

Magyar Tudomány

LISZENKÓTÓL
A MOLEKULÁRIS NÖVÉNYBIOLÓGIÁIG
vendégszerkesztő: Balázs Ervin

A nyelv keletkezésének három komponense

A magyar térképírás történetéből

Világvárosok és világgazdaság

200 éve született A. J. Ångström

2014•10

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Felelős szerkesztő:

ELEK LÁSZLÓ

Olvasószerkesztő:

MAJOROS KLÁRA

Lapterv, tipográfia:

MAKOVECZ BENJAMIN

Szerkesztőbizottság:

BENCZE GYULA, BOZÓ LÁSZLÓ, CSÁSZÁR ÁKOS, HAMZA GÁBOR,
KOVÁCS FERENC, LUDASSY MÁRIA, SOLYMOSSI FRIGYES,
SPÄT ANDRÁS, SZEGEDY-MASZÁK MIHÁLY, VAMOS TIBOR

A lapot készítették:

ZIMMERMANN JUDIT, HALMOS TAMÁS, HOLLÓ VIRÁG, MATSKÁSI ISTVÁN,
PERECZ LÁSZLÓ, SIPOS JÚLIA, SZABADOS LÁSZLÓ, F. TÓTH TIBOR

Szerkesztőség:

1051 Budapest, Nádor utca 7. • Telefon/fax: 3179-524
matud@helka.iif.hu • www.matud.iif.hu

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. Hírlap Igazgatóság, Postacím: 1900 Budapest.

Előfizethető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél.

Megrendelhető: e-mail-en: hirlapelofizetes@posta.hu • telefonon: 06-80/444-444

Előfizetési díj egy évre: 11 040 Ft

Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők

Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

Nyomdai munkák: Korrekt Nyomdai Kft.

Felelős vezető: Barkó Imre

Megjelent: 11,4 (A/5) ív terjedelemben

HU ISSN 0025 0325

TARTALOM

Liszenkótól az Alaptörvényig – és ami időközben történt

Vendégszerkesztő: Balázs Ervin

Balázs Ervin: Bevezető	1154
Koncz Csaba: Az agrobaktérium transzferált DNS-ének kromoszomális beépülését szabályozó faktorok	1155
Bedő Zoltán – Láng László – Vida Gyula – Rakszegi Mariann: Molekuláris nemesítési megoldások a búzafuttatásban	1164
Balázs Ervin: A növényi vírus mint bioinformatikai adattárrol	1172
Dudits Dénes: Az agrárium jelenét, jövőjét formáló molekuláris növénybiológia és zöld biotechnológia	1176

Tanulmány

Pléh Csaba: A nyelv keletkezésének három komponense. Az agy, a társas élet és a kommunikáció megváltozása	1189
Klinghammer István – Gercsák Gábor: Tabulák a magyar térképrész történetéből	1203
Csomós György: Világvárosok a világ gazdaság arénájában	1211
Czigány Magda: Találjuk fel a jövőt! Felfedezőúton Gábor Dénes könyve körül	1224
Tarczay György: Az ember és családja a mértékegység mögött. 200 éve született Anders Jonas Ångström	1241
Szabó Balázs: A budavári barlangpincék kialakításának oka a 13. századi (első) telekosztás tükrében, és egy eddig ismeretlen sziklaüreg ismertetése	1246
Miskolczy Ambrus: Makkai László (1914–1989)	1258

Tudós fórum

Tiszteletadás öt kiemelkedő magyar matematikus 90. születésnapján	1265
Kitüntetések	1268

<i>Kitekintés (Gimes Júlia)</i>	1271
---------------------------------------	------

Könyvszemle (Sipos Júlia)

A Csokoládé-gyilkosság. Egy filozófus másik élete (<i>Gyarmati György</i>)	1274
Mindig velünk (<i>Bokor Tamás</i>)	1278

Liszenkótól az Alaptörvényig – és ami időközben történt

BEVEZETŐ

Balázs Ervin

az MTA rendes tagja

MTA ATK Agrártudományi Kutatóközpont Alkalmazott Genomikai Osztály, Martonvásár
balazs.ervin@agrar.mta.hu

A *Molekuláris növénybiológia és zöld biotechnológia napjainkban* címmel a Magyar Tudományos Akadémián rendezett konferencián a magyar növényi molekuláris biológia és gyakorlati eredményei, a növénynevelés és a biotechnológia hazai és nemzetközi eredményeiről számoltak be az ezen a téren elismerést szerzett kutatók.

A molekuláris biológia forradalma tette lehetővé az egyes tulajdonságokat kódoló genetikai örökítőanyag azonosítását, elsődleges szerkezetének meghatározását, izolálását, s azok egyik élőlényből kivágását, majd egy másikba való beépítését. Ezen eredmények indították útjára a génszerkezetet, a ma már sokak által génművelésnek nevezett tudományos kutatómunkákat. Az első sikeres génátvitel kidolgozását Nobel-díj honorálta, s a génszerkezet technikai arzenáljának kidolgozásában az egyes felfedezések is szinte kivétel nélkül megérdemelten vezettek a Nobel-díjig. Ez az időszak, a hatvanas-hetvenes évek volt a génszerkezet aranykora. Az elmúlt mintegy fél évszázad biológiai felfedezései alapján

múltán nevezik a huszadik századot a biológia évszázadának. Mindeközben a genetika hazánkban bűnös burzsoá tannak minősült. A szovjet Trofim Gyenyiszovics Liszenko tudománytalan nézetei átszövé a magyar tudományos életet szinte lehetetlenné tették a genetika világszínvonalú művelését. A Straub F. Bruno által alapított szegedi Biológiai Kutatóközpont fordulatot hozott, s már lehetővé tette a genetika méltó szintű kutatását. A hetvenes évek elejétől a szegedi intézet, majd később a 1990-ben alapított gödöllői Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpont széles körű kutatási aktivitását és eredményeit nemzetközi elismerés övezi. A növényi molekuláris biológia egyes hazai felfedezéseit mutatják be az előadások tartalmát összegző írások, s nem utolsósorban a számos, a gyakorlatba is bevezethető mezőgazdasági biotechnológiai eredményeket, melyek az elmúlt évtizedekben születtek. Míg a hazai eredmények is figyelemre méltóak, gyakorlati bevezetésükre épp a magyar mezőgazdaság nem tarthat igényt.

AZ AGROBAKTÉRIUM TRANSZFERÁLT DNS-ÉNEK KROMOSZOMÁLIS BEÉPÜLÉSÉT SZABÁLYOZÓ FAKTOROK

Koncz Csaba

az MTA doktora, a Szegedi Biológiai Központ Növénybiológia Intézet
Arabidopsis Molekuláris Genetikai Laboratórium tudományos tanácsadója,
a Max-Planck-Institut für Pflanzenzüchtungsforschung, Köln csoportvezetője
koncz@brc.hu / koncz@mpiz.mpg.de

A múlt század kezdetétől ismert, hogy a két-szikú növények több mint kilencven családjának ezernyi faján észlelhető daganatos golyva megbetegedésekért az agrobaktériumok családjába tartozó talajbaktériumok felelősek. Hasonlóan az állati és humán ráksejtekhez, az agrobaktériummal indukált baktériummentesített tumorszövetek immortalizáltak, azaz meghatározatlan ideig képesek osztódni hormonmentes táptalajon. A növényi tumorbiológia korszakalkotó felfedezése Jeff Schell (1935–2003) és Marc van Montagu belga kutatók nevéhez fűződik, akiknek genti csoportja éppen negyven éve mutatta ki, hogy az agrobaktérium tumorindukciós képességért egy nagy cirkuláris plazmid, a Ti-plazmid felelős (Zaenen et al., 1974). Röviddel később a genti kutatók és Mary-Dell Chilton (Washington Egyetem, Seattle, USA) megállapították, hogy a tumorsejtek kromoszómáiban megtalálható a Ti-plazmid egy szakasza, a transzferált DNS (T-DNS), amelyet az agrobaktérium transzformál a növényi sejtekbe (Chilton et al., 1978; Depicker et al., 1978).

A T-DNS növényekben kifejeződő géneket hordoz, amelyekről a gazda transzkripció

apparátusa poliadenilált mRNS-eket szintetizál. A T-DNS-sel transzformált tumorsejtek sejtosztódást stimuláló növényi hormonokat, auxint (indol-ecetsavat), illetve citokinint (izopentenil-adenozint) termelnek. Ezek szintézisét T-DNS-konzervált triptofán monooxigenáz (iaaM), indolacetamid-hidroláz (iaaH) illetve izopentenil-transferáz (ipt) onkogénjei szabályozzák. A T-DNS 6b génje egy ADP-ribozilációs aktivitással rendelkező faktort kódol, amely a sejtdifferenciációt irányító mikro-RNS-ek biogenezisét gátolja. A T-DNS 5-ös génjének terméke pedig az indol-laktát auxin analóg szintézisével modulálja az auxin hormon szignálátvitel folyamatait. A különböző agrobaktérium törzsek T-DNS-ein található néhány más kevésbé ismert gén is, amelyek csak egyes növényfajokban játszanak szerepet a tumorok kialakulásában. Emellett, a Ti-plazmidok T-DNS-ei hordoznak egy vagy több olyan gént, amelyek nem szükségesek a tumorindukcióhoz. Ezek ketosav és aminosav, illetve cukor kondenzációjából származó ún. *opin-vegyületek* szintéziséért felelősek. Az agrobaktériumok az opinokat egyedüli szén- és nitrogénforrásként hasznó-

sítani tudják, és ez szelektív előnyt biztosít számukra a növények szöveteit kolonizáló más baktériumokkal szemben.

Az agrobaktériumból növénybe irányuló horizontális DNS átviteli folyamathoz nem szükségesek a transzferált T-DNS-en hordozott gének. A T-DNS átvitelét az agrobaktériumból a növénybe egy, a bakteriális plazmidok konjugációs rendszereihez hasonló virulencia (vir) géncsalád irányítja. A plazmidok fajon belüli és fajok közötti konjugációja a mikroorganizmusok világában az információcseré leggyakoribb formája. A plazmidok konjugációját egyik sejtől a másikba a transzfer (Tra) operonjaik által kódolt fehérjékből felépülő membráncsatornak vagy pilusok biztosítják. A konjugáció során a cirkuláris plazmid DNS egy specifikus szekvenciájához, az ún. konjugációs transzfer origóhoz (oriT) köt egy plazmid gének által kódolt relaxáz enzim, amely ott a kettős szálú DNS egyik szálát elhasítja, és annak szabad 5'-végéhez kovalensen kapcsolódik egy foszfortirozil kötéssel. Az 5'-véghez kapcsolt relaxázt hordozó konjugatív szál a komplementer szálon meginduló DNS-szintézis során kiszabadul, majd adaptor fehérjék segítségével a pilusok transzport-ATPáz és egyéb alegységeivel kölcsönhatva a receptorsejtbe transzportálódik. A kovalens kötésben tárolt energiát felhasználva a relaxáz cirkularizálja az átkonjugált DNS-szál szabad 5' és 3' végeit, helyreállítva ezzel az eredeti oriT-szekvenciát. Végül a komplementer szál szintézisével induló DNS-replikációval a plazmid stabilizálódik az új gazdában.

Mivel nem szükséges, hogy az oriT ugyanazon a DNS-molekulán helyezkedjen el, mint amely a relaxázt és piluskomponenseket kódoló géneket hordozza, a konjugációs DNS átviteli folyamatoknak rendkívül sok változatuk van. Így egy hasonló oriT-t hordozó, de

nem konjugatív plazmid mobilizálható egy másik plazmid relaxázával, illetve pilust kódoló Tra-génjei által. Továbbá, egy kromoszomális oriT-szekvenciától elindulhat a kromoszomális gének átvitele egy plazmid relaxáz, illetve Tra-funkciói segítségével. Hasonlóan mobilizálódhatnak más baktériumokba replikatív vagy replikációra nem képes kromoszomába épült transzpozonok, amelyek végein két azonos polaritású oriT-szekvencia helyezkedik el, amelyet egy transzpozáz/relaxáz komplex ismer föl.

A Ti-plazmidok két különböző konjugációs rendszer géneit hordozzák: az egyik a Ti-plazmid átvitelét biztosítja más baktériumba, amíg a másik a T-DNS-t transzferálja növényi sejtekbe. A növényekbe konjugált T-DNS végein két azonos polaritású, 25bp hosszúságú oriT-ként működő határszekvencia található. A T-DNS átvitelét egy, az ún. 4-es típusú szekréciós csatornának (T4SS) családjába tartozó pilus biztosítja. A T4SS pilus a T-DNS-en kívül, az ún. virulencia-régióban található *virB* operon 11 génjének, illetve a *virD4* transzport-ATPáz gén fehérjetermékeiből épül föl. A T-DNS átvitelében szerepet játszó *vir* géneket a sérült növényi szövetekből a sebhegedés során kiszabaduló fenolgyűrűs és cukorvegyületek indukálják, amelyeket egy bakteriális sejtfelszíni *virA* hisztidinkináz receptor érzékel. A ligandkötést követően, a *virA* kináz egy foszfátcsoport átvitelével (ún. foszforilálással) aktiválja a *virG* transzkripciósfaktort, amely a virulencia operonok promotereiben található közös (ún. *vir*-box) DNS-szekvenciákhoz kötődve indukálja azok transzkripcióját. A T-DNS határszekvenciáit egy *virD1*, *D2*, *C1* és *C2* komponensekből álló komplex ismeri fel, amely kötődése után a *virD2* relaxáz a határszekvenciák egyik szálát helyspecifikusan elhasítja. A két végén

elhasított T-DNS szál (ún. T-szál) 5'-végéhez a *virD2*-fehérje kovalens foszfortirozil kötéssel kapcsolódik, majd egy láncpótló DNS-szintézis lépés során a T-szál kiszabadul a Ti-plazmidból, és a *virB/D4* T4SS csatornán növényi sejtekbe injektálódik.

A *virD2* pilóta fehérjéhez kapcsolt T-szál mellett, a *virB/D4*-csatorna növénybe juttat számos más virulenciagén által kódolt ún. *effektor fehérjét* is. Ezek egy része a gazdasajt immunreakcióinak átprogramozásában, más része pedig a T-DNS sejtmagi importjában játszik szerepet. Az utóbbiak közül a *virE2* egyesszálú DNS-kötő fehérje a T-szálat teljesen beborítva megvédi azt citoplazmatikus transzportja során a DNS-lebontó nukleázokkal szemben, és a *virE2*-kötő VIP1- és VIP2-gazdafehérjékkel kölcsönhatva segíti a T-szál (T-komplex) transzportját a sejtmagi porusokhoz. Ezt követően a hasonlóan növényi sejtbe jutó *virF*-fehérjéhez kapcsolódó gazdafaktorok katalizálják a *virE2*-fehérje lebontását és a T-szál sejtmagi fölvetelét (Lacroix – Citovsky, 2013). Érdemes megjegyeznünk, hogy a T-DNS beépülését és géneinek kifejeződését követő opinszintézis beindulása fontos szerepet játszik a Ti-plazmidok baktériumok közötti konjugációjában. Ugyanis az opinok indukálják a Ti-plazmidok bakteriális átvitelét szabályozó Tra konjugációs rendszert, azaz termelésük biztosítja a patogentitásért felelős plazmidok stabil fenntartását a növényekben szaporodó agrobaktérium-populációkban.

Érdekes módon, számos Ti-plazmidon két T-DNS-régió is található. Ezek egyike hordozza az onkogéneket, amíg a másik kizárólag csak opin (például mannopin) bioszintéziséért felelős géneket kódol. Az ilyen Ti-plazmidokkal indukált tumorok DNS-eiben mindkét fajta T-DNS megtalálható, sokszor egymástól különböző kromoszomális

pozíciókban. Ez jól illusztrálja azt a tényt, hogy a T-DNS-en kódolt gének nem szükségesek a T-DNS átviteléhez és integrációjához, amelyet kizárólag csak a T-DNS határszekvenciái, a hozzájuk kapcsolódó *virD2*-relaxáz és a *virB/D4* T4SS-pilus irányít. Említettük, hogy egy baktériumsejtben bármely DNS-molekulán található oriT-szekvencia egy konjugációs DNS-transzfer kezdőpontjaként szolgálhat, ha más DNS-molekula (kromoszóma, plazmid, fág, transzpozon stb.) hordozza az oriT-t felismerő relaxáz és pilus fehérjéket kódoló géneket. Ezért, a Ti-plazmidból a T-DNS eltávolítható a határszekvenciákkal együtt, és beépíthető bármely más agrobaktériumban replikálódó plazmidba. A Ti-plazmidtól így elkülönített T-DNS továbbra is transzformálható növénybe egy T-DNS nélküli „lefegyverzett” Ti plazmid ún. transzhelyzetben biztosított virulenciagénjeinek segítségével. Az ilyen kételemű (bináris) rendszerek T-DNS-t hordozó plazmidjai (ún. növényi transzformációs vektorai) *Escherichia coli*-ban is képesek replikálódni, ami lehetővé teszi a T-DNS-ükbe épített gének egyszerű módosítását a rekombináns DNS-technológiák alkalmazásával. Számos T-DNS vektor egy másik plazmid konjugációs rendszerét felhasználva nagy gyakorisággal átvihető kóli- és Agrobaktérium között, és a segítő virulenciagéneket hordozó T-DNS-mentes Ti-plazmidok módosításával a kópiaszámuk és stabilitásuk szabályozható. Ezzel biztosítani lehet azt, hogy szelekció hiányában az agrobaktérium elveszti a T-DNS-t hordozó transzformációs vektort, azaz nem képes további DNS-transzferre, ha esetleg a transzformált növényben életben maradva kiszabadulna a természetbe (Koncz – Schell, 1986).

Mivel a T-DNS növényi transzferéhez csak a két relaxázkötő határszekvenciája szük-

séges, az ezek között elhelyezkedő T-DNS-szekvenciák eltávolíthatók és helyettesíthetők bármely tetszőleges DNS-szakasszal. A sejtosztódást indukáló onkogének eltávolítása miatt azonban szükséges egy olyan gént a T-DNS határszekvenciái közé építeni, amelynek aktivitása alapján a T-DNS-sel transzformált sejtek, illetve növények azonosíthatók. A növényi transzformációs technológiák kezdeti kidolgozása során a T-DNS növényekben kifejeződő génjeinek transzkripciószabályozó régiói közé épített antibiotikumrezisztencia-gének szolgáltak eszközül a transzformált sejtek szelektációjára antibiotikum és sejtosztódást indukáló hormonokat (auxint és citokint) tartalmazó táptalajokon. Az auxin-citokinin koncentrációarány módosításával a transzformált sejtekből nyert osztódó szövetekből (ún. *kalluszközből*) hajtásokat, majd termőképes növényeket lehet regenerálni, amelyek mendeli módon öröklítik a T-DNS-be épített géneket (Herrera-Estrella et al., 1983; Zambryski et al., 1983).

A genetikailag módosított növények (közismerten GMO-k) lehetséges alkalmazásait gátolva elterjedt az a föltételezés, hogy a lebomló növényi szövetekből a talajbaktériumok esetleg fölvehetik az egyébként csak növényekben kifejeződő antibiotikumrezisztencia-gének DNS-eit, és valamilyen módon átalakítva kifejezhetik azokat, megemelve természetben található antibiotikum-rezisztens baktériumpopulációk méretét. Bár ezt a lehetőséget nemigen sikerült igazolni, ezt követően olyan módosított növényi gének kerültek alkalmazásra a GMO-k előállítására használt T-DNS vektorokban, amelyek herbicid növényirtó szerekkel, illetve más vegyületekkel szembeni rezisztenciát biztosítottak. A technológia további fejlődése azt is lehetővé tette, hogy a szelektálható gén eltávolítható

a T-DNS-ből helyspecifikus endonukleázok alkalmazásával. Ezzel az ún. „jelmentes” technológiával lehetségessé vált, hogy a T-DNS-sel kizárólag saját, illetve más fajból származó növényi gént lehessen beépíteni a GMO-növényekbe, amelyek ezért a transzgénikus (idegen gént tartalmazó) megjelölés helyett a ciszgénikus (módosított saját gént hordozó) elnevezést kapták. Mivel a T-DNS transzfer folyamata során a határszekvenciából a relaxáz hasítás után megmaradt rövid DNS-szakaszok (ideálisan csak 3 és 21 bp) is beépülnek a módosított saját génekkel transzformált növényekbe, ezeket továbbra is GMO-ként tartják számon. Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy az ilyen GMO-kba bejuttatott rövid T-DNS-határszekvenciáknak nincs kódoló kapacitásuk, azaz jelenlétük nem módosítja a transzformált növények tulajdonságait. A kutatási eredmények ismeretének és a rizikófaktorok helyes értékelésének hiánya így továbbra is gátolja a növényi GMO-k gyakorlati alkalmazásait.

A technológiai fejlődés jelentős állomása volt az a felfedezés, hogy a káposztafélék családjában, de egyre növekvő számú más növényfajban is, a megtermékenyítés előtt vagy után a virágzatba infiltrált agrobaktériummal transzformálni lehet az ováriumban a petesejteket. A transzformált növények (magok) előállítása így nemcsak egyszerűbbé és gyorsabbá vált a korábbi, a szövettenyésztésen alapuló módszerekhez hasonlítva, de segített elkerülni a szövettenyésztés során észlelhető endoreduplikáció, kromoszómavesztés vagy endogén transzpozonok aktiválódásának tulajdonítható szomatikus mutációk okozta problémákat is. A klasszikus növénynemesítési stratégiákkal összehasonlítva a transzformációs technológia óriási előnye, hogy lényegesen rövidebb idő alatt lehetővé teszi a nö-

vények egyes tulajdonságainak tudásalapú, célzott és könnyen ellenőrizhető megváltoztatását. Ezt a következő példa illusztrálja. A híres magyar növénygenetikus, Rédei P. György (1921–2008) tiaminhiányos *thi* auxotróf *Arabidopsis* (lúdfű) mutánsa B₁-vitamin hiányában albinó csíranövényként elpusztul. Ha egy B₁-vitaminon felnevelt *thi* mutánst transzformálunk a hibás gén vad típusú *THI*-változatát (ún. alléljét) hordozó T-DNS-sel, akkor egy lépésben szelektálhatunk a tiaminhiányt okozó mutáció kijavítására (ún. *genetikai komplementációjára*), mivel a transzformánsok túlélnek a B₁-vitamin hiányát is. Azaz egy növényi gén hibáját célzottan javítani tudjuk egy jól jellemzett ismert gén beültetésével anélkül, hogy a növény bármely más tulajdonságát megváltoztatnánk. Ez könnyen igazolható, ha azonosítjuk a T-DNS beépülésének kromoszómális pozícióját, és ezzel kizárjuk, hogy a T-DNS valamilyen más génbe épülve inaktiválja annak funkcióját. Párhuzamosan, a klasszikus nemesítés alaptechnikáját alkalmazva ugyanezt a tiaminhiányos mutánst keresztezzük egy Norvégiából származó *Arabidopsis* vonallal, azaz kombináljuk a *thi* mutáns és norvég vad típusú növények haploid kromoszóma készleteit. A hibrid női fog B₁-vitamin hiányában, de nem, vagy rendkívül későn fog virágozni, mert a norvég vonal hordoz egy virágzást késleltető domináns gént. Azaz, a nemesítésben használt stratégiával a kívánt tulajdonság (B₁-vitaminhiány) korrigálása mellett egy nem várt másik jegyet is megváltoztattunk, mivel a kívánt gén mellett számos más ismeretlen gént és génmutációt bevittünk a *thi* mutánsba a norvég lúdfűből.

A fenti példában említettük, hogy a sejt-magba bejutó T-DNS beépülhet a kromoszómák bármely régiójába, így az ott található,

egymástól rövidebb-hosszabb DNS-régiókkal elválasztott génekbe is. A T-DNS-inszerciók beépülése a génekbe azok normális működését (ún. transzkripcióját mRNS-sé) megakadályozza, azaz funkcióvesztést eredményező inszerciós mutációkat okoz. Ugyanakkor a T-DNS ismert szekvenciáinak beépülése ismeretlen génekbe lehetővé teszi a mutáns gének azonosítását, például a T-DNS határszekvenciáihoz kapcsolódó növényi kromoszómális DNS-fragmentek izolálása és szekvenálása segítségével. Olyan T-DNS-eket használva, amelyek határszekvenciáikhoz kapcsolva egy riporter fehérje (például kanamycin foszfortranszferáz, béta-glükuronidáz, zöld fluoreszcens protein etc.) kódoló régióját hordozzák, a növényi génekben lokalizált T-DNS-inszerciók könnyen azonosíthatók. Ugyanis, ha a T-DNS-be épített riporter gént a növényi génen áthaladó transzkripció mRNS-se átírja, akkor a riporter fehérje (amely hordozhatja a növényi gén által kódolt fehérje egy szegmentjét is) termelődése a transzformált növények sejteiben észlelhető (például szövettani festéssel követve annak enzimaktivitását vagy mikroszkóppal vizsgálva fluoreszcens fénykibocsátó képességét). E technika fölhasználásával a génekben azonosított T-DNS inszerciók gyakorisága hasonlóan bizonyult a lúdfűben, haploid *Nicotiana glauca* és allotetraploid *Nicotiana glauca* (például *plumbaginifolia*) és allotetraploid dohányban. Mivel e három növényfaj sejt-magi DNS-ének (ún. *genomjának*) mérete és az abban kódolt gének száma jelentősen különbözik egymástól (*Arabidopsis* 132 Mbp, 33 600 gén; dohány 3613 Mbp, 90 000 gén), ez az eredmény azt jelezte, hogy a T-DNS a várt véletlen eloszlással szemben nagy gyakorisággal épül génekbe (Koncz et al., 1989). Az első T-DNS-inszercióval azonosított génmutáció jellemzése után a lúdfű *CH42* (protoporfirin

Mg²⁺-kelatáz) génjében (Koncz et al., 1990) valóban sikerült nemzetközi összefogással az Arabidopsis legtöbb génjében legalább egy T-DNS inszerciós mutációt azonosítani, ami lehetővé tette azok funkcionális analízisét. Többek között ez vezetett például ahhoz a felismeréshez is, hogy az állatokhoz hasonlóan a növényekben is működnek alapvető életfunkciókat szabályozó szteroid hormonok (Szekeres et al., 1996). A T-DNS-inszerciókat környező növényi DNS-szekvenciák összehasonlító vizsgálata ugyanakkor fontos információt szolgáltatott a T-DNS beépülését irányító nem-homológ (ún. *illegitim*) rekombinációs folyamat részleteiről (Mayerhofer et al., 1991). Az a tény, hogy a megvizsgált inszerciók döntő többségében a T-szál virD2 pilóta fehérje által védett 5'-vége pontosan kapcsolódott a beépülés során a növényi célszekvenciákhoz, azt jelezte, hogy a virD2 relaxáz fehérje aktív szerepet játszik a T-DNS kromoszomális beépülési folyamatában.

A T-DNS beépülési helyeinek gyakoriságát vizsgálva a gének különböző régióiban kiderült, hogy a gének kódoló szekvenciáihoz hasonlóan a T-DNS-inszerciók átlagos száma lényegesen magasabb a kromoszomális génhurkok egymással kölcsönható 5'-végi promóter és 3'-végi poliadenilációs szignálszekvenciákat hordozó régióiban (Szabados et al., 2002). Ez azt jelezte, hogy a T-DNS-hez kovalensen kapcsolódó virD2-fehérje, amely szükséges a T-szál sejtmagi importjához, kölcsönhat olyan kromatin fehérjékkel, amelyek a gének promóter, illetve 3'-regiójában lokalizálódnak. Az ezt követő virD2-fehérje kölcsönhatási vizsgálatok ahhoz a meglepő észleléshez vezettek, hogy az integrálódó T-DNS virD2 pilóta fehérjéje a sejtmagban a TATA-borsz-kötő TBP-fehérjéhez kapcsolódik, amely minden eukarióta organizmus-

ban megtalálható (Bakó et al., 2003). A TBP mint az RNS-polimeráz II (RNSPII) enzim TFIID általános transzkripció faktorának központi alegysége, kulcsszerepet játszik az eukarióta gének promóter régióiban található konzervált TAATA-szekvenciák felismerésében és a transzkripció elindító RNSPII-komplexek összeállításában a promótereken. Emellett a TBP képes differenciáltan felismerni különböző DNS-hibákat, és emlőssejtekben kölcsönhat a DNS javítási mechanizmusok egyik kulcs szabályozó faktorával, a p53 tumorszuppresszor fehérjével.

A növényi sejtmagokban a virD2-fehérje a vártnál magasabb molekulatömeget mutat, ami a fehérje foszforilációjának tulajdonítható. A virD2 foszforilálásáért felelős protein kináz tisztítása során együtt frakcionálódik a TFIID- és RNSPII-komplexekkel, és foszforilálja az RNSPII legnagyobb alegységének C-terminális doménjében (RNSPII-CTD-ben) található Y₁S₂P₃T₄S₅P₆S₇ ismétlődő peptidrégiókat, amelyek közismerten fontos szerepet játszanak az RNSPII és a transzkripció különböző fázisait irányító faktorok kölcsönhatásaiban (Hajheidari et al., 2013). További vizsgálatok kiderítették, hogy a virD2-kináz izolálható egy olyan ellenanyaggal, amely az RNSPII TFIIH komplexének egyik alegységét, a ciklin-H által aktivált CDKD₂-kinázt ismeri fel.

A TFIIH nemcsak a transzkripció egyes lépéseit irányítja, de központi szerepet játszik a DNS-javítás folyamataiban és a sejtosztódást szabályozó ciklinfüggő kinázok (CDK-k) aktiválásában. A növényi TFIIH-kapcsolt CDKD-kinázok funkciói hasonlóak a humán CDK7-kinázéhoz, amely krónikus aktiválódást mutat az immortalizált tumorok többségében. Ugyanakkor a CDK7-tel kapcsolt TFIIH-alegységek DNS-javítási folya-

matokat gátló hibái a közismert ultraibolya sugárérzékenységet okozó genetikai betegségek (például *Xeroderma pigmentosum* és Cockayne-szindrómák) okai (Egly – Coin, 2011; Fisher, 2012). A növényi TFIIH-kinázok újabb vizsgálatai kiderítették, hogy *Arabidopsisban* a humán CDK7 funkcióját három egymáshoz hasonló CDKD-kináz látja el, amelyeket a TFIIH-komplexekben egy, eddig csak növényekben ismert CDKF-mesterkináz aktivál. A humán CDK7-hez hasonlóan, a növényi CDKD-k az RNSPII-CTD ismétlődő peptidmotívumainak szerin-5 (S₅) pozícióit foszforilálják, és ezzel stimulálják a transzkripció indítását az RNSPII által átvitt géneken. Az őket aktiváló CDKF-kináz a CTD-peptidek utolsó, szerin-7 (S₇) pozícióba épít foszfátcsoportokat, amely szükséges ahhoz, hogy a sejtdifferenciálódást irányító mikroRNS-ek és más géncsöndesítő kis RNS-ek transzkripciója és biogenezise helyesen történjen meg (Hajheidari et al., 2012).

A CDKF-gén mutációja Arabidopsisban a CDKD-kinázok aktivitását nagyban lecsökkenti, ami drasztikusan gátolja a sejtosztódást. Ezért a *cdkf*-mutánsok extrém törpe növekedést mutatnak. Ezzel szemben mindhárom *CDKD*-gén inaktiválása gátolja a sejtosztódást, és a hármas mutációt hordozó sejtek nem életképesek. A közelmúltban végzett kísérletek eredményei azt mutatják, hogy a CDKF-kináz inaktiválása teljesen meggátolja az agrobaktérium T-DNS-sel indukált tumorképződést. Hasonlóan a *CDKD*-gének egyedi és kombinált mutációi lecsökkentik a tumorképződés gyakoriságát. E megfigyeléseket feltehetően az magyarázza, hogy a sejtmagba bejutó T-DNS (T-szál) virD2 pilóta fehérjéjét a TFIIH-komplexek CDKD-kinázaival kölcsönható CDKF-mesterkináz foszforilálja. A virD2-relaxáz foszforilálása

valószínű szükséges ahhoz, hogy a kovalensen kötött virD2 leváljon a T-szál 5'-végéről, és azt egy, a növényi DNS-ben található szabad 3'-véghöz kapcsolja. A tumorképzés hiánya a *cdkf*-mutáns növényekben azt sugallja, hogy a CDKF hiánya a virD2 foszforilációját, és ezáltal T-DNS-integrációt segítő funkcióját gátolja. Ezzel szemben a tumorképzés részleges gátlása a *cdkd*-mutánsokban arra utal, hogy az egyes CDKF-kötő CDKD-kinázok hiánya különböző mértékben csökkenti a TFIIH-komplexben a virD2-fehérjét foszforiláló CDKF-kináz mennyiségét.

Összefoglalva, a jelenleg rendelkezésre álló eredmények azt mutatják, hogy a tumorképzésért felelős agrobaktérium T-DNS-ének növényi kromoszómákba épülését segítő virD2 relaxáz fehérje a sejtosztódás, DNS-javítás és transzkripció folyamatait szabályozó TFIIH-komplexszel lép kölcsönhatásba. Mivel eukariótákban, az élesztőtől a humán sejtekig, a TFIIH kinázai és egyéb alegységei figyelemre méltó szerkezeti és funkcionális hasonlóságot mutatnak, talán nem meglepő az a tény, hogy az agrobaktérium T4SS pilusán bejuttatott T-DNS a növényekhez hasonló módon beépül élesztő, fonális gomba, tengeri uborka és humán sejtek kromoszomális DNS-eibe is (idézetekért lásd: Lacroix–Citovsky, 2013). A jelenleg ismert plazmidok összehasonlító vizsgálatai azt mutatják, hogy az agrobaktérium Ti plazmid virulenciagénjei által kódolt virD2 relaxáz és T4SS pilus fehérjei közeli rokonságban állnak számtalan más baktérium plazmidján és kromoszómáján kódolt konjugatív DNS-átvitelért felelős fehérjékkel (Smillie et al., 2010). Ezek közé tartoznak például az RP4 és RSF1010 plazmid TraI- és Mob-fehérjei, amelyek képesek az agrobaktérium T4SS pilusán át mobilizálni az RP4 és RSF1010 plazmid DNS-eket nö-

vényi sejtbe, ahol azok a T-DNS-hez hasonlóan beépülnek a sejtmagi DNS-be. A T-DNS átvihető számos más proteobaktérium (például rhizóbium) DNS konjugációs rendszerével is növényi sejtbe. Továbbá, virD2-höz hasonlóan, a TraI és Mob relaxáz fehérjék a sejtmagban halmozódnak föl akkor is, ha bejutnak humán sejtekbe (Silby et al., 2007). Nemrég egy agrobaktériummal rokon virD2 és virB/D4 T4SS transzformációs rendszert azonosítottak a humán patogén *Bartonella* fajokban, amelyek képesek plazmidjaikat állati és humán sejtekbe mobilizálni, ahol azok integrálódnak a sejtmagi kromoszómákba (Llosa et al., 2012). Emellett ismert, hogy számtalan humán kórokozóban, így a gyomorrák kialakulásában szerepet játszó *Helicobacter pylori*-ban is található több virD2-vel rokon relaxáz és T4SS-t kódoló virulenciagén (Grove et al., 2013). E megfigyelések alapján logikusan fölmerül annak a lehetősége, hogy

a baktériumokból eukarióta sejtekbe irányuló horizontális DNS-transzfer sokkal gyakoribb a természetben, mint azt eddig feltételeztünk. Ezért a továbbiakban szükséges megvizsgálnunk, hogy az ismert humán patogének közül melyek képesek DNS-üket beépíteni a kromoszómákba, és ezzel az agrobaktérium T-DNS-hez hasonlóan génmutációkat okozni. Alkalmas védekezési stratégiák kidolgozása céljából érdekes lenne azt is megtudnunk, hogy a sejtmagba bejutó bakteriális relaxázok az agrobaktérium virD2-höz hasonlóan a TFIIH közvetítésével építik-e be DNS-eiket a kromoszómákba.

Kulcsszavak: *Agrobacterium*, *horizontális DNS-átvitel*, *virulencia gének*, *plazmid konjugáció*, *transzferált DNS (T-DNS)*, *virD2 relaxáz*, *T4SS szekréciós csatorna*, *RNS-polimeráz II*, *TFIIH általános transzkripciósfaktor*, *genetikailag módosított növények*

IRODALOM

- Bakó László – Umeda, M. – Tiburcio, A. F. – Schell, J. – Koncz C. (2003): The VirD2 Pilot Protein of *Agrobacterium*-transferred DNA Interacts with the TATA Box-binding Protein and a Nuclear Protein Kinase in Plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 100, 10108–10113. DOI: 10.1073/pnas.1733208100 • <http://www.pnas.org/content/100/17/10108.long>
- Cilton, Mary-Dell – Drummond, M. H. – Merlo, D. J. – Sciaky, D. (1978): Highly Conserved DNA of Ti Plasmids Overlaps T-DNA Maintained in Plant Tumors. *Nature*. 275, 147–149. DOI: 10.1038/275147a0
- Depicker, Ann – Van Montagu, M. – Schell, J. (1978): Homologous Sequences in Different Ti Plasmids Are Essential for Oncogenicity. *Nature*. 275, 150–152. DOI: 10.1038/275150a0
- Egly, Jean-Marc – Coin, Frédéric (2011): A History of TFIIH: Two Decades of Molecular Biology on a Pivotal Transcription/Repair Factor. *DNA Repair*. 10, 714–721. DOI: 10.1016/j.dnarep.2011.04.021
- Fisher, Robert P. (2012): The CDK Network: Linking

- Cycles of Cell Division and Gene Expression. *Genes & Cancer*. 3, 731–738. DOI: 10.1177/1947601912473308 • <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3636752/>
- Grove, Jane I. – Alandiyany, M. N. – Delahay, R. M. (2013): Site-specific Relaxase Activity of a VirD2-like Protein Encoded within the tfs4 Genomic Island of *Helicobacter pylori*. *The Journal of Biological Chemistry*. 288, 37, 26385–26396. DOI: 10.1074/jbc.M113.496430 • http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3772185/#__ffn_sectitle
- Hajheidari, Mohsen – Farrona, S. – Huettel, B. – Koncz Zs. – Koncz Cs. (2012): CDKF1 and CDKD Protein Kinases Regulate Phosphorylation of Serine Residues in the C-terminal Domain of Arabidopsis RNA Polymerase II. *The Plant Cell*. 24, 1626–1642. DOI: 10.1105/tpc.112.096834 • <http://www.plantcell.org/content/24/4/1626.long>
- Hajheidari, Mohsen – Koncz Cs. – Eick, D. (2013): Emerging Roles for RNA Polymerase II CTD in Arabidopsis. *Trends in Plant Science*. 18, 633–643. DOI: 10.1016/j.tplants.2013.07.001 • https://www.researchgate.net/publication/255175208_Emerging

- roles_for_RNA_polymerase_II_CTD_in_Arabidopsis
- Herrera-Estrella, L. – Depicker, A. – Van Montagu, M. – Schell, J. (1983): Expression of Chimaeric Genes Transferred into Plant Cells Using a Ti-plasmid-derived Vector. *Nature*. 303, 209–213. DOI: 10.1038/303209a0
- Koncz Csaba – Schell, Jeff (1986): The Promoter of T_L-DNA Gene 5 Controls the Tissue-specific Expression of Chimaeric Genes Carried by a Novel Type of *Agrobacterium* Binary Vector. *Molecular and General Genetics*. 204, 383–396. DOI: 10.1007/BF00331014 • https://www.mpipz.mpg.de/26151/Koncz_Schell_MGG_204.pdf
- Koncz Csaba – Martini, N. – Mayerhofer, R. – Koncz-Kálmán Zs. – Körber, H. – Rédei G. P. – Schell, J. (1989): High-frequency T-DNA-mediated Gene Tagging in Plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 86, 8467–8471. • <http://www.pnas.org/content/86/21/8467.full.pdf>
- Koncz Csaba – Mayerhofer, R. – Koncz-Kálmán Zs. – Nawrath, C. – Reiss, B. – Rédei G. P. – Schell, J. (1990): Isolation of a Gene Encoding a Novel Chloroplast Protein by T-DNA Tagging in *Arabidopsis thaliana*. *The EMBO Journal*. 9, 1337–1346. • <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC551817/?page=1>
- Lacroix, Benoît – Citovsky, Vitaly (2013): The Roles of Bacterial and Host Plant Factors in *Agrobacterium*-mediated Genetic Transformation. *The International Journal of Developmental Biology*. 57, 467–481. DOI: 10.1387/ijdb.130199bl • <http://www.ijdb.ehu.es/web/paper.php?doi=10.1387/ijdb.130199bl>
- Llosa, Matxalen – Schröder, G. – Dehio, C. (2012): New Perspectives into Bacterial DNA Transfer to Human Cells. *Trends in Microbiology*. 20, 355–359. DOI: 10.1016/j.tim.2012.05.008
- Mayerhofer, Reinhold – Koncz-Kálmán Zs. – Nawrath, C. – Bakkeren, G. – Cramer, A. – Angelis, K. – Rédei, G. P. – Schell, J. – Hohn, B. – Koncz, C. (1991): T-DNA Integration: A Mode of Illegitimate Recombination in Plants. *The EMBO Journal*. 10, 697–704. • <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC452704/pdf/emboj00101-0193.pdf>

- Silby, M. W. – Ferguson, G. C. – Billington, C. – Heine-mann, J. A. (2007): Localization of the Plasmid-encoded Proteins TraI and MobA in Eukaryotic Cells. *Plasmid*. 57, 118–130. DOI: 10.1016/j.plasmid.2006.08.006 • https://www.researchgate.net/publication/6712002_Localization_of_the_plasmid-encoded_proteins_TraI_and_MobA_in_eukaryotic_cells
- Smillie, C. – Garcillán-Barcia, M. P. – Francia, M. V. – Rocha, E. P. – de la Cruz, F. (2010): Mobility of Plasmids. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 74, 434–452. DOI: 10.1128/MMBR.00020-10 • <http://mmbr.asm.org/content/74/3/434.full.pdf+html>
- Szabados László – Kovács I. – Oberschall A. – Ábrahám E. – Kerekes I. – Zsigmond L. – Nagy R. – Alvarado, M. – Krasovskaja, I. – Gál M. – Berente A. – Rédei G. P. – Haim, A. B. – Koncz Cs. (2002): Distribution of 1000 Sequenced T-DNA Tags in the *Arabidopsis* Genome. *Plant J.* 32, 233–242. DOI: 10.1046/j.1365-3113.2002.01417.x • <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3113.2002.01417.x/pdf>
- Szekeres M. – Németh K. – Koncz-Kálmán Zs. – Mathur, J. – Kauschmann, A. – Altmann, T. – Rédei G. P. – Nagy F. – Schell, J. – Koncz Cs. (1996): Brassinosteroids Rescue the Deficiency of CYP90, a Cytochrome P450, Controlling Cell Elongation and De-etiolation in *Arabidopsis*. *Cell*. 85, 171–182. • http://ac.els-cdn.com/S0092867400810946/1-s2.0-S0092867400810946-main.pdf?_tid=9f14ff2a-2dd2-11e4-878c-000000000000&acdnat=1409134516_84d3f3b94c2e4e9be18b6f4ca724f001
- Zaenen, I. – van Larebeke, N. – Touchy, H. – Van Montagu, M. – Schell, J. (1974): Super-coiled Circular DNA in Crown-gall Inducing *Agrobacterium* Strains. *Journal of Molecular Biology*. 86, 109–127. DOI: 10.1016/S0022-2836(74)80011-2 • https://www.researchgate.net/publication/222209064_Supercoiled_circular_DNA_in_crown-gall_inducing_Agrobacterium_strains
- Zambryski, P. – Joos, H. – Genetello, C. – Leemans, J. – Van Montagu, M. – Schell, J. (1983): Tiplasmid Vector for the Introduction of DNA into Plant Cells without Alteration of Their Normal Regeneration Capacity. *The EMBO J.* 2, 2143–2150. • <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC554261/?page=1>

MOLEKULÁRIS NEMESÍTÉSI MEGOLDÁSOK A BÚZAKUTATÁSBAN

Bedő Zoltán

az MTA rendes tagja, kutatóprofesszor
bedo.zoltan@agr.ar.mta.hu

Láng László

az MTA doktora, tudományos osztályvezető
lang.laszlo@agr.ar.mta.hu

Vida Gyula

PhD, tudományos főmunkatárs
vida.gyula@agr.ar.mta.hu

Rakszegi Mariann

PhD, tudományos főmunkatárs
rakszegi.mariann@agr.ar.mta.hu

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Egy összességében sikeres korszak zárult le a 20. század végén a világ mezőgazdasági innovációjában és termelésében. A zöld forradalom néven ismert, az ötvenes években elindított kezdeményezés szellemi atyja egy amerikai növénypatológusból lett növénynevelő, Norman Borlaug volt, aki földünk egyik legszárazabb vidékén, a mexikói Sonora tartományban látott hozzá a búzafajtahoz az ötvenes években. Ebben az időszakban, a 2. világháború után a föld 2,5 milliárdnyi lakosságának közel fele éhezett, vagy alultáplált volt. Az évszázad első felében a kormányzatok minden törekvése ellenére a termőterület folyamatos növelése mellett sem voltak képesek enyhíteni az éhezést, amit a második világháború csak fokozni tudott.

Norman Borlaug és a világ számos régiójában tevékeny sorstársai megváltoztatták a búzafajta nemesítési műhelyeiket. Átalakult a növény felépítése: a vegetatív növényi részekhez képest jelentősen megnőtt a generatív részek aránya, ami nagyobb potenciális termőképességre adott lehetőséget. Ezt

az előnyt a termesztés során azonban csak rövid szárú, nagyobb állóképességgel rendelkező genotípusokkal lehetett realizálni. Ennek érdekében ún. szártörpésítő géneket építettek be a búzába. Új, nagyadagú növény-táplálási és növényvédelmi technológiákat fejlesztettek világszerte a modern búzafajta nagy termőképességének kiaknázására. Napjainkban szemben érzékeny típusok elterjedésével javult a búza eltérő ökológiai környezethez való alkalmazkodóképessége, a genetikailag heterogén tájfajta populációk helyett genetikailag homogén populációval rendelkező modern búzafajta került termesztésbe.

Az új növénynevelési eredmények politikai rendszerektől függetlenül Földünk minden részére eljutottak. Négy évtized alatt megháromszorozódott a világ gabonatermelése. Az évszázad végére hatmilliárdra duzzadt népesség ellenére jelentősen visszaszorult az éhezés, több régióban a politikai okok, az elosztási anomáliák miatt volt inkább élelmiszerhiány. Az előző század második fele az emberiség történetének egyik legnagyobb

sikere volt a mezőgazdálkodásban, amikor az agrárkutatói eredmények gyorsan és hatékonyan kerültek a gyakorlatba, és a világ több éhezéssel sújtott régiójának hozta el a társadalmi stabilitást. Norman Borlaug búzanevelőnek joggal adományoztak Nobel-békedíjat.

A 20. század ötvenes éveiben kezdődött fejlődési folyamat fokozatosan lassult az ezredforduló közeledtével. Egyes régiókban stagnálás, máshol csökkenés volt megfigyelhető a növényi produktivitásban, ami több okra volt visszavezethető. Ide sorolható többek között a gyors termelésnövekedés, valamint a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoribbá válásával csökkenő terméshozam. A klímaváltozás hatására új kórokozók és kártevők jelentek meg, például a magasabb hőmérséklethez alkalmazkodó sárgarozsda (*Puccinia striiformis*) Warrior rassza, vagy az afrikai Ugandából Kisázsiaig terjedő új feketerozsda (*Puccinia graminis*) UG99-es rassz. Az ökológiai egyensúly fenntartása miatt megkérdőjeleződött a nagyadagú műtrágyázás gyakorlata. Az egyoldalú terméshozam mellett előtérbe került a differenciált minőségű alapanyag előállításának érdekében a beltartalmi minőség javításának igénye, az egészséges táplálkozásban szerepet játszó bioaktív komponensek, és a szem keményítő-összetételének módosítása.

Új növénynevelési módszerek alkalmazása

Hans J. Braun és munkatársai (1998) felmérést végeztek a jövőbeni legfontosabb növénynevelési célkitűzésekről a világ búzanevelői körében. A válaszok régióként eltérőek voltak, ugyanakkor abban megegyeztek, hogy a búzanevelési célok lényegesen bonyolultabbá váltak a korábbi időszakhoz képest. A produktivitás növelése mellett legalább olyan fontos lett a terméshozam növelése, a betegség-ellenállóságra történő kutatások, a beltar-

talmi minőség javítása, a nitrogén- és foszforhasznosító képesség fejlesztése stb. Az új kihívások ismeretében Anthony Arundel és munkatársai (2000) az európai növénynevelők véleményét kérte ki, és megállapította, hogy a nevelők mintegy 80%-a a klasszikus módszerek mellett a géntechnológiát, valamint a molekuláris markertechnológiákat kívánja alkalmazni a kutatások hatékonyságának növelése érdekében.

A klasszikus szelekciós módszerek is fejlődtek világszerte. Rutineljárás lett a Norman Borlaug által bevezetett, több ökológiai környezetben végzett szelekció, az ún. *shuttle breeding*. A statisztikai módszerek fejlődésével forradalmi változások történtek a nagy szelekciós adathalmazok kezelésében. Mára a hagyományos nevelés szerves része a dihaploid technika vagy az ún. *egymagszármazék módszer* (*single seed descent*). Az új, egyre összetettebb célkitűzések ismeretében nagy előnevelési (*prebreeding*) programok kezdődtek el, és a termőképesség növelésére kidolgozásra kerültek a fiziológiai alapokon nyugvó szelekciós rendszerek. Egyre nagyobb teret nyerne a molekuláris markertechnológiák. A genomikai szelekció már a poligén jellegekre történő szelekcióban is felhasználható lesz a jövőben bioinformatikai háttér mellett, ami többek között a heterózis nevelésben is jelentős fejlődést idézhet elő. Új molekuláris citogenetikai módszerek segítik a vad- és rokon fajokból átvitt kromoszóma-szegmensek kimutatását. A genomika elősegíti a tudatos mutációs nevelés kidolgozását a TILLING-módszer alkalmazásával.

A növénynevelési koncepció változása Martonvásáron

A koncepcióváltás a martonvásári kalászos gabona nevelési programjában is végbe-

ment a múlt század kilencvenes éveiben, hogy megfeleljünk a világszerte kialakult új kihívásoknak, és a megváltozott hazai termelési feltételeknek. Kutatásaink fő célkitűzése az elmúlt időszakban a molekuláris növény-nemesítés és a hagyományos szelekciós eljárások együttes felhasználása, a nemesítési kutatási alapok szélesítése genetikai, virágzásbiológiai, növényélettani, növénykórtani, gabonakémi-ai, informatikai stb. ismeretekkel. Különböző termesztési eljárások (például organikus, precíziós gazdálkodás) elterjedése is indokoltá tette, az új feltételekhez alkalmazkodó nemesítési programok kialakítását. Ehhez alapvetően a korábbi időszakokhoz képest nagyobb kapacitású búzanemesítési programra van szükség, ami magába foglalja

- a génbanki kollektciókban új genetikai források kutatását molekuláris nemesítési módszerekkel,
- az agronómiai tulajdonságok fejlesztését megalapozó előnemesítési program kialakítását.

Növény-nemesítést szolgáló génbanki kutatások

Az USA legnagyobb növény-nemesítési szervezete, a National Association of Plant Breeders közvélemény-kutatást végzett 2009-ben az észak-amerikai és európai növény-nemesítők között a legfontosabb növény-nemesítési kutatási módszerekről. A válaszok alapján megállapítható (1. táblázat), hogy a megváltozott helyzetben, az új célkitűzések miatt a nemesítőknek új genetikai forrásokra van szükségük, és ezeket a precízebb és hatékonyabb molekuláris technológiák alkalmazásával kívánják a génbanki gyűjteményekben megtalálni.

Így az elmúlt időszakban a növény-nemesítés számára felértékelődött a génbankokban fellelhető régi fajták és populációk szerepe. Ez alapvetően nem azért történt világszerte, mert a nemesítők újból a természetbe kívánták volna állítani a régi búzákat, hanem azért, mert a molekuláris nemesítési módszerekkel hatékonyabbá és gyorsabbá vált a régi fajták

hasznos tulajdonságainak kutatása, jellemzése és géneinek átvitele a modern fajtákba. A nemesítőknek nem a tájfajtákra mint teljes növényi kiindulási anyagra van szükségük, hanem azok hasznos géneire. Ez a koncepció találkozott a génbanki kutatók elképzeléseivel is, mivel a molekuláris technikák hatalmas lehetőségeket jelentenek számukra is a kollektciók jellemzésére. A hagyományos módszereket, a botanikai és morfológiai jellemzéseket hatékonyan egészítették ki többek között a molekuláris markertechnológiák alkalmazása, a dinamikus fejlődő génszekvenálási eljárások, valamint ezzel párhuzamosan a nagy hatékonyságú fenotipizálási rendszerek.

A régi tájfajták felhasználása a nemesítésben tradicionális módszerekkel kevésbé hatékony, mivel néhány értékes génjük mellett számos hátrányos agronómiai tulajdonsággal rendelkeznek, kis termőképességűek. Jelen-tősen bonyolíthatja a hasznos gének átvitelét a kedvezőtlen tulajdonsággal való génkapcsoltság, a távoli vad vagy termesztett rokonfajoknál a keresztezési akadályok, a homeológ-kromoszómák párosodásának hiánya stb. A génbanki kutatások hatékonysága javítható a genotipizálás és a fenotipizálás új módszereinek együttes alkalmazásával. Vizsgálható a kollektció a nemesítés számára fontos, ismert gének előfordulásának kimutatására, elvégezhető a régi tájfajták, fajtapopulációk genetikai felbontása, unikális allélok izolálása, amelyek hasznosíthatók a nemesítésben a genetikai variabilitás szélesítése érdekében. A molekuláris markerekkel végzett rekurrens szelekcióval egyrészt felgyorsítható a génbanki kollektciókban lévő hasznos agronómiai tulajdonságok beépítése a meglévő nemesítési anyagba, másrészt különböző betegségrasszokkal szemben rezisztenciagének piramidálhatók egy genotípusba, ami a betegség-ellenállóság

egyik leghatékonyabb és leginkább tartós formája.

Molekuláris nemesítési módszerek az előnemesítésben (prebreeding)

Robert W. Allard (1996) a 20. század búzane-mesítésében lezajlott eseményeket kétirányú folyamatként értékeli, ahol egyrészt a növényi génállomány eróziója zajlott le a homogén populációból álló modern fajták elterjedésével, és a heterogén populációjú tájfajták, a korai fajtapopulációk eltűnésével, másrészt a széles adaptációs képességet biztosító és a produktivitást növelő allélek folyamatos felhalmozódása ment végbe a modern növény-fajtákban a nemesítési ciklusok eredményeként. Ugyanakkor a nemesítők az erős konkurencia közepette egyre inkább abból az elvből indultak ki, hogy a „legjobbat a legjobbal” keresztezzék. A legjobb teljesítményt nyújtó, elterjedt fajták egymás közti keresztezésének egyik következménye lett, hogy a termesztett fajták allélkülönbsége csökkent, így szükségessé vált a genetikai variabilitás szélesítése előnemesítési módszerekkel.

A nemesítési folyamat felgyorsítására, a genetikai variabilitás szélesítésére a múlt század nyolcvanas éveitől kezdve a leginkább használt biotechnológiai módszerek az ún. *doubled* haploid nemesítés, valamint az *in vitro* szomaklonális szelekció volt a nagyobb nemesítő intézetekben, így Martonvásáron is. A modern nemesítési módszerek közül napjainkban az új genetikai források létrehozására a molekuláris markerszelekció széles körű alkalmazásának vagyunk szemtanúi.

A nemesítőknek alapvetően öt különböző genetikai forrás áll rendelkezésükre az előnemesítésben, úgy, mint egy adott régióban adaptív fajta, más ökológiai régióban termesztett ún. exotikus genotípus, a génban-

prioritás	pontszám	sorrend
növényi génbankok jellemzése (genotipizálás és fenotipizálás)	459	1
fontosabb agronómiai tulajdonságok molekuláris térképezése	456	2
nemesítési anyag teljesítményvizsgálata és fenotípusos vizsgálata	437	3
felhasználóbarát adatbázis fejlesztése	434	4
növényi génbankok, génkollektciók cseréje	380	5
molekuláris markerek fejlesztése	371	6
génforrások és genomikai szelekciós központi katalógus fenntartása	368	7
egységes fenotipizálási módszerek	352	8
kvantitatív genetikai módszerek fejlesztése	324	9
exotikus génforrások előnemesítése (<i>prebreeding</i>)	319	10

1. táblázat • Növény-nemesítési prioritások az Egyesült Államokban (National Association of Plant Breeders nyomán, 2009)

kokban fellelhető régi tájfajta vagy fajtapopuláció, vadon élő vagy termesztett rokon fajok, valamint a mutáns genotípusok.

Adaptív fajták és törzsek felhasználásával a legkisebb az esély a genetikai variabilitás jelentősebb szélesítésére. Ez leginkább a vadon élő vagy termesztett rokon fajok felhasználásával valósítható meg. Ugyanakkor ez utóbbi a hagyományos genetikai módszerekkel időigényes kutatás. Elég, ha csak a legnagyobb területen elterjedt IB/IR rozs transzlokációs búzafajtákat említjük példaként: az első sikeres búza×rozs keresztezésről az első fajta regisztrációjáig harminchárom év telt el (Rabinovich, 1998). A nemesítési folyamat bonyolultsága ellenére a búzanemesítők nagymértékben használtak fel vad fajokat. Interspecifikus keresztezésekkel világszerte több betegségrezisztencia- és tartalékfehérje-gént sikerült beépíteni a közönséges búza genomjába.

Ökológiai régiókban a búza egyik legfontosabb tulajdonsága az átlagon felüli abiotikus stresszrezisztenciája. Ez több komponensből tevődik össze, és ide tartozik a télállóság. A martonvásári fitotronban végzett fagyállósági kísérletek során vizsgálatba állítottuk az Európa különböző régiójából származó, az adott régióra jellemző búzafajtákat (Veisz et al., 1996). A kísérleti eredmények alapján a kelet-európai fajták bizonyultak a legellenállóbbaknak, és a dél-európaiak a leginkább fagyérzékenyek. A klímaváltozással még inkább felértékelődtek a szárazság- és a hőtüres kutatások. Aszálynak kitett kontinentális klímájú régiókban az adaptációs képesség, a szárazságtűrés és a termőképesség szorosan összefüggő tulajdonságok. Különösen jelentőssé vált ez a probléma a szélsőséges klimatikus események gyakoriságának fokozódásával, ami nemcsak a termés mennyiségének, hanem minőségének stabilitását is megkérdő-

jelezi. Ezáltal nemcsak az ökológiai régiók, de az évszázadok közti fluktuáció is megnőtt.

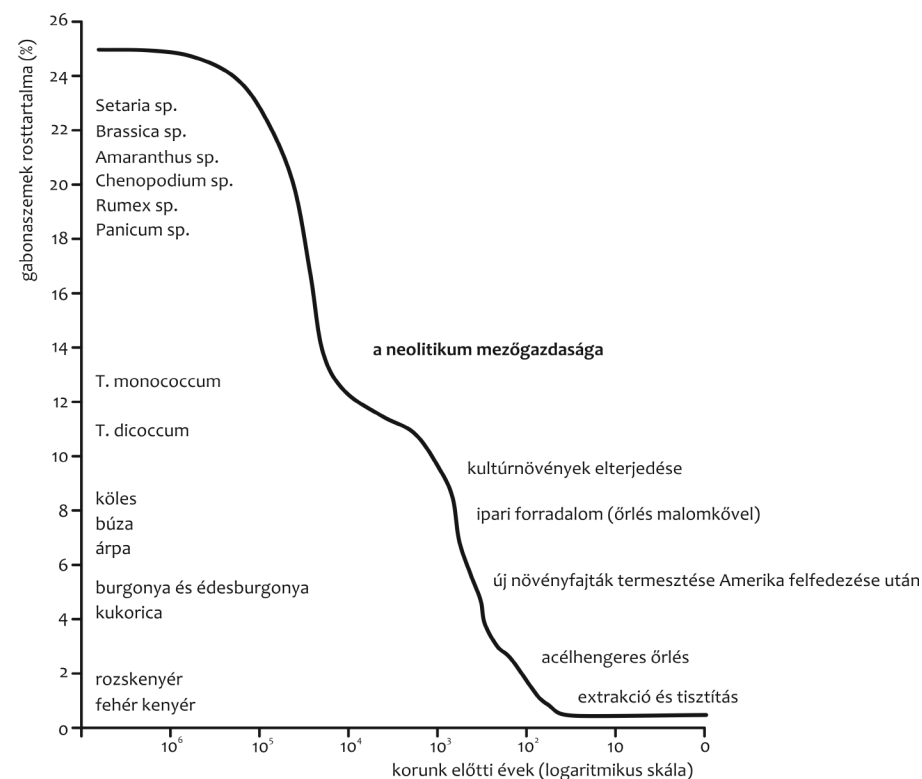
A termésszabotázás másik fontos meghatározója a gombabetegségekkel szembeni rezisztencia számos kórokozónál főként mono- vagy oligogén rezisztenciaöröklődésen alapul. Ez kiváló lehetőséget nyújt a molekuláris marker technológia felhasználására a rezisztencianemesítésben. A legfontosabb kórokozók (levélrozsda, liszttharman, sárgarozsda, szárrozsda stb.) szemben ellenálló génforrások kimutatásával pontosan meg tudjuk határozni fajtáink, fejlett törzseink és génforrásaink rezisztenciagénjeit. A hatékony rezisztenciagének gyors beépítése érdekében az ún. *molekuláris marker* segítségével végzett vizs- szakeresztesés nemesítést alkalmazunk (*marker-assisted back crossbreeding* – MABC). Felgyorsítható az azonos fenotípusos hatást előidéző allélok piramidálása egy genotípusba, általában egy jól bevált búzafajtába, amit egyetlen tulajdonságban kívánunk módosítani. A génpiramidálás és a molekuláris marker felhasználásával végzett visszakeresztesés nemesítés optimálisan kombinálható a hagyományos szelekciós módszerekkel. Jó példa erre a BIOEXPLOIT FP6 EU-projekt keretében végzett levélrozsda rezisztenciagének piramidálása martonvásári búzafajtákba (Vida et al., 2009). Egy levélrozsda-erősen fogékony, de a sikermennyiségre és -minőségre egyaránt kiváló fajtánkat, az Mv Emmát használtuk recipiens szülőként a program során.

A búzafajták döntő többsége a világszerte elterjedt észak-amerikai osztályozás alapján a piros, keményszemű (*hard red*) minőségcsoportba tartozik. Az elmúlt két évtized során a csökkent műtrágya-felhasználás, a szélsőséges klíma és a biotikus stressztényezők hatásai miatt romlott a beltartalmi minőségi paraméterek stabilitása. A kontinentális klimatikus

éghajlati környezetben nemesített búza minőségstabilitása azért is kritikus tulajdonság, mivel ebben a régióban általában jobb sütőipari minőségű, nagyobb fehérjetartalmú búzát lehet termesztetni, mint például Nyugat-Európában. A martonvásári nemesítési program jelentős eredményeket ért el ezen a téren. A nagy sikértartalmú búzafajták nemesítése során sikerült kisebb nitrogénműtrágya-dózis felhasználása esetén is megfelelő sikértartalmú termést produkálni az Mv Magdaléna, az Mv Csárdás, az Mv Verbunkos fajtákkal. A 2002-ben állami elismerésben részesült Mv Suba mind sikértartalom, mind -minőségben Európa egyik legjobb búzafajtája, amit tíz országban termelnek minőségjavítás céljából. Az új nemesítési kiindulási anyag szelekciója

során mindenképpen célszerű figyelembe venni a kanadai növénynemesítők koncepcióját, miszerint a fehérjetartalom további jelentős növelése helyett inkább a fehérjekomponensek összetételének változtatása, minőségének javítása jelenthet új törekvést (DePauw et al., 1998). Ebből kiindulva született meg az Mv Kolo, az Mv Toldi, majd a Bánkúti 1201-es régi magyar búzából átvitt Bx7 fehérjetűltermelő gént tartalmazó Mv Karizma.

Az egészséges gabonaalapú táplálkozáshoz a búzaszem bioaktív komponenseinek javítása is előtérbe került. A növényi rostanyagok a modern gabonaalapú táplálkozásból sajnos a korszerű malomipari technológiák miatt szorultak ki az emberiség történelme során (1. ábra). A klasszikus értelemben vett növényi



1. ábra • A liszt rosttartalmának változása az emberiség történelme során

rostanyagok – az arabinoxilán és a β -glükán – a gabonaalapú élelmiszerek táplálkozástani értékét nagymértékben befolyásolják, a búza-szemben az endospermium sejtfalában található meg. Így többek között szerepük van az inzulinszabályozásban, csökkentik a koleszterinszintet, a 2-es típusú diabetesz kialakulásának kockázatát. Ezidáig csak exotikus forrásokban sikerült nagy arabinoxilán és a gyors felszívódás miatt értékes vízdoldható arabinoxilán- (WE-AX-) tartalmat kimutatni. Közös a rothamstedi és a Budapesti Műszaki Egyetem kutatóival előállítottunk nagy WE-AX-tartalmú genotípusokat.

Egy másik jelentős, és eddig hazánkban kevésbé vizsgált beltartalmi komponens, a búzaszem meghatározó összetevője a keményítő, amit szintén a rostanyagok közé sorolnak. A búzakeményítőben az amilóz és az amilopektin aránya megközelítőleg 1:3, a szerkezetbeli különbségek az amilóz és az amilopektin között jelentősek, ami többek között befolyásolja a komponensek emészthetőségét. A lassúbb emészthetőség humán egészségügyi szempontból fontos tulajdonság, de emellett a búzakeményítőnek számos más felhasználási lehetősége van, mint például a bioetanol előállítása, az állati takarmányozás, műanyagok, filmek és ragasztóanyagok elő-

állítás stb. A HEALTHGRAIN FP6 EU-projekt keretében sikerült mindkét irányba módosított keményítő összetételű genotípusokat szelektálni, azaz kis amilóztartalmú, ún. *waxy*, részleges *waxy*, valamint nagy, közel 40% amilóztartalmú genetikai forrásokat előállítani molekuláris markerek felhasználásával (Rakszegi et al., 2014).

A mutációs nemesítés „reneszánszát” is a molekuláris technológiák elterjedése segítheti elő. A TILLING (*Targeting Induced Local Lesions in Genomes*) eljárás kis genetikai variációt mutató tulajdonságoknál kiváló módszer, amely a mutáns populációban pont a mutációk azonosítására alkalmas. Az olasz Tuscia Egyetem kutatóival együtt végzett vizsgálatokban sikerült *waxy* és magas amilóztartalmú mutánsokat azonosítani (Sestili et al., 2010). Nemesítési előnye, hogy az eredeti fajta introgresszió révén egy tulajdonságra hatékonyan javítható a mutáns gén bevitelével.

Az új molekuláris nemesítési eljárások felhasználása mellett nem lehet említés nélkül hagyni a géntechnológiai eljárások növény-nemesítési alkalmazását, a génmódosított növényfajta előállítását.

Egyértelműen megállapítható, hogy világszerte nagy kapacitással történik agronómiailag hasznos gének izolálása és felhasználása

transzgenikus és ciszgenikus növények nemesítésére. A martonvásári nemesítők a genetikailag módosított búza vizsgálatát először együttműködésben végezték a rothamstedi kutatókkal (Rakszegi et al., 2005), majd a kutatások kiszélesedtek (2. táblázat). A nemesítési felhasználást célzó kísérletek 2010-ben befejeződtek. Fennáll a

veszélye annak, hogy lemaradásunk olyan mértékű lesz egy sikeres külföldi áttörő eredmény gyakorlati bevezetések, hogy a jövőben behozhatatlan versenyhátrányba kerülhetünk.

Kulcsszavak: *búza, előnemesítés, génbank, marker technológia, bioaktív komponensek*

IRODALOM

- Allard, Robert W. (1996): Genetic Basis of the Evolution of Adaptedness in Plants. *Euphytica*. 92, 1–11. DOI: 10.1007/BF00022822 • <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00022822#page-1>
- Arundel, Anthony – Hocke, M. – Tait, J. (2000): How Important Is Genetic Engineering to European Seed Firms? *Nature Biotechnology*. 18, 578. DOI: 10.1038/76319
- Braun, Hans J. – Ekiz, H. – Eser, V. – Keser, M. – Ketata, H. – Marcucci, G. – Morgounov, A. – Nercirci, N. (1998): Breeding Priorities of Winter Wheat Programs. In: Braun, Hans J. et al. (eds.) *Wheat: Prospects for Global Improvement*. Kluwers Academic Publishers, 553–560.
- DePauw, Ron M. – Clarke, J. M. – McCaig, T. N. – Townley-Smith, T. F. (1998): Opportunities for the Improvement of Western Canadian Wheat Protein Concentration, Grain Yield and Quality through Plant Breeding. In: Fowler, D. Brian – Geddes, W. E. – Johnston, A. M. – Preston, K. R. (eds.): *Wheat Protein Production and Marketing. Proceedings of the Wheat Protein Symposium*. Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 75–93.
- Rabinovich, Svetlana V. (1998): Importance of Wheat-Rye Translocations for Breeding Modern Cultivars of Triticum aestivum L. *Euphytica*. 100, 323–340. DOI: 10.1023/A:1018361819215 • <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1018361819215#page-2>
- Rakszegi Mariann – Békés F. – Láng L. – Tamás L. – Shewry, P. R. – Bedő Z. (2005): Technological Quality of Transgenic Wheat Expressing an Increased Amount of a HMW Glutenin Subunit. *J. of Cereal Science*. 42, 1, 15–23. DOI: 10.1016/j.jcs.2005.02.006
- Rakszegi Mariann – Boglárka N. – Kisgyörgy N. B. – Kiss T. – Sestili, F. – Láng L. – Lafiandra, D. – Bedő Z. (2014): Breeding of High-amylose Wheat Genotypes. *Starch/Stärke*. (in press)
- Sestili, Francesco – Botticella, E. – Bedő Z. – Phillips, A. – Lafiandra, D. (2010): Production of Novel Allelic Variation for Genes Involved in Starch Biosynthesis through Mutagenesis. *Molecular Breeding*. 25, 145–154. DOI: 10.1007/s11032-009-9314-7 • <http://link.springer.com/article/10.1007/s11032-009-9314-7#page-1>
- Veisz Ottó – Harnos N. – Szunics L. – Tischner T. (1996): Overwintering of Winter Cereals in Hungary in the Case of Global Warming. *Euphytica*. 92, 249–253. DOI: 10.1007/BF00022852 • <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00022852#page-1>
- Vida Gyula – Gál M. – Uhrin A. – Veisz O. – Syed, N. H. – Flavell, A. J. – Wang, Z. – Bedő Z. (2009): Molecular Markers for the Identification of Resistance Genes and Marker-assisted Selection in Breeding Wheat for Leaf Rust Resistance. *Euphytica*. 170, 67–76. DOI: 10.1007/s10681-009-9945-0 • <http://link.springer.com/article/10.1007/s10681-009-9945-0#page-1>

tulajdonság	gén	búza	árpa
lisztharmat-rezisztencia	Pm3	genetikai módosítás, GM-növények értékelése	
fagyűrés	CBF4, 15, 12, 16	genetikai módosítás, GM-növények értékelése	genetikai módosítás, GM-növények értékelése
sütőipari minőség	1Dx5, 1Ax1	GM-növények értékelése	
tápérték	Ama1	genetikai módosítás, GM-növények értékelése	

2. táblázat • Transzgenikus növényekkel 2010-ig végzett kutatások Martonvásáron

A NÖVÉNYI VÍRUS MINT BIOINFORMATIKAI ADATTÁROLÓ

Balázs Ervin

az MTA rendes tagja,
MTA Agrártudományi Kutatóközpont Alkalmazott Genomikai Osztály, Martonvásár
balazs.ervin@agrar.mta.hu

A számítástechnika elmúlt évtizedekben végbement hatalmas technikai fejlődése eredményeképp a volt hajlékonylemez (floppy) merevlemez, a kompakt korongokat (CD), majd a digitálisvideo-korongokat (DVD) tollmeghajtók (*pendrive*) követték. Ezen utóbbiak mind formájukban mind pedig tárolókapacitásaikban igen nagy változatoságot mutatnak. E tollmeghajtókhoz nagyon hasonlóak a vírusok, melyek nagy morfológiai különbségekkel és különböző tárolási kapacitásokkal jellemezhetőek. Ahogy a tollmeghajtók adatait számítógéphez csatlakoztatva azok felhasználhatóakká, átalakíthatóvá válnak, a vírusok, bejutva egy kompatibilis élőlény sejtjébe, ugyancsak képesek erre – a bennük rejlő örökítőanyagok „életre” kelnek. Ott átalakíthatóakká válnak, s köszönhetően a molekuláris biológia forradalmi felfedezéseinek, a vírusok *in vitro* átprogramozhatóak, átalakíthatóak. A virológia nagy felfedezései sok esetben a növényi vírusokhoz köthetőek, csak néhány jelentősebbet megemlítve ide sorolhatjuk a vírusok első felismerését (Mayer, 1886), kristályosításukat (Stanley, 1935), és az első elektronmikroszkopikus felvételeket (Kausche et al., 1939). A vírus ribonukleinsav mint örökítőanyag azonosítását (Gierer-Schramm, 1956), s az első növényi fertőző

agens, a viroid (fehérjeburok nélküli fertőző vírus) elsődleges szerkezetének meghatározását (Gross et al., 1978) is említhetjük. Majd követte e jelentős eredményeket az első DNS-, majd RNS-vírus teljes genomjának leírása (Franck et al., 1980, Golet et al., 1982). Ezekkel a felfedezésekkel, indult hódító útjára a genomika, később egyre bonyolultabb élőlények kódoló szakaszainak azonosítását téve lehetővé; mindezt az ezredfordulón megkoronázva a humán genom feltárással. Napjainkban szinte mindennaposá vált egy-egy újabb élőlény elsődleges szerkezetének ismertetése. A több ezer ma ismert vírushatár közel egyharmada növényeket fertőz, s növényi betegségeket okoz. Morfológiailag sokfélék: gömb (ikozahedrális), fonál, pálcika, bacillus alakúak, ikerszecskeket formálóak méreteikben is a lehető legkülönbözőbbek. A napjainkban leírt metavírusok kivételével csak elektronmikroszkopikus tartományban láthatóak, 10 nm-től több száz nanométer méretűek. A vírusok genomja mindig csak egyféle nukleinsav lehet: vagy ribonukleinsav, vagy pedig dezoxiribonukleinsav. A növényi vírusok több mint nyolcvan százalékban ribonukleinsav genommal rendelkeznek, s azon belül is számos variáció fordul elő, mutatva biológiai sokféleségüket. Vannak egyszálú, RNS-vírusok (több-

ségükben), de ismerünk kettős szálú RNS-vírusokat is. A vírus genom állhat egy ribonukleinsav szálból, mint a potyvirusok esetében, vagy több RNS hordozza a genetikai információt, s előfordulnak szubgenomi RNS-ekkel szerveződött. A vírusok esetében ismerünk szatellit RNS-eket is amelyek a növényi betegségek megnyilvánulási formáit jelentősen megváltoztathatják, egyik kiváló példájuk az uborka-mozaikvírus (CMV) szatellit 5 jelű RNS-e. Ennek a szatellit ribonukleinsavnak egyik szekvenciavariánsa szabadon csatlakozva különböző uborka-mozaikvírus törzsekhez csúcsnekrózist okozva pusztítja el a paradicsomot. Míg a szatellit ribonukleinsav nem tartalmaz homológ szekvenciát a vírus genom ribonukleinsavaival, a defektív interferáló részecskebe burkolt ribonukleinsava a vírus genetikai állományából szerveződik. A növényi vírusok s így a ribonukleinsav genommal rendelkezők is, egyik általános tulajdonsága, hogy elenyésző méretű nem kódoló szakaszaik vannak, ellentétben a sejt élőlényekkel. Joggal feltételezhető, hogy ezek a fertőző agensek lehetőleg csak olyan szekvenciaszakaszokkal rendelkeznek, melyek az „életcikusaikban” jelentős szerepet játszanak. Az egyes vírusok által kódolt fehérjék alapvető szerepet játszanak a virion kialakításában, a kapszid formálásában, ahol a köpenyfehérje alegységek burkolják be a vírus genetikai állományát, védve azt az esetleges degradációtól. A köpenyfehérjék szerkezetileg alapvető feladataikon, a vírus nukleinsav becsomagolásán kívül, szerepet játszanak a vírusok által indukált betegségtünet kialakításában, a vírusok sejtről sejtbe való terjedésében, de az egyes rovarátvitelben is alapvetőek. A vírus ribonukleinsav kódolja a vírus ribonukleinsav replikációs komplexének alegységét, mely a nukleinsav szintéziséért felel, mely replikáz

komplex egyben helikáz aktivitással is rendelkező fehérjét kódol. A vírus kódolja a sejtről sejtbe való terjedésben alapvető szerepet játszó úgynevezett mozgási fehérjét is. A vírus ribonukleinsav kódolja még a vírus által indukált géncsendesítésben alapvető szerepet játszó fehérjét is. A potyvirusok, melyek csak egy RNS-szállal hordozzák a teljes genetikai információt, s a mintegy tízezer nukleotida hosszú genomról egy poliprotein szintetizálódik, majd ez a növényi sejtben kémiai és enzimatis hasításokkal alakítja ki az egyes funkcionális szerepet játszó fehérjéket. Így maga a vírusgenom szintetizáltatja meg a fehérje enzimatis bontásában szerepet játszó fehérjét is (Hull, 2014).

Az egyes vírusgének funkciójának meghatározásában alapvető szerepet játszottak a molekuláris biológia technikai arzenáljának látványos eredményei, melyek lehetővé tették az egyes vírusgének izolálását, azonosítását és *in vivo* vagy *in vitro* funkcióinak vizsgálatát. Ehhez nemcsak a vírusmutánsok, azok kialakítása vagy természetes mutánsai szolgáltatottak információkat, hanem egyes szakaszok cseréje is lehetővé vált. Az uborka-mozaikvírus esetében vírustörzsek közt reassortánsokat sikerült előállítani. Ebben az esetben a vírus három genom RNS-e közül a harmadik, mely a köpenyfehérje gént és a mozgási fehérjét kódolja, kicserélhető volt, megtartva az új kombinációk fertőzőképességeit. Továbbá a hármas RNS-kódolt két gén kicserélése után a kiméra is fertőzőképesnek bizonyult, lehetővé téve az egyes fehérjék sejtben beüli funkcióinak vizsgálatát is.

Az uborka-mozaikvírus köpenyfehérje, mely az örökítő állomány három ribonukleinsav szálát burkolja be, s melyről öt fehérje szintetizálódik, köztük a köpeny fehérjeje is; számos törzse a vírus biológiai sokszínűsége

gének jó példája. A köpenyfehérje szerkezetének ismeretében annak számos funkciója vált ismertté. A köpenyfehérje egy-egy aminosavának megváltoztatása jelentős változásokat képes okozni a betegségtünet kialakulásában. Ha a Tirk 7 CMV-törzs köpenyfehérje génjében a 193 pozíciójában lévő lizin aminosavat szerinre vagy aszparaginra cseréljük le, akkor a CMV R-törzshöz hasonló tüneteket fog indukálni a beteg növényben, mivel az R CMV adott pozícióban aszparagint tartalmaz. Ez az aminosav-pozíció a H-I-redők közti hurokban található, a virion felszínén. Az E EF-hurok kezdő pozíciójában a 129 pozícióban lévő aminosav szintén tünetbefolyásoló szereppel rendelkezik, és jelentős mértékben szabályozza a betegségtünet erősségét (Salánki et al., 2006).

A növényi vírus mint bioinformatikai adathordozó jól felhasználható különböző nukleinsavak, idegen gének expresszáására is. Ennek egyik kiváló példája, amikor zöld fluoreszcens fehérjével jelölt vírus mozgását tudjuk nyomon követni a növényben, vagy akár két különböző fluoreszcenciát adó fehérjével két vírus együttes nyomon követésére van lehetőségünk (Divéki et al., 2002). A köpenyfehérjének azért is van kiemelt szerepe, mert a növényi génsebészet egyik legismertebb eredményes gyakorlati felhasználása épp e génhez fűződik. A köpenyfehérje gén növényi génállományba építésével számos vírusellenálló transzgenikus növényt sikerült előállítani, melyek közül több gyakorlati bevezetésre is került. A legismertebb példái a különböző vírusoknak ellenálló burgonya, dohány, paprika, szilva, paradicsom és a papaya (Prins et al., 2008). Mint az előzőekben említettük, a köpenyfehérje felszínén néhány

hurok kicserélhető úgy, hogy az nem változtatja meg a vírus fertőzőképességét. Ezekbe a hurkokat kódoló nukleinsavszakaszokba kisebb peptidszakaszokat kódoló nukleinsavat építhetünk be, s azt a stabilan öröklődő konstrukciót felhasználva fontos fehérjéket expresszáltathatunk (Vitti et al., 2010). Az Alzheimer-betegség amiloid fehérjéjének béta fragmensét építették be uborka-mozaikvírus köpenyfehérjébe, s immunreakciót indukáltak az Alzheimer-betegség elleni védekezéshez. Hasonló pozitív eredményeket kaptak Hepatitis C vírus epitóp beépítésével Maria Nuzzacci és munkatársai (2010). Számos humán betegség elleni vakcina alapja egy-egy növényi vírus, elsősorban biológiai biztonsági megfontolásokból. E kísérletek már klinikai kipróbálás alatt vannak. Ezen az úton indulunk el mi is, amikor sertés cirkovírus elleni vakcina előállítására olyan CMV-konstrukciót állítottunk elő, mely a sertés cirkovírus epitópot tartalmazza. Különböző konstrukcióink közül egy nagyfokú stabilitást adott, s a hibrid vírussal immunizált egerekben, majd sertésekben is kialakult a felülfertőző vírussal szembeni védettség (Gellért et al., 2012, Tombácz et al., 2013). Szinte meglepő módon hatékonyabb immunitást indukálhattunk, ha orálisan adagoltuk a hibrid vírust, mint szubkután injektálva. Ez azt a gyakorlati lehetőséget sugallja, hogy a hibrid vírussal fertőzött takarmány etetésével a sertésállomány immunizálható ezen nagyon súlyos betegséget és nagy gazdasági veszteséget okozó ágenssel szemben.

Kulcsszavak: *növényi génsebészet, molekuláris növényvirológia, vírusfehérjék, vírusszerkezet, uborka mozaikvírus, cirkovírus, hibrid vírus*

IRODALOM

- Divéki Zoltán – Salánki K. – Balázs E. (2002): Limited Utility of Blue Fluorescent Protein (Bfp) in Monitoring Plant Virus Movement. *Biochimie*. 84, 997–1002. DOI: 10.1016/S0300-9084(02)00007-X • https://www.researchgate.net/publication/10971934_Limited_utility_of_blue_fluorescent_protein_%28BFP%29_in_monitoring_plant_virus_movement
- Franck, A. – Guilley, H. – Jonard, G. – Richards, K. – Hirth, L. (1980): Nucleotide Sequence of Cauliflower Mosaic Virus DNA. *Cell*. 21, 285–294. DOI: 10.1016/0092-8674(80)90136-1 • [http://www.cell.com/cell/pdf/0092-8674\(80\)90136-1.pdf](http://www.cell.com/cell/pdf/0092-8674(80)90136-1.pdf)
- Gellért Ákos – Salánki K. – Tombácz K. – Tuboly T. – Balázs E. (2012): A Cucumber Mosaic Virus Based Expression System for the Production Of Porcine Circovirus Specific Vaccines. *PlosOne*. 7, 12, e52688. DOI: 10.1371/journal.pone.0052688 • <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0052688>
- Gierer, Alfred – Schramm, Gerhard (1956): Infectivity of Ribonucleic Acid from Tobacco Mosaic Virus. *Nature* 177, 702. doi:10.1038/177702a0
- Goelet, Phillip – Lomonosoff, G. P. – Butler, P. J. G. – Akam, M. E. – Gait, M. J. – Karn, J. (1982): Nucleotide Sequence of Tobacco Mosaic Virus RNA. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA*. 79, 5818–5822. • <http://www.pnas.org/content/79/19/5818.full.pdf>
- Gross, Hans J. – Domdey, H. – Lossow, C. – Jank, P. – Raba, M. – Alberty, H. – Sanger, H. L. (1978): Nucleotide Sequence of Secondary Structure of Potato Spindle Tuber Viroid. *Nature*. 273, 203–208. doi:10.1038/273203a0 • https://www.researchgate.net/publication/22499388_Nucleotide_sequence_and_secondary_structure_of_potato_spindle_tuber_viroid
- Hull, Roger (2014): *Plant Virology*. 5th edition. Elsevier, London
- Kausche, Gustav A. – Pfankuch, E. – Ruska, H. (1939): Die Sichtbarmachung von pflanzlichem Virus im Übermikroskop. *Die Naturwissenschaften*. 27, 292. DOI: 10.1007/BF01493353
- Mayer, Adolf (1886): Über der Mosaikkrankheit des Tabaks. In: *Die Landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen*. 32, 45–467.
- Nuzzacci, Maria – Vitti, A. – Condelli, V. – Lanorte, M. T. – Tortorella, C. – Boscia, D. – Piazzolla, P. – Piazzolla, G. (2010): In Vitro Stability of Cucumber Mosaic Virus Nanoparticles Carrying a Hepatitis C Virus-derived Epitope under Simulated Gastrointestinal Conditions and In Vivo Efficacy of an Edible Vaccine. *Journal of Virological Methods*. 165, 211–215. DOI: 10.1016/j.jviromet.2010.01.021
- Prins, Marcel – Laimer, M. – Noris, E. – Schubert, J. – Wassenegger, M. – Tepfer, M. (2008): Strategies for Antiviral Resistance in Transgenic Plants. *Mol. Plant Path.* 9, 1, 73–83. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2007.00447.x
- Salánki Katalin – Gellért Á. – Balázs E. (2006): Az uborka mozaik vírus változékonysága a köpenyfehérje szerkezet tükrében. *Növényvédelem*. 42, 15–22.
- Stanley, Wendell M. (1935): Isolation of Crystalline Protein Possessing the Properties of Tobacco-mosaic Virus. *Science*. 81, 644. DOI: 10.1126/science.81.2113.644 <http://jxzy.lzptc.edu.cn/ziyuan/92/wdjpkc/jpkc/www/newindex/wsfzjs/pdf/1935p160.pdf>
- Tombácz Kata – Gellért Á. – Salánki K. – Balázs E. – Tuboly T. (2013): Oral Immunogenicity of a Plant Virus Vector Based Porcine Circovirus Antigen. *Acta Veterinaria Hungarica*. 61, 547–552. DOI: 10.1556/AVet.2013.044
- Vitti, Antonella – Piazzolla, G. – Condelli, V. – Nuzzacci, M. – Lanorte, M. T. – Boscia, D. – DeStradis, A. – Antonaci, S. – Piazzolla, P. – Tortorella, C. (2010): Cucumber Mosaic Virus as the Expression System for a Potential Vaccine against Alzheimer's disease. *Journal of Virological Methods*. 169, 332–340. DOI: 10.1016/j.jviromet.2010.07.039

AZ AGRÁRIUM JELENÉT, JÖVŐJÉT FORMÁLÓ MOLEKULÁRIS NÖVÉNYBIOLÓGIA ÉS ZÖLD BIOTECHNOLÓGIA

Dudits Dénes

az MTA rendes tagja, emeritus kutatóprofesszor,
MTA Szegedi Biológiai Központ Növénybiológiai Intézet, Szeged
dudits.denes@brc.mta.hu

A 2014. április 2-án megrendezett tudományos ülés előadásai és a jelen kötet tanulmányai mindenkit meggyőzhetnek a hazai növénytudományi kutatás nemzetközi rangú sikerességéről. A rendezvény elsődleges célja az volt, hogy fórumot biztosítson a molekuláris növénybiológia és zöld biotechnológia szerepének és jelentőségének bemutatásához, akkor, amikor nem árt tudatosítani, hogy a tudomány hozzájárulása nélkül kevés az esély napjaink és a jövő globális kihívásainak kezelésére. Különösen aktuálissá teszi a figyelem felkeltését, az eddig elért kutatási és innovációs eredmények széles körű megismertetését az, hogy a géntechnológiával szembeni vélemények, kormányzati lépések egyre jobban erodálják a molekuláris növénytudományok társadalmi presztízsét. Hazánkban a tudomány tényeit meghazudtoló kampányok és törvények a génnemesített növények igaztalan veszélyességét sulykolják az emberekbe, méghozzá a média segédletével. Történik mindez annak ellenére, hogy a géntechnológiával módosított növények (GMO-k) nélkülözhetetlen objektumai a nemzetközi mezőnyben is versenyképes kutatásnak, és a hasznos GM-változatok megállíthatatlanul felhasználásra kerülnek a növények nemesítése során.

Bár nehéz a jövő kutatási és innovációs irányzatait teljes biztonsággal előrevetíteni, abban biztosak lehetünk, hogy a géntechnológia, a sejt- és fejlődésbiológia, anyagcsere-élettan, a rendszerszemlélet, valamint az informatika kulcsszerepet kap a növényi élet titkainak megértésében. Az alábbiakban – a teljesség igénye nélkül – néhány meghatározó tudományos irányzat kiemelésével kívánjuk meg erősíteni, hogy az új tudományos ismeretek nélkülözhetetlenek az élelmelési és környezeti problémák kezelésében és a növényeket nevelő gazda munkájának segítésében.

1. A növények biológiai teljesítőképességének felső határa felé: hatékonyabb fotoszintézis és jobb gyökérfunkció

Az emberiség jövőjét alapjaiban határozza meg, hogy képesek leszünk-e a fejlődés és a fenntarthatóság összhangjának megteremtésére. A jelen és jövő globális kihívásainak kezelésében számos, az agráriumot érintő elem van. A legéletbevágóbb feladat az, miként növelhető 70%-kal az élelmiszertermelés ahhoz, hogy 2050-ben majd legyen elég ennivaló kilencmilliárd ember számára. A növények mint az elsődleges szerves anyagot előállító szervezetek központi szerepet töltenek be az

élhető világ működésében. Ezért a növénytudományok egyik elsődleges mozgójele az, hogy újabb és újabb ismereteket szolgáltatson a termékbiztonság megőrzéséhez, illetve annak növeléséhez. Az emberi szükségleteket tekintve a termés mennyisége és minőségének paraméterei a legfontosabb bélyegek a fenotípus jellemzésében. Elsődlegesen ezeket értékeli a nemesítő akkor, amikor szelekciót végez. Mindezek a tulajdonságok lényegében a gének összessége, a genom által irányított fejlődési program termékei. A környezeti tényezők az egyedfejlődés során határok közé szoríthatják a biológiai eseményeket, és ezzel befolyásolják a termés jellemzőit. Gondoljunk az időjárási hatásokra, de nagy szerepe van a gazda által használt agrotechnológia színvonalának is, hiszen annak segítségével mérsékelhetők a szélsőséges klímahatások, optimalizálhatók a növények nevelésének körülményei.

Termesztett növényeink biológiai teljesítőképessége a becslések szerint megháromszorozható. Ezen törekvések sorában példaként említhető a mexikói CIMMYT (*International Maize and Wheat Improvement Center*) által kezdeményezett Búza-termés Konzorcium (*Wheat Yield Consortium*), amelynek célja, hogy 2030-ig a búza termőképességét 50%-kal növelje. Ennek egyik eszközeként a fotoszintézis hatékonyságát kívánják fokozni. Másik megközelítésként javítják a szerves anyag felhalmozódását a szemekben, mind optimális, mind kedvezőtlen környezeti feltételek mellett. A szárszilárdság fokozásával céljuk a megdőlés okozta veszteségek csökkentése. A Nobel-békedíjas Norman Borlaug munkásságához köthető *zöld forradalom* 41 százalékkal növelte a fejenkénti élelemtermelést 1960 és 2000 között, éppen a törpeségi gének felhasználása révén. Amikor erre az eredmény-

re hivatkozunk, megerősítést nyerhetünk abban, hogy a növénytudományok segítségével valóban lehetséges a növények produktumának fokozása.

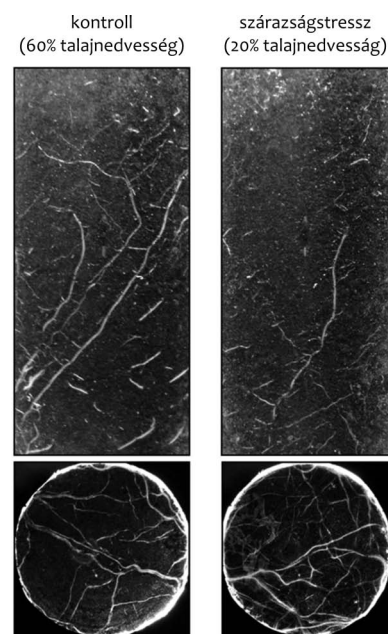
A növényekben két lényegesen eltérő enzimrendszer működik a CO₂ hasznosítása során. Az ún. *C₃ növényekben* a RUBISCO- (Ribulóz-1,5-bifoszfát-carboxiláz/-oxigenáz) enzim viszonylag kis hatékonysággal köti a CO₂-t, és a fotorespiráció 25%-os veszteséget okozhat a karboxilációval megkötött szén mennyiségében. Az ún. *C₄ növényekben* (kukorica, cirok, cukornád, császárfű) a foszfoenol-piruvát (PEP)-karboxiláz enzim hatékonyabban működik. Ha a fotoszintézis folyamatában felhasználható sugárzási spektrumot (400–700 nm) tekintjük, és a létrejött biomassza energiáját az elnyelt sugárzás energiájához viszonyítjuk, megállapítható, hogy a *C₃ növényekben* 9,4%, míg a *C₄ növényekben* 12,3% az elméletileg maximális energiahasznosítás. Ez a hatékonyságbeli különbség inspirálja azokat a törekvéseket, hogy a *C₄*-es funkciókat a *C₃*-as növényekbe építsék be. Mindez igen komplex beavatkozást követel mind az anatómiai, mind a biokémiai tulajdonságokat illetően, ami nem kivitelezhető génszerkezeti beavatkozások nélkül (Gowik – Westhoff, 2011). Kezdeti lépésként a RUBISCO-funkciók javíthatóságát már igazolták a génbeépítési kísérletek. A RUBISCO-enzim működését egy aktiváz fehérje segíti, amely 30 °C felett veszít aktivitásából. Meghatározott aminosavak kicserélésével el lehetett érni a RUBISCO-aktiváz hőstabilitását, és a javított enzim génjét hordozó transzgenikus *Arabidopsis* növények 40°C-os hőstressz mellett is megőrizték a fotoszintetikus CO₂-fixáló képességüket (Kurek et al., 2007). Ezek a kutatások különös jelentőséggel bírnak a klímaváltozást kísérő felmelegedés, illetve a

szárazság kedvezőtlen hatásainak mérséklésében.

Termesztett növényeink teljesítményét jelentősen befolyásolja a gyökérrendszer működése. A *gyökér biológiájának* megismerése szükséges ahhoz, hogy olyan növényeket tudjunk kinemesíteni, amelyek jobban hasznosítják a talajban lévő vizet és tápanyagokat. Ezt még akkor is jó szem előtt tartani, ha nehezebb követni, mi játszódik le a talajban. Túl a tápanyagok és a víz felvételén, a gyökér szignálmolekulákat juttat a föld feletti szervekhez, és így szabályozza azok növekedését. A gyökértulajdonságok között – különösen száraz talajban – kiemelt fontosságú a gyökérrendszer összömege, a hajtás/gyökér arány, a gyökerek hossza, vastagsága, az elágazások vagy a gyökércsúcsok száma. A gyökérstruktúra sérülésmentes felvételezésére többféle fenotipizáló rendszert is kifejlesztettek. Így üveg-herben, átlátszó gélben növesztett gyökerekről készített digitális képek alapján mérhetők, illetve modellezhetők az egyes genotípusok gyökérzetének strukturális jegyei. Christopher N. Topp és munkatársai (2013) a rizsnövények gyökérfelépítését huszonöt tulajdonsággal jellemezték, és nyolcvankilenc olyan kromoszómaregiót (Quantitative Trait Loci QTL-et) tudtak azonosítani, amelyek meghatározó szerepet játszanak ezek kialakításában. A szárazság okozta változások követésére célszerű a növényeket talajban nevelni. Gyakran üveglapok közötti földrétegben kialakuló gyökerekről készítenek digitális képeket. Az *I. árpa* plexihengerekben nevelt árpanövények gyökérképeit mutatja be öntözött és vízhiányos talajban. Az oldalnézetből készült felvételen a száraz talajban lényegesen kevesebb gyökert láthatunk. Az alulnézeti képen kisebb a különbség, ami származhat abból, hogy száraz talajban a gyökérzet elsősorban lefelé nö-

vekszik. Ez egy fontos képesség a szárazság-stressz túlélésében, hiszen így a növény hasznosítani tudja a mélyebb talajréteg maradvány nedvességét. A gyökerek hosszanti növekedése származhat a sejtek megnyúlásából vagy a sejtek osztódásából. A gyökércsúcsban elhelyezkedő összejtek osztódásukkal biztosítják a gyökérrendszer kialakítását. Ezek a sejtek termelik meg azokat a differenciált, már nem osztódó sejteket, amelyek a megnyúlási zónát alakítják ki.

A *gyökér rendszerbiológiája* és a szabályozási hálózatok modellezése teljesen új perspektívát nyit a gyökérfejlődést irányító folyamatok feltárásában (Hill et al., 2013). A funkcionális és strukturális modellek új generációi modellezik a genetikai hálózatokat, az élettani folyamatokat, az egyes elemek közötti



1. árpa • Árpanövények gyökérrendszerének fenotipizálása oldal- és alulnézetből készített digitális felvételekkel (Cseri András kísérlete)

térbeli kölcsönhatásokat, és utat nyithatnak a *digitális növény modelljének* megalkotásához. Az integrált genetikai és ökofiziológiai modellek már figyelembe veszik a környezeti tényezőket, például a talajok fizikai tulajdonságait, a víz, a tápanyagok hozzáférhetőségét vagy a kölcsönható gombákat, mikroorganizmusokat.

2. A hibridhatás molekuláris háttere

A növénynevelés interdiszciplináris tudomány, sikeres szakma, hiszen folyamatosan tökélesedő módszerei segítségével biztosítani képes a jobbnál jobb növényfajták megszületését. Talán az egyik leghatásosabb nemesítői megoldás a heterózis, a hibridhatás okozta terménövekedés kihasználása. Gazdasági növényeink 65%-a hibrid genotípus, ami 10–50%-os terméstöbbletet eredményezhet. A hibridkukoricákhoz köthető sikertörténeten túl a *kínai szuper hibridrizs* is már a szántóföldön bizonyította a heterózis-nemesítés jelentőségét. Kínában a hibridrizs-termesztésnek köszönhetően hat év alatt megkétszereződött a termés (3,5 t/ha helyett 6,2 t/ha). A kínai vetésterület 58%-án természetesen hibrid genotípusokat. A hibridfajták nemesítése számos növény esetében sikeres. Így az olajrepce és a napraforgó-termesztésben vitán felül a hibrid tenyészanyagok előnye. A zöltségek nemesítésében is hasznosítják a heterózis kedvező hatását, itt megemlíthetjük akár a paradicsomot vagy a spenótot. Külön figyelmet érdemel a *hibridbúza* kérdése, amit Magyarországon is több éven át kutattak, egyrészt Martonvásáron Rajki Erna, Császár Jenő és Barnabás Beáta, másrészt Szegeden Barabás Zoltán és Kertész Zoltán. Jelenleg kevesebb, mint 1% a hibridbúza részesedése, ami a megfelelő sterilizációs rendszer hiányával magyarázható. A hímsterilitást elsősorban kémiai

úton érik el. Katja Kempe és munkatársai (2014) legújabb közleményükben beszámolnak olyan transzgenikus megoldásról, amelyben a barnáz gén kifejeztetésével biztosítható a hímsterilitás, ugyanakkor a hibridek termékenyülnek.

Az intenzív kutatás ellenére nem ismerjük azokat a genetikai és élettani folyamatokat, amelyek a keresztezést követően az F_1 növények tulajdonságait a beltenyészett szülőknél jobba teszik. Ugyanakkor tény, hogy a géntechnológia, a genomika új megközelítéseket kínál a jelenség lényegének feltárásához, és ezzel a hibridnemesítési programok eredményességének növeléséhez. A szülői kukorica beltenyészett vonalak DNS-ének genomszintű megszekvenálása jelentős variabilitást tárt fel mind a gének, mind az ismétlődő, nem kódoló régiók nukleotidsorrendjében. Az ilyen allélvariánsok kimutatásán túl azonosítani lehetett döntő hatású kukorica kromoszómaregiókat (QTLs). Ezekben olyan főgének találhatók, amelyek a termőképességet jelentősen befolyásolják. Könnyen belátható, hogy a heterózis igen komplex biológiai folyamat, amelyet akár több ezer gén is szabályoz. A jelenség megértését sokban segítik a génkifejeződési, DNS-chip vagy RNS-szekvenálási vizsgálatok. A hibridek nagyobb teljesítőképességéhez hozzájárulnak azok a gének, amelyek a szülői kifejeződési szintek átlagát vagy összegét mutatják (Thiemann et al., 2014). Az ilyen gének termékei között gyakran előfordulnak a szénhidrát- és energianyagcsere fehérjéi, illetve a stresszreakciókban szerepet játszó fehérjék. A génkifejeződési adatok egybeesnek a tapasztalattal, hogy a hibridnövények jobb fotoszintézis-hatékonyssággal rendelkeznek. A kis RNS-molekulák szabályozhatják a hibridekben megjelenő génkifejeződési mintázatot és a hibridek

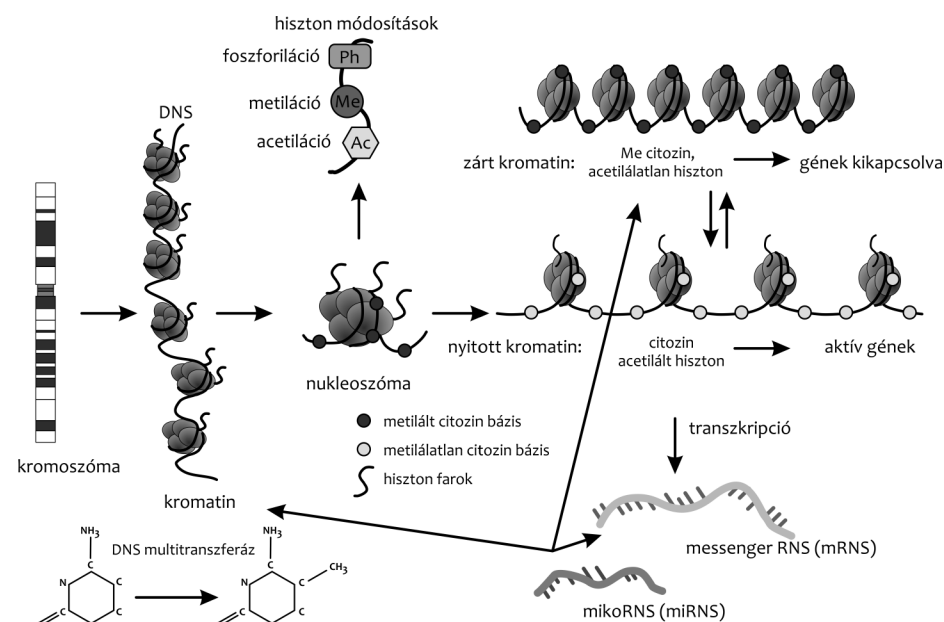
erőteljesebb növekedését. Éppen a gazdasági előnyök nagysága indokolja a kulcsgének megtalálása érdekében végzett intenzív kutatást. Előrelépésnek tekinthetjük a paradicsom *FW2.2*- és a kukorica sejtszámot szabályzó *CNR 1* génjeinek azonosítását. Az említett gének mutációja vagy elhallgattatása nagyobb gyümölcsök kifejlődését, illetve heterózist mutató fenotípust eredményezett (Guo et al., 2010). A jövőben fontos lesz a heterózis és poliploidia összefüggésének tanulmányozása is. A heterózhatás csak az F₁ generáció egyedein figyelhető meg, ezért a hibrid vetőmagot újra és újra elő kell állítani, amit a gazdáknak minden évben meg kell vásárolniuk. Tekintettel ennek költségeire, előrelépés lenne a pozitív tulajdonságok rögzítése az utódgenerációkban. A megtermékenyítés nélküli magképződés (*apomixis*), illetve a hibridek kromoszómakészletének megduplázása lehetőséget adhat a heterózhatás fixálására.

3. A szerzett tulajdonságok öröklődésének epigenetikus alapjai

A növények tulajdonságai a molekuláris történelektől kiindulva a sejtfunkciókon át a növekedési és fejlődési program megvalósulásáig a génműködés szabályozása révén alakulnak ki. A génkifejeződés paraméterei alapjaiban a promóter DNS-szekvenciájától (cisz elemek) és az ahhoz kapcsolódó regulátor fehérjék (transzelemek) sajátosságaitól függenek. Ez a DNS-ben kódolt információ a mendeli szabályok szerint nemzedékeken keresztül garantálja a tulajdonságok, a génkifejeződési mintázat öröklődését. Ugyanakkor a környezeti tényezők sokféle jelátviteli folyamaton keresztül módosíthatják az aktív gének körét, és ezzel a genetikai program megvalósulását. A gének aktív és inaktív állapotát az epigenom folyamatai is meghatározhatják.

Az epigenetika azokkal a mitózis vagy meiózis során öröklődő génfunkciós változásokkal foglalkozik, amelyek nem a DNS nukleotid szekvenciájának meghatározottsága alatt állnak. Az *epigenetikus szabályozás* során a kromatin állapotát, és így a genom aktivitását egyrészt a DNS metiláltsága, másrészt a nukleosómát alkotó hisztonfehérjék módosítása befolyásolhatja. A 2. ábra szemlélteti, hogy a metiltranszferáz enzim a citozin nukleotidok metilálása révén gátolja a gének kifejeződését, zárt kromatinstruktúra kialakításával. Az *epigenetikus hiszton-kód* a hisztonmolekulák módosításával (acetiláció, metiláció, foszforiláció) biztosítja mind a fejlődési, mind a külső környezeti szignálok szerinti génműködést. A hiszton acetil transzferáz (HAT) enzim aktivitása nyitott kromatin szerkezethez és a gének aktív állapotba kerüléséhez vezethet. Epigenetikus bélyegek származhatnak a *nemkódoló RNS-molekulák* működése folytán. A kis RNS-molekulák aktiválhatják az RNS által irányított DNS-metilációt, ami olyan kromatinmódosító jel, amely öröklődhet. Fontos, hogy az epigenetikus géncsendesítés nemcsak a kódoló géneket érintheti, hanem a transzpozonokat és az ismétlődő DNS-szekvenciaszakaszokat is.

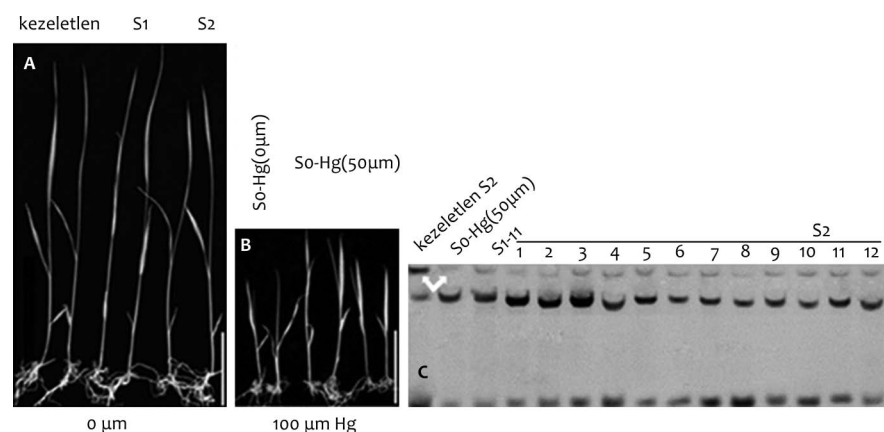
Az „*epiallélek*” olyan génvariánsok, amelyek kifejeződését azok epigenetikus állapota határozza meg. A tulajdonságok fenotípusában jelentkező változatosság az epiallélek variabilitásából származhat. Generációk során felhalmozódva ezek forrása lehet a spontán epi-mutáció, a transzpozon beépülés, illetve a kis RNS-molekulák működése. A stresszhatásokra kialakuló *epigenetikus stresszmemória* a stresszgének kifejeződésének szabályozásával egyrészt segítheti a növényeket egy újabb stresszhatáshoz történő sikeres alkalmazkodásban, másrészt a kialakult epigenetikus



2. ábra • Az epigenetikus bélyegek szabályozhatják a kromatin nyitott és zárt struktúráját, és ezzel a gének aktív és inaktív állapotát. Elsődlegesen a DNS citozinbázisainak metiláltsága, továbbá a hisztonfehérjék acetiláltsága alakítja az epigenetikus állapotot, amely a mitotikus, illetve meiotikus sejtek osztódása során fennmaradhat, és így nemzedékeken keresztül öröklődhet. (Gómez-Díaz et al., 2012 nyomán)

állapot átöröklődhet az utódgenerációk egyedeire is. Az ilyen *szerzett képességek öröklődésére* több példát találunk a növényvilágban (összefoglaló tanulmány: Hauser et al., 2011). Így említhető a higany mint nehézfém okozta DNS-metiláció csökkenésének öröklődése és az epigenetikus rezisztencia megjelenése az utódnövényeken (Ou et al., 2012). A 3. ábrán jól látható, hogy azok az első és második generációs rizsnövények, amelyek higanykezelte növények utódai, rezisztensebbek a 100 µM higanykloriddal szemben, mint a kezeltlen S₀ generáció növényeinek utódai. Ezzel összhangban a DNS alulmetiláltsága is kimutatható, amit a felső hibridizációs csík hiánya jelez mind a három (S₀, S₁, S₂) generációban.

A változatos környezeti hatások, a hibridizáció vagy akár a poliploidizáció is hozhat létre új epigenetikus bélyegeket. A biotikus vagy az abiotikus stresszhatások következtében kialakuló epiallélek az alkalmazkodóképesség javulását eredményezhetik mind a természetes növénytársulásokban, mind a nemesítési anyagokban. A különböző ökológiai környezetekhez történő alkalmazkodás képessége lehetőséget adhat új élőhelyek elfoglalására és mikroevolúcióra. Nemesítési szempontból figyelmet érdemel, hogy az éjszakák és nappalok periodikus változását irányító *cirkadiális óra* genetikai szabályozásában az epigenetikus folyamatok meghatározó szerepet játszanak, és ezzel az *epigenom* a heterózi-



3. ábra • A nemzedékeken át öröklődő stresszmemória: A: kontroll: HgCl_2 -kezelés nélküli növények. B: az 50 μM HgCl_2 -kezelésből származó S_0 növények utódai (S_1 , S_2) kevésbé érzékenyek a nehézfém-gátlással szemben. C: az S_0 generáció növényeiben az 50 μM HgCl_2 -kezelés csökkentette a DNS metilációját, amit a felső hibridizáló csík csökkenése jelez. Ez az állapot az utódnövények (S_1 , S_2) esetében is megmaradt (Ou et al., 2012).

hatás kialakulásában is kulcs tényező (Chen, 2013). Az epigenetikus folyamatok három fő típusa egyaránt részt vesz a heterozishatás kialakításában.

A legújabb kutatási eredmények egyre több tényre és érdekességre mutatnak rá a szerzett tulajdonságok öröklődését biztosító molekuláris folyamatokkal kapcsolatban. Az epigenetika megerősíti a lamarcki koncepció létjogosultságát, és tudományos alapot szolgáltat az *epivariáció* öröklődésének mikéntjéről, amit nem a gének DNS-szekvenciája kódol. A szerzett tulajdonságok öröklődésének problematikájával kapcsolatban nem kerülhetjük meg az Ivan Vlagyimirovics Micsurin és Trofim Gjenyiszovics Lisenko nevéhez köthető ideológia okozta károkat. Mélyen elítélendő, hogy a valamikori szovjet blokk országokban a politikai hatalom beleavatkozott a tudományos vitákba (akárcsak napjainkban a GMO-ügy kapcsán), és Lisenko, illetve követői nézeteit hivatalos állami állás-

pontként, ha kellett, hatalmi eszközökkel kényszerítette elfogadásra. Lisenko a gének tagadása mellett a búzák tavaszi, illetve őszi jellegének hidegkezelésekkel történő örökletes megváltoztatását kívánta tanainak igazolására felhasználni. Az őszi búzák kalászosításához hat-tízhetes hideg periódusra ($0-8^\circ\text{C}$), jarovizációra van szükség. Lisenko a *Kooperatorka* őszi búzát alakította át tavaszivá, így ezek a növények a kalászosításukhoz nem igényeltek alacsony hőmérsékletet (Bálint, 1964). A tavaszi formák ősziítésére Rajki Sándor vezetésével az MTA Mezőgazdasági Kutató Intézetében, Martonvásáron végeztek kísérleteket (Rajki, 1985). Beszámoltak a Lutescens 62 tavaszi búza őszivé válásáról, miután három évben ősszel vetették el az egyes növények utódvonalait. Ezeket a kísérleteket erősen kritizálták. Ennek ellenére Rajki Sándor kitartott a szerzett tulajdonságok öröklődését igazoló kísérleteinek eredményei mellett. Az akkori kutatásokhoz kapcsolódó viták szem-

pontjai nyilván ma már nem tisztázhatók, de az tény, hogy a legújabb molekuláris eredmények és módszerek, valamint az epigenetikai ismereteink birtokában szükség lenne precíz kísérletekkel újra elemezni az akkori állításokat, még úgy is, ha világosan láthatóak a korábbi megközelítések korlátai. A búzában található jarovizációs és hidegtűrési gének közül a *VRN1*-gén vernalizáció nélkül alacsony kifejeződést mutat, de hidegkezelés hatására aktiválódik, kikapcsolja a virágzást gátló *VRN2*-gént, és ezzel lehetővé válik a virágzást elindító *FT* (*VRN3*) működése. A vernalizációhoz kapcsolható epigenetikus memória a gabonafélékben a hiszton H3-féhéjében a lizin aminosav metilációjával, és ezen keresztül a *VRN1*-gén aktív kromatin-szerkezetének biztosításával szabályozott (összefoglaló: Achrem et al., 2012). A hidegkezeléssel végzett vernalizáció továbbá a DNS metilcsoportjainak elvesztését okozhatja, ami szintén a virágzás indukciójához vezethet (Sherman – Talbert, 2002). Mindezek alapján igazoltnak kell tekintenünk, hogy a vernalizáció epigenetikus variációt hoz létre, aminek öröklődése feltételezhető, de nem történt meg a molekuláris adatok összekapcsolása az őszi-tavaszi átmenettel (Li – Liu, 2010). Elgondolkodtató, hogy a Gregor Mendel–Thomas Hunt Morgan és a Micsurin–Lisenko által képviselt genetikai irányzatok vitájában miért éppen a jarovizációhoz köthető ősziítészt használták a szerzett tulajdonságok öröklődésének igazolására, azt a tulajdonságot, amelyről sok évtized után beigazolódott, hogy epigenetikus szabályozás alatt áll.

4. Az energianövények nemesítése a kromoszómakészletük megsokszorozásával

Földünk energiaháztartásának központi szereplői a fotoszintetizáló növények, hiszen a

Nap energiájának hasznosítása révén ezek a szervezetek a légköri CO_2 -gázt kémiai energiává alakítják, és ebből állítanak elő elsődleges, megújuló szerves anyagokat. Már napjainkban is tanulni lehetünk a megújuló biomassza alapú energiaforrások felértékelődésének, ami számos biológiai és műszaki probléma megoldását teszi szükségessé. Az Európai Unió huszonhét országában a biomaszszámból nyert energia évenkénti felhasználása 2020-ra több mint két és félszeresére (10 EJ) nő a 2005. évi értékhez (3,8 EJ) képest. A bioenergia-ipar számára nyersanyagként az erdészeti fakitermelés, az energianövények termesztése és a mezőgazdasági és kommunális hulladékok szolgálnak. Az energetikai faültetvények sorában a *rövid vágásfordulójú energianövények* jelentőségét mutatja, hogy a jelenlegi 1%-os részesedésüket az energianövények között 2020-ra 17%-ra kívánják növelni az European Environment Agency (*Európai Környezetvédelmi Ügynökség*) 2013. évi adatai szerint. Magyarországon ennek a művelési módnak a fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.), a nyár (*Populus* sp.), valamint a fűz (*Salix* sp.) felel meg elsősorban (Gyurica, 2010). Mint minden gazdasági növényünk esetében, a fajok biológiai teljesítőképességének maximalálásában is szerepet játszik a termőhelynek megfelelő faj megválasztása, a növénynevelés technológiájának optimalizálása, illetve a használt fajták tulajdonságainak nemesítéssel történő folyamatos javítása. Tekintettel az erdészeti genetika nyújtotta elméleti alapokra, amikor a fenotípusos bélyegek, elsősorban a biomasza hozama alapján klónszelekciót végeznek, akkor az energiafák nemesítésében a természetes populációk genetikai variabilitását hasznosítják (Karp et al., 2011). A fajon belüli és a fajok közötti hibridizáció széles körűen használt eljárás a fajták előállításában.

A kromoszómák térképezett DNS-szekvenciamarkerek segítségével meghatározhatók azok a kromoszómarégiók (QTLs), amelyek kitüntetett szerepet játszanak egyes növényi tulajdonságok meghatározásában, és amelyek segítségével növelhető a szelekció eredményessége. A *Salicaceae* családhoz tartozó két energianövény, a nyár (*Populus*) és a fűz (*Salix*) részletes felbontású genetikai térképének összehasonlítása nagyfokú egyezést tárt fel. A nyár (*Populus trichocarpa*) genomjának szekvenálását követően, 2006 óta, a genetikai és genomikai ismeretanyag új korszakot nyitott a fás növények biológiájában, és ezáltal az erdészeti tudományokban (Wulschleger et al., 2014). Ez a tudományos eredmény sokban segítette olyan gének azonosítását, amelyek fontos morfológiai és élettani tulajdonságok kialakulását irányítják. Az új ismeretek birtokában nincs abban kivetnivaló, hogy az előnyt biztosító géneket a géntechnológia eszközeivel visszaépítik a nyár genomjába. Példaként említhető az a *génmésített nyár*, amelyben a lignintartalmat csökkentették, és ezzel megnőtt az ilyen fából nyerhető alkohol mennyisége (Van Acker et al., 2014). Bármennyire fontosak az ilyen géntechnológiai fejlesztések, a GMO-ellenesség közepette előtérbe kerülnek az alternatív technológiák. Így tanúi lehetünk a kromoszómakészlet megsokszorozásával, az indukált *autopoliploidizációval* történő genomformálás reneszánszának. Ez a genetikai módszer különösen a vegetatív úton szaporított energianövények nemesítésében nyerhet jelentőséget.

A fajra jellemző diploid ($2n$) kromoszómaszám stabilan öröklődik, csak sejtosztódási rendellenességek folytán sokszorozódhat meg a kromoszóma-állomány, és jöhet létre autopoliploid növény. A DNS-molekulák szintézisét követően szerveződnek meg a

nukleoszómák (2. ábra), majd az azokból kialakuló kromatin kondenzációjával a kromoszómák. Az anyasejt osztódásakor, a mitózis anafázisában kialakuló mikrotubulusok biztosítják a megduplázódott kromoszómagarnitúra szétválását a leánysejtekben. Ha gátló vegyületek, például kolhicin hatására sérülést szenved a mikrotubulusok funkciója, akkor nem történik meg a kromoszómák szétválása, és megkétszereződött ($4n$) kromoszómaszámú sejtek alakulhatnak ki. Ez a folyamat lejátszódhat a merisztémák testi sejtjeiben is, ahol a $4n$ méretű genommal rendelkező sejtekből új, *tetraploid hajtások*, növények fejlődhetnek ki. A zavar megtörténhet az ivarsejtek képződése során azzal, hogy elmarad a számcsökkenő, meiotikus osztódás, és a $2n$ kromoszómakészletet hordozó ivarsejtek vesznek részt a megtermékenyítésben, amiből szintén tetraploid ($4n$) egyedek származhatnak.

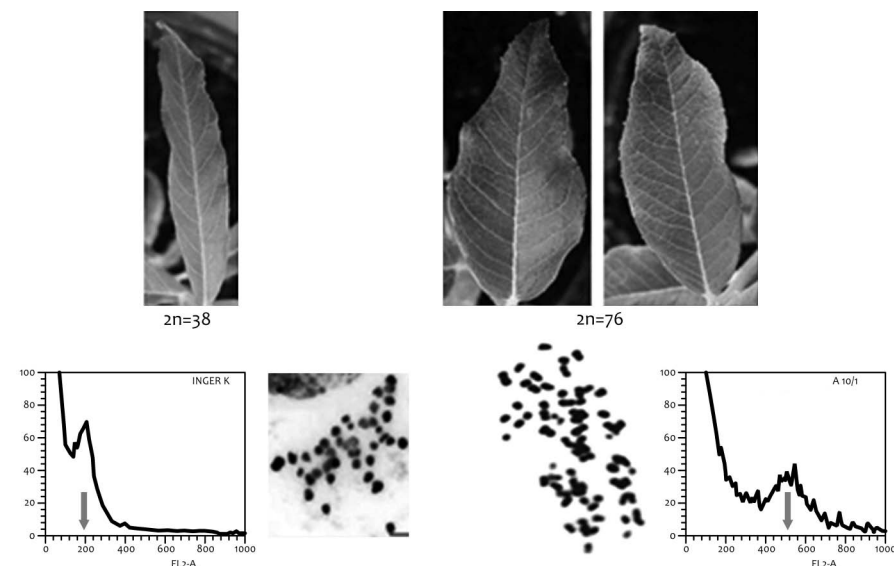
A természetben előforduló poliploid növények meglepő tulajdonságaira Herman Nilsson-Ehle hívta fel a figyelmet 1936-ban, amikor egy óriás *triploid rezgőnyárrt* (*Populus tremula*) talált. A poliploidia gyakori a természetes növénytársulásokban, és szerepet játszik az alkalmazkodásban. A zárvatermő növények 50–70%-a, többek között számos termesztett faj is megsokszorozódott genommal rendelkezik. A mesterséges autopoliploidizáció mint nemesítési módszer régi és sikeres múlttal rendelkezik. Albert Francis Blakeslee és Amos Geer Avery 1937-ben megjelent közleményével gyakorlatilag egy időben számolt be a tihanyi Biológiai Kutatóintézetből Györfly Barna a kolhicin kezeléssel előállított poliploid növényekről, például a tetraploid paprikáról (1938). Györfly Barna aktív szerepet vállalt a *poliploid cukorrépák* előállításában Sopronhórpácson, ahol Sedlmayr Kurt

vezetésével igen sikeres nemesítési programot valósítottak meg. Ennek során a legjobb fajtáknak a diploid $\times$ tetraploid keresztezéssel előállított *triploidok* bizonyultak. Ez a megközelítés eredményes az alma, a körte vagy akár a dinnye nemesítésében.

Az erdészeti fajok nemesítésében is előnyvel hasznosíthatók a megnövekedett kromoszómaszámmal rendelkező genotípusok, amelyek megtalálhatók a természetes populációkban, illetve mesterségesen is előállíthatók. A rövid vágásfordulóval termesztett energiacserjék nemesítésében is előtérbe került a poliploidizáció, tekintettel a kedvező tulajdonságok kialakításának lehetőségére. *Tetraploid nyár* növényeket sikeresen állítottak elő *in vitro* tenyészetekben úgy, hogy levelekből regeneráltak hajtásokat, és azokat kolhicinoldattal kezelték (Cai – Kang, 2011). Másik megközelítésként a csíranövények kolhicin-

kezelése is sikeres volt a *tetraploid akác* előállítására (Harbard et al., 2012). Az *autotetraploid energiafűz* változatok, amelyeket az *in vitro* szaporított növények hónaljrügyeinek kolhicinézésével sikerült előállítani, szintén több figyelemre méltó tulajdonsággal rendelkeznek a diploid növényekkel való összehasonlításban. A 4. ábrán látható, hogy a megduplázott DNS-állománnyal, illetve $2n=76$ kromoszómával rendelkező tetraploid energiafűz levelei szélesebbek és nagyobbak, mint a diploid változaté (Dudits et al., nem közölt).

A mesterséges autotetraploid energianövények jellemzése nagyobb méretű légzőnyílásokat, megnövekedett CO_2 -megkötést, illetve hatékonyabb fotoszintézist mutatott ki. Külön jelentősége van annak, hogy ezek a növények jobban tudnak alkalmazkodni a szélsőséges környezethez. Ismert a tetraploid akác növények *sórtűrése*. Ami a poliploid fajok



4. ábra • A mesterségesen előállított autotetraploid energiafűz növényekben megduplázódott az áramlásos citometriával kimutatható DNS-tartalom és a kromoszómák száma ($2n=76$). Ezek a növények nagyobb, szélesebb levelekkel rendelkeznek (Dudits et al., nem közölt).

növekedési intenzitását illeti, fajonként, genotípusonként különböző adatokat találunk. Így az előállított só-stressztoleráns akár esetében nem találtak különbséget a diploid és tetraploid növények hajtásnövekedésében. Ezzel szemben a PolygenomeX ausztrál biotechnológiai cég olyan tetraploid császárfát (*Paulownia tomentosa*) állított elő, amely lényegesen gyorsabban növekedett, és nagyobb fahozamot mutatott. Külön érdekességük ezeknek a növényeknek, hogy kromoszómakészletüket titokban tartott epigenetikai módszerrel sokszorozták meg (URL1). A nyírfa (*Betula platyphylla*) tetraploid–diploid összehasonlításakor az RNS-szekvenálással végzett génkifejeződési vizsgálat több ezer gén esetében tárt fel eltérést. Az auxin- és etilénszintézist, illetve a jelátviteli utakat befolyásoló géneknél lehetett a fenotípusos változásokat összekötni a génkifejeződési paraméterekkel (Mu et al. 2013). Az autopoliploid energianövények eddig megismert kedvező tulajdonságai elég alapot nyújtanak a kutatás kiszélesítéséhez, és megalapozzák az üzemi értékeléseket.

5. *Feltárulnak a növények életének titkai, hogy elég élelmiszer, energia és élhető környezet lehessen*

A növényekkel kísérletező kutatót igen gyakran a megismerés szenvedélye hajtja, amikor meg akar érteni egy-egy biológiai folyamatot, a növények viselkedését. Valóban számos izgalmas esemény történik a csírázástól a vegetatív szervek növekedésén át az ivarszervek kialakulásáig, a megtermékenyítésig, amivel egy új életciklus veszi kezdetét. A növénytudomány sem kivétel abban, hogy a felfedezés élményén túl ismereteinket sokban bővítik azok az eredmények, amelyek célorientált ipari fejlesztések során születnek. Összességében

ben lenyűgöző az a hatalmas előrehaladás, amelynek a legutóbbi évtizedekben tanúi lehettünk. Ebben nagy része van a géntechnológiának, majd a genomikának és a különböző „-omikáknak”. Természetesen a technológiai háttér is lényegesen korszerűsödött. Mind több növény esetében tárult fel a DNS-szekvenciában kódolt genetikai információ, mutánsgyűjtemények és transzgenikus (GM) növények segítik a génfunkciók megismerését. Teljesült az elvárás, a növényeknél is lehetséges a génspecifikus mutáció vagy génbeépítés megvalósítása. A részletes kromoszómaterképek alapján azonosíthatók a genetikai szabályozás funkcionális egységei, javítható a szelekciós munka eredményessége a nemesítésben. A genomika rohamos fejlődése szükségessé tette a fenomikai fejlesztéseket (Dudits, 2012). Hatalmas kísérleti adatbázisok használhatók a növényi funkciók modellezéséhez. Mint komplex rendszereket kezelhetjük a fejlődési programot, a szervek növekedésének, differenciálódásának szabályozását vagy akár a környezeti tényezőkhöz történő alkalmazkodást. Feltárulnak azok a szignálátviteli utak, amelyek a kórokozók, kártevőkkel szembeni védelmet biztosítják. Az ökológiai szemléletet is átformálják a molekuláris biológia eredményei.

Nem túlzás a növénytudományok virágkoráról beszélni, ami természetesen a nemesítés sikereiben, az egészséget védő és javító élelmiszerek kifejlesztésében, a megújuló zöldenergia térnyerésében is megjelenik. Az optimista képet beárnyékolja az a tény, hogy a növénytudományokat milyen súlyosan korlátozza a géntechnológia-ellenesség. Győzelmét üli a tudománytalan propaganda, ami hathatós politikai támogatással bír mind a törvényalkotásban, mind a médiában. Az embereket folyamatosan a tényeket megha-

zudtoló nézetekkel bombázzák, és így sikerül az egész társadalmat megtéveszteni. Európa vesztesre áll ebben a technológiai versenyben, de különösen súlyos a helyzet Magyarországon, ahol a géntechnológiai tevékenység könnyen minősíthető akár börtönnel járó bűncselekményként. Így nem meglepő, hogy csökken a fiatal kutatói generáció bizalma, érdeklődése a növénytudományok iránt. Mindez sokban veszélyezteti a magyar növénytudományok korábbi nemzetközi hírnevének jövőjét. Csak abban bízhatunk, hogy

a világtendenciák és jól felfogott gazdasági érdekeink ki fogják kényszeríteni a mostani elhibázott politika feladását, hogy a magyar kutatói közösség is hatékonyan hozzájárulhasson a biológiai és a mezőgazdasági tudományok fontos kutatási és fejlesztési eredményeihez.

Kulcsszavak: *fotoszintézis, gyökérfejlődés, heterózis, kromatinstruktúra, zöld energia, rövid vágásfordulóú cserjék, autopoliploidizáció, géntechnológia, génnemesített növények*

IRODALOM

- Achrem, Magdalena – Skuza, L. – Kalinka, A. et al. (2012): Role of Epigenetic Mechanisms in Plant Response to Low Temperature. *Acta Biologica Cracoviensis Series Botanica*. 54, 1, 7–15. DOI: 10.2478/v10182-012-0014-y • <http://www.degruyter.com/view/j/abscb.2012.54.issue-1/v10182-012-0014-y/v10182-012-0014-y.xml>
- Bálint Andor (1964): *Az öröklődés és származástan alapjai*. Mezőgazdasági, Budapest
- Cai, Xiao – Kang, Xiang-Yang (2011): In vitro Tetraploid Induction from Leaf Explants of *Populus pseudo-simonii* Kitag. *Plant Cell Reports*. 30, 1771–1778. DOI: 10.1007/s00299-011-1085-z • https://www.researchgate.net/publication/51487367_In_vitro_tetraploid_induction_from_leaf_explants_of_Populus_pseudo-simonii_Kitag
- Chen, Z. Jeffrey (2013): Genomic and Epigenetic Insights into the Molecular Bases of Heterosis. *Nature Reviews Genetics*. 14, 471–482. DOI:10.1038/nrg3503
- Dudits Dénes (2012): Genomikát és fenomikát integráló növénynemesítés a termésbiztonságért. *Magyar Tudomány*. 8, 913–922. • <http://www.matud.iif.hu/2012/08/05.htm>
- Gómez-Díaz, Elena – Jordá, M. – Peinado, M. A. et al. (2012): Epigenetics of Host–Pathogen Interactions: The Road Ahead and the Road Behind. *PLOS Pathogens*. 8, 11, e1003007. DOI:10.1371/journal.ppat.1003007 • <http://www.plospathogens.org/article/fetchObject.action?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.ppat.1003007&representation=PDF>
- Gowik, Udo – Westhoff, Peter (2011): The Path from C3 to C4 Photosynthesis. *Plant Physiology*. 155, 56–63. DOI: 10.1104/pp.110.165308 • <http://www.plantphysiol.org/content/155/1/56.full.pdf+html>
- Guo, Mei – Rupe, M. A. – Dieter, J. A. et al. (2010): Cell Number Regulator Affects Plant and Organ Size in Maize: Implications for Crop Yield Enhancement and Heterosis. *Plant Cell*. 22, 1057–1073. DOI: 10.1105/tpc.109.073676 • <http://www.plantcell.org/content/22/4/1057.full.pdf+html>
- Györfly Barna (1938): Durch Kolchizinbehandlung erzeugte polyploide Pflanzen. *Die Naturwissenschaften*. 26, 33, 547. DOI: 10.1007/BF01675501
- Gyurica Csaba (2010): Energetikai faültetvény létesítésére alkalmas fajok és fajták (1.). *Agroforum*. 9, 64–76. • http://www.farmit.hu/sites/default/files/Gyurica_Cs_2010sept.pdf
- Harbard, Jane L. – Griffin, A. R. – Foster, S. et al. (2012): Production of Colchicine-induced Autotetraploids as a Basis for Sterility Breeding in *Acacia mangium*. Willd. *Forestry*. DOI:10.1093/forestry/cps041 • <http://forestry.oxfordjournals.org/content/85/3/427.full.pdf+html>
- Hauser, Marie-Theres – Aufsatz, W. – Jonak, C. et al. (2011): Transgenerational Epigenetic Inheritance in Plants. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1809, 8, 459–68. DOI: 10.1016/j.bbagr.2011.03.007
- Hill, Kristine – Porco, S. – Lobet, G. et al. (2013): Root Systems Biology: Integrative Modeling across Scales, from Gene Regulatory Networks to the Rhizosphere. *Plant Physiology*. 163, 1487–1503. DOI: 10.1104/pp.113.227215 • <http://www.plantphysiol.org/content/163/4/1487.full.pdf+html>
- Karp, Angela – Hanley, S. J. – Trybush, S. O. et al. (2011): Genetic Improvement of Willow for Bioenergy and Biofuels. *Journal of Integrative Plant*

- Biology*. 53, 2, 151–165. DOI: 10.1111/j.1744-7909.2010.01015.x • <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7909.2010.01015.x/pdf>
- Kempe, Katja – Rubtsova, M. – Gils, M. (2014): Split-gene System for Hybrid Wheat Seed Production. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 111, 25, 9097–9102. DOI: 10.1073/pnas.1402836111
- Kurek, Itzhak – Chang, T. K. – Bertain, S. M. et al. (2007): Enhanced Thermostability of Arabidopsis Rubisco Activase Improves Photosynthesis and Growth Rates under Moderate Heat Stress. *Plant Cell*. 19, 3230–3241. DOI: 10.1105/tpc.107.054171 • <http://www.plantcell.org/content/19/10/3230.long>
- Li, Xiuju – Liu, Yongsheng (2010): The Conversion of Spring Wheat into Winter Wheat and Vice Versa: False Claim Or Lamarckian Inheritance. *Journal of Biosciences*. 35, 2, 321–325. DOI: 10.1007/s12038-010-0035-1 • <http://www.ias.ac.in/jbiosci/jun2010/321.pdf>
- Mu, Huai-Zhi – Liu, Z.-J. – Lin L. et al. (2013): Transcriptomic Analysis of Phenotypic Changes in Birch (*Betula platyphylla*) Autotetraploids. *International Journal of Molecular Sciences*. 14, 2029–20325. DOI: 10.3390/ijms131013012 • <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3497309/>
- Ou, Xiufang – Zhang, Y. – Xu, C. et al. (2012): Transgenerational Inheritance of Modified DNA Methylation Patterns and Enhanced Tolerance Induced by Heavy Metal Stress in Rice (*Oryza sativa* L.). *PLOS One*. 7, 9, e41143. DOI: 10.1371/journal.pone.0041143 • <http://www.plosone.org/article/doi/10.1371/journal.pone.0041143> • <http://www.plosone.org/article/doi/10.1371/journal.pone.0041143> & representation=PDF
- Rajki Sándor (1985): Autumnisation. *Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 34, 3–4, 275–373.
- Sherman, Jamie D. – Talbert, Luther E. (2002): Vernalization-induced Changes of the DNA Methylation Pattern in Winter Wheat. *Genome*. 45, 2, 253–260. DOI: 10.1139/g01-147
- Thiemann, Alexander – Fu, J. – Seifert, F. et al. (2014): Genome-wide Meta-analysis of Maize Heterosis Reveals the Potential Role of Additive Gene Expression at Pericentromeric Loci. *Bio Med Central (BMC) Plant Biology*. 14, 88. DOI: 10.1186/1471-2229-14-88 • <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/14/88>
- Topp, Christopher N. – Iyer-Pascuzzi, A. – Andersson, J. T. et al. (2013): 3D Phenotyping and Quantitative Trait Locus Mapping Identify Core Regions of the Rice Genome Controlling Root Architecture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 110, 18, E1695–E1704. DOI: 10.1073/pnas.1304354110 • <http://www.pnas.org/content/110/18/E1695.full>
- Van Acker, Rebecca – Leplé, J.-C. – Aerts, D. et al. (2014): Improved Saccharification and Ethanol Yield from Field-grown Transgenic Poplar Deficient in Cinnamoyl-CoA Reductase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 111, 2, 845–850. DOI: 10.1073/pnas.1321673111 • <http://www.pnas.org/content/111/2/845.full>
- Wulschleger, Stan D. – Weston, D. J. – Difazio, S. P. et al. (2014): Revisiting the Sequencing of the First Tree Genome: *Populus trichocarpa*. *Tree Physiology*. 33, 357–364. DOI: 10.1093/treephys/tps081 • <http://treephys.oxfordjournals.org/content/33/4/357.full.pdf+html>
- URL: www.polygenomx.com



Tanulmány

A NYELV KELETKEZÉSÉNEK HÁROM KOMPONENSE AZ AGY, A TÁRSAS ÉLET ÉS A KOMMUNIKÁCIÓ MEGVÁLTOZÁSA*

Pléh Csaba

az MTA rendes tagja,
Eszterházy Károly Főiskola Pszichológia Tanszék
pleh.csaba@ektf.hu

Számomra az előadás címében kiemelt három komponens a legizgalmasabb, az általam is tudottan sokkal bonyolultabb, komplexebb nyelvkeletkezés egész tematikájából. Az agy, a társas élet és a kommunikációs közeg megváltozásai mint az emberi nyelv keletkezésének lehetséges mozgatói – ezeket a témákat fogom előtérbe állítani.

Régi hagyománya van a nyelv eredetéről szóló spekulációknak. Újabb, bár mára már szintén régi, százötven éves hagyománya van annak is, hogy ezt inkább ne tegyük, inkább ne spekuláljunk, hiszen minden ilyen elmélet spekulatív. Az utóbbi ötven évben sok változás következett be mind a humán tudományokban, mind a természettudományokban, amelyek újra előtérbe helyezték a nyelv ke-

letkezésével való foglalkozást, s csökkentették a spekuláció veszélyét. Az 1. táblázat bemutatja ezeket a változásokat.

A sokrétű tényanyagon alapuló elméletek egy része az utóbbi fél évszázadban is a folytonosság, egy része az „ugrás” mellett érvel. Chomsky új koncepciója (Hauser et al., 2002) sajátos szintézist képvisel. Megkülönböztetik a nyelv megjelenésének, a társas vett nyelvi készségnek a kereteit, melyek fejlődésére fokozatosság jellemző, s a tulajdonképpeni emberi mondattant, mely ugrásszerűen jelenne meg s humánspecifikus, amint a 2. táblázat összefoglalja.

Mint Derek Bickerton nem minden írónia nélkül megjegyzi, ebben a koncepcióban a gradualista etológus szerzők fogtak össze a diszkontinuitást hirdető Noam Chomskyval a különös szintézisben. Ez a felfogás annyiban szintetikus, hogy elismeri az utóbbi évtizedek eredményeit a nyelvet körülvevő s azt lehető-

* Előadás a Debreceni Egyetem Társas-Kognitív Nyelvészeti Kutatócsoport és a DAB Nyelvtudományi Munkabizottságának előadás-sorozatán, 2014. március 3.

korszak	attitűd	ismeretkörök, tudományok
klasszikus kultúra	pozitív, spekulatív	mitológia, vallás, filozófia
modern pozitívizmus	negatív, tényhiányra hivatkozik	nyelvészet, pszichológia, filozófia
korai evolucionizmus	pozitív folytonosságelméletek	biológia, viselkedéstan, antropológia
mai reneszánsz	pozitív, sokrétű tudományos beágyazás, új tények (genetika, régészet)	antropológia/régészet, etológia, állati kommunikáció (majom, madár), nyelvészet, pszichológia, idegtudomány, gyermeknyelv, szociolingvisztika

1. táblázat • A nyelvkeletkezés-elméletek hullámzó népszerűsége (Pléh, 2014)

vé tevő biológiai rendszer kutatásában, ugyanakkor ezeket még nem a tulajdonképpeni nyelvhez sorolja. A nyelv kulcsa valami új mozzanat lenne, amelyet e tényezők nem magyaráznak. A legtöbb földhözragadtabb biológiai kutatás szerint viszont ezek a kumulatív változások igenis elvezetnek a nyelvhez. Nem kell elfogadnunk Chomskyék elméleti kereteit, javaslatuk azonban didaktikailag is hasznos.

Az alapvető dilemmák nagyon régi kérdések

Az emberi nyelv egyedisége • Elvást-e az állatvilágtól a nyelv, vagy éppen összeköt vele? Bickerton (2014) megfogalmazásában a Darwin-társfeldező Alfred Russel Wallace kérdése ez: hogyan lehet ekkora „ugrás”? Bickerton (2014) Wallace kérdésére válaszul fogalmazza meg azt a kérdést, hogy az agyi válto-

zások picinysége mellett, hogyan lehetett egy akkora látszólagos ugrás a főemlősök és az ember között. Darwin válasza erre, már akkor 1870 táján, ahogy Bickerton kiemeli, az volt, hogy az ugrás oka a nyelv. Darwin későbbi írásai szerint a nyelv olyan másodlagos reprezentációs rendszert tesz lehetővé, amely ugyan az állatvilágból jött létre, de lehetővé teszi, hogy a nyelv kvázi önálló szerveződése révén látszólag eltérjünk az állatoktól.

Egyetlen döntő mozzanata van-e a természetes nyelvnek, vagy több egymástól független evolált mozzanat kombinációjaként jött-e létre? Generalitás szemben a modularitással. Vajon egyetlen kitüntetett mozzanata van-e az emberi nyelv, s a nyelv létrehozását lehetővé tevő evolúciós folyamatoknak, vagy sok pici tényező összessége eredményezte azt. Vajon egy központi vezérelvet vagy egy mo-

nyelvi képesség tágan – NyKT (FLB ¹)	nyelvi képesség szűken – NyKSz (FLN ²)
kumulatív fejlődés	hirtelen, csak emberi
hang, agy, fogalmak, társas élet, kommunikáció	rekurzív mondattani szerveződés
adaptív haszon	nincs adaptív haszon

2. táblázat • A nyelv evolúciójának tágan és szűken értelmezett oldala (Hauser, 2002)

¹ FLB – *Faculty of Language in its Broad Sense*; ² FLN – *Faculty of Language in its Narrow Sense*

zaikos evolúciós felfogást követ-e a nyelv kialakulása?

Néhány lépés a nyelvhez vezető úton

A nyelvhez vezető úton többtényezős folyamatról van szó, melynek egy része nyelvészeti kifejezéssel a jelölt, egy része a majdani jelölő kialakulásához kapcsolódik. Ezeket foglalja össze a NyKT-terminológiának megfelelően a 3. táblázat.

A tágan értelmezett nyelvi képesség kumulatív fejlődik, sok millió év alatt. Ilyen kumulatív mozzanat a hangkontroll, az agyfejlődés, a társas érzelm fejlődése, a fogalmak alakítása és a kommunikációs hatékonyság. Sok piciny tényezőről beszélnek, amikor a nyelvhez vezető utat próbálják meg feltárni. Természetesen teleologikusan hangzik „a nyelvhez vezető út” kifejezés, mintha egy elrendelés lett volna a nyelv kialakulása. Ez természetesen nem így van. Részleteiben mindez

nem a haladás diadalmenete, hanem tengeri olyan változat volt, amelyek nem ezeket a lépéssorozatokat választották. Mi éppenséggel azoknak az utódai vagyunk, akik ezt az utat választották, és ebbe a lépéssorozatba illeszkedünk bele.

A gégefőváltozások hosszabb hangképző üreggel és a nagyobb rezonátorközeggel nagyobb hangvariabilitást tesznek lehetővé.

Ugyanakkor megjelenik az idegrendszer átalakulása révén a finomabb hangdiszkrimináció és a hozzá kapcsolódó finomabb mozgásszervezés.

Végbemegy egy sokak által megszaladt evolúciónak is tartott enkefalizációs folyamat, az agyméret növekedése a testmérethez képest.

Ezen belül nagy figyelmet kapott specifikus kérdés, hogy megjelenik az ún. *tükörneuron-rendszer*; kialakulnak a majdani beszédközpontok, és kialakulnak a jellegzetes aszimmetriák az agyműködésben.

tényező	feltehető időzítés	NyKT szerepe	képviselő kutató
<i>jelölő</i>			
hangképző csatorna	3 m – 200 000	többféle hangrepertoár	Lieberman
hangadás irányítása	2,5 m – 200 000	hangigazítás, szándék	Hurford
<i>jelölt</i>			
kognitív kategóriák	500 000	világ tagolása, események	Lieberman, Bickerton, Calvin
munkaemlékezet	1 m – 200 000	hosszabb közlések	Donald
társas intelligencia	200 000	társas összehangolás	
<i>közös, összekapcsoló</i>			
agyfejlődés	agyméret-növekedés	okosság, interszenzoros kapcsolat, mozgás	Jerison, Passingham, Finlay
lateralizáció	200 000	finom mozgásirányítás	McManus, Cornballis

3. táblázat • Az NyKT kialakulásának különböző összetevői

A hangcsatorna változásaival kapcsolatban Philip Lieberman (2006) részletesen kimutatja, hogy az arckoponya és az agykoponya viszonylagos megváltozása révén hogyan válik egyáltalán lehetővé az a finom mozgásbeállítás, amely az emberi nyelvhez olyan fontos. A gorillát, a csimpánzt és az embert összehasonlítva, az arckoponya csökkenésével maga a rágóerő is lecsökken, és az a szerv, amely eredetileg a harapás szerve volt, sokkal finomabban modulálhatóvá válik. A másik oldalon pedig megváltozik a hangcsatorna, és ezáltal, ahogy Lieberman mára klasszikussá vált, ám részleteiben olykor vitatott rekonstrukcióval mutatja be, az a magánhangzó-rendszer, amellyel a mai nyelvek, mint minimummal élnek, csak úgy jöhetett létre, hogy az emberre jellemző átalakulások mentek végbe a hangcsatornában.

Agyi változások és a nyelv keletkezése

Az agyi változások aspecifikus oldala az *enkefalizációs hányados* megnövekedése. Az ugyanekkora testméretű emlőstől elvárható agymérethez képest sokkal nagyobb agyunk van. Vita van arról, hogy mi fejezi ki legjobban a számítási kapacitás megnövekedését, az agytömeg vagy a felületek megnövekedése, mely több kapcsolatot tesz lehetővé. Vagy pedig a támasztószövet mennyisége, s az agy anyagcseréjét biztosító keretek változnak meg, s igazából ez, a táplálkozási szokások megváltozásával együtt, sokkal jobb oxigénellátást biztosít az emberré válás során az idegrendszer számára. Ralph L. Holloway (2008) szerint a hominid agyi evolúcióban a döntő mozzanat nem a méretnövekedés, hanem az átszerveződés. Anatómiailag ez azt jelenti, hogy az agyméret-növekedés lényegi mozzanata a glia és a fehérállomány, az energiaháztartás és a kapcsolatszer megváltozása.

Kialakul az agyműködési aszimmetria. Májig is vitatkoznak a neurobiológusok, hogy az aszimmetria csak úgy, önmagában jött-e létre, vagy eredetileg a megmunkáló kéz és az ütő kéz kettőssége hozta létre, vagy pedig a kommunikációs mozgások, például a gesztusok fölötti kontrollban megjelenő jobbkezeség lehetett az elsődleges.

Mindenki elismeri, hogy az agy megnő, ezen belül nézzük meg, hogy ez milyen sajátos változásokat idéz elő. P. Thomas Schoenemann 2009-es összefoglalója jó néhány száz paleo-neurológiai és mai szövettani vizsgálatot mutat be annak illusztrálására, hogy két döntő változás van az agykérgen belül. Az egyik az elülső homlokleány megváltozása. A prefrontális területek nagyon fontosak az ember társas viselkedésében, mások értelmezésében, a tervezésben, az érzelmi folyamatok és tervezés összekapcsolásában. Nagyon megnőnek az ún. asszociatív kérgi területek, amelyek a specifikus rendeltetésű, például látással, testképpel, mozgással stb. foglalkozó kérgi területek közötti kapcsolatot hozzák létre. Ezek a területek s a többszörös, illetve „tartalomspecifikus” reprezentáció magyarázza azt a multiszenzoros szemantikát, ahogyan a természetes nyelv jelei tartalommal töltődnek meg (Pulvermüller, 2002). Viszonylag új téma, s kevés kutatás van arról, hogy vajon az emberi nyelv szempontjából olyan fontosá váló sajátos agyi központok, kiemelten például a Broca-terület, amely sajátos mozgató rendszert alakít ki, hogyan változott, s milyen tágabb mozgásszervező szerepe lehetett. Néhány kutatás arra kíváncsi, hogy vajon csupán mennyiségi vagy minőségi változás is történt-e e „nyelvi területek” kialakulása során. A Broca-terület változásainak szöveti oldalát keresve szövettani vizsgálatokat végeztek különböző emberszabásúaknál és embe-

reknél a piramissejtek megoszlására, és azt találták, hogy a beszéd, a kommunikációs mozgások és általában a finom mozgások koordinálásában nagyon fontos területen, a Broca-területen az embernél több a viszonylag nagy sejt. Egy-egy sejt sokkal több más sejttel kapcsolódik össze, és a két agyfélteke között sokkal nagyobb aszimmetriák vannak.

A speciális minőségi változások tekintetében az utóbbi évek nagy karriert befutott fogalma a Giacomo Rizzolatti, Luciano Fadiga és más olasz kutatók által 1996-ban először leírt *tükörneuron-rendszer*. Rizzolatti szisztematikus kutatásai nyomán kiderült, hogy van egy különleges sejtcsoport, amely nagyjából ugyanúgy reagál, ha az állat maga csinál valamit, s amikor látja a másikat a mozgást végezni. Ennek a szándék-mozgás-látvány leképezésnek nyelven túlmutatóan, egészében véve is központi szerepe volt az emberré válásban. Marton Magda (2003) magyar kutató hangsúlyozta, már a tükröneuronok feltárása előtt is, hogy ez a folyamat lehet felkészítő a főemlősökre, és azután az emberre olyan kitüntetetten jellemző sajátos integrált testvázlat kialakulásáért, az empátiáért (ami eredendően egyfajta utánmozgás lenne), a finommozgások utánzásáért, s azért is – amit az anyukák jól tudnak –, hogy a nyelvtanulás korai szakaszaiban a gyerekek megoldják azt a paradoxont, ami az arc irányítására jellemző. A nyelv elsajátításában a gyerek a gondozói (anyai) mozgások vizualitását használja mintaként a saját mozgás beállításához. Ezt a két mozgást integrálni kell, tudtuk már régóta, viselkedéses evidenciák alapján, s a tükröneuron-rendszer lenne felelős azért, hogy a másokon látott kép és a saját mozgásélmény összekapcsolódjon. A részletes, agyi képfalkotást használó vizsgálatok ezt a rendszert embernél is kimutatták. Ez a tükröneuron-rend-

szert lenne sokak szerint az éntudat alapja is. A minket érdeklő kérdésben ez az alapja a Broca-terület, majd a Wernicke-terület későbbi kialakulásának, és ezzel a nyelv szenzomotoros előrendszerének, a mozgásos-akusztikus egyenértékűségnek. Ez az, amit Rizzolatti és Michel A. Arbib (1998) az egyenértékűségi tükröhipotézisnek neveznek. A tükröneuron-rendszer biztosítaná azt, hogy a beszélő és a hallgató számára nagyjából egyenértékűek a nyelvi események. Ennek alapja az, hogy a Broca-terület a megragadási tükrörendszerre épül, amely képes cselekvéssorok létrehozására és felismerésére.

Vilayanur Ramachandran szinte azonnal, az első tükröneuron-közlemények megjelenése nyomán lelkes esszéiben kommentálta, hogy a tükröneuron-rendszer az emberi evolúció „nagy ugrásainak” nyitja lenne. Maga a tükröneuron-rendszer tenné lehetővé a társas tanulást, és azt, hogy a hangadás és hangészlelés szimmetrikus közlési rendszert alakítson ki. Ramachandran (2011) később ezt úgy finomítja, hogy a tükröneuron-rendszer sajátos együttmozgások exaptációs hatásai révén vezethetett el a nyelv előfokaihoz. Rizzolatti és Arbib (1998) két módon érzetik a tükröneuron-rendszer lehetséges relevanciáját a nyelv keletkezésében.

(1) Az utasítások, majd a deklaratívumok az esetgrammatika logikáját követő szerkezete (Fogd meg A-t, Józsi fogja A-t) megfelel a mozgató és a tükröneuron-rendszer parancsszerkezetének. A mozgás parancsszerkezete lenne a nyelvtani szerveződés kiindulópontja.

(2) Többlépcsős átmenetek vannak a kezdetben nem kombinatorikus orofaciális mozgatórendszerrel a kombinatorikus kar-kéz rendszer felé. Rizzolattiék felfogásában a gesztusrendszernek döntő szerepe van a nyelv keletkezésében. Ez összekapcsolódik a kom-

binatorikával. Biológiai tartalmát tekintve, evolúciósan elindulva a kutyáktól az emberig, kezdetben a tükroneuron-rendszer egy nem kombinatorikus, csak az arccal kapcsolatos rendszer volt. Erről is számos állatkísérletet végeztek, hogy ezek a tükroneuron-izgalmak akkor leginkább élénkek, amikor a másik valamit rágcsál. Azután a későbbiekben megjelenik egy kombinatorikus kar-, kéz-rendszer, vagyis először a gesztusok kombinatorikusak a tükroneuron-rendszerben, s ez teszi később a hangok világát is kombinatorikussá. „Valamelyik szakaszban egy kar-kéz közlési rendszer egészítette ki az orofaciális rendszert. Ez a fejlemény nagyban módosította a hangadásnak és ellenőrzésének jelentőségét. Míg a zárt orofaciális szakaszban a hangok keveset adtak hozzá a gesztusüzenethez, addig mostani hozzákapsolásuk a gesztusokhoz lehetővé tette, hogy felvegyék azt a nyitottabb, referenciális jelleget, amelyet a kar-kéz gesztusok már elértek” (Rizolatti – Arbib. 1998, 193.) Eközben a „kiterjedt, de csak akciófelfismerésre használt tükroneuron-rendszerről áttértünk egy emberszerű szándékos közlésre használt tükroneuron-rendszerre (Rizolatti – Arbib, 1998, 193.).

Mindez eléggé spekulatív felfogás, amely sok vitát kavart. Mindenesetre a tükroneuron-rendszer egy új, izgalmas jelölt arra nézve, hogy az agyfejlődés általános átalakulásaiban vannak-e kitüntetett minőségi változások. Arbib számos munkájában, egy 2013-as könyvében is megpróbálja megmutatni, hogy a prehumán szakaszoktól, az arcot irányító tükroneuron-rendszertől eljutunk egy kézalapú kommunikációs rendszerhez, majd egy akusztikus értelemben vett protonyelvhez. Michael Arbib szerint a tükroneuron-rendszer volt felelős azért, hogy kialakult egy protonyelv, ahol a mozgásrendszer lenne a nyelvtani

rendszer kiindulópontja. A tudásszerveződés magasabb szintje megfeleltethető – ez nem az én kifejezésem, hanem a neurobiológus Arbib használja így – az esetgrammatika logikájának.

Arbib (2005) rendszerezi, hogyan vezet út a tükroneuron-rendszertől a nyelvhez.

I. Prehumán szakaszok

1. Megragadás
 2. A megragadás tükroneuron-rendszere (majom, ember)
 3. A megragadás utánzása sokszori bemutatás alapján (csimpánz, ember)
- #### II. Hominid vonal
4. Összetett utánzási rendszer, kombinatorikus utánzással
 5. *Protojelek* kézalapú kommunikációs rendszer
 6. *Protobeszéd* hajlékonyabb ellenőrzés a hangadó rendszer felett

Kritikai hangok is megjelennek a tükroneuron-rendszer magyarázó értékéről. Csibra Gergely (2007) szerint a tükroneuronok működése lehet pusztán következményes, a prefrontális lebeny viselkedést szervező általános tevékenységének következménye, és nem igazi oki tényező ezeknek a különleges humán teljesítményeknek (utánzás, empátia stb.) a keletkezésében. Bickerton kifejezetten a nyelvre vonatkozóan ezt a tézist a túl könnyű, ugrásjellegű magyarázatok közé sorolja, mely sok tekintetben megmagyarázatlanul hagyja a részleteket, a mondattanra nézve például erősen analógiás. Maga a rhesus–ember analógia is tényszerűen bizonytalan a cselekvésértelmezés tükroneuron-rendszerére nézve, s az embernél számos más módon is megvalósul a cselekvésértelmezés, nem csak a homályos lokalizációjú tükroneuron-rendszer segítségével.

Társas átalakulások és a nyelv

Milyen társas átalakulásokat tételezünk fel a természetes nyelv kialakulása mögött? Terrence W. Deacon (2010) szerint az emberi nyelv társas beágyazottságának, társas rendszerének kialakulása szempontjából kitüntetett szerepe van annak, hogy sokkal engedékenyebbek és együttműködőbbek vagyunk, amit „relaxált szelekciós helyzetnek” nevez. Ez azt is jelenti, hogy olyan társas világokat posztulálunk az emberré válás vonalában, ahol a versengés és együttműködés kiegyensúlyozottan jelennek meg. Robin Dunbar (2012), amikor a nagyobb agy–nagyobb társas élet rendszert elemzi az emberré válás során, hasonló következtetésekre jut. A kifejtett társas életben a nagyobb agy nagyobb kötődést, s erre alapozva nagyobb gondolatolvasó képességeket is jelent.

Kezdetlegesen már a nem emberi főemlősöknél is megjelenik, lényegében kibontakozik és többszintűvé válik a gondolatulajdonító rendszer, az a kiemelkedő jellemzője az ember társas életének, miszerint napjaink jó részét azzal töltjük, hogy megpróbáljuk kitalálni, a másik mire gondol. Mintha az emberek a fejükből kijövő gondolatbuborékkal mászkálnának az utcán, mint a képregényekben, s azután az egymás buborékjainak megfejtéséből adódhatnak sikereink és félreértéseink.

Sajátos kitüntetett oldala ennek az együttműködő rendszernek az információs osztozkodás. Sokan spekulálunk arról, hogy az ember társas viszonyainak egyik különlegessége az információmegosztás. Hazudni és eltitkolni sem tudnánk dolgokat egymás elől, ha nem lennénk állandóan azzal elfoglalva, hogy információkat osszunk meg másokkal. Ez drámaian hiányzik a többi főemlősöktől. Michael Tomasello (2002) szerint az ember

ré válás döntő mozzanatai a közös tervek – mint az együttműködés alapjai és az együttes figyelmen alapuló szociális koordináció – megjelenése voltak, amelyek megteremtették a szociális szemantika lehetőségét. Ha csak egy példát nézünk, elindulunk a majmokról, igen fontossá válik az ember tekintetkövetése, az, hogy mi állandóan képesek vagyunk egymás tekintetének követésére. A tekintetkövetésből és a -olvasásból alakul ki a közös figyelem rendszere, s a közös figyelem rendszere lesz majd a csimpánznál két nagyságrenddel hatékonyabb szótanulás alapja. (Az ELTE etológusai természetesen megmutatták, hogy sok ilyen társas viszony kutyákra is érvényes. Csányi – Miklósi, 1998; Miklósi, 2010).

Tomasello (2002) felfogásában nem egy specifikus nyelvi rendszer szerepéről van itt szó, hanem egy különleges társas összehangoló rendszerről, amelyre a nyelvtanulás rendszere támaszkodik. A nyelvi rendszer egy átfogó társas átalakulás következtében jelenik meg mint lehetőség. Tomasello elképzelésében a tekintetkövetés mellett a társas tanulás, az utánzás és a ritualizáció, majd az összehangolás és a szerepmegosztás mint különleges mozzanat egészíti ki az emberi viselkedés nyelv szempontjából fontos szerveződésének ezt a társas átalakulását.

További kiegészítést jelent az együttműködés és társas információmegosztás rendszere (Tomasello, 2011). Tomasello azt mutatja ki, hogy az embergyerekek képesek közös célokat kialakítani, s osztozkodva együttműködni. Az embergyerekek már nagyon kis korukban is képesek arra, hogy magukhoz cibáljanak ketten, együttműködve egy tálca csokoládét. Ha csak én rángatom, kiborul, ha csak te rángatod, kiborul, ha együtt rángatjuk, akkor ide tudjuk hozni. Úgy tűnik tehát, hogy egy sajátos együttműködő osztozkodó rendszer

eredendően megvan a gyerekeknél. Sőt, úgy tűnik, hogy az együttműködés mintegy kiinduló feltétele az embergyereknek. A klasszikus társadalomtudomány úgy gondolta, hogy az embert kemény munkával kell megtanít-suk arra, hogy tekintettel legyen a másakra. Ez szuper individualisztikus emberkép volt. Tomasello felfogásában ez nem érvényes. Az emberré válás során maga az együttműködés úgy működik, mint egy biológiai adaptáció a társadalmi tanulás során. A kemény munka nem a kisgyermek rávétele arra, hogy segítsen, hogy együttműködjön, hanem az, hogy megtanítsuk, hogy ez a csavargókra mégsem igaz, velük ne barátkozzon stb. Az embergyerek rendkívül és személytelenül segítőkész. Ha kicsi babákkal olyan kísérletet végzünk, hogy leejtem a tollam, akkor mindenfélt próbál csinálni, hogy visszaadhassa nekem. Ez információsan is igaz, vagyis, ha a nekem kellő tollat valahova az asztal jobb szélére teszem, kimegyek, s a bejövő partner átteszi az asztal bal szélére, amikor visszajövök a szobába, és az asztal jobb sarkában kezdem keresni a tollamat, a baba megpróbálja megmutatni nekem, hogy a toll a bal sarokban van. Vagyis az ember információsan is együttműködő. Ez például a csimpánzokra nem igaz. Együttműködésük nagyon korlátozott, csak akkor hajlandók rá, ha haszonhoz vezet, és az információ együttműködés nem létezik számukra. Csibra Gergely és Gergely György (2007, 2011) természetes pedagógia elmélete szerint az emberi nyelv kialakulása szempontjából is alapvető, hogy az embergyerek, és csak az embergyerek egy sajátos elvárásrendszerrel él arra nézve, hogy a társas környezet tanítsa őt. A tanítás és tanulás szerepkiegészítő biológiai rendszerként működik, és akkor kapcsolódik be a gyereknél, amikor felé irányuló osztenzív, rámutató támpontokat kap.

Ha például egy tízhónapos kisbabát a nevével szólítunk, ránézünk, és sajátos modulációval beszélünk vele, akkor egészen mást fog a helyzetből kiolvasni, mintha nem hozzá fordulunk, hanem csak beszélünk. Abban a pillanatban, ha hozzáfordulunk, és például azt mondjuk neki: „nézd, Verácska, ez egy zuvu”, és rámutatunk egy egerre, akkor ezt nem úgy értelmezi, hogy a dolognak, amit mutatunk, az a tulajdonneve, hogy zuvu, hanem ha lát egy másik hasonlót, egy másik egeret, akkor azt is zuvunak nevezi, zuvunak gondolja majd. Vagyis egy általános, generikus attitűdöt kapcsol be a sajátos tanulási-tanítási helyzet. Csibra és Gergely elmélete szerint ez a természetes pedagógia teszi lehetővé az önkényes nyelvi jelek tanulását. Ismét arról van szó ebben a felfogásban, hogy a társas rendszer nem a nyelvre jött létre, hanem egy átfogóbb társas tanítási rendszer teszi lehetővé a Ferdinand de Saussure értelmében vett nyelvi önkény elsajátítását. Ez persze minden kulturális tanulásra igaz, hiszen beleszületünk a saját kultúránkba, s aztán megtanulhatunk más kultúrákat is.

Közlési változások és a nyelv keletkezése

A harmadik témához érve, és látva a feltételezett szociális átalakulásokat, most vizsgálódjunk a *kommunikációs átalakulásokat* illetően. A kommunikációs átalakulásról sokféle felfogás van a kezdeti vagy proto nyelvre nézve. A klasszikus, 19. századi felfogás szerint az élet gyakorlati szervezéséhez, a vadászati s egyéb szerepmegosztásokhoz nélkülözhetetlen a nyelv. Egy másik felfogás szerint nem a szervezés a fontos, hanem a társas kapcsolatok egyáltalában való léte, olajozása, gördülékenysége (Dunbar, 2012). Egy harmadik elképzelés szerint a nyelv elsődleges funkciója az udvarlás, becsapás, dominanciaalakítás. Egy

negyedik felfogás szerint imponálás a partnereknek, az udvarlás az ún. *pávafarokhatás* révén. A lányok számára mindig vonzóak azok a fiúk, akik füttyörészve tudnak átmenni a pallón, vagy bármi mást tesznek, miközben beszélnek. A pávafarokhatás-elmélettel az az alapvető baj, hogy eltekint attól, hogy a nők is beszélnek. Olyan helyzetet képzel el, hogy ősanynk üldögélt és válogattak a nagyon fitten beszélő, füttyörésző fiúk között. De mindannyian tudjuk jól, hogy közben a nők is beszélnek, tehát szép ez az udvarlási elmélet, de azért egy kis gond akad vele.

A nyelv fatikus, kapcsolattartási elmélete, amely Dunbar (2012) nevéhez fűződik, két regressziós modellből indul ki. Az egyik modell sok majomfaj és főemlős faj vizsgálata alapján arra jut, hogy az agymérettel együtt nő a csoportméret. Nagyon sok előnye van annak, ha nagyobb csoportban vagyunk, de nagyon sok gondot is okoz. A főemlősöknél a csoporttagok egyénileg léteznek egymás számára. Ez meglehetősen nagy luxus, hiszen rendkívül nagy agy kell hozzá. Nemcsak arról ismerjük fel egymást, hanem arra is emlékszünk, hogy ki az undok, ki az, aki sosem oszt meg semmit stb., vagyis a másik szokásaira is emlékszünk, nem csak az arcára. A másik regressziós modell szerint, minél nagyobb csoportokban vagyunk, annál nagyobb szerepe van a kisebb klikkeknek, a kicsiny klikkek létrejöttének, és a klikken belül a kurkászásnak. A kurkászás biológiai szerepe, hogy csökkenti a csoporton belüli feszültséget. Ez persze igen időigényes. Ha ezeket a modelleket komolyan vesszük, akkor a *Homo sapiens*nél egy akkora aggyal, amilyen nekünk ma van, a napunk 40%-át azzal kellene tölteniünk, hogy egymást kurkásszuk. A nyelv, mondja Dunbar, azért jó dolog, mert káprázni ugyebár csak két embert lehet egy-

szerre, azonban pletykálni például arról, hogy „a Józsi megint összeállt a Verával”, azt legalább hat-nyolcemberes csoportban is lehet, tehát hatékonyabb dolog. Eredetileg a nyelv a pusztai kapcsolattartásért jött volna létre, hogy egy ilyen kiscsoport, klikk, kapcsololajozója legyen.

A kommunikációs rendszerek és a nyelv közötti kapcsolat keresésében Merlin Donald összekapcsolta a reprezentációs rendszerek és a közlés gondolatát. Donald (2001) felfogásában, az emberré válás során valójában kommunikációs változások mennek végbe. Először jelenik meg, amit ő mimetikus kultúrának nevez, a gesztusokon, a testen alapuló szerveződés, majd mitikusnak nevezi a természetes nyelvet, amely sokkal finomabb kódolást tesz lehetővé, és végül, teoretikusnak nevezi a modern embert, aki már ír-olvas. Az elméletben az a lényeges, hogy a közlési rendszer és a gondolati leképezési rendszer között tételez fel leképezéseket. Eközben a minket érdeklő általános kérdésben, hogy biológiai folyamat volt-e a természetes nyelv kialakulása vagy egy elszaladt kulturális folyamat eredménye, Donald szerint az emberré válás során – ez a kooperációs elméletekkel összhangban van – olyan kognitív tevékenységek jönnek létre, amelyek elosztják a kognitív feladatokat a közösség tagjai között. A természetes nyelv valójában egy kulturális váltás következményeként jött volna létre. A nyelv megjelenése eredetileg nem öncél, nem a beszéd, a szavak használata vagy a nyelvtan volt a prioritás, hanem a csoportként való összekapcsolás, a kölcsönös odafigyelés, s azoknak a társas mintáknak a kialakítása, amelyek támogatják ezt a kölcsönösséget és kötődést. Amit eredetileg úgy képzelünk el, mint társas beágyazást, az Donaldnál egy társas determináció elméleteként jelenik meg.

„Csak félig tréfálkozom, mikor azt mondom, hogy az emberi evolúció újragondolható, mint a Nagy Hominid Menekülés az Idegrendszertől. Az emberszabású majmok s köztünk levő legfontosabb különbség a kultúra, pontosabban a szimbolikus kultúra, mely javarészt nem az agyi dobozon belül, hanem kívül van. A kultúra a kognitív tevékenységet számos agyban eloszítja, s uralja tagjai gondolkodását.” (Donald, 2001, 149.)

A természetes nyelvhez vezető úton Donald (2001) szerint nem a speciális, nem a moduláris változások a döntőek, nem azok a hangzó nyelvre vonatkozó adaptációk, melyeket fentebb tárgyaltunk. Kétségteljes volt ilyenek, melyek a hangadás feletti ellenőrzést s a gyorsan változó hangok észlelését biztosították. A döntő neurológiai tényezők azonban Donald szerint általános változások, amelyek a hangzó nyelvet a gesztusnyelv után lehetővé teszik. Ezeket a 4. táblázat foglalja össze.

Az, hogy ez az egész metafora, a menekülés az idegrendszertől, nem is olyan egyszerű dolog, hadd illusztráljam egy látszólag távoli példával, Stanislas Dehaene híres példájával az írás-olvasásról. Dehaene egy furcsa fogalmat, a neurális újravverbuválás vagy toborzás fogalmát vezette be. Nyilvánvaló, hogy az emberi idegrendszer képessé tesz minket az olvasás és írás folyamatára. Az is bizonyos,

hogy amikor az idegrendszer kialakult, még nem volt képes az írás-olvasásra. A 19. századi tudomány még olyanokról beszélt, hogy *írásközpont* stb., de ilyenek nincsenek. Olyan központjai vannak az agynak, amelyeket újrahaználunk egy más célra – mondja Dehaene. Dehaene felfogásában a *neurális újravverbuválás* a kulcsfogalom itt.

„1. Az emberi agyi szerveződést az evolúciótól örökölt erős anatómiai és kapcsolati korlátok jellemzik. A csecsemőkorban már igen korán megjelennek a rendezett neurális térképek, és ezek a későbbi tanulást bizonyos irányba befolyásolják.

2. A kulturális elsajátításnak (például az olvasás elsajátításának) meg kell találnia a maga neurális fülkét, vagyis olyan idegrendszeri hálózatokat, amelyek elég közel állnak a kívánt működéshez, és elég hajlékonyak ahhoz, hogy neurális erőforrásaik egy jó részét erre az új használatra irányítsák át.

3. Amikor az evolúción végbement működésekre dedikált kérgi területeket új kulturális tárgyak szállják meg, ezek korábbi szerveződése nem teljesen törölődik ki. Vagyis a korábbi neurális korlátok jelentős hatást gyakorolnak a kulturális elsajátításra és a felnőttkori szerveződésre.” (Dehaene – Cohen, 2007, 396.)

Az ember erőteljes neurológiai szervezésű aggyal jelenik meg, ahol térképek alakulnak

kognitív működés	szerpe a nyelvben
munkamemória	szótanulás, mondatfeldolgozás
többfelé figyelés	szótanulás, kontextuális értelmezés
agy plaszticitás	tanulás az egész élet során
hosszú távú emlékezet növekedése	szavak tárolása
szemantikai agyi részek kibővülése	gazdagabb kontextuális jelentés

4. táblázat • A természetes nyelv kialakulásának kognitív feltételei Donald szerint (Pléh, 2014)

ki már nagyon korán. A kulturális tanulás, például az olvasás ebben az agyban meg kell, hogy találja a maga neurális fülkét, amely mintegy újrahaználódik, új kulturális tárgyak szállják meg az eredetileg más célokat szolgáló területeket. Mi köze van ennek a természetes nyelvhez? Spekulatív, de gondolhatjuk azt is, hogy eredetileg a nyelv létrejötte során is az előbbieknél megfelelően olyan rendszerek újrahaznosításáról van szó, amelyek eredetileg nem kommunikációs céllal jöttek létre. Például az, amit mi Broca-területnek nevezünk, sokak elképzelése szerint eredetileg minden finommozgás irányító területe volt. Tudjuk jól, hogy ez a terület rendkívül sűrű és nagyon behálózott. Például a hangszerzenészek az ujjukat ugyanolyan finoman időztetik, mint mi a szánkat. Lehet, hogy itt is egy analóg folyamatról van szó.

A nyelvtani szerveződés helye

Agy, gondolatolvasás, kommunikáció, de mindebből még nem lesz jól alkotott mondat. Lényeges mozzanat, hogy hogyan is jön létre nyelvtanilag organizált, szintaktikai szerveződést mutató nyelv. Milyen különlegessége, érdekessége van éppenséggel a szintaxisnak. Az 1960-as évek kiinduló képe, a chomskyánus felfogás is biológiai rendszernek tartotta a nyelvet. Ugyanakkor ott rejlik mögötte – ahogy a fiatalságunkban Dell Hymes gúnyolódott rajta – egy édenkerti felfogás, amely mégiscsak valamely isteni szikrát tételez fel. Biológiai rendszer ugyan a nyelv, de különleges rendszer, mely Chomsky általános nyelvfilozófiai felfogásának megfelelően, a nyelvkeletkezésre vonatkoztatva is nem funkcionális rendszer, nincs igazi instrumentális jelentősége. A természetes nyelv, a maga kifinomult szintaktikai rendszerével exaptált rendszer lenne. Ezen egyszerűen azt értik, hogy a

nyelv olyan rendszerként jöhetett volna létre, amelyre nem irányult szelekciós nyomás, csak véletlenül, valaminek a melléktermékeként jött volna létre. A mondattan egy hirtelen ug-rás, nincs igazi előnye. Nincs haszonbeli különbség a között, hogy *Elment a hajó* vagy *A hajó elment*. Noam Chomsky (2012) legújabb írásaiban azt mondja, hogy a rekurzív szintaktikai szerveződés nem is exaptációs mozzanat, hanem valamiféle még nem ismert fizikai természettörvény megjelenése. Olyan, mint a kristályszerkezet, amelynek szintén nincs semmi haszna, csak úgy van.

Steve Pinker (1999) viszont radikálisan képviseli az adaptációs mozzanatot. Szerinte a mondattan is graduális vonás, növeli például az udvarlás esélyét. Ha elképzelünk egy olyan ötvenezer évvel ezelőtti helyzetet, amelyben volt egy ősember, aki csak annyit tudott mondani, hogy *van egy puszí*, vagy ha valaki azt mondja, hogy *ha megpuszilsz, akkor kapsz egy banánt*, akkor el tudjuk képzelni, hogy kinek volt nagyobb sikere a lányoknál. A szintaxis Pinker szerint is emberspecifikus vonás, ugyanakkor van haszna.

Számos elméletalkotó, köztük Derek Bickerton (2014) az egyik legjelentősebb, azt hangsúlyozza, hogy fel kell tételeznünk, volt egy valamilyen értelemben vett ősnelv a mai értelemben vett nyelv előtt. A tükrőneuronrendszer, a hagyományozás és a cselekvési kategóriák révén kialakulhatott valamikor egy olyan protonyelvi rendszer, amely olyan kategóriákat, mint a cselekvő, cél, eszköz, fogalom, hely stb. alkalmazott a közlésben. Az átalakulás során, a mai értelemben vett nyelvfélékben megjelennek a produktív nyelvtani műveletek. Formaivá válnak a nyelvtani viszonyok, először a szórendben, majd megjelennek a ragok, a nyelvtani morféma. A jelentés eltérései egyre inkább formai szerepek-

ben rögzítődnek. Végül pedig megjelennek az üres nyelvtani szerepek, mint a névmások. Sokan gondolják, hogy ebben a folyamatban igazából az előbb emlegetett cselekvési kategóriarendszer mint cél, eszköz, hely stb. világában is már megjelenő kategóriák. A 19. század végén Wilhelm Wundt és mások körüli vitákkal kísérve megfogalmazódott az elsőbbségi kérdés, hogy vajon a gesztusnyelv volt előbb vagy a hangzónyelv. Számos mai elképzelés szerint is eredetileg, először gyorsabban fejlődött a gesztusnyelv, és a hangzónyelv csak valahol a homo sapiensnél érte utol ezt. Ez megfelel annak, amit az előzőekben az aggyal kapcsolatban a tükroneuronrendszer egész koncepciójában is hangsúlyoztunk.

Thomas Givón szerint a társas főemlősök-nél sajátos társas rendszer alakult ki, amelyben kiscsoportok vannak, többnyire rokonok között, akik kis fizikai területen élnek, többnyire genetikailag homogének, kevés témáról beszélnek, többnyire irányító beszédaktusokkal. A 19. században egykor megvolt hasonlóságkeresés a gyermeknyelv és az ősn nyelv közt a kommunikációs helyzet miatt nem jogtalan. A kisbaba kommunikációs helyzete és az ősember kommunikációs helyzete nagyon hasonló. Rokon-együttműködésben, kis területen él (a kisbaba is), genetikailag és kulturálisan homogén közegben. Két nagy eltérés van a kisbaba és az ősember között, ami újra előhozza a kulturális tanulás fogalmát. Mind a hatalomban, mind a tudásban a gyermek megosztott, egyenetlen rendszerben él. A pre *Homo sapiens sapiens* csoportok nem voltak még információs hierarchikusak, a gyermek világa azonban hierarchikus, ezért mindaz, amit Gergely és Csibra nyomán természetes pedagógiának nevezünk, itt kü-

lönleges szerepet játszik. Givón szerint a Chomsky és Stephen Jay Gould által hangsúlyozott exaptációt ki kell terjeszteni. A természetes nyelv szempontjából három különböző exaptáció volt. A nyelvtan eredetileg az osztályokra tagolódott világ (ki a cselekvő, hol a hely stb). szándékait kódolja. Ezt össze kell kapcsolni a motoros rendszerrel, a vizuális rendszerrel és a szándékkódoló tükroneuronrendszerrel. A természetes nyelv megjelenése során három eredetileg moduláris rendszer egymásra vetítése lenne az a döntő exaptációs mozzanat, ami elvezet ide. Bickerton (2014) újabb könyve szerint összhangban ezzel az exaptációs felfogással, az emberi nyelv kialakulásakor három nagy váltás volt.

1. Az egyik döntő mozzanat a *kommunikáció megváltozása*, a *displacement*, a leválás a helyzettől. Az állati kommunikációhoz képest az emberi nyelv különlegessége az, hogy nem csak az itt és most világról tud beszélni. Ez egy biológiai szelekciós folyamat eredménye.

2. Van egy belső folyamat is, az agy újjaszervezése, amely lehetővé teszi a *komplex agyi szemantika* létrejöttét. Bickerton értelmezésében a komplex multimodális agyi szemantika alapja az idegrendszeri folyamatok belső újraszerveződése.

3. Egy harmadik mozzanat elsősorban kulturális eredetű: a nyelvi és gondolati szintaxis összekapcsolódása, a *gondolati világ nyelvivé tétele*.

Összességében a főemlős világban olyan rendszerből indulunk, amelyben az egyéni tanulás és a kategóriák szerveződése, a mozgás és a látás, az emberéhez nagyon hasonlóan adja meg a kiindulást. Az agynövekedés, a gesztusnyelv fokozatos kialakulása, az első társas tanulási rendszerek, amelyek már kb. kétmillió évvel ezelőtt megjelennek, mint később a

nyelv szempontjából fontossá váló változások. Egymillió és százezer év között a tárgyak világa gazdagodik, s megjelennek azok az agyi változások, amelyek a hangok és a mozgások sokkal bonyolultabb változatait teszik lehetővé. Azután úgy száz-ötvenezer éve egy újabb drámai lépés jelenik meg az innovatív tárgyhaználatban. Feltehetően egy sajátos genetikai változással együtt, amely a FoxP2 újabb mutációja, amely majd lehetővé teszi a mozgásszerveződésből a formai nyelvtani szerveződés kialakulását.

A FOXP2 igen konzervatív gén, amely már megvan az egereknél is. Ha egereknél kiütjük ezt a gént, akkor mozgászavaraik lesznek, például nem tudják összehangolni a négy lábuk mozgását stb. Tehát röviden, úgy

tűnik, hogy itt egy homológ génről van szó, amely az emberré válás során három mutáció ment keresztül. Eredetileg ez mozgásszervező gén, azután fokozatosan száj-arc mozgásszervezővé válik, s majd egy másik mutációval (de ezek nagyon kicsi mutációk, ugyanazon a génen belül csak egy aminosav megváltozása okozza) talán ez teszi lehetővé a nyelvhasználatot (lásd Venetianer, 2011 összefoglalóját). Nem arról van szó, hogy ez nem érdekes a nyelvre vonatkozóan, hanem úgy érdekes, hogy egy általánosabb mozgásszervezés sajátos következményeként jelenik meg.

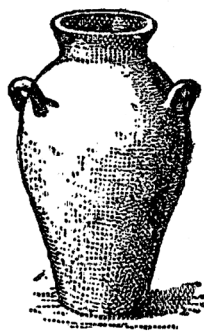
Kulcsszavak: *enkefalizáció, nyelvkeletkezés, tudatelmélet, exaptáció, kommunikációs közeg, természetes pedagógia, tükroneuron*

IRODALOM

- Arbib, Michael A. (2005): From Monkey-like Action Recognition to Human Language: An Evolutionary Framework for Neurolinguistics. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 105–167. DOI: 10.1017/S0140525X05000038 • <http://users.ecs.soton.ac.uk/harnad/Temp/arbib-bbs.pdf>
- Bickerton, Derek (2014): *More Than Nature Needs. Language, Mind, and Evolution*. Harvard University Press, Cambridge, MA
- Chomsky, Noam (2012): *The Science of Language. Interviews with James McGilvray*. Cambridge University Press, Cambridge
- Csányi Vilmos – Miklósi Ádám (1998): A kutya mint a korai evolúció modellje. *Magyar Tudomány*, 104, 1043–1054.
- Csibra Gergely (2007): Action Mirroring and Action Interpretation: An Alternative Account. In: Haggard, P. – Rosetti, Y. – Kawato, M. (eds.): *Attention and Performance XXII: Sensorimotor Foundations of Higher Cognition*. Oxford University Press, Oxford, 435–459. • <http://fas-philosophy.rutgers.edu/goldman/Spring%202008%20Seminar/Csibra%20-%20action%20mirroring.pdf>
- Csibra Gergely – Gergely György (2007): *Ember és kultúra. A kulturális tudás eredete és átadásának mechanizmusai*. Akadémiai Budapest
- Csibra Gergely – Gergely György (2011): Natural

- Pedagogy as Evolutionary Adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 366, 1149–1157. DOI:10.1098/rstb.2010.0319 • <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/366/1567/1149.long>
- Deacon, Terrence W. (2010): A Role for Relaxed Selection in the Evolution of the Language Capacity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 107, 9000–9006. DOI:10.1073/pnas.0914624107 • http://www.pnas.org/content/107/Supplement_2/9000.full
- Dehaene, Stanislas – Cohen, Laurent (2007): Cultural Recycling of Cortical Maps. *Neuron*, 56, 384–398. DOI: 10.1016/j.neuron.2007.10.004 • http://ac.els-cdn.com/S0896627307007593/1-s2.0-S0896627307007593-main.pdf?_tid=399723be-31d6-11e4-a89e-000000a0f02&acdnat=1409575868_f7ec4ee46a3fb8f376eb44fe7c82e0a5
- Donald, Merlin (2001): *A Mind so Rare. The Evolution of Human Consciousness*. W.W. Norton & Company, New York
- Dunbar, Robin I. M. (2012): Social Cognition on the Internet: Testing Constraints on Social Network Size. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 367, 2192–2201. DOI:10.1098/rstb.2012.0121 • <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/367/1599/2192.long>
- Hauser, Marc D. – Chomsky, N. – Fitch, W.D. (2002): The Faculty of Language: What Is It, Who Has It,

- and How Did It Evolve? *Science*, 298, 1569–1579. DOI: 10.1126/science.298.5598.1569
- Holloway, Ralph L. (2008): The Human Brain Evolving: A Personal Retrospective. *Annual Review of Anthropology*, 37, 1–19. s DOI: 10.1146/annurev.anthro.37.081407.085211 • <http://www.columbia.edu/~rlh2/2008humanbrain.personalretro.pdf>
- Lieberman, Philip (2006): *Toward an Evolutionary Biology of Language*. Harvard University Press, Cambridge, MA • <http://books.google.hu/books?id=UlaYcdaEpakC&printsec=frontcover#v=onepage&q&cf=false>
- Marton Magda (2003): A viselkedés megértését és utánzását megalapozó idegrendszeri szimuláció. *Pszichológia*, 23, 195–227.
- Miklósi Ádám (2010): *A kutya viselkedése, evolúciója és kogníciója*. Typotex, Budapest
- Pinker, Steven (1999): *A nyelvi ösztön*. Typotex, Budapest
- Pléh Csaba (2014): A nyelv evolúciója. In: Pléh Csaba – Lukács Ágnes (szerk.): *Pszicholingvisztika II*. Akadémiai, Budapest, 1200–1240.
- Pulvermüller, Friedemann (2002) A Brain Perspective on Language Mechanisms: From Discrete Engrams to Serial Order. *Progress in Neurobiology*, 574, 1–27. DOI: 10.1016/S0301-0082(02)00014-X • <http://www.mrc-cbu.cam.ac.uk/personal/friedemann.pulvermuller/pulver-pin-02.pdf>
- Ramachandran, V. S. [Vilayanur Subramanian] (2011): *The Tell-tale Brain. Unlocking the Mystery of Human Nature*. Heinemann, London
- Rizzolatti, Giacomo – Arbib, Michael A. (1998): Language within Our Grasp. *Trends in Cognitive Sciences*, 21, 188–194. • <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic151491.files/rizzolatti-arbib.pdf>
- Schoenemann, P. Thomas (2009): Evolution of Brain and Language. *Language Learning*, 59, Suppl. 1, 162–186. DOI: 10.1111/j.1467-9922.2009.00539.x
- Tomasello, Michael (2002): *A kultúra keletkezése*. Osiris, Budapest
- Tomasello, Michael (2011): *Mi haszna az együttműködésnek?* (fordította Pléh Csaba) Gondolat, Budapest
- Venetianer Pál (2011): Létezik-e a tagolt emberi beszéd képességéért felelős gén? *Magyar Tudomány*, 172, 907–912. • <http://www.matud.iif.hu/2011/08/03.htm>



TABULÁK A MAGYAR TÉRKÉPÍRÁS TÖRTÉNETÉBŐL

Klinghammer István

az MTA rendes tagja,
Eötvös Loránd Tudományegyetem
klinghammer@map.elte.hu

Gercsák Gábor

PhD, egyetemi docens,
Eötvös Loránd Tudományegyetem
gerscak@map.elte.hu

A reneszánsz korban a művészet és a tudomány határterületén álló térképészet az érdeklődés homlokterébe került, és az újszerű világleírás kifejezője lett. Mátyás király udvarában számos híres tudós is megfordult, akiknek munkássága kapcsolatba hozható térképek, akkori szóval *tabulák* készítésével. Az államok kialakulása következtében a határok felértékelése, a népességnövekedés, a fellendülő adó- és közigazgatás-szervezés mind-mind igényelte a területi leltárokat, térképeket. Hazánk lakossága a 15. század végén meghaladta a négyemilliót, és a 15–16. század fordulójá-

ra több ezer településből összetevődő európai jellegű településhálózat épült ki. A településhálózat gerincét közel nyolcszáz bánya-, szabad királyi és mezőváros alkotta. Mindinkább kialakult az igény topográfiai jellegű térképekre, amelyek nagyobb területeket öleltek fel.

Hazánk vonatkozásában ennek külön oka is volt. A keresztény Európát fenyegető török előrenyomulás élénk érdeklődést váltott ki Nyugat-Európában a magyarországi hadszíntér iránt. Az események felkeltette figyelmének köszönhetjük az első magyar térkép 1514-es kéziratának kiadását.

A török megszállás miatt a 16. század utolsó negyedében és a 17. század első felében nem készült új térkép hazánkról. Az első műre pontosan 175 évet kellett várni. Ez a kizárólag hazánk területét ábrázoló zsebatlasz 1689-ben, alig három évvel Buda visszafoglalása után jelent meg.

A történelmi Magyarország a törökök kivonulása után a 18., de főleg a 19. században elvégezte a honfoglalás és a tatárjárás utáni harmadik honalapítást: az ország tudományos megismerését, értékeink feltérképezését. E munka során gyakran világelső szaktérképezést végeztek. Erre példa a világ első földrendésterképe 1814-ből.

¹ Az európai nyelveknek régen nem volt önálló szavuk a térkép kifejezésére annak ellenére, hogy már évezredekkel ezelőtt is készítettek térképet. A régi görög nyelvben az eredetileg *tábla* vagy *deszka* jelentésű *πίναξ* (*pínax*) szóval, a latin nyelvben pedig ugyancsak a *tábla*, *deszka* jelentésű *tabula* szóval utaltak a térképre. Magyar nyelvű szövegben elsőként a *tábla* jelent meg a latin *tabula* alapján, amely Szepsi Csombor Márton (1595–1622) 1620-ban, Kassán kiadott útleírásában olvasható. A *mappa* a latin *mappa* teljes átvétele. Batthyány Ádám (1610–1659) 1637-es számadáskönyvében ez áll: *Mapát vetem...* Mindkét szó több mint három évszázadon át megmaradt *térkép* jelentésben. A *térkép* szót először a nyelvújítás korában, 1833-ban írták le, és azóta a magyar nyelvterületen ezt használja a köznyelv és a szaknyelv.

500 éve történt

Az első magyar térkép Lázár deák 1514 körül készült munkája, mely a török uralom előtti Magyarország hiteles képét adja. A térképlepon mintegy 1300 településnév és majdnem négyszáz egyéb földrajzi név található. Ez a térkép a magyar térképészet ősforrása. A térkép készítőjéről, Lázárról nincsenek biztos ismereteink. A kortársak levelezéséből és a térképi feliratokból csak az derül ki, hogy Bakócz Tamás esztergomi érsek környezetében titkár (*secretarius*) volt, és a Dózsa-féle parasztháború idején dolgozott térképén. Lázár kéziratát az egykor Budán diplomata szerepet betöltő humanista, a frank Johannes Cuspinianus (*Spisshaimer*) juttatta el Bécsbe, és I. Ferdinánd magyar és cseh királynak ajánlva a térképet, vállalta a közreadás költségét. A térképet a bajor származású Georgius Tannstetter (*Collimitius*) bécsi matematikus-csillagász professzor rendezte sajtó alá, majd 1528 májusában a szintén bajor Petrus Apianus (*Bienewitz*) ingolstadti nyomdája egy új, általa kidolgozott térképnymtatási módszer, a *sztereotípia* első alkalmazásával adta ki. (A sztereotípia eljárása voltaképpen abban áll, hogy a nyomtatás előtt a fametszéssel készült térképrajz fadúcába beültetik a névrajz egyben kiöntött tábláskáit.) Az új eljárással készült földabrosz 2007-ben bekerült az UNESCO, a világ szellemi örökségének megőrzését magára vállaló *The Memory of the World* programjába.

Az 1528-as ingolstadti kiadású *Tabula Hungariae* pontos címe, bármennyire is meglepő, évszázadokon keresztül ismeretlen volt a világ előtt. Mivel egyetlen korabeli forrás sem közölte a mű pontos adatait, valószínűsíthető, hogy ez az 1528-as kiadású térkép igen kevés példányban készült és került forgalom-

ba. Létezésére az első utalás a Wolfgang Lazius² 1556-os Magyarország-térképén található leírás, majd 1570-től Abraham Ortelius *Theatrum Orbis Terrarum* című atlaszának kiadásában tűnik fel hivatkozás az antwerpeni térképkiadó barátai közé tartozó Zsámboky János (*Johannes Panmonicus Sambucus*)³ közlése nyomán.

A jelentős munka csak 1876-ban vált ismertté, amikor Römer Flóris a *Hon* 1876. május 9-i számában a térkép második, az 1553-as Andrea Vavassore-féle velencei kiadásának felbukkanásáról adott hírt. A művet gróf Apponyi Sándor vette meg, de az nem derült ki, hogy hol, mikor és mennyiért. Az első híradást követően, négy évvel később, a Magyar Történelmi Társulat 1880. május 3-i választmányi ülésén mutatták be az eredeti művet – az 1528-ban kiadott *Tabula Hungariae* mind ez ideig első és egyetlen példányát. A nagyszerű térkép szintén Apponyi gyűjteményéből került a világ szeme elé, de hogy miképp került a gróf tulajdonába, azt homály borítja. A művet valamikor 1876 és 1880 között vásárolhatta. (A térkép talán Georg Ka-

² Wolfgang Lazius (1514–1565). A bécsi császári udvar orvosa és történésze, aki szoros kapcsolatot tartott Magyarország vezető egyházi és világi méltóságaival. 1556-ban készült 1:460 000–1:650 000 méretarányok között változó térképe a török kiűzését követő időkhöz Magyarország legjobb térképe. Térképén huszonkét magyar egyházi és világi támogatót sorolt fel. A települések névrajza és a térkép jelmagyarazata latin, magyar és német nyelvű. Térképének kicsinyített változata megjelent Ortelius 1570-es *Theatrum Orbis Terrarum* (A földgolyó látványa) című atlaszában.

³ Zsámboky János (1531–1584). Nagyszombati születésű bécsi udvari orvos és történész. 1566. évi Erdély-térképe Honterus, 1571. évi Magyarország-térképe Lázár munkájának magyaros névírású, kiegészített, javított változata. Illyria térképét (Magyarország, Horvátország és Bosznia területei) 1571-ben adta ki. Erdély térképét Ortelius felvette 1570-es atlaszába.

rajan bécsi történész 1879-es hagyatékából való, de lehet, hogy a gazdag bécsi bibliofil, Franz Haydinger gyűjteményéből, halála után, 1876-ban került árverésre.) Apponyi a gyűjteményét, Lázár deák térképével együtt, 1925-ben a magyar nemzetnek ajándékozta, és ma az Országos Széchényi Könyvtár feltett kincse.

Feltételezhető, hogy a térkép címének későbbi megfogalmazói – Tannstetter vagy Cuspinianus – csak annyit tudtak, hogy az általuk közreadott mű kéziratát egy bizonyos Lázár készítette, aki abban az időben viselt valamilyen hivatalt a középkori Magyarországon, amikor Bakócz Tamás töltötte be az esztergomi érseki tiszteletet. (A *secretarius* szó a délnémet és osztrák nyelvterületen nemcsak szűken értelmezett titkári foglalkozást jelölt, hanem használták hivatalos ember, hivatalnok értelemben is.)

A korabeli forrásokban a kortársak Lázár iskolai végzettségéről azt jegyezték fel, hogy hozzáértő férfiú, *deák*, azaz korabeli kifejezéssel élve *litterátus*. (Wolfgang Lazius 1556-os leírásában is a magyar deák szót használta.) A deák, diák elnevezés a *diaconus* szóból származik, és olyan személyt jelentett, aki nem egyetemen tanult, nem volt miséző pap. A 14. században a káptalani iskolák képezték Magyarországon mind az egyházi, mind pedig az értelmiségi középréteget. A deákok változatos munkaköröket töltöttek be: a királyi, nádori, erdélyi vajdai intézmények titkári, ítélmesteri, nótáriusi állásait, nemesi udvarházak tisztartói, gazdasági-számviteli feladatait látták el. Képzésük a korabeli *septem artes liberales* tananyagból csak a leglényegesebbekre, a praktikus tudnivalókra szorítkozott. Szert tettek gyakorlati földmérői ismeretekre is, hiszen a gyakorlati jogászok köréből kiemelt ítélmesterek nemcsak ítéletet hoztak,

például valamely birtok határvonalának kérdésében, de rájuk hárult az új határvonalak kitűzésének felelőssége is. A kutatások alapján nagy bizonyossággal állítható, hogy Lázár nem folytatott egyetemi tanulmányokat, ezért nem találjuk nevét a számításba vehető egyetemek anyakönyveiben. Az elmúlt évszázad térképtörténeti kutatásait 2013-ban nagy ívű munkában értékelő Plihál Katalin joggal állapítja meg, hogy azok a személyek, akiket a kutatók a térkép készítőjének véltek, „a fellelhető források által megfogalmazott feltételeknek” nem felelnek meg (Plihál, 2013).

A kiváló térképtörténész asszony a témához kapcsolódó kutatásai során egy új, ígéretes nyomra bukkant. Oklevélforrásokból kiderült, hogy Tinódy Lázár deák, Fejér megyében elismert tekintélyű, a deákműveltség birtokában lévő nemes ember Perényi Imre nádortól 1517. október 24-én közvetlen utasítást kapott egy birtokviszony rendezésére, amelynek eredményéről a nádort kellett tájékoztatni. A megbízást 1517. december 23-án teljesítette. (A középkori Magyarországon a birtokok többsége nem a mai fogalmaink szerinti méretet jelentette, hanem lényegesen nagyobb. Egy-egy határvita eldöntése nemcsak a korabeli jogszokások tökéletes ismeretét feltételezte, de a határleírások alapján terepi munkát is jelentett.) Az oklevél helynévanyagának helyesírása azonos típusúnak tűnik azzal, amely a *Tabula Hungariae*-t jellemzi. A feltevést erősíti, hogy Tinódy Lázár szűkebb hazájának környezete, a Sárvíz völgye sokkal határozottabban jelenik meg a térképen, mint más hasonló nagyságú vagy éppen még jelentősebb folyó völgye.

„Teljes bizonyossággal természetesen nem állíthatjuk azt, hogy Tinódy Lázárt kell tisztelnünk e híres térképünk alkotójában, de a források adatai igen jól illenek rá, és jelenleg

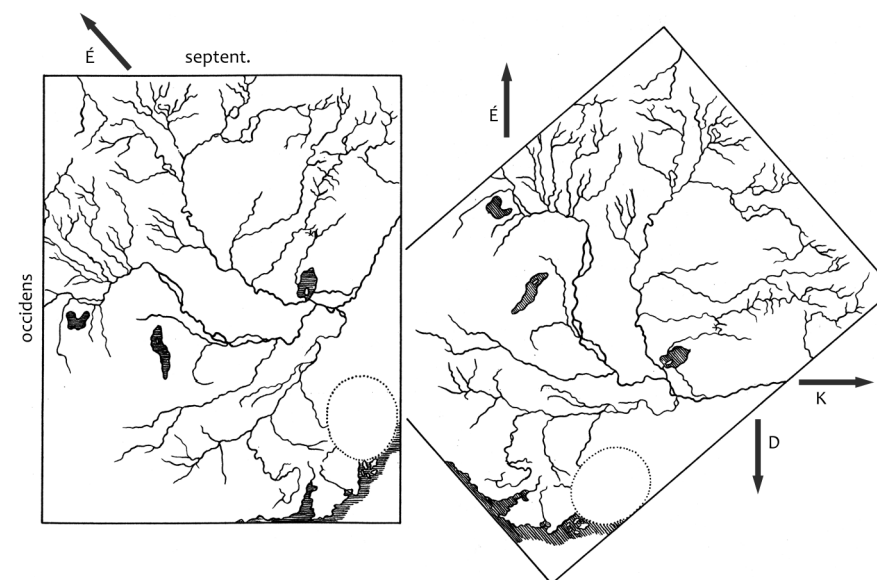
ő az egyetlen olyan személy, aki a korabeli forrásokban szereplő adatoknak a legteljesebben megfelel” (Plihal, 2013).

A *Tabula Hungariae* térképlapján latin és német nyelvű országleírás található. A latin nyelvű szöveg szerint Lázár kézirata „egész Magyarország tájleírása, és a városok, falvak, várak, kastélyok, folyók, hegyek, erdők egymástól való úti távolsága, geometriai mérések szerint.” A német nyelvű leírás pedig azt tartalmazza, hogy a térképen a „skála [mértékléc] mértani módon mutatja, hogy hány német mérföldnyire fekszik egyik város a másiktól...” Lázár terepfelmérésnél alkalmazott módszeréről és mérőeszközéről csak feltételezéseink vannak. Megbízható leírás nem maradt fenn. Feltételezhető, hogy a poláris koordináta-módszerrel végzett felmérésnél az irányzott hely szögértékét félkörös iránytűs tárcsa segítségével határozta meg. A távolságokat, azaz a polárisok hosszát pedig gyalogmennettel, lovaglással vagy becsléssel állapította meg. Az egy-egy állásponttól belátható részletek térképi rögzítése után az álláspontok közötti geometriai kapcsolatot előre-, hátra- vagy oldalmetszéssel teremtette meg, amihez iránytűt vagy iránytűvel rendelkező napórát használt. A térképezés kiinduló pontja, origója, a főváros, Buda lehetett, és a felmérő csapat feltételezhetően Magyarország fő útvonalai mentén haladt. Lázár térképezésének, a mért adatok térképi feldolgozásának alapja valószínűleg a Descartes-féle derékszögű koordináta-rendszerhez hasonló volt, és ebben rögzítette a terepi pontok helyét. Munkája kezdetén $\frac{1}{4}$ hüvelyk beosztású rácsalát szerkesztett, mely egy mérföldnek felelt meg a terepen. A számítások egyszerűsítésére olyan mértékegységgel dolgozhatott, ahol könnyű volt a terepi mérföld adatokat térképi hüvelykre átszámítani. Az átszámítás alapján a *Tabula*

Hungariae... kéziratainak méretaránya 1:1 080 000 lehetett. (Tannstetter a méretarányos térképezést segítő derékszögű koordináta-hálót a térkép olyan fontos részének ítélte, hogy azt az eredeti formában a nyomtatott művön is meghagyta, és ez megtévesztette az utódokat, akik abban valamiféle földrajzi fókuszalapot véltek felismerni.) A térkép mértékléce $\frac{1}{4}$ mérföldnyi leolvasási pontosságot tett lehetővé. Ez bizonyítja, hogy Lázárnak gyakorlata volt a terepi felmérésben.

A lázári kézirat nyilvánvalóan helyes, északi tájolású volt, a *Tabula Hungariae* tájolása azonban eltérő. A térkép keretében megírt égtájnevek ugyanis csak úgy helyesek, ha a keretet az óramutató járásával ellentétesen 45° -kal elfordítjuk (1. ábra). Korábban a nyomdóc méretével magyarították az elforgatást, és Apianushoz kötötték, miszerint a rajzolat másképpen nem lett volna beilleszthető a négy nyomdócba. Ez azonban egykori nyomdai példákkal cáfolható. Az elforgatás nagy valószínűséggel a kéziratot kiadásra előkészítő Tannstetter döntése volt, mert a címet, valamint a címet a térkép keretén belül akarta elhelyezni. (Az egylapos nyomtatványok a 16. században is inkább álló téglalap alakúak voltak, mert ez a forma elegánsabb, mint a fekvő.)

Tannstetter nevéhez két kartográfiai újdonság is köthető. Ő alkalmazott először, kis vers formájában, szöveges színekulcsot (a vörös színnel jelölt török és a sárga színű magyar területek leírását szedte rímekbe). Valamint neki köszönhetjük az első olyan térképjelet, amely tulajdonképpen „politikai határvonal”: a *Tabula Hungariae*-n pontsor jelzi a még keresztény, illetve a már a pogányok, a törökök által elfoglalt terület határát – de ez a határvonal 1528-ban csak virtuálisan létezett.



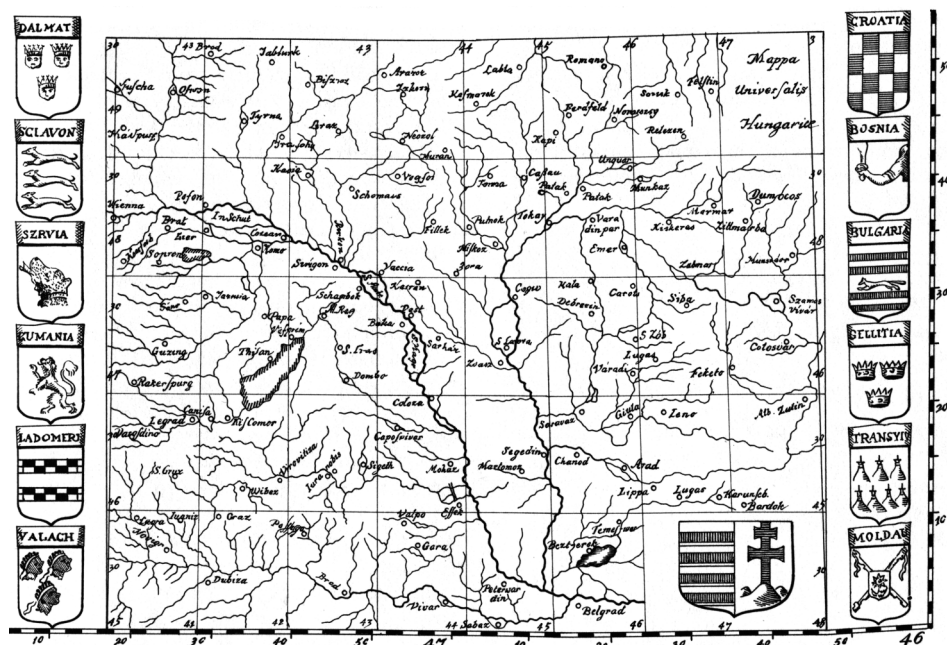
1. ábra • A helytelen tájolású Lázár-térkép és az északi irányba fordított helyes tájolás (Irmédi-Molnár László nyomán)

325 éve történt

A magyar térképészet 17. századi történetében a legjelentősebb mű a jezsuita történetíró, egyetemi tanár Hevenesi Gábor 1689-ben Bécsben kiadott *Parvus Atlas Hungariae sive Geographica Hungariae in 40. tabellis divisae descriptio* című zsebatlasza. Az atlasz három évvel Buda visszavétele után látott napvilágot, amikor az ország nagy része még alig volt járható, nemhogy tudományos kutatásra alkalmas állapotban. Az első, kizárólag Magyarország területét ábrázoló, 38 14,5×11,9 cm méretű térképpoldalt tartalmazó atlasz térképeinek méretaránya kb. 1:1,5 millió. A térképpoldalak egyesítése után a lap mérete ebben a méretarányban 95,0×72,5 cm lenne (2. ábra) (Hevenesi, 1689).

Hevenesi Gábor (1656–1715) a jezsuita alapítású nagyszombati egyetemen, majd Bécsben és Grazban teológiát és retorikát ta-

nított. Haláláig Kollonich Lipót esztergomi érsek tanácsadója. A magyar történeti forráskutatás első szervezője, aki 1686-ban Kollonich érsek megbízásából kezdeményezte a magyar történelem forrásainak összegyűjtését. A munka célja a jezsuita rend birtokigényeit volt hivatott alátámasztani a török alól felszabadított területeken. A családi, egyházi és világi levéltárakban található iratok, oklevelek és adománylevelek összegyűjtött másolatait őrzi a *Collectio Hevesiana* az ELTE Egyetemi Könyvtárának kézirattárában. A gyűjtemény történeti jelentőségét az adja, hogy a lemásolt iratok eredetije az idők során nagy részben elpusztult. Irodalmi működésének három évtizede alatt több mint harminc könyve jelent meg nyomtatásban. Egyik legjelentősebb munkája az *Ungarica Sanctitatis Indicia*, melyet 1692-ben Nagyszombatban adtak ki, majd 1695-ben és 1737-ben ismét megjelentettek magyar és latin nyelven. Ebben a magyar



2. ábra • Hevenesi atlaszának áttekintőlapja

és magyar származású szentekről írott életrajgyűjteményben ötvenöt szent és boldog életrajzát közölte.

A *Parvus Atlas Hungariae* a magyar kartográfiában az első, sőt világviszonylatban is egyike a legkorábbi zsebatlaszoknak. „Keskeny, magas alakja, finom rézmetszete egészen elűt minden őt megelőző magyar kartográfiai alkotástól” – írja Fodor Ferenc (Fodor, 1952). Értékes része az atlasznak, és ez földrajzi szakirodalmunkban szintén az első ilyen jellegű munka, a térkép és a földgömb használatának illusztrálására közölt tizenhét tematikai-földrajzi feladatmegoldási példája.

A mű tudományos értéke nagyobb, mint a korabeli külföldi topográfiai atlaszoké, mert „A térkép szerkezete és használata” címen ábrákkal magyarázott érdekes és értékes vetülettant is közölt. Ez az első magyar (természetesen latin nyelvű) vetülettanunk, benne magyará-

zatot kapunk a földrajzi szélességről és hosszúságról, amely a magyar tudománytörténetben az első közlés ebben a témában. Felsorolja a földrajzi hosszúság számításának több kezdő meridiánját is. Ő maga a térképéhez az Azori-szigetektől számított hosszúságot alkalmazta. Ez a kezdőmeridián a mai földrajzi koordináta-rendszer szerint Greenwich-től kb. 25°-kal nyugatra van. (Az azori meridiánt a 16. és 17. században azért használták, mert akkoriban ott a mágneses deklináció nulla fok volt, vagyis az iránytű helyesen mutatta az északi irányt. A mágneses pólus mozgása miatt ezen a helyen ma az iránytű kb. 9 fokkal nyugatabbra mutatja az északi irányt.)

Hevenesi művében áttekintést nyújt hazánk földrajzáról – geográfiai irodalmunkban ez is újdonság –, leírja *Hungariát* és tartományait, ötven magyar megyét sorol fel (a Szerémséggel, de Erdély nélkül), majd harminc-



3. ábra • A móri földrengés erősségét szemléltető térkép részlete

egy szabad királyi várost (ezeket is Erdély nélkül), püspökséget, prépostságokat, apátságokat vesz számba. Atlaszában 2065 magyar helynevet és 119 víznevet sorol fel, az oldalszám és a földrajzi koordináták megadásával. Ilyet Lipszky⁴ munkájáig, kerek egy évszázadon át, nem találunk térképész irodalmunkban. Felvetődik a kérdés, honnan vette Hevenesi a földrajzi helyzet adatait? Hogy maga határozta volna meg, arra nincsen kutatási adat. Nem kell nagy bátorság azt sem kijelenteni, hogy kétezernél több helység földrajzi helyzetét bárki más meghatározta volna, vagy a török kiűzése idején ennyi adat

ismert lett volna, az teljesen kizárt. „Marad a feltételezés, hogy azokról a térképekről olvastak le, amelyek alapján dolgozott, de még inkább az, hogy saját térképének megrajzolása után arról mérte le kartometriai módszerrel a koordinátákat, és az adatokat táblázatba foglalta, vagyis ez nem más, mint a térképnek indexe” – írja Fodor Ferenc (Fodor, 1952). Ha így is van, igazán meglepő, hogy a maga korát tekintve milyen jó munkát végzett. Hevenesi Gábor jezsuita atya művére büszke a magyar kartográfiatörténet.

200 éve történt

A korai geofizikai térképek közül kiemelkedik a pesti egyetem két professzorának, Kitaibel Pálnak (1757–1817) és Tomtsányi Ádámnak (1755–1831) a műve. Kitaibel Pál jeles botanikus és kémikus volt, de kora természettudományainak szinte minden ágában dolgozott.

⁴ Lipszky János (1776–1826). Katonai térképész, József nádor hadsegédje. Bogdanich Imrével együtt felmérte az ország határát, és 1806-ban 1:470 000 méretarányú, tizenkét lapból álló országtérképet adott ki. 1803-ban félezer magyarországi hely földrajzi koordinátáit tette közzé.

1807-ben az egyetemi Füvészkert igazgatójává nevezték ki. Tomtsányi Ádám fizikus és mérnök, egyetemi tanulmányait a budai egyetem bölcsészkarán és az Institutum Geometricum-ban végezte. Előbb bölcsészdoktori, majd 1787-ben mérnöki oklevelet szerzett. 1823–1824-ben az egyetem rektora volt.

Kisalakú térképük a móri földrengésről írt *Dissertatio de terrae motu in genere, ac in specie Mórensi anno 1810. Die 14. Januari orto* című latin nyelvű tanulmányuk mellékleteként 1814-ben jelent meg. A Karacs Ferenc (1770–1838) metszette *Tabula exhibens loca in*

provincia Albensi terrae motu anno 1810 die Jan. maxime afflicta című munka a világ első földrengéstérképe (Klinghammer et al., 1995). A térképen dőlt templomtornyok jelzik a rengések erősségét, nyilak mutatják az első lökések irányát (3. ábra). A térképen pontozott vonal határolja az azonos rázkódtatású területet, így az ábrázolás előfutára az angol Robert Mallett 1857-es nápolyi földrengésről készített térképén feltűnő izoszeisztáknak.

Kulcsszavak: *térképírás, térképtörténet, ország-térkép, zsebatlasz, geofizikai térkép*

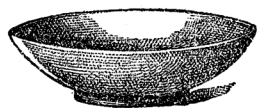
IRODALOM

Fodor Ferenc (1952): *A magyar térképírás* I. kötet. Honvéd Térképészeti Intézet, Budapest
Klinghammer István – Pápay Gy. – Török Zs. (1995): *Kartográfia története*. ELTE Eötvös, Budapest • <http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/kptkonyv/konyv.htm>
Plihál Katalin (2013): *A Tabula Hungariae... Ingolstadt, 1528. Térkép és utóélete az eddigi és a jelenlegi kutatások tükrében*. OSZK–Kossuth Kiadó, Budapest

HIVATKOZOTT TÉRKÉPEK

Hevenesi Gábor (1689): *Parvus Atlas Hungariae sive Geographica Hungariae in 40. tabellas divisae descriptio*. Voigt, Vienna • http://digital.slub-dresden.de/fileadmin/data/400535343/400535343_tif/jpegs/400535343.pdf

Kitaibel Paulus [Pál] – Tomtsányi Adamus [Ádám] (1814): *Dissertatio de terrae motu in genere, ac in specie Mórensi anno 1810. Die 14. Januari orto*. Budae • http://books.google.hu/books?id=ID5bAAAACAAJ&pg=PR52&clpg=PR52&cdq=Dissertatio+de+terrae+motu+in+genere,&source=bl&ots=DbtdbRfyaT&sig=n-yTnAJ_BlapvuDltNdhonqVsyY&hl=en&sa=X&ei=oaD7U4HKJYf_4QTQroCAAQ&redir_esc=y#v=onepage&q=Dissertatio%20de%20terrae%20motu%20in%20genere%2C&f=false
A térkép: *Tabula exhibens loca in provincia Albensi terrae motu anno 1810 die Jan. maxime afflicta*. • <http://www.oszk.hu/sites/default/files/mori-foldrenges.jpg>
Lazarus [Lázár deák] (1528): *Tabula Hungariae ad quatuor latera*. Cuspinianus, Ingolstadt • <http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolgozatsolt/tema/htm/lazarna.htm>



VILÁGVÁROSOK A VILÁGGAZDASÁG ARÉNÁJÁBAN

Csomós György

PhD, főiskolai tanár,
Debreceni Egyetem Építőmérnöki Tanszék
csomos@eng.unideb.hu

Bevezetés

2008. szeptember 15-én az amerikai Lehman Brothers befektetési bank csődvédelembe menekült, kirobbantva ezzel a II. világháborút követő időszak legnagyobb gazdasági válságát, amelyet sokan egyenesen az 1930-as évek gazdasági világegéséhez hasonlítottak. A Lehman Brothers összeomlása ikonikus jelképévé vált az egész világra áttérjedő pénzügyi és gazdasági krízisnek, egyúttal felhívta a figyelmet a jelentős gazdasági potenciállal rendelkező országok fiskális és monetáris politikáinak elégtelen működésére, és a szabályozáson ütött rések kihasználhatóságára. A válság következményeit természetesen minden tudományterület máshogyan értelmezi, tapasztalatait máshogyan használja fel, így többek között a geográfiai is. A városokkal foglalkozó társadalomkutatók (geográfusok, szociológusok, közgazdászok) számára maga a válság mintegy mellékes eseménynek minősül, amely végső soron annak a teóriának szolgál újabb bizonyítékául, hogy napjaink világgazdasága egy olyan küzdőtér, amelyben világvárosok feszülnek egymásnak. A globalizálódó világgazdaság csomópontjaiban városok állnak (Hall, 1966; Friedmann, 1986; Sassen, 1991; Taylor, 2004), az egész világot átszövő hatalmas multinacionális vállalatokat

és bankokat néhány világvárosból irányítják, tevékenységüket ellenőrzik (Vitali et al., 2011), a tőkekoncentráció egyes városokban minden képeletet felülmúl. A világvárosokban született gazdasági döntések közvetlenül vagy közvetve befolyásolhatják egész nemzetgazdaságok működését, amelyre a legkurrensebb példát éppen a már említett gazdasági válság szolgáltatja: bár 2008-ban a krízis New Yorkból indult ki, következményeit az Európai Unió mind a mai napig szenvedti. A világvárosok a posztindusztriális társadalom sarokkövei, a fogyasztás legfontosabb színterei, a pénzpiacok működtetői. A világváros státusz persze korántsem konstans, nem szerzett előjog, mégis létezik egy olyan zárt kör, amelynek résztvevőit nem érintheti semmiféle fluktuáció. Saskia Sassen (1991) szerint ez utóbbiak az ún. globális városok.

A tanulmányban bemutatom a világvárosokkal és globális városokkal kapcsolatos kutatások történetét és jelen állását, felhívom a figyelmet néhány jellemző paradigmaváltásra, illetve egy rövid empirikus elemzés segítségével jellemzem a világgazdaság irányító és ellenőrző központjait.

A világváros-hipotézis

Napjainkban roppant divatos világvárosokként aposztrofálni városokat mindössze azért,

mert valamely egyedi vagy egyedinek vélt tulajdonságuk miatt kiemelkednek társaik köréből. Ennek oka részben arra vezethető vissza, hogy az elmúlt évtizedekben a világ város fogalma elveszítette eredeti tartalmát, a terminológiához a szakterület szinte minden jelentősebb kutatója hozzátett egy-egy újabb jellemzőt, vagy éppen a korábbi definíciót fosztotta meg az elavultnak véltéktől. Így mára a világ város fogalom roppant kaotikussá, nehezen értelmezhetővé vált, nem is meglepő, hogy az eredetileg világ városként leírt metropoliszok mellett – mint például New York, London vagy éppen Tokió – regionális szinten sem meghatározó, közepes méretű városokat is gyakran világ városnak neveznek. De miről is szól az eredeti gondolat?

A világ város terminológiát 1915-ben Patrik Geddes (1915) skót geográfus (szociológus, biológus, filozófus) alkotta meg *Cities in Evolution* című könyvében, bár egyetlen fejezetcímtől eltekintve egyszer sem fejtette ki világosan, hogy mit is ért a definíció alatt. A kifejezést Peter Hall (1966) ruházta fel tartalommal az 1966-ban megjelent *The World Cities* című könyvében: a világ városok olyan városok, amelyek képesek befolyásolni a világ gazdaság működését. Amennyiben pusztán ezt a roppantul leegyszerűsített definíciót nézzük, egyértelművé válik, hogy világ városok a történelem során mindig is léteztek, Richard G. Smith (2014) szerint elég csak Rómára, Konstantinápolyra, Velencére, Amszterdamra, Londonra vagy New Yorkra gondolni. Hall (1966) azonban roppant részletes felsorolást is nyújt arról, hogy tulajdonképpen milyen jellemzőket kell figyelembe venni: azok a városok nevezhetők világ városnak, amelyek a globális politikai hatalom központjai, a legerősebb nemzeti kormányok és legbefolyásosabb nemzetközi szervezetek

székhelyei; amelyek helyet adnak a kereskedelmi szervezeteknek, munkaadói szövetségeknek; amelyek koncentrálik a világ meghatározó iparkonszernjeit. Azok a városok, amelyek forgalmas vasútállomásokkal, kikötőkkel, de legfőképpen repülőtérrel rendelkeznek; amelyek nemcsak a kereskedelemnek, de a pénzügyi életnek is a legfontosabb szinterei, otthont adnak tőzsdéknek, központi bankoknak, nagy kereskedelmi bankoknak és biztosítóknak; csakúgy, mint hatalmas kórházaknak, világhírű egyetemeknek és múzeumoknak, a legmodernebb tudományos és kutatóintézeteknek, amelyek központjai a médiának, jelentős újság- és könyvkiadóknak. Hall ráadásul még egy érdekességet megemlít: a világ városok nem egyszerűen lakosságszámukkal emelkednek ki a városok sokaságából – elég csak arra gondolni, hogy sok fejlődő világbeli ország is hatalmas megá városokkal rendelkezik –, hanem azzal is, hogy integrálják a nemzeti elitet, a társadalom leggazdagabb rétegeit. Hall szerint az 1960-as évek közepén ezeknek a kritériumoknak összességében meglehetősen kevés város (vagy inkább konurbáció) tudott megfelelni, amelyek közül hat – London, Párizs, a Randstad,¹ a Rajna-Ruhr, New York, Tokió – a nyugati világból került ki, míg egyet – Moszkva – az akkori szocialista blokk adott.

Az elkövetkező évtizedek releváns kutatásainak alapvető tájékozási pontot jelentett a fentebb vázolt kritériumrendszer, ugyanakkor világossá tette azt is, hogy a világ városok köre meglehetősen rugalmasan értelmezhető. Ennek alapvetően két oka volt, amelyek közül az egyik objektívnek, a másik viszont

¹ Randstad (*Patkó város*): az Amszterdam, Utrecht, Rotterdam, Hága nagy városokat, illetve a közöttük fekvő településeket átfogó agglomeráció.

szubjektívnek tekinthető. Egyrészt, időben előrehaladva a világ gazdaság mint rendszer folyamatosan változik, hullámokban cserélődnek le az innovációt hordozó iparágak, különböző mértékű és fajtájú gazdasági, pénzügyi válságok követik egymást, a növekvő gazdasági potenciállal rendelkező fejlődő világbeli országok hatalmas metropoliszai pedig egyre nagyobb globális szerepet követelnek. Ennek a folyamatnak a földrajzi vetületeként a világ gazdaság fókuszpontjaiban újabb és újabb városok jelennek meg, illetve váltanak le más városokat. Másrészt, a diszciplínával foglalkozó kutatók a Hall (1966) által felállított – egyébként is meglehetősen nagyvonalúan kezelt – kritériumrendszert saját elképzeléseik szerint formálták át, hozzátettek vagy elvettek belőle jellemzőket, amelyek vég eredményeként újabb és újabb világ város csoportok jöttek létre. Mindenesre a kutatások – függetlenül attól, hogy kinek a nevéhez kötődtek – egészen az 1990-es évek elejéig egy viszonylag közösnek tekinthető elv mentén rendeződtek: világ városoknak azokat a városokat tekintették, amelyekben jelentős mértékben koncentráltak – mintegy a globalizáció legfontosabb megtestesítőiként – a legnagyobb multinacionális vállalatok, bankok központjai. Az ismertebb kutatók közül ezt az elvet követte többek között Stephen Hymer (1972), David A. Heenan (1977), Robert B. Cohen (1981), John Friedmann és Goetz Wolff (1982), Norman J. Glickman (1987). Heenan (1977) szerint például a multinacionális vállalatok irányításának központosítása végső soron a nemzetközi gazdaság központosítását is eredményezi, hiszen a világ városok a globális gazdaság legmagasabb szintű döntéshozatali centrumai.

A Hall (1966) által elindított kutatás újabb mérőföldkövét John Friedmann 1986-ban

megjelent *The World City Hypothesis* című munkája jelentette, amely a városokkal foglalkozó kutatási terület egyik legtöbbször idézett művének számít. Friedmann – hasonlóan, mint Hall – szintén felállított egy sajátos kritériumrendszert, és részletesen felsorolta azokat a tényezőket, amelyeket a világ városnak teljesítenie kell. Ezek a következők voltak: kiemelkedő pénzügyi központ; transznacionális vállalatok és leányvállalatok székhelye; nemzetközi szervezetek központja; az üzleti szolgáltatások gyorsan növekvő központja; a termelés fontos színtere; kiemelkedő közlekedési csomópont; jelentős népességtömörülés. Persze nemcsak a városokra vonatkoztak kritériumok, hanem az anyaországoknak is meg kellett felelniük bizonyos elvárásoknak. Ebben a relációban Friedmann a Világbank tizenkilenc szintű centrum–periféria klasszifikációját vette figyelembe. Véleménye szerint tehát azok a városok tekinthetők világ városnak, amelyek minél több kritériumot teljesítenek az említettek közül, anyaországuk pedig a világ gazdaság centrumához tartozik. A hipotézis a kritériumok szempontjából talán csak annyiban jelentett újat, hogy érezhetően a gazdasági jellemzők felé mozdult el, azonban abban a tekintetben mindenképpen innovatívnak és előremutatónak számított, hogy nem egyszerűen megnevezte a világ városokat – mint ahogyan azt Hall tette –, hanem bevezetett egy jól követhető taxonómiát is. Ugyanakkor a korszaknak megfelelő centrum–periféria–félperiféria klasszifikáció eleve leszűkítette a szereplők körét, hiszen az akkori szocialista blokkból (a Szovjetunióból, a kelet-európai országokból és Kínából), illetve Indiából, és a Dél-afrikai Köztársaság kivételével Afrikából egyetlen város sem került a világ városok közé. Ahogyan az *I. táblázatban* látható, a klasszifikáció így is harminc várost

	centrum országok		félperiferikus országok	
	elsődleges	másodlagos	elsődleges	másodlagos
Európa	London I Párizs II Rotterdam III Frankfurt III Zürich III	Brüsszel III Milánó III Bécs III Madrid III		
Afrika				Johannesburg III
Észak- és Latin-Amerika	New York I Chicago II Los Angeles I	Toronto III Miami III Houston III San Francisco III	São Paulo I	Buenos Aires I Rio de Janeiro I Caracas III Mexikóváros I
Ázsia	Tokió I	Sydney I*	Szingapúr III	Hongkong II Tajpej III Manila II Bangkok II Szöul II

1. táblázat • A Friedmann-féle világváros-hierarchia (Forrás: Friedmann, 1986) (* Az 1980-as évek előtt sok kutató Ausztráliát viszonylag gyenge gazdasági potenciálja miatt egyszerűen Ázsiához sorolta. Ma a nemzetközi terminológia az *Asia-Pacific* övezet részének tekinti.)

tartalmazott, amelyek közül a világvárosok legfontosabb csoportjába csak London, New York, Los Angeles és Tokió került.

A Friedmann-féle taxonómia tehát a világváros-kutatások szempontjából azért vált igazán elfogadottá, népszerűvé és követendővé, mert egyrészt a konkrétabb kritériumrendszerével mintegy definiálta (vagy inkább újradefiniálta) a világváros fogalmát, másrészt világossá tette, hogy relatíve mérhető jellemzők birtokában nemcsak egyszerű felsorolás lehetséges, hanem egzaktan tekinthető rangsorolás és klasszifikáció is.

Gazdaságpolitikai paradigmaváltás az 1980-as években

A kutatások az 1990-es években szinte teljesen új dimenzióba kerültek, amelynek az okai

elsősorban a globális gazdaságpolitikai változásokban keresendők. Smith (2014) kifejti, hogy az 1980-as években az Egyesült Államokban és az Egyesült Királyságban gyökeres fordulat történt a követendő gazdaságelméletek területén: a II. világháború utáni demokratikus fundamentumokra épülő keynesianizmust felváltotta a Reagan és Thatcher nevével fémjelzett neoliberalizmus (*thatcherizmus, reaganomics*), amely végső soron a Milton Friedman-féle szabadpiaci fundamentalizmus elvein alapult. Mindez nem jelentett mást, mint a globális kapitalizmus legitimációját olyan ideológiákon keresztül, mint vagyonterepítés, önző hiper-individualizmus, privatizáció, finanszírozás, komputerezáció, liberalizáció, denacionalizáció, dereguláció, szabad kereskedelem és a piaci erők láthatat-

lan keze. Smith (2014) szerint ennek következménye, hogy a pénzpiacokat leginkább kontrolláló – és a persze a szabadpiaci kapitalizmusban egyébként is nagy gyakorlattal rendelkező – Egyesült Államok és Egyesült Királyság vezető pénzügyi központjai, New York és London kerültek a városhierarchia csúcsára. Ezen a téren melljük csak a sajátos helyzetű Tokió volt képes felzárkózni, hiszen az exportvezérelt japán gazdaság építőköveinek számító hatalmas iparkonglomerátumok (*keiretsuk*) belső finanszírozásában tőkeerős óriásbankok töltötték be kulcsszerepet. A fejlett világ gazdaságirányítása így lényegében háromosztatúvá zsugorodott, amelyben London, New York és Tokió domináns pozíciója megkérdőjelezhetetlenné vált.

A globális város teória

Saskia Sassen amerikai–holland szociológus 1991-ben jelentette meg *The Global City* című könyvét, amely a város-gazdaság nexusra fókuszáló kutatások leghíresebb és legismertebb művévé vált. Sassen (2001, 3–4) rávilágított arra, hogy a vezető városokkal szemben az új gazdasági világrend új elvárásokat támaszt, amelyeket így fogalmazott meg:

„A vezető városok hosszú ideje központjai a nemzetközi kereskedelemnek és pénzügyeknek, azonban mostantól funkciójuk négy új területre is kiterjed: egyrészt, a világgazdaság irányításának szervezésében nagyfokú koncentrátságot mutatnak, másrészt, elsődleges célterületei a pénzügyi szervezeteknek és a vezető gazdasági szektorok között a hagyományos gyáripari termelést felváltó speciális szolgáltatásoknak, harmadrészt, a termelés, különösen az innovatív termelés legfontosabb színterei, és végül piacai is a termelésnek és innovációnak. Így egy új típusú város tűnt fel: a globális város. Napjainkban vezető példái: New York, London, Tokió,

Frankfurt és Párizs.”

Sassen úgy látja, hogy a globális irányítás képessége nem magyarázható egyszerűen a nagyvállalatok erejével. Peter J. Taylor (2004) szerint Sassen célja nem más, mint átformálni azt az elavult képzetet, hogy a globális kontrollt önmagukban a nagyvállalatok tesztetik meg. Az új posztindusztriális gazdasági rendben a globális városok ugyanis nem pusztán az irányítás és ellenőrzés központjai, hanem a szolgáltatások globális központjai is. Másrészt Sassen arra is felhívja a figyelmet, hogy a termelésnek nem kell feltétlenül materiális terméket eredményeznie, a bankok és szolgáltató cégek szintén termelést valósítanak meg, amelynek a végeredménye bár nem kézzelfogható, de kifejezhető. Sassen globális város teóriájának központi elemét az ún. APS (*advanced producer services*) cégek jelentik, amelyek tevékenységükkel többek között a fizikai termelést végző cégeket támogatják. Ezek a tevékenységek a következők: jogi szolgáltatások, általános menedzsment-szolgáltatások, innováció, fejlesztés, design, adminisztráció, humánerőforrás-szolgáltatások, termelési technológiai szolgáltatások, karbantartás, szállítás, kommunikáció, nagykereskedelem, reklám, takarítás, biztonsági szolgálat, raktározás. Ahogyan arra Sassen is felhívja a figyelmet, az APS-szektor azokat a tevékenységeket öleli fel, amelyeket a termelő cégek nem, vagy csak kevésbé hatékonyan képesek ellátni, ezért azokat az arra specializálódott APS-cégeknek szervezik ki. Az APS-cégek koncentrációja tehát egyértelmű ismertetőjele a posztindusztriális globális városnak.

Az 1970-es, 1980-as évekkel jellemző világváros-megközelítés és az 1990-es évektől datálható globálisváros-megközelítés alapvető eltéréseit Ben Derudder (2006) a következőkben foglalta össze (2. táblázat):

	világváros	globális város
az elmélet alkotója	Friedmann	Sassen
funkció	erő	fejlett szolgáltatások
közvetítő	multinacionális vállalatok	termelést segítő cégek
a hálózat struktúrája	a kapitalista világ tripoláris területei egyenlőtlenségének reprodukciója	a hagyományos centrum-perifériális mintát megtörő központosultság és marginalitás új geográfiája
területiség	városrégió	tradicionális CBD,* vagy az intenzív üzleti tevékenységek hálózata

2. táblázat • A fontosabb elméleti megközelítések taxonómiája
(Forrás: Derudder, 2006) (* Central Business District)

Látható, hogy mindkét megközelítésnek sarkalatos pontja maga a város mint alapvető elemzési egység értelmezése. A kutatások kezdeti stádiumában – lényegében az 1960-as évek közepétől egészen az 1980-as évek végéig – döntő fontossággal esett latba a multinacionális vállalatok központjának területi elhelyezkedése. Mint említésre került, a kutatók elsősorban azokat a városokat tekintették világvárosnak, amelyekben a globális gazdaságot átszövő multinacionális vállalatok döntéshozó központjai mind nagyobb számban koncentráálódtak. Ez viszont felveti azt a roppant összetett kérdést, hogy mit is kell érteni a város alatt: a közigazgatási értelemben vett várost, a központi várost az agglomerációjával együtt, vagy esetleg egy teljes városrégiót? A Hall (1966) által képviselt nézet szerint a világváros tulajdonképpen az utóbbi definíciót fedi le, elég csak arra gondolni, hogy az általa világvárosnak nevezett hollandiai Randstad konurbáció 8300 km²-t ölel fel, lakosságszáma meghaladja a 7,1 millió főt, és magában foglalja a legnagyobb holland városokat: Amszterdamot, Rotterdamt, Ut-

rechtet és Hágát. Hasonló a helyzet New Yorkkal (*New York Metropolitan Area*), Tokióval (*Tokyo Major Metropolitan Area*), vagy Londonnal (*Greater London*), hiszen valamennyi „város” tulajdonképpen egy-egy hatalmas kiterjedésű városrégiót fed le. Kérdés természetesen, hogy mi indokolta ezt a megközelítést? Az Egyesült Államokban és több nyugat-európai országban már az 1970-es évektől megfigyelhető volt, hogy a legnagyobb multinacionális vállalatok – többek között a közlekedés, a távközlés, majd az informatika fejlődésének köszönhetően – a döntéshozó központjaikat a hatalmas, zsúfolt metropoliszok helyett kisebb városokba költöztetik át, vagy már eleve oda is helyezik (Lyons – Salmon, 1995). Az új központok azonban döntően a globális gazdaság vérkeringésébe szorosan integrálódott metropoliszok agglomerációs települései közül kerültek ki, a vállalatok tehát kihasználták a kisvárossal járó kellemes környezet minden pozitívumát, miközben működésükhöz igénybe vették a metropoliszok által nyújtott előnyös funkciókat (például: repülőtér közelsége, szinte

korlátlan munkaerő, kereskedelmi és szállítási lehetőségek, bankok és tőzsdék).

Ugyanakkor a pénzpiacokat favorizáló gazdaságpolitikai paradigmaváltás következtében mind nagyobb hangsúly helyeződött a bankok, biztosítók, különböző pénzügyi szervezetek, illetve az APS-cégek területi elhelyezkedésére. Márpedig ezek a szervezetek, cégek korántsem az agglomeráció kisvárosait részesítik előnyben, hanem a metropoliszok központi üzleti negyedeit, az ún. CBD-ket (*central business district*). Sassen (2001) szerint például megfigyelhető, hogy Sao Paulo (Brazília) központi üzleti negyede sokkal szorosabb kapcsolatban áll New York Cityvel, mint *São Paulo* a saját agglomerációjának perifériájával. Ez a gondolatmenet végső soron új megvilágításba helyezte, és egyben letisztította a város fogalmát, amennyiben város alatt azt a közigazgatási egységet nevezte meg, amely ténylegesen kapcsolatot tart fenn a globális pénzpiacokkal.

Függetlenül a Sassen-féle globálisváros-elmélettől (amely leginkább a szemléletében hozott újat) a világgazdaság egyfajta alapvető tehetetlenségére hívták fel a figyelmet Jonathan V. Beaverstock és munkatársai 1999-ben megjelent *A Roster of World Cities* című tanulmányukban. Az általuk elvégzett gyűjtésben a szakterület három évtizedének huszonhét legmeghatározóbb munkáját elemezték, és arra a következtetésre jutottak, hogy a szerzők huszonegy esetben – vagy kizárólag vagy elsősorban – a New York, London, Tokió triádát nevezték meg a világgazdaság vezető városaiként. Még egy jellemző sajátossága a forrásoknak, hogy a szerzők a világvárosok szűk csoportjában szinte kizárólag egyesült államokbeli, európai és japán városokat említettek meg, a fejlődő világból azonban egyet sem.

Politikai és gazdasági változások a 20. század végén: az új világregend születése

Miközben az 1990-es évek elejére a fejlett világ folyamatosan elmozdult a posztindusztériális gazdaság és társadalom irányába, a világpolitikában és világgazdaságban jelentős változások történtek. Ezeket – a teljesség igénye nélkül – a következő pontokban lehet összefoglalni:

- A szocialista világregendszer és a Szovjetunió felbomlása után újabb országok kapcsolódtak be a globális gazdaság vérkeringésébe, többek között a regionális erőviszonyok alakulását befolyásolni igyekvő kelet-európai országok, és a hamarosan a világgazdaságban is meghatározó tényezőnek számító Oroszország.
- Az 1970-es évek végén elindított gazdasági reformokkal, a különleges gazdasági övezetek (SEZ) létrehozásával, Hongkong 1997-es visszacsatolásával, majd legújabb lépésként 2011-ben a WTO (*World Trade Organization* – Kereskedelmi Világszervezet) tagság elnyerésével fokozatosan erősödtek Kína világgazdasági pozíciói. A GDP-t figyelembe véve 2010-ben Kína megelőzte Japánt, és felzárkózott az Egyesült Államok mögé, vagyis a világ második legnagyobb gazdasági hatalmává vált, sőt a Világbank előrejelzése szerint 2030-ra Kína a globális gazdaságban a vezető szerepet is átveheti.
- A fejlődő országok egészen az 1980-as évekig elsősorban a hagyományos termelés területén tűntek ki, köszönhetően többek között a hatalmas mennyiségű, képzett, de olcsó munkaerőnek, a környezetvédelmi, munkajogi, egészségügyi szabályozás alacsony színvonalának. Ez részben éppen a fejlett világban tapasztal-

ható posztindusztrializmus egyik következménye, hiszen az Egyesült Államok, a nyugat-európai országok, Japán és később Dél-Korea multinacionális vállalatai előszeretettel telepítették termelő egységeiket olyan fejlődő országokba, mint pl. Kína, India, Mexikó, Brazília. Mindez a fejlődő országok GDP-jének rohamos emelkedését eredményezte, amelynek mintegy lenyomataként ezekben az országokban is folyamatosan növekedett a fogyasztók száma, a fogyasztás volumene. A hatalmas belső piacok robbanása viszont saját jogon is kitermelte a fejlődő világ óriásvállalatait, amelyek ma már egyre komolyabb kihívást jelentenek a fejlett világnak. A *Forbes* gazdasági magazin évente közzéteszi a világ kétezer legnagyobb tőzsdei vállalatának rangsorát, amelyet a vállalatok pénzügyi instrumentumaiból generált kompozit index alapján készít el. Jól illusztrálja a fejlődő országok előretörését, hogy míg 2006-ban 1377 vállalatot a G7-csoport² adott, addig 2013-ban már csak 1105-öt, ezzel szemben a BRICS-csoport³ vállalatainak a száma 2013-ban 320-ra emelkedett, szemben a 2006-os 149-es értékkel. Továbbá a rangsor elkészítésének történetében 2013-ban fordult elő először, hogy az élen nem egy egyesült államokbeli vállalat állt, hanem a Kínai Ipari és Kereskedelmi Bank (sőt a második helyen is egy kínai bank szerepelt, illetve az első tizenegyben további öt).

Az 1973-as, majd az 1979-es olajárrobbanást követően a Perzsa-öböl menti országok

egyre fontosabb világ gazdasági szerepre tettek szert, ám nemcsak az olajtermelés, a nyersanyagellátás és az alapanyagipar területén. Szaúd-Arábia, az Egyesült Arab Emírségek, Kuvait és Katar egyre komoly pozíciókat szereznek meg a nemzetközi pénzügyi életben, amit az is jól mutat, hogy Abu-Dzabit és különösen Dubajt mára sok kutató a vezető világvárosok közé sorolja.

- A 2007/8-as pénzügyi és gazdasági világválság elsősorban azoknak az országoknak a gazdaságát rengette meg, amelyek elkötelezettek voltak a neoliberalizmus eszméi mellett. Amíg az Egyesült Államok, de különösen Európa és Japán kormányai azzal szembesültek, hogy a válságba sodródott kereskedelmi bankok zavartalan működésének biztosítása, illetve a pénzügyi rendszer stabilitásának fenntartása igen komoly kormányzati anyagi szerepvállalást igényel (amely tovább fokozta ezeknek az államoknak az eladósodását), addig egyes fejlődőnek ítélt országok – például Oroszország, Brazília és különösen Kína – a hiteket finanszírozó nemzetek közé kerültek. Ennek következtében a gazdaságilag legerősebb fejlődő országok pénzügyi központjai már nemcsak a hatalmas belső piacok feletti kontrollt tudhatták magukénak, de egyre erősebb pozíciókat szereztek a nemzetközi pénzügyi életben is.

Ezen gazdasági és politikai okok miatt a hagyományos világ város/globális város irányzatot is át kellett értékelni, hiszen a negyedszázadon keresztül tripolárisnak (centrum, félperiféria, periféria) értelmezett világ gazdasági rendszerben folyamatosan eltolódtak az erőviszonyok, a vezető városok között pedig új, igen jelentős szereplők tűntek fel.

A globális irányítás és ellenőrzés: visszatérés a gyökerekhez

A multinacionális vállalatok területi koncentrációja tehát fontos összetevőjét jelentette a világ város-elmélet kritériumrendszerének. Hall (1966) és Friedmann (1986), illetve az 1970-es években számos kutató hangsúlyozta, hogy a világot behálózó hatalmas vállalatok gazdasági ereje döntő fontossággal bír a világ város-definíció szempontjából. Az 1990-es évektől – részben a korábban említett gazdaságpolitikai paradigmaváltásnak köszönhetően – Sassen (1991, 2001), Beaverstock és munkatársai (1999), Taylor (2004) újradefiniálták a világ városok fogalmát. Munkáikban a hagyományos értelemben vett multinacionális vállalatokkal szemben sokkal nagyobb jelentőséget tulajdonítottak a posztindusztriális gazdaságot reprezentáló APS-cégeknek, amelyek fő területeként olyan tevékenységeket jelöltek meg, mint például a jogi szolgáltatások, a könyvelés, a banki és pénzpiaci szolgáltatások, a reklámozás és a média. Sassen (2006) például fel is veti a multinacionális vállalatokkal kapcsolatos azon alapvető problémákat, amelyek összességében kérdésessé teszik a világ városok azonosításának lehetőségét pusztán a cégközpont-funkciók alapján. Véleménye szerint, egyrészt, a termelést végző multinacionális vállalatok regisztrált központjai gyakran abban a városban található, amelyekben alapították őket, miközben a tényleges döntéshozó központjaikat (amelyeket sokszor csak másodlagos központ néven szerepeltetnek) már valamely világ város üzleti negyedébe helyezik, másrészt sok vállalat kizárólag vagy döntően a belföldi piacon érdekelt, miközben gazdasági teljesítményük vetekedhet sok nemzetközi nagyvállalattal. Végül az is nehezen megfogható, hogy a vi-

lág városok azonosításának érdekében a vállalatok mely jellemzőjét kell vagy legalábbis érdemes figyelembe venni: a globális erővel rendelkező (például a *Fortune 500*, vagy a *Forbes 2000* rangsorok által feltüntetett) vállalatok koncentrációját, esetleg az alkalmazottak összlétszámát, vagy a gazdasági adataik valamely kiemelt paraméterét (például a piaci értéket vagy a forgalmát).

Az 1990-es évek végétől azonban – mintegy a kezdeti elméletek reneszánszának – újra a figyelem középpontjába kerültek a multinacionális vállalatok, regionális nagyvállalatok. A kutatók immár kevésbé ragaszkodtak teóriaalkotáshoz, helyette sokkal inkább a világ gazdaság működését kívánták ábrázolni és megérteni a vállalatok működésén keresztül (Godfrey – Zhou, 1999; Alderson – Beckfield, 2004; Taylor et al., 2011). Mindez azt jelentette, hogy a világ város-definíció részének tekintett irányítás és ellenőrzés funkció (command and control function) saját jogon is a kutatások fókuszába került. Magyarázattal erre az szolgál, hogy a nemzetközi pénzpiacokat uraló globális városok köre – a New York, London, Tokió, Párizs, Frankfurt-csoport – zártan tekinthető, a pénzpiacok kontrollja szempontjából a világ gazdaság változásai roppant kevésbé érintik ezt a halmazt. Ugyanakkor az irányítás és ellenőrzés funkciók mértékének roppant dinamikus ingadozása egyértelműen tükrözi a világ gazdaságban bekövetkezett változásokat. Ennek a funkciónak a mérésére több módszer is született, amelyeknek az egyik alternatívája a globális irányítás és ellenőrzés index (IEI). Az IEI a tőzsdén jegyzett multinacionális vállalatok, regionális nagyvállalatok, bankok pénzügyi mutatói alapján képzett kompozit index (a metodikát lásd bővebben Csomós, 2013a; Csomós, 2013b).

² G7 csoport: USA, Kanada, Egyesült Királyság, Németország, Franciaország, Olaszország, Japán

³ BRICS-csoport: Brazília, Oroszország, India, Kína, Dél-afrikai Köztársaság

A korábban elhangzottak alapján nem okoz különösebb meglepetést, hogy 2006-ban a globális városok álltak az IEI-rangsor élén, sorrendben New York, Tokió és London.

Mint a 3. táblázatban látható, 2006-ban a vezető városok döntően a fejlett országokból kerültek ki, kivételt csak két kínai város, Peking és Hongkong jelentett (bár utóbbit,

	2006			2013		
	ország	város	IEI	ország	város	IEI
1	USA	New York	10,02	USA	New York	7,34
2	Japán	Tokió	8,09	Japán	Tokió	6,92
3	U. K.	London	6,60	Kína	Peking	6,44
4	Franciaország	Párizs	5,70	U. K.	London	5,53
5	Hollandia	Ransstad	3,31	Franciaország	Párizs	4,89
6	USA	San Francisco	3,20	USA	San Francisco	4,14
7	USA	Dallas	2,20	Dél-Korea	Szöul	2,21
8	Svájc	Zürich	1,80	Oroszország	Moszkva	1,89
9	Dél-Korea	Szöul	1,66	Hollandia	Amszterdam	1,83
10	USA	Chicago	1,58	Kína/Hongkong	Hongkong	1,81
11	USA	Washington	1,55	USA	Washington	1,74
12	USA	Houston	1,51	USA	Dallas	1,72
13	USA	Charlotte	1,49	Kanada	Toronto	1,67
14	Németország	Köln	1,46	Svájc	Zürich	1,46
15	Kanada	Toronto	1,41	USA	Chicago	1,45
16	Spanyolország	Madrid	1,35	USA	Houston	1,25
17	Németország	München	1,35	Ausztrália	Sydney	1,04
18	Japán	Oszaka	1,30	Svédország	Stockholm	1,04
19	Kína	Peking	1,29	Németország	München	0,99
20	USA	Atlanta	1,18	Spanyolország	Madrid	0,98
21	USA	Minneapolis	1,16	USA	Minneapolis	0,94
22	Svédország	Stockholm	1,06	Ausztrália	Melbourne	0,94
23	U. K.	Edinburgh	1,03	Németország	Köln	0,89
24	Japán	Nagoja	1,02	India	Mumbai	0,87
25	Kína	Hongkong	1,02	Kína	Sanghaj	0,85
	a 25 vezető város		63,32	a 25 vezető város		60,93
	az összes város		100	az összes város		100

3. táblázat • A vezető városok fontosabb releváns adatai 2006-ban és 2013-ban

mint *de facto* önálló városállamot, sokan a fejlett államok csoportjába helyeznek). Sassen (2001) azonban úgy látta, hogy a rohamosan fejlődő és erősödő Kína az 1990-es években Hongkongon keresztül csatlakozott a világ-gazdasághoz, és Hongkong mint a hatalmas kínai gazdaság „kapuvárosa” a jövőben könnyen felzárkózhat a globális városok csoportjához. Az IEI viszont arra hívja fel a figyelmet, hogy Hongkong világ-gazdasági pozíciójának erősödését egyértelműen beárnyékolja Peking erősödése. A kínai főváros ugyanis nemcsak nemzetközi relációban vált befolyásos gazdaságirányító központtá (ez ugyanis elsősorban Hongkongra jellemző), hanem a hatalmas kínai piacon is, és nemcsak Hongkong, hanem ugyanúgy Sanghaj rovására (Lai, 2012; Taylor et al., 2013). Ezt világosan tükrözi, hogy míg Peking 2006-ban a 19. helyen állt a rangsorban, addig 2013-ban már harmadik volt, megelőzve a globális városnak nevezett Londont és Párizst. Ennek oka alapvetően abban keresendő, hogy a kínai kormányzat kontrollja alatt álló stratégiai jelentőségű óriásvállalatok központjai szinte kivétel nélkül Pekingben találhatók. Ezzel szemben Sanghaj és különösen Hongkong sokkal tágabb teret biztosít a privát szférának, ám a kisebb-nagyobb mértékben magán-, illetve külföldi tulajdonban álló vállalatok mérete – legalábbis Kínában – nem vetekedhet az állam fennhatósága alatt álló óriásokéval. A 2013-as rangsorban persze nem csak kínai városok képviselik a fejlődő világot. Már a vezető városok között is feltűnik Mumbai, amely az indiai gazdaság legfontosabb pénzügyi központja: huszonkét vállalata közül tíz a pénzügyek területén működött. Oroszország fővárosa, Moszkva, mintegy átmenetet mutatott a fejlett és fejlődő világ között: az IEI-értékét döntően huszonegy energiaszolgáltató, energia- és bányaiipari

vállalat határozta meg, amelyek közül a Gazprom 2013-ban a világ harmadik legnagyobb profitjával rendelkezett.

A fejlett világ vezető városainak többsége ugyanakkor folyamatosan veszített IEI-értékéből, a 2013-ban is élen álló New York például többet, mint a hetedik helyen álló Szöul teljes IEI-értéke. Ez elsősorban a pénzügyi szektorának igen komoly meggyengülésére vezethető vissza. Ugyanakkor New York az egyik legösszetettebb gazdasági szerkezettel rendelkező város (amelyhez csak Tokió, Párizs és London gazdasági struktúrája mérhető), pozícióját döntően befolyásolja világviszonylatban is kiemelkedő méretű médiaszektora és gyógyszeripara. Komoly csökkenést mutat London és Párizs is, mindkét város pozíciójának változását – nem meglepő módon – döntően a pénzügyi szektor veszteségei okozzák. A két vezető európai gazdaságirányító központ között azonban megfigyelhető egy markáns különbség, amely a közös elemnek tekinthető erős pénzügyi szektorok jelenlététől radikálisan eltér. London ugyanis – mintegy lenyomataként a gyarmati időknek – több kettősbejegyzésű vállalattal rendelkezik, amelyek alapvetően a nyersanyag-kitermelésben érdekeltek. Mivel London a bányaiipari cégek finanszírozásában egyébként is nagy gyakorlattal rendelkezik – a világ legnagyobb nyersanyag-tőzsdéje is a brit fővárosban található –, ezért számos fejlődő világbeli hatalmas bányaiipari, illetve vas- és acélipari vállalat helyezte ide központját. Ezzel szemben Párizs elsősorban a francia nemzeti nagyvállalatok fókuszterülete, s ezek szinte kivétel nélkül a fővárost preferálták cégközpontválasztásukkor.

Összefoglalás

Az 1960-as évek közepétől a geográfia egy speciális irányzata bontakozott ki, amely azt

vizsgálta, hogy a városok milyen szerepet töltenek be a világgazdasági rendszerben, illetve kimutathatók-e olyan csomópontok, amelyekben a globális gazdaság irányításával kapcsolatos funkciók összesűrűsödnek. A kezdeti kutatásokban – bár számos kritériumot támasztottak a városokkal szemben – elsősorban az aktuális gazdasági globalizációt leginkább megtestesítő multinacionális vállalatok koncentrációjára és a termelés volumenére helyezték a hangsúlyt. A kutatók által felállított kritériumrendszernek leginkább megfelelő ún. világvárosokat az uralkodónak tekintett tripoláris világrend centrumterületeire pozicionáltak, míg a félperifériának számító fejlődő országok hatalmas metropoliszainak meglehetősen elenyésző szerepet tulajdonítottak. Az 1980-as éveket radikális gazdaságpolitikai paradigmaváltás kísérte, amely az Egyesült Államokban és az Egyesült Királyságban a neoliberális eszmék megszállásához vezetett. Az újonnan formálódó posztindusztriális gazdaságban mind tágabb teret kapott a pénzügyi szektor és a bankszféra. Ennek következményeként a világvárosok viszonylag széles csoportjából kiemelkedtek az ún. globális városok, amelyek a posztindusztriális világgazdaság élén álltak: New York, London, Tokió, Párizs és Frankfurt. Az 1990-es években viszont olyan radikális politikai és gazdasági változások történtek, amelyek a korábbi hierarchiát alapjaiban forgatták fel. Többek között a szocialista világrendszer felbomlásának, a félperiféria fejlődő országaik látványos gazdasági felemelkedésének és a fejlett világot sújtó pénzügyi és gazdasági válságoknak köszönhetően új városok jelentek meg a nemzetközi gazdaság vérkeringésében. A posztindusztriális gazdaság sebezhe-

tősége és a pénzpiacok válsága újra felhívta a kutatók figyelmét a multinacionális vállalatok által képviselt hagyományos gazdaságirányítás jelentőségére. Épp ezért a 21. század elején ismét a kutatások fókuszába kerültek azok a városok, amelyek globális irányítási és ellenőrzési funkciókkal rendelkeznek, leginkább azért, mert szemben a globális városok konstans csoportjával, a funkciók dinamikus mennyiségi és minőségi változása világosan reflektál az aktuális világgazdasági folyamatokra.

A jelen tanulmányban egy komplex mutatón, a multinacionális vállalatok négy jellemző pénzügyi paraméterének integrálásával képzett irányítás- és ellenőrzésindexen keresztül mutattam be a gazdaságirányítás nemzetközi központjainak globális pozícióváltozását. Az elemzés eredménye arra hívja fel a figyelmet, hogy míg 2006-ban a rangsor élén a fejlett világ nagyvárosai álltak, addig 2013-ra a fejlődő világ metropoliszai is előkelő pozícióba kerültek. Mindez azt is mutatja, hogy nemcsak a termelés mozdult el a fejlődő világ felé, hanem az irányítás, a gazdasági kontroll is. Külön ki kell emelni Pekinget, a kínai főváros ugyanis nem egyszerűen megközelítette a vezető gazdaságirányító központokat, hanem többet meg is előzött. Az elemzés egyértelműen tükrözi Észak-Amerika, Európa és Japán gyengülését, szemben Kelet-Ázsia – különösen Kína – rohamos erősödésével.

A tanulmány elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta.

Kulcsszavak: világváros, globális város, irányítás és ellenőrzés, neoliberalizmus, posztindusztriális gazdaság

IRODALOM

- Alderson, Arthur S. – Beckfield, Jason (2004): Power and Position in the World City System. *American Journal of Sociology*. 109, 4, 811–851. DOI: 10.1086/378930 • <http://tinyurl.hu/EvyB/>
- Beaverstock, Jonathan V. – Taylor, P. J. – Smith, R. G. (1999): A Roster of World Cities. *Cities*. 16, 6, 445–458. DOI: 10.1016/S0264-2751(99)00042-6 • https://www.researchgate.net/publication/222267193_A_roster_of_world_cities
- Cohen, Robert B. (1981): The New International Division of Labour, Multinational Corporations and Urban Hierarchy. In: Dear, Michael – Scott, Allen John (eds.): *Urbanization and Urban Planning in Capitalist Societies*. Methuen, London–New York, 287–314.
- Csomós György (2013a): A világgazdaság irányító és ellenőrző központjai 2012-ben. *Tér és Társadalom*. 27, 3, 93–108. • <http://tinyurl.hu/yqWsl/>
- Csomós György (2013b): The Command and Control Centers of the United States (2006/2012): An Analysis of Industry Sectors Influencing the Position of Cities. *Geoforum*, 50, 241–251. DOI: 10.1016/j.geoforum.2013.09.015 • <http://www.lboro.com/gawc/rb/rb430.html>
- Derudder, Ben (2006): On Conceptual Confusion in Empirical Analyses of a Transnational Urban Network. *Urban Studies*, 43, 11, 2027–2046. DOI: 10.1080/00420980600897842
- Friedmann, John (1986): The World City Hypothesis. *Development and Change*. 17, 1, 69–83. DOI: 10.1111/j.1467-7660.1986.tb00231.x
- Friedmann, John – Wolff, Goetz (1982): World City Formation: An Agenda for Research and Action (Urbanization Process). *International Journal of Urban and Regional Research*. 6, 3, 309–344. DOI: 10.1111/j.1468-2427.1982.tb00384.x • <http://tinyurl.hu/oKLL/>
- Geddes, Patrick (1915): *Cities in Evolution*. Williams & Norgate, London • <https://archive.org/stream/citiesinevolutionoogedduoft#page/n111/mode/2up>
- Glickman, Norman J. (1987): Cities and the International Division of Labour. In: Smith, Michael P. – Feagin, Joe R. (eds.): *The Capitalist City*. Blackwell, Oxford, 66–86.
- Godfrey, Brian J. – Zhou, Yu (1999): Ranking World Cities: Multinational Corporations and the Global Urban Hierarchy. *Urban Geography*. 20, 3, 268–281. DOI: 10.2747/0272-3638.20.3.268
- Hall, Peter Geoffrey (1966): *The World Cities*. Heinemann, London.
- Heenan, David A. (1977): *Global Cities of Tomorrow*. *Harvard Business Review*. 55, May/June, 79–92. DOI: 10.1002/tie.5060190313
- Hymer, Stephen (1972): The Multinational Corporation and the Law of Uneven Development. In: Bhagwati, J. (ed.) *Economics and World Order from the 1970s to the 1990s*. Collier-MacMillan, New York, 113–140.
- Lai, Karen (2012): Differentiated Markets: Shanghai, Beijing and Hong Kong in China's Financial Centre Network. *Urban Studies*. 49, 6, 1275–1296. DOI: 10.1177/0042098011408143
- Lyons, Donald – Salmon, Scott (1995): World Cities, Multinational Corporations, and Urban Hierarchy: The Case of the United States. In: Knox, Paul L. – Taylor, Peter J. (eds.): *World Cities in a World-system*. Cambridge University Press, Cambridge, 98–114.
- Sassen, Saskia (1991): *The Global City*. Princeton University Press, Princeton
- Sassen, Saskia (2001): *The Global City: New York, London, Tokyo*. 2nd Edition. Princeton University Press, Princeton • <http://tinyurl.hu/BvFF/>
- Sassen, Saskia (2006): *Cities in a World Economy*. 3rd Edition. Pine Forge Press, Thousand Oaks
- Smith, Richard G. (2014): Beyond the Global City Concept and the Myth of 'Command and Control'. *International Journal of Urban and Regional Research*, 38, 1, 98–115. DOI:10.1111/1468-2427.12024 • <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1468-2427.12024/pdf>
- Taylor, Peter J. (2004): *World City Network: A Global Urban Analysis*. Routledge, London–New York
- Taylor, Peter J. – Ni, P. – Derudder, B. – Hoyler, M. – Huang, J. – Witlox, F. (eds.) (2011): *Global Urban Analysis: A Survey of Cities in Globalization*. Earthscan, London • <http://books.google.hu/books?id=fnn53R1xnwC&printsec=frontcover#v=onepage&q&cf=alse>
- Taylor, Peter J. – Derudder, B. – Hoyler, M. – Ni, P. – Witlox, F. (2013): City-Dyad Analyses of China's Integration into the World City Network. *Urban Studies*. OnLineFirst, DOI: 10.1177/0042098013494419 • <http://tinyurl.hu/DriS/>
- Vitali, Stefania – Glattfelder, J. B. – Battiston, S. (2011): The Network of Global Corporate Control. *PLoS ONE*. 6, 10, e25995. 10.1371/journal.pone.0025995 • <http://tinyurl.hu/lm8/>

TALÁLJUK FEL A JÖVŐT! FELFEDEZŐÚTON GÁBOR DÉNES KÖNYVE KÖRÜL

Czigány Magda

az Imperial College London könyvtárának ny. főigazgatója
czmagdas@gmail.com

Egy professzori székfoglaló előadás

Akik látták a vékony, mozgékony embert dinamikus léptekkel céltudatosan áthaladni a campuson, el sem tudták képzelni, hogy az eddig feltartóztathatatlanul dühöngő belső lépések lassan tétozabb mozdulatokká szelídültek, hogy tudományos célkitűzései elérésénél fontosabb lett számára az emberiség jövőjének mérlegelése és a válasza váró „miérték” sokaságának megjelenésével önmaga felelősségre vonása. Pedig nem titkolt el semmit, aggályait mindenkivel megosztotta. Mint Beöthy Ottónak írt levelében megfogalmazta: „Azt mondhatnám, hogy csak 1949-ben kezdődött az életem, amikor végre egyetemi pályára tértem, először mint rendkívüli tanár, később mint rendes. Mellekelem, meleg üdvözléssel a nyilvános székfoglaló beszédemet, amelyet egy évvel ezelőtt tartottam. Ebben végre megengedhettem magamnak, amit a mérnökök soha, és a fizikusok is csak ritkán engedhettek meg maguknak, hogy otthagyjam kissé a kaptafát és beszéljek egy kicsit a világnézetemről.”¹ A kibeszélés

lehetősége felszabadította, vállalta a parallel élet küzdőterét.

Majd közel két évtizeddel később, utolsó személyes feljegyzése szerint célját elérte: „Most, hogy a jövő legnagyobb része mögöttem van, szenvedélyesen érdekel a jövő, amit soha nem fogok meglátni, de remélem, hogy írásaim hozzá fognak járulni ahhoz, hogy simán lépünk át egy nagyon új korszakba” (Allibone, 1988, magyarul 2000, 67.). Úgy vélte, hogy a jövőt kell tehát feltérképeznünk – még ha csak képzeletben is – hogy megállapítsuk, szükségünk van-e az előmenetelt serkentő újabb találmányokra? És ami ebből következik: szükségünk van-e még több fel-találóra? A számvetés idejének kezdete egybeesett tanári kinevezésével az Imperial College-ba. Professzori székfoglaló előadását tíz évvel később, 1959. március 3-án tartotta *Electronic Inventions and Their Impact on Civilization* címen. A meglepetést az előadás két különálló részre bontása szolgáltatta. A szokványos első rész a tudományos, műszaki kutatásainak eredményét ismertette. A második rész viszont az emberiség jövője szempontjából megkérdőjelezte az első részt: szükségesek-e az előbb elhangzottak, be lehet-e építeni a tudományos, műszaki haladást a mindenko-

ri társadalomba? Van-e igénye a társadalomnak a megállíthatatlan műszaki megújulásra?

A hatás elsőpró volt, ami a C. P. Snow „két kultúra” fejtegetésén vehemensen vitatkozó egyetemi hallgatóság esetében nem is volt meglepő. Ami szintén nem volt meglepő, a műszaki értelmiség szinte szerelmes sóvárgása a humán kultúra iránt. Gábor Dénest gyermekkori tapasztalatai, hogy szülei mindent megtettek fiaik legalaposabb és legszélesebb körű oktatásáért és neveléséért, és ezzel szinte predesztinálva őt is arra, hogy a tudós küldetését majd a legtagabban határozza meg: mint egy olyan műszaki tudóst, aki kíváncsisága hálóját a legszélesebbre veti, beleértve a társadalomtudományok vadvizét is. Mint példaképei, közöttük a legfontosabb, A. J. [Anthony Julian] Huxley. Ignótus Pálnak írt egyik levelében mondja: „Magyarországon, az első világháború előtt, olyan izzó, szenvedélyes áhítattal imádta a középosztály a kultúrát, amire még nem volt példa. Annyira nem rossz a világ, hogy az ilyen fokú szerelmet ne viszonzozza” (Ignótus, 1960, 3.).² Ez a kivételes háttér indította Gábort arra, hogy műszaki tudós pályája derekán egy merőben új terepet derítsen fel.

Az előadás átdolgozott változatát megőrizve, sőt kibővítve a második részt, az *Encounter* folyóirat *Inventing the Future* címen 1960 májusában leközölte (Gábor, 1960), majd a nem szűnő érdeklődésnek engedve a Secker & Warburg Kiadó 1963-ban könyv formában is megjelentette (Gábor, 1963a). A különböző kiadások a Gábor Dénes gondolatvilágában bekövetkezett változásokról is tanúskod-

¹ Ugyanezt az idézetet közli Gábor Dénes: *Tudományos, műszaki és társadalmi innovációk* című műve magyar kiadásának előszava (Gábor, 2000), 1960. október 6-át adva meg mint a levél keltét, sajnos a levél hollétének megjelölése nélkül.

nak, egyre nagyobb a hangsúly a tudomány társadalmi hatásáról – hogy miként és hova vezérlik a felfedezések és alkalmazásuk ezt a „szép új világot”.

Könyvében már nemcsak a jelent elemzi, hanem egy lehetséges „túlélési tervet” is felvázol. A könyv magyar címének: *Találjuk fel a jövőt!* keményen kopogó felszólító módja a problémához való aktív hozzáállást jelzi, jóval erőteljesebben, mint az angol változat. Gábor Dénes is úgy vélte, hogy „Ez több volt, mint cím, irányt mutatott gondolataimnak” (Gábor, 2001, 216.). A szomorú tény azonban az, hogy az ideológiai és politikai csatározások miatt a könyv magyarul, szerzőjének szülőhazájában, csak 2001-ben jelenhetett meg, huszonkét évvel halála, és negyvenegy évvel székfoglaló előadásának elhangzása után.

Beszélgetés az Irodalmi Ujságban

A Gábor Dénes gondolatait összefoglaló írás Ignótus Pál ösztökélésére azonban hamarosan olvasható lett magyarul, még hozzá a Londonban újra megjelenő *Irodalmi Ujság* 1960. november 15. számában. A lap főszerkesztői tisztjét Ignótus töltötte be, akit Gábor Dénes már jól ismert, mint annak a kicsi, de aktív Angliában élő magyar értelmiségi csoportnak tagját, akik fiatalon a radikális gondolkodókhoz csatlakoztak Magyarországon, míg az atrocitásoktól félve, a harmincas évek vége felé hazájukat elhagyni kényszerültek. Angliában telepedtek le, legtöbbjük a BBC Magyar Osztályához került mint munkatárs vagy bedolgozó. Amikor Gábor Dénes közeli barátaira utal, név szerint Faludy Györgyöt, Ignótus Pált, Pálóczy Horváth Györgyöt kell a csoport tagjaiként értenünk. (Bár hozzájuk tartozott később Szász Béla, Határ Győző, sőt Koestler Arthur is.) A háború után legtöbbjük felajánlotta szolgálatát az új Magyar Köztár-

saságnak. Ezt a kormány, illetve a párt el is fogadta, és kinevezték őket megfelelő magas szintű állásokba. Ignótus például a londoni Magyar Nagykövetség sajtóattaséjaként szolgált. A negyvenes évek vége felé azonban az akkor szokásos elvtársias köszönettel hálálták meg igyekezetüket: letartóztatták, majd hamis vádakkal elítélték őket, és a börtönből vagy a recski munkatáborból csak 1956-ban szabadultak. Nem meglepő, hogy a forradalom leverése után ismét Angliába menekültek.

Angliában a magyar irodalmi élet 1957 tavaszán ugyancsak pezsgett: megalakult a Magyar Írók Szövetsége Külföldön, újraindult az *Irodalmi Ujság*. Az értekezletek, megemlékezések, tüntetések egymást érték, és nem csak a szigetországban, hanem nemzetközi viszonylatban is. Konferenciákat szerveztek, beadványokat, tiltakozásokat fogalmaztak meg, és mindebben a személyes elkötelezettség és részvétel sokat számított. Négy-öt évig tartott ez a szuperaktivitás, ez az egzaltált szellemi állapot, és éppen ezért meglepő, hogy a politikai diskurzus mellett a „vezető szervezők” figyelme rátévedt a tudomány területére is. Az *Encounter*-ben megjelent cikkét olvasva ugyanis Ignótus kereste meg Gábor Dénest a kéréssel, hogy vegyen részt egy beszélgetésen a tanulmányban kifejtett, az emberiséget fenyegető jövőképről, mely megjelenne az *Irodalmi Ujságban*. Gábor Dénes szívesen fogadta a felkérést.

A majd egy évig tartó levélváltást Ignótus és Gábor Dénes között³ Ignótus lelkendező sorai nyitják meg 1960. április 28-án kelt levelével. Gábor Dénes cikkét az *Encounter*-ben „izgatott gyönyörűséggel” olvasta, és hogy mit

értett meg belőle? „Kevesebbet mint egy elektron mennyisége”. Írja, hogy valójában csak gratulálni szeretne, de felveti egy találkozás lehetőségét, aminek a megszervezése viszont nem volt egyszerű feladat. Ignótus a levele végén említi meg az *Irodalmi Ujságot*, és felveti, hogy írna-e Gábor Dénes kutatásairól a magyar olvasóknak. Gábor Dénes pár napon belül ugyanolyan könnyed, évődő hangnemben válaszol Ignótusnak: „Leveled láttára nagy volt az én szívem gyönyörűsége”, de megjegyzi, hogy „ugyan hogy olvashattad izgatott gyönyörűséggel tanulmányomat, ha semmit sem értettél meg belőle?” De hát mi is kell az irodalmi műveltségű közönségnek? Talán jobban szeretik, amit meg sem értenek. Ignótus mellékelte pár *Irodalmi Ujság* számot is Gábornak, és októberre Gábor már elküldött egy „nyilatkozatot” a szerkesztőségnek, amit azok „elragadtatással” olvastak. Megállapításuk értelmében a beszélgetés a novemberi számban meg is jelent.

A cikk a nagyalakú lap teljes oldalát kitöltötte, és meglepetésül szolgált, különösen azoknak, akik az *Encounter*-ben közölt írás alapján talán kissé mást vártak. Hiszen az ide-oda küldözgetett levelek is arról tanúskodnak, hogy Ignótusnak még a legkisebb változtatást is alaposan meg kellett indokolnia, lett legyen az akár egy szó, vagy rövid kifejezés. Gábor Dénes szövege így lett abszolút autentikus. Ugyanakkor, ezek az apró változtatások kevésbé izgatták fel az olvasót, mint az elvárásukat nem egészen kielégítő, kissé rövidre szabott tudományos fejtegetések. Beharangozta ugyanis a cím Gábor Dénes valóban meglepő meglátását a tudomány és a társadalom egymásra hatásáról, ami előadásának gerincét adta, és aminek egy-két érvét itt, a cikkben, legalábbis úgy remélték hívei, majd bizonyára részletesebben kifejti. A cikk első,

tetemes része azonban jó hangulatú, mondhatnánk anekdotikus modorban a századforduló magyar hátterét idézte fel, mint például a kítűnő oktatást, amit az iskolák nyújtottak, vagy a családi légkörben is kifejezésre jutó elvárást, hogy a fiatal generáció a szellemi kapacitásában a maximumot adja. (Gábor Dénes szülei például azért költöztek egy nagyobb lakásba, hogy a gyerekeknek az egyik szobában laboratóriumot/műhelyt rendezzenek be.) Gábor többször név szerint emlékezik meg a „ragyogó kvartett-ről”: Szilárd Leóról, Neumann Jánosról, Wigner Jenőről és Teller Edéről, akik nemcsak kortársai, hanem barátai is voltak. Mivel azonban a század közepén képességük legjavát az atombomba létrehozására fordították – és az így kialakult verseny egyenlőtlen esélyekkel zajlott le, Gábor szerint a legregnásabban illusztrálta a tudomány és társadalom ellentétét: „A tudomány feltalálta a legfélelmetesebb tömeggyilkos eszközt, de lesz-e ereje megállítani a gyilkolást?” – kérdi, jól tudva, hogy Szilárd Leó kétségbeesetten próbálta megakadályozni az atombomba bevetését Hiroshima és Nagaszaki ellen. Gábor azonban ebben a kérdésben nem lát ellentmondást: „A tudomány *ad absurdum* vezette az agressziót és ezzel megteremtette a világbékét”, azaz – a közismert mondással – a cél szentesítette az eszközt. Itt derül ki, hogy az első olvasatra a régi idők nosztalgikus felidézésének tűnő hangulatkelés itt már átcsap a nukleáris felfegyverkezés és atomháború nagyon is sarkított megítélésébe, ahol az egyik pólus a tudósok az atom-, majd a hidrogénbomba létrehozása felett érzett marcangoló lelkiismeretfurdalása, míg a másik a felfedezések és megvalósításuk óriási lehetőségeit felismerő öröm, mert ezzel az emberiség megmentése a rá leselkedő veszedelmektől nagyobb sikerrel járhat. Ez

felülírja a cél elérésében hozott áldozatot. A mérnök/tudós valószínűleg itt és ekkor fedezte fel magának az elméletekben rejlő sokféle értelmezés lehetőségét, amit a műszaki diszciplína, ahol általában csak egyetlen jó megoldás adódik, kevésbé ismer.

A Magyarok Világszövetsége I.

Ha a tudós ragaszkodott kutatási területéhez a vasfüggönyön innen vagy túl, az még nem jelentette, hogy a hatalom nem kísérelte meg felhasználni céljai elérésére az olyan prominens embereket, írókat, művészeket, tudósokat, mint Gábor Dénes. Nem lenne túlzás azt állítani, hogy Gábor Dénes jóhiszemű igyekezetében, hogy megismertethesse otthon is a tanulmányában, majd könyvében kifejtett gondolatait, az újonnan átszervezett Magyarok Világszövetségében (a továbbiakban MVSZ) egy ideig lehetséges partnert látott. Az MVSZ átszervezése 1958 táján kezdődött, akkor, amikor még a forradalom résztvevői börtönben sínylődtek, és ismét félelemben élt az ország. A kormány konszolidálni óhajtott Kádár új rendszerét, elfogadtatni a Nyugattal, valamint a nemzetközi szervezetekkel, mint például az ENSZ. Ez volt a „nyitás Nyugatra”. Különös módon, már a kezdetektől az emigráció egy rétegét is be akarták vonni a munkába. A kiszemelt feladata volt, amit persze ők nem is sejtettek, hogy mint új hazájuk közismert személyiségei, egy-két jó szót szóljanak Kádár Magyarországról a megfelelő nyugati környezetben. Az MVSZ átszervezése a szokásos módon zajlott le, belső intrikákkal és csatározással megtűzdelve. A főtitkár Beöthy Ottó lett, az MVSZ lapjának, a *Magyar Híreknek* főszerkesztője pedig Szántó Miklós.

Beöthy és Szántó – aki sikeres menedzsernek tartotta magát – „felfedező utazásokon”,

³ Levélváltás Ignótus Pál és Gábor Dénes között, 1960. április 28. – november 14. Imperial College Archives, (ICA), Dennis Gabor Collection. Second series.

de minden feltűnést kerülve ismerkedett az emigrációval, mind a Nyugaton élő magyarság szervezeteivel, mind a kiválasztott egyékekkel. Végül úgy döntöttek, hogy a harmincas években külföldre került, illetve menekült értelmiségiekkel veszik fel a szorosabb kapcsolatot. Ezek az MVSZ megítélése szerint egy számukra szimpatikus csoportot alkottak: új hazájukban már magukra találtak, aktívak voltak, és közülük többen prominens pozíciót töltöttek be. A többnyire apolitikus magatartásuk könnyebbé tette megközelítésüket.

Az első feladat a kiválasztott csoportból a megfelelőnek ítélt „kiemelt személyek” listájának összeállítása volt. Egy ilyen lista létezik a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárának (MTAK) irattárában.⁴ Huszonkét személyt sorol fel. Nagy többségük Angliában élt, vagy huzamosabban ott tartózkodott. A listához csatolt levelek tanúsága szerint az MVSZ a kidolgozott megközelítési módszert szinte mindenre egyformán alkalmazta. Összeállítottak egy ajándécsomagot impozáns magyar könyvekből és folyóiratszámokból, és elküldték a címzettnek. Beöthy bemutatkozó levele követte a csomagot, lehetőleg egy kis késéssel, hogy izgalomban tartsák a könyveket már megkapott „kiválasztottakat”, hadd töprengjenek, ki vagy kik lehetnek azok, akik ilyen kedvesen gondolkodnak rájuk. Beöthy meleg, baráti szavakkal köszöntötte őket, ajánlva az MVSZ szolgáltatásait a hazától elszakadt honfitársaknak. Ha mód adódott rá, Beöthy személyes visszaemlékezésekkel vagy megjegyzésekkel fűszerezte levelét a nagyobb hatás kedvéért. Így történt ez Gábor Dénes esetében is. Ajándékként megkapta a *New Hungarian Lexicon* első kötetét.

Első, 1960. február 22-én kelt és Gábornak címzett levelében⁵ Beöthy színes és nosztalgikus képet fest a Falk Miksa utcai Gábor-lakásról, ahol Bertalan bácsi és Ady (Adrienne) néni jóindulatú felügyelete mellett játszott, illetve játszva tanult Dénes öccsével, Andrásal a műhelyszoba/laboratóriumban. A válaszlévlé tanúsága szerint Gábor Dénes azonnal felhívta öccsét Nottinghamban, hogy tájékozódjon, mivel ő már nem emlékezett Beöthyre. András azonban felidézte a gyermekkori emlékeket pajtásáról, sőt maga is felvette a kapcsolatot vele. Andrásról azonban mindössze egy, már 1961-ben írt, Beöthynek címzett levelet tartalmaz a gyűjtemény, amiben könyvek helyett petrezselyem- és kapor-magot kér.⁶

Az MTAK-gyűjtemény Gábor Dénes-borítéka negyvenhárom levelet tartalmaz: harmincnégyet Gábortól Beöthynek, kettőt Boldizsár Ivánnak, valamint néhány üdvözlő, illetve karácsonyi lapot. Beöthytől viszont mindössze kettő, míg Boldizsár Ivántól Gáborhoz írt egyetlenegy levelet. Ez nem is lenne meglepő, hiszen Beöthynek a tudóshoz címzett leveleit az Imperial College irattárában, az egész Gábor Dénes-hagyatékra kiterjedő, többé-kevésbé teljesnek tartott gyűjteményben kell keresni.

Kitérő – néhány szó az irattárakról és gyűjteményeikről

Az MTAK/MVSZ gyűjtemények azonban megérnek egy kitérőt. Ugyanis a Gábor Dénes-levelek első tanulmányozása közben még nem derült ki, hogy ez az anyag minden

valószínűség szerint az MVSZ által összeállított, Angliában élő és megközelíthetőnek ítélt prominens magyarok listájához tartozik, és a listán szereplő huszonkét személy által írt, vagy kapott 847 darab levelet tartalmazza. A gyűjtemény példás rendben van feldolgozva, és a kutatók számára elérhető. De valójában ki tud róla, ki veszi az emigráció-kutatáshoz kézbe? És ami még nagyobb kérdőjel: ki, mikor és miért mazsolázta ki, feltehetőleg az MVSZ irattárából, hogy azután egy gesztussal az MTAK-nak felajánlja? Keresve a gyűjtemény letétbe helyezésének körülményeit, a nevek gépelt listáján kívül mindössze ez a feljegyzés található: „A Magyarok Világszövetségének ajándéka, 1978”.

Ennek a levélgyűjteménynek az MTAK kitűnő védelmet nyújt, mert egyáltalán nem biztos, hogy az MVSZ irattárában hasonló kezelésben lenne része. Az MVSZ irattárához szintén Gábor Dénes és Beöthy Ottó levelezésének feltárása vezetett el. A Beöthy által Gábor Dénesnek írt leveleket ugyanis az Imperial College-ban nem találtuk meg. Feltételeztük, hogy a hagyatéka, amit végrendeletében a College-ra hagyott, a College Archives-ba került, de áttekintve az első és legnagyobb, majd a később kapott kiegészítő gyűjteményekről készített katalógusokat, nyilvánvalóvá vált, hogy ez az anyag eltűnt. A felfedezés meglehetősen, mivel Gábor Dénes mindent megőrzött, soha semmit, még a papírszeletekre feljegyzett szótöredékeket sem semmisítette meg.

A Gábor Dénes-levelezés tetemes része, sőt talán az egésze még a fénymásolás előtti évekből való. Felmerült tehát a gondolat, hogy Beöthy Ottó az MVSZ főtákaraként a Gábor Déneshez írt leveleiről másolatot készített, és azokat az irattárban a megfelelő helyen tárolta. Az irattárban való kutatás en-

gedélyezéséért az MVSZ Elnökéhez, Patrubby Miklóshoz kellett fordulnom. A levelemre érkezett válasz elszomorító volt: „Önnek tudnia kell, hogy az idén alapításának 75. évfordulóját megelőző Magyarok Világszövetsége 2000 óta állami költségvetési támogatás nélkül kényszerül működni. Ez azt is jelenti, hogy több mint egy évtizede irattáros és levéltáros nélkül működik. Tekintettel arra, hogy időközben el is költöztünk, sajnálattal kell tudatnom, hogy irattárunk nincs kutatható állapotban.”⁷

Az MVSZ irattárának sorsa aggodalommal tölthet el mindenkit, akit a magyar emigráció története érdekel, hiszen a gyűjtemény elvileg több mint fél évszázad dokumentációját tartalmazza, és mint ilyen, nemzeti kincsnek tekinthető. Tehát megkülönböztetett gondoskodással kellene fenntartani. Vagy az MVSZ keretében, vagy egy nagy, országos feladatokkal megbízott könyvtárban vagy irattárban. Feltételezem, hogy az emigráció-kutatás Magyarországon jóval kisebb érdeklődésnek örvend, mint mondjuk az *Exil Forschung* Németországban. Ennek ellenére úgy vélem, hogy itt és most sürgős mentési akcióra lenne szükség.

A terror egyensúlya

Mindenki maga teremti meg saját világát, bár egyáltalán nem biztos, hogy élni is szeretne benne. Gábor Dénes sem volt kivétel: teremtett magának és tudós társainak egy bűvőhelynek is alkalmas világot, főcélja azonban nem az elbujás, hanem a túlélés volt. Világa így egy mentőcsónak, mely a veszélyek elől őt és kis csapatát biztonságosabb vizekre tereli. Alaptémája tehát a veszélyhelyzetek fel-

⁴ Magyar Tudományos Akadémia Könyvtára (MTAK) Ms 5468 1–847.

⁵ Gábor Dénes és Beöthy Ottó levelezése. MTAK, Ms 5468 245–287.

⁶ Gábor András levele Beöthy Ottónak. MTAK, Ms 5468 244.

⁷ Patrubby Miklós és Czigány Magda levélváltása. 2013. június 10. és október 1. között. Magántulajdonban.

ismerése és a menekülés lehetőségeinek megteremtése. A társadalom problémáival is foglalkozó *Találjuk fel a jövőt!* című könyve tizenegy fejezetre tagolódik. Az első fejezet a bevezető: a *Trilemma* – azaz háromszoros dilemma – mely világosan kijelöli a szerző szándékát: itt körvonalazza a veszélyeket, melyek az emberiséget fenyegetik: „Az első a nukleáris háború rombolása, a második a túlnépesedés bénító szorítása, a harmadik pedig a tétlen kényelem korszaka”. A könyv három év alatt született meg, a székfoglaló előadását ismertető *Encounter*-beli cikkből 1960 májusa és 1963 között lett hosszú, nagy anyagot mozgó, az előadás többszörösére bővített változat, egy elsőpró erejű, azonnali cselekvésre szenvedélyesen sürgető felhívás. Mindezt Gábor Dénes csak a rendelkezésre álló idő leghatékonyabb kihasználásával érte el.

Gábor Dénes műszaki kutatómunkája mellett írásain – mert közben számos, más témakört érintő cikket is írt – folyamatosan dolgozott. Anyaggyűjtéssel és az újabb és újabb adatok felsorakoztatásával, hogy a helyenként esetleg vitathatónak vélt érvelését erősítse. A folyóiratcikket többször átdolgozta, kiegészítette és bővítette, amit a könyv terjedelme meg is követelt. Hogy minden arra érdemes új információt beilleszthessen könyvébe, a jegyzeteket is többször átírta: lett belőlük végül két sorozat, egyik a fejezetekhez tartozó számozott jegyzetek egy végső külön fejezetben – köztük több oldalra kiterjedő „mini értekezések” is – a másik a lábjegyzetekként frissen a lap aljára odabiggyeszített címek és párszavas ismertető egy-egy releváns, nemrég megjelent könyvről. Már emiatt is izgalmas és tanulságos lenne Gábor Dénes szerkesztői munkásságát is nyomon követni, még akkor is, ha a gyűjtemény csonkán maradt

ránk, mint a Beöthy Ottóval folytatott levelezés. Ha viszont az eredeti levelek, illetve azok hiteles másolata soha, sehonnan sem kerülne elő, Gábor Dénes válaszai önmagukban is jól körülhatárolják az eredeti szöveg kiterjesztésének okait és módját. Szembeszökő például az atomháború fenyegető veszélyét tárgyaló fejezetek megnövekedése. Úgy tűnik, hogy Gábor Dénes világméskében átrendeződött a hangsúly, részletesebben rajzolódtak ki a veszélyzónák, és a figyelmét ezek elkerülésének lehetőségei kötik le. Talán Ignotusszal való párbeszéde a „ragyogó kvartettéről” visszhangzik itt, a téma fontosságához illő súllyal?

Két kutya egy ketrecben – Gábor Dénes szerint az „acsarkodó háború” példaképe. A két kutya marakodik, mindkettőnek van már csontja, de a másikat is meg akarja kaparintani. Mint a huszadik század derekán egyfelől a nyugati hatalmak, másfelől a Szovjetunió. Az acsarkodás mint emberi alaptulajdonság Gábor szerint visszanyúlik a bronzkorba. Azóta az emberiség egy meghatározott pályán szinte észrevehetetlen mozgásban halad valamiféle egyesülés vagy inkább egyesítés irányába. Elősegíti ezt a mozgást a közben megszerzett tudás, ami lassan kiterelvényesedve az ipari forradalom alapja lett, a természettudósok és mérnökök által létrehozott, mindenki számára elérhető, szabadon felhasználható kincsestár. A mozgás felgyorsul, a legújabb időkben már negyven év is elegendő a felzárkózáshoz (1860–1900 Japán, a huszadik század első felében a Szovjetunió). Ez utóbbi lett a nyugati hatalmak ellenpólusa, felvértvezve a két szembenálló ideológiával: a kapitalizmussal és a kommunizmussal. Mindkét fél fegyvere a nukleáris háborúviselés teljes arzenálja, a hatalmi egyensúly – mondhatnánk úgy is, hogy a „terror egyensúlya”, ami egyben a béke záloga.

Gábor Dénes a két, egymással szemben álló ideológia, illetve társadalmi berendezkedés mibenlétét és szerepét egyéni módon ítéli meg. A nyugati értelmiség „legjobbjai” – így André Gide, André Malraux, Koestler, Ignazio Silone, J. B. S. Haldane és John Strachey (Gábor Dénes listája!) – a nyugati civilizáció és a polgári társadalom végnapjai felett érzett aggodalmukban a reményt a Szovjetunióban vélték felfedezni. Mindaddig, amíg a terepen szerzett személyes tapasztalataik el nem vezették őket a teljes kiábrándultságig. Koestler megírta leleplező *Sötétség délben-t*, és Gábor Dénes baráti köréhez tartozva, személyesen is beszámolhatott neki tapasztalatairól. Gábor Dénes viszont a kiábrándultságukat nem osztotta. Az emberiség jövője szempontjából ugyanis legalább olyan fontos, sőt fontosabb a Szovjetunió felzárkózása a Nyugathoz, és ebben az ipari civilizáció döntő szerepet játszott. Érdemes itt könyvből egy teljes bekezdést idézni álláspontjának megértéséhez: „A technológia oktatása és az iparosodás töretlenül ment végbe a Szovjetunióban az ellenforradalmak végét követően és még a II. világháború is alig tudta megszakítani. Ám ezzel a csodálatos fejlődéssel párhuzamosan egy belső háború is zajlott, sokkal azután, hogy megszűnt az ellenforradalmak fenyegető veszélye. A tisztogatások, a titkosrendőrség rettenetes praktikái, a »hajnali kopogtatások« az ajtón, a munkatáborok, amelyek haláltáborok voltak kevés kivétellel minden bekerült számára – tudjuk, hogy mindezek felesleges áldozatok voltak. Ezeknek nagy része Sztálin egyéni karakteréből, az orosz forradalmárok gyűlöletének örökségéből, illetve a cári Oroszországból hagyományozódott félelemből és bizalmatlanságból eredhetett. Úgy tűnik azonban, hogy volt ott még valami mélyebb és általánosabb. Van az

emberben egy mélyen gyökerező hit, hogy *a nagy célokat csak nagy áldozatokkal érhetjük el.*” (kurzíválás Gábor Dénestől)

Egy különvélemény

Könyvét lapozgatva időnként úgy tűnik, mintha Gábor Dénes a mérleg nyelvének szerepét vállalta volna fel, a legkisebb kilengésnél is az egyensúly helyreállítása a legfőbb gondja. Még akkor is, ha az egyensúly megtartása komoly áldozatokat követel. A Szovjetunió lakosságát lehet, hogy meggyőzte a kapitalisták embernyúzó kizsákmányolásáról a mindenkor párttitkár (és ha nem, eltüntette a hitetlenkedőket a gulágban), míg a Nyugat csak azt látja, hogy az ellenfél minél több sarlós-kalapácsos vörös zászlót szeretne lengetni Európa volt független államai felett, „ahol az orosz kommunisták kormányokat alakítottak [...] lábbal taposva ezzel a méltanyosság nyugati eszméit.” Gábor Dénes lelkendezik: „Mára felnőtt egy új generáció Oroszországban, akikre az 1955/56-ban kezdődött és 1960/61-ben befejeződött antisztálinista kampány igencsak mély benyomást tett. Mostanra több ezer intelligens és humanus embernek kell lennie a Szovjetunióban, akik ugyanúgy gondolkodnak Szibéria felesleges áldozatairól, ahogy sokan gondolkodnak az ipari forradalom hasonlóképpen felesleges borzalmairól.” Az egyensúlyt Nyugat és Kelet között könyvében is sarkalatos követelménynek tartja, és beismeri, hogy engedményeket kell tennie, hogy egyformán ossza el a kritikai megjegyzéseit. Az angol kiadó Gábor Dénes kérésére a könyv korrektúráját elküldi Beöthynek véleményezésre, a mellékelt levélben a következő kommentárral: „Meglátod majd, hogy elmentem a legszélső határig a »peaceful co-existence« kérdésén, de miután az igazság kedvéért oda kellett szó-

nom egyet-egyet mindkét oldalnak nem lenne csuda, ha némelyek ezután kommunista bérencnek bélyegeznének, mások pedig kapitalista bérencnek”.

Ezek az elvek és megnyilvánulások egy 56-os emigráns magyar olvasóban egészen más érzelmeket keltenek, mert amiről a szerző hallgat, az az 1956-os magyar forradalom és szabadságharc és annak szovjet eltiprása, majd a kegyetlen megtorlások. Mindez egybeesett az ő világmegváltó gondolatainak szinte egyidejű papírra vetésével. Bár a forradalom a mérleg nyelvét nem billentette ki: a nyugati hatalmak csendben hagyták az atrocitást megtörténni, talán a „terror egyensúlyának” megőrzése érdekében. Gábor Dénes hallgatása viszont azért is különös, mivel feladta lett az 1956-os menekült magyar diákok fogadásával, beilleszkedésükkel és előmenetelükkel törődni. A rektor felkérésére az Imperial College magyar diákjainak megsegítésére felállított bizottságban tevékenykedett, és a tanszéken tanuló, illetve kutató magyar hallgatók napi problémáival is foglalkozott. Sőt, a kolégium irattárában őrzött dokumentumok szerint a már diplomával Angliába érkezett fiatal magyar mérnököknek állást szerzett, meggyőzve a munkaadókat, hogy lehetőséget adjon nekik egy posztgraduális diploma elnyeréséhez. (Megjegyezném azonban, hogy amikor könyvemhez, mely az 1956-os menekült magyar diákok angliai fogadtatásával foglalkozik, interjúalanyokat kerestem, azok az Imperial College-beli diákok, akik vállaltak történetük elmesélésére, Gábor Dénesről visszafogottan nyilatkoztak.) A cél ugyanis, amitől Gábor soha nem tért el, a világ egységesítése volt, a „világállam” megteremtése az emberiség fennmaradásának érdekében. Emellett minden más probléma eltörpült. Különösen aggasztó lenne egy, a

már kialakulóban lévő egységet, a Varsói Szerződést fenyegető, régi/új „nemzeti állam” kiválása a tömbből. Mert a nemzetállam Gábor szerint a „legrosszabb múltbeli örökségünk”, a nacionalizmus szülőanyja. „A nacionalizmus legnagyobb hibája pedig – folytatja – hogy a nemzeti határok védőgátakat teremtenek az ideológiák kikristályosodására.” Centripetális erő helyett centrifugális széthúzás. Magyarul: szabadság helyett elnyomás.

A különvéleményt, még ha jogosnak is érezzük, talán nem illene ilyen sarkítottan megfogalmazni. Más volt a háttér, más a környezet, mások a tapasztalatok, mások az elvárások. A magyar menekültek 56 emlékét talán soha be nem gyógyuló sebként hordozták évekig. A beilleszkedés folyamata pedig a napi tennivalókra szorította le az életet. És azok, akik megkísérelték túllépni korlátaikat, aligha tudtak volna versenyezni Gábor Dénes tájékozottságával és szellemi fölényével. Aránytalan lett volna a csörte. Az erre vonatkozó levelezés vaskos dossziéja az ICA Gábor Dénes-gyűjteményében is azt mutatja, hogy csupán néhány ellenérveket felsorakoztatott, vitára kész hozzászólást hozott Gábornak a posta. Az egyik ilyen levelet Aczél Tamás írta, Rákosiék kitüntetett, hangadó írója, majd ellenlábas – aki a levél írásakor már Kanadában egyetemi tanár, és aki a „bőrén tapasztalta meg” a kommunista rendszer irodalompolitikáját: „Hosszú érvelés helyett, inkább csak »lábjegyzetként« tehát csak ennyit: a világ talán akkor futná be legjobban a *feltalált jövő* ívét, ha rájönne arra, miként és hogyan lehet – kellő arányban egybevegyíteni azok pozitív optimizmusát, akik a diktatúrákat csak hírből ismerik, azok negatív pesszimizmusával, akiknek alkalmuk volt az effajta áldást tulajdon bőrükön meg-

ismerni, anélkül persze, hogy az optimizmusból álomkergetés és a pesszimizmusból cinizmus válnék.” A levelezés Aczél Tamással az ideológiai ellentétek ellenére is baráti, sőt neki panaszkodik később Gábor, hogy a sajtó által szított, az előadásait kísérő hangoskodó tüntetések ugyancsak kedvét szegik. Ugyanakkor ő is úgy vélte, hogy nyíltan kell szólnia: „A becsületesség azt diktálja, hogy a szerző inkább nyíltan vallja meg saját, személyes véleményeit és félelmeit, mint hogy azokat előrejelzésekbe burkolja. Mindeneddig el tudtam kerülni a személyes kijelentéseket, mivel igazolva láttam, hogy a túlélés minden ember közös vágya – noha ebbe nem mindig értik bele mások túlélését is.” Ezért választotta – vélhetjük ma, ha akarjuk úgy is – vita helyett a hallgatást. Mert megértette és tiszteletben tartotta a mi különvéleményünket.

A veszélyes szabadidő

A könyv magyar kiadásának főszövege 215 oldalt tesz ki. *Az ember és a gép* című, 8. fejezetet bevezető szavak a 114. oldalon, tehát éppen csak túl a könyv felén, arról tudósítanak, hogy „mindeneddig az ember a természetel állt szemben, mostantól saját természetével fog szemben állni. Ez lesz könyvem további részének fő témája.” A témát megnyitó kulcsmondát: „Legyőztük a szegénységet!” Bár tudjuk, hogy csupán a világ „legélenjéről” országában lehetett ezt a jelenséget az ötvenes években kutatni és hitelesen leírni, hiszen a föld számos országában éhínség tizedelte a lakosságot, és azzal is tisztában vagyunk, hogy amit ma kimutatnak mint korszaknyitó változást az USA-ban, holnapra már előnti a föld többi, majd nem „élenjáró” országát. A termelési folyamatok változása – amit a mérnökök mint „közvetítő” idéznek elő a tudósok találmányainak beépítésével a

gazdaságba, drámaian lerövidítette a gyártási időt, és le kellett volna rövidítenie a ráfordított szükséges munkaidőt, valamint a munkaidőhöz köthető bérezést is. Gábor Dénes erre több példát is felhoz, és mint mulatságos egybeesést említi meg Ernst Morris előrejelzését a munkaidő csökkenéséről az USA-ban. Az 1955-ben készített táblázat szerint 1976-ra ez heti harminc órára zuhan le, ami pontosan megegyezik Sir Thomas More-nak az *Utópiá*-jához 1526-ban készített kalkulációjával. Ezt az új típusú munkanélküliséget tovább mélyíti a népességrebbanás, aminek indítóokaira és mértékére megbízható adatunk sincs, bár a témát Gábor Dénes többször is megvitatatta Pálóczi Horváth Györggyel, aki éppen ezzel foglalkozott Maóról írt könyvében.

Gábor Dénes azonban sem more-i utópiát nem épít, sem Morris táblázatait nem fejleszti tovább. Célja nem a lehetséges utópiák megalkotása, hanem az utópiák lehetséges elemeinek felmutatása és megvitatása. A munkaidő hirtelen lecsökkenése, illetve a szabadidő gyors megnövekedése, amivel az emberek szinte nem tudnak mit kezdeni, megköveteli egy új életvitel kidolgozását, egy új rend, egy új társadalmi szerkezet felállítását, amire mindeneddig nem történt kísérlet. Minden történelmileg megkövesedett alaptörvény értelmét veszíti; paradoxon módon a régi rendszerben a nagy többség tartott el egy henyé kisebbséget, míg az új társadalmi berendezkedés szerint egy kis elit csapat fog elartani egy munkára „henye”, pontosabban nem alkalmazható óriási többséget. Kérdések tu-
catjai sorjáznak minden felvetett megoldás mögött. Ki válogatja ki az „átlagemberek” közül azokat, akiket beemelhetnek a „nem átlag emberek” közé? Hányas IQ-nál húzzuk meg az elválasztó vonalat az elit és a nem elit csapat között? Hogyan alakul át az oktatás és

a képzés? Mi buzdítja az elitet arra, hogy extra munkát végezzen megnövekedett felelősséggel, míg az átlagemberek a nappal süttetik hasukat? Ki határozza meg, hogy egy munkafolyamat milyen IQ-s szintet igényel, tudni kell-e, hogy mit indít el a gyártási folyamatban egy gombnyomás, vagy csak annyit kell tudni, hogy a gombot meg kell nyomni? És ami a legégetőbb kérdéssé nőheti ki magát: lehetséges-e, hogy intelligens gépek fognak idővel az emberek helyett gondolkodni? Gábor Dénes könyvének óriási kihívása pontosan ez: a hatvanas évei felé közeledő nagyhírű egyetemi tanár nem rest foglalkozást váltva ezeken a látszólag csak felröppintett, de az emberiség jövője szempontjából nem elhanyagolható kérdéseken elmélkedni és gondolatait érdeklődő embertársaival megosztani. És mivel cikkei és könyvének megjelenése – számos idegen nyelven is – egybeesett Beöthy Ottó éppen kézhez kapott levelének baráti biztatásával, hogy az MVSZ mindenben segíti az emigráns magyarok kapcsolatainak kiépítését az óhazával, mi sem lett volna Gábor Dénes szerint természetesebb, mint hogy elküldje Beöthynek írását a javaslattal, hogy fordítsák le, és indítsák be otthoni megjelenését az MVSZ-en keresztül. Ha szükséges, itt-ott némi kiigazítással.

A Magyarok Világszövetsége II.

Az első jelek Gábor Dénes és az MVSZ együttműködésére biztatóak voltak. Beiktatási előadását követően Gábor Dénes iránt megnőtt az érdeklődés: egy évvel a székfoglaló után már a szöveg átdolgozott és kibővített, nyomtatott változatát tudta elküldeni Beöthynek, aki első, baráti hangú levelét Gábor Dénesnek 1960. február vége felé írta. Beöthy azonnal meglátta, hogy a Gábor Dénessel kiépített kapcsolat pontosan megfelel az MVSZ irányvona-

lának: egy nemzetközileg elismert tudós véleménye mindenhol sokat nyom a latban. Ha Magyarországon lehetőséget adnak cikkei magyar nyelvű kiadására, jogosan hivatkozva az újonnan elfogadott, engedékenyebb állásfoglalásra, a kormány bizonyíthatja, hogy valóban kinyitott egy kaput a Nyugat felé. Még akkor is, ha mindez valójában egy szemfényvesztésre alkalmas manőver lenne (Szántó, 2006, 439.). Gábor Dénes elvárása és Beöthy elszánt lehetőséskeresése Gábor írásainak kiadására, látszólag tökéletesen egybeesett. Mindennek tudatában Beöthy meglehetősen merészen kezelte az ügyet. Beöthy még azt is fontolgatta, hogy a témában vitát kezdeményez, lehetőséget adva magyarországi tudósoknak, hogy reflektáljanak Gábor felvetéseire, s így egy „valódi” eszmecsere alakuljon ki az emigráns és az otthoni szakemberek között.

Erre a legkiválóbb fórumot az épp beindított új magyar folyóirat, a *New Hungarian Quarterly* (a továbbiakban NHQ) szolgáltatta volna. Beöthy azonnal elküldi Gábor Dénesnek az NHQ első számát. Ez 1960 őszén vagy kora telén lehetett, Gábor Dénes ugyanis december közepén kelt levelében köszöni meg a küldeményt. Mint írja, különösen Fekete József cikke ragadta meg figyelmét, amiben a szerző a C. P. Snow-féle „két kultúra” magyarországi értelmezését taglalja. Felvetései szorosan kapcsolódnak ugyanis az őt izgató kérdésekhez, amit Beöthy is olvashatott a számára már elküldött, *Encounter*-ben megjelent írásában. Beöthy válaszában felveti, hogy az NHQ-ban kellene Gábor cikkét is közölni, és erre engedélyt kéri. Egy eszmecsere a „két kultúráról” roppant érdekes lenne, ha magyarországi tudósok, politikusok, nevelők is megszólalhatnának. Mert a „két kultúra” értelmezése meglehetősen nagy

megosztottságot mutat a nyugati és kelet-európai kontextusban. Ezzel az indokkal utasítja vissza Beöthy Ottó a Gábor Dénes által megfogalmazott kritika egyes pontjait: „Mintha a mi életünk errefelé (in these parts of the jungle) pusztán az elmaradt technikai fejlettség problematikájának extrapolációját tartalmazná. Nincsen vajon ebben valamiféle (kölcsonös!) fogalmi fetisizmus? Szóval túl-, túlon túl kevésbé ismerjük, értjük egymást – gondolom.” Gábor Dénes legújabb szövege műfaját tekintve azonban nem tanulmány – éppen ezért a kiemelt kérdések jogosak. Beöthy közli, hogy az NHQ főszerkesztője Boldizsár Iván, aki majd felkeresi Gábor Dénest a részletek megbeszélésére.

Mindennek fényében Gábor Dénes következő lépése meghökkentő. 1961 januárjában küld egy pár soros magyar nyelvű levelet Beöthynek, annak a közepébe van beágyazva az NHQ számára egy ismét átdolgozott angol nyelvű szöveg. Talán abban a reményben, hogy a szerkesztőknek így jobban megfelel. A főszerkesztő, Boldizsár Iván ugyan megkéri Gábort, hogy bővítse ki a cikket, de erre azt a választ kapja, hogy meg is tenné, azonban amerikai útja és egyéb elfoglaltságai miatt nem tudja megígérni. Kétségtelen, hogy Gábor Dénes minden szabad perce akkor le volt kötve, főleg az 1963-ban megjelenő könyve végső formába öntésével. Emellett professzori tennivalói sem csökkentek. A felkérést egy újabb változat megírására azonban feleslegesnek tekinthette: úgy tűnik, hogy megelégtelte a majdnem egy éve elhúzódo eredménytelen erőfeszítéseket, megunt az eleve szétbukkanásra ítélt sziporkázó ötletek feleregetését. Bár időnként megjelenhet egy-egy rövid írása az NHQ-ban, ezek az apró eredménymorzsák meg sem közelítették elvárását. Gábor Dénes természetesen tisztában

volt az MVSZ szigorúan megszabott feladatkörével és azzal is, hogy bizonyos felvetett javaslatok, esetleg kérelmek külön engedély nélkül nem voltak teljesíthetők. Az 1962-es magyarországi látogatása után barátjának, az USA-ban élő kutató Goldmark Péternek kissé gunyorosan írja meg összefoglaló véleményét: „Az MVSZ egy olyan szervezet, melynek célja, hogy a külföldön élő fontos magyarokkal jó kapcsolatot tartson fenn (és tegye lehetővé a kevésbé fontosaknak, hogy valutát vigyenek be az országba.” Sokszor azonban úgy tűnik, hogy a „fontosabb magyarok” szerény kívánságait sem tudta az MVSZ teljesíteni.

Ha egy hosszabb tanulmányt Gábor írásaiból nem is sikerült Beöthynek az NHQ-ban elhelyezni, a levélbe ágyazott rövid, mindössze két oldalas, eleve vitára kihívó hozzászólását Fekete cikkéhez (aminek egyes tételeit maga Beöthy is kifogásolta) a folyóirat harmadik száma hozza (Gábor, 1961). A szerző kilétéről egy lábjegyzet tudósít a szokásos, hosszabb lélegzetű „munkatársaink” című fejezet rövid életrajzi összefoglalója helyett, ami jelzi, hogy az utolsó pillanatban született meg a döntés, hogy az írást ebben a számban közlik. Gábor Dénes úgy vélte, hogy a felmerült problémák – inkább csak kérdések – közös elemzése, természetesen civilizált módon, mindkét oldal részvételével, elengedhetetlen. A „hozzászólás” Fekete József cikkéhez, amit Gábor azonnal továbbított Beöthynek, azonban igazolni látszik a többször is porondra kerülő Nyugat–Kelet témával foglalkozó konferenciák megszervezésének és lebonyolításának nehézségeit.

Ebben az esetben például Gábor csokorba kötött kritikai megjegyzései távolról sem bántóak, és méltán tart igényt szerzőjük a válasza. Gábor főleg további információkat

kér, mivel kevesli Fekete írásában a mondanivaló megértéséhez szükséges adatokat. Szeretne tájékozódni a társadalmi háttérrel, az oktatás fejlesztését célzó intézkedésekről – különösen a technikai „túlképzésről”. Nem lesz-e túl sok szakképzett mérnök Magyarországon, és nem taszítja-e feledésbe a „két kultúrára” épült kitűnő magyar iskolarendszert egy meggondolatlanul kibillentett szabályozási kísérlet, egy esetleg részrehajló kultúrpolitika? Talán keménynek tűnik a kritika, valójában mégsem az. Gábor ugyanolyan, sőt talán még elutasítóbb a Nyugattal szemben, ahol a sajtó és a tévé szennye, a kikényszerített nyitottság, a parttalan szórákozás hajkurászása, a korlátlan lehetőségek áhítozása háttérbe szorít minden kulturális igényt és igyekezetet.

Az összehasonlításban a magyar viszonyok kulturális szempontból messze megelőzik a Nyugatot: „Olyan országban, ahol sok és megfizethető könyv áll az érdeklődők rendelkezésére, ahol a színházak megállás nélkül játsszák a klasszikusokat, ahol csoportokban vezetnek végig a látogatókat a múzeumokban, magától értetődő, hogy az emberek magukévá teszik a kultúrát, nem úgy, mint azokban a Nyugati országokban, ahol a klasszikusoknak kell felemelni halk hangjukat a bűnözés, a szex-el teli sajtó, a rádió és a televízió és a csak rémtörténeteket kínáló filmek ellen. Szerettem volna, ha Fekete úr részleteiben is tárgyalta volna ezeket a pontokat.” (Amit Gábor Dénes nem tudhatott, és amit Fekete biztosan tudott, de nem mondhatott, hogy a klasszikus kultúrához menekült mindenki a szocialista realizmus rettenetes hazai termékei, a rémisztő szovjet filmek kötelező megtekintése és az irodalomnak nem is nevezhető szovjet irományok olvasása elől.) Ennek ellenére Beöthy úgy véli, hogy meg

kell védenie Feketét, és egyben a helyi viszonyokat is. Bár el lehetne tűnődni azon, hogy a politikai nyomás hogyan és mikor alakul át személyes véleménynyé. Beöthy végül megtalálta a megoldást. Azzal a lehetőséggel közölte Gábor recenzióját az NHQ-ban, hogy az ilyen kihívásokat el kell fogadni, és ezzel kell meghonosítani a tudományos vitát.

A hatvanas években Gábor még egyszer szerepel a lapban a 25. jubileumi számot köszöntő külföldi tudósok között. Beszámol a szegénység elleni harc kilátásairól, és kissé visszafogottabban, kevesebb lendülettel megállapítja, hogy „az emberi természet alapvetően irracionális volta miatt nem illik bele egy boldog, derűs világba.” (Gábor, 1967) A „nagy magyar optimista” hallgatásba vonul vissza, pontosabban egy másik, szintén fontosnak tartott terv megvalósítását veszi célba. Hazalátogatna az MTA meghívására mint az MTA vendége. Ehhez is ki kell azonban építeni a megfelelő kapcsolatokat, magánkezdeményezéssel és az MVSZ-en keresztül. Ez meg is történik.

Beszélgetés a Magyar Hírekben

A látogatás 1962 augusztusában zajlott le, négy nap Budapesten, és négy nap egy Balaton mellé szervezett konferencián. Az MVSZ székházában találkozott Gábor Dénes és Beöthy. A találkozóra Beöthy meghívta Szántó Miklóst is. Szántó színesen írja le összeismerkedésüket: „Alacsony, vékony férfi érkezett, csipetős szemüvege mögül átható pillantású szürke szemek mértek fel minket. Jóízű volt a beszélgetés, szikrázóan okos, pontosan formált, idegen zöngé nélküli magyar mondatok, izgalmas gondolatok a változó világról, villanó kérdések az ország állapotáról, amelyek nem tűrték a mellébeszélést. Nagy élmény volt az eszmecsere.” Szántó, aki

a *Magyar Hírek* szerkesztője volt, felkérte Gábort, hogy adjon interjút a lap számára. Különös játéka ez a sorsnak: Gábor Dénes az otthoni kollégáknak – és egyben az értő magyar nagyközönségnek – szeretne volna tanulmányát olvasásra, megvitatásra magyar nyelven átnyújtani. Helyette, amit minden különösebb gond nélkül meg lehetett szervezni, az az emigráns magyaroknak szólt. Két nagy interjú: Ignótus Pál révén az *Irodalmi Újság*-ban, Szántó gondozásában pedig a *Magyar Hírekben*.

Az MVSZ-interjú 1962 őszén, a lap október 15-i számában jelent meg *Gábor Dénes professzor Budapesten* címen (Szántó, 1962). A kérdező Szántó Miklós, aki azonnal belevágott a fő témába: mi Gábor Dénes tapasztalata a végbement fejlődésről, megfelel-e a valóság az olvasottaknak? A válasz egyszerű: a szinte mindenhol látható építkezések és restaurálási munkák Gábor érdeklődési körén kívül esnek, ezért nem is mond erről véleményt, amit viszont végtelenül izgalmasnak, újszerűnek lát, az a nagyszabású népnevelés, részben a kiterjesztett oktatás, részben a klasszikus kultúra elérhetőségének látványos megnövelése révén: „A múlt rendszer az ország legjobb koponyáit kényszerítette – vagy legalább hagyta – elmenni. Félt a saját értelmiségétől. Ezzel szemben mit tesz az új Magyarország? Hatalmas tömegeket, a nép széles rétegeit neveli értelmiséggé. És mindezt teszi úgy, hogy az egyetemeken tanítanak azok, akikre ugyanakkor égető szükség lenne az iparban, a tudományos intézetekben [...] Önöknél az egész nép tanul.” Nyilvánvaló az ellentmondás, de a probléma megoldása is ellentmondásos: a kiterjesztett oktatás/tanulás diplomás pincérek és fodrászok tucatjait fogja eredményezni? Hogy küzdenek meg ezzel a problémával? A tények felületes isme-

rete vagy háttérbe szorítása – mint például a több mint kétszáz ezer magyar menekült figyelembe vétele (a lakosság két százaléka!), akik 1956 után elhagyták az országot, és akiknek nagy hányada fiatal értelmiségi férfi volt, igazolja a társadalom részleges átszervezésének szükségességét anélkül, hogy a való okokat ki lehetne mondani. Néma rekviem egy generációért. Az interjú tetemes része a magyar irodalom egyedülállóan magas érzelmi és tartalmi hőfokáról szól, amit az, aki nem az ország határára belül él, még magababrá értékel, és hiányol. Szó esik még a békés együttélés szükségességéről, amiben Gábor Dénes régóta hisz, és amit a tudományos kutatás területén már részben megvalósultnak lát. Gábor levélben számol be Beöthynek az MVSZ-interjúról és budapesti tapasztalatairól: „De persze sok minden megváltozott és őszintén mondhatom, hogy nagyon imponált a munkátok. Különösen imponált a tudomány és a művészetek prioritása egy (nyugati szemmel nézve) még nagyon szegény országban. Ezt meg is mondtam őszintén a *Magyar hírekben* leadott interjúban.” A két interjún kívül Gábor Dénes egy rövidebb cikket is publikált, ismét Aczél Tamás közreműködésével, a Londonban megjelenő *Népszava* újságban *Európa jövője* címen, közvetlenül a lap megszűnése előtt (Gábor, 1963b, 1.). A Nyugaton élő magyarok nem panaszkodhattak, hogy egy eminens magyar tudósról a sajtó nem tájékoztatta őket.

Néma párbeszéd

A Gábor Dénes könyvével foglalkozó levelezés 1962 őszén kezdődik, közvetlenül magyarországi látogatása után. Bejelenti, hogy a könyv 1963 áprilisában jelenik meg, de ő küldet a kiadóval már most egy korrektúrát, hogy Beöthy és Boldizsár minél hamarabb el tud-

ja olvasni, és véleményét megmondani. A korrektúrát a kiadó novemberben el is küldi. Utána minden egyes levélben felmerülnek a könyvvel kapcsolatos kérdések: Megkapták a korrektúrát? Elolvasták? Mit mondanak róla? Majd amikor megjelent: Megkapták a tiszteletpéldányokat? Elolvasták? Mi a véleményük? Meg lehetne jelentetni otthon is? Mit kellene ehhez megváltoztatni a szövegben? A könyv hamarosan megjelent az USA-ban is, több nyelven: németül, franciául, hollandul. Lehet reménykedni, hogy megjelenik magyarul is? A könyv nagy sikert aratott, még a Szovjetunióban is. És Magyarországon? A levelek udvariasak, időnként, más témáról beszélve, baráti hangot ütnek meg. Még ma is nehéz érelemmentesen olvasni a sorok között feszülő, de ki nem mondott számonkérést. Csak azt lehet érezni, hogy Gábor kérdései azért záporoztak Beöthyre, mert választ – bármilyen választ – nem kapott. 1964 után megritkulnak a levelek. A következő években Gábor még szervezi Beöthy angliai látogatását, majd bejelenti, hogy 1967-ben nyugdíjba vonul. A gyűjteményben található utolsó levélben, két évvel később az MVSZ titkárnőjét értesíti olaszországi címükről. Szántó Miklós életrajzi írásából még azt is megtudjuk, hogy Beöthyt leváltották az MVSZ-nél betöltött főtisztviselői állásából. Szántó szomorúan jegyzi meg, hogy olyan higgadt, elegáns, könnyedén csevegő, művelt embert, mint amilyen Beöthy volt, nehezen fognak találni. Gábor Dénes viszont 1971-ben elnyerte a fizikai Nobel-díjat.

Némi örömré okot adó epilógus

Ha az egyik legrangosabb kitüntetés, mint a Nobel-díjat, kapja meg egy hazánkfia, joggal feltételezhető, hogy a nemzeti büszkeséggel arányosan nő a kitüntetett renoméja.

Azt is fel lehet tételezni, hogy munkásságát, még ha nem is kapcsolódik a díjazás szakterületéhez, sokan és azonnal meg szeretnék ismerni. Gábor Dénes körül azonban a Nobel-díj átadása után sem tolongtak a magyar kiadók, hogy legalább az első könyve – a *Találjuk fel a jövőt!* – elérhető legyen magyarul a tudós tisztelői számára. (Bár Gábor megjegyzi, hogy akadémikus barátai Magyarországon mind azt állították, hogy könyvét már elolvasták.) 2001 előtt csupán válogatott tanulmányainak kötete jelent meg és az is csak 1976-ban.

Így aránytalanul kevés – mondhatnánk nem is létező – a könyv korabeli ismertetése magyarul. Nemcsak azért, mert a könyv otthon nem létezett, hanem azért is, mert ha valaki mégis megszerzett egy példányt, veszélyes lett volna írni róla – a kritika a kultúrpolitika három T-je közül mindenképpen a „tiltott” kategóriába lett besorolva. Így ismét Aczél Tamásra kell hivatkoznunk, aki a könyv megjelenése után az *Irodalmi Ujságban* terjedelmes recenziót közölt róla. Aczél a könyvben, sőt magában a szerzőben is kettősséget fedezett fel, mely egyrészt a vitathatatlan tényekkel foglalkozó tudós, másrészt a tudós lelke mélyén szunnyadó látnok, és a látomást szavakba öntő költő között feszül. Mint írja: „A tudományos gondolat mélysége elvegyül költői magasságával”, vagy másutt: „A könyv legnagyobb érdeme, hogy „a tudás a költészettel párosul benne, a vágyak a képzelettel.” Kissé konkrétan: Gábor Dénes „megkísérli, hogy az atombomba árnyékából fénycsóvát vessen a jövőbe.” (Aczél, 1963, 9.)

Örömtelibb az elismerés és tiszteletadás, amiben Gábor Dénes emléke a rendszerváltás óta részesül. Nem sorolva fel ünnepségek keretében leleplezett szobrait, nem említve a róla elnevezett utcákat és épületeket, itt most

csak a két legfontosabb létesítményt hoznám fel példának – az egyiknek elnevezése, a másiknak tevékenysége fűződik hozzá. A Gábor Dénes Főiskolát a Gábor Dénesre jellemző elgondolás és akarat hozta létre. Az angol Open University mintájára felállított informatikai távoktatási intézmény lehetővé tette diákjainak, hogy napi munkájuk mellett magas szintű szaktudást szerezzenek. Működésének csúcspontján tizenhatezer hallgatója volt. A merészen újszerű elképzelést és annak határozott, keménykezű megvalósítását Gábor Dénes bizonyára nagyra értékelte volna.

A másik, Gábor Dénes emléket ápoló létesítmény a Novofer Alapítvány, melynek egyik fő célkitűzése az innováció jelentőségének elismertetése. A díjazott feltalálók és találmányok hazai és nemzetközi versenyeken is publicitást kapnak a bemutatkozásra és a továbbfejlesztésre. Gábor Dénes a Novofer Alapítvány könyvkiadói programjában is szerepel: 2001-ben végre letették az asztalra a *Találjuk fel a jövőt!* kötetet. 2000-ben, Gábor Dénes születésének centenáriumi ünnepélyén pedig fel lehetett mérni azt az elismerést, amellyel a magyar műszaki értelmiség Gábor Dénes felé fordult. Mint ahogy el kellene ismerni a humán tudományok művelőinek is, hiszen élete utolsó húsz évében Gábor Dénes szinte látnoki erővel vázolta fel az emberiség fennmaradásáért szükségszerűen megteendő utat. Ideje volt, hogy szava ne a pusztába kiáltó szó maradjon, még akkor sem,

ha az a „prófeta” szava, bár a szállóige szerint „senki sem lehet próféta a saját hazájában.”

A könyv előszavát Bendzsel Miklós írta *Az írástudók felelőssége* címen, értő és megértő szellemben, pár oldalon éreztetve Gábor Dénes határokat nem ismerő, teremtmény gondolatait. Zárjuk tehát ezt a kissé szokatlan könyvismertetést Bendzsel Miklós szavaival: „Nem kell – s helyenként nem lehet – minden premisszát elfogadni és minden következtetéssel, vagy gyógy módnak vagy kiútnak vélt, felkínált megoldással egyetérteni. Az elmúlt négy évtized bizonyosságai pedig semmit sem gyengítenek a felelős problémamegoldó magatartás hitelességén, a jövőtudatos gondolkodó önkorlátozásig jutó kitérésének erején. A figyelmes olvasó az ezredforduló után is feltűnő érvényességű elemzéseket találhat a világrendszer fenyegető, vagy egy-egy nemzetgazdaságot vagy társadalmat alapjaiban befolyásoló jelenségekről – a gyökeres változások ellenére nem az általánosság, hanem az értő kritikai jellemzés szintjén [...] Elkötelezett megszálloottság, látnoki egyszerűsítések jellemzik a kötet utolsó fejezeteit. Új felelősségtudatot kér számon, egyszersmind ragyogó példáját adva aktív élete utolsó évtizedében ennek a tudatos és résztvevő, s nem részvételtjes magatartásnak.” (Bendzsel, 2001)

Kulcsszavak: *utópiák, elektronikus forradalom, ember és gép, két kultúra, elit társadalom, atomháború, Gábor Dénes*

IRODALOM

- Allibone, Thomas Edward (1980): Dennis Gabor 1900–1979. In: *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 26. 107–147. Magyarul: *Gábor Dénes*. (2000) Novofer Alapítvány, Budapest
 Aczél Tamás (1963): A feltalált jövő. *Irodalmi Ujság*, dec. 15.
 Bendzsel Miklós (2001): Az írástudók felelőssége. In:

- Gábor Dénes: *Találjuk fel a jövőt!* In: Bendzsel Miklós: *Az írástudók felelőssége*. Novofer Alapítvány, Budapest
 Gabor, Dennis [Gábor Dénes] (1960): *Inventing the Future*. Encounter, London, 14 May. 3–16. • <http://www.unz.org/Pub/Encounter-1960may-00003>
 Gábor Dénes (1961): The New “trahison des clercs”. *NHQ*, 2, 2, 59–60.

Gabor, Dennis [Gábor Dénes] (1963a): *Inventing the Future*. Secker & Warburg, London
 Gábor Dénes (1963b): Európa jövője. *Népszava* (London). nov. 25. 1.
 Gábor Dénes (1967): Number 25, Silver Jubilee. *NHQ*, 7, 25, 6.
 Gábor Dénes (2000): *Tudományos, műszaki és társadalmi innovációk*. OMIKK, Budapest
 Gábor Dénes (2001): Találjuk fel a jövőt! In: Bendzsel Miklós: *Az írástudók felelőssége*. Novofer Alapítvány, Budapest
 Ignóus Pál (1960): Beszélgetés a tudományról Gábor Dénessel. *Irodalmi Újság*, nov. 15.

Snow, C. P. (1959): *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. Cambridge University Press, New York
 • http://sciencepolicy.colorado.edu/students/envs_5110/snow_1959.pdf
 Szántó Miklós (1962): Gábor Dénes professzor Budapesten. *Magyar Hírek*, okt. 15.
 Szántó Miklós (2006): *Életutam hét rendszerváltáson át*. Glória–Indiana University Research Institute for Inner Asian Studies, Budapest–Bloomington, Indiana
 Imperial College Archives (ICA): Dennis Gabor Collection.
 Magyar Tudományos Akadémia Könyvtára (MTAK): Magyarok Világsvetése. Gyűjtemény MS 5468.



AZ EMBER ÉS CSALÁDJA A MÉRTÉKEGYSÉG MÖGÖTT 200 ÉVE SZÜLETETT ANDERS JONAS ÅNGSTRÖM

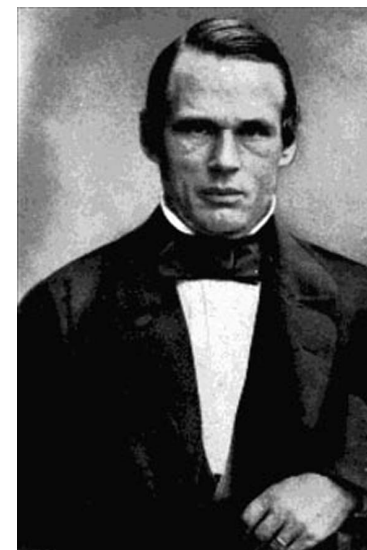
Tarczay György

PhD, egyetemi docens,
 Eötvös Loránd Tudományegyetem Kémiai Intézet
tarczay@chem.elte.hu

Arthur Schawlow, aki 1981-ben lézerspektroszkópiai fejlesztésekért vehette át a fizikai Nobel-díjat, Nobel-előadását ezekkel a mondatokkal kezdte: „A tudományos színképelemzés tulajdonképpen Svédországban, Uppsalában született, ahol 1853-ban *Anders Ångström* megmutatta, hogy az elektromos kisülés spektrumvonalainak egy része az elektródokhoz, más részük az elektródok közötti gázhoz tartozik. Korábban *Joseph Fraunhofer* már feltérképezte a Nap spektrumának sötét vonalait, és megmérte ezek hullámhosszát. Azonban Ångström volt az első, aki a vonalak egy részét adott anyagok szikrakisülésben kibocsátott fényes vonalaival azonosította. Legfontosabb ezek közül a hidrogén vörös vonala volt, amelyet ma H α -ként ismerünk. A rákövetkező években Ångström a hidrogénnek a látható színképtartományba eső több vonalát is megfigyelte, és pontosan megmérte ezek hullámhosszát.”

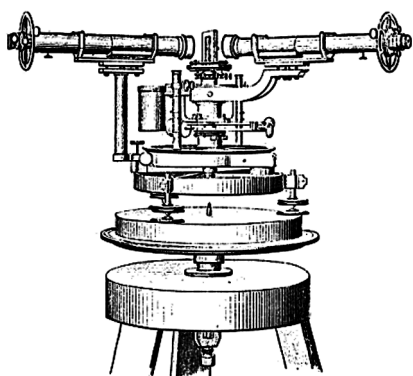
A spektroszkópia tudományának születéséhez *Isaac Newton*tól *Gerhard Herzberg*ig sokan járultak hozzá, ezek közül az egyik legmeghatározóbb és legkiemelkedőbb tudós

Anders Jonas Ångström volt, akinek nemcsak a kutatásai kapcsolódnak a Naphoz, de már születése is: augusztus 13-án, néhány nappal az 1814-es, Európában is észlelhető napfogyatkozás után született a svédországi Medelpad tartományban, Lögdöben (*1. kép*). Jómódú, felsőosztálybeli család tagjaként, nehézségek



1. kép • Anders Jonas Ångström (1814–1874)

nélkül kezdhette meg fizikai és csillagászati tanulmányait az Uppsalai Egyetemen. 1839-ben már az egyetem docense, majd a Stockholmi Csillagvizsgálóban 1842-ben szerzett csillagászati gyakorlata után 1843-tól az *Anders Celsius* által alapított Uppsalai Csillagvizsgáló észlelőjeként is dolgozott. Már ebben az időben elkezdte a földmágnességgel kapcsolatos kutatásait, Svédországban számos helyen mérte a mágneses tér nagyságát és irányát. Később a svéd *Eugénie* fregatt 1851-1853-as földkörüli útján gyűjtött mágneses adatok kiértékelésével bízta meg a Stockholmi Királyi Tudományos Akadémia. A hővezetés mérésére új módszert dolgozott ki, és kimutatta, hogy a hővezetés és az elektromos vezetés között összefüggés van. 1858-tól haláláig, 1874-ig, *Adolph Ferdinand Svanberg* utódjaként vezette az Uppsalai Egyetem Fizika Tanszékét. A Svéd Királyi Tudományos Akadémián és az Uppsalai Királyi Tudományos Társaságon kívül a londoni Királyi Természettudományos Társaság is tagjává választotta. Utóbbi 1872-ben Rumford-éremmel tüntette ki. Tiszteletére a Hold egyik krátere is a nevét viseli.



2. kép • Anders Jonas Ångström spektrométerének ábrája a *Recherches sur le spectre solaire* első oldalainak egyikén

Bár a mágnesség és a hővezetés területén elért eredményei is figyelemre méltóak, ahogy az Schawlow Nobel-előadásából is kiderült, életművében kiemelkedő jelentőségű a spektroszkópia tudományának megalapozása. A Svéd Királyi Tudományos Akadémián, 1853-ban *Optiska Undersökningar* (Optikai kutatások) címmel számolt be az első spektroszkópiai vizsgálatairól. Ekkor mutatta be azt a már fent említett eredményt, hogy az elektromos kisülés spektruma az elektród és a gáz spektrumának kombinációja. Ennek az előadásnak még fontosabb, az Euler-féle rezonanciaelméletből levont megállapítása az volt, hogy egy forró gáz pontosan olyan hullámhosszon tud sugározni, mint amilyen hullámhosszon elnyel az adott gáz, ha lehül. Ezzel megelőzte *Gustav Kirchhoff*t is, aki később ezt a megfigyelést a termikus sugárzási törvényében írta le.

1861-től egyre többet foglalkozott a Nap spektrumával. 1862-ben megállapította, hogy a Nap spektrumában – más elemek mellett – kimutatható a hidrogén is (2. kép). 1868-ban publikálta a Nap spektrumának atlaszát, a *Recherches sur le spectre solaire*-t, amelyben több mint ezer színekponton hullámhosszát közli a látható spektrumtartományban. Külön jelentőséggel bír, hogy kortársaival, például *Robert Bunsennel* és *Kirchhoffal* ellentétben nem relatív, hanem abszolút hosszúságskálán, 10^{-10} m egységekben kifejezve adta meg az értékeket. Ångström méréseihez hosszúság-etalont használt, sőt utólag még az általa használt etalonnak a párizsi hosszúság-etalonhoz viszonyított eltéréseivel is korrigálta mérési adatait. Később a meteorológus *Henri Tresca* mutatott rá, hogy a korrigált értékek pontatlanabbak, mint a korrigálatlan hullámhossz-értékek, így 1–2 ezreléknyi hibával terheltek az adatai. Ezzel együtt közel két évtizedig ez

az atlasz szolgált a legpontosabb és a legteljesebb referenciaként a Nap spektrumáról.

A XX. sz. első felében a hosszúság mértékegysége még a párizsi etalonhoz volt kötve, a spektroszkópiai mérésekhez pedig ennél pontosabb egységre volt szükség. Ezért 1907-ben a Nemzetközi Csillagászati Unió a kadmium vörös vonala levegőben mérhető hullámhosszértékének $1/6438,46963$ részeként definiálta az *ångström* (Å) egységet. Ezt az egységet vette át 1927-ben a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal is. Az ångström egység definícióját csak 1960-ban változtatták „vissza” a 10^{-10} m-re, amikor magát a métert is a ^{86}Kr egyik spektroszkópiai átmenetéhez kötötték. (1983 óta a méter egyezményesen az a távolság, amit a fény a másodperc $1/299\,792\,458$ része alatt tesz meg vákuumban.) Bár az ångström nem SI-rendszerbeli mértékegység, és a spektroszkópia területéről egyre inkább kiszorult, a molekulamodellezés, krisztallográfia és szerkezeti biológia területén ma is ez a leggyakrabban használt hosszúság-egység.

Anders Jonas Ångström mérései a modern atomszerkezet és a kvantumfizika alapjai szempontjából is meghatározónak bizonyultak. A hidrogénatom látható színekpartományban megjelenő négy vonalának általa közölt hullámszámai 1885-ben egy svájci matematikus és középiskolai tanár, *Johann Jakob Balmer* talált matematikai kifejezést, amely egy empirikus állandó segítségével mind a négy spektrumvonal hullámhosszát megadja. A Balmer-féle képlet ismerete nélkül 1888-ban *Johannes Rydberg* hasonló, de általánosabb képletet írt fel, amely a hidrogénatom látható színekpartományon kívül eső vonalaira is érvényes. A két képlet jelentősége abban rejlik, hogy ezekben egész számok is megjelentek. Az empirikus képletek végül 1913-ban nyertek mélyebb értelmet, amikor



3. kép • Knut Johan Ångström (1857–1910)

Niels Bohr posztulátumaiból kiindulva, alapvető klasszikus fizikai összefüggésekből levezette azokat. A képletekben megjelenő egész számokat a kvantummechanikai atommodellben a főkvantumszámokkal azonosítjuk.

Anders Jonas Ångström vizsgálta először a *sarki fény* spektrumát. Megállapította, hogy a – ma az ő nevén is emlegetett – sárgászöld fényt az akkori elképzeléssel ellentétben nem a napfény jégszemcséken való szóródása okozza, hanem a légköri oxigén emissziójához köthető. Azt viszont tévesen gondolta, hogy az állatövi fény is ugyanezzel a jelenséggel magyarázható.

A Nap közvetlen sugárzásának mérésére új eszközt fejlesztett ki, a *pirheliométert*. E készülék elektromos változatát fia, *Knut Johan Ångström* (1857–1910) fejlesztette tovább (3. kép). Knut Ångström szintén az Uppsalai Egyetemen kezdett fizikusnak tanulni, majd rövid strassburgi tanulmányút után ugyanitt doktorált le. Doktorátusának megszerzése után rövid ideig a Stockholmi Egyetemen oktatott, majd visszatért Uppsalába, ahol a fizika professzorának nevezték ki. 1893-ban a Svéd Királyi Tudományos Akadémia tagja lett. A pirheliométer továbbfejlesztése mellett ő is

kidolgozott egy új műszert, a légkör (vagy a földfelszín) visszavert infravörös sugárzásának mérésére alkalmas *pirgeometert*.

Az Ångström család tudománytörténeti szereplése azonban Knut Ångströmmel sem fejeződött be! Fia, *Anders Knutsson Ångström* (1888–1981) érdeklődését apjához és nagyapjához hasonlóan a fizika és azon belül is a légkörfizika és a napsugárzás keltette fel (4. kép). Édesapja segédjeként kezdett el dolgozni az Uppsalai Egyetemen. Apja halála után, alkalmazás reményében, a kor híres asztrofizikusának, *Charles Greeley Abbot*nak írt levelet. Abbot felajánlotta neki, hogy csatlakozzon algériai expedíciójához. Az expedíció után követte Abbotot az Amerikai Egyesült Államokba, ahol a Cornell Egyetemen folytatta kutatásait. Mind az algériai, mind az amerikai vizsgálataiban az apja által kifejlesztett sugármérő műszereket használta. Elsők között vizsgálta és számította a CO₂ sugárzási mérlegben betöltött szerepét. 1916-ban tért vissza Svédországba, amikor az Uppsalai Egyetemen megvédte doktori munkáját. 1919-ben állást kapott a Svéd Meteorológiai és Hidrológiai Intézetben, ahol 1949-től 1955-ös nyugdíjazásáig az intézet igazgatójaként dolgozott, 1948-ban pedig ő is tagja lett a Svéd Királyi Tudományos Akadémiának. Svédországban is leginkább a napsugárzás sugárzási mérlegével, valamint ennek a klímával kapcsolatos összefüggéseivel foglalkozott. Vizsgálta az aeroszolok optikai mélységének függését a hullámhossztól. A

$$\tau_{\lambda}/\tau_{\lambda_0} = (\lambda/\lambda_0)^{-\alpha}$$

egyenletben, ahol az α kitevőt, amely az



4. kép • Anders Knutsson Ångström (1888–1981)

aeroszolrészecskék átlagos méretével fordítottan arányos, ma is *Ångström-exponensnek* nevezik. (Az egyenletben a λ_0 és t_{λ_0} referenciahullámhossz, illetve a referencia-hullámhosszon mérhető optikai mélység, míg λ és t_{λ} egy tetszőleges hullámhossz és az ezen a hullámhosszon mérhető optikai mélység.) Nem meglepő módon ő is továbbfejlesztette apja és nagyapja sugármérő műszereit; kifejlesztette a piranometert, az első műszert, amely széles színképtartományban szolgál a direkt és a szórt fény együttes, pontos mérésére.

Anders Knutsson Ångström 1981-ben, abban az évben hunyt el, amelyikben Schawlow a Nobel-előadását azzal nyitotta, hogy a spektroszkópia születése Uppsalához és Anders Jonas Ångström nevéhez köthető.

Kulcsszavak: *Ångström, tudománytörténet, spektroszkópia, Nap színképe, hidrogénatom, hosszúság mértékegysége, sugárzási mérleg, sarki fény*

IRODALOM

- Angelo, Joseph A., Jr (2006): *Encyclopedia of Space and Astronomy*. (Facts on File Science Library). Facts on File, New York
- Ångström, Anders Jonas (1853): *Optiska undersökningar*. Svenska Vetenskapakademien
- Ångström, Anders Jonas (1855): Optical Researches. *Philosophical Magazine and Journal of Science*. 9, 327–341. • http://books.google.hu/books?id=mnHuFdVoKNIC&printsec=frontcover&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q=optical&f=false
- Ångström, Anders Jonas (1855): Optische Untersuchungen. *Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie*. 94, 141–164. • <http://books.google.hu/books?id=wR4AAAAAMAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q=optische&f=false>
- Ångström, Anders Jonas (1868): *Recherches sur le spectre solaire*. W. Schultz, Uppsala • <https://archive.org/details/recherchessurleonggoog>
- Ångström, Anders Knutsson (1929): On the Atmospheric Transmission of Sun Radiation and on the Dust in the Air. *Geografiska Annaler*. 12, 130–159. • https://www.researchgate.net/publication/235289311_On_the_Atmospheric_Transmission_of_Sun_Radiation_and_on_Dust_in_the_Air
- Balmer, Johann Jakob (1885): Notiz über die Spectrallinien des Wasserstoffs. *Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie*. 261, 80–87. • <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15268j.image.langEN.r=Annalen%20der%20Physik.swf>
- Beckman, Olof (1997): *Ångström, Father and Son*. Uppsala University
- Bohr, Niels (1913): On the Constitution of Atoms and Molecules, Part I. *Philosophical Magazine*. 26, 1–24. • <http://web.ihep.su/dbserve/compas/src/bohr13/eng.pdf>

- Bohr, Niels (1913): On the Constitution of Atoms and Molecules, Part II. Systems Containing Only a Single Nucleus. *Philosophical Magazine*. 26, 476–502. • http://www.fisica.ufpb.br/~jgallas/CURSOS/Estrutura02/bohr_part02_PMI1913_14786441308634993.pdf
- Bohr, Niels (1913): On the Constitution of Atoms and Molecules, Part III. Systems Containing Several Nuclei. *Philosophical Magazine*. 26, 857–875. • <http://www.nba.nbi.dk/pdf/files/trilogypart3.pdf>
- Bohr, Niels (1914): The Spectra of Helium and Hydrogen. *Nature*. 92, 231–232. DOI:10.1038/092231do
- Fraunhofer, Joseph (1817): Bestimmung des Brechungs- und des Farbenzerstreungs-Vermögens verschiedener Glasarten, in Bezug auf die Vervollkommenung achromatischer Fernrohre. *Gilbert's Annalen der Physik*. 56, 264–313. • <http://books.google.hu/books?id=fYAUQAAMAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Kirchhoff, Gustav Robert (1860): Ueber das Verhältniss zwischen dem Emissionsvermögen und dem Absorptionsvermögen der Körper für Wärme und Licht. *Annalen der Physik und Chemie*. 109, 275–301. DOI: 10.1002/andp.18601850205 • <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/andp.18601850205/pdf>
- Rydberg, Johannes R. (1890): On the Structure of the Line-spectra of the Chemical Elements. *Philosophical Magazine*. Series 5, 29, 331–337.
- Schawlow, Arthur L. (1982): Spectroscopy in a New Light. *Reviews of Modern Physics*. 54, 694–709. • http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1981/schawlow-lecture.pdf
- URL: WMO (World Meteorological Organization) Bulletin Interviews: *Interview With Dr Anders K. Ångström*. 1982. április. • http://www.wmo.int/pages/publications/bulletin_en/interviews/angstrom_en.html

A BUDAVÁRI BARLANGPINCÉK KIALAKÍTÁSÁNAK OKA A 13. SZÁZADI (ELSŐ) TELEKOSZTÁS TÜKRÉBEN, ÉS EGY EDDIG ISMERETLEN SZIKLAÜREG ISMERTETÉSE

Szabó Balázs

okl. építőmérnök, okl. mérnöktanár,
Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Mechanika és Tartószerkezetek Szakcsoport
szabobalazs1980@gmail.com

Előzmények

Kutatómunkám során célom volt, hogy a Várban ma is megtalálható, nagy kiterjedésű üregrendszer az utcavonalakhoz, telekkiosztáshoz és a telkek beépítéséhez viszonyítva bemutassam, illetve a kialakulásukat, kialakításukat az eddig megismert adatok alapján vázoljam. Az üregek és a szinte minden üregnél jelen lévő aknák, kürtők, illetve néhány helyen jelen lévő kutak létrehozásának okát tekintve ma már nagy valószínűséggel megbízható információval rendelkezünk. A barlangpincék történelem során betöltött funkcióit is bemutatom. Továbbá a föld alatti üregek, kutak, kürtők kutatása közben a budai Vár (város) alapítás korabeli telek- és utcakiosztásának fontos részletei világosodtak meg. Ehhez igyekeztem minél több új, pontos adattal szolgálni a további kutatásokhoz.

Megfigyeléseim és a térképi adatok egy rajzon való egyesítése után felmerült a kérdés, hogy ezek a földalatti helyiségek tényleg

természetes képződmények-e, mivel egymáshoz és az első telekosztáshoz (pontosabban utcavonalhoz) viszonyított igen rendezett elhelyezkedésük kételyeket vet fel.

Városalapítás

Okleveles adatokból ismert, hogy IV. Béla király az első tatárjárás után a városalapítást a hegytetőre rendelte el, mivel felismerte, hogy a tatárok magaslati erődöket képtelenek bevenni. Tehát teljesen mesterségesen, néhány év alatt (valószínűleg 1243–55 között), igen gyorsan, tervszerűen építették fel a várfalakat, és osztották ki a telkeket (Végh, 2006a). Azért választhatták ezt a hegyet, mert nagyméretű, szinte vízszintes platója volt, az éltető víz a hegy belsejében rendelkezésre állt, és akkoriiban a támadóerővel fejletlensége miatt a környező hegyekről lövetése nem volt lehetséges (Szabó, 2010).

Az eddigi kutatások alapján a várplató közel sík, de nem vízszintes területét a legtöbb helyen egységes utcaszélességekkel, és ahol ez

lehetséges volt, egységes telekméretekkkel parcellázták, majd építették be. Ezt a jelen tanulmányban is megerősítem. Viszont a barlangpincék, aknák, kürtők és kutak egymáshoz való viszonya, így többek között a telekhatárok pontos helye még számtalan kérdést vet fel.

Az üregek kialakulásának folyamata, régebbi ismereteink szerint

A hegy fő tömegét alkotó ún. budai márga tetején 4–10 méter vastag édesvízi mészkősziklaréteg található. Ez a mészkőpaplan védte meg a hegyet az időjárás hatásai miatti lepusztulástól.

A pincék, folyosók, üregek és legújabb kori óvóhelyek ma már több szintben helyezkednek el egymás alatt. Általában kettő, de van, ahol három vagy akár még több szint is található. Az első, épített pinceszint közvetlenül az épületek földszinti helyiségei alatt található, ezek téglá vagy kőboltozatos helyiségek. Felső részei – a mészkőpaplan felett elhelyezkedő – későbbi feltöltésű, ún. *kultúr-törmelék* szintjében vannak, de gyakran a magasan fekvő mészkőbe vésték bele. Aljaztuk átlagos mélysége a felszíntől 3–4 méter.

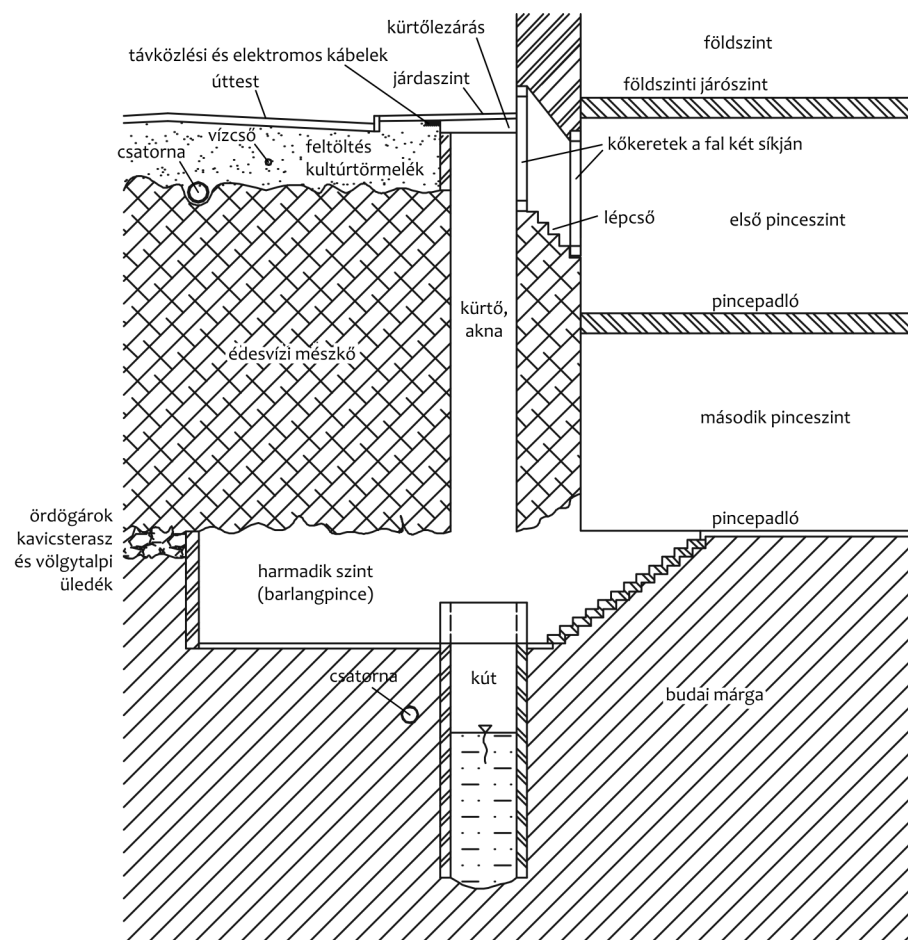
A második szint – mely néhány tucat helyen létezik –, már minden esetben sziklába vájtt, de mesterséges pince, dongaboltozattal fedve. Ezek közvetlenül az első szinten lévő pincék alatt vannak. Padlójuk átlagosan 5,5–8 méter mélységben van a felszíntől számítva. Ezeket úgy hozták létre, hogy az első nagy belmagasságú boltozatos pincéket egy újabb boltozattal két kis belmagasságú térre osztották fel. Ez jól látható a Hess András tér 3. pincéinek felmérési tervén is.

A harmadik szint maga a részben természetes barlangpince-rendszer, amely a márga- és mészkőpaplan határán helyezkedik el. Meny-

yezete szikla, oldalfala és járófelülete márga, de a legtöbb helyen már terméskő vagy téglafalazat és betonburkolat látható bennük. A barlangpincék mennyezete átlagosan 8 méter, padlózatuk pedig átlagosan 10 méter mélyen fekszik a felszíntől (1. ábra).

Az eddigi kutatási adatok alapján a barlangpincéket valószínűleg néhány száz év alatt alakították ki. A barlangpincék bizonyítottan már az 1400-as évek elején is megvoltak, sőt, azokat szisztematikusan, igényesen ki is építették. Erre bizonyíték a középkori oszlop (a Tárnok utca 5. alatt), és több helyen az azonos korból származó kőkeretes ajtók (ugyancsak a Tárnok utca 5. alatt és az Uri utca 10. alatt). Továbbá bizonyítja ezt egy 1412. augusztus 25-i oklevél (Magyar Országos Levéltár [MOL] DL 9937), amely szerint a Szent György templom előtt fekvő háznak három pincéje van, és abból az egyik barlangszerű, bortárolásra alkalmas (Gerevich, 1950).

Általánosan elfogadott hipotézis volt, hogy: „...a márga és a mészkő határán az abban az időben működő édesvízi források üregeket alakítottak ki. Körülbelül 760 évvel ezelőtt, az erdővel borított Várhegyre betelepülők nem sejtették, hogy mi is rejtőzik a lábuk alatt. A természetes üregek sorozata könnyítette meg a várbeli lakosok életét. A puha mésztufába vágott kutakat nem kellett sokáig mélyíteniük, mert csaknem minden ház alatt előbb-utóbb barlangra bukkantak. A természet adta ajándékot átalakították, kibővítették, az üregeket folyosókkal csatolták össze, a víztartalmú kavics- és márgarétegekbe kutakat mélyítettek. [...] A vári lakók ezeket az apró, kis belmagasságú üregeket tágitották a márga kitermelésével, amiket először csak terménytárolására, majd a kora középkortól lépcsőket építve óvóhelyeknek, búvóhelyeknek is használtak. [...] A belőlük nyert agyagos alapanyagot a budai kézműves-ipar



1. ábra • A szintek egymáshoz viszonyított helyzete. Általános metszet. (Rajzolta a szerző 2014-ben)

használta. Tűzvészekben és ostromokban igen jó szolgálatot tettek. [...] A legtöbb vári házhoz tartozott legalább egy ilyen kis üreg. Az 1723-as nagy budai tűzvész után ezekben a barlangokban vészték át a lakosok. Az 1800-as években, a budai hegyekben pusztító filoxérjárvány kipusztította a szőlőket és a bortárolási igény megszűnésével a barlangok ezután a feledés homályába veszttek, kalandorok, bűnözők tanyái lettek.” (a szerző saját leírásának részlete, Szabó 2010).

Tehát egyes nézetek szerint, a rendelkezésre álló adatok alapján a természetes ürege-

ket a lakók valószínűleg kútásás közben találták meg, és bővítették ki azokat.

Kutatásaim szerint a fenti leírás ma már módosításra szorul, melyet alább részletezek.

Természetes barlang vagy sziklapince?

A barlangpincét bejártam, és levéltári, tervtári és irattári anyagok, régészeti leírások feldolgozását is elvégeztem. Ezek alapján kiderült, hogy jelentősen több akna, kürtő van, mint amennyit eddig bárki állított. Ezek összesítése, összerajzolása után igen érdekes

konklúzió vonható le. Az első telekosztásra vonatkozó kutatási eredményeim a legtöbb esetben összhangban vannak Végh András régész kutatási eredményeivel, sok esetben ugyanazokra a megállapításokra jutottam, mint ő (Végh, 2009).

Már kutatásaim elején felfigyeltem arra a tényre, hogy a föld alatti üregekbe vezető kürtők, aknák (valószínűleg több helyen alattuk kutakkal) rendre az utcavonalban, a mai épületek homlokzata előtt a mai járdák alatt vannak. A nagyméretű üregek legtöbb esetben az utcák alatti területen, illetve kisebb részben a telek hátsó része alatt helyezkednek el. Az oda vezető, szinte minden esetben az utca tengelyre merőleges lépcsők pedig rendre 30 láb (5 öl), azaz átlagosan kb. 9,15 méterre találhatók egymástól, és alsó lépcsőfokuk minden esetben a homlokzati vonallal nagyjából egy függőleges síkban van.

Fontos megfigyelést tett Kadić Ottokár kb. az 1940-es években (Kadić, 1942). A „várhegyi-barlang” turisztikai feltárása és körbejárhatósága miatt egy új tárat építtetett. Ekkor talált a régi Elöljáróság épületének északnyugati sarka alatt egy olyan üreget, mely felül széles hasadéokban végződött és szeméttel volt tele, viszont lépcső és más bejárat nem vezetett le oda, és ugyancsak a felette lévő ház homlokzati vonalában volt. Tehát a telek kiosztás szerint „várható” helyén találták meg.

Viszont vitatott kérdés, hogy ezek az üregek mekkora részben természetes eredetűek, és mekkora részben mesterségesek. 2010-ben is folytak jogi indíttatású viták erről. Akkori megállapítások szerint az üregek kb. 75%-ban természetes eredetűek csak a sziklát (azaz a barlangok mennyezetét) tanulmányozva. Egyértelműen látszik a térképekről, hogy az üregek elhelyezkedése követi az utcák vonalát és a telekosztást. Egy sorban, egy vonal-

ban, egymástól ugyanakkora távolságra sorakoznak. Az nyilván nem lehetséges, hogy a barlangok a jóval későbbi, ember által kialakított telekosztás szerint alakultak volna ki...

Ennek tükrében felvetődik, hogy vajon mekkora részben lehetnek ezek természetesek és mekkorában mesterségesek?

Érdekes azon elgondolkozni, hogy a budai Vár alatti üregeket 1932 előtt semmilyen dokumentumban nem nevezték barlangnak. Pedig ha őseink jelentős méretű természetes üregeket találtak volna, akkor azokat biztos ezzel a főnévvel illették volna.

Teljesen egyértelmű, hogy hévíz által keletkezett oldásformák (a szikla alsó peremén lévő feltörő hévíz által kimosott kis, gömb lakú formák) vannak a barlangpincék mennyezetén, így kétségtelen ezek természetes kialakulása. Viszont megbízásaim során, statikusként a mennyezet kopogtatásos vizsgálata során több helyen is találtam olyan résszel, ahol az kongott, és leszedve az 1–2 cm vastag, vízszintes mészkőkérgyet, levegővel teli oldásformát találtam felette. Ilyet találtam többek között az Úri utca 16. előtti járda alatt. Ahol nem volt vékony mészkőréteg az alsó részén, ott a márgát kikapartam az oldásformából, mely nyilván azért volt benne, mivel a felülről érkező nyomás miatt az plasztikusan belenyomódott abba az időközben. Fontos megjegyezni, hogy ma már közismert: a Kiscelli Múzeum alatt elhelyezkedő geológiai képződményekhez hasonlóan a budai Várhegy is süllyed (Dulácska, 2010), mivel az agyagos márga tömörödik, illetve kinyomódik a mészkő alól a várplatók irányába.

A talált új oldásformák átmérője maximum 10–20 cm, térfogatuk legfeljebb 1–3 liter volt. Így feltételezésem szerint ekkora méretű, kis üregek lehettek eredetileg máshol is a Várhegyben. A mészkőpaplan alatti

márgát őseink fejthették ki. Ezt alátámasztja az a tény, hogy a mészkőlaplan alsó síkja a terület döntő részén szinte teljesen sík, oldásformák nincsenek bennük, és ezeken a helyeken is ugyanúgy vannak barlangpincék, mint máshol. Bár közettenilag a márgát a karbonátos kőzetek közé sorolják, mégis, barlang benne nem tud kialakulni, mivel kicsi a karbonáttartalma, így a főleg agyagból álló kőzet nem tud a vízben maradék nélkül oldódni (Leél-Őssy Szabolcs geológus szóbeli közlése, köszönet érte). Továbbá azért nem alakulhattak ki az agyagos márgában üregek, mivel huzamosabb terhelés után nagy alakváltozásokat szenved, és ha egy esetleges üregkioldódás történik, abba benyomul, kitölti azt, azaz beomlik. Tehát a Várban számtalan helyen voltak ilyen kisméretű gömbfülkék, de azokat csak ott találták meg az emberek, ahol kutatkat, aknákat, kürtöket mélyítettek, és a sziklapaplan alatti rétegeket kibányászták. Tehát nyilván még sok ilyen, 10–20 cm-es belvilágú kis oldásos üreg van a mészkőpaplan aljában, csak azok nem ismertek. Kadić azért nem írhatott róluk az óvóhelyi átépítések során, mert vagy keveset találtak, vagy azok belvilága jelentéktelen méretű volt, mivel a középkori emberek nem találták meg és nem bővítették ki a feküjüket lemélyítésével (e feltévéssel egyetért Leél-Őssy Szabolcs geológus is, és Dr. Török Ákos geológus sem zárja ki).

Tehát ezek a kisméretű gömbfülkék lehettek az eredeti „barlangméretek”. Sokszor bizony nem fért volna bele az ember, tehát nem érte el a barlangméretet (Ezzel a feltévéssel egyetért Leél-Őssy Szabolcs geológus is).

Mivel a magyar 1996. évi LIII. törvény 23. § (3) a) pontja alapján: „a barlang a földkéreg alkotó kőzetben kialakult olyan természetes üreg, melynek hossz tengelye meghaladja a

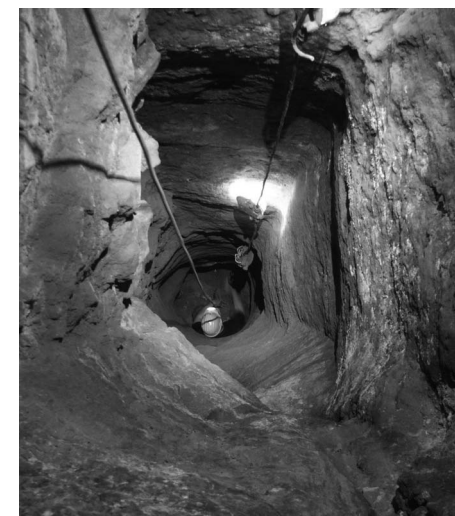
két métert és – jelenlegi vagy természetes ki-töltésének eltávolítása után – mérete egy ember számára lehetővé teszi a behatolást”. Így ma már a Vár alatti üregek jogilag barlangnak minősülnek, annak ellenére, hogy természetes formájukban nem voltak azok, és ma is mindössze oldásformákkal díszített mésztufa főtájuk természetes, egyéb részeik mesterségesek.

További adalék, hogy Kadić terjedelmes, már részben kiadott kéziratában (Székely, 2010), melyekben a II. világháború alatti munkálatait taglalja, egy szóval sem említi, hogy az üregek összekötése közben bárhol új üregre bukkantak volna. Ha nagyméretű természetes barlangok lennének a hegyben, akkor azok véletlenszerű elhelyezkedéséből fakadóan biztos, hogy néhányba befűrtak volna, hiszen mindegyik a sziklapaplan alsó síkjánál helyezkedik el, és azon a szinten alakították ki az átjárókat az akkor ismert üregek között.

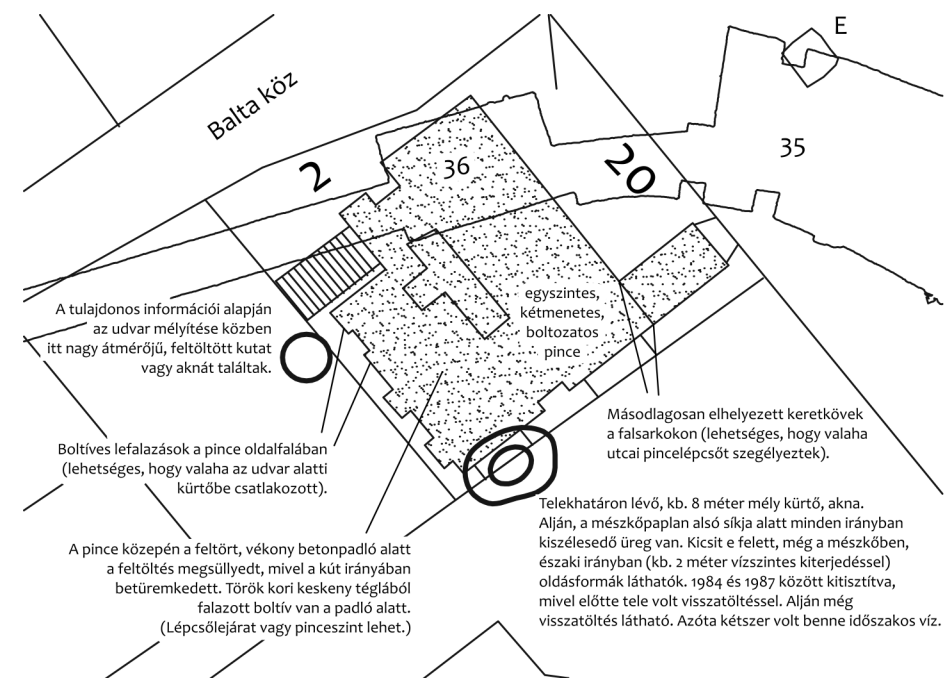
A Várhegyben elfeledett nagyméretű, már ember által jelentősen átalakított barlangpincék is lehetnek, melyekből hármat sikerült megtalálnom. A Dísz tér 7., a Dísz tér 4-5. alatti nagyobb méretű és a Tárnok utca 20. alatti kisebb üreget.

2013 őszén a Tárnok utcai út- és járdaburkolat építése és az épület csapadékvíz-elvezetése miatt felvettem a kapcsolatot a Tárnok utca 20. (egyben Balta köz 2.) tulajdonosával. A tulajdonos látva lelkesedésemet és a témában eddig végzet munkámat, úgy döntött, hogy megmutatja a háza alatti – általa már jól ismert – pincét és egy „kutat”, melynek alján üreg van. Egy olyan új sziklaüreget mutatott nekem, amely eddig semmilyen terven vagy térképen nem szerepelt. A család már régóta tudta, hogy a ház pincéjének délnyugati sarkában van egy betemetett „kút”. Tájékozottsága alapján családja 1984–87 között

ezt kitisztítottatta, és az alján, a mészkőszikla alatt, kb. 8 méteres mélységben minden irányba kiszélesedő sziklaüreget tártak fel. Ez valószínűleg már az XV. század óta fel volt töltve (2. és 3. ábra). Lépcsőlejárát a szikla-üregebe – eddigi adataink alapján – nem vezet, bár az akna melletti pinceszakasz padlója alatt a feltöltés megsüllyedt, és felbontása után alatta török kori, keskeny téglából falazott boltozatmaradványokat találtak, és fény derült az aknával való kapcsolatára. Minden jel arra utal, hogy ez nem kút, hanem akna, kürtő volt. Sajnos azt nem tudtuk megvizsgálni, hogy kút van-e a sziklaürege alján, mivel abban még vastag visszatöltés van. A tulajdonos továbbá beszámolt arról, hogy közvetlenül a ház udvari homlokzata mellett, a mai udvari pincelejárát mellett is létezett egy felül



2. ábra • A Tárnok utca 20. alatt megtalált, eddig ismeretlen sziklaürege (A szerző fényképfelvétele 2014 májusából)



3. ábra • A Tárnok utca 20. alatti üregek alaprajza (a Nagy Labirintus sematikusan feltüntetve) (rajzolta a szerző 2013/14-ben)

tégla falazatú akna, kürtő vagy kút, de ez is fel van töltve, és le van fedve. Talán ennek a része lehet a pincében a csatlakozó falban egy boltozatos elfalazás.

Amennyiben elfogadjuk a fenti feltevéseket, akkor egy érdekes kérdés vetődik fel. Bár nem egy időpontban történt – a kitermelt igen nagy mennyiségű (közelítőleg 40 000 m³) anyaggal mit kezdték, azt hova szállították, hova tették a régi emberek? E kérdésre igyekszem választ adni jelen tanulmány második részében.

Adataim és kutatásaim alapján valószínűsíthető, hogy a budai Vár alatti üregek sokkal kisebb arányban természetesek, mint mesterségesek. Döntő többségükben vájt üregekről van szó, de elképzelhető, hogy szinte teljes mértékben mesterségesek, mindössze a mészkő és a márga határán alakultak ki olyan képződmények, amelyek különleges természeti értéket képviselnek (például oldásformák, borsókövek stb.) Így ezeket a szakmai, tudományos pontosság kedvéért nem biztos, hogy barlangpincéknek, inkább sziklapincéknek kellene nevezni. E tanulmányban a történelmi folytonosság és a hatályos törvények értelmében továbbra is barlangpincéknek fogom ezeket hívni.

Megtervezett város

Az aknák, kürtők és – a szerintem nagyrészt mesterséges – barlangpincék, illetve az épületek alatti épített pincék elhelyezkedésének megértéséhez nélkülözhetetlen a vári telkek beépítési metodikájának ismertetése. Az alábbiakban röviden ezeket mutatom be.

A város (Vár) térképét szemlélőnek már első ránézésre az a benyomása, hogy az utcák, terek és telkek valamilyen egységes rendszert alkotnak. A hegy alakjához alkalmazkodó városszerkezet figyelhető meg. A beépíthető

terület szélességét a telkek és észak-dél irányú utcák szélessége határozta meg. A telkek és utcák lágyan ívelve követik a hegy legfelső rétegét képező mészkőpaplan szélét.

Tudomásunk szerint a városban csak egyszer (az alapításakor) volt telekosztás, a további telekfelosztások, telekösszevonások az eredeti állapot módosításai.

A barlangpincékkel kapcsolatos kutatómunkám során egységes telekosztási struktúrára jelei körvonalazódtak. Ez a mai telekszélességektől valamelyest eltér, de egyértelműen, rendre ugyanakkora telkek és utcaszélességek köszöntek vissza, amelyeken e tanulmány első részében említett módon rendezetten helyezkednek el az aknák, kürtők és barlangpincék.

A város alapításkori telekosztása

Az adatok alapján a következő telekosztás körvonalazódott:

Számtalan esetben bebizonyosodott a régészeti kutatások alapján, hogy az első városfalakat a mészkőpaplan szélére építették. Ezekről valószínűleg kötél- vagy zsinórméréssel (Bogdán, 1978, 50.), a falakkal közelítőleg párhuzamosan, azoktól közelítőleg ugyanakkora távolságra húzták meg az első telekhátárok vonalát (Végh, 2009, 40.). Ez a vonal egyben kijelölte az utcavonalat is. Majd felszerkesztve az utcaszélességet újabb párhuzamos vonallal kijelölték a szemközti, második teleksor határait. A második és harmadik teleksor között utcát nem alakítottak ki, mivel azok hátsó határai egybeestek.

A mai napig is számtalan 60 láb (10 öl, kb. 18,3 m) szélességű épület található a Várban. Az utcavonalat követve 18,3 méteres ugrásokkal kiserkesztettem a feltételezett első telekosztást. Ez szinte mindenhol egybeesett a tanulmány első részében részletezett homlokzati kürtőkkel és a barlangpincékbe levezető

lépcsőkkel. Teljesen egyértelműen kimutatható, hogy az összes vári telek első mérete 60 láb (10 öl, 18,3 m) volt. A Várban számtalan helyen még ma is ott találhatóak a telekhátárok, ahol azok az első telekosztáskor lehettek.

Az egységes telekosztást a Vár több területén részletesen vizsgáltam, és kiosztottam a feltételezett egységtelkeket. (Jelen tanulmány korlátozott terjedelme miatt a fenti területek részletes elemzését és bemutatását: Szabó, 2012.)

A szabványtelkek beépítésének folyamata

Gerevich László épületkutatásai során feltételezte, hogy az első épületek a tipikus 13. századi faluszerű beépítést követték. Tehát a telek egyik oldalára, közvetlenül a szomszédos telekhátárra és az utcafrontra építettek egy falusi házat az utcategelyre merőlegesen. (Esetünkben a falusi ház: egy helyiség széles, három helyiség hosszú, nyeregtetővel fedett, téglalap alaprajzú, földszintes épület.) (5. ábra alaprajzán lásd a jobb felső épületet) Ezt a feltevést alátámasztják a rendelkezésemre álló régészeti – a falak korának meghatározásával ellátott – alaprajzok (Gerevich 1950, 129. 2. kép [Országház utca 2. kutatása], 131. 3. kép [Országház utca 9. kutatása], 131. 3. kép [Fortuna utca 10. kutatása]). Ezt a beépítési struktúrát az országban számtalan helyen megfigyelhetjük a falvainkban. Gerevich nézetei megerősíthetők az aknák és föld alatti üregek elhelyezkedése alapján is.

Saját feltevésem szerint a vári lakók először az első épület közepével, bejáratával egy vonalban, az udvaron ástak kutakat (esetleg ciszternákat), hiszen ez volt a ház bejáratához a legközelebb a telken. Ez egy tipikusnak mondható kúthely, mivel – falvainkban – a mai napig is megfigyelhető, hogy a leggyakrabban ott vannak a kutak. Majd az első kutak helyén, a telek szemközti oldalán épült

új, szintén falusi házak nyilván lehetetlenné tették a kutak használatát, azokat nagyrészt betömték (ezért ma már a legtöbb esetben nem láthatóak), de újakra volt szükség.

Majd a két épület közötti területet is beépítették. A kapubejáró beboltozása során a meglévő épületfalak mellé újakat építettek, melyekbe könnyen ki tudtak alakítani esztétikus ülőfülkéket, bár ezek funkciója a mai napig is vitatott.)

Majd újabb szint épült a meglévő épületekre, a tető gerinciránya is kilencven fokkal elfordult. Előfordult olyan eset is, hogy nem pontosan a telek déli sarkára illesztették a második épületet, hanem egy kapubejárónyival északabbra, és így két épület és két kapubejáró alakult ki. Ez történhetett, ha már korán két részre osztották a telket (lásd Tárnok utca 1., illetve Dísz tér 7. és 6. épületpáros esetén).

Aknák, kürtők, üregek kialakításának oka, első funkciójuk

Ma is számtalan helyen jól megfigyelhető, hogy a telkek szélessége 60 láb (azaz 10 öl), kb. 18,3 méter, míg mélységük 120 láb (azaz 20 öl), kb. 36,6 méter. A *Budapest Régiségei*-ben megjelent tanulmány második felében részletesen elemzésre kerülő házsorok esetén (méréseim alapján) átlagosan kb. 0,305 méterre adódott egy láb és 1,83 méterre egy öl, melyet egyben rekonstrukciós méretnek is használtam.

Tehát az eredeti telekméret pontosan 200 négyszögöl volt. (Ezeket az adatokat Végh András [2009, 38.] szerzője is megerősíti.) Az épületek „tipikus” alaprajzi elrendezése a három traktus, azaz a fedett kapubejáró és annak két oldalán lévő egy-egy lakótér – a korábbi két falusias ház. További adatgyűjtéseim során egyértelműen körvonalazódott, hogy az utcai

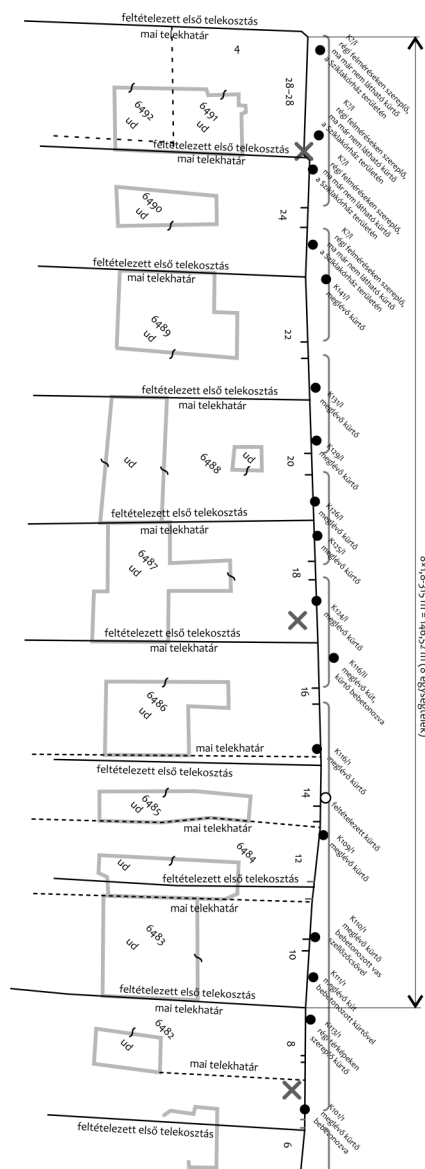
homlokzatok előtt lévő aknák, kürtők egymástól átlagosan 30 láb (5 öl, kb. 9,15 m) távolságra vannak.

Ha veszünk egy tipikus vári (60 láb, azaz 10 öl) széles telket (házat) a közép-re eső kapubejárójával és jobbra-balra eső két-két ablakával, akkor megfigyelhető, hogy a kürtők rendre közvetlenül a homlokzatok előtt az ablakok közötti falszakaszok közelében találhatók (4. ábra). Továbbá kürtők vannak a 120 láb (20 öl) mély telkek hosszának felénél, ott ahol az első épületek hátsó (udvar felőli) homlokzati falai végződnek. Ez a vonal egyben a belső udvar egyik határvonala is. (Lásd 5. ábra belső udvar felirat jobb oldalán lévő két kürtőt.) A barlangpincék a földszinti lakóterrel beépített területek alá általában nem nyúlnak. Végh András kutatásai alapján, már az 1500-as évek elején úgy néztek ki a tipikus házak, mint most. Az oklevelek alapján általa rajzolt épületalaprajzok megegyeztek az általam tipikusnak nevezett háromtraktusos épülettel (Végh, 2006a, 243.; Végh, 2006b, 62a., 62b. és 63. kép).

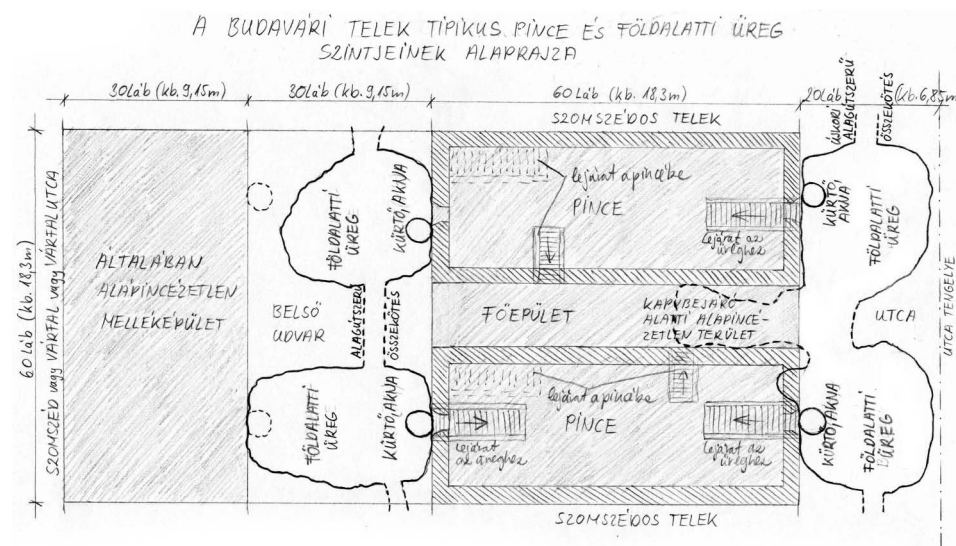
Ma már egy kísérletsorozat jóvoltából nagy valószínűséggel tudjuk, hogy az utcai homlokzatok előtti aknák, kürtők és a barlangpincék létrehozásának mi volt az oka.

Korábbi feltevésem szerint a kürtők bányászati aknák voltak, és alattuk az üreg a kitermelt alapanyagok megmaradt helye. A mészkövet és az agyagos márgát is építőanyagnak használhatták. Tudtuk például, hogy a Budai Várhegyi Alagút fejtéséből (1853–57) nyert magas mésztartalmú márgából hidraulikus meszet állítottak elő (Szontágh, 1908, 4., 8.).

Még Kadić is felveti a hasonlóságot a bányák és a Várbarlang között, hiszen könyvében azt írja: „A várbeli barlangpincék vízszintes kiterjedésükkel és függőleges légakná-



4. ábra • Aknák, kürtők elhelyezkedése az utcafronti telekhatáron az Üri utca egy részén a modern 1:500-as kataszteri térképen feltüntetve. A telekhatáron belüli kürtők a rajzon nincsenek feltüntetve. A nem tele ponttal jelzett kürtő feltehetőleg létezik, de információnk nincs róla. (Rajzolta a szerző 2012-ben.)



5. ábra • Feltételezett tipikus üregrendszer- és kürtő-elhelyezkedés egy vári szabványtelken napjainkban a pinceszinttel együtt ábrázolva (a sraffozott beépített területek a régebbi beépítési szisztémát ábrázolják). (Rajzolta a szerző 2010-ben.)

ikkal úgy tárják fel a Várhegy felső szakaszát, ahogyan azt bányavidékeken a bányák altárai és aknáit teszik.” (Kadić, 1942, 4.) Továbbá számtalan régészeti feltárás említi, hogy az épületek falai tört mészkőből épültek.

Alátámasztja ezt a teóriát, hogy még az 1880-as években készült, üregeket ábrázoló térképeken is nagyrészt csak a lakóterü épületekkel be nem épített területek alatt jelölnek földalatti tereket, tehát ügyelhettek arra, hogy az épületeket az üreg (kitermelt márga helye) ne veszélyeztesse. (A kapubejárók természetesen nem számítanak lakóternek.)

Már korábban felvettem, hogy számításaim szerint az első épületek építéséhez felhasznált mészalapú falazóhabarcs mennyisége közelítőleg megegyezik a barlangpincék térfogatával.

A feltételezés bizonyítására 2013. szeptemberében a BMGE Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén kísérletsorozatot végez-

tünk. Feltevésem az volt, hogy a kitermelt anyagokat a régi városiakok habarcskészítésre használhatták. Ezért a Tárnok utca 5. számú épület előtti járda alatti barlangból (a 60-as teremből), közvetlenül a mészkőopplan alsó síkjától márgamintát vettem, majd annak més-, azaz kalcit- (CaCO_3) tartalmát több módszerrel is meghatároztuk. 35%-ra adódott.

Ezek után a márgát kemencében kiégettük, majd kb. 10–15 percig vízzel oltottuk. Az oltás után annyi vizet adagoltunk, amennyi habarcsként való felhasználásához szükséges volt. Mind a két adagból két-két szabványos habarcs próbatestet készítettünk (MSZ EN 1015-11:2000 szerint). Az előállított habarcs-szerű anyagot könnyű volt bedolgozni. A megszilárdult habarcsasabokat (ugyancsak az érvényben lévő szabvány alapján) 28 napos korban hajlító és nyomókísérlettel eltörtük (6. ábra). Az átlagos nyomószilárdság 1,02 N/mm² lett. Ez megfelel a mai leggyengébb, ún.

M1 habarcskategóriának. További részletek a kísérletről a Mérnökgeológia-közetmechanika 2013 konferenciakiadványban jelentek meg (Szabó, 2013).

Vegyük figyelembe, hogy a kb. hétszáz évvel ezelőtt létező habarcsok között ez valószínűleg nem volt rossz minőségű. Szinte biztosra vehető, hogy elődeink a márgát habarcskészítés miatt bányászták, tehát az aknák, kürtők és üregek kialakításának ez volt az elsődleges oka.

Aknák, kürtők és üregek további funkciója az idők során

A rendelkezésre álló korabeli adatok és a mai feltevések szerint az aknáknak és kürtőknek az idők folyamán további funkciói lehettek a kutak, ciszternák és tárolási célú helyiségek, borospincék.

Bortárolásra a barlangpincék megfelelőek lehettek, amire bizonyíték egy, már korábban említett, 1412. augusztus 25-i oklevél (Gerevich, 1950, 164.). Hőmérsékletük és páratartalmuk miatt fehérbor tárolására alkalmasak lehettek, és ebben az esetben a kürtők és aknák szellőzősi célt szolgálhattak, mivel a hordók le- és feladását ezeken keresztül nehezen lehetett volna megoldani. Tehát ez a funkció feltételezi, hogy az alsó pincszintekről (hordógurítás céljából) lépcsők épüljenek a barlangpincékhez.

Mint köztudott, a németajkú borosgazdák pincéiket nem a szőlőhegyekbe, hanem a városban, saját házaik alá építették. Ez akkoriban nemcsak kiváltságot, de nagyobb biztonságot, védelmet jelentett a termelőknek (URL1). Ilyenek voltak a soproni borosgazdák, a poncchterek is. Budán is jellemző volt, hogy a házak alatt, a pincékben volt szőlőfeldolgozás és bortárolás, sőt számtalan pincénél megtalálták a régészek az utcáról a pincébe



6. ábra • A habarcsasabok törésük után (a két alsó kiégetetlen márgából készült)

vezető pincelépcsőt. Léteznek még az országban olyan német lakosságú bortermelő vidéken lévő házak, melyeknek pontosan ugyanilyen utcai pincelépcsőjük volt. Ilyen a Kőszeg középkori óvárosában is látható két – műemléki helyreállításon átesett – épület homlokzata előtti, utcáról a borospincszintre vezető lépcső.

Érdekes megállapítás, hogy a fent vázolt kialakítási- és funkciósorrend esetén sokadik funkciójukat töltik be a barlangpincék. Először bányászati funkciójuk lehetett, majd víznyerési, azután (bor)tárolási, majd óvóhelyi (főleg a II. világháború alatt), és napjainkban turisztikai, idegenforgalmi funkciójuk van.

Köszönöm Dr. Straub Imre és a Tanszék munkatársai – Csányi Erika, Salem Georges Nehme és Eipl András önzetlen segítségét. Szeretnék még köszönetet mondani lektora-imnak: Benda Juditnak, Hajnal Gézának, Leél-Össy Szabolcsnak, Török Ákosnak és

Zádor Juditnak, akik véleményezték írásomat és értékes gondolataikkal kiegészítették azt.

Kulcsszavak: *budai Vár, pince, barlangpince, mélypince, márga, falazóhabarcs, első telekosztás*

IRODALOM

- Bogdán István (1978): *Magyarországi hossz- és földmértékek a XVI. század végéig*. Akadémiai kiadó 1978.
- Burken (2011): Készítette a Budavári Önkormányzat és a Duna-Ipoly Nemzeti Park megbízásából a Burken Kft. 2011-ben. • [www.dinpi.hu/_user/browser/File/budai_var_barlang/A Budai Vár-barlang áttekintő térképe.pdf](http://www.dinpi.hu/_user/browser/File/budai_var_barlang/A%20Budai%20Vár-barlang%20áttekintő%20térképe.pdf)
- Dulácska Endre (2010): Maguk alatt ásták, A budai Várhegy platójának süllyedése. *Mérnök Újság* 2010. 09., 24-25.
- Gerevich (1950): *Gótikus házak Budán*. Budapest Régiségei (Budrég) 15. (1950) 164.
- Kadić Ottorkár (1941): *Várhegyi barlangpincék*. Magyar Építőművészet, 1941.04. 92-93.
- Kadić Ottorkár (1942): *A Budavári barlangpincék, A várhegyi barlang és a barlangtani gyűjtemény ismertetése*. Budapest, 1942. 15.
- Szekely Kinga (2010): Kadić Ottokár a magyar barlangkutatás atyja, Önéletrajz (készült Kadić: *A Kárpáti Medence barlangja*, 1952-es kéziratai alapján, melynek őrzési helye: Magyar Földtani Intézet).

- Szabó (2010): *Budai Vár fejlesztési koncepcióvázlata* című tervezési munkából (megbízó a Közt. ZRt.) • <http://epiteszforum.hu/node/20116>. Készült többek között Kadić leírásai és a Bene – Kovács – Megnyánszky: *Város a Vár alatt* (Budapest, 1998.) alapján.
- Szabó (2012): *A budai Vár barlangpincéinek kialakulása, kialakítása és vizsgálata a 13. századi (első) telekosztás tükrében*. Budapest Régiségei (Budrég) XLV. 2012. 195-240.
- Szabó (2013): *A budavári barlangpincék kialakításának oka és eddigi funkcióinak vizsgálata a 13. századi (első) telekosztás tükrében*. Mérnökgeológia-közetmechanika 2013. 241-276.
- Szontágh Tamás (1908): *A budai várhegyi Alagút hidrogeológia viszonyai – Jelentés a Várhegyi Alagút vízszedésének okairól*. Budapest 1908.
- Végh András (2006a): *Buda város középkori helyrajza I.* Budapesti Történeti Múzeum, Budapest, 2006 27.
- Végh András (2006b): *Buda város középkori helyrajza II.* Budapesti Történeti Múzeum, Budapest, 2006.
- Végh András (2009): *Buda város középkori helyrajza, telekosztás és térszervezés egy alapított városban*. Urbs 4 (2009) 35-49.



MAKKAI LÁSZLÓ (1914–1989)

Miskolczy Ambrus

a történettudomány doktora, egyetemi tanár,
Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar Román Filológiai Tanszék
miskolczy.ambrus@btk.elte.hu

Makkai László történetírásunk polihisztorja. És ha valakiről elmondható, hogy szikrázó egyéniség volt, ő róla mindenképpen. Olyan nemzetségből származott, amelynek tagjai nemzedékről nemzedékre két pólus vonzásában éltek világukat, ahogy azt Makkai Sándor református püspök, az apa a *Mi Ernyeiek* nagy családregejnyében megírta, persze más néven szerepeltetve a „tudós” és a „táncos” Makkaikat. Makkai László a tudósok közé tartozott, de élete hajszálon függött, a torokgyík már majdnem elragadta a beszélni még nem tudó kisgyermeket, amikor az elszánt anya – a környezet aggodalmaskodása ellenére – egy fakanálra csavart petróleumos ronggyal elpucolta a gennyes daganatot. Makkai László a könyvek világában nőtt fel, ha játszani küldték, inkább elbújt – ha kellett, az asztal alá – és olvasott, méghozzá Tolsztojt is, tízévesen az *Anna Kareninát*, amelynek egyes részleteire még hatvanévesen is kísérteties pontossággal emlékezett. De nemcsak az irodalomban élt, hanem az irodalmi világban is. Szülővárosa, Kolozsvár évszázadok óta a magyar szellemi élet egyik nagy színtere, 1920 után is felszabadító légkör jellemezte, a külső nyomás összetartotta, sokáig nem alakulhatott ki az a torz, politikai szenvedélyekből felfakadó szerencsétlen gyűlölködés, amely az úgynevezett

*anyaország*ot jellemezte. Hunyady Sándor 1925-ben így írt Hatvany Lajosnak: „Egy egészen új kis ország, a romániai magyar nemzet egyéni léte van kialakulóban, a maga egyéni kultúrájával. Még minden embrióban van itt, de az annál jobb, mennél erőteljesebben lehet befolyjni a dolgok alakulásába.” 1943-ban pedig Csécsy Imre – aki kora valóságát nagyon sötét színekkel jelenítette meg – Kolozsvárott fellélegzett, amikor látnia kellett: „Ezek az írók nemzetet teremtettek itt Erdélyben, a szó értelmes értelmében: erkölcsi közösséget munkás és polgár, paraszt és gróf között.” Ennek a közösségnek lett a tagja, és ebben kereste a helyét Makkai László is. Amikor már idősebb lett, nem igazán szerette az ifjú titánokat, de hajdan ő maga is az volt, és mindig is nagyokat nevetgél az azon, hogy huszonévesen egyik első írásában az *Erdély irodalmi élete 1918-tól napjainkig* (Jancsó, 1935) című munkát lyukas mogoróhoz hasonlított. Márpedig ez a bírált tanulmány a legnagyobb elismeréssel írt az apáról, Makkai Sándorról, akinek önfegyelmét fia élete végéig csodálta, azt, ahogy regényeit diktálta, kéziratán pedig csak a legkritikább esetben javított, míg ő általában egy-egy papírkosarat töltött meg, ha tanulmányt írt – egyébként felülmúlhatatlan gyorsasággal. De ne felejtjük, talán

sehol sem voltak olyan élesek a nemzedéki ellentétek, mint Romániában, és ez átsugárzott a magyar szellemi életre is. Ifjúkori lázadás megnyilvánulása lehetett az is, hogy a sportújságírást művelte, és olyan beszámolókat írt a meccsekről, hogy az olvasóinak több izgalmat okozott az olvasás, mint a nézőtéri szurkolás. A sport lazította a román nemzeti elnyomás szorítását, a többségi véresszájűakat irritálta a magyarok (és zsidók) számarányuknál magasabb részvétele, a fasiszták pedig még az urbánus romlás tünetének is tartották a futballt, mert ebben az összjáték és a teljesítmény – mint az individualizmus és együttműködés megnyilvánulása – tagadta a képzelet hierarchiát. Makkai László játék iránti szenvedélye a múlt megismerésének szenvedélyével párosult. Jellemző, hogy bár előítéletektől mentesen viszonyult a román történelemhez, akadtak, akik tettek arról, hogy ne lehessen régész, márpedig nem véletlen, hogy éppen ez vonzotta. Az őshonosság képzete valami kvázi-hivatalos valláspótlék is lett, magyart nem akartak e kényes területre engedni. 1938-ban Roska Mártonnak, a kiváló régésznek el is kellett hagynia Romániát, miután egyik magyarországi tanulmányában megkérdőjelezte a dák-római kontinuitást. A sors úgy hozta, hogy Makkai Sándornak már néhány évvel korábban távoznia kellett, a családi hagyomány szerint azért, mert magyarországi támogatások rajta keresztül jutottak célba, és amikor a román hatóságok felelősségre vonták, tagadott, mire eléje tették a magyar dokumentumokról készített fotókat. Ez után írta meg a *Nem lehet* című cikkét, amely mindenkit sokkolt, őt viszont az a világ, amelynek szorítását nem tudta elviselni.

Makkai László életében is törést jelentett az áttelepülés. Transzszilvanista volt, mint minden magyar polgár. Abban bíztak vala-

mennyien, hogy a közös anyaföld, a természet a három erdélyi népet – egymást kiegészítő kultúrájukkal – megbékélésre ösztönzi. Makkai László, aki majdnem megbukott a román nyelvvel szigorított érettségén, mert a mókust nem tudta románul, ezen a nyelven irodalmi szinten írt, németül pedig Wolf von Aichelburgtól, a kitűnő írótól tanult. 1935-ben Venczel Józseffel együtt indították útjára a *Hitelt*, amelyhez aztán csak 1940-ben térhetett vissza. A folyóirat nemzetnevelő vállalkozás volt az osztályharcos szemlélet ellenében. Önkritika és az integráció igénye jellemezte. Makkai Lászlót minden erre a feladatra predestinálta, hiszen tizenhét évesen, amikor előadást tartott az erdélyi magyar ifjúság helyzetéről, külön hangsúlyozta az önimádat és az (ön)illuzionizmussal való szakítás követelményét, a szembefordulást azzal a közvéleménnyel, „amely nem akarja belátni, hogy a nagy összeomlásban mi is hibásak voltunk s nem vagyunk csupán a nemzetek lovagiatlanságának az áldozata”.

Budapesten már csak egy évet járt egyetemre, és kissé értetlenül, de belső derűvel szemlélte a magyar professzorok világszemléleti és vallási hovatarozástól is motivált marakodását; kissé kiábrándító lehetett, hogy a szabadon beszélő, szónokias román professzorok után, fülelnie kellett arra, ahogy a magyar professzorok német mintát követve papírról mormogták fel előadásait. Hajnal Istvának viszont a társadalomszerveződésről és a technika szerepéről vallott nézetei maradó hatást gyakoroltak rá, szemben Szekfű Gyula szellemi történetének nevezett – felekezeti – szemléletével. Egy időre Németh László szellemi vonzásába került, amit mint rossz emléket, igyekezett aztán elfelejteni. Később vezekelt is, a világ felé viccelve, barátainak mélyen és komolyan.

Az 1930-as évek az előkészület évei. Város-történetből doktorált. *Város* címmel folyóiratot is tervezett. A romániai táji sokszínűség kihívása hatott még, és az, hogy a várost éppen román nacionalista irányzatok tartották lélekidegen terméknek, miközben a hivatalos politika a városok románosításán dolgozott. Az etnikai sokszínűség megjelenítése iránti fogékonyság terméke *A milkói kun püspökség és népei* című 1936-os kis kötet. Díjtan gyakornokként könyvtároskodott, a Révai Kiadónál lektorkodott. 1937-ben lelkési vizsgát tett Sárospatakon. A Miniszterelnökség nemzetiségi osztályának referense lett, és a második bécsi döntés nyomán Teleki Pálnak segédkezett az észak-erdélyi határok pontosításában. Munkássága 1940 után teljessé válhatott ki. Most már az Erdélyi Tudományos Intézet intézeti tanáraként, majd 1942-től a Ferenc József Tudományegyetem magántanáraként is a történetírásnak élhetett. Rekordidő alatt születtek hiánypótló munkák. A Móricz Zsigmond Bethlen-regényéhez gyűjtött anyag adta az ötletet az *Erdély öröksége* – akkor szenciaciószámba menő tízkötetes, az erdélyi emlékirodalmat előtáró – vállalkozáshoz. Úgy dolgozott, hogy háromból egy éjszakát munkával töltött. 1941-ben Gáldi Lászlóval szerkesztette *A románok története* című immár korszerű összefoglalást; ő volt az, aki gyorsan papírra vetette azokat a fejezeteket, amelyekhez nem akadt olyan szerző, aki röviden elkészíthette volna azokat, így a kora középkori fejezet mellett a jelenkorit. A munka természetesen kemény román reakciót váltott ki, de igazságra való törekvése éppen az vall, hogy Teleki Pál miniszterelnök a kéziratot túl kedvezőnek tartotta a románok számára. Viszont jellemző a kor légkörére, hogy a románokat említő középkori oklevelek regesztáit közlő – Fekete Nagy Antallal közösen kiadott

– *Documenta Valachorum in Hungaria*. . . (ugyan-csak 1941-es) kötetet a román állam igyekezett felvásárolni. Történészhaború volt ez a javából, de a hadakozó felek azért tisztelték egymást, egyik nagy résztvevő, David Prodan nem színlelt, amikor Makkai László tehetségét fel-leemlegette. Márpedig olyan munkák kerültek ki a keze alól, amelyek csak ellenérzést válthattak ki a másik táborban. Ilyen a Szolnok-Doboka megyei magyarság 17. századi pusztulásáról szóló tanulmány (1942) vagy *A honfoglaló magyar nemzetségek Erdélyben* (*Századok*, 1944), és a kismonográfiának beillő könyvrészlet az *Erdély népei a középkorban* (1943). A román ellenérzés oka annak bizonygatása, hogy a románságot a magyar államszervezet kapcsolta be a nyugati fejlődésbe, amit nem egyszerűen csak valamiféle magyar kultúrfölényben való tetszelgés sugallt, vagy a politikai helyezkedés, hanem a magyar barbárság másik oldalról felhozott vádjának elhárítása. Ugyanakkor a magyar történetírást (természetesen hordozói empátiás képességeitől és szakmai tudásától függően eltérő mértékben) áthatja a román történelem megértésének igyekezete, sőt a román történetírással szembeni fölényt objektivitásra törekvésével akarta kifejezésre juttatni, azzal, hogy míg a román történeti munkákban a magyarok csak negatív szerepet játszanak, a magyarokban a románok maguk is a történelem alanyai. Ebben a szellemben írta meg az *Erdély történetét*, mely még 1944 előtt jelenhetett meg, azokban az években, amikor vezetőink – egyazon szövetségben – azon törek a fejüket, miként számoljanak le egymással. Az *Erdély története* francia változata, amelyet valami humánusabb béke előkészítése érdekében 1946-ban adtak ki Párizsban már – ma nyugodtan mondhatjuk – európai szemléletű mű, az ökológiailag is meghatározott társadalom-, a

gazdaságtörténetet ötvözi a politikatörténettel. Megváltozott a korszellem. 1948-ra készült el – sokak szerint – legjobb könyvével, ez a *Magyar–román közös múlt*. Minden eddigi tudását összegezte. Korszaknyitónak szánta, hiszen a határok légiesítése már nemcsak szólamnak ígérkezett, és megvolt a remény arra, hogy két nép, amely – Európában egyedülálló módon – etnikailag is oly mélyen egymásba ékelve élte világát, megtalálja az együttélés új formáit. A metafora: a románokat és magyarokat évszázadokon keresztül elválasztó „vérző határ” véres valóságot takart, olyat, amellyel szakítani kellett. De csak a historiográfiai helyzet kedvezett. Az erdélyi fejlődés megítélésének kérdésében a magyar és román történészek között valamiféle spontán konszenzus kezdett kialakulni. Gheorghe I. Brătianu – mint politikus a német orientáció híve – klasszikus érvennyel fejtette ki, hogy az erdélyi rendiség a dunai vajdaságok román bojársága számára is modell volt, követendő példa, miként kell ellensúlyozni a vajdai despotizmust, és meg is ragadtak minden alkalmat, hogy a rendiség elemeit az erdélyi fejedelmekkel szövetkezve saját hazájukba is átültessék. Erről is szól a *Magyar–román közös múlt*. És mindenekelőtt az előítéletekre épülő képzetek, a másiktól kialakított kép konfliktusokat gerjesztő hatásáról. A mű élő dokumentuma a nagy historiográfiai lelkiismeretvizsgálatnak, amelyre az általa is mélyen tisztelt Márton Áron körleveleiben is felszólított. Ha a két – a magyar és román – közvéleményben élő képzetek ellenében kényelmetlen igazságokat mondott ki, mindenki találhatott okot a fanyalgásra, még szakmai körökben is. Az a pályatárs (Elekes Lajos) például, aki éppen a már említett *Románok történetében* a *Magyar bástya román kapui* metaforával élt, és méltatlankodott a közös

történelem kifejezés ellen, beállt abba a táborba, amely Makkai László könyvét nem egyszerűen reakciónak, hanem fasisztának tartotta. A tudósok spontán konszenzusát elnyomta a kommunista kényszerkonszenzus. Az új vulgáta szerint a nép jó, vezetői gonoszak, a nemzetiségi konfliktusok az elvakult és önös érdekeiket hajhászó uralkodó osztályok gaztettei. Ezzel a történelmet sikerült olyan mechanikára egyszerűsíteni, hogy már minden egyéni és kollektív cselekedetnek megvolt a bírói ítélete – tárgyalás nélkül. És mindez párhuzamosan a koncepciók perekekkel.

Makkai még jól járt, a könyvért több milliót kapott, de mire a sarki boltba ért, már csak fél kiló túróra futotta a honorárium. De aztán elborult a látóhatár. A román kulturális attasét a könyvbemutatón elhangzott pozitív értékelése miatt hazahívták. Románia háborús bűnösneként kérte ki Makkai Lászlót. Molnár Erik nem adta, szüksége volt a szakértelmére. Az új történeti intézetből sem rúgták ki, és nem a hivatalos önkritika miatt, hanem azért, mert Révai József megígérte az ellenállásban (és aztán a békemozgalmában is) szerepet játszó Bereczky Albert püspöknek, hogy nem bántják. Így az intézet dokumentációs osztályán katalóguscédulákat rakhatott ábécérendbe, de a szoros ábécében való elhelyezést már nem bízták rá, végül is megbízhatatlan volt. Ugyanakkor Svájcban, Genfben, 1946 és 1949 között még teológiai tanulmányokat folytatott, többek között korunk legnagyobb teológusánál, Karl Barthnál is. Innen származik a tény, Makkai László lett a történészek között az, aki a legotthonosabban mozgott a filozófiában, tisztában volt a filozófiai rendszerépítés logikájával és a rendszerek heurisztikus értékének viszonylagosságával. Gyanakodtak is rá az éppen aktuális igazság birtokosai. 1956-ban napfényre került káder-

lapja szerint ezért is volt veszélyes, miközben gyorsan megtanulta a marxizmust –, valóban az volt, önvészélyes is. Sárospatakon teológiát tanított. Niederhauser Emil, aki katolikus teológián kezdte tanulmányait, felkereste egyik óráját, és homlokát törölgetve közölte: *borotvaélen táncolsz, elviselhetetlen*. De úgy látszik, a könyvtári munka mellé kellett az izgalom. És humor! Ő *marxizálta* Györffy György könyvét Árpád vezér uralmáról, és szegény szerző hálás is volt, mondogatva: nem tudta, hogy ilyen egyszerű a marxizmus. György János szerint a műnek semmi köze sem volt a marxizmushoz, a Rákosi-önkényről szólt. Állítólag György is – akárcsak Litván György – felszólította Rákosit a távozásra. Ha ma kézbe vesszük az 50-es évek műveit, és elpucoljuk a vonalas frázisokat, láthatjuk, milyen volt és lehetett volna a magyar történetírás.

Makkai László a puritánokról szóló munkájával tört be újra a történetírásba. A Kelemen Lajos-émlékkönyvben visszatért a város-történethez, amit később a Műszaki Egyetem előadójaként is művelt. És egyik főszereplője lett a magyar gazdaságtörténet virágkorának. Ezt a lehetőséget a marxista történelemszemlélet nyitotta meg a gazdaság meghatározó szerepének dogmatikus hangsúlyozásával. Miközben tombolt a verbális sematizmus, Makkai László I. Rákóczi György uradalmainak anyagából készített nagyszabású dokumentumkötetet, amelyben sok, 1956-ban elégett forrás olvasható. (A szovjet tüzek ugyanis a Hadtörténeti Múzeum előtti muzeális ágyúkat valóságosnak nézték, és kicsit körbelődözték azokat, és akkor már az Országos Levéltár szimbolikus épületének is adtak egy kicsit, némi mementóként.)

Az 1956-os megtorlás utáni olvadás sajátos magyar revizionizmust hozott magával. Molnár Erik a nacionalizmusban, Révai József

nacionálkommunista kurzusában látta a forradalom egyik kiváltó okát, és az ideológiai tisztázás jegyében a nemzet és az osztályharc történetiségének feltárása érdekében kezdeményezett – érzelmileg és tudományosan is – felszabadító hatású vitákat. Makkai László a nemzetvita jelentős szereplője. Közben azonban látása veszélyesen romlásnak indult, majdnem Szántó György sorsára jutott, de Ránki György nem ismert kegyelmet, autóba ültette és orvoshoz vitte, még az utolsó előtti pillanatokban. Közben Makkai László elmélyülten kutatta a kuruc küzdelmekhez kapcsolódó parasztfelkelések történetét, azok ideológiáját és mechanizmusait. A viták tapasztalatainak kamatoztatására a tízkötetes *Magyarország története*-ben került sor. Mély teológiai műveltséggel és a politikum lényegének felismerésével írta meg a 17. század első felének történetét, kálvinista empátiával állítva elének Bocskait mint a magyar Cromwellt, és Bethlen Gábort mint a magyar Machiavellit. Az olvadással együtt járt a magyar–francia történeti kapcsolatok addig soha nem tapasztalt fellendülése. Amikor a 60-as évek elején Fernand Braudel, a francia történetírás vezéralakja, akinek de Gaulle-hoz szabad bejárása volt, Budapesten járt, Makkai László azzal hívta fel magára a figyelmet, hogy éppen Marc Bloch munkásságának megítélésében vitába szállt vele. Ne felejtjük, korábban éppen Hajnal István volt az, aki Bloch-nak korszaknyitó könyvét a feudális társadalomról a *Századok*-ban ismertette. A vita nyomán mély szakmai barátság alakult ki Makkai és Braudel között. A francia történésznek a magyar történész szerezte be a *A tőke* német kiadását, és miután a pratói gazdaságtörténeti konferenciák rendszeres meghívottja volt, Braudel nagy trilógiájának – Vekerdő László találó kifejezésével – „*Tőkéjének*” magyar uta-

lásai is tőle származnak. A mű ismertetésére is őt kérte fel az amerikai Braudel Intézet. Az ismertetésnek csak annyi volt a tétje, hogy az 1980-ban megjelent mű a prágai tavasz mellett tett hitet, és olyan világtrendről álmodott, amelynek csúcsa a kapitalizmus, alapja a spontaneitás, tehát ma azt mondanánk a szociális piacgazdaság, ha a valóságban nem volna aszociális. A 80-as évek történetírásának a nemzetközi munkamegosztás került a napirendjére, a kérdés: miért a Nyugat lett a világ-gazdaság központja, és miként került Kelet- és Közép-Európa a perifériára; mit jelentett a perifériális lét, miként alakult ki az az uradalmi gazdálkodás, amelynek alapja a függőségbe szorított paraszt kényszmunkája volt. Így alakult ki valamiféle eszmei közösség olyan román történészekkel, mint David Prodan, vagy a román történetírás félresiklása miatt a történész nevet elvető szociológus, Henri H. Stahl. Az aprómunka termésének betakarítása a feudális modellről szóló vitákhoz vezetett. Immanuel Wallerstein ugyanis azzal vált ismertté, hogy kimutatta a 16–17. századi világ-gazdasági polarizációt, viszont a korábbi századok Európáját nagyjából azonos fejlettségű homogén zónának tartotta. Ezzel persze provokálta azokat a francia történészeket, akik Bloch szellemében a modelltől elütő eredeti sajátosságokat vizsgálták. Makkai a maga weberiánus műveltségével új szintet hozott a vitába, amely végül is a modellalkotás hasznosságának megközelítéséhez vezetett. Párhuzamosan gondolkodva Perry Andersonnal azt mutatta ki, hogy térségünkben az antikvitás és a törzsi társadalmak szintézise eleve nem alakulhatott úgy, mint Nyugaton, ezért olyan eredeti jellegzetességek tartósodtak, amelyek a személyi függés nyersebb formáival jártak, az örökös jobbágysággal és nagy szabad-paraszti tömegek fennmaradásával. Mindez

összefonódott az árutermelés korlátozott mivoltával, alacsony színvonalával, egyszóval az elmaradottsággal. És aztán immár a nyugati történetírás eredményeinek birtokában is tért vissza oda, ahonnan elindult: Erdély középkori történetéhez. És talán habitusát mi sem világítja meg jobban, mint az, hogy amikor az *Erdély története* című gyűjteményes munkához előzetes szinopszist kellett készíteni, a kérdésre, hogy ha majd egy év múlva elkészítjük, amit el kell készíteni, akkor tartanunk kell magunkat a szinopszishoz, a válasz: „Ha egy év alatt nem fejlődünk, akkor megérdemeljük, hogy elcsapjanak.” Ami elkészült, az lett Erdély-kutatásának hatyúdala, és egész idevágó életműve azt példázza, hogy ha valaki nem ismeri a három erdélyi nép problémáit, és azokat nem tudja egy elbeszélésbe integrálni, ahogy azok magában a történeti valóságban is összefonódnak, akkor csak valami primitív liturgia lehet az eredmény.

Makkai történetírói pályáját valamiféle történeti riporttal kezdte, amikor 1935-ben Kolozsvárt kiadta a havasalföldi városok és kolostorok életéről beszámoló első könyvét, amelynek a címe pontosan jelzi az alapkoncepciót: *Két világ határán*. Egy év múlva Rónay György a katolikus *Új kor*-ban így vallott az olvasói élményről: „Hálások lehetünk Makkai Lászlónak, hogy figyelmünket ráirányította a Havasalföld történelmi román kolostoraira, épp ma, amikor annyit s olyan zavarosan és ellentmondóan beszélnek kultúrközeledésről, s amikor a politika naponta hazudtolja meg a szellem jó szándékait. [...] Egymás objektív »lényegi« megismerése, egymás történetének, alkotó megnyilatkozásainak vizsgálata feltétlenül el fog vezetni a megértés útjára. Utópia? Ragaszkodnunk kell hozzá, a magunk, a szellemünk méltóságáért is. Makkai könyvében köszöntjük a méltóságot és

köszönjük az előkelő hitet.” Kár, hogy a politika viszont éppen eme „objektív» lényegi« megismerés» ellensége. Ami 1949-ben történt, az tragédia volt, ami az 1980-as évek derekán az *Erdély történeté*-nek megjelenését követő hivatalos romániai gyűlöletkampány – benne a *Makkai és bandája* című cikk – már komédia, amelyre aztán 1989-ban forradalomnak nevezett véres fordulat következett...

Történelmünk az elmaradottság és az onnan való kitörési kísérletek története is. És különös játéka a sorsnak, miközben a technika a fejlődés legfontosabb eszköze, a történetírásban csak egy-egy magányos gondolkodó mélyült el a technika történetében. A nagy Braudel-születésnap konferencián is kiderült, hogy milyen előnyt jelent, ha valaki a történészek közül a technikatörténetben is jártas, sőt annak hazai megújítója, mint Makkai László, aki abba a vitába is új szintet vitt. Tézise: a technika lényege az erőátvitel, az eszköz az emberi test mozgásait utánozza, de a kreativitás utánozhatatlan és mechanizálhatatlan. A szerszám fejlődésének megvan a maga önmozgása, „a technika megszabadítja az embert az állati szerv- és ösztönspecializáló kényszerétől, és ezzel az emberi szabadság legfőbb záloga”. A prágai tavasz lefagyasztásával elfogyott a levegő az új utakat kereső technikatörténet körül, és odalett Makkai László álma a futurológiai intézetről. Vigasznak maradt a futball – lassan egyre szomorúbb látványa – és a bélyeggyűjtés. Amikor egy történészkongresszus alkalmával New Yorkban járt, filatelista

társai nagy megrökönyödéssel vették tudomásul, hogy történelemmel is foglalkozik a filatélián kívül. Közben megkísértette a szép-irodalom; antológiát állított össze, amelynek előszavában éppen a költői megismerés lehetőségeit vázolta úgy fel, hogy arról Vas István az emlékirataiban is megemlékezett. De ő, – Tamási Áron jellemzésével – a „mandruc” nem az irodalom, hanem a történetírás dzsungelébe lépett be. Történetírásunk kemény, nyílt és rejtett viták terepe, viszont akkor a munka összekötött, és átnemesítette a rivalizálást. Példa erre mély barátsága Pach Zsigmond Pállal, aki prédikátorokat felülmúló veretes gyászbeszédben búcsúztatta. Paradox módon, úgynevezett történetírásunkban ők ketten voltak azok, akik igazán értettek a marxizmus-hoz; a református teológus, aki Genfben Karl Bartnál is tanult, elsősorban a módszert látta benne, és amikor Pach Zsigmond Pál a koporsónál azt a londoni beszélgetésüket idézte fel, amelyet Marxról folytattak, akkor kimondatlanul is érezte – a lélektől lélekig ívelő rejtett üzenettel –, hogy mégiscsak Isten a világ ura, ha övé a lélek.

Különös, hogy ami egy-egy ember életében a legfelelősebb, azt titkolja a leginkább.

A dolgozat a K78051. sz. OTKA pályázat keretében készült.

Kulcsszavak: *polihisztor, torokgyík, futball, filatélia, technikatörténet, teológia, mandruc, tragédia, komédia*

IRODALOM

Jancsó Elemér (1935): Erdély irodalmi élete 1918-tól napjainkig. Nyugat. 4 • <http://epa.oszk.hu/00000/00022/00591/18575.htm>

Tudós fórum

TISZTELETADÁS ÖT KIEMELKEDŐ MAGYAR MATEMATIKUS 90. SZÜLETÉSNAPIJÁN

A matematika tudományának öt jeles képviselője, *Aczél János, Császár Ákos, Fuchs László, Gaál István* és *Horváth János* eredményeit méltatták az MTA Matematikai Tudományok Osztálya által rendezett konferencián, az Akadémián, 2014. június 30-án. A *Big Five*-nek is nevezett csoport 1924-ben született, idén kilencven éves tagjait a tanácskozáson *Lovász László*, az MTA elnöke köszöntötte.

A *Big Five* elnevezés *Fejér Lipót* (1880–1959) iskolateremtő magyar matematikustól, az MTA rendes tagjától származik, 1947-es végzős évfolyama öt leghetesebbnek tartott tanítványát tisztelte meg vele. A mostani konferencia ahhoz a tíz esztendővel ezelőtti eseményhez kapcsolódik, amelyet az öt kiemelkedő matematikus 80. születésnapjának alkalmából rendeztek az MTA Rényi Matematikai Kutatóintézetben, 2004-ben. Akkor a *400 év matematika* című tudományos ülésen mind az öt neves tudós előadást tartott. A mostani konferencián, amelynek az MTA adott otthont, a *Big Five* csoport két tagja – *Aczél János* és *Fuchs László* – volt jelen.

Lovász László köszöntőjében a magyar matematika „nagy ötösfogatának” érdemeit méltatva kiemelte, hogy a második világháború utáni időszakban *Aczél János, Császár*

Ákos, Fuchs László, Gaál István és *Horváth János* fontos szerepet játszott a hazai matematika újrarendezésében és nemzetközi szintre emelésében.

Az öt matematikus kimagasló eredményeit a konferencián *Juhász István*, az MTA rendes tagja, *Laczkovich Miklós*, az MTA rendes tagja, *Maksa Gyula*, az MTA doktora, *Páles Zsolt*, az MTA doktora, valamint *Schmidt Tamás*, a matematikai tudomány doktora mutatta be.

Aczél János, az MTA külső tagja, a kanadai Waterloo-i Egyetem professor emeritusa, a függvényegyenletekkel és alkalmazási lehetőségeikkel foglalkozik az információelmélet, a társadalom- és magatartástudományok területén. Tudományos pályafutása során Észak-Amerika, Európa, Ausztrália és Afrika húsz egyetemén és kutatóintézetében volt vendégprofesszor. Császár Ákos Kossuth-díjas, az MTA rendes tagja, az Eötvös Loránd Tudományegyetem professor emeritusa a hazai topológiai iskola megteremtője, nevéhez fűződik egyebek mellett a Császár-féle poliéder megalkotása. A szintén Kossuth-díjas *Fuchs László*, az MTA külső tagja, a New Orleans-i Tulane Egyetem professor emeritusa a csoportelmélet és az absztrakt algebra jeles kuta-

tója. Könyvei a kutatómunka nélkülözhetetlen forrásai, generációkat vezettek be az algebra több ágának modern kutatási módszereibe. Gaál István, a minneapolis-i Minnesota Egyetem professor emeritusa a topológia neves kutatója, Horváth János, az MTA külső tagja, a Marylandi Egyetem professor emeritusa a funkcionálanalízisben ért el kiemelkedő eredményeket.

A *Magyar Tudomány* olvasóit érdekes tudománytörténeti részletekbe avatja be Fuchs Lászlónak a konferencián elhangzott rövid köszöntőbeszéde.

Kedves Kollégák!

Legyen szabad megköszönnöm BIGFIVÉreim nevében is a bennünket ért nagy megtiszteltetést, hogy a Magyar Tudományos Akadémia Matematikai Osztálya ezt az ünnepi rendezvényt szervezte 90. születésnapjaink alkalmából. Nagy örömmel és hálával tölt el bennünket ez a rendkívüli megtiszteltetés. Mély hálával tartozunk Lovász László elnök úrnak, Pálfi Péter Pál akadémikusnak, valamint az előadó kollégáknak.

Mind az ötten majdnem hetven évvel ezelőtt kezdtük el a kutatómunkát, és a matematikának szenteltük egész életünket. A matematika különböző ágait műveltük, s ki-ki a maga területén igyekezett megoldani a fontos és érdekes problémákat. Hogy milyen mértékben sikerült nekünk hozzájárulni tudományunk fejlődéséhez, az majd idővel elválik, de úgy vélem, hogy munkásságunkkal nemcsak a matematikai tudományt szolgáltuk, de a magyar matematikát is. A magyar matematikai iskola tanítványai vagyunk, ennek az iskolának a tradícióit igyekeztünk elsajátítani és folytatni. És ennek a világhírű iskolának képviselőiként is tekintettek ben-

nünket, valahányszor előadtunk öt világrész egyetemén.

Rendkívül hálásak vagyunk az Akadémiának, hogy ilyen megtisztelő módon emlékezik meg életünk e mérföldkövéről. Igaz örömmel tölt el bennünket az is, hogy itt kollégáink elismeréssel szóltak munkánkról.

Engedtesse meg, hogy röviden felidézzem csoportunk születésének és működésének körülményeit.

Kezdem 1945-ben, amikor a budapesti egyetemen három matematikai tanszék volt, de csak két professzor. Fejér Lipót hatvanöt éves volt, őt a háború alatti szenvedés nagyon megviselte, és már nem volt oly aktív. *Kerékjártó Béla* már súlyos beteg volt, és 1945 őszén már alig adott elő. A harmadik tanszék üres volt, csak 1946-ban töltötték be *Riesz Frigyes*-sel, amikor már négyen abszolvtunk. *Szász Pál* docens volt az egyetemen, akitől komolyan tanulhattunk; az ő előadásai tökéletesen előkészített, rendkívül precíz, komoly mennyiségű anyagot öleltek fel. *Fejes-Tóth László* geometriai, majd később *Turán Pál* magántanár számelméleti előadásai főként kezdőknek szóltak. A Matematikai és Fizikai Társulat nem szervezett matematikai előadásokat, mert valamilyen vita volt a szétválással kapcsolatban, és csak később alakult meg a Bolyai Társulat. Bár a matematikai atmoszféra kitűnő volt az egyetemen, mi többre vágytunk, hogy tanulhassunk.

Gál Pista ragyogó ötlete volt, hogy szervezzünk magunknak egy fórumot, ahol *up-to-date* matematikát tanulhatunk, és szabadon vitatkozhatunk. Öten jöttünk össze 1945 nyarán, majd hetenként találkoztunk. Minden alkalommal egyikünk beszámolt arról, hogy mit olvasott, s mit tett hozzá. Íratlan szabály volt, hogy az előadónak valami újat is hozzá kellett adnia: általánosítást vagy ér-

dekes következményt. Fejér Lipót tanácsát követtük: olvassunk, eresszük mélyre a szondát, és tegyünk fel kérdést magunknak.

Az 1946/47-es tanévben mindnyájan rendkívül intenzíven dolgoztunk. Az előadások témája megváltozott: már nem olvasott anyagról számoltunk be, hanem új eredményeinket ismertettük. Készülő disszertációink tételei itt kerültek tüzetes megvitatásra. Ebben a tanévben mindegyikünk ledoktorált, s hangsúlyozom: egyikünknek sem volt témavezetője vagy tanácsadója! Sokat tanultunk abban is, hogy miként kell előadni. A tanév végén előadóülést tartottunk, amelyen öt rövid előadás hangzott el kutatási eredményeinkről. A meghívóhoz mellékelve volt egy négyoldalas ismertető a már megjelent vagy sajtó alatt levő cikkeinkről a *Mathematical Reviews* stílusában.

Az 1947/48-as tanévben kibővültünk: *Fenyő Istvánt* és *Rényi Alfrédot* levelező (rügyszó) taggá választottuk. Vagy harminc előadást tartottunk az év folyamán. A tanév végén sokszorosított tájékoztató vagy harminc dolgozatot ismertet hét szerzőtől.

Néhány szót arról, hogy miként működtünk. Összejöveteleink nemcsak abban különböztek a közönséges szemináriumi előadásoktól, hogy állandóan közbevágtunk kérdésekkel és ötletekkel, hanem abban is, hogy szinte megállás nélkül neveltünk, tréfáltunk. Aczél János volt a legtöbb vicc szerzője, de a tréfákozásban mindegyikünk nagyon is aktív volt. A tréfa tárgya többnyire a tárgyalt téma vagy annak tállalási módja volt. Csodálatos, hogy a sok tréfa mellett komoly matematikát tudtunk tanulni.

Talán a legjellegzetesebb tevékenységünk a plakátkészítés volt. Számos összejövetel után

a legviccesebb helyzeteket rögzítettük plakát formájában. A plakát meghívó formájában készült, meghívóként a lezajlott előadásra, mintha előre tudtuk volna a vicces eseményeket. Az előadások helyét mindenkor Lipótmezőként jeleztük, hivatkozással Lipi bácsira és a közismert lipótmezei elmeorvóintézetre. Mindegyikünknek más neve lett, például Gál Pista Log-log Pista néven szerepelt. A plakátszerkesztéshez mindegyikünk hozzájárult ötleteivel, és az én feladatomból volt a végleges forma megszerkesztése Aczél János aktív közreműködésével. Ezek a plakátok ma már nem sokat jelentenek, mert az akkori helyzetre való utalásokat lehetetlen ma értékelni.

Az 1948/49-es tanévben már kevésbé tevékenykedtünk együtt. Gál és Horváth Párizsba távozott, Aczél a szegedi, majd a miskolci egyetemre került, Császár a Műegyetemen adott elő, én tanítóképző-intézeti tanári tevékenység után az Eötvös Egyetemre kerültem. Elszakadtunk egymástól, de a barátság és a közös cél, a matematika iránti odaadó szeretet összekapcsolt bennünket a világ öt különböző városából. Ritkán volt alkalmunk összejönni, többnyire nemzetközi konferenciákon találkoztunk. Utoljára a nyolcvanéves korunk alkalmából szervezett akadémiai rendezvényen voltunk együtt mind az ötten, most is mind az ötünkre számítottunk itt, de csak ketten jöttünk el.

Tisztában vagyunk azzal, hogy kilencven évünkkel a jövőben már nem fogunk tudni sokat tenni tudományunkért, de a matematika továbbra is a szívünkben marad.

Még egyszer köszönjük a számunkra oly sokat jelentő ünneplést. Legyen szabad remélnem, hogy tíz év múlva mind az ötten találkozhatunk majd.

KITÜNTETÉSEK

Nemzeti ünnepünk, augusztus 20. alkalmából Áder János, Magyarország köztársasági elnökének megbízásából Balog Zoltán, az emberi erőforrások minisztere kitüntetéseket adott át.

MAGYAR ÉRDEMREND KÖZÉPKERESZT A CSILLAGGAL polgári tagozat kitüntetést kapott

Nemes Attila, az orvostudomány doktora, a Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar Érsebészeti Klinika professor emeritusa;

Tomcsányi Pál Széchenyi-díjas agrármérnök, az MTA rendes tagja, a Budapesti Corvinus Egyetem professor emeritusa.

MAGYAR ÉRDEMREND KÖZÉPKERESZTJE polgári tagozat kitüntetésben részesült

Andrásföszky Barna, a Magyar Egészségügyi Társaság alapítója és örökös elnöke;

Benyó Zoltán, a műszaki tudomány doktora, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnök és Informatikai Karának professor emeritusa;

Gedai István, a Nemzeti Emlékhely és Kegyeleti Bizottság elnökhelyettese, a Magyar Nemzeti Múzeum nyug. főigazgatója;

Kövesné Gilicz Éva, Széchenyi-díjas közlekedésmérnök, az MTA doktora, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karának professor emeritája;

Szuromi Szabolcs, az MTA doktora, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem rektora;

Tamássy Lajos, a matematikai tudomány doktora, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar professor emeritusa.

MAGYAR ÉRDEMREND TISZTIKERESZT polgári tagozat kitüntetést kapott

Ábrahám György, az MTA doktora, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar egyetemi tanára;

Bakonyi István, az MTA doktora, a Széchenyi István Egyetem professor emeritusa;

Benedek György, az orvostudomány doktora, a Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar Élettani Intézetének tanszékvezető egyetemi tanára;

Gyires Klára, az MTA doktora, a Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar Farmakológiai és Farmakoterápiás Intézetének egyetemi tanára;

Kapronczay Károly, az MTA doktora, a Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar vendégprofesszora, a Semmelweis Orvostörténeti Múzeum, Könyvtár és Levéltár címzetes főigazgatója;

Madarász Imréné, a Károli Gáspár Református Egyetem docense,

Nékám Kristóf allergológus, klinikai immunológus, az orvostudomány kandidátusa, a Budai Irgalmasrendi Kórház Allergológiai és Immunológiai Osztály vezető főorvosa, a Magyar Allergia Szövetség alapító elnöke;

Papp János Mihály, a Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Karának egyetemi tanára;

Patay Pál, a Magyar Nemzeti Múzeum nyugalmazott régész főmuzeológusa;

Rábai Gyula, az MTA doktora, vegyész, kémikus, a Debreceni Egyetem Természettudományi Kar Kémiai Intézet Fizikai Kémiai Tanszékének egyetemi tanára;

Simon Péter, az MTA doktora, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar Numerikus Analízis Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára;

Sitkei György, az MTA rendes tagja, a Nyugat-magyarországi Egyetem professor emeritusa;

Szalai István, az MTA doktora, a Pannon Egyetem Mérnöki Karának intézetigazgatója, dékán, egyetemi docens.

MAGYAR ÉRDEMREND LOVAGKERESZT

polgári tagozat kitüntetést vehetett át

Dári Balázs, az ELTE Bölcsészettudományi Kar Ókortudományi Intézet Latin Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára;

Donáth Tibor, a Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézetének professor emeritusa;

Feldné Knapp Ilona nyelvész, az ELTE Bölcsészettudományi Kar Germanisztikai Intézet Német Nyelvoktató és Szakdidaktikai Tanszékének tanszékvezető docense;

Gyenis Gyula biológus, antropológus, az ELTE Természettudományi Kar Biológiai Doktori Iskolájának nyugalmazott egyetemi tanára.

Kováts Dániel, a Comenius Tanítóképző Főiskola nyugalmazott főiskolai tanára, a Kazinczy Ferenc Társaság alapító elnöke;

Maródi László, az orvostudomány doktora, a Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrum Ált. Orvostudományi Kar Infektológiai és Gyermekeimmunológiai Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára;

Mélykúti Gábor, a Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Karának egyetemi docense;

Mohos Nagy Éva operaénekes, a Debreceni Egyetem Zeneművészeti Karának tanszékvezető főiskolai tanára;

Osztovits Ágnes újságíró, a *Heti Válasz* főmunkatársa, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem tanára;

Peter Raviol, a Ludwigsburgi Közigazgatási Főiskola docense;

Simon György, a Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar Kórleltani Intézet nyugalmazott egyetemi tanára;

Sipos János, az MMA levelező tagja, az MTA Zenetudományi Intézetének főmunkatársa, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem Népzene Tanszékének tanára;

Szepesi László, a Semmelweis Egyetem Testnevelési és Sporttudományi Karának tanára, a Kárpáti Rudolf Vívó Klub mesteredzője;

Turmezei Péter villamosmérnök, számítógépes elektronikai tervező és gyártó szakmérnök, címzetes egyetemi tanár, az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karának volt dékánja;

Szabó Csaba Attila, a műszaki tudomány doktora, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karának egyetemi tanára.

MAGYAR ARANY ÉRDEMKERESZT polgári tagozat kitüntetésben részesült

Boross Marietta, nyugalmazott néprajzkutató, muzeológus;

Robert Lascalle Ellison Rodgers nyugalmazott teológiai professzor;
Szűcs Edit, a Debreceni Egyetem Műszaki Karának tanszékvezető főiskolai tanára.

MAGYAR EZÜST ÉRDEMKERESZT polgári tagozat kitüntetést vehetett át

Juhász László, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Kémiai Intézet Szerves Kémiai Tanszékének egyetemi adjunktusa;
Orvosné Barna Mónika, a Magyar Táncművészeti Főiskola főiskolai docense.

Muzeológiai tevékenysége elismeréseként
MÓRA FERENC-DÍJAT vehetett át

Bagi Gábor, a szolnoki Damjanich János Múzeum történész-muzeológusa;
Medgyesi Konstantin, a szegedi Móra Ferenc Múzeum sajtóreferense, muzeológusa;
Konrad Sutarski, a Magyarországi Lengyel-ség Múzeuma és Levéltára nyugalmazott múzeumigazgatója, költő, író, műfordító.

Levéltárosi szakterületen végzett teljesítménye elismeréseként
PAULER GYULA-DÍJBAN részesült:

Géczi Lajos, a Magyar Nemzeti Levéltár Csongrád Megyei Levéltárának főlevéltárosa.

Az augusztus 20-i állami és nemzeti ünnep alkalmából az Akadémia előterjesztésére magas kitüntetést kapott tíz tudós, akik a díjakat Lovász Lászlótól vehették át.

A MAGYAR ÉRDEMKEREND TISZTIKERESZTJÉT kapta

Erdősi Ferenc, a földrajztudomány doktora, az MTA Közgazdaság- és Regionális Tu-

dományi Kutatóközpont Regionális Kutatások Intézet Dunántúli Tudományos Osztálya kutatóprofesszora, a Pécsi Tudományegyetem professor emeritusa;

Fülemile Ágnes, az MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont Néprajztudományi Intézetének tudományos főmunkatársa;

Harsányi Gábor, az MTA doktora, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyetemi tanára, az Elektronikai Technológia Tanszék tanszékvezetője;

Kemény Tamás, az MTA doktora, az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont tudományos tanácsadója;

Mindszenty Andrea, az MTA doktora, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Földrajz- és Földtudományi Intézet egyetemi tanára.

A MAGYAR ÉRDEMKEREND LOVAGKERESZTJÉT vehette át

Kelecsényi Ágnes, az MTA Könyvtár és Információs Központ Keleti Gyűjteményének osztályvezetője;

Kovács Katalin, az MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Regionális Kutatások Intézet Közép- és Észak-magyarországi Tudományos Osztályának vezetője;

Rácz Margit, az MTA Világgazdasági Kutatóintézetének tudományos főmunkatársa;

Szabó Szilárd, a Miskolci Egyetem Áramlás és Hőtechnikai Gépek Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára;

Tárkányi Ferenc Tibor, a fizikai tudomány kandidátusa, az MTA Atommagkutató Intézet nyugalmazott külső munkatársa.

A kitüntetetteknek gratulálunk

Kitekintés

TERELGETI NYÁJÁT...

Svéd és brit kutatók juhászok nyájának viselkedését modellezve fejlesztették ki egy általános „terelő-modellt”, amely akár tömegek irányításában vagy környezetszennyezés-elhárításban is alkalmazható.

A modell kísérleti megalapozása valódi juhászok nyájával és juhokkal történt. Az állatok nagy pontosságú GPS-készülékekkel szerelték fel, amelyek helyzetüket 10–20 cm pontossággal folyamatosan regisztrálták. A főszereplő egy gyakorlott ausztrál juhászok nyája volt, a munka pedig egy negyvenhat juhból álló nyáj összetételére egy öt hektáros legelő kapujához. A kutya néhány szavas utasítás alapján („tereld őket haza”) önállóan oldotta meg a feladatot. Naponta regisztráltak egy-egy akciót, és az összegyűjtött adatokból született meg az algoritmus.

A kutatók szerint a terelőjuhászok két egyszerű alapszabályt követnek: amíg szétszórta, töredezett a nyáj, addig tömöríteni kell, mikor összeállt, akkor pedig együtt megindítani a kívánt irányba. A kidolgozott algoritmus is ezeket az elveket alkalmazza.

Strömbom, Daniel – Mann, Richard P. – Wilson, Alan M. et al.: Solving the Shepherding Problem: Heuristics for Herding Autonomous, Interacting Agents. *Journal of the Royal Society Interface*. 2014. 11, 100, 20140719; (published 27 August 2014) 1742–5662. DOI:10.1098/rsif.2014.0719 • <http://rsif.royalsocietypublishing.org/content/11/100/20140719.full.pdf>

AZ EMBERBEN IS ÉLNEK ANTIBIOTIKUMTERMELŐ MIKROORGANIZMUSOK

Amerikai kutatók szerint az emberben élő mikroorganizmusok mindeddig ismeretlen és kiaknázatlan antibiotikumkincset rejtettek magukban.

Michael Fischbach (University of California, San Francisco) mikrobiológus vezetésével a kutatók bioinformatikai módszerekkel vizsgálták az emberi mikrobiom sajátosságait. (A mikrobiom azon mikroorganizmusok genetikai anyagának összessége, amelyek szimbiózisban élnek az emberrel. A bélflórát például kb. négyszázféle baktérium alkotja, a bélflóra tömege 1,5–2 kg. De van flórája a hüvelynek vagy a bőrnek is.)

Az antibiotikum az eredeti definíció szerint olyan anyag, amelyet mikroorganizmusok más mikroorganizmusok ellen termelnek. Az első antibiotikumot, a penicillint, Alexander Fleming fedezte fel 1928-ban, amikor baktériumtenyészeit vizsgálva észrevette, hogy azokban a Petri-csészéiben, amelyeket egy penészgomba megfertőzött, a baktériumok elpusztultak. A mikroorganizmusokban az antibiotikumok termelődéséért felelős információk természetesen az örökítőanyagban vannak. Fischbachék olyan algoritmusokat építettek fel, amelyek segítségével a számítógépet először „megtanították” arra, hogy felismerje a már ismert antibiotikumokat kódoló géneket, majd a teljes emberi mikrobi-

omban ezekhez hasonló géneket „kerestettek” vele. Meglepetésükre több ezer ilyen találtak.

Ugyanakkor felfedezték, hogy a hüvelyflórában élő baktériumok egyike olyan antibiotikum termelését irányító gént tartalmaz, amelyhez hasonló szerkezetű anyagot már emberekben tesztel az egyik gyógyszergyár.

A baktérium tenyésztésében a kutatók a vegyületet ki is tudták mutatni, azt azonban egyelőre nem sikerült igazolni, hogy a baktérium az emberi szervezetben is termeli az illető antibiotikumot, amely egyébként képes elpusztítani például a *Staphylococcus aureus* nevű, bőrfekélyeket okozó baktériumot.

Ezek a kutatások tehát nemcsak azt segíthetnek megérteni, hogy a velünk élő baktériumok hogyan működnek, és milyen stratégiákat építettek ki az emberi szervezettel való együttműködésre, hanem új antibiotikumok felfedezésének, fejlesztésének lehetőségét is ígéri.

Donia, Mohamed S. – Cimerancic, Peter – Schulze, Christopher J. et al.: A Systematic Analysis of Biosynthetic Gene Clusters in the Human Microbiome Reveals a Common Family of Antibiotics. *Cell*. 11 Sept. 2014. 158, 6, 1402–1414. DOI: 10.1016/j.cell.2014.08.032

ÖSSEJTBEÜLTETÉS EMBEREN A NYUGATI ORVOSLÁS SZABÁLYAI SZERINT

Retinális őssejteket ültettek egy idős hölgy szemébe Japánban. A nő ún. időskori *makula-degenerációban* szenved, aminek lényege, hogy a szem ideghártyájában az éleslátás helyén (*makula*) a sejtek pusztulásnak indulnak.

A kétórás beavatkozást szemspecialisták végezték (Kobe City Medical Center General

Hospital), az őssejtekből álló parányi (1,3×3 mm) lapocskát a Laboratory for Retinal Regeneration, RIKEN Center for Developmental Biology, Institute for Biomedical Research and Innovation kutatói hozták létre.

A páciens bőréből sejteket távolítottak el, amelyeket őssejtszerű állapotba programoztak vissza, majd ezeket az ún. *indukált pluripotens* sejteket indították olyan fejlődési irányba, hogy retinális sejtekké alakuljanak. A nő szemébe az így létrehozott sejteket ültették be.

A testi sejtek őssejteké váló átprogramozásának technikáját a 2000-es évek közepén a japán Jamanaka Sinja (Shinya Yamanaka), dolgozta ki, és felfedezésének óriási jelentőségét mutatja, hogy tevékenységét már 2012-ben Nobel-díjjal ismerték el. Addig ugyanis az őssejteket embriókból nyerték, ami sok etikai problémát okozott.

Mivel az őssejtterápia egyelőre kísérleti eljárás, a műtétet etikai engedélyre volt szükség, amit a kutatók azt követően kaptak meg, hogy egér- és majomkísérleteik során a szembe beültetett őssejtek nem váltottak ki kilökődési reakciót, és rákos elfajulást sem mutattak.

A kutatók nem várják, hogy a terápia eredményeként az idős hölgy visszanyeri látását. Abban azonban bíznak, hogy a szem ideghártyáján a sejtek pusztulása, és ezzel a látás romlása megáll.

Világszerte óriási érdeklődés övezi ezt a klinikai vizsgálatot, mert először történt, hogy testi sejtekből származó indukált pluripotens őssejteket emberbe beültettek. A sejtpusztulással járó betegségek kezelésében óriási reményeket fűznek ehhez a kutatási területhez. Előnye ugyanis nem csak az, hogy nincs szükség embrionális sejtekre, hanem az is, hogy személyre szabott kezelést biztosít, hiszen a beültetendő indukált pluripotens őssejteket a betegek saját testi sejtjeiből hozzák létre.

Ha ebben a konkrét esetben a transzplantált sejteket a páciens szervezete nem fogja kilökni, és ha a sejtek később sem mutatnak majd rákos átalakulást, az még abban az esetben is meggyorsíthatja a regeneratív medicina fejlődését, ha csak az eljárás biztonságosságát igazolja, de a hölgy számára egészségi előnyöket nem fog nyújtani.

<http://stemcellstm.alphamedpress.org/site/misc/News159.xhtml>

NYOMÁSÁLLÓ MÉLYTENGERTI ROBOT

Mélytengeri gáz- és olajkutak felismerésére is alkalmas robotot fejlesztettek ki egy brémai kutatóintézetben (DFKI GmbH Robotics Innovation Center). A háromujjú robotkarra hasonlító szerkezet tapintással képes azonosítani az ismeretlen objektumokat.

A vízalatti járművekhez kapcsolható robotkar beépített szenzorai segítségével érzékeli a nyomásviszonyok megváltozását, és regisztrálja a talált tárgyak mozgását, valamint textúráját. A szenzorokat működtető szoftver a letapogatott objektumról digitális térképet készít, majd „kitalálja”, mi lehet az. Achint Aggarwal és munkatársai a rendszert 6 km mély víznek megfelelő nyomásviszonyok között tesztelték. A robotnak különböző tárgyakat (bögre, sakkgúla, játékcápa) kellett azonosítania. A kutatók szerint jól vizsgázott.

Aggarwal, Achint – Kampmann, Peter – Lemburg Johannes – Kirchner, Frank: Haptic Object Recognition in Underwater and Deep-sea Environments. *Journal of Field Robotics*. Article first published online 26 Aug 2014. DOI: 10.1002/rob.21538

ANYAGMOZGATÁS ATOMI SZINTEN – TERELGETHETŐ A GRAFÉNÁCSBA ÉPÜLT SZILÍCIUMATOM

Fizikusok grafénácsba beépült szilíciumatomot elektronsugár segítségével mozgattak, és közben atomi felbontású felvételeket is készítettek. Ezeken jól látszanak a szilícium különböző pozíciói.

A modern transzmissziós elektronmikroszkópok alkalmasak atomi méretekben bekövetkező szerkezeti változások nyomkövetésére. A grafén, amely egy atomi vastagságú grafitréteg, ideális az ilyen típusú vizsgálatokhoz. Ráadásul nemcsak látványos képek készíthetők, de megfelelő energiájú elektronsugárral módosítható is a grafén, és különböző geometriai alakzatokat, szabályozható méretű nanostruktúrákat lehet kialakítani.

A most közzétett munkában – amely a Bécsi Egyetem kutatóinak vezetésével, széles körű együttműködés (hat ország hét intézete) keretében készült – a szabályos szénatomokból álló szerkezetbe szennyezőként beépült szilíciumatom vándorlását idézték elő 60 kiloelektronvolt energiájú sugárral. A jelenség mechanizmusát elméleti számításokkal is alátámasztották.

Susi, Toma – Kotakoski, Jani – Kepapoglou, Demie et al.: Silicon-carbon Bond Inversions Driven by 60 keV Electrons in Graphene. *Physical Review Letters*. 113, 115501 – Published 11 September 2014. DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.115501 • <http://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.113.115501>

Gimes Júlia

Könyvszemle

A Csokoládé-gyilkosság. Egy filozófus másik élete

Amikor Bándy Sándor – vagy másfél évtizede – elmondta, hogy a „Lakatos-ügy” foglalkoztatja, nem hozott izgalomba a történet. A zsenigyanús gazfickók egyvelege – már csak a zsenik kvantuma okán is – minden generációban törpe minoritás. Az ilyenek veszélyesség-potenciája abban rejlik, hogy nem csupán a vásári sokaság balgáit képesek bűvkörükbe vonni, hanem a pallérozott intellektusúakat vagy akár a hozzá hasonló briliáns szürkeálmányúakat is. Másik arcuk csak akkor kezd derengeni, amikor Hans Castorpként vagy Rubasovként zuhanunk/taszíttatunk az abnormális végzet felé. Mennyiben hasonló és mitől más mégis Lakatos Imre – végső soron e brancsba illő – figurája? Attól, hogy nem kitalált szereplő, hanem közöttünk élő hús-vér zseniként volt gazfickó, Savonarola balkézről való ükunokája, Kim Philby unokatestvére. Bándy Sándor Lakatos (Lipsitz) Imréről szóló korábbi tanulmányait olvasva csöppet sem gyarapodott szimpátiám a zegzugos-forgatagos életutat bejáró kalandorzszeni iránt. Felidézett személyiségében mégis volt valami, ami ébren tartotta az érdeklődést. John Le Carré jól megformált hőseit – erudícióban, sejtelmességben, cselvetésben – lepipáló „több mint krimi” fenomén. A könyvben többen is úgy emlékeznek rá, hogy mefisztói jelenség volt. „Magyar Mefisztó” – ha nem is találjuk

nevét a hungaricumok egyre bővülő lajstromában. Talán azért, mert a *morbus hungaricus* – a tudományfilozófia, az elméleti matematika helyett – inkább a latint őrző medicina tartja számon.

A múlt század első harmadában tehetséges polgárcsemetének marxistává szegődni nem volt egyedi extravagancia. Inkább tömeges koraland, mely sokaknál életútformáló maradt (Szalai Sándor 1912.; Donáth Ferenc, Zöld Sándor 1913.; Nagy Tamás 1914.; Losonczy Géza, 1917.; Vitányi Iván, 1925.). A háború utolsó évében már „hatodik érzék” se nagyon kellett a felismeréshez: a kommunista meggyőződés mellett „származásbűn” okán is ajánlatos köddé válni, alámerülni. 1944-ben a lét volt a tét. A debreceni szülői ház nagyváradi illegitással való felcserélésében a hangsúly az illegitáción van, mert innét éppúgy elhurcolták a zsidókat, mint a cívis városból. A Lipsitz család nagyobbik része is Auschwitzban végezte, miközben ő – fanatikus küldetés-tudat és személyes félelem hagyományos egyvelegétől vezéreltetve – öngyilkosságba parancsolja (!) egyik hitsorsosát.

Az előzmények, a személyes túlélés és a háború utáni fordulat milyensége okán majdhogynem determinált volt számára (is) az immár legálisan teret foglaló Magyar Kommunista Párt (MKP) holdudvarában folytatni a felnőtté válást. A manapság ironiával emlegetett „világmegforgatás” akkoriban szerves része volt a szekularizált-materialista messiásvárásnak. (Sokan és sokat „dolgoztak” azért,

hogy az – idővel – történelmi délibábbá váljon.) Az 1945-ös magyarországi fordulat annyiban tért el a kommunisták számára a társadalom többségétől, hogy különösebb túlzás nélkül mondható: szinte kezdettől „Mici néni két életét” kezdték élni. A hivatalos nyilvános közélet mellett meglehetősen mód-szerűséggel építettek ki egy mindenhova beszivárgó információs rendszert. A többi pártba való beépüléstől az újraformálódóban lévő állami és nem állami intézményrendszeren át a legradicionalisabbnak tekinthető egyházi fórumokig terjedően formálódott a kommunista penetráció, nekik bedolgozó „fedett legátusok” hálózata révén. Ez sokfélesége miatt nehezen definiálható, inkább csak metakommunikációs szürke zónaként írható körül, az illegitáción és a nyilvánosság közötti köztes mezőben.

Ennek egyik (értelmiségi) szárnyvonalán került Lakatos Imre – valóban tehetséges – ifjú titánként a polgári elitképzés fellegvárába, a budai Eötvös Collegiumba. Életkora szerint senior a diákok között. Alighanem fenntartással fogadható Keresztury Dezső visszavetített summázata, mely szerint Lakatos az MKP eleve a nagyhirű *alma mater* tönkretételére delegálta volna oda. Érkezésekor még nem ez lehetett megbízatása. Az már inkább, hogy szervezzon „kommunista frakciót” a tudóspalánta nobilitások között. Lakatos úgy hívta meg korának kulturális tótumfaktumait – Lukács Györgyöt, Révai Józsefet – kollégiumi vendéglőadásokra, tereferékre, hogy tanárok-diákok legalábbis sejtsek: nevezettekkel ő közvetlen (párt)kapcsolatban áll. A sarkos ítéletek számos árnyalatát fedik el egy-egy életút sokféleségének és egy jellem összetettségének, ám az akkoriban szintén ott tanító Kosáry Domokos diagnózisa nyersesége ellenére is informatív Lakatos Imre szeni-

or-diákról: „kétségtelen intelligenciája mellett moral insanity.” (155.) Kérdés, hogy az utóbbi ezredvégen szépkorúvá lett professzor emlékezés-konglomerátumában mekkora hányad a korabeli „vesébe látás”, és mennyi a fél évszázad során szerzett további információk egymásra rétegződése, illetve annak – ezúttal éppen Lakatos Imrét érintő – mikroszkópi metszete.

Az életút felidézett fordulataiból azért választottam ezt a „szelídebb” közjátékot, hogy a szerző meseszövegét, rekonstrukciós módszerét érzékeltessem. Bándy Sándor nem hagyományos, értekező prózában elbeszélte életrajzot ír. A *curriculum vitae* egy-egy pontján szóhoz jutó források információi esetenként valós idejűen eltérő műfajúak. Máskor különböző státusú figurák – barátok, ellenlábások, tettestársak, áldozatok, pártinspektórok, ávéhas vizsgálótisztek – memóriája retrospektíve oszlat homályt, vagy éppenséggel kódósít. Fél évszázadnál is hosszabb intervallumból kerülnek egymás mellé primer és szekunder hírmorzsák, közvetlenül Lakatosot érintő, vagy a kormiólt felvillantó szöveghegyek. Alkalmassint hol pontosan, hol nehezen autorizálható iratszemelvények, levél- és naplórészletek adalékai hitelesítenek vagy cáfolnak korábban megfajítottak hitt mozzanatok. Az emlékfoslányok a memória önkéntelen/szándékolt szelekciója ellenére is kínálhatnak adalékot. A szerző a lehetőség határain belül szinte mindennek utánajárt. Ám az információ-fragmentumokat nem gyúrja valamifajta leginkább valószínűsíthető verzióvá, – úgymond – „egyetlen igaz történet”. Ő maga inkább „kalauz”. Elkalauzol bennünket abba a labirintusba, melynek különböző szegleteiben egy Lakatos Imre nevű halandó jelet ejtett, nyomot hagyott maga után. Bándy egy „totális biográfia” forrásmuníció-

ját gyűjti össze, hősét és mindenkori környezetét illetően mikrotörténeti mélységig hatolva. Márai Sándor *bon-mot*-ját kölcsönvéve, *a butaság organizált terrorja* mellett türemkedik elő visszatérően Lakatos – alig ismert – „másik énje”, pszichopata machinátor mivolta.

Küldetéstudatos messianizmusával Lakatos szinte ki sem maradhatott az indításakor eleve félvezető módon „koalíciósna” beállított, ultrabaloldali *Tovább* című hetilap köréből az ún. „fordulat évében”. Ennek radikális-jakobinus hangütése – képletesen szólva – előreszaladt, „gyorsabban lapozott” a sztalinizálás magyarországi forgatókönyvében. Ha a szükség úgy hozta, kommunista oldalról mondhatták, hogy az ott leírtak nem az MKP – *Szabad Népben*, *Társadalmi Szemlében* közvetített – „hivatalos” álláspontja, felfogása. Itt Losonczy Géza, Vásárhelyi Miklós, Pálóczy-Horváth György mellett tűnik fel a kötet főhőse, egészen addig, amíg be nem fut Révai József kétszavas telefonüzenete: „Ne tovább!” (Kövér, 1998. 164.) A beszüntetés nem radikalizmusukért kirótt fegyelmi volt. 1947–48 fordulóján az addigi balos túllihégés lett főcsapás az MKP számára: a kizárólagos hatalom megszerzésének erőltetett menetben történő realizálása – és az addig „kiszervezett” sajtónyelvi fordulatnak a párt szavává interiorizálása.

A kommunista pártban kezdettől meglevő – éberségnek nevezett – belső bizalmatlanság hiszterizálódása közepette kapja feladatul Lakatos, hogy gyűjtsön terhelő információkat Révai Józsefről – Révai Józsefre. A Rajk-pert azonban nem követi Révai-per. Szorgalma okafogott, s jobb, ha eltűnik – eltüntetik – szem elől. A szovjet ösztöndíjasok kontingensében – hozzájuk képest pár évvel idősebb – instruktorként delegálják Moszkvába, úgy mond rendet tenni a kommunizmus Mek-

kájának meghökkentően más világában nehezen eligazodó magyar diákok között. Sokak ellenséglistává összeálló módszeres pellengérré állítása, feljelentése lesz kvázi-párttitkári ügyműködésének hozadéka. Hazarendelik.

Ott is kelletlenül fogadták, itthon is útban van. Túl sokat tud ahhoz, hogy szabadlábbon maradjon, de mivel kútba esett, hogy koronatanúból tettetárrá átminősítve ültessék le a Révai-perben, más módon hibernálják. Recskre internálják – eltüntetni és továbbszolgálni. Rabtársait figyeli meg, róluk szolgáltat információkat a táborparancsnokságnak. Nyersgyémánt intellektus – pártüdvöske – *agent provocateur* – rabtábori vamzer. Nem éppen felívelő karrier a Rákosi Mátyás uralta Magyarországon. Úgy tűnik, ennek ellenére megmarad „hívőnek”. Vagy szabaddulása után csupán a maga igazát keresve, személyes elégtételt igényelve harcol „rehabilitálásért”? S miközben ez zajlik, újfent azokba mar, akik segítő kezét nyújtanak neki. Génhiba? Jellemhiba? A sebzett ösztönreakciója, aki csak a rajta esett sérelmekről akar tudni, az általa okozottakról nem? Az istenadta tehetségéből, szocializációs pallérozottságából egyáltalán nem következik gáncs nélküli lovag karakter.

Az életút kronológiája mentén araszolva időzhetnénk még Lakatos későbbi karrierstációinál, ám a konklúzió az sem módosítana. A „bűne a koré, mely szülte őt” újbarbarizmus mennyit von le a zseni önnön felelősségéből, úgy élve meg egy halandóknak adatott földi pályát, hogy akivel kapcsolatba került, annak a vele való ismeretség miatt legkevesebb zaklatást, rosszabb esetben tevőleges meghurcoltatást – egy konkrét esetben általa generált halált – kelljen elszenvednie.

Ha korábban azt mondtam volt, hogy nem volt extravagancia a múlt század első

harmadában marxistává vedleni, később – Európa napkeleti felén – még kevésbé volt delikátum kommunistaként börtöntölteléké lenni az államszocializmus kiépülésének éveiben. Ezzel a munka egy másik rétegére utalok. Fentebb érintettem már Bándy Sándor minuciózus forráskollekcióját, amely – szövegbe vagy kiterjedt jegyzetapparátusba történő funkcionális illesztésével – az immár Magyar Dolgozók Pártra átkeresztelt kommunista „élcsapat” belső működésébe kalauzol. Nem „bepillantást enged” – ahogy udvariasan mondani szokták –, hanem magunk is ott járunk a pártközpont folyosóin, a központi ellenőrző bizottság irodáiban, a különböző osztályok, bizottságok munkaszobáiban, s alkalmasint „a párt ökle” titkosszolgálat kihallgatótermeiben. Pontosítva, ott téblábolunk, mert többnyire alig ismert, illetve elfeledett – feledhető – arcnélküli nevek sokasága tűnik fel, akik működtetik, üzemben tartják a horrorisztikussá váló rendszer mindennapjait. Egyik nap még „pozícionáltan”, pártmunkás-ítésként, hogy másnap már tegnapi elvtársaik taszítsák őket az exkommunikáltaknak kijáró páriálétké.

A *terroruralom* képzelőerőt, beleérzőképességet egyaránt próbára tevő általánosító fogalom: szinte metafora. Itt, a könyv lapjain pörögre vetkezve tűnik elő a hisztérikus ellenségkeresés/találás. Az ideológiai-politikai determináltság okszerűen kutatja és esetlegesen lel rá soros köznapai bűnbakjaira, amiből a tervutasításos üzemszerűség és a centralizálni próbált kaosz sajátos egyvelege tárul fel. A párt-diktatúra cefréjéből – a valahai marxizmus helyett – a sztálinizmus desztillátuma párlódik harmadgenerációs eszmedeformálódásként. Rettegve szolgáló mamelukjainak szorgalma révén alakul át tevőleges rendszer-szintű embertelenség-mechanizmussá. A

teoretikus vízió helyére lépve ez lesz a „létező szocializmus” praxisa. Alkalmasint magas intellektusú erkölcsi beszámíthatatlanok hűségese – netalán cinikus? – közreműködése, statisztálása közepette. Ez Lakatos Imre „másik élete.” Pontosítva: Lakatos sorsának aprólékos utánajárás nyomán feltáruló, reveláció értékű rekonstruálása közepette az olvasó is – virtuális – társasutazást tehet a korabeli párt-diktatúra szövevényes bugyraiban. Kiszámíthatatlan rapszodikussággal lehet párthű hitből kárhozat, eszmeszentélyből vallatószoza, meditációs kápolnából büntető magánzárka, munkafétisből rabtábor, kenetteljes „elvtársi jó tanácsból” utolsó kenet nélküli egzekúció. Csak a kiszámíthatatlanság kalkulálható, a bizonytalanság bizonyos, az ideiglenesség állandósul. Ez még a legbriliánsabb elmén is képes kifogni, pláne, ha a ráció mentén keres magyarázatot a – közreműködésével teremtetett – irracionalitásra. A rendszerre erőszakolt fatalitás hétköznapijaiban csődöt mond a kauzalitás – ez is, az is a *Homo sapiens* produktuma.

Bándy nem igazodik történetírói iskolákhoz. Fittyet hány arra, hogy éppen avítnak tartott hagyományos politikatörténet mentén araszol, *new social history* nézőpontot érvényesít, *oral history* alanyainak elbeszélését bogozza „filologizálva”, töredékesen fennmaradt vagy „kitakartan” hiányos textusok kínálnak-e számára információt. Mindegyiket rögzíti. „Makó–Jeruzsálem” messzeségnyi félmondatok, utalások, sejtetések vagy éppen „kiáltó elhallgatások” között szalamozik, alkalmasint meditál felettük, de nem zárja rövidre a különböző töltetű információszálat. Mintegy ezzel vonja be az olvasót a rejtvényfejtésbe – ami részben igaz –, de más oka is van a szövegnyalábok elvarratlanságának. Kutatásai során kiderült, hogy ha Magyaror-

szágon szinte mindent összegereblyezett is, brit és posztszovjet archívumok tudhatóan őriznek még – egyelőre hozzáférhetetlen – forrásokat Lakatos Imréről, elsősorban nevezett 1956 utáni emigrációs pályaszakaszáról. Az említett helyeken nem volt „levéltári forradalom”, s még ha a konvenciók különböznek is Londonban és Moszkvában, egyöntetűen más a „birodalmi léptékű” megfontolás a közelmúlt történelemmé patinásodásáról.

Lakatos Imrét a maga korában – zurnalizista közhellyel élve – „mindenki ismerte, aki számított a klubban”. A korábban említett – elsüllyedt, elfeledett – pártbürokratakon túl a szerző százánál több olyan, különböző szakmákban nevet szerzett kortársat talált és szóltatott meg, akik első kézből szállítottak újabb adalékokat Lakatosról. Emellett kiderül, hogy nevezettnek azok között is híre volt, számoltak vele – a közélet tágabb holdudvarában –, akik (esetenként szerencséjükre) nem érintkeztek vele közvetlenül. S úgy tűnik, erre vezethető vissza az is, hogy az angolszász „szabad világ” tudástemplomaiban kecsgetető előmenetele ellenére kellett lassacskán rábrednie: otthona ugyan lehet másutt is, respektust is szerezhet magának „jobbik énjével”, ám kommunista eltévelyedése – összes aposztata bizonykodása ellenére – élethosszig

Mindig velünk

„Összerezzenek, ha egy-egy beszélgetésben szóba kerül. Nem tudom eldönteni, hogy védjem vagy figyeljem, hogyan állja ki a próbát” – írja már-már anyainak hangzó féltéssel szavaiban Aczél Petra nyelvész, kommunikációkutató a retorikáról, *Médiaretorika* című kötetének ajánlójában. A féltést enyhítve azonban menten hozzátesszi: e könyv nem védőbeszéd, hiszen „nincs ok arra, hogy kard-

stigma marad „kóbor zseni” káderlapján. Akkor is, ha Karl Popper, és hasonló respektusú tudósok vállaltak kezességet érte. Bármenyivel civilizáltabban működött is a Csatornán túli Intelligence Service, az állampolgári kérelem „vizsgáján” rendre elbukott. Úgy halt meg a hetvenes évek derekán, hogy „állampolgári hűségét” Albionban nem találták kielégítőnek.

Ami pedig a történelmi víziót illeti, álljon itt zárásként a létező szocializmus magyarországi válfajait itthon végigélő, végigcsináló, nem kevésbé pallérozott – s a könyvben is szereplő – kor- és eszmétárs, Nagy Tamás közgazda végső távozása előtti utolsó mondata: „Az egész életem hiábavaló volt.” A huszadik század Magyarországon ezt – több generációból – sokan elmondhatják magukról. Ám a kudarc ellenére, aligha mindegy a talentumon túli karakterjegyek milyensége. Ez a korba helyezett kortalan feszültség pulzál a hatszáz oldalas könyv majd minden lapján. (*Alex Bandy: A Csokoládé-gyilkosság. Egy filozófus másik élete. Budapest: Akadémiai, 2014*)

Gyarmati György
történész

HIVATKOZÁS

Kövér György (1998): *Losonczy Géza, 1917–1957*. 1956-os Intézet, Budapest

dal, szóval, könyvvel védjük a védhetetlent”. Elvégre „csak” retorikáról van szó, de éppen ezzel a „csakkal” indulunk a jelenség mélyéig, egészen mély megismerése felé.

A hazai közép- és felsőfokú oktatásban méltatlanul mellőzött tudományról és praktika-ról – azaz a retorikáról – tengernyi szakirodalom áll rendelkezésre, hiszen egykor az antik műveltség középpontjában állva kiérdemelte a társtudományok, főként a nyelvészet, a logika, a teológia és a filozófia figyelmét,

egyenrangú partnerükké vált. Az elmúlt századokban azonban a retorika „a szónoki ékesszólás gyakorlatává” degradálódott, s mint ilyen, egy időre elveszítette eredeti karakterét, amelynek középpontjában az *ethosz*, a *pathosz* és a *logosz* hármas egysége állt: a jó rétor tudja, mit mondjon, birtokában van a megfelelő kommunikációs technikáknak, s legfőképpen és mindenekelőtt tisztában van mondása következményeivel. Hiába a megannyi tanulmány, e hármas egység a legutóbbi időkhöz sajnos ritkán bukkant fel bennünk.

A 20. század öröndetes fejleménye, hogy a retorika és a róla való gondolkodás – kezdetben Amerikában, s lassanként Európában is – elkezdte visszanyerni eredeti karakterét. Jól fejezi ki ezt a szemléletváltást J. W. Corder gondolata, amely szerint *we are always in a rhetoric*: folyamatosan és elkerülhetetlenül kerülünk retorikus szituációkból retorikus szituációkba, miközben embertársainkkal kommunikálunk. E nézőpontból szemlélve válik a retorika a nyelvészek „prédájából” a kommunikációkutatók, sőt az egész társadalomtudomány terepévé: a retorika hasonló értelmezési keretként szolgál kultúránk megértéséhez, mint maga a kommunikáció.

Aczél Petra e könyvben arra vállalkozik, hogy Corder felfogását magáénak vallva megvizsgálja, hogyan működik a retorika a médiában, beleértve a hagyományos tömegkommunikációt és az újmédia kiterjedt jelenségkörét. Az első nagy egység a működés nyelvéen szól, miközben a médiaretorikát taglalja, a második pedig vélekedéseket tartalmaz a médiakultúráról, finom kritikai észrevételeket fogalmazva meg a mediatizált társadalom főbb problémáiról. E gondolatmenet méltó és alapos folytatása a szerző korábbi, *Új retorika* című, 2009-es kötetének, amelyben az olvasók megismerhették a retorikáról folyta-

tott gondolkodás változásait, s betekintést nyerhettek a retorika gyakorlatába. A *Médiaretorika* is ad némi áttekintőt a legfontosabb retorikai paradigmákról, többek közt az épített környezet, az emberi és időbeli folyamatok, valamint a vizuális kultúra retorikájáról, de legfőképpen a média retorikájára koncentrálna, amikor a meggyőzés, a manipuláció, az invenció és a szelekció fogalmai mentén vizsgálja a médiahatást, és felépíti az „on-lények” értelmezési keretét.

Ismerős elemként köszön vissza a kötetben Aczél Petra egykori habilitációs előadásának témája, a „netorika”, az internet retorikájának médiakommunikációs sajátosságait összefoglaló fogalom, amely egyúttal a klasszikus retorika tükrében vizsgálja a posztmodern médiaszíntér változásait. Izgalmas összefoglalót olvashatunk arról, miként veszi ki észlelésünk szervezésének feladatait a saját fejünkből egy „külső agy”, amikor a számítógép előtt ülünk, s hogy eleve korlátos, közvetett, érzékszerveink tökéletlenségétől szenvedő virtuális valóságészlelésünkön hogyan csavar még egyet az úgynevezett „virtuális valóság”, amelyben az ember végeredményben – Jean Baudrillard gondolatát követve – önmaga szimulációjává válik. Ugyancsak égető kérdést feszeget a szerző a kötet utolsó nagy fejezetében, ahol az újmédia szerepét vizsgálja a gyermeki kultúra átalakulásában.

A *Médiaretorika* talán leginkább innovatív gondolata a 77–79. oldalon található ajánlás, amely a médiaüzenetek és -szövegek médiaretorikai elemzésének összefoglaló táblázatát közli. A funkcionális retorikai leírás és a kritikai-retorikai értelmezés egysége olyan komplex analízist tud adni a kutatók kezébe, amellyel az üzenet felépítésén vagy a felhasznált retorikai eszközökön túlmenően jóval mélyebb rétegekig juthatnak.

A keret vázlatos ismertetése egészséges hiányérzetet hagy maga után: egyfelől önállóságra serkenti az olvasót, hogy egy-két leírt példa megismerését követően ő maga is elemezzen médiaszövegeket, másfelől mélyebb és alaposabb leírásért kiált, amely – remélhetőleg – a könyv szerzőjét serkenti majd újabb mű megírására. Így válik a retorika „önjáróvá”: a klasszikus *enthiméma* retorikai technikáját felhasználva bír rá laikust és médiakutatót,

hogyan továbbgondolkodjunk, sőt magunk is komoly szellemi erőfeszítést végezzünk. Muszáj, hogy így legyen, muszáj, hogy válaszokat találunk a könyvben felvetett égető kulturális és generációs kérdésekre – mert úgy tűnik, a retorika és következményei elkerülhetetlenek, még a médiaretorika szintjén is. (*Aczél Petra: Médiaretorika. Budapest: Magyar Mercurius, 2012*)

Bokor Tamás

adjunktus, Budapesti Corvinus Egyetem



CONTENTS

From Lisenko to the Fundamental Law, and What Happened in between

Guest Editor: Ervin Balázs

Ervin Balázs: Introduction	1154
Csaba Koncz: Regulatory Factors Mediating Chromosomal Integration of Agrobacterium T-DNA in Plants	1155
Zoltán Bedő – László Láng – Gyula Vida – Mariann Rakszegi: Molecular Breeding Tools in Wheat Research	1164
Ervin Balázs: Plant Virus, as Bioinformatic Pendrive	1172
Dénes Dudits: Molecular Plant Biology and Green Biotechnology Serve the Present and the Future of Agriculture	1176

Study

Csaba Pléh: Three Components in the Origin of Language: Changes of the Brain, Social Life and Communication	1189
István Klinghammer – Gábor Gercsák: Tabulae from the History of Hungarian Mapmaking	1203
György Csomós: World Cities in the Realm of the Global Economy	1211
Magda Czigány: Inventing the Future—A Journey around Dennis Gabor's Book	1224
György Tarczay: Anders Jonas Ångström's Bicentenary	1241
Balázs Szabó: The Formation of Buda Castle Cave Cellars to the First Plot Allocation from the 13 th Century	1246
Ambrus Miskolczy: László Makkai (1914–1989)	1258

Academy Affairs

Greetings for the 90 th Birthday of Nine Prominent Hungarian Mathematicians	1265
Awards	1268

<i>Outlook (Júlia Gimes)</i>	1271
------------------------------------	------

<i>Book Review (Júlia Sipos)</i>	1274
--	------

Ajánlás a szerzőknek

1. A *Magyar Tudomány* elsősorban a tudományterületek közötti kommunikációt szeretné elősegíteni, ezért főleg olyan dolgozatokat közöl, amelyek a tudomány egészét érintik, vagy érthetően mutatják be az egyes tudományterületeket. Közlünk témaösszefoglaló, magas szintű ismeretterjesztő, illetve egy-egy tudományterület újabb eredményeit bemutató tanulmányokat; a társadalmi élet tudományokkal kapcsolatos eseményeiről szóló beszámolókat, tudománypolitikai elemzéseket és szakmai szempontú könyvismertetőket, de lapunk nem szakfolyóirat, ezért a szerzőktől közérthető, egy-egy tudományterület szaknyelvét mellőző cikkeket várunk.

2. A kézirat terjedelme általában ne haladja meg a 30 000 leütést (ez szóközzökkel együtt kb. 8 oldalnak felel meg a *Magyar Tudomány* füzetiben); ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat is tartalmaz, kérjük, arányosan csökkentse a szöveg mennyiségét. Beszámoló, recenzio terjedelme ne haladja meg a 7–8000 leütést. A teljes kéziratot MS Word .doc vagy .rtf formátumban interneten vagy CD-n kérjük a szerkesztőségbe beküldeni.

3. Másodközlésre csak indokolt esetben, előzetes egyeztetés után fogadunk el dolgozatokat.

4. Legfeljebb tíz magyar kulcsszót és a közlemények címének angol fordítását külön oldalon kérjük. A cím után a szerző nevét, tudományos fokozatát, munkahelye pontos nevét, s ha közölni kívánja, e-mail címét kell írni. Külön lapon kérjük azt a levelezési és e-mail címet, telefonszámot is, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

5. Szövegközi kiemelésként dőlt (*italic*), (esetleg félkövér – **semibold**) formázás alkalmazható; r i t k í t á s, VERZÁL, KISKAPITÁLIS (SMALL CAPITALS, KAPITÄLCHEN) és aláhúzás nem. A jegyzeteket lábjegyzetként kérjük megadni.

6. Az ábrák érkezhetnek papíron, lemezen vagy e-mail útján. Kérjük a szerzőket: tartsák szem előtt, hogy a folyóirat fekete-fehér; formátuma B5 – tehát ne használjanak színeket, és vegyék figyelembe a fizikai méreteket. Általában: az ábrák

és magyarázataik legyenek egyszerűek, áttekinthetők. A képeket lehetőleg .tif vagy .jpg formátumban kérjük; fekete-fehérben, min. 150 dpi felbontással, és nagyságuk ne haladja meg a végleges (vagy annak szánt) méreteket. A szövegben tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

7. A hivatkozásokat mindig a közlemény végén, ábécé-sorrendben adjuk meg, a lábjegyzetekben legfeljebb utalások lehetnek az irodalomjegyzékre. Irodalmi hivatkozások a szövegben: (szerző, megjelenés éve – Balogh, 1957; Feuer et al., 2002). Ha azonos szerző(k)től ugyanazon évben több tanulmányra hivatkoznak, akkor a közleményeket az évszám után írt a, b, c jelekkel kérjük megkülönböztetni mind a szövegben, mind az irodalomjegyzékben. Különösen ügyeljenek a bibliográfiai adatoknak a szövegben és az irodalomjegyzékben való egyeztetésére! Kérjük: csak olyan és annyi hivatkozást írjanak, amilyen és amennyi elősegíti a megértést. Számuk ne haladja meg a 10–15-öt.

8. Az irodalomjegyzéket ábécé-sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

- Folyóiratcikkek esetében: Feuer, Michael J. – Towne, L. – Shavelson, R. J. et al. (2002): Scientific Culture and Educational Research. The Educational Researcher. 31, 8, 4–14.

- Könyvek esetében: Rokkan, Stein – Urwin, D. W. – Smith, J. (eds.) (1982): The Politics of Territorial Identity: Studies in European Regionalism. Sage, London

- Tanulmánygyűjtemények esetében: Halász Gábor – Kovács Katalin (2002): Az OECD tevékenysége az oktatás területén. In: Bábosik István – Kárpáthi Andrea (szerk.): Összehasonlító pedagógia – A nevelés és oktatás nemzetközi perspektívái. Books in Print, Budapest

9. Havi folyóirat lévén a *Magyar Tudomány* kefelevonatokat nem küld, de elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát. A tördelés során szükséges apró változtatásokat a szerző időpontegyeztetés után a szerkesztőségben ellenőrizheti.