshet itt szó, azt „lényegében úgysem én szabom meg / az én e versében ahogy beszélnek...”, ennek eredményeképpen pedig nem marad más, mint „rábízni magam az áramlásra...” (Borbély 1995, 56). A külső behatás nélkül, az anyagából szerveződő szöveg áramlása, variánsokat képző eltérései a ritmus olyan önműködésére mutatnak itt rá, amely a versben lakozás helyét ebben az állandóan változó, mozgásban lévő szövegtérben jelöli ki – a szöveg szerveződését a ritmus működésén kívül és ennek eredményeképpen anagrammákként előálló verziók, morféimákkal ellátott vagy azoktól megfosztott szóalakok,¹ szavak (például az „én” szó) halmozó és szerkezetek variatív ismétlései, illetve szövegváltozatok generálják. A mozgás, az áramlás lucretiusi értelemben vett eltérései és az ebből szorosan eredeztetett ritmus működésének eredménye, hogy a kötetben szereplő versek rendre a korábbiak variációiból indulnak ki. A „rábízni magam az áramlásra” innen nézve a variációk megképződésére való ráhagyatkozásra vonatkozik. Az „én” a ritmust kisegítő, a reflexiók szintet megképző megmutatkozásai ugyanakkor e lakozás, az áramlásra hagyatkozás eksztatikusságát is magukban hordozzák, miközben ezeket a megmutatkozásokat a szöveg csak alkalmilag teszi lehetővé, hiszen ebben a „tolongásban”, az egymás után, de egymáshoz képest különbözőként megképződő pozíciókban hiába várja „az én e versében a házigazdát”.

A kötet címében is jelzett alkalmiságnak, miszerint „az én aki vagyok csak alkalom” (Borbély 1995, 25), azért lesz különösen fontos szerepe, mert a beszélő pozíciójának rögzíthetetlensége – ami az értelmezések kiindulópontjaként a kötet recepciótörténetében igen hangsúlyosan jelen van (Harmath 2012, 115–117; Széplaky 2016,

¹ Itt érdemes megjegyezni, hogy a 'névszóragerő' jelentésben is használt *deklináció* szó a latin *clinare* szóra vezethető vissza, az 'elhajlás' és az 'eltérülés', a *clinamen* lucretiusi fogalma tehát innen nézve is összefüggésben láttatja nyelv és mozgás működéseit. Köszönöm Simon Attilának, hogy erre az összefüggésre felhívta a figyelmem.

234–235) – szorosan következik a ritmus által létesített struktúrából. A ritmus egységei, amelyek önmagukban nem, csupán egymáshoz való viszonyukban férhetők hozzá, ebben az iteratív struktúrában és e struktúra szerveződésének eredményeképpen annyiban alkalmiak, amennyiben nem adnak esélyt az azonosításra, nem hordoznak olyan állandóságot, amely kiemelné őket az ismétlés egyéb elemei közül. A ritmus, ami Friedrich Nietzsche megállapítása szerint valamivé válás, az individuációra tett kísérlet (Nietzsche 1993, 338), itt nem érkezik meg a szingulárisba, ami az ismétlés elemeit önmagukban azonosíthatókká, magát a folyamatot pedig befejezhetővé tenné. A kötet azon ritka szöveghelyeinek egyike, ahol erről a „személytelenné szótagolt” pozícióról többet megtudhatunk, [*az én az a* című versben található, ahol miután arról értesülünk, hogy „Az én az ami sohasem hasonlító”, a hasonlat lehetetlenségét a vers egyrészt a pozíció teljes visszavonásával – „nincsen én” –, másrészt azzal magyarázza, hogy az „titokzatos mint elnyíló virág” (Borbély 1995, 12). Az elnyíló virág képe mint rögzíthetetlen, visszavont hasonlat annyiban mégis fontos lehet jelen kontextusban, hogy a titokzatosság, az azonosíthatatlanság, a hasonlat lehetetlensége éppen a szingularitásban rögzíthető másik hiánya miatt áll elő: az „elnyíló virág” pillanatnyiségében nem kimerevíthető folyamatot jelöl, egyszerre utalva a folyamat kezdetére, folytonosságára („nyíló”) és végére („el”), ráadásul a folyamat linearitásával ellentétes sorrendben. A valamivé válás, a megképződés lehetetlensége, a kép stabilizálhatatlansága az, ami e pozíció alkalmi jellegét, a folyamat lezáratlanságát és a hasonlat képtelenségét garantálja – a mozgás biológiai és a ritmus létesítő, a szöveg szerveződését meghatározó nyelvi önműködésének ugyanúgy sajátja tehát ez az előremutató nyitottságot eredményező rögzíthetetlenség.

A rögzítés és a hasonlítás lehetetlensége ugyanakkor nemcsak az „én” nyelven kívüli hozzáférhetetlensége és nyelven belüli rögzíthetetlensége révén, de az előbbi technikai vonatkozásaiban is kiemelt szerepet kap a kötetben. A sokszorosítás az 1990-es években elérhető, jellegzetes technikai eszköze, a fénymásológép, ami a rögzítés, a másolás mechanikus működését teszi lehetővé, a másolatkészítés feltételei és lehetséges tárgyai tekintetében lesz jelentős. Az [*én fénymásolok* című versben nemcsak szövegekről, a versbeli beszélő a fénymásolatba belelógó ujjáról, a séta közben talált természeti tárgyakról, levélről, virágról és lepkeszárnyról készül másolat, de magukról a szövegekről, illetve magáról az éppen olvasott versről is. Az „én” mint „személytelenné szótagolt”, alkalmi, a fenti értelmezés szerint megsokszorozódó jelölő itt annyiban érintett – mivel a test szingularitásához tartozó bőr és a tenyér szintén megsokszorozódásán keresztül lesz hozzáférhető („a tenyerem a ráncokkal egész szép”) – amennyiben a beszélő kijelenti: „másolatban terjedek” (Borbély 1995, 29).

A szingularitásban rögzíthetetlen testhez vagy akár az identitás azonosítására alkalmas ujjlenyomathoz („a szövegekbe belelóg az ujjam”) hasonlóan pedig a ritmus által létesített szövegek szingularitása is megszűnni látszik ebben a folyamatban, hiszen a „szövegekbe fénymásolok eztazt” kijelentés alapján az itt olvasott darabokat, amint ez a korábbiakban már előkerült, ismétlések generálják, maguk a szövegek egymás részleges másolataiként, azaz variációiként vannak tehát jelen. Az pedig, hogy

maga az éppen olvasott vers is fénymásolatként szerepel itt („fénymásolom neked mint ezt a verset”), az mindezen túl, a szöveg önmagában történő elérhetetlenségén kívül azt is jelenti, hogy a rögzíthetőség, ami a ritmus által létesített szöveg folyamatának egy adott fázisát tenné elérhetővé, az agambeni értelemben jelen idejűvé, itt csak a fénymásolat a szöveghez képest értett utólagosságában hozzáférhető. Ráadásul nem is a ritmus mindig előremutató nyitottságában vagy a mozgás állandó változásain keresztül, hanem felületként, ami egyszerre jelenti azt, hogy maga a szöveg nem a ritmus folytonosságában, hanem vizuális egységként, az írás térbeliségében van jelen, illetve azt is, hogy a természeti létezők is a fénymásológép felületképző, mozdulatlanba dermesztő működésén keresztül férhetők hozzá – a lepkeszárny ugyanúgy mozdulatlan, ahogy a levél vagy az ez esetben még csak nem is elnyíló virág, a bőr ráncai vagy a fénymásolt, a test mozgása, test és esemény szingularitása nélkül másolódó kézfogás („fénymásolok neked / egy kézfogást a jobbal és a ballal...” (Borbély 1995, 28).

A mozgás ugyanakkor nem a *stasis* ellentétéként érthető, hiszen a látszólag nyugalmi állapotban lévő dolgok is változásban vannak a rajtuk kívüliekhez képest – az agambeni eksztatikus jelenlét, a kívüllét vagy a kívülhelyeződés állapotával szemben a lucretiusi mozgás fogalma felől eleve nem megközelíthető a *stasis* állapota (Nail 2024, 110). Mozgás és ritmus pedig ilyen értelemben ugyanúgy hozzáférhetetlennek, rögzíthetetlennek bizonyul a természeti létező, mint a saját variációiból, az ismétlés által generálódó irodalmi szöveg esetében, de nemcsak a fénymásológép felületképző működése, a mediális közvetítettség,² de ritmus és mozgás felfüggeszthetatlensége miatt is.

Az ismétlés gépiessége a *Mint. minden. alkalom.* verseiben rendre összekapcsolódik a rögzíthetetlenség tapasztalatával. A vonatablakból az éjszakai állomások képként stabilizálhatatlanok, a lámpák magukban nem, csak „felvillanások, elnyúlt fénycsíkok” (Borbély 1995, 69) formájában hozzáférhetők. A mozgás, a ritmus folyamata itt nem engedi szingularitásukban láttatni a ritmus alapegységeit, legyen szó akár a „kirakatok üvegén” suhanó testről, mechanikusan mozgó struktúrákról, a körbe-körbe járó villamosokról (Borbély 1995, 31), a forgóajtóról vagy a „páterről”. A gépies ismétlődés hatására a versbeli beszélő „a térérzékét másképpen használja / mint aki lappang rejtve áttűnik...”. A mozgás folytonossága, amit otthonossággént jelöl meg [*az utóbbi időbe*] című vers, az én e terekbe való belevetettségével jár együtt: „ahogy magát a zebra beveti / vagy liftbe forgóajtóba práterbe / meg mindenféle térbe otthonos / így harcol ő a bomló téridőbe” (Borbély 1995, 24). A magát megint csak a mozgásra, az áradásra rábízó beszélő saját lappangó, rejtett, a mozgás fázisai közötti áttűnését tér és idő viszonyainak felbomlásaként tapasztalja meg, ami a jelenben való rögzíthetetlenséggel, a folyamat előremutató nyitottságával, saját pozíciójának stabilizálhatatlanságával jár együtt.

² „[A] változás eseménye, amely a »célnélküli mozgást« hozzáférhetetlen módon konstituálja, csak mediális helyettesítésekben észlelhető (s ezért uralhatatlan)...” (Kulcsár Szabó 2004, 202).

A csak fénymásolatként és nem a mozgás folyamatában hozzáférhető lepkeszárny képe ugyanakkor arra is felhívja a figyelmet, hogy a hasonlíthatatlanság nemcsak az „én”-re vonatkoztatható, ami az „élettel”, az élővel – akár az agambeni pusztá élettel – soha nem azonosíthatóként, de már grammatikai értelemben sem összeegyeztethetőként mutatkozik meg, amint az *[az életengem]* című vers első és utolsó sora alapján egyértelművé válik: „Az élet engem mindenütt követ [...] követem az életengemet...” (Borbély 1995, 37). A hasonlíthatatlanság ugyanis a természeti létezők esetében is fennáll, amennyiben minden rájuk irányuló rögzítési kísérlet lehetetlen – az élő mozgása és a nyelv áramlása ilyen értelemben párhuzamba állítható. A hasonlat fogalmának egyfajta meghatározásaként olvasható *[a' mintha]* című vers, ami ugyanúgy „titokzatosként” nevezi meg a hasonlat működését, ahogy az „elnyíló virág” visszavont hasonlata esetében is. A vers első sora, amely a hasonlat nyelvi jelölőinek felsorolásaként akár önmagában is értelmezhető, arra enged következtetni, hogy maga a hasonlat is csupán hasonlattal férhető hozzá („A hasonlat az olyan mint például”), miközben a folytatásban olvasható meghatározás szerint a hasonlat esetében nem történik más, mint hogy „a rózsához hasonló rózsaszínt / hasonlítom a rózsához megint...” (Borbély 1995, 24), ami a hasonlat lehetetlenségére, céltalanságára, ismételt visszavonására enged következtetni. Ez a titokzatosság pedig a vers folytatása szerint mindenre vonatkozik, ami változó: „a kézírás az arc egy piros virág / meg a mosoly szóval a változás / minden ami elmúló a mint.” A kézírás folytonossága, a virág a fentiekben tárgyalt változásai, az állandó mozgásban lévő test ugyanazért hasonlíthatatlanok – a mozgás és az ismétlés folytonosságának nincs olyan pontja, amely anélkül lehetne rögzíthető, hogy magát a folytonosságot ne fedné el. Ebből következően merül fel aztán a kötet egy későbbi darabjában, az *[azt keresem mi]* címűben az igény, hogy a hasonlatot tegye valahogyan a szöveg megkerülhetővé: „Azt keresem mi pusztán önmaga / nem funkció és nem hasonlata / nem az ami helyettesít vala...” (Borbély 1995, 41).

A természeti létezőkre és az emberi testre vonatkozó „hasonlíthatatlanság” natúra és kultúra összefüggéseit tekintve azért lehet jelen kontextusban különösen releváns, mert a kettő között nem az ökomimetikus viszonyok lesznek a fentiek alapján meghatározók. Az irodalmi nyelv – vagy akár az urbánus, épített környezet gépies világa – ugyanis nem a mindig mozgásban, a változás állapotában lévő natúra evokálására (Morton 2007, 33), leképezésére, reprezentációjára vállalkozik itt, a képszerű pedig mindig stabilizálhatatlanként tűnik elő. Az ökomimézis helyett – aminek Timothy Morton fogalommeghatározása szerint az lenne a célja, hogy megkerülje az esztétikai dimenziót, egyfajta közvetlenséget célozva – a fentiekben ezzel ellentétben egyrészt a natúra vonatkozásában mindig a közvetettség, a rögzíthetetlenség került előtérbe, másrészt mozgás és ritmus szoros összefüggésein keresztül anyagukból eredeztethető biológiai és nyelvi önműködéseik. A ritmus ismétlésen alapuló struktúrája pedig már csak azért is ellenáll a hasonlatok megképződésének, illetve általában a mimetikus viszonyoknak, mert ahogy Deleuze az ismétlésről értekezve már könyve elején leszögezi, ismétlés és hasonlóság szélsőséges módon eltérnek egymástól (Deleuze 1994, 1).

Az ismétlés, amint Borbély a fentiekben szóba hozott verseiben is megtapasztalhatuk, a már idézett nietzschei tételre reagáló Deleuze nézőpontjából az én szétoldódásához vezet (Deleuze 1994, 11); az ismétlés innen nézve az identifikáció, a hasonulás mozzanata nélkül történik. Éppen azért lehet az elmozdulásnak, a kibomlásnak, a növekedésnek, az identifikáció statikusságától – a stasistól – független mozgásnak (Nail 2024, 109), a szöveg szerveződésének a forrása vagy akár magja, mert a költői nyelvet szervező ismétlés, például a rím „verbális ismétlés, de olyan ismétlés, amely magában foglalja a két szó közötti különbséget, amely különbséget aztán beírja a költői idea középpontjába” (Deleuze, 1994, 21).

A különbözőség, ami innen nézve forrása lesz a szöveg szerveződésének, az iteratív szerkezeteket meghatározó és az egész szöveget mozgató tényező. A *Mint. minden. alkalom.* esetében ez nemcsak a szövegeken belüli ismétléseken keresztül látszott megvalósulni, de a kötet egészében is, hiszen a kötet szerveződésének egyik legjellemzőbb módja, hogy több szöveg is ugyanazokkal a szavakkal, szerkezetekkel, ezek variatív ismétléseivel indul – az ismétléses szerkezetekben szükségszerűen megjelenő különbözőség adja azt a feszültséget, amely hozzájárul a szövegek további alakulásához. Az ismétlés, ami mindig magában hordozza az ismételtet – és már csak emiatt sem lesz soha helyettesíthető vele és hasonlítható hozzá –, a különböző állandó jelenlétében történik. Az a rögzíthetetlen folyamatszerűség, ami ritmus és a soha nem a stasisból eredő mozgás esetében megfigyelhető, éppen ezzel, az ismételt hátrahagyásának a lehetetlenségével, a folyamat adott állapotainak önmagukban vett elérhetetlenségével hozható összefüggésbe. Az a külső behatás nélküli, a saját anyagból származó önműködés pedig, amely mindkét esetben alapvetőnek bizonyult, a ritmusról beszélve a szükségszerűen megképződő, állandóan jelen lévő nyelvi különbségekből származó feszültségből ered.

Amellett, hogy a kötet számos verse reflektál a hasonlóság által megképződő ismétlés lehetetlenségére, ahogy például éppen a nyitóvers is, maga az ismétlés igen erőteljes szövegszervező eljárásaként működik. Az *[ahogy most,* című vers felütése éppen ezt a kettősséget foglalja magában:

Ahogy most itt megyek
már sokszor mentem itt
most mégsem úgy megyek
mint máskor menni szoktam...”
(Borbély 1995, 7)

Az idézetben kétszer szereplő „most” szó olyan állapotot, illetve állapotokat jelöl, amelyekkel kapcsolatban éppen arról értesülünk, hogy ezek nem hasonlíthatóak – annak ellenére, hogy ugyanaz a szó szerepel az első és a harmadik sorban, a vers nem is csupán azt teszi kérdéssé, hogy ezek hasonlóak-e egymáshoz, hanem hogy viszonyuk mennyiben határozható meg egyáltalán a hasonlóság alapján. Az első alkalommal szereplő „most” szó, ami önmagában még utalhatna valamiféle szingularitásra,

az esemény jelen idejére, és amit már a kötet első szavaként szereplő, viszonyképző „ahogy” megfoszt az önmagában való értelmezhetőség lehetőségétől, a szót követő „itt” rögzíthetetlensége és ebből fakadó általános érvénye, az esemény konkrét jellegének elvesztése miatt eleve nem utalhat semmiféle egyediségre. Ahhoz hasonlóan tételeződik itt a működő ritmus hozzáférhetetlenségében a térben mozgó test, ahogy [*a lábnyomát* című versben, ami elbizonytalanítja nyom és lépés viszonyát, a lépés biológiai ritmusát a lábnyom felől,³ ennek mintegy előzetes struktúrájában határozva meg, ahogy a fénymásológép is csupán felületet képezve – bár utólag – volt képes a mozgásra közvetve rámutatni: „a lábnyomát hogy vissza követem / a lábnyomát a ritmusát a léptét...” (Borbély 1995, 28). A nyitóvers második sora, ami a szingularitást kizáró értelmezést egyértelművé teszi, mindezzel együtt ismétlésként tünteti fel a vers alaphelyzetét, nincs tehát olyan kiindulópontja a könyvnek, amely ne már eleve iteratív struktúrákba épülne – a rögzíthetőség, az ismétléses szerkezet egyes elemeinek kiemelése, önmagában állása eleve lehetetlen, a ritmus önműködésével párhuzamos, sokszor ezáltal meghatározott iterativitás hatókörén nem tud kilépni a szöveg.

A második alkalommal szereplő „most” szó ugyanakkor, az ismétléssel kapcsolatos már említett belátások szerint magában hordozza azt a különbözőséget, amely a szó megkettőződésével már eleve előáll, hiszen az ismételt hátrahagyása nem lehetséges. A visszaütés nemcsak a vers előtti alkalmakra, de az első sorban lévő „most” szóra is vonatkozik, ilyen módon pedig ezek között is megképződik egy különbözőséget, sőt reflektivitást hordozó viszony, miközben éppen ez a megkettőződés teszi egyértelművé az önmagukban állás lehetetlenségét, hiszen mindkettő valamiféle, a másikat kioltó pillanatnyiságot hordoz magában. A két szó között ilyen módon előáll, a két szó önmagában állását egyszerre felülíró feszültség olyan betöltetlen, üres helyet képez, amely a vers további épülését is katalizálja – a kétsoronként rendre előkerülő „most” szó a jelenvalóságában rögzíthetetlen eseményt végül egy, a vers időbeliségét szükségyszerűen teljesen felborító és magát az eseményt mindenféle aktualitástól végleg megfosztó két sorban kulminál: „most mégis úgy megyek / hogy többé sose mentem”. A vers épülése, szerveződése, aminek ez a betöltetlenség lesz a forrása, amennyiben megint csak egyfajta rögzíthetetlenségként hordozza magában előremutató nyitottságát, az ismétlések és az általuk előálló ritmus önműködésének eredménye. A rögzíthetetlenség miatt újra és újra megismételt szavak között a vers első szakaszához hasonlóan előálló viszony, az ismétlő és ismételt pozícióját egyszerre elbizonytalanító visszaütések, a közöttük megképződő különbözőség okozta nyelvi feszültség az, amely a ritmus önműködését generálja – a mozgás önműködéséhez hasonlóan az anyag áramlását olyan eltérések létesítik, amelyek külső behatás nélkül, a saját anyag belső viszonyaiból származnak. Az azonos alakú és hangzású szavak megismétlésének módját – ahhoz hasonlóan, ahogy az „én” is mint „helyzet”, alkalmilag kitölthető, de soha nem rögzíthető üres hely tételeződött a korábbiakban – rímhelyzetbe

³ Az esemény egyszerűségében benne rejlő ismételtettség és a nyom térbeliségének kérdését Bónus Tibor élet és halál kontextusában, Jacques Derrida felől tárgyalja (Bónus 2024, 69).

kerülésük és a jambusokat „kisegítő” funkciójuk határozza meg, a vers akusztikus működései, illetve önműködései tehát saját anyagiságában jelölik ki a szöveg áramlásának forrását.

Mindez különösen egyértelművé válik a nyitóvers ismét egyfajta verziójaként generálódó *[ahogy így]* című szöveg esetében, ahol a variatív ismétlésként képződő első néhány sor után a saját anyagából előálló szövegben csupán jambus, rímhelyzet és a kiüresedett hasonlító szerkezet marad stabil, mind a grammatikai, mind a szemantikai, mind a szintaktikai viszonyokat felülírni látszik ugyanis a hangzósság, a ritmus önműködése: „ha úgy ahogy megyek / mint így talán hogy most / akkor nem úgy megyek / ahogy mint már így most” (Borbély 1995, 40). A szöveg a hívórím és a jambus által létesített előremutató nyitottsága itt már nem a szemantikai variációk megképzése felé mutat, a már előzőleg is többször használt, a saját szövegtestből kiemelt szavak újbóli előkerülését vagy hátrahagyását már csak a ritmusba történő beilleszthetőségük határozza meg. Ahogy a korábban idézett *[azt keresem mi]* című vers rámutat, a kötet darabjai az önmagában álló keresését célozzák, ez azonban nem vezethet eredményre, mert ez az igény nem teljesülhet hasonlatok mentén („Azt keresem mi pusztán önmaga / nem funkció és nem hasonlata”), tehát ebben az ismétléses struktúrában nem a szemantikai hasonlóság garantálja a szöveg szerveződését (Borbély 1995, 41). A hívórímben igényként felmerülő önmagaságra, identifikációra, magában állásra nem válaszolhat hasonlat, a vers generálódásának nem lehet alapja a hasonlóság, legjobb esetben is csak az azonosalakúság ellenére az ismétlés miatt előálló különbözőség – az „önmaga” szó megismétlése nem jelentene mást, mint rögzíthetőségétől való megfosztását, hiszen a fent megfogalmazottak szerint ahogy a ritmus, úgy az ismétlés sem lehet az identifikáció igényének beteljesítője.

A *Mint. minden. alkalom.* szövegfolyamának éppen ebből ered rögzíthetetlensége, folytonos, előremutató nyitottsága – a jambikus ritmus és a hívórímek által generált szöveg nem állhat elő olyan ritmikus egységgel, olyan válaszrímmel, ami ezt a folyamatot a szöveg által keltett igényeknek megfelelően lezárni tudná. Mivel sem szemantikai hasonlósággal, sem azonosalakúsággal nem válaszolhat, csak a ritmikai alapon kiválasztódó, a ritmus önműködésének megfelelő folytatás lehetséges számára – a szövegfolyam folytonossága ebből a szükségszerű különbözőség által generált önműködésből származtatható. Ebben az előremutató nyitottságban csak olyan válaszrím érkezik a hívórímre – amely az ismétléses struktúrában már eleve magában hordozza a különbözőségből eredő feszültséget –, amely továbbra is fenntartja azt, hiszen miközben változatokat képez, lehetővé teszi a szövegtérképek által generált áramlását. A szöveg ebből a mindvégig jelen lévő nyelvi feszültségből szerveződik, amely a ritmus által szükségessé tett, folytonosságához elengedhetetlen iterativitás miatt mindenképpen előáll a ritmikus működések révén szerveződő irodalmi szövegekben. A biológiai értelemben vett mozgáshoz hasonlóan tehát a nyelvi ritmusról is elmondható, hogy saját belső viszonyai és anyagisége révén fejt ki létesítő önműködést – a natúra a saját irányától eltérő mozgásból való kibomlása ugyanúgy alapvető, mint a nyelvi ritmus az iterativitás révén különbözőséget termelő létesítő szerepe. A natúra, ami az anyag

áramlása közben „szövődik dolgokká”, ilyen módon helyezhető a költészet nyelve, a ritmus és az ismétlés által szerveződő textus mellé.

A tanulmány megírását az NKFIH FK-146513 sz. projektje támogatta.

Irodalomjegyzék

- Agamben, Giorgio (1999). *The Man Without Content*. Ford. Albert, Giorgia. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Arisztotelész (2010). *A természet*. Ford. Bognár László. Budapest: L'Harmattan Kiadó.
- Benveniste, Emile (1973). *Problems in General Linguistics*. Ford. Meek, Mary Elizabeth. Oxford, OH: University of Miami Press.
- Bónus Tibor (2024). *Élő halál. Gyász, hagyaték és túlélet József Attilánál*. Budapest: Kortárs.
- Borbély Szilárd (1995). *Mint. minden. alkalom*. JAK-füzetek 78. Budapest: József Attila Kör–Balassi Kiadó.
- Deleuze, Gilles (1994). *Difference and Repetition*. Ford. Patton, Paul. New York, NY: Columbia University Press.
- Deleuze, Gilles (2017). „Lucretius and Naturalism”. Ford. Bly, Jared C. In: Greenstine, Abraham Jacob – Johnson, Ryan J., szerk. *Contemporary Encounters with Ancient Metaphysics*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Harmath Artemisz (2012). *Kacér romok. A kortárs magyar líráról*. Budapest: Kalligram Kiadó.
- Kulcsár Szabó Ernő (2004). „A líra kinetográfiája és az »én« kívülhelyezése. A mozgás »írhatóságának« avantgarde és későmodern technikái”. In: Kulcsár Szabó Ernő. *Szöveg – Medialitás – Filológia. Költészettörténet és kulturalitás a modernségben*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Lucretius [Titus Lucretius Carus] (2010). *A természetről*. Ford. Tóth Béla. Budapest: Kossuth Kiadó.
- Morton, Timothy (2007). *Ecology without Nature. Rethinking Environmental Aesthetics*. Cambridge, MA–London, UK: Harvard University Press.
- Nail, Thomas (2024). *Matter and Motion. A Brief History of Kinetic Materialism*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Nietzsche, Friedrich (1993). *Werke. Kritische Gesamtausgabe*. Szerk. Colli, Giorgio et al. Berlin: Walter de Gruyter.
- Széplaky Gerda (2016). „Helyettesítő áldozat. Borbély Szilárd második korszakáról”. *Studia Litteraria* 1–2, 230–251. <https://doi.org/10.37415/studia/2016/55/4251>.

Scherf Emil, a Milanković–Bacsák-ciklus első alkalmazója a földtanban

Emil Scherf, the First to Apply the Milanković–Bacsák Cycle in Geology

Hágen András

Déli Agrárszakképzési Centrum Bereczki Máté Szakközépiskola, Baja
hagena@freemail.hu

Absztrakt

A múlt században matematikai formába öntött Milanković–Bacsák-ciklus megfelelő egzakt magyarázatot ad a legutóbbi jégkorszak kialakulására és időrendjére. A geológiában és az őslénytanban azonban csak az 1950-es években figyeltek fel az üledékes kőzetek és az őshajlat közti párhuzamra. Magyarországon Scherf Emil földtudós már 1936-ban észrevette a hasonlóságokat a paksi pleisztocén szelvényben. Nemzetközi szinten is elsőként alkalmazta a Milanković–Bacsák-elméletet a negyedidőszaki rétegekre. Ebből is látszik, hogy a 20. századi Magyarország nem volt lemaradva a nemzetközi tudományos vérkeringésben, sokkal inkább az élmezőnyébe tartozott. Az elmúlt évtizedek nemzetközi geológiai és paleoklimatológiai kutatásainak szemszögéből nézve tudománytörténeti szempontból nagyon fontos tény, hogy a Milanković–Bacsák-ciklus első alkalmazása földtani képződményekre egy magyar geológushoz, Scherf Emilhez köthető.

Abstract

The Milanković–Bacsák cycle, mathematically formalized in the last century, provides a precise explanation of the formation and chronological sequence of the last Ice Age. However, it was not until the 1950s that the parallels between sedimentary rocks and the palaeoclimate began to be recognized in geology and palaeontology. In Hungary, the geologist Emil Scherf noticed the similarities in the Paks Pleistocene layer as early as 1936. He was the first to apply the Milanković–Bacsák theory to Quaternary strata internationally. This also shows that Hungary in the 20th century was not behind in the international scientific circles, but was at the forefront. From the perspective of recent international geological and palaeoclimatological research, it is a significant fact in the history of science that the first application of the Milanković–Bacsák cycle to geological formations can be attributed to the Hungarian geologist Emil Scherf.

Kulcsszavak: Milanković–Bacsák-ciklus, Scherf Emil, pleisztocén, jégkorszak

Keywords: Milanković–Bacsák cycle, Emil Scherf, Pleistocene, Ice Age

Bevezetés

A Föld éghajlata folyamatosan változott az évmilliárdok folyamán. A földtörténeti múltban előfordultak jégkorszakok és viszonylag hosszú eljegesedés nélküli időszakok. A legutóbbi jégkorszak megközelítőleg 600 000 éve kezdődött és 10 000 éve ért

véget. A jégkorszakok kialakulását vissza lehet vezetni földi (terresztrikus) és csillagászati (extraterresztrikus) okokra egyaránt.

A legismertebb és egzakt tényekkel a legjobban igazolható elmélet a csillagászati tényezőkből kiinduló Milanković–Bacsák-ciklus. E ciklusban a Föld Nap körüli keringését leíró három pályaelem periodikus váltakozása a kulcsmozzanat. A három közül az első egy 40 000 éves időintervallumhoz kötött tengelyferdeség-változás. A második a Föld pályájának 92 000 éves periodicitású excentricitásváltozása, míg a harmadik egy 21 000 éves periódusú apszisvonalmozgás. Ez a három pályaelem-változás (röviden Milanković–Bacsák-ciklus) is okozhat éghajlatváltozást, mivel e három tényező együttes hatására a nyári napsugárzás mennyisége az Északi-sark közelében akár 20%-kal is csökkenhet.

Milutin Milankovićot megelőzően Joseph Alphonse Adhémar (1842), James Croll (1864) és Grove Karl Gilbert (1895) ismerték fel elsőként, hogy a Föld keringésének változásai befolyásolják a különböző szélességi körökre érkező napsugárzást, csak nem tudták matematikai formába önteni. Milanković foglalta össze a három tudós elméletét matematikai apparátusba egy 1920-ban megjelent tanulmányában (Milankovich 1920).

Hazánkban Bacsák György volt, aki felismerte és népszerűsítette Milutin Milanković dolgozatát (Bacsák 1940). A magyar polihisztort olyannyira magával ragadta a szerb mérnök munkája, hogy német nyelven élénk levelezést folytattak. Bacsák 56 levelet írt kollégájának, míg Milanković tíz levelet Bacsáknak. Levelezésük során Bacsák hívja fel a figyelmet Milanković matematikai tévesztésére a számításban (Hágen 2020). A szerb kutató számításait a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárában végezte.

Földtani alkalmazás

A Milanković–Bacsák-ciklus során a Föld pályaelemeinek periodikus változásai az üledékes kőzetekben nyomon követhetők, így azok alapján a földtörténeti idő is mérhető, és az őségajlat rekonstruálható (Vallner–Bajnai–Pálffy 2020). A 20. század elején, amikor a szerb tudós összefoglalta a csillagászati alapokon nyugvó éghajlatváltozás elméletét, csupán a meteorológusok fogadták azt el. Magyarországon elsőként Marczell György írta le pozitív véleményét az elméletéről 1920-ban (Hágen 2021).

A földtani szakemberek nem is akarták elfogadni Milanković elméletét, hasonlóan a kontinensvándorlás Wegener-féle elméletéhez. A korabeli földtudósok úgy gondolták, hogy a kontinensek elhelyezkedése a múltban változatlan volt, nem mozgottak semerre. Talán azért, mert úgy gondolták, hogy semmiféle erő nem ismert, amely akkora tömeget képes lenne elmozdítani. Hazánkban Eötvös Loránd volt, aki magyarázatot adott a kontinensvándorlás elméletére a „sarki taszítóerő” leírásával (Hágen 2019). Napjainkban már tudjuk, hogy a „sarki taszítóerő” nem lenne képes a kontinensek „mozgatására”, sokkal inkább a Föld mélyén lezajló konvektív áramlások okozzák a kőzetlemezek mozgását (lemeztektonika).

A kontinensvándorlás elméletét csak az 1960-as években sikerült bizonyítékokkal alátámasztani. A Milanković-elméletet pedig – Bacsák György népszerűsítő munkájának köszönhetően – az 1950-es években a geológusok és paleontológusok körében. Azonban a geológusok között, nemzetközi szinten is az elsők között, egy magyar szakember vette észre a Milanković–Bacsák-ciklus lehetséges gyakorlati alkalmazását negyedidőszaki képződményekben.

Scherf Emil élete

Scherf Emil az olaszországi Trentóban született 1889. június 4-én. Vegyészmérnöki diplomát szerzett a budapesti Műegyetemen 1911-ben. A földtan iránti érdeklődést Schafarzik Ferenc keltette fel benne. Az egyetem után az Agrokémiai Tanszéken dolgozott az első világháború kitöréséig. A háborúban végig katona volt (Székyné Fux 1969). A világhévízt követően a Magyar Királyi Földtani Intézetbe került, ahol Treitz Péter agrogeológus mellett dolgozott. Doktori fokozatát 1924-ben szerezte meg a budapesti tudományegyetemen. Ugyanebben az évben Rockefeller-ösztöndíjasként a zürichi Műegyetemen Georg Wigner professzor mellett dolgozott. Visszatérve a Földtani Intézetbe főgeológusként dolgozott egészen nyugdíjba vonulásáig.

Scherf kezdetben talajtani térképezéssel foglalkozott. A legelső között ismerte fel, hogy a talajképződés során a klimatikus tényezők mellett döntő szerepe van az anyakőzetnek is. Felismerte, hogy az Alföld elégtelen nyári csapadékelátottsága mellett mennyi öntözővízre lenne szükség a növényzet optimális vegetációjához (Székyné Fux 1969).

Az agrogeológiai kutatásai mellett érdeklődése és tevékenysége fokozatosan a pleisztocén kutatása irányába tolódott. A kiskunfélegyházi városi téglagyár agyag-gödrében 1927-ben szubglaciális fenyőktől és hidegtűrő mohákból álló felső pleisztocén réteget mutatott ki. Ebből az eredményéből kiindulva sikerült egy teljes pleisztocén szelvényt leírnia Pakson. Véleménye szerint a jégkorszak több glaciálisból és interglaciálisból állt. Ez volt az ún. poliglaciális elmélet, amellyel egy új pleisztocén kronológiát állított fel (Sümegi et al. 2022). Elméletét 1936-ban a Bécsben megrendezett III. INQUA (International Union for Quaternary Research, Negyedkorkutatás Nemzetközi Szövetsége) Nemzetközi Kongresszuson ismertette.

Negyedidőszaki konferencia

A híres magyar geológus, Szabó József szerint a magyar Alföldön csak egyetlen glaciális, ún. monoglaciális volt. Ugyanezt gondolták a nemzetközi földtudósok is. Albrecht Penck és Eduard Brückner mutatták ki az Alpok esetében, hogy négy glaciális volt, és köztük három interglaciális.¹ Scherf Emil felettése, Treitz Péter szerint hazánkban

¹ A 20. század elején sokáig úgy vélték, hogy a 15. században kezdődött „kis jégkorszak” egy újabb glaciális korszak az alpi jégkorszakon belül. Még az 1970-es és 1980-as években is úgy gondolták, hogy egy új jégkorszakban vagyunk. Ma már tudjuk, hogy nem.

két jégár volt, és egyetlen meleg időszak. A neves földrajztudós, Cholnoky Jenő is Treitz észrevételeinek elfogadását szorgalmazta. Velük ellentétben Horusitzky Henrik szerint három glaciális volt, amelyet két interglaciális választott el. Horusitzky szerint az első jégár erősen nedves és hűvös, míg a további kettő csak pusztán hűvös és száraz volt (Scherf 1936). A geológia rokon tudományának művelői, például a zoológusok, a régészek és a barlangászok az egyszerű, ún. monoglaciális elvben hittek.

Scherf kihangsúlyozta, hogy már az 1927-es kiskunfélegyházi felmérések során felmerült benne a poliglaciális elmélet az Alföld esetében (1. táblázat). A legtökéletesebb bizonyítékot azonban a 43 méter mély paksi gödörben fedezte fel. Az előzőleg a területen kutató híres Bulla Béla 4 paleotalajszintet ért el, míg Scherf felmérése a gödör aljáig 10 interglaciális során képződött paleotalajszintet írt le. Scherf véleménye szerint ez a 10 szint a poliglaciális elmélet alkalmazása esetén pontosan beleillik Barthel Eberl sémájába, valamint Frederic Everard Zeuner Európáról készített jégkorszak-kronológiájába. A magyar kutató ezenkívül megjegyzi, hogy Magyarország területén a lösz és paleotalaj ritmikus váltakozásai a Milutin Milanković által csillagászati okokkal magyarázott klímaváltozásnak megfelelő bizonyítékokat hagytak hátra.

1. táblázat. Klíma- és természetföldrajzi változások a felső pleisztocénben a magyar Alföldön

Jellemzők	Interglaciális			Glaciális
	kezdete	közepe	vége	
Üledék típusa	kékes homok	üledéklerakódási szünet, lombhullató vegetáció	üledéklerakódási szünet, tűlevelű erdők és mohavegetáció	homok és lösz
Klíma	mérsékelt csapadékos (forró nyár)	mérsékelt csapadékos (forró nyár)	hűvös, csapadékos (hideg nyár)	hűvös, száraz periglaciális sztyeppe
A földtani periódus jellegzetessége	korai interglaciális	az interglaciális maximuma	az interglaciális vége (szubglaciális)	glaciális periódus
Dinamikus földtani folyamatok	lassú fluviális (folyóvízi) feltöltődés	fluviális erózió	fluviális erózió	eolikus (szél általi) feltöltődés, egy részén fluviális feltöltődés

Forrás: saját szerkesztés Scherf 1936 alapján

A magyar geológus megfigyelte a paksi szelvényben a Günz II. és a Mindel I. interglaciális jelentő barnászöröses agyagrétegeket. Az agyagból az átmenetet alul és felül egyaránt nem típusos sárgás löszképződmények, hanem barnászöröses lösz képezi. Ez mutatja, hogy interglaciálisból nagyon gyorsan váltott a klíma szárazabbra

és hűvösebbre. Ugyancsak feltűnt neki a mészkicsapódás, amely szerinte az interglaciálisok során a talajvízzel megtelt agyagrétegekből származik.

Előadásának végén Scherf Emil kihangsúlyozza, hogy a glaciálisok és interglaciálisok intenzitásának becsléséhez szükség lenne a Milanković-elméletre, arra az elméletre, amely matematikailag csodásan igazolná a jégkorszak időrendjét és a klímaváltozás erősségét: „Ilyen módon valószínűleg lehetővé válik a M. Milankovitch által oly briliánsan levezetett jégkorszaki kronológia induktív tesztelése a napsugárzásból matematikai levezetés révén, valamint az egyéni klímaingadozások intenzitása tekintetében is.”²

Előadásának nemzetközi sikere lett, olyannyira, hogy Scherf Emilen keresztül Magyarországot kérték fel az 1939-es INQUA Nemzetközi Kongresszus megrendezésére. A kongresszust a második világháború miatt nem tartották meg. A háború végén új időpontot írtak ki a megrendezésre, amelynek ugyancsak Magyarország lett volna a helyszíne 1948-ban. Azonban a konferencia ugyancsak elmaradt a nyugati és keleti tömbök szakadása miatt. Ez hatalmas törést jelentett Scherf Emil életében. A magyarországi negyedidőszaki kutatásokban utána már nem kívánt részt venni. A továbbiakban a mérnökgeológia irányába tolódott érdeklődése. Tragikus hirtelenséggel hunyt el egy balesetben 1967. július 14-én.

A Milanković–Bacsák-ciklust a földtanban Scherf Emilt követően hazánkban elsőként Kriván Pál (1955) alkalmazta helyesen a paksi alapszelvényen. Krivánt követően Szederkényi Tibor (1963) egy mecseki (Szilágy) miocén kori szarmata emeletbeli rétegben alkalmazta, valamint Haas János és szerzőtársai (1994) a Sümeg-Mogyorósdombi tűzköves mészkő esetében. Őket követően további alkalmazásokra került sor Magyarországon, és még számos képződményen lehetőség lenne alkalmazni a Milanković–Bacsák-ciklust.

Zárógondolatok

A Milanković–Bacsák-elmélet első földtani alkalmazása hazánkban egy sokáig mérnökgeológusként és hidrogeológusként ismert kutató nevéhez kötődik. Scherf Emil tökéletesen írta le a paksi szelvény pleisztocén rétegsorát. Nem publikált sokat. A poliglaciális jégkorszak és a Milanković-elmélet közötti párhuzamra az 1936-os bécsi, német nyelvű INQUA-konferenciakötetben hívta fel a figyelmet. Nemzetközi szinten is nagy tisztelettel emlékezünk Scherf Emilre. Tudománytörténeti szempontból fontos megállapítani, hogy forradalmasította a Milanković–Bacsák-ciklus alkalmazását a geológiában.

² „Es wird auf diese Weise wahrscheinlich eine induktive Nachprüfung der von M. Milankovitch in so glänzender Weise durch mathematische Deduktion aus der solaren Strahlung abgeleiteten Eiszeitchronologie auch in bezug auf die Intensität der einzelnen Klimaschwankungen möglich werden” (Scherf 1936).

Irodalomjegyzék

- Adhémar, Joseph A. (1842). *Révolutions de la mer*. Paris: Carilion-Goeury & V. Dalmont.
- Bacsák György (1940). „Az interglaciális korszakok értelmezése”. *Az Időjárás* 44/1–2, 3–4, 5–6, 8–16, 62–69, 105–108.
- Croll, James (1864). „On the Physical Cause of the Change of Climate During Geological Epochs”. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 28/187, 121–137. <https://doi.org/10.1080/14786446408643733>.
- Gilbert, Grove Karl (1895). „Sedimentary Measurement of Cretaceous Time”. *The Journal of Geology* 3/2, 121–127. <https://doi.org/10.1086/607150>.
- Haas, János – Ó. Kovács, Lajos – Tardi-Filác, Edit (1994). „Orbitally Forced Cyclical Changes in the Quantity of Calcareous and Siliceous Micro Fossils in an Upper Jurassic to Lower Cretaceous Pelagic Basin Succession, Bakony Mountains, Hungary”. *Sedimentology* 41/4, 643–653. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1994.tb01415.x>.
- Hágen András (2019). „Sarki taszítóerő és a kontinensvándorlás elmélete – Közös pontok Eötvös és Wegener munkásságában”. *Természet Világa – Természettudományi Közöny* 150/11, 497–501.
- Hágen András (2020). „Levezetés Bacsák György és Milutin Milanković között”. *Magyar Tudomány* 181/5, 691–702. <https://doi.org/10.1556/2065.181.2020.5.11>.
- Hágen András (2021). „Marczell György emlékezete (1871–1943)”. *Földrajzi Közlemények* 145/3, 261–262.
- Kriván Pál (1955). „A közép-európai pleisztocén éghajlati tagolódása és a paksi alapszelvény”. *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 43/3, 160.
- Milankovich, Milutin (1920). *Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la radiation solaire*. Paris: Gauthier-Villars.
- Scherf Emil (1936). „Versuch einer Einteilung des ungarischen Pleistozäns auf moderner polyglazialis-tischer Grundlage”. In: Götzinger, Gustav, szerk. *Verhandlungen der III. Internationalen Quartär-Konferenz. Wien, September 1936*. Wien: Geologische Landesanstalt, 237–249.
- Sümei Pál et al. (2022). „A témával kapcsolatos kutatási előzmények”. In: Sümei Pál et al., szerk. *A sárgaföld emlékezete. A Kárpát-medence löszös szintjeinek kialakulása és fejlődéstörténete*. Szeged: Geolitera Kiadó, 15–42.
- Szederkényi Tibor (1963). „Üledékképződési időszámítás a délmecseki szarmata rétegekben”. *Földtani Közöny* 93/1, 54–62.
- Székyné Fux Vilma (1969). „Dr. Scherf Emil emlékezete (1889–1967)”. *Földtani Közöny* 99/1, 7–12.
- Vallner Zsolt – Bajnai Dávid – Pálffy József (2020). „A ciklussztratigráfia és az asztrokronológia korsze-rű módszerei és alkalmazásuk”. *Földtani Közöny* 150/4, 489–509.

Érmék a Magyar Tudományos Akadémia alapításának 200. évfordulója tiszteletére

Coins Commemorating the 200th Anniversary of the Founding of the Hungarian Academy of Sciences

Horváthné Rudolf Teréz

vezérigazgató, Magyar Pénzverő Zrt., Budapest

Magyarország jegybankja, a Magyar Nemzeti Bank elsődleges, törvényben is rögzített feladata az árstabilitás elérése és fenntartása, ugyanakkor elkötelezett az értékörzés és a pénzügyi ismeretterjesztés nemes feladata mellett is, ezért 1968 óta rendszeresen bocsát ki emlékérmeket az ország jelentős történelmi, tudományos, kulturális eseményei és évfordulóinak kapcsán. A Magyar Tudományos Akadémia alapításának 200. évfordulója tiszteletére az MNB 200 forintos forgalmiérme-emlékváltozatot, valamint 20 000 forint névértékű ezüst és 3000 forint címletű színesfém emlékérmét bocsátott ki 2025. november 5-én (1–2. ábra). A forgalmiérme-emlékváltozatot Bitó János Balázs ötvösművész, míg az emlékérmék előoldalát Veres Gábor szobrászművész, hátoldalát Fritz Mihály szobrászművész tervezte.

Ezeknek az érméknek az elsődleges szerepe az érték közvetítés, valamint a rajtuk szereplő tematika iránti figyelemfelkeltés. Míg a 200 forintos forgalmiérme-emlékváltozat a pénzforgalmi csatornákon keresztül jut el a lakossághoz, és a készpénzes vásárlások során a visszajáró aprók között található meg, addig a „klasszikus” emlékérmék használata a mindennapi fizetési forgalomban kerülendő, hiszen korlátozott példányszámuk és igényes művészi kivitelezésük miatt egyedi értéket képviselnek. A rajtuk szereplő névérték ezen érmék gyűjtői értékének megőrzését szolgálja. Az ezüst és a színesfém emlékérmék éremképileg azonosak, csak értékjelzésükben (névértékükben) térnek el egymástól.

Az emlékérmék előlapja a Magyar Tudományos Akadémia mai székházát és annak környezetét ábrázolja, előtérben a Lánchíd részletével. A városképbe ágyazott épületábrázolás is utalás arra, hogy az MTA a tudományos élet fellegváraként meghatározó szerepet játszik hazánk életében. Az előlapon találhatóak továbbá az emlékérmék kötelező elemei: a kibocsátóra utaló „MAGYARORSZÁG” felirat, az értékjelzés, valamint a „FORINT” felirat, a „BP.” verdejel és a „2025” verési évszám. Jobb oldalon, az MTA előtti tér ábrázolásában látható az előlapot tervező szobrászművész, Veres Gábor mesterjegye.

Az emlékérmék hátlapján Holló Barnabás *A Magyar Tudományos Akadémia alapítása* című, 1891-ben készült domborművének érmére adaptált ábrázolása szerepel (3–4. ábra). Felette az alapítás évére utaló „1825” évszám, alatta négy sorba



1. ábra. A 20 000 forint névértékű ezüst emlékérmé előlapja
Forrás: Magyar Nemzeti Bank. Fotó: Gedai Csaba



2. ábra. A 3000 forint címletű színesfém emlékérmé előlapja
Forrás: Magyar Nemzeti Bank. Fotó: Gedai Csaba



3. ábra. A 20 000 forint névértékű ezüst emlékérmé hátlapja
Forrás: Magyar Nemzeti Bank. Fotó: Gedai Csaba



4. ábra. A 3000 forint címletű színesfém emlékérmé hátlapja
Forrás: Magyar Nemzeti Bank. Fotó: Gedai Csaba



5. ábra. A 200 forintos forgalmiérme- emlékváltozat
Forrás: Magyar Nemzeti Bank. Fotó: Gedai Csaba

tördelve a „200 ÉVES | A MAGYAR | TUDOMÁNYOS | AKADÉMIA” felirat jelenik meg.

A hátlapot tervező Fritz Mihály szobrászművész mesterjegye az érmeoldal bal szélén található a dombormű ábrázolásába rejtve. Az emlékérmék korlátozott példányszámban jelennek meg, a kétféle alapanyagú érmetípusból egyaránt 5000-5000 db készíthető.



6. ábra. A 200 forintos forgalmiérme-emlékváltozat különleges tematikus oldala
Forrás: Magyar Nemzeti Bank. Fotó: Gedai Csaba

A jubileum kiemelt jelentőségére tekintettel a jegybank az emlékérmék mellett, megújult tematikai oldallal, 200 forintos forgalmiérme-émlékváltozatot is kibocsátott (5. ábra). A 200 forintos forgalmiérme-émlékváltozat névértékes oldala megegyezik a jelenleg forgalomban lévő, azonos címletű forgalmi érme címletoldalával, a tematikus oldalon azonban a megszokott Lánchíd-ábrázolás helyett Hébé, az örök ifjúság görög istennője látható, amint felemelt jobbával a tudás serlegét nyújtja a nemzetet jelképező sasnak. A nőalak bal kezében magyar címerrel díszített pajzsot tart. Az előlap belső részén a Magyar Tudományos Akadémia épületének délnyugati részlete látható. Az érme kötelező alaki kellékei közül a „2025” verési évszám és köriratban a „MAGYARORSZÁG” felirat jelenik meg ezen a tematikus érmeoldalon, melyet Bitó Balázs iparművész tervezett. Az éremkép különlegessége, hogy az érme középső részét – magját – kitöltő épületábrázolás túlnyúlik a két különböző réztötvözetből készült külső gyűrű és belső mag találkozását jelző körvonalon (6. ábra).

A 200 forintos forgalmiérme-émlékváltozat technikai paramétereiben megegyezik a készpénz-forgalomban használt 200 forintos bimetal érmével, és összesen 1 millió példányban készült. Az ezüst és színesfém emlékérmék gyártója és elsődleges forgalmazója a Magyar Pénzverő Zrt. A 200 forintos forgalmiérme-émlékváltozat díszcsomagolt példányait – gyűjtői termékként – ugyancsak a Pénzverőnél lehet megvásárolni (7. ábra).



7. ábra. A 200 forintos forgalmiérme-émlékváltozat díszcsomagolásban
Forrás: Magyar Nemzeti Bank. Fotó: Gedai Csaba

KÖNYVSZEMLE

Kukorelli István – Szoboszlai-Kiss Katalin *Aki a tízparancsolata szerint élt – Bibó István emlékezete*

Kukorelli István és Szoboszlai-Kiss Katalin könyve, az *Aki a tízparancsolata szerint élt – Bibó István emlékezete* Bibó István életét, munkásságát és legnagyobb hangsúllyal szellemi örökségét mutatja be. A szavak, képek, tárgyi emlékek nyomán egy régmúlt világot idéző képeskönyv színes, szagos oldalain tökéletesen megelevenedik Bibó világa. A szerzők olyan kötetet alkottak, amely nem csupán történelmi és politikai kontextusba helyezi Bibó életművét, hanem filozófiai és morális reflexióra készítet. Szól jogszokhoz, politológusokhoz, történészekhez és mindenkihez, aki a magyar demokrácia története és jelene, nagy alakjai iránt érdeklődik, vagy a másokat felemelő, másoknak hitet adó emberi egyéniség, a személyes emberi helytállás lehetősége foglalkoztatja.

Bibó Istvánt gyakran nevezik a magyar közjogtudomány és politikai élet egyik legnagyobb gondolkodójának. Élete során következetesen képviselte a szabadságon és az erkölcsi integritáson alapuló demokratikus értékrendet. A kötet részletesen tárgyalja Bibó politikai-filozófiai és államelméleti gondolatait a szerzők elemzései nyomán, amelyek a demokratikus államberendezkedés és a jogállamiság eszméit hangsúlyozták.

A kiadvány emellett bemutatja Bibó emberi oldalát is: elveit, erkölcsi tartását és azt az elkötelezettséget, amellyel a magyar társadalom és állami élet jobbításán dolgozott: „A [szabadságszerető ember] szüntelenül szem előtt tartja, hogy az emberi szabadság és az emberi méltóság egy és oszthatatlan, és az egyik ember ellen akár társadalmi helyzete, akár származása, akár neme vagy kora címén elkövetett minden sérelem mindenki más szabadságát és méltóságát is veszélyezteti [...]” (122).

A kötet három fő részre tagolódik. Az első részben Bibó életútjához és szellemi örökségéhez kapcsolódó írások találhatók „Tanulmányok” címmel. A szerzők korábbi és számos új írásuk nyomán részletesen bemutatják Bibó életének főbb állomásait, kezdve szegedi egyetemi éveitől egészen politikai pályafutásáig. Külön írás foglalkozik az 1956-os forradalomban betöltött szerepével és az azt követő börtönévekkel.

A könyv számot vet Bibó politikai és jogfilozófiai munkásságával, legfontosabb elméleti írásait elemmezve, beleértve *A magyar demokrácia válsága*, „Az államhatalmak elválasztása egykor és most” vagy az „Eltorzult magyar alkat” című műveit. A szerzők részletesen vizsgálják Bibó álláspontját a jogállamiságról, a hatalommegosztásról és a demokratikus politikai kultúra alapelveiről.

Külön figyelemre méltóak azok a tanulmányok, amelyek először ebben a kötetben olvashatók. Ilyen például Szoboszlai-Kiss Katalin tollából a „Nem csupán marginális

kommentárok Bibó István Etika és büntetőjog című írásához”. A szöveg üzenete, hogy Bibó az etikai és politikai döntéseket nem elszigetelten, hanem a történelmi folyamatok összefüggéseiben vizsgálta, és hitt abban, hogy lehetséges egy demokratikusabb, kevésbé konfliktusos történelmi fejlődés.

Bibó István nem csupán jogásként és politikai gondolkodóként alkotott maradandót, hanem szépirodalmi érzékenysége is meghatározó volt munkásságában. Írásaiban gyakran megjelent az irodalmi igényesség, ami nem véletlen, hiszen kulturális háttére, olvasmányai és személyes kapcsolatai révén szoros kapcsolatban állt a szépirodalommal. Ezt emelik ki a szerzők egy szintén újdonságként, ajándékként kapott hatalmas gyűjteményükben (124–196). Bibó kapcsolatban állt a népi írók mozgalmával, barátai közé tartozott Illyés Gyula és Németh László. Az irodalomhoz való kötődése a *Válasz* című folyóirat szerkesztésében is megmutatkozott, amelyet többek között Illyés Gyulával és Sárközi Mártával együtt gondozott. Emellett szépirodalmi jellegű írásai közé sorolhatók drámaelemzései, verselemzései és levelezése is.

A „Tanulmányok” könyvrészben a szerzők azokra az intézményekre, szellemi műhelyekre és közösségekre is összpontosítanak új megjelenésként, amelyek Bibó örökségét ápolják. Bibó-emléktáblákat, -szobrokat és más kulturális emlékhelyeket avató beszédek gazdagítják a kötetet, valamint azon kutatások bemutatása, amelyek Bibó munkásságának kortárs relevanciáját tárgyalják.

Bibó halála után nemcsak tudományos értékelések születtek róla, hanem, ahogy a kötetben olvasható, költők és írók is emlékeztek. Csoóri Sándor és Nagy Gáspár versei például tisztelgésként születtek, és a *Korunk* folyóiratban is jelentek meg róla megemlékező költemények. Ez is bizonyítja, hogy alakja a magyar kulturális és irodalmi emlékezetben is mély nyomot hagyott.

A kötet második részében Bibó István életét ismerhetjük meg képekben egy páratlan gyűjtemény segítségével, amelynek összeállításáért a szerzők külön köszönetet mondanak ifjabb Bibó Istvánnak. A képek között vannak közismertek, ezekből több száz is lehet magyar lakások vagy intézmények falain, könyvek borítóin, míg néhány kép most először jelenik meg Magyarországon, például az, amelyen Bibó István a leányfalusi kertben az írógépe és jegyzetei nyújtotta magányban látható (223). A képaláírások is tükrözik a szerzők Bibó-képét. Elgondolkodunk a nagy hatású élet pillanatképein, rejtett momentumain.

A kötet harmadik része a „Bibó István emlékezete” címet viseli, és a tárgyi emlékeket gyűjti össze fényképeken. Ki amerre járt és találkozott Bibó emlékekkel, lefényképezte azokat, és a Kukorelli–Szoboszlai–Kiss-gyűjteménybe adta, mert így is készült e kötet, amely e vonatkozásban is újdonság. Emléktáblák, szobrok, érmék, rajzok, festmények, könyvborítók, minden csupa Bibó.

A könyv egyik legnagyobb erénye, hogy nem csupán a történelmi tényekre és Bibó elméleti munkásságára összpontosít, hanem az ő személyes és erkölcsi tartását emeli ki, Bibó mondanivalóját adja tovább. Bibó rendíthetetlenségét az elveihez való hűségben, különösen az 1956-os forradalom leverése után, amikor egyedülként maradt

az Országházban, hogy megfogalmazza a demokratikus ellenállás egyik legfontosabb dokumentumát.

A kötet – Bibó személye és munkássága megidézésével – olyan kérdéseket vet fel, amelyek ma is aktuálisak: hogyan lehet egy demokratikus államot fenntartani autoriter törekvések ellenére? Milyen szerepet kell játszania az értelmiségnek a társadalmi és politikai folyamatok alakításában? A könyv mintha nem csupán dokumentációs céllal született volna, hanem egyben erkölcsi útmutatóul kíván szolgálni a demokratikus elkötelezettség és az emberi tisztesség megőrzése érdekében. Egyik különleges aspektusa az értelmiség társadalmi szerepéről alkotott bibói felfogás bemutatása. Bibó szerint az értelmiség legfontosabb feladata, hogy morális iránymutatást adjon a társadalom számára, és ellenálljon a hatalmi visszaéléseknek.

Megmértem a szobai mérlegen: a könyv két kilót nyom. A súlyos gondolatok mellett a kivételesen igényes kivitel is figyelemre méltóvá teszi a Bibó életművét bemutató kötetet, hozzájárulva a felejtés elleni küzdelemhez, a szerzők kifejezett szándékának megfelelően. A szerény, mégis hatásos, arany színű borító – Szerényi Gábor grafikájának felhasználásával – ragyogása után fehér lapokon sorakoznak a színes képek, melyek méltó módon hirdetik Bibó nagyságát.

Amikor Bibó szakkollégista lettem, beiratkoztam arra a Bibó-kurzusra, amelyet Kukorelli István és a kötet egyik előszavát jegyző, első Bibó-igazgató, Stumpf István tartott. Akkoriban a „négykötetes Bibó”, amit később használtam, és amelynek fotója szerepel a Kukorelli–Szoboszlai-Kiss-kötetben, ott volt számos nappali polcán. Talán egyes körökben mindenkién (262–268). Ez a könyv is ott áll majd az íróasztalokon, hogy emlékeztessen a modern (klasszikus) alkotmányos értékek fontosságára, a demokratikus keretekre és a nyakas következetességre, arra, hogy van etalon, amelyhez viszonyítani tudjuk saját jogászai tevékenységünket, saját törekvéseinket, saját eredményeinket és az állam működését.

*

Kukorelli István – Szoboszlai-Kiss Katalin (2024). *Aki a tízparancsolata szerint élt – Bibó István emlékezete*. Budapest: Méry Ratio Kiadó, 268 o.

Gárdos-Orosz Fruzsina

kutatóprofesszor, HUN-REN TK Jogtudományi Intézet, Budapest;
egyetemi tanár, ELTE Állam- és Jogtudományi Kar, Budapest

Romsics Ignác
Kosáry Domokos
A történetíró, a tudománypolitikus és az ember, 1913–2007

Egy történeti mű megírása során a történész sokszor szembesül a forráshiány problémájával. A magyar tudományos élet tekintélyes alakja, Kosáry Domokos esetében azonban rendkívül gazdag, közel 300 doboznyi irathagyaték maradt fenn, amelyre alapozva a Széchenyi-díjas akadémikus, Romsics Ignác mintaszerű élet- és korrajzban tárta elénk a Magyar Tudományos Akadémia élén 1990 és 1996 között álló Kosáry történész, tudománypolitikusi, illetve emberi oldalát.

Kosáry magasan képzett, lutheránus hitű értelmiségi családban látta meg a napvilágot. Romsics szerint koraérett, zárkózott és megrögzötten individualista természete már diákként megmutatkozott. Fiatalon édesanyjához, Kosáryné Réz Lola írónőhöz hasonlóan mélyen vallásos volt, ám vallásossága az egyetem alatt folyamatosan halványodott, majd szinte el is kopott, noha élete végéig anyagilag támogatta egyházát.

Kiemelkedő tehetsége és szorgalma, mellyel kiérdemelte oktatói kitüntetett figyelmét, a budapesti egyetemen, valamint a tanári elitképzés műhelyének számító Báró Eötvös József Collegiumban is az évfolyamtársai fölé emelte őt. Mestere a 20. század egyik legnagyobb hatású magyar történetírója, Szekfű Gyula volt. Már ekkoriban sokat adott a megjelenésére, mindig elegánsan öltözködött. Mindez gyakran párosult önéretességgel és fölényeskedéssel, illetve hirtelenharagúsággal, melyek miatt Kosárynak többször gyűlt meg a baja másokkal, szakmai téren és a magánéletében egyaránt.

Az 1930-as évek végének magyar politikai és szellemi elitje nagy reményeket fűzött hozzá, és fontos szerepet szánt a széles műveltségű, a kapcsolatteremtésre és -tartásra egyformán hangsúlyt helyező, szociális érzékenységgel bíró, nyugatos orientációjú Kosárynak, aki külföldi kiküldetése során neves professzoroktól tanulhatott, megismerkedve a legkorszerűbb nyugati történetírói módszerekkel és irányzatokkal. 1945 után nyugatbarát politikai múltja, szakmai felkészültsége, valamint kapcsolatai révén a szellemi újjáépítés élvonalába került. A Teleki Pál Tudományos Intézet égisze alatt működő Történettudományi Intézet vezetése mellett a Magyar Történelmi Társulat ügyvezető alelnöke lett, mindemellett pedig tanított az Eötvös József Collegiumban és a budapesti egyetemen is. A nyílt kommunista hatalomátvételhez közelítve azonban elkezdett ritkulni körülötte a levegő. Előbb a szakma periferiájára szorították a vonalas pártállami történészek, majd az államhatalom 1957-ben hazaárulás vádjával letartóztatta, és 1960-ig börtönben tartotta. Kosáry azonban a rá jellemző szívóssággal – ha esni kezd az eső, akkor nem elfutni kell, hanem kinyitni az ernyőt, mondogatta gyakorta öregkorában – a börtönévei alatt mindvégig képezte magát intellektuálisan, a szabadulása után pedig fokról fokra kapaszkodott vissza a történészvilág élvonalába.

Történész hírnevét még az 1936-ban megjelent, *A Görgey-kérdés és története* című nagy sikerű könyvével alapozta meg, és alapvetően hazánk 18–19. századi történelme

állt a kutatásai homlokterében. További művei közül a háromkötetes *Bevezetés a magyar történelem forrásaiba és irodalmába* (1951–1958), a *Művelődés a XVIII. századi Magyarországon* (1980), a *Széchenyi Döblingben* (1981), illetőleg a külföldi olvasók számára jegyzett *A History of Hungary* (1941, 1971) feltétlenül említésre méltók. Előfordult viszont, amikor a kiadói szerződést bontottak vele, melynek oka általában Kosáry anyagi igényekkel járó túlzott teljesítményorientáltsága volt.

Kosáry a magyar történelmet sosem önmagában állóan, hanem európai, de legalábbis kelet-közép-európai összefüggésben tartotta kutatásra érdemesnek. Vallotta, hogy a németek és az oroszok szorításában élő kis kelet-közép-európai népeknek összefogásra és együttműködésre van szükségük. Történeti *ars poeticája* szerint „nincs többféle valóság, csak egyféle van”, ezért a posztmodernnel azonosított ismeretelméleti szkepticizmust sokszor bírálta. A történelemtudomány céljának a nemzet „történeti higiéniájának” megóvását tekintette a különféle tévtanokkal és hamis múltértelmezésekkel szemben. A történész pedig felelősséggel és tisztességgel végzett munkája során „ne hajoljon meg, csak az igazság előtt”!

Érdemdús történetírói, tudományszervezői és tudománypolitikai pályája csúcspontján Kosáry az Akadémia elnöke lett. Vezetői alapelvei három tartópilléren nyugodtak: 1. az MTA-n 1990 után ne kerüljön sor „tisztogatásokra” és „boszorkányüldözésekre”, mint 1945-öt követően; 2. az intézmény legyen politikailag független, a kutatás szabadsága pedig sérthetetlen; 3. ne számolják fel az Akadémia kutatóintézeti hálózatát. Elnökként a rendszerváltoztatás forgatagában az anyagi nehézségekkel küszködő – és emiatt az Akadémiai Kiadó 75%-át 1996-ban eladni kényszerülő – intézményben sikerült rendeznie a tudósok tiszteletdíját. Jelentős energiákat fordított az Akadémia és az egyetemek közötti ellentétek feloldására. Az irodalom és a művészetek jeles képviselői részére a hivatali ideje alatt, 1992-ben jött létre a Széchenyi Irodalmi és Művészeti Akadémia. Sokat tett azért, hogy 1994-ben megszülessen az akadémiai törvény, amely az MTA-t saját vagyonnal rendelkező, önkormányzati elven működő köztestületté tette.

Az Akadémia éléről való visszavonulása után is még az élete végéig aktív Kosáryról Romsics Ignác rendkívül alapos és adatgazdag, kiegyensúlyozott, olvasmányos, olykor a finom humort sem nélkülöző könyvet írt. S bár műve előszavában úgy fogalmazott, hogy e kiadvány „életem valószínűleg utolsó könyve lesz”, végigolvasva a vaskos kötetet, jelen sorok szerzője az elhatározása megváltoztatására bátorítja Romsicsot, bízva abban, hogy a jövőben újabb fontos munkákkal örvendezteti meg a szépszámú olvasóközönségét.

*

Romsics Ignác (2025). *Kosáry Domokos. A történetíró, a tudománypolitikus és az ember, 1913–2007*. Budapest: Helikon Kiadó, 607 o.

Gali Máté

műhelyvezető, Mathias Corvinus Collegium
Történettudományi Műhely, Budapest

Nagy Beáta

Nemek forradalma? A nők vezetővé válásának akadálypályája

Aligha van Magyarországon olyan kutató, aki többet tudna a nők helyzetéről és szerepéről a szervezetekben, mint Nagy Beáta szociológus, egyetemi tanár. Kutatásait az 1980-as években kezdte, már kutatóként élte át a rendszerváltást. Az ezt követő években kapcsolódott be a Lengyel György vezette elitkutatásokba, amelyekben ő volt a felelős a női vezetőket érintő kutatási csomagnak. Témájában („nők a vezetésben”) számtalan fordulatot hoztak a soron következő évtizedek, több előre nem látható társadalmi (és gazdasági) esemény, kontextusváltozás adott teret annak a gazdag kutatási életútnak, amelynek egy fontos szeletét olvashatjuk ebben a könyvben. Páratlanul alaposan és felkészülten ismeri a téma hazai, regionális, nemzetközi szakirodalmát és gyakorlatát, továbbá a meghatározó szereplőket, többek között a női vezetőket Magyarországon.

Nagy Beáta kutatásai a társadalmi nemek (gender) kutatásterületét érintik, amely szakterület, sajnálatosan, a politikai viták kereszttüzébe került oly módon, hogy számos szereplő talán nem tudja vagy nem akarja tudni, hogy miről is szól a diskurzus. A könyv céljaival összhangban Nagy Beáta úgy definiálja a társadalmi nemet (gender), hogy az a „nők és férfiak társadalmi helyzetét” jelenti. Ennek részei azok „a mechanizmusok, amelyek szisztematikusan alárendelt pozícióban tartják a nőket mint társadalmi csoportot az élet számtalan területén”. Ezért a vizsgálati egység nem az egyén, hanem azok a társadalmi jelenségek, mintázatok, amelyek keretet adnak a nők és férfiak szervezeti és társadalmi szerepeinek, legyen szó vezetőkről vagy beosztottakról. Ezért ebben a kutatási keretben a gender nem értelmezhető egyénként, a társadalomtól elszakítva, csak azzal valamilyen kölcsönös viszonyban.

Nagy Beáta számos érdekes aspektust tár fel a rendszerváltás időszakából, amikor a világviszonylatban magasnak számító női foglalkoztatottság és ezzel összefüggésben a női vezetők kiemelkedően magas számaránya lényegében egy évtizeden belül Európa legalacsonyabb értékére zuhant le. Bemutatja, hogy a szocializmus időszakának erőltetett emancipációja – amely soha nem járt a családon belüli egyenlőtlenségek felszámolásával – hogyan csapott vissza, milyen ellentétes reakciókat váltott ki, és ezzel párhuzamosan hogyan vált a posztoszocialista régió lényegesen tradicionálisabbá, mint bármely más európai ország, legalábbis retorikai szinten. A korábban sokkal elterjedtebb gyermekintézmények nagyarányú bezárása miként vezetett oda, hogy soha nem látott alacsony szinten látszott stabilizálódni a női munkavállalás, fokozódott a gazdasági inaktivitás a nők körében.

Érdekes ellenpontot mutat a japán példa, ahol a nők foglalkoztatása, szervezeti szerepvállalása, vezetővé válása teljesen más utat járt be. Ez a radikálisan különböző társadalmi kontextus jól illusztrálja, hogy mennyire meghatározó a társadalom,

és mennyire kis szerepet játszik a biológia; az a tény, hogy a nők szülik a gyereket, és a gondoskodás kisebb vagy nagyobb részét a nők végzik a legtöbb társadalomban, egészen más foglalkoztatási viszonyokat, vezetéshez való hozzáférést, karriert vagy annak hiányát hozva létre, csak azért, mert a társadalom szerkezete eltérő. Nagy Beáta számos adattal támasztja alá, hogy a nemek közötti egyenlőség nagyobb Magyarországon, mint Japánban, pedig Japán gazdaságilag erősebb, és a közelmúltban törvényt is fogadtak el a nők foglalkoztatási számarányának növeléséről.

Ezt egészíti ki jól a lengyel példa, amellyel összevetve a hazai társadalmi viszonyokat, lényegesen több közös vonás mutatható ki abban a tekintetben, hogy a nők és a férfiak milyen módon és arányban jelennek meg a szervezetekben, mégis napjainkra az eredmény teljesen eltérő lett a két országban. Mind Lengyelország, mind Magyarország az erőltetett emancipáció után a retradicionális társadalmi viszonyai közé került, a nők tradicionális anyaszerepét hangsúlyozták a rendszerváltás után, és a gazdasági megrázkódtatások először a férfiakat sújtották erősen, majd nagy arányban a nőket, és mintegy visszacsapásként, a refamilizáció részeként, a gondoskodást igénylő feladatok nagy arányban kerültek vissza a családokhoz. Ezzel megszakad a párhuzamosságok sora, mert ezek után a két ország eltérő útra lépett, és amennyiben még voltak is hasonló társadalmi erők (lásd a konzervatív kormányok intézkedései), Lengyelországban ennek ellenére nőtt a nők aránya a tőzsdén jegyzett cégek vezetőségében, és a politikai akarat ellenére a nőszervezetek elérték, hogy puha szabályozással, azaz a nem kötelező érvényű rendelkezésekkel is eredményeket érjenek el. Ez azt jelenti, hogy a szervezeteknek nyilvánosságra kell hozniuk mindazon adataikat, hogy vannak-e nők a vezetésben, és milyen arányban, és ez önmagában ösztönzően hat arra nézve, hogy a képzett és tapasztalatot szerzett nők körében is keressenek jelölteket, ne csak férfiakat. Összességében, vonja le a következtetést Nagy Beáta, a világnézetileg sokkal tradicionálisabb Lengyelországban a nők egyenlőségéért többen, bátrabban és hatékonyabban állnak ki, és ennek megvan az eredménye.

Nagy Beáta pontosan bemutatja, hogy milyen előnyei és hátrányai voltak a régió szocialista örökségének, és erre hogy rakódott rá az elsősorban a nyugati multinacionális szervezetektől érkező elvárások, amelyek nemhogy könnyítettek volna a nők helyzetén, hanem nehezítették azt. A magas, sőt emelkedő teljesítményelvárás – és az ezzel párhuzamosan a világszerte megjelenő trend az intenzív anyaság elvárásával – lehetetlen küldetés elé állítja az anyákat akár vezetői, akár egyéb pozícióban dolgoznak. A szerző részletes és árnyalt elemzést mutat be, hogy a rendszerváltás utáni kapitalista viszonyok ugyan sok lehetőséget nyitottak ki a nők számára, akik nagy arányban képzettek voltak, és sokan közülük nyelveket is jól beszéltek. Ugyanakkor az ún. „mohó” szervezetek nehezített pályát állítottak mindenki számára. Emellett az intenzív anyasággal kapcsolatos társadalmi elvárások tovább nehezítették a már korábban is nehéz – kettős teherrel jellemzett – feladatot.

A könyv utolsó harmada rámutat arra a sokszor reflektálatlan pozícióra, amely szinte minden esetben a munka irányába dönti el a munka–magánélet egyensúlyt, és még a legtudatosabb vezetőnők is hagyták, hogy a munka világa gyarmatosítsa

az életvilágukat, azaz a munka köré szervezzék a magánéletüket, és annak rendeljék alá, hogy egyáltalán tudjanak „minőségi időt” tölteni a szeretteikkel, gyermekeikkel. Nagyon erős üzeneteket hordoz a könyv ezen része, revelációként hat az a tény, hogy mennyire különböző eséllyel indul egy nő vagy egy férfi vezetőként, amikor a férfi bármennyire is szeretne aktív apa lenni, mellette rendszerint van egy család-orientált, karrierjét teljesen vagy részben feladó társ. A napi megoldandó feladatok nem az apát terhelik, szemben egy női vezetővel, aki két területen áll helyt, még ha támogatja is őt a családja, de a legkritikább esetben karrierjét teljesen vagy részben feladó társal, valójában gyakran magasabb szintű vezetői pozícióból éppen csak besegít a családi feladatokban. Ugyanakkor az is kiderül, hogy a vezetői pozícióval járó autonómia mégis számos olyan lehetőséget kínál a nőknek és férfiaknak egyaránt a munka-család egyensúly megteremtéséhez, amely alacsonyabb beosztásban ritkán valósítható meg.

E témának a legutolsó és egyben a legaktuálisabb szelete a digitalizáció hatása, az, hogy milyen módon érintette ezt a területet, segíti-e a női vezetők jobb munkamagánélet egyensúlyát az, hogy az infokommunikációs eszközöknek köszönhetően bárhol, bármikor dolgozhatnak, így elvileg lehetséges, hogy a családjuk, benne a gyermekek igényei határozzák meg a munkavégzés idejét, és nem fordítva. Az eredmények egyszerre reménykeltők és kiábrándítók; ugyan valóban segítenek abban, hogy a gyermekek ébren töltött idejében többet legyen együtt a család, de abban is, hogy a határok teljesen elmosódjanak, és a munka folyamatosan jelen legyen a női vezetők életében, azaz az életvilág gyarmatosítását nemhogy csökkentette, talán még növelte is az új technológia.

A könyv izgalmas áttekintést nyújt az 1980-as évek kissé álmos szocialista időszakától a mai pörgős digitalizált rohanó világunkig, megmutatva számtalan társadalmi jelenséget, amely közvetve-közvetlenül befolyásolja a nők szervezeti szerepvállalását, vezetővé válásának akadályait és esélyeit. Mindenkinek ajánlom, hogy olvassa el a könyvet, mert a tudományos alaposság és igényesség mellett is jól olvasható, a széles szakmai közösség számára érthető kutatási eredményeket mutat be. Személyes konklúzióm: több genderkutatás szükséges, remélve egyúttal, hogy Nagy Beáta és kutatótársai még további érdekes és releváns empirikus eredményeket mutatnak be a jövőben.

*

Nagy Beáta (2024). *Nemek forradalma? A nők vezetővé válásának akadálypályája*. Budapest: Gondolat Kiadó, 250 o.

Primecz Henriett

egyetemi tanár
Budapesti Corvinus Egyetem Vezetéstudományi Intézet
Szervezeti Magatartás és Emberierőforrás-fejlesztés Tanszék