

Magyar Tudomány

EGY HALHATATLAN BIOLÓGUS:
CHARLES DARWIN
vendégszerkesztő: Szathmáry Eörs

KÍNA, GLOBÁLIS VÁLSÁG,
NEMZETKÖZI PÉNZÜGYEK
vendégszerkesztő: Farkas Péter

Tudományos nacionalizmus
Agrármodellek

2010•4

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Vezető szerkesztő:

ELEK LÁSZLÓ

Olvasószerkesztő:

MAJOROS KLÁRA

Szerkesztőbizottság:

ÁDÁM GYÖRGY, BENCZE GYULA, BOZÓ LÁSZLÓ, CSÁSZÁR ÁKOS,
ENYEDI GYÖRGY, HAMZA GÁBOR, KOVÁCS FERENC, LUDASSY MÁRIA,
NIEDERHAUSER EMIL, SOLYOSI FRIGYES, SPÄT ANDRÁS, VAMOS TIBOR

A lapot készítették:

GAZDAG KÁLMÁNNÉ, HALMOS TAMÁS, HOLLÓ VIRÁG, MATSKÁSI ISTVÁN, PERECZ LÁSZLÓ,
SIPOS JÚLIA, SPERLÁGH SÁNDOR, SZABADOS LÁSZLÓ, F. TÓTH TIBOR

Lapterv, tipográfia:

MAKOVECZ BENJAMIN

Szerkesztőség:

1051 Budapest, Nádor utca 7. • Telefon/fax: 3179-524
matud@helka.iif.hu • www.matud.iif.hu
Kiadja az Akaprint Kft. • 1115 Bp., Bártfai u. 65.
Tel.: 2067-975 • akaprint@akaprint.axelero.net

Előfizethető a FOK-TA Bt. címen (1134 Budapest, Gidófalvy L. u. 21.);
a Posta hírlapüzleteiben, az MP Rt. Hírlapelőfizetési és Elektronikus
Posta Igazgatóságánál (HELP) 1846 Budapest, Pf. 863,
valamint a folyóirat kiadójánál: Akaprint Kft. 1115 Bp., Bártfai u. 65.

Előfizetési díj egy évre: 8064 Ft
Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők
Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

Nyomdai munkák: Akaprint Kft. 26567
Felelős vezető: Freier László
Megjelent: 11,4 (A/5) ív terjedelemben
HU ISSN 0025 0325

TARTALOM

Egy halhatatlan biológus: Charles Darwin

vendégszerkesztő: Szathmáry Eörs

Szathmáry Eörs: Bevezető	386
Kun Ádám: Az RNS-világ és a hibaküszöb	388
Czárán Tamás: Együttműködés, kommunikáció és család a mikrobák világában: a <i>quorum sensing</i> és a kooperáció együttes evolúciója baktériumokban	396
Falus András – Molnár Viktor: A génszabályozás és a génhálózatok evolúciója	407
Oborny Beáta: A növények növekedési stratégiáinak evolúciója	413
Molnár István: Biológiai mintázatok eredete	425

Kína, globális válság, nemzetközi pénzügyek

vendégszerkesztő: Farkas Péter

Farkas Péter: Előszó	437
Szabó Zsolt: A válság hatása Kínára, és Peking gazdaságpolitikai válaszai	439
Gábor Tamás: Kína szokatlan kettős külgazdasági többlete	448
Farkas Péter: Kína szerepe a nemzetközi pénzügyi rendszer stabilizálásában és átalakításában	459

Tanulmány

Vámos Éva: Eszmék és eszközök – a 23. Nemzetközi Tudomány- és Technikatörténeti Kongresszus tanulságai (Budapest, 2009. július 28. – augusztus 2.)	468
Palló Gábor: Tudományos nacionalizmus: a természet történeti megközelítése a 19. század Magyarországon	472
Buday-Sántha Attila: Agrármodellek társadalmi, gazdasági és környezeti hatásai	481

Tudós fórum

Solyosi Frigyes: Tudomány és érdekérvényesítés: keresztütbén az Akadémia	490
Kitüntetések	493

Megemlékezés

Ujfalussy József (<i>Maróth Miklós</i>)	498
---	-----

<i>Kitekintés (Gimes Júlia)</i>	501
---------------------------------------	-----

Könyvszemle (Sipos Júlia)

Dénes Iván Zoltán: Liberális kihívásra adott konzervatív válasz (<i>Kecskeméti Károly</i>)	505
Van-e a történelemnek elmélete? Történelemelmélet I–II. szerk.: Gyurgyák János és Kisantal Tamás (<i>Erős Vilmos</i>)	507



Egy halhatatlan biológus: Charles Darwin

BEVEZETŐ

Szathmáry Eörs

ELTE Biológia Intézet és Budapest Collegium,
az MTA levelező tagja
szathmary@colbud.hu

Tavaly két okunk is volt Darwint ünnepelni. Kétszáz évvel ezelőtt született a szerző, és százötven éve jelen meg a nagy mű. Vagyis, egy középkorú tudós ereje teljében – még akkor is részben a körülmények sürgetésére – tett le egy olyan művet az asztalra, amely megváltoztatta az emberek gondolkodását. Nem teltek el évtizedek a megjelenés és az érdeklődés között – nem úgy, mint Kopernikusz vagy Gregor Mendel esetében. *A fajok eredete* azonnal hatalmas figyelmet vont magára, és

a természetes szelekción keresztüli evolúció elmélete – Roger Penrose elméleti fizikus értékelésében – az általános relativitáselmélet és a kvantumtérelmélet mellett a legnagyobb teljesítőképességű tudományos konstrukciók egyikévé vált. Igaza van. Ahogy Theodosius Dobzhansky mondta: *a biológiában minden csak az evolúció fényében kap értelmet*. Manapság elég kinyitni szinte bármilyen biológiai folyóiratot, hogy lássuk, Dobzhansky kijelentése igazabb, mint valaha.

Az evolúcióbiológia virágzó, élő tudomány. Ez azt is jelenti, hogy nem teljes, és hogy számos kérdés válaszra vár. Nemsokára megjelenik az *Evolution—The Extended Synthesis* című, szerkesztett munka a MIT Press gondozásában. A cím nyílt utalás Thomas Huxley 1942-es munkájára (*Evolution: The Modern Synthesis*). (A két kötet most egyszerre jelenik meg az MIT Pressnél). Ha Huxley szintézise ma is modern volna, akkor valami nagy baj lenne az evolúcióbiológiával. De nem az: nem modern, hanem elavult egy bizonyos értelemben. Szinte semmi „direkt rossz” nincsen benne, de tudásbázisa, kérdései jelentősen meghaladtak. Elég most itt csak az egyik forró témára utalnunk: miben áll, és evolúción megy-e keresztül maga az evolúcióra való képesség, az evolvabilitás? Vannak-e kevésbé és jobban evolvabilis populációk? Akik nyomon követték a szexuális szaporodás (a genetikai rekombináció) populációgenetikai elméleteit, azonnal tudják, hogy a válasz: igen, az evolvabilitás is fejlődhet. Merészebbek még azt is felvetik, hogy esetleg a változatok produkálásának az iránya is evolválódhat, természetesen bizonyos feltételek esetén.

Az evolúcióbiológia azért tudomány, mert kérdésekre keres választ hipotézisekkel, mintázatok elemzésével és kísérletek segítségével. Fontos, hogy értsük, mit is jelent ez. Hasonlatlan élvezet: attól, hogy nem tudjuk, mi fán terem a sötét anyag és a sötét energia, a kozmológia még nem halott. Nem is rossz. Csak nem

teljes. De ez valószínűleg így is marad. Isaac Newton óta a fizika nem úgy fejlődik, hogy kidobjuk, ami volt (mint az Arisztotelész fizikájával történt), hanem a korábbi ismeretek érvényességi tartományáról tudunk meg többet, miközben a tudásunk elmélyül. Nyilván az evolúciós tudás is a jövőben – néha – jelentősen mélyebbé fog válni. Ez sokakat meg fog hökkenteni. De a megoldás nem a tudományon kívülről fog érkezni, ahogy azt egyesek hiszik, vagy úgy tesznek, mintha hinnék.

A mostani és a következő havi számban két csokorba gyűjtöttük azon előadások írott változatait, melyek a Tudomány Napja alkalmából tavaly november 12-én, az MTA székházában elhangzottak. Elmondhatjuk: a szerzők érdekes és értékes anyagokkal tiszteltek a nagy tudós emléke előtt. Mindkét szám öt-öt tanulmányt tartalmaz. Az áprilisi számban a molekuláris, a mikrobiális és az egyedfejlődési rendszerek evolúciójának aspektusairól olvashatunk. A májusi számban a konzervációbiológia, az együttműködés evolúciójának problémái, a nyelv és a pszichológia evolúciós aspektusai kerülnek terítékre.

Darwin egyik híres jegyzetében elágazó leszármazási ábrát látunk és ezt a szöveget: „*I think*” (úgy gondolom). Lépjen hát a kedves olvasó az öreg Mester nyomdokai!

Kulcsszavak: *Darwin, evolúció, természetes szelekció, modern szintézis, kiterjesztett szintézis*

AZ RNS-VILÁG ÉS A HIBAKÜSZÖB

Kun Ádám

PhD., tudományos főmunkatárs,
ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék
kunadam@ludens.elte.hu

Errare humanum est. Sőt nemcsak az emberi lét jellemzője a hibázás, de bizony minden élőé. Hibák keletkeznek a genetikai információ másolásakor, ami egyrésztől lehetővé teszi az evolúciót (változatokat állít elő), viszont leggyakrabban borzalmas következményekkel jár. A torzszületek vagy a rák mögött mind, mind a hibás másolás következtében fellépő genetikai változások, mutációk – olykor epigenetikai változások – állnak.

Pedig szervezetünk igazán mindent megtesz örökítőanyagunk pontos másolásáért, az elkészült és ellenőrzött másolatban körülbelül egy-tízmilliárd betűnként (nukleotidoként) van egy hiba. Az emberi örökítőanyag (genom) körülbelül hárommilliárd bázispárból áll, másolásonként tehát körülbelül 0,3–3 hiba csúszhat be.

A másolási pontosság csökkenésével egyre kisebb információt tarthatunk fent. Bár erre utalnak az egyes élőlénytípusokban a genom méret és mutációs ráta összefüggése (i. táblázat), de éljünk a gyanúperrel, hogy egyéb körülmények is közrejátszanak a genom méret kialakításában (bár egyes vírusoknál egyértelműen a másolási pontosság szab határt genom méretük növekedésének). Könnyen beláthatjuk, hogy adott másolási pontosság mellett egy hosszabb szöveg pontos másolása nehezebb, mint egy rövidebbé. Feltételezve, hogy egy-egy betűt egymástól függetlenül

azonos q valószínűséggel másolunk le pontosan, egy L betűből álló szöveg pontos másolásának valószínűsége q^L . Mivel q definíció szerint kisebb 1-nél, ez a valószínűség L -el csökken. Például 99% másolási pontosságot feltételezve, egy száz betűből álló szöveget 37% valószínűséggel tudunk pontosan leírni. Amennyiben a keletkező kópiákat mindenféle válogatás nélkül továbbmásolnánk, akkor hamarosan csak hibás másolataink lennének, az információ elveszne. Feltételezhetjük viszont, hogy újabb másolat készítésénél a tökéletes másolatokat inkább választjuk alapul. Elégséges ez az információ megtartásához?

Manfred Eigen a hetvenes évek elején öntötte matematikai formába a fenti gondolatmenetet (Eigen, 1971). Itt a modell John Maynard Smith szerinti, egyszerűbb tárgyalását mutatom be (Maynard Smith, 1983). A másolandó információ eredeti formáját mesterkópiának hívom, minden hibás kópiát pedig mutánsnak (biológiában így nevezük az eredetihez képest változást tartalmazó szekvenciát). Nem különböztetjük meg az egyes mutánsokat attól függően, hogy mennyire rossz másolatok, továbbá feltételezzük, hogy a mutánsokat sohasem tudjuk úgy hibásan lemásolni, hogy az eredeti információt visszakapjuk (szakzsargonnal élve a visszamutációt kizártuk). A lemásolásért a kópiák között versengés folyik. Az eredeti informá-

ciót tartalmazó kópiát inkább választjuk, mint a másolatokat. Ez a folyamat megfelel a darwini természetes szelekciónak. A másolás pontatlan, ez generálja a változatot (esetünkben kétféle változat van: a mesterkópia és a mutáns). A másolás maga a kópiák szaporodása, az öröklődés pedig szintén fennáll, hiszen egy másik kópia alapján készítjük el az új másolatot. A változékonyság, szaporodás és öröklődés hármassá megléte esetén evolúció mehet végbe. A természetes szelekció bizonyos hiba esetén még képes fenntartani az információt, a pontatlan másolás során folyamatosan keletkező hibás másolatok kiszekelődnek. Eigen modellje viszont azt az eredményt adja, hogy bizonyos hibaráta felett (másolási pontosság alatt) az információ már nem tartható fent. A természetes szelekció sem képes fenntartani a mesterkópiát. Ez a másolási pontosság a hibaküszöb. A küszöböt átlépve az információ elvesz.

A fenntartható információ $L < \ln s / (1-q)$, ahol, ahogy fentebb az L az információ

hossza, q a másolási pontosság betűnként (így $1-q$ a hiba valószínűsége), $\ln s$ a mesterkópia szelekciós előnyének a logaritmus, azaz hogy hányszorosa a másolásra választás esélye a mutánsokéhoz képest.

Az evolúcióbíológusok úgy értelmezték ezt az egyenletet, hogy feltették, a másolási pontosság 99% és a szelekciós előny logaritmus pedig 1. Tehát legfeljebb egy 100 hosszú szekvenciát tarthatunk fent.

Mit mondanak nekünk ezek a számok? A tárgy bemutatásának most jött el az a szakasza, hogy elkezdünk konkrét biológiai molekulákról beszélni. Először a mai szervezetekre jobbra jellemző DNS-örökítőanyagról és fehérjeenzimekről beszéljünk. A fenntartandó információ ebben az esetben a DNS-szekvencia, azaz az adenin, guanin, citozin és timin nukleotidok sorrendje. Ez az információ fordítódik le a transláció során fehérjeenzimkékké úgy, hogy három nukleotid (triplet) határozza meg a fehérje egy építőkövét, azaz egy aminosavat.

Élőlény	Genomméret (kb)	Mutáció / bázis / replikáció
Bakteriofág Q β	4,2	$1,5 \times 10^{-5}$
Polivírus	7,4	$1,3 \times 10^{-5}$
Influenza A	13,6	$>7,3 \times 10^{-5}$
Lépnokrózis-vírus	7,8	$4,7 \times 10^{-6}$
Rágcsálóleukémia-vírus	8,3	$3,8 \times 10^{-7}$
Bakteriofág M13	6,4	$7,2 \times 10^{-7}$
Bakteriofág T2 és T4	170	$2,4 \times 10^{-8}$
<i>Escherichia coli</i>	4600	$5,4 \times 10^{-10}$
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12 000	$2,2 \times 10^{-10}$
<i>Neurospora crassa</i>	42 000	$7,2 \times 10^{-11}$
<i>Caenorhabditis elegans</i>	80 000	$2,3 \times 10^{-10}$
Ecetmuslinca	170 000	$3,4 \times 10^{-10}$
Egér	2 700 000	$1,8 \times 10^{-10}$
Ember	3 200 000	$5,0 \times 10^{-11}$

i. táblázat • Az adatok John Drake és munkatársai 1998-as közleményéből származnak.

A 99% másolási pontosság hatékony enzim nélkül igen optimista becslés, tehát ezzel messze túlbecsültük az élet keletkezésekor másolási pontosságot. A fenntartható fehérje-enzim így is körülbelül 33 aminosavból állhat mindössze. Ez nagyon kevés egy DNS-t másoló molekulához, s akkor a fehérjeszintézis apparátusáról még nem is emlékeztünk meg! Egyetlen tRNS körülbelül 76 bázis hosszú, s ebből húszféltre van szükség. Tehát ilyen kevés információval nem lehetséges egy pontosabban másoló enzim kódolása. Sem az enzimé, sem a translációhoz szükséges egyéb molekuláké. Mindezek kódolásához eleve hosszabb genomra van szükség.

Ezt hívjuk Eigen-paradoxonnak: nincs hosszú genom hatékony – s így szükség szerint hosszú – enzim nélkül, és nincs hosszú enzim hosszú genom nélkül. Ez a paradoxon foglalkoztatja az evolúcióbiológusokat lassan négy évtizede. A sejtes élet felé való továbblépés kritikusan függ attól, hogy lehetséges-e elegendő információt sokszorosítani vagy sem. Mindenesetre tudjuk, hogy valahogy mégiscsak sikerült megoldania az életnek a hatékony enzimeket és a hosszú genomot.

A DNS-fehérje-világban a probléma megoldhatatlannak tűnik. Nemcsak a másoló (replikáz) fehérjeenzim összetételét kódoló DNS-molekula másolása nem lehetséges a hibaküszöb miatt, de a probléma még reménytelenebb, ha egy egész fehérjeszintetizáló rendszert is kell működtetni, s akkor még ennek az evolúciós nehézségeiről nem is beszéltünk (Kun et al., 2007).

Ez utóbbi problémára adhat megoldást az RNS-világ hipotézis. A '80-as évek elején fedezték fel, hogy RNS-molekulák enzimeként működhetnek. Egy másolást végző RNS-molekula, amennyiben képes saját magát lemásolni (egészen pontosan magát és a

komplementer molekulát), akkor egy fehérje-enzim – DNS örökítőanyag-rendszer helyett egy RNS-enzim – RNS-örökítőanyag-rendszer is elegendő. Sőt, translációra sincs szükség: az RNS-molekula másolása egyszerűen szaporítja az örökítőanyagot, másrészt előállítja az enzimet.

A fentiek miatt az RNS-világ elképzelés gyorsan népszerűvé vált a témával foglalkozó kutatók körében, s azóta számos más, az RNS-világ létét sejtető körülményt fedeztek fel. Egyrészt újabb természetes, azaz ma élő élőlényekből izolált RNS-enzimeket (ahogy mostanában nevezik őket: ribozimokat) ismertünk meg. Számuk jelenleg hét: I és II csoportbeli intronok, Rnáz-P, kalapácsfej ribozim, hajtúhurok ribozim, hepatitis delta vírus és *Neurospora* Varkund Szatelitta RNS. A katalizált reakció tekintetében nem túl változatosak ezek az enzimek, mindegyik képes RNS-molekulát hasítani. Továbbá az anyagcserékben központi helyet elfoglaló kofaktorokban adenin – tehát RNS-monomer – található. A kofaktorok valamilyen kémiai csoportot szállítanak, így például az ATP- (adenozin-trifoszfát) energiát (nagyenergiájú foszfátkötést tartalmaz), a NAD (nikotinamid-adenin-dinukleotid), NADP (nikotinamid-adenin-dinukleotid-foszfát), és FAD (flavin-adenin-dinukleotid) redukálni képes hidrogént, és a Koenzim A acetyl-csoportot. Végül nézzük meg a transláció folyamatát, azt a biokémiai folyamatot, ami lefordítja a DNS-ben tárolt információt fehérjévé (enzimmé). Vázlatosan, a lefordítandó DNS-szakasz hírvívő RNS-re (mRNS) íródik át, amihez a fehérjeszintézist végző riboszómák (tRNS-t és fehérjét tartalmazó makromolekuláris komplexek) kapcsolódnak, a szintézishez az aminosavakat pedig tRNS-ek szállítják. Csupa RNS-molekulát találunk a ma

uralkodó DNS-fehérje-világ fő komponensei között. Az RNS megkerülhetetlen. Mi több, ahogy azt a 2009-ben ezen munkájáért kémiai Nobel-díjjal kitüntetett Thomas A. Steitz és munkatársai kimutatták, a riboszóma aktív helyén RNS található (Moore – Steitz, 2002). Azaz ma is mindannyiunkban egy RNS végzi a peptidil-transzfert.

A mesterségesen evolútatott ribozimek katalitikus sokfélesége arra enged következtetni, hogy az RNS-világ metabolikusan gazdag lehetett. A teljesség kedvéért meg kell jegyeznünk, hogy a DNS-molekula is működhet enzimeként, ebben (sem) tér el az RNS-molekulától. DNS-világot mégsem feltételezünk. Ennek egyik oka, hogy a DNS-t felépítő molekulák úgy jönnek létre minden élőlényben, hogy az RNS-monomerek cukor részéről egy enzim lehasítja a 2' helyen levő hidroxi-csoportot (a **deoxiribonukleinsav** ebben különbözik a ribonukleinsavtól). Amennyiben a DNS-molekula ősbibb lenne az RNS-nél, úgy a folyamat bizonyosan fordítva zajlana le.

Egy fontos – a legfontosabb – katalitikus aktivitást még nem sikerült azonban kimutatni: nincs még jól működő RNS-templát-alapú RNS-szintetáz. Azaz nem tudtak még olyan ribozimet kifejleszteni, amely képes lenne önmagát másolni. Egy ligáz, azaz két RNS-szálat összekötni képes ribozim fejlesztésével képesek voltak egy olyan enzimet előállítani, amely templát alapján legfeljebb húsz bázist tud másolni (Johnston et al., 2001; Zaher – Unrau, 2007). Maga az enzim körülbelül kétszáz bázis hosszú, azaz önmagát semmiképpen nem tudja másolni. Pontossága sem túl nagy még, olyan 96–97%-os pontossággal működik (innen is látható, mennyire optimista becslés volt a 99%-os másolási hűség). Egy replikáz ribozim sikeres kifejlesztése

maradéktalanul bizonyítaná, hogy az RNS-világ létezhetett, így jelenleg is intenzíven kutatják a meglévő ligáz működését, hogy megértsék, mivel lehetne tökéletesíteni azt.

Az RNS-világban a szekvencia másolásával előáll az enzim. Ezzel látszólag annyit értünk el, hogy egy harminchárom hosszú fehérje helyett egy száz nukleotid hosszú RNS-molekulát tudunk fenntartani. Lehet-e ekkora RNS-molekulának enzimatikus aktivitása? A válasz: egyértelműen igen. A természetes hajtú ribozim transz-ható része ötven nukleotid hosszú. Peptidil transzfert huszonkilenc (Illangasekare – Yarus, 2000), sőt öt hosszúságú ribozim is végezhet (Chumachenko et al., 2009). Tehát viszonylag rövid RNS-molekulák is lehetnek enzimek, viszont a fentebb említett RNS-ligáz (potenciális replikáz) hossza jóval meghaladja a százat, s egyelőre semmi esély nem látszik arra, hogy egy viszonylag kis molekula katalizálhassa az RNS-replikációt.

Az eddigi okfejtés feltételezi, hogy a szekvenciát, vagyis a bázissorrendet kell megőriznünk. Ez a DNS-fehérje világban plauzibilis feltételezés, hisz a DNS-ben szekvenciálisan tárolt információ fordítódik le fehérje szekvenciává. Az RNS-világban viszont magát az enzimet másoljuk. Mindaddig, amíg az enzim aktivitása nem változik jelentősen, a szekvenciája nem számít. Biokémiai vizsgálatok bizonyítják, hogy az enzimek szerkezete határozza meg elsősorban az aktivitásukat, s nem a konkrét szekvencia. Mindaddig, amíg a szerkezet megőrződik, nagy valószínűséggel az enzimaktivitás is megmarad.

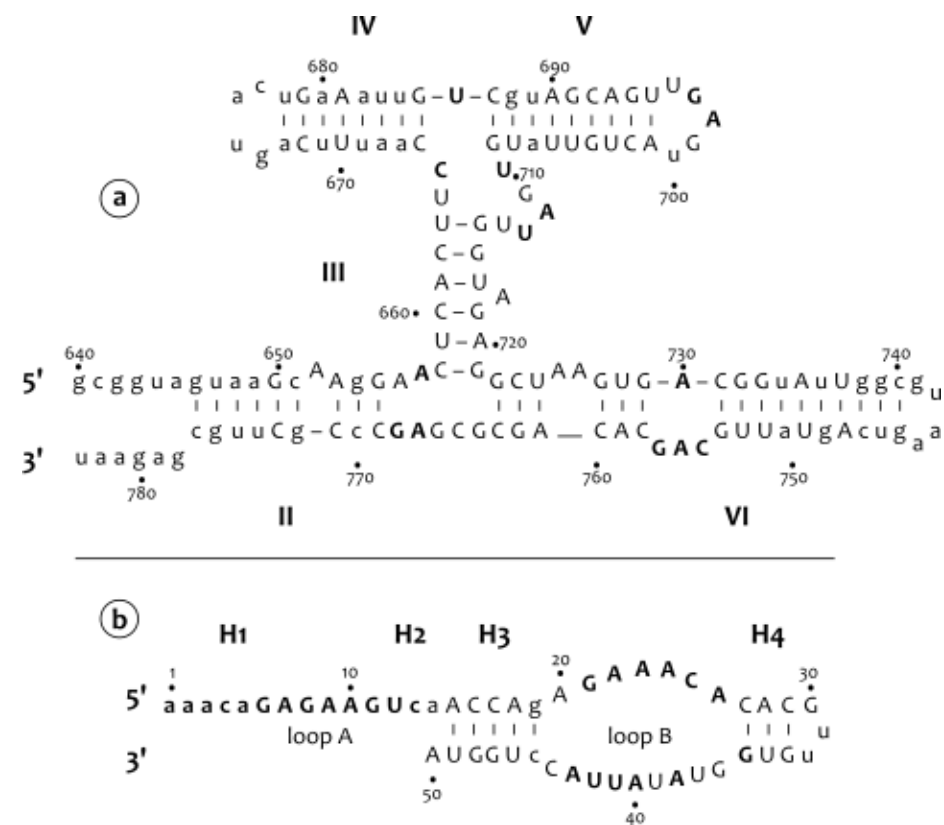
Felmerül a kérdés, hogy mennyiben befolyásolja a hibaküszöböt, ha nem a szekvenciális információt, csak a szerkezetet kell fenntartani? A különböző szerkezetek száma jóval kisebb a lehetséges szekvenciák számánál

(Schuster et al., 1994), tehát több szekvencia is azonos szerkezetet vesz fel. Ebben az esetben nem minden mutáció változtatja meg a szerkezetet – a szekvenciát igen –, azaz szelektíósan semleges lehet. A pontatlan másolásból eredő mutációk egy részének így nincs hatásuk, tehát magasabb mutációs ráta mellett is fenntartható a szerkezet. Az így kapott hibaküszöböt fenotipikus hibaküszöbnek hívjuk.

Fontosnak tartjuk, hogy az elméleti vizsgálódások is a kísérletes eredményeken alapuljanak, így a fenotipikus hibaküszöböt egy kísérletesen jól jellemzett ribozimra szerettük

volna kiszámolni. Ennek a feltételnek csak a természetes ribozimek és talán a Bartel-féle I-es ligáz felel meg. A természetes ribozimekből hosszuk miatt kiesnek az I-es és II-es csoportbeli intronok, valamint az RNázP. Egy álcsonomónak nevezett szerkezeti rész következtében a Hepatitis delta vírussal sem tudunk számolni (a leggyakrabban alkalmazott, bevett módszerek nem képesek figyelembe venni az álcsonomókat). Így maradt a hajtű és a *Neurospora* Varkund Szatellit ribozim (1. ábra).

Számos kísérletet végeztek ezen enzimeken, amelyekben a szekvencia kisebb-na-



1. ábra • *Neurospora* VS ribozim (a) és a hajtű ribozim (b) másodlagos szerkezete. A nukleotidok számozása és az egyes régiók jelölése az irodalomban megszokottat követi. Nagy betűk jelölik azokat a pozíciókat, amelyekre ismerünk mutánst. A vastagon szedett helyek kritikusak az enzimaktivitás szempontjából.

gyobb változtatása mellett megmérték az így előállított mutáns enzimaktivitását. A *Neurospora* VS ribozim esetében a 144 bázisból 83 mutánsát ismerjük az irodalomból (1. a ábrán a nagybetűvel jelölt nukleotidok), az összes különböző mutánsok száma 183. A mutánsok között van, ami a szerkezetet változtatja egy-egy kitüremkedés eltüntetésével, vagy áthelyezésével, esetleg egy szár meghosszabbításával. Vannak mutánsok, amelyek több helyet egyszerre érintenek. A hajtűkanyar ribozim ötven bázisból harminckilencet vetettek alá valamilyen mutációnak (1. b ábrán a nagybetűvel jelölt nukleotidok), az összes ismert mutáns száma 142.

A kísérletek alátámasztják, hogy a szerkezet megőrzése a kulcs az enzimaktivitás megőrzésében, a legtöbb nukleotid tényleges kémiai mikéntje lényegtelen mindaddig, amíg a szerkezet nem változik. A szerkezet kicsit változhat is, pár hibás bázispár vagy a helikális régiók rövidülése, hosszabbítása csak kismértékben módosítja az aktivitást. Egyes helyek kritikusak az enzimaktivitás szempontjából (az 1. ábrán vastagon szedett helyek). Ezeket a helyeket bármely módosítás tönkreteszi az enzimet.

A többszörös mutációk hatása közel multiplikatív, azaz amennyiben ismerjük az egyik és a másik mutáns hatását külön-külön, akkor a közös mutáns hatása egyszerűen a két mutáns hatásának a szorzata. Például, tegyük fel, hogy az egyik mutáns 80%-ra csökkenti az enzimaktivitást, a másik meg a felére. Ebben az esetben a kettősmutáns aktivitása 40%-os. Ehhez a megállapításhoz több ribozim kísérletes adatait gyűjtöttük össze. Végül megállapíthattuk, hogy a többszörös mutációk hatása gyengén szinergisztikus, azaz a kettősmutáns aktivitása kissé nagyobb, mint a két egyszeres mutáns hatásának szorzata. A

modellekben – a mienkben is – az egyszerűség kedvéért alkalmazott multiplikatív hatás tehát nagyjából igaz, ezt használva túlbecsüljük a mutáció negatív hatását. Mivel pont azt vizsgáljuk, hogy mutációs negatív hatása ellenére fennmaradhat az aktív enzim, így a mutáció hatásának túlbecsülése megengedett, a valóság ennél csak kedvezőbb lehet.

Az általános felismerésekből és az egyes ribozimek konkrét mutáció-aktivitás adataiból egy rátermettségi tájképet állítottunk elő. A rátermettségi tájkép minden egyes lehetséges szekvenciához hozzárendel egy rátermettség (fitness) értéket. Lényegében a rátermettségek adják majd meg a szelektíós előnyt, amit az Eigen-modell kapcsán említettünk. Ez volt az első és máig egyetlen publikált rátermettségi tájkép ribozimekre (részleteit lásd Kun és munkatársai 2005-ös kiegészítő anyagában). A rátermettség tájkép alapján egy stochasztikus populációdinamikai modellel a hibaküszöb becsülhető.

Eredményül azt kaptuk, hogy a *Neurospora* VS ribozimra a fenotipikus hibaküszöb 0,0533 hiba/bázis/replikáció; hajtű ribozimra pedig 0,144 hiba/bázis/replikáció. Ennél magasabb hibaráta mellett nem fenntartható a működő enzim, kisebbnél viszont igen. Az Eigen-féle formalizmusban, ami meghatározta a hibaküszöbről való gondolkodást az elmúlt harminc évben, ezekre a ribozimokra (száznegyvennégy és ötven nukleotid hosszú szekvenciák) 0,014 és 0,042 hiba/bázis/replikációs hibaküszöb adódik, ami jelentősen kisebb az általunk kimért fenotipikus hibaküszöbnél. Egy nagyságrenddel nagyobb hiba mellett is fenntartható a szerkezeti információ, azaz az RNS-világ egy nagyságrenddel magasabb hibaráta mellett is működőképes, mint ahogy korábban egy DNS-fehérje-világra gondolták. Ez jelentősen megnöveli

bizodalmunkat mind az RNS-világ meglétében, mind az Eigen-paradoxon feloldhatóságának lehetőségében.

Létezik-e egyáltalán még az Eigen-paradoxon? Egyrésztől, ha lenne replikáz ribozim, ami 96,5%-os pontossággal lenne képes másolni, akkor mindkét vizsgált ribozim másolható lenne. A replikáz enzimmásolási pontossága jobb, mint a ribozimok fenotipikus hibaküszöbe. Elegendő-e a 96,5%-os pontosság (3,5%-os hibaráta) a replikáz másolásához (kétszáz bázis)? Eredményeinkből extrapolációra ad lehetőséget Paulien Hogeweg és munkatársai (Takeuchi et al., 2005) munkája, amelyben a fenotipikus hibaküszöbre a következő összefüggést ajánlják: $L < -\ln s / \ln(q + \lambda - q\lambda)$. A jelölések azonosak, mint fentebb, λ az összes lehetséges, egy bázist érintő mutánsok közül azoknak a hányada, amelyek nem változtatják meg az aktivitást (azaz rátermettség szempontjából semleges mutánsok). Ez a hányad könnyen kiszámítható az eredeti szekvenciára, s más vizsgálataink azt mutatják, hogy egy adott struktúrára nagyjából azonos a szekvenciától függetlenül. A VS ribozim esetében $\lambda = 0,26$, hajtűkanyar ribozimra pedig $\lambda = 0,22$. Ezekből kiszámolva az $\ln s$ értékeket azt kapjuk, hogy a *Neurospora* VS ribozimra $\ln s = 5,761$, a hajtűkanyar ribozimra $\ln s = 5,957$. A két, egymástól független ribozimra a két paraméter eléggé egyezőnek adódik. Behelyettesítve a Bartel I-es ligázból fejlesztett szintetáz pontosságát (96,5%) a fenntartható hossz 217-nek adódik, ami a kb. 200 nukleotid hosszú ribozim másolásához pont elég. Amennyiben a fenti összefüggés helyes, és saját eredményeink általánosíthatók a ribozimek nagyobb osztályára, úgy elmondhatjuk, hogy az önreplikáló ribozim fennmaradása megoldott. Azaz lehet elég hosszú genom, ami enzimeként

működve elegendő pontossággal rendelkezik saját maga másolására. Az Eigen-paradoxon pont ennek ellenkezőjét állítja.

Az önreplikáló RNS-replikázon kívül azonban egy élő sejtnek összetett anyagcserével kell rendelkeznie. Másolható-e ezzel a pontossággal egy genom, ami minden szükséges enzimet tartalmaz? Andrés Moya és munkatársai (Gabaldón et al., 2007) ötvenenzimes minimális anyagcserét javasoltak, de ez csak a központi anyagcserét tartalmazza, magát a replikációt például nem. Baktériumok minimális génkészletét 200 gén alá becsülik, viszont ez tartalmazza a DNS-szintézis és a fehérjeszintézis minden génjét. Hasonlóan, Daniel C. Jeffares és munkatársainak 15 ezer bázisos RNS genomja (Jeffares et al., 1998) is túlbecsüli a szükséges méretet a transzláció és fehérjeszintézis teljes génkészletének bevonása következtében. A minimális genomméretre jó becslés a körülbelül 7000–8000 bázis. Ami 70–100 darab 70–100 bázis hosszú gént jelent. A fentebb levő számolás alapján ehhez 0,999-es másolási pontosság szükséges, ami az alsó határa az RNS-vírus replikázoknak. Az egy-egy enzimre megengedhető 1–10% hibaráta helyett tehát 0,1% hibaráta lenne szükség. Ez az egy nagyságrendnyi változás akár a replikáz méretének és pontosságának finom lépésekkel való növekedésével is megvalósítható, ahogy azt Scheuring István (2000) felvázolta. További lehetőség, hogy a kisebb alegységekből összeálló ribozimek egyes komponensei több ribozim felépítésében is részt vesznek, így csökkentve a fenntartandó genom méretet (Garay, 2010). Jelenleg pedig azon dolgozunk, hogy mutációra minél érzékenyebb szerkezeteket találjunk, amelyek alapjai lehetnek egy rövid, robosztus genommal megvalósítható gazdag anyagcserének.

A DNS-fehérje-világban a hibaküszöb szigorú korlátot szab a fenntartható genom méretnek. Az RNS-világban viszont nem a szekvenciális információt, hanem az enzimek aktivitását (szerkezetét) kellett fenntartani,

ami lehetővé teszi viszonylag nagy ribozimek másolását is. Az Eigen-paradoxon, bár még kísérti az élet keletkezésének kutatóit, de már messze nem tűnik leküzdhetetlen akadálnak, mint eredményeink előtt.

Kulcsszavak: *biológia, evolúció, RNS, ribozim, az élet keletkezése, Eigen-paradoxon*

IRODALOM

- Chumachenko, N. V. –, Novikov, Y. – Yarus, M. (2009): Rapid and Simple Ribozymic Aminoacylation Using Three Conserved Nucleotides. *Journal of the American Chemical Society*. **131**, 5257–5263.
- Drake, John W. – Charlesworth, B. – Charlesworth, D. – Crow, J. F. (1998): Rates of Spontaneous Mutation. *Genetics*. **148**, 1667–1686.
- Eigen, Manfred (1971): Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules. *Naturwissenschaften*. **10**, 465–523.
- Gabaldón, Toni – Peretó, J. – Montero, F. – Gil, R. – Latorre, A. – Moya, A. (2007): Structural Analyses of a Hypothetical Minimal Metabolism. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. **362**, 1761–1762. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2442391/pdf/rstb20072067.pdf>
- Garay J. (2010): Active Centrum Hypothesis: The Origin of Chiral Homogeneity and RNA-World. (*benyújtva*)
- Illangasekare, Mali – Yarus, Michael (1999): A Tiny RNA That Catalyzes Both Aminoacyl-RNA and Peptidyl-RNA Synthesis. *RNA*. **5**, 1482–1489. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1369869/pdf/10580476.pdf>
- Jeffares, Daniel C. – Poole, A. M. – Penny, D. (1998): Relics from the RNA World. *Journal of Molecular Evolution*. **46**, 18–36.
- Johnston, W. K. – Unrau, P. J. – Lawrence, M. S. – Glasen, M. E. – Bartel, D. P. (2001): RNA-catalyzed RNA polymerization: accurate and general RNA-templated primer extension. *Science*. **292**, 1319–1325.
- Johnston, Wendy K. – Unrau, P. J. – Lawrence, M. S. – Glasen, M. E. – Bartel, D. P. (2001): RNA-catalyzed RNA Polymerization: Accurate and General RNA-templated Primer Extension. *Science*. **292**, 1319–1325.
- Kun Ádám – Santos, M. – Szathmáry E. (2005): Real Ribozymes Suggest a Relaxed Error Threshold. *Nature Genetics*. **37**, 9, 1008–1011.
- Kun Ádám – Pongor S. – Jordán F. – Szathmáry E. (2007): Catalytic Propensity of Amino Acids and the Origins of the Genetic Code and Proteins. In: Barbieri, Marcello (ed.): *The Codes of Life: The Rules of Macroevolution*. Springer http://books.google.hu/books?id=8Upb1qikMEC&dq=Kun+%C3%81d%C3%Atm+%E2%80%93Pongor+S.+%E2%80%93Jord%C3%A1n&chl=en&source=gbs_navlinks_s
- Maynard Smith, John (1983): Models of Evolution. *Proceedings of the Royal Society B*. **219**, 315–325. <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/219/1216/315.full.pdf+html>
- Moore, Peter B. – Steitz, Thomas A. (2002): The Involvement of RNA in Ribosome Function. *Nature*. **418**, 229–235.
- Scheuring István (2000): Avoiding Catch-22 of Early Evolution by Stepwise Increase in Copying Fidelity. *Selection*. **1**, 1–3, 13–23.
- Schuster, Peter – Fontana, W. – Stadler, P. F. – Hofacker, I. L. (1994): From Sequences to Shapes and Back: A Case Study in RNA Secondary Structures. *Proceedings of the Royal Society B*. **255**, 279–284. <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/255/1344/279.full.pdf+html>
- Takeuchi, Nobuto – Poorthuis, P. H. – Hogeweg, P. (2005): Phenotypic Error Threshold; Additivity and Epistasis in RNA Evolution. *BMC Evolutionary Biology*. **5**, 9. <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2148-5-9.pdf>
- Zaher, Hani S. – Unrau, Peter J. (2007): Selection of an Improved RNA Polymerase Ribozyme with Superior Extension and Fidelity. *RNA*. **13**, 1017–1026. <http://majournal.cshlp.org/content/13/7/1017.full.pdf+html>

EGYÜTTMŰKÖDÉS, KOMMUNIKÁCIÓ ÉS CSALÁS A MIKROBÁK VILÁGÁBAN: A QUORUM SENSING ÉS A KOOPERÁCIÓ EGYÜTTES EVOLÚCIÓJA BAKTÉRIUMOKBAN

Czárán Tamás

a biológiai tudomány doktora, tanácsadó,
MTA–ELTE Elméleti Biológiai és Ökológiai Kutatócsoport,
Collegium Budapest
czaran@ludens.elte.hu

Bakteriális kooperáció és quorum sensing

A baktériumpopulációkon belüli együtműködés számos kísérleti vizsgálat tanúsága szerint sokkal általánosabb jelenség, mint azt akár csak a közelmúltban is sejtettük. A bakteriális kooperáció tipikus formái például a táplálék sejten kívüli emésztésében részt vevő exoenzimok, a vízben alig oldódó, de életfontosságú vas(III)-ionokat felvehetővé tevő szideroforok, illetve a patogének invazív képességét növelő virulenciafaktorok termelése, a versenytársak kiszorítását célzó bakteriocinprodukciónak vagy a biofilmképzés (Buckling et al., 2007; West – Buckling, 2003). Az együtműködés általában a baktériumsejtek által a környezetbe kibocsátott géntermékek, „közös javak” előállításában nyilvánul meg, melyek azonban kizárólag akkor hasznosíthatók a baktériumok számára, ha sejteken kívüli koncentrációjuk elér egy kritikus szintet, vagyis ha kellően nagyszámú, egymással szomszédos baktériumegyed szinkronizált módon termeli azokat. Az egyes egyedek izolált erőfeszítése önmagában elégtelen lenne a pozitív

hatás eléréséhez, vagyis a populáció tagjai csak együtműködve tehetnek szert a közös javak révén elérhető előnyre. Ez nyilván azt is jelenti, hogy az egyedek egy bizonyos lokális küszöbdenzitása (*quorum*-a) alatt felesleges, illetve a baktériumtörzs rátermettsége szempontjából kifejezetten hátrányos az együtműködéssel próbálkozni, mert az abba fektetett források megtérülés nélkül elvesznek.

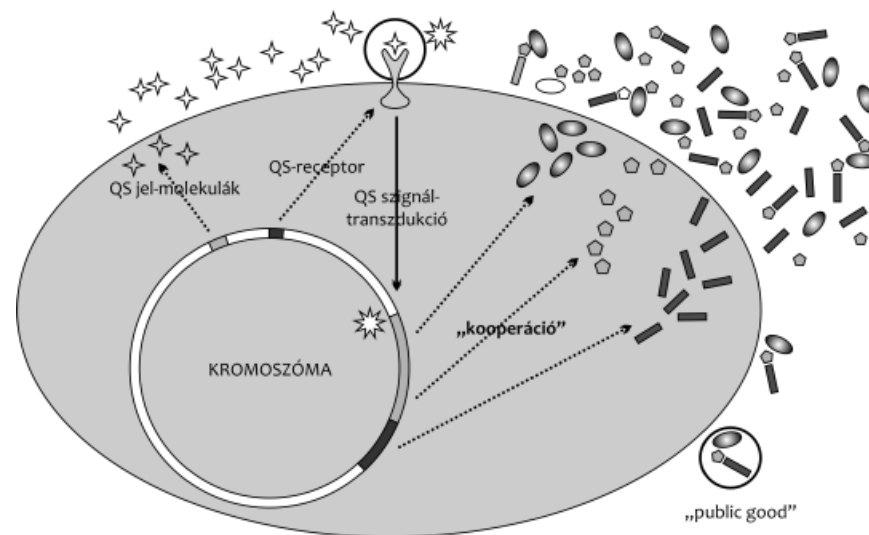
Mindezek alapján könnyen belátható, hogy bármely jelzés a potenciális kooperátorok aktuális helyi létszámáról óriási előnnyel járna minden küszöbdenzitástól függő, együtműködésre képes populációban. A lokális egyedsűrűségre vonatkozó információ lehetővé tenné, hogy az értékes forrásokat felemésztő kooperáció csak akkor kezdődjön, amikor a lehetséges együtműködők denzitása már meghaladja a kellő hatékonyságot biztosító küszöbértéket, vagyis a befektetés várhatólag minden résztvevő számára busásan megtérül. Pontosan ez a szerepe a – szintén a közelmúltban felfedezett, majd azóta szinte minden e szempontból vizsgált baktériumtörzsben megtalált – lokális denzitásérzéke-

lésnek (quorum sensing – QS) (Brown – Johnstone, 2001; Henke – Bassler, 2004; Rumbaugh et al., 2009), a bakteriális kooperációt térben és időben koordináló genetikai-biokémiai „kapcsolónak”.

A QS genetikai alapmechanizmusa egyszerű: a baktérium folyamatosan termel, és a sejten kívüli térbe ürít egy kisebb, kémiaiilag meglehetősen egyszerű molekulából álló vegyületet (kémiai jelet), amelyet ugyanazon sejt egy receptora (membrán- vagy citoplazma-fehérjéje) „visszafog”, ha a jelmolekula külső koncentrációja elegendően nagy, vagyis ha azt az adott körzeten belül elég sok baktériumegyed termeli. A receptor- és a jelmolekula összekapcsolódása aktivál egy sejten belüli szignál-transzdukciós (jeltovábbító) rendszert, mely a megfelelő kooperációs (például az exoenzimet vagy a virulenciafaktorokat termelő) géneket működésbe hozza (1. ábra). A QS ma már sok különböző változatban, rengeteg különböző baktériumtörzsben is-

mert (Williams et al., 2007). Kibernetikai értelemben minden változata a régóta jól ismert operonokéhoz hasonló elven működik: a sejt az önmaga által (is) termelt jelmolekula sejten kívüli koncentrációjának valamely küszöbértéke fölött kapcsolja be (vagy ki) egyes génjeit.

A fentiek alapján a bakteriális kooperáció és a QS közötti funkcionális kapcsolat logikailag szinte szükségszerűnek tűnhet. E szükségszerűséget a kísérleti eredmények is alátámasztani látszanak: valóban nagyon sok megvizsgált baktériumtörzsben szabályozza QS a közösen hasznosítható javak termelését. Evolúcióbiológiai szempontból azonban ezek a kísérleti eredmények nehezen megválaszolható elméleti kérdések sorát vetik fel. Hogy csak a legalapvetőbbek közül említsünk néhányat: Miként lehetséges a közös javak termelésében megvalósuló együtműködés evolúciós kialakulása egy eredetileg nem kooperáló törzsben? Mi tartja fenn a koope-



1. ábra • A kooperáció és a QS genetikai-biokémiai kapcsolatának sematikus ábrázolása. A „public good” a közös hasznosítású, közösen termelt javakat jelöli.

ráció evolúciós előnyét akkor is, ha az együttműködő egyedek által megtermelt közös javakat „ingyenélők” és „csalók” egész hada dezmálhatja? Mennyire megbízható (tehát: mennyire használható) az együttműködést koordinálni hivatott kommunikációs rendszer (QS), ha a jelzés, illetve a jelekre adandó válasz bármikor kikapcsolható, az egyed önös érdekeinek megfelelően?

A kooperáció buktatói

A fő kérdés természetesen a kooperáció evolúciós fenntarthatósága. Ennek elméleti vizsgálatára születtek a játékelmélet talán legismertebb alapmodelljei: a „Rabok dilemmája (Prisoners' Dilemma)”, a „Közlegelő tragédiája (Tragedy of the Commons)”, illetve a „közös javak (Public Goods)” játékok (Hardin, 1968; Crespi, 2001; Killingback et al., 2006; Hauert et al., 2006). Hely hiányában minden részlettől eltekintve itt csak annyit szögezzünk le, hogy e három kooperációs játék alapverzióinak egybehangzó jóslata szerint teljesen szabad akarattal rendelkező és racionálisan döntő ágensek (játékosok) számára a kooperáció nem életképes stratégia: a nemkooperáló („önző”) stratégiák minden esetben kiszorítják az együttműködőket. Ennek egyszerű oka, hogy kooperáló egyedek között a domináns együttműködési hajlandóság kihasználása miatt éri meg önzőnek lenni, önzők között pedig a többiek általi kihasználtság elkerülése érdekében.

Ha a „szabad akaratot” a szabad stratégia-váltás képességével helyettesítjük, és megengedjük ennek mutációs megvalósulását, valamint a „racionális döntést” a természetes szelekcióra bízunk, akkor a játékelmélet alapmodelljeinek következtetései – *mutatis mutandis* – bármely élőlény populációira, többek között a baktériumokéira is érvénye-

sek. A probléma ekkor már evolúciós keretben vetődik fel: ha a stratégiák mutációs szelekciós egyensúlya elvileg mindig az „önzők” győzelmét jelenti, akkor minek köszönhető a természetben (és az emberi társadalmakban is) megfigyelhető, olykor megdöbbentő mértékű kooperációs hajlam?

A válasz a modellek feltevéseinek finomításával (például a játék azonos résztvevőkkel való többszöri ismétléseinek, a „jutalmazásnak”, illetve a „büntetésnek” a bevezetésével, vagy az együttműködési hajlandóságot a rokonság mértékével arányosítva) árnyalható. A sikeres kooperációnak, azaz az együttműködő stratégiák túlélésének és az „önzők” fékentartásának feltételei az e feltevésekkel kiegészített modellek keretében már megadhatók (Brookfield, 1998; Frank, 1998; Keller – Surette, 2006). Ez azonban a bakteriális kooperáció szempontjából újabb kérdéseket vet fel: milyen hatékony jutalmazási/büntetési, illetve rokonfelismerési mechanizmusok képzelhetők el a baktériumok szintjén?

A kommunikáció buktatói

A legésszerűbbnek látszó feltevés szerint a QS a bakteriális kommunikáció egyszerű formája, amely a törzsön belüli együttműködésnek (rendszerint a közösen hasznosított javak közös termelésének) koordinálására evolválódott. Sajnos elméleti szempontból a kommunikáció evolúciós kialakulása és fennmaradása sem problémamentes – sem általában az élővilágban, sem a baktériumok esetében speciálisan. A kommunikáció csakúgy, mint az együttműködés maga, „csalók” áldozatává eshet (Diggle et al., 2007). A bakteriális kommunikációnál maradvány: A QS-rendszer jelgeneráló és jelfogó (kimeneti és bemeneti) oldala egyaránt mutációs változásokat szenvedhet, és a különböző mutánsok alkalmasint

hasznat is húzhatnak a mutáció okozta fenotípusváltásaikból. Tekintsük példaként azt az esetet, amikor a QS-rendszer bemeneti (jeltovábbító) génei válnak működésképtelenné, miközben a jelgeneráló alrendszer sértetlen marad. A mutáns haszna kétféle lehet: egyrészt bármelyik QS-alrendszer kikapcsolása azonnali forrásmegtakarítással jár (hiszen a jeltermelés és a jeltovábbítás is metabolikus erőfeszítést igényel a sejt részéről), másrészt a jel inadekvát (eredeti tartalmától a mutáció miatt függetlenné vált, „hazug”) kibocsátása alkalmas a „becsületes” fajtársak megtévesztésére. Ez utóbbi ismét kétféle előnnyel járhat: a kooperáló fajtársak vagy felesleges erőfeszítést tesznek (a „hazug” ígéretére építve kooperálni próbálnak, de a valóban kooperáló egyedek kiűzésénél jobb eséllyel hiába), ami jelentős forrásvesztést okoz nekik, vagy – sikeres kooperáció esetén – a mutáns is hozzájut a közös javakhoz anélkül, hogy a termelésükbe forrásokat fektetett volna. Mindkét esetben a „hazug” mutáns jár jól – ami evolúciós perspektívában azt jelenti, hogy a megbízható jeleket adó fajtársai elvesztik vele szemben a versenyt, majd a QS-rendszer (megbízhatatlan forrásnyelővé válva) kiszelektálódik a populációból.

Mindez még talányosabbá teszi a kooperáló-kommunikáló baktériumok rejtvenyét: ha sem a bakteriális kooperáció, sem a bakteriális kommunikáció nem magyarázható megnyugtatóan önmagában, van-e esélyünk arra, hogy a kettőt együtt értsük meg?

Bakteriális rokonszelekció

A rejtveny megfejtésének a kulcsa a kooperáció szelektivitása: ha az együttműködő egyedek bármilyen módon képesek elérni, hogy sokkal gyakrabban kooperáljanak magukhoz

hasonló „becsületes” egyedekkel, mint „önzőkkel”, akkor a kooperációval járó, *fitnessben* mérhető hasznat is nagyobbra hozza a kooperátorok arathatják le. Majdnem ugyanez az érvelés vonatkozik a kommunikáció megbízhatóságára is: ha túlnyomórészt „igazmondó” egyedek között zajlik az információcsere, a kommunikációs rendszer megbízható marad, és hatékonyan segíti az együttműködést.

A kérdés ezek után, hogy milyen mechanizmus biztosíthatja a baktériumok számára a kölcsönhatások szelektivitását? William Donald Hamilton (1964) klasszikus érvelése szerint erre két kézenfekvő megoldás létezik: az egyedfelismerés, illetve az utódok korlátozott térbeli szóródása a szülők helyéhez képest. Meglepő módon az első is van mikrobiológiai példa: a rokonfelismerés speciális esete például, ha egy adott baktériumtörzs által termelt közös javak egyszerű biokémiai okokból csak a törzs tagjai számára hasznosíthatók (West et al., 2006). Sokkal gyakoribb azonban a korlátozott diszperzió által biztosított szelektivitás, ami az azonos törzshöz tartozó egyedeket térben közel tartja egymáshoz, és automatikusan biztosítja számukra a klónon belüli kooperáció dominanciáját. Ez az egyszerű rokonszelekciós mechanizmus szükségtelessé teszi ugyan a rokonfelismerést, ami baktériumoknál valóban csak nagyon speciális esetekben képzelhető el, ám egyúttal a hatékonysága is korlátozott: a populáció térbeli keveredése gyorsan tönkreteszi.

A kooperáció és a QS kölcsönhatásának modellje

Térben explicit, egyed-alapú sztochasztikus sejtautomata-modellünkkel azt a kérdést vizsgáltuk: milyen feltételek mellett marad fenn a kooperáció és a QS funkcionális kapcsolata egy baktériumpopulációban, ha a

baktériumok egy felülethez kötődnek, helyváltoztatásuk korlátozott mértékű, és mind az együttműködés, mind a kommunikáció szintjén lehetséges a „csaló” stratégiák inváziója. A modell részletes leírása szabad elérésű cikkben olvasható (Czárán és Hoekstra, 2009), ezért itt csak a modell feltevéseit és legfontosabb következtetéseinket foglaljuk össze.

A kétdimenziós sejtautomata minden rácspontját egy-egy baktériumegyed foglalja el. A populáció minden tulajdonságra nézve homogén, három funkcionális „gén” kivételével (melyek mindegyike lehet egy géncsoport, egyetlen funkció szolgáltatásban). Az első funkcionális gén a kooperációért felelős: működő C „allélje” termeli a közösen hasznosítható exoproduktumot (exoenzim, virulenciafaktor, biofilmmátrix stb.). A kooperációs gén működésképtelen c változatát hordozó egyedek „önzők”, közös javakat nem hoznak létre. A második funkcionális gén (S) a QS-jel-molekuláját termeli és választja ki; a működésképtelen s allél hordozói „némák”. A harmadik (R) gén a sejtközötti térből befogott jelet továbbítja a kooperációs gén felé: ha van működőképes C allélja, akkor a baktérium megkezdi a közös javak termelését. A jelátvitel tekintetében deficiens („süket”) ..r genotípusú egyedek a QS-jelet nem képesek érzékelni, illetve a kooperáció génje felé továbbítani.

A kooperáció és a QS (-kommunikáció) közti funkcionális csatolást az biztosítja, hogy az R (QS-jelfogó) allél jelenlétében a C (együttműködő) allél csak akkor aktív, ha a rácson a QS-jelet kibocsátó .S. genotípusú szomszédok száma meghaladja a sikeres kooperáció küszöbértékét (n_q). Vagyis a kooperáció génje csak megfelelő számú, együttműködési szándékot jelző „ígéretre” lép működésbe. R allél híján („süket” genotípusú egyedekben) a C allél – ha van – állandóan aktív.

Feltesszük, hogy mindhárom funkcionális gén működtetése metabolikus költséggel jár a sejt számára, és az inaktív allélváltozatok metabolikus költsége 0. Az exoproduktum termelése (vagyis az együttműködés) a legköltségesebb; a QS-rendszernek ennél jóval olcsóbbnak kell lennie, hisz ha a kommunikáció költsége a kooperációéval összemérhető, akkor nem éri meg kommunikálni, mert a folyamatos együttműködés sem kerül többbe. A három „lokuszon” két-két „alléllal” létrehozható $2^3 = 8$ lehetséges genotípust és összesített metabolikus költségeiket az 1. táblázat sorolja fel, „olcsó” és „drága” kooperáció esetén.

A sikeres együttműködés a „kedvezményezett” baktériumok teljes metabolikus terhét a modell r paraméterében megadott hányaddal csökkenti. Az így számított nettó metabolikus költséggel fordítottan arányos a baktérium fitnesse, amely a szomszédos egyedekkel szembeni kompetíció kimenetelét befolyásolja. A kompetíció a versengő egyedek relatív fitnessével arányos módon, sorsolással dől el: a rácson véletlenszerűen kiválasztott, szomszédos egyedpár győztes tagjának utóda elfoglalja a vesztes helyét is.

Az utód genotípusa ritka mutációs eseményektől eltekintve a szülőével azonos. Kis valószínűséggel (a modellben: $\mu = 10^{-4}$) a három lokusz egyikén a rezidens allél az ellenkezőjére (aktívból inaktívba vagy fordítva) vált. Ez a feltevés biztosítja a rendszer evolúcióképességét, valamint azt is, hogy a rendszer nem „fagy bele” valamely, esetleg csak időlegesen domináns alléleloszlásba.

A baktériumok helyváltoztatását a rácson történő diffúzióval modellezzük, és az egy kölcsönhatási (kompetíciós) eseményre (időegységre) eső lépések számával skálázzuk. $D = 1,0$ a modellben átlagosan 4 diffúziós lépést jelent időegységként minden egyedre.

Kooperál?	Jelez?	Érti a jelet?	„Fenotípus”	Metabolikus teher
nem	nem	nem	„Flegma” csr	o + o + o
nem	nem	igen	„Kukkoló” csR	o + o + mr
nem	igen	nem	„Hazug” cSr	o + ms + o
nem	igen	igen	„Szájhős” cSR	o + ms + mr
igen	nem	nem	„Buzgó” Csr	mc + o + o
igen	nem	igen	„Szégyellős” CsR	mc + o + mr
igen	igen	nem	„Dicsekvő” CSr	mc + ms + o
igen	igen	igen	„Becsületes” CSR	mc + ms + mr

1. táblázat • A modellben megengedett nyolc baktérium-genotípus és a hozzájuk tartozó fenotípusok a kooperációs, illetve kommunikációs (QS) lokuszok „allélkiosztásai” alapján.

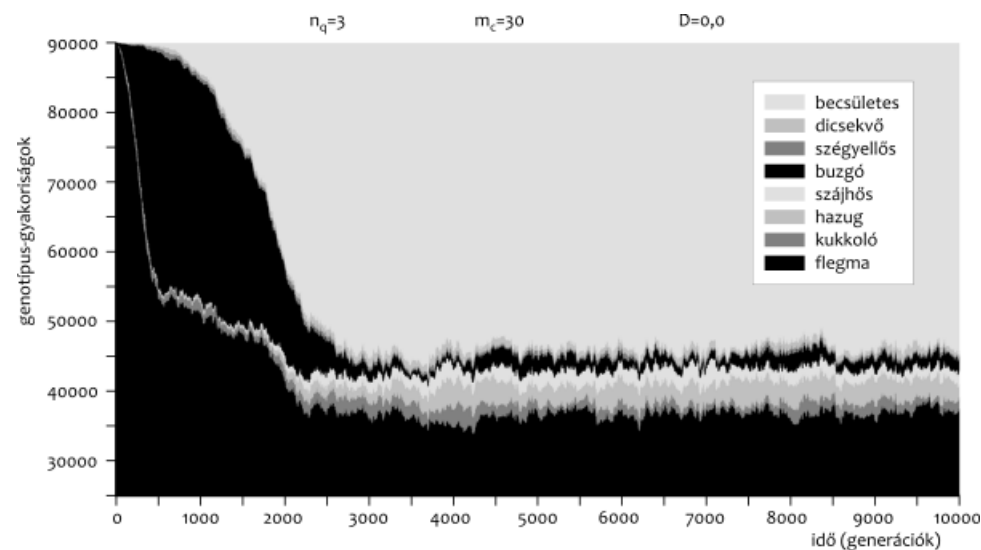
Metabolikus terhek: mc: kooperáció; ms: QS jelzés; mr: QS jel vétele. mc >> ms ≥ mr.

A szimulációt többnyire monomorf „Flegma” (csr) populációval indítjuk, vagyis a rácson minden pontját mindhárom funkcionális lokuszon inaktív allélekkel rendelkező egyedek foglalják el. A 2. ábra a populáció genotípus- és alléleloszlásának evolúcióját mutatja egy tipikus példán, tízezer generáció alatt. A modell paraméterterének szisztematikus vizsgálata alapján három paraméter: a baktériumok motilitása (D), a kooperáció

hatékonyságát biztosító lokális küszöbdenzitás (n_q) és a kooperáció metabolikus terhe (m_c) bizonyult döntő jelentőségűnek az együttműködés és a kommunikáció evolúciós megjelenése és fennmaradása szempontjából. A 3. ábra ezek hatását összegzi.

Kommunikációfüggő együttműködés

A 3. ábra bal oldali panelje azokat a szimulációs eredményeket mutatja, amelyeknél a



2. ábra • Egy tipikus szimulációs eredmény. 10 000 generáció 300 × 300-as rácson, kiindulási állapot: csupa „Flegma” (csr) genotípusú egyed. Mutációs ráták: $\mu_c = \mu_s = \mu_r = 10^{-4}$

QS-lokuszokon nem engedjük meg a működőképes (S és R) allélok megjelenését, vagyis a baktériumok közötti kommunikáció nem volt lehetséges. Szembetűnő, hogy ha az együttműködés költsége (m) magas, akkor a kooperáció gyakorlatilag csak mozgásképtelen ($D = 0,0$) baktériumokban alakulhat ki, és bennük sem válik kizárólagossá. Alacsonyabb kooperációs költség esetén az együttműködés alacsony–közepes motilitás mellett is megjelenik, és – különösen magas kooperációs küszöbdenzitásoknál (n_q) – ki is szorítja az „önző” stratégiát. Mindez a rokonszelektív mechanizmus működőképességét igazolja: a csekély mértékű keveredés térben együtt tartja a kooperációra képes klónokat, amelyek így szelekciós előnyt élveznek az „önző” fajtársakkal szemben. Erősebb keveredés esetén az „önző” egyedek jó eséllyel részesehetnek az együttműködők által létrehozott javakból, anélkül, hogy maguk hozzájárultak volna a termelésükhöz. Ez szelekciós előnyt biztosít számukra, így végül a paraziták szorítják ki a kooperátorokat.

Mit változtat ezen a képen, ha megengedjük a QS-funkciók működtetését is?

Az rögtön nyilvánvaló, hogy a QS által nyerhető információra (vagyis a potenciális együttműködő fajtársak lokális egyedsűrűségére) akkor van szükség elsősorban, amikor ennek a változónak a lokális bizonytalansága (entrópiája) elég nagy, tehát nehezen jósolható, hogy egy adott szomszédságon belül hány együttműködő egyedre lehet számítani. Nagyon alacsony motilitás mellett ez a helyzet nem áll fenn: a saját genotípusa alapján minden egyed elég megbízhatóan meg tudja jósolni a szomszédait, hiszen azok majdnem biztosan a rokonai. Nagyon gyors szóródás esetén szintén kicsi a bizonytalanság, mert az erős keveredés homogenizál: minden szom-

szédság hasonló (az átlagoshoz közeli) genotípus összetételű. Közepes mértékű diszperzió esetén viszont a szomszédságokon belüli genotípus-eloszlás entrópiája nagy – és ekkor van lényeges szerepe a QS által nyerhető információnak. A 3. ábra jobb oldali paneljén látható, hogy a QS valóban nagymértékben kiterjeszti az együttműködés tartományát a modell paraméterterében. Összehasonlítva a 3. ábra bal- és jobboldali paneljét azonnal feltűnik, hogy a QS-gének jelenléte szinte minden paraméter-kombinációnál segíti a kooperáló allél elterjedését. Ahol QS nélkül is volt együttműködés, ott a kommunikáció eredményeképpen a kooperátor allél mindig nagyobb gyakorisággal van jelen a stacionárius genotípus-eloszlásban, és a biológiailag releváns esetek nagy részében kizárólag a QS-gének jelenléte biztosítja a kooperáció lehetőségét: a kommunikációs gének jelenléte olyan, közepes mértékű motilitások mellett is megtartja a kooperátor allélt a populációban, amelyknél QS nélkül az igen gyorsan kiszektálódna.

Mindez ahhoz az egyértelmű következtetéshez vezet, hogy megfelelő egyedfelismerési mechanizmusok híján a kevésbé specifikus információt szolgáltató lokális denzitásérzékelés is evolúciós előnyhöz juttatja az azt alkalmazó kooperáló baktériumtörzseket. Mivel a kommunikáció viszont csak a kooperáció kapcsán jelenthet előnyt, kimondhatjuk, hogy a kooperáció és a kommunikáció együtt lényegesen hatékonyabban evolválódik, mint külön-külön: a két evolúciós folyamat *szinergisztikus*.

A kommunikáció Janus-arca

A szinergizmusból fakadó előny annak ellenére megmarad, hogy a kommunikációs gének szabad be- vagy kikapcsolása a lehető legvál-

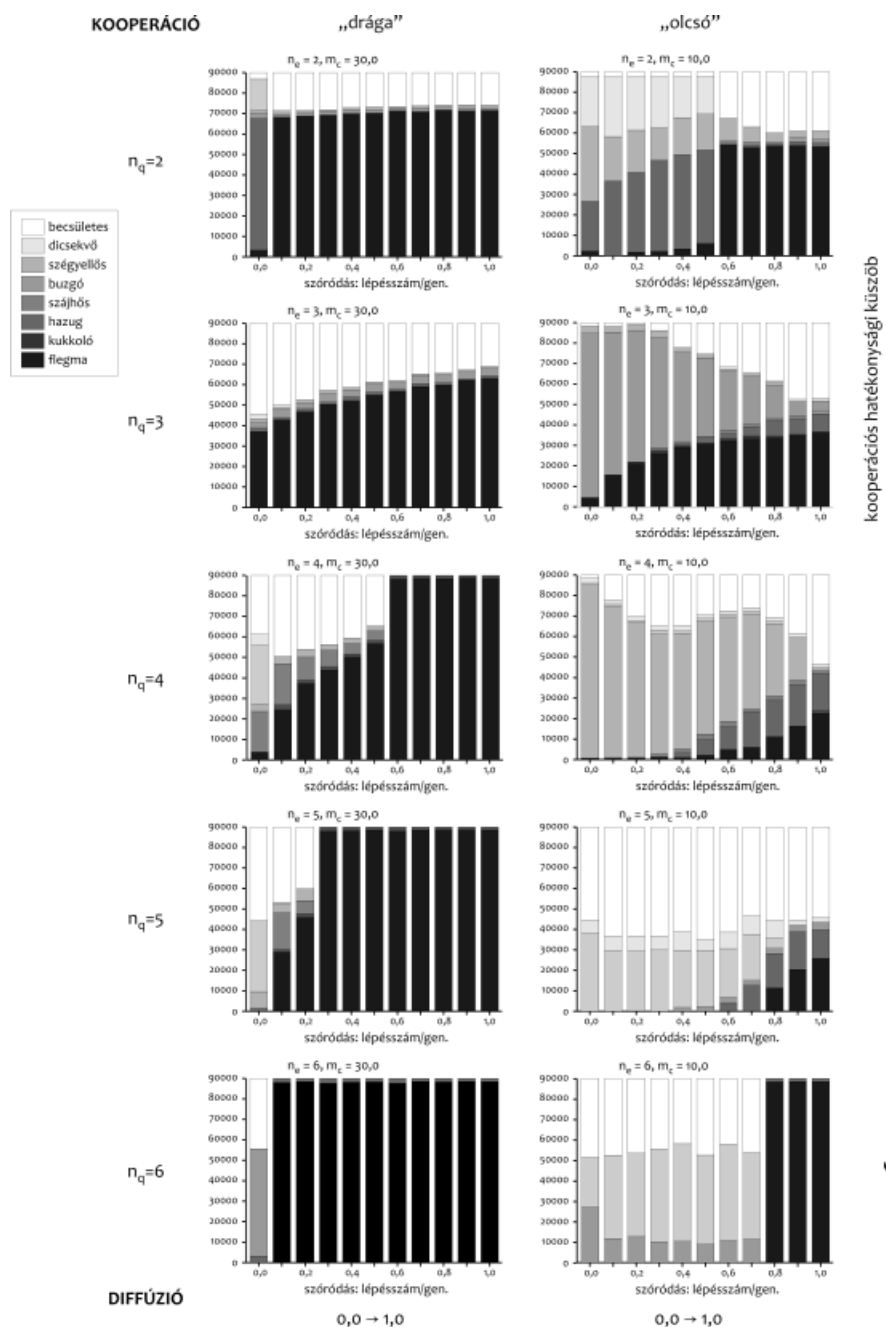
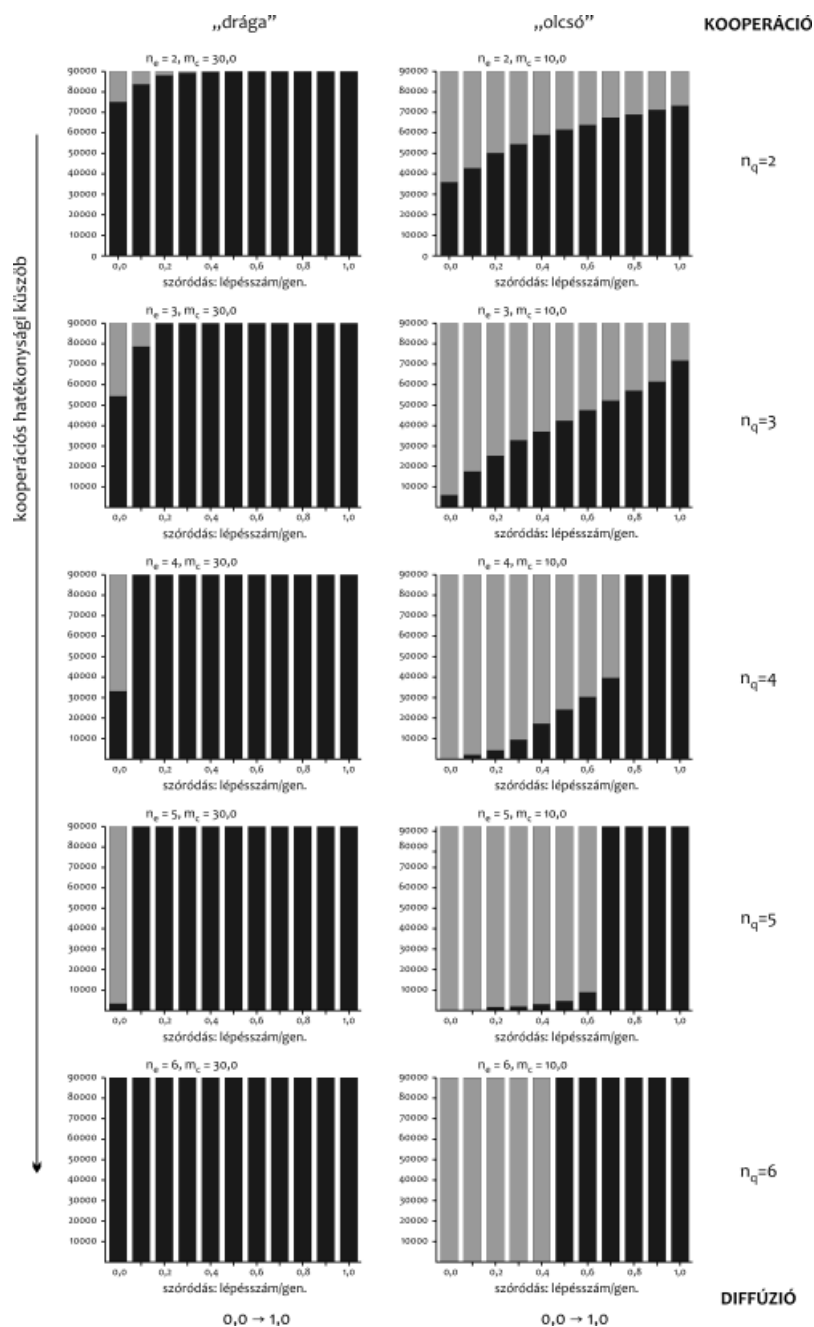
tozatosabb családi módozatok végrehajtására is használható. Szimulációink jóslata és a legújabb laboratóriumi vizsgálatok eredményei (lásd például Diggle et al., 2007) szerint bizonyos baktériumtörzsek valóban használják is ezeket a géneket ilyen célra: ebben az egyszerű kommunikációs-kooperációs rendszerben is kialakul a társas interakciók meglepő sokfélesége, melyben a „becsületes” együttműködés mellett a kooperáló genotípusok kihasználása, a család és a hazugság is gyakori.

A kommunikáció kevésbé „nemes” (önéredő) célokra történő felhasználásának egyik, talán legszembetűnőbb példája az, hogy a „Buzgó” (CSr) genotípus soha nem válik egyeduralmódóvá, akkor sem, ha *nem engedjük meg* a kooperáció génjének (C) mutációs kiütését. Ekkor természetesen minden egyedben ott a kooperáció génje, tehát nyilván semmi szükség a kommunikációra, sőt – a QS-gének működtetésének metabolikus költsége miatt – a kommunikáció kifejezetten hátrányos kéne, hogy legyen. Ennek ellenére megjelenik mindkét QS-allél a populációban, és jelentős (akár 40–50%-os) egyensúlyi gyakoriságot érnek el. A magyarázat: a QS jelfogó és -továbbító rendszere alkalmas a kooperáció kikapcsolására, ha nincs elegendő QS-jel a sejten kívüli térben. A „Buzgó” genotípus nem bocsát ki QS-jelét, tehát az olcsó QS-vevőt érdemes beszereznie: ki tudja vele kapcsolni a drága kooperációt egy feltétel nélkül kooperáló környezetben. Úgy válik tehát parazitává, hogy megtartja a kooperáció génjét. Az így kialakult „Szégyellős” (CSr) genotípus kezdetben gyorsan terjed, de amint dominánssá válik, előnyös beszereznie a QS-jel S génjét, amivel javarészt „Szégyellős” szomszédait kooperációra tudja bírni anélkül, hogy ő maga (a „Becsületes” CSR-mutáns) együttműköd-

ne. A „Becsületes” tehát gyorsan terjed a „Szégyellős” populáció rovására. Ahol a „Becsületes” domináns, ott előnyös „Hiú”-vá (CSr) válni a QS-vevő gén kikapcsolásával, mert az metabolikus források megtakarításával jár hátrányok nélkül, a „Hiú” populációban viszont a „Buzgó” terjed el, ugyanezen okból. Végül soron tehát a kooperáló baktériumpopuláción belül az összes elképzelhető genotípus körbeveri egymást „Buzgó” → „Szégyellős” → „Becsületes” → „Hiú” → „Buzgó” sorrendben, miközben a kommunikációs génei a család változatos eszközeiként érnek el magas gyakoriságot a populációban.

„Gonosz” stratégiák

Végül a szociális kölcsönhatások extrém példaként tekintünk a „Becsületes” (CSR) + „Flegma” (csr) + „Hazug” (cSr) polimorf populáció esetét, ami gyakran megjelenik a szimulációk során (3. ábra jobb oldala). A „Becsületes” + „Flegma” dimorf egyensúly az élősködés tipikus példája: a „Flegma” a lehetséges minimális befektetéssel kihasználja a „Becsületes” populáció kooperatív erőfeszítéseit, a „Becsületes” pedig a QS-rendszer fenntartásával próbálja minimalizálni az ebből fakadó veszteségeit. De mit keres közöttük a „Hazug”? Nos, az egyetlen előny, amit a „Hazug” a „Flegma”-hoz képest elkönyvelhet (a QS-jel kibocsátásának metabolikus hátrányán túl), az, hogy a QS-jellel képes rávenni a „Becsületes”-t, hogy akkor is megkísérelje a kooperációt, amikor az a valódi együttműködők kis száma miatt semmi előnnyel nem jár. Vagyis a „Hazug” forrásokat fektet abba, hogy a magánál súlyosabb forráspazarlásra bírja „Becsületes” versenytársát. Ez a kifejezetten „rosszindulatú” stratégia a paraméterter jelentős részében sikeresnek bizonyul.



3. ábra • Az eredmények összefoglalása: 220 szimuláció genotípus-eloszlásai a 10.000-ik generációban, különböző paraméter-kombinációk esetén. A változtatott paraméterek: $\mu_s = \mu_r = 0.0$ (nincs QS) illetve $\mu_s = \mu_r = 10^{-4}$ (van QS); $m_c = 10.0$ („olcsó” kooperáció) illetve $m_c = 30.0$

(„drága” kooperáció); $n_q = 2, \dots, 6$: a kooperáció lokális hatékonysági küszöbe (a legkisebb kooperátor-szám adott szomszédságon belül, amely mellett az együttműködés faktorai hasznosíthatók); diffúzió: a baktériumok „mozgékonyága” a rácson. Balra: nincs QS, jobbra: van QS.

Kulcsszavak: *kooperáció, kommunikáció, quorum sensing, bakteriális evolúció, rokonszelekció, csoportszelekció, család*

IRODALOM

- Brookfield, John F. Y. (1998): Quorum Sensing and Group Selection. *Evolution*. 52, 1263–1269.
- Brown, Sam P. – Johnstone, Rufus A. (2001): Cooperation in the Dark: Signalling and Collective Action in Quorum-Sensing Bacteria. *Proceedings of the Royal Society B*. 268, 961–965. <http://rspsb.royalsocietypublishing.org/content/268/1470/961.full.pdf>
- Buckling, Angus – Harrison, F. – Vos, M. – Brockhurst, M. A. – Gardner, A. – West, S. A. – Griffin, A. (2007): Siderophore-mediated Cooperation and Virulence in *Pseudomonas aeruginosa*. *FEMS Microbiology Ecology*. 62, 135–141. <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118504186/PDFSTART>
- Crespi, Bernard J. (2001): The Evolution of Social Behavior in Microorganisms. *Trends in Ecology & Evolution (Personal edition)*. 16, 178–183.
- Czárán Tamás – Hoekstra, Rolf F. (2009): Microbial Communication, Cooperation and Cheating: Quorum Sensing Drives the Evolution of Cooperation in Bacteria. *PLoS ONE*. 4(8): e6655. doi:10.1371/journal.pone.0006655 <http://www.plosone.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0006655>
- Diggle, Stephen P. – Griffin, A. S. – Campbell, G. S. – West S. A. (2007): Cooperation and Conflict in Quorum-Sensing Bacterial Populations. *Nature*. 450, 411–414.
- Frank, Steven A. (1998): *Foundations of Social Evolution*. Princeton University Press, Princeton, NJ. http://books.google.hu/books?id=i84aDNaxyOEC&printsec=frontcover&hl=en&source=gbs_v2_summary_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false
- Hamilton, William Donald (1964): The Genetical Evolution of Social Behaviour. I & II. *Journal of Theoretical Biology*. 7, 1–52. <http://lis.epfl.ch/-markus/References/Hamilton64a.pdf> <http://lis.epfl.ch/-markus/References/Hamilton64b.pdf>
- Hardin, Garrett (1968): The Tragedy of the Commons. *Science*. 162, 1243–1244. <http://www.sciencemag.org/cgi/reprint/162/3859/1243.pdf>
- Hauert, Christoph – Holmes, M. – Doebeli, M. (2006): Evolutionary Games and Population Dynamics: Maintenance of Cooperation in Public Goods Games. *Proceedings of the Royal Society B*. 273, 1600, 2565–2570. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1634915/pdf/rspsb20063600.pdf> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1679892/pdf/rspsb20063717.pdf>
- Henke, Jennifer M. – Bassler, Bonnie L. (2004): Bacterial Social Engagements. *Trends in Cell Biology*. 14, 648–656. http://ender.bu.edu/~tgardner/be567_readings/Cell%20signalling/Quorum%20sensing/Henke_JM_TrendsCellBiol_04.pdf
- Keller, Laurent – Surette, Michael G. (2006): Communication in Bacteria: An Ecological and Evolutionary Perspective. *Nature Reviews*. 4, 249–258.
- Killingback, Timothy – Bieri, J. – Flatt, T. (2006): Evolution in Group-structured Populations Can Resolve the Tragedy of the Commons. *Proceedings of the Royal Society B*. 273, 1477–1481. <http://rspsb.royalsocietypublishing.org/content/273/1593/1477.full.pdf>
- Rumbaugh, Kendra P. – Diggle, S. P. – Watters, C. M. – Ross-Gillespie, A. – Griffin, A. S. – West, S. A. (2009): Quorum Sensing and the Social Evolution of Bacterial Virulence. *Current Biology*. 19, 341–345. Download URL
- West, Stuart A. – Buckling, Angus (2003): Cooperation, Virulence and Siderophore Production in Bacterial Parasites. *Proceedings of the Royal Society B*. 270, 37–44. http://www.zoo.ox.ac.uk/group/west/pdf/West&Buckling_03.pdf
- West, Stuart A. – Griffin, A. S. – Gardner, A. – Diggle, S. P. (2006): Social Evolution Theory for Microorganisms. *Nature Reviews*. 4, 597–607.
- Williams, Paul – Winzer, K. – Chan, W. C. – Cámara, M. (2007): Look Who's Talking: Communication and Quorum Sensing In the Bacterial World. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B*. 362, 1119–1134. <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/362/1483/1119.full.pdf+html?sid=edad74cd-31do-4956-865c-2d81e285835f>

A GÉNSZABÁLYOZÁS ÉS A GÉNHÁLÓZATOK EVOLÚCIÓJA

Falus András

az MTA rendes tagja,

Semmelweis Egyetem Genetikai-, Sejt és Immunbiológiai Intézet,
MTA–SE Gyulladásbiológiai és Immunogenomikai Kutatócsoport
faland@dgci.sote.hu

Molnár Viktor

PhD-hallgató, Semmelweis Egyetem Genetikai-, Sejt és Immunbiológiai Intézet

A XX. század közepétől a DNS jelentőségének megismerését követően évtizedekig az örökítő anyagot tartalmazó genom fehérjét kódoló szakaszai, a gének mind részletesebb feltárása állt a kutatók és a figyelem középpontjában. A múlt évtizedben azonban egyre nagyobb figyelem irányult a genom egyéb szakaszai és azok hálózati kapcsolatai felé. Kiderült, hogy számos gén a DNS-hez kötődő szabályozó fehérjéket kódol. Az utóbbi években az is bizonyítható volt, hogy a genom fehérjét nem kódoló szakaszainak egy részéről olyan kisméretű szabályozó RNS-ek (például mikro-RNS) íródnak át, melyeknek nagyon fontos szerepük van a génműködés szabályozásában. Kimutatták, hogy ezek a génműködést szabályozó fehérjék és RNS-ek jelentős evolúción mennek át. Jelen áttekintés emellett két alapvető életfunkciót meghatározó génhálózat evolúciójával foglalkozik.

Génszabályozó fehérjék és RNS-ek

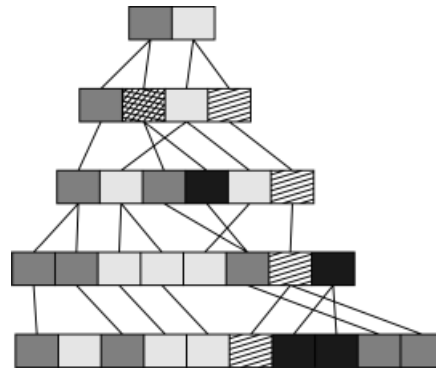
Az élő rendszerek biológiai információja két-féle, az egyik forrás a genom, azaz a teljes örökítő anyag. Az emberi genom mintegy 3,2

milliárd nukleotidbázis, „nukleotidbetűt” (A,G,C,T) tartalmaz, a testi sejtekben kettő, az ivarsejtekben egy példányban. Ez a kód lineáris, tehát az információ lineáris „betűsorrendet” jelent. A másik információ „analóg”, a környezet hatásai befolyásolják a lineáris kód hordozójának, a dezoxiribonukleinsavnak (DNS) „megszólalását”. Ennek eredményeképpen a digitális jellegű kód biológiai jelenségek révén (osztódás, differenciálódás, migráció, sejthalál stb.) „fejeződik ki”.

A DNS-modell leírása után 50 évvel a genetikával foglalkozó szakemberek körében és a tankönyvek nagy részében még tartotta magát az álláspont, hogy a betegségek genetikai hátterében lényegében a fehérjét kódoló gének eltérései vehetők számításba. Az emberi gének számát a becslések először több mint százezerre becsülték, ám mai tudásunk szerint csupán 25–28 ezerre tehető. A „centrális dogma” szerint, a génekről *messenger* ribonukleinsav (mRNS) íródik át (*transzkripció*), amely módosítások után kijut a sejt citoplazmájában található „fehérjegyárakig”, a riboszómákig, és ott fehérjévé „fordítódik le” (*transzláció*).

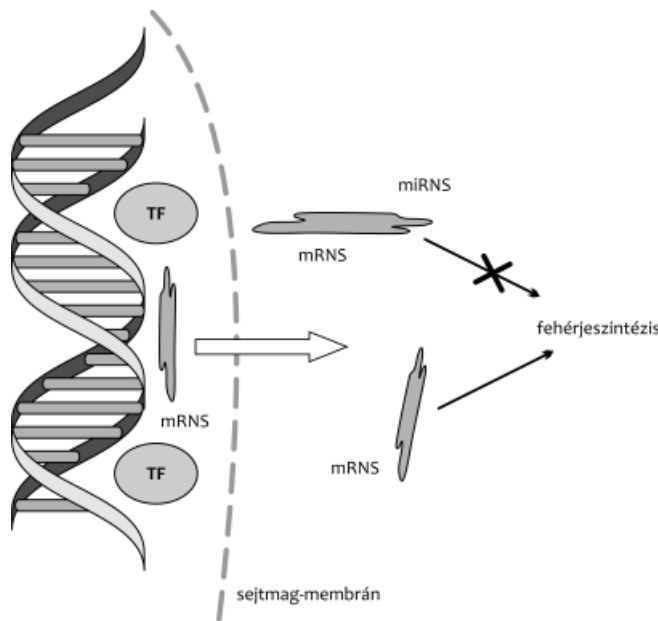
Később, előbb baktériumokban, majd magasabb rendűeknél is kiderült, hogy a gének egy része olyan fehérjéket határoz meg, amelyek a DNS-en a gének szabályozó részeihez kötődve azokat „ki- és bekapcsolják”, illetőleg fokozzák vagy csökkentik az átírást. Ezek az ún. *transzkripciósfaktorok*. Ezen fehérjék is jelentős evolúción mentek át a törzsejlődés során, diverzitásuk elsősorban az alapegységek számának többszöröződése, illetve kisebb-nagyobb módosulása révén nő. Ezt a folyamatot szematikusan az 1. ábra mutatja be.

Ma már tudjuk, hogy a transzkripciósfaktorok mellett génszabályozás a transláció során is, tehát a sejtműködés egy másik szintjén is érvényesül. Kiderült, hogy mások mellett szerepel egy olyan szabályozás is, ahol az mRNS nukleotidjaihoz nagy fajlagossággal kis RNS-szálak is kapcsolódnak, és szelektíven gátolják azoknak a fehérjékké való fordí-



1. ábra • A DNS-hez kapcsolódó transzkripciósfaktorok evolúciójának sémája. A folyamat során mutációk, duplikációk és deléciók következhetnek be.

tódását. Ezen kis RNS-ek keletkezéséről és hatásairól csak az elmúlt években szereztünk tudomást. A két génszabályozó mechanizmust a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra • A génműködés szabályozásának két szintje: a DNS-hez transzkripciósfaktorok (TF), a mRNS-hez mikro-RNS-ek (miRNS) kapcsolódnak.

Végleg megdőlni látszik a dogma, amely szerint a genetikai információ megőrzése csak a fehérjét kódoló DNS-ek továbbörökítésére szorítkozik, hiszen az evolúció során fokozatosan nőtt a fehérjét nem kódoló genomialis szegmens aránya, embernél elérte a 98,7%-ot.

A genom nagy részét képező, fehérjét nem kódoló DNS-szekvenciákról sokáig azt feltételezték, hogy nincs funkcionális jelentőségük, mintegy felesleges hulladékként maradtak fenn az evolúció folyamán (*junk* DNS). Evolúciós értelemben azonban elégtelen volt a magyarázat arra, hogy a genom több mint 98%-a miért is lenne felesleges, és miért kerülne tovább a sejtosztódások során a következő sejtgenerációkba.

Régóta ismert emellett, hogy a fehérjét kódoló géneken kívül eső DNS-szekvenciák az egyes geográfiai csoportok és etnikumok között jelentős különbségeket mutatnak. Valószínűtlennek tűnt tehát az a feltételezés, hogy a természetes szelekció izoláltan csak a fehérjét kódoló géneket érintette, szigetként, az őket körülvevő genomikus óceánban. A csimpánz és az emberi genom leolvasása után azok összevetésénél is kiderült, hogy míg csak 0,1% eltérés van a bázissorrendet tekintve a kódoló génekben, addig negyvenszer akkora (4%) a különbség a nemkódoló régióban. Külön érdekesség, és akár filozófiai következtetésekre sarkallhat az a tény, hogy az eltérések jelentős része éppen a magatartást szabályozó gének környékére esik.

Az utóbbi egy-két évben a sok kutató figyelme a genom ezen, eddig elhanyagolt (mértékben domináns) szakaszáról átiródó, de fehérjét nem kódoló RNS-ek funkciójának megismerése felé fordult.

Az RNS-típusok hagyományos felosztása szerint megkülönböztetünk transzfer RNS-eket, amelyek a *transzlációban* az aminosavak

szállításában töltenek be kulcsszerepet, a már említett mRNS-eket, amelyek a genetikai információt közvetítik a génektől a riboszómáig, a riboszomális RNS-eket, melyek a riboszómák funkcionális egységei, valamint a kis nukleáris RNS-eket (snRNS), amelyek az mRNS „érés” folyamatában vesznek részt. Az utóbbi évek felismerései (Valencia-Sanchez et al., 2006) alapján az RNS-világ felosztását tovább bővíthetjük a népes mikro-RNS-ek (miRNS) és a *short inhibitory* RNS-ek (siRNS) csoportjával.

Ma, bioinformatikai becslések szerint azt tartjuk, hogy a humán gének igen nagy hányada, mintegy 40–50%-a mozaikszerűen egyidejűleg több miRNS összehangolt szabályozása alatt áll, ugyanakkor a miRNS-ek nagy része bizonyítottan egyidejűleg igen sok mRNS-hez is kötődik (Hua et al., 2006). Hallatlanul érdekes az a több esetben is igazolt megfigyelés, miszerint biológiailag egy folyamat elemeit kódoló különböző géneket ugyanaz a mikro-RNS-készlet szabályozza. A mikro-RNS-szabályozás komplexitását sejteti az a tény is, hogy míg a filogenezis során a gének száma csak kismértékben, addig a miRNS-ek száma több nagyságrenddel emelkedik (1. táblázat).

A mikroRNS-ek feladata a génexpresszió finomhangolása. Érdekes, hogy a növényektől a gerincteleneken át az emlősökig, a megismert miRNS-mediált szabályozó folyamatok olyan alapvető, életfontosságú funkciók érzékeny beállításában vesznek részt, mint az osztódás, a sejthalál vagy a differenciálódás (Sevignani et al., 2006). Számos miRNS jelentőségét bizonyították daganatokban is, a tumornövekedést serkentő onkogének és a növekedést gátló tumorszuppresszor gének szinte mindegyike miRNS-kontroll alatt áll (Caldas et al., 2005).

	Gének száma × 1000	miRNS-ek száma
Galléros ostoros	9	0 ?
Szivacs	?	10
Korongállat	11	0 ?
Csalánzó	18	40
Laposféreg	?	70
Ecetmuslica	14	~150
Fonalféreg	19	~150
Zsákállat	20	55
Egér	23	~500
Ember	25	~1000

1. táblázat • A gének és a mikro-RNS-ek számának változása az evolúció során

Génhálózatok evolúciója

A biológiai és orvosi genetikai kutatás korábban elsősorban az egyes gének jelentőségével, csökkent- vagy fokozott működésével foglalkozott. Ez a megközelítés érthető is volt, mert a genom teljes elolvasása előtt (az emberi genom esetében az első *draft* 2001. február 15-én és 16-án látott napvilágot (Lander et al., 2001; Venter et al., 2001) a legtöbb gént nem ismerték. Az emberi és a többi faj genomjának megismerése, a genomok nukleotidsorrendjének hozzáférhetősége azonban lehetőséget teremtett egyszerre több, sőt akár az összes gén „megszólalásának”, expressziójának egyidejű vizsgálatára. Hatalmas intellektuális ugrásnak tekinthető, hogy a folyamatok bioinformatikai elemzésével ma már nemcsak a gének listáját ismerhetjük meg, hanem a gének működésének egymáshoz való hálózati viszonyát is. Ennek révén sokkal többet tudunk meg a gének egymásra való közvetlen, vagy átkapcsoló géneken keresztül, a géntermékeken át érvényesülő hatásáról, így befolyásolhatóságáról is (Simkó et al., 2009).

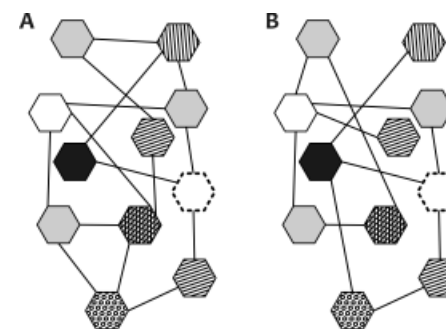
A biológiai jelenségek komplexek, így genetikai hátterük megismerése is komplex

szemléletet követel. Egy bonyolult jelátviteli folyamatban (pl. az inzulin hatása a sejtekre) tehát minden komponens (*csomópontok*) ismerete mellett ezek egymáshoz való viszonyának (*élek*) feltárása is szükséges. Betegségekben például sokszor ebben a viszonyrendszerben következik be módosulás (3. ábra).

A génhálózatok evolúciós jellegzetességeit két, nagyon alapvető mechanizmus segítségével mutatjuk be.

Az egyik mindazon géneket tartalmazza, amelyek a **genom stabilitásának** fenntartásáért felelősek. Ezek például a DNS-hibák kijavításával foglalkozó gének (Kerzendorfer – O’Driscoll, 2009). Ez a mechanizmus teszi lehetővé az élő szervezetek generációkon át megtartott alapvető sajátosságait.

A másik géncsoport az **apoptózis-gének**, amelyek a programozott sejthalál bonyolult mechanizmusát szabályozzák (Elmore, 2007). Ezek a gének, a sejt életének végén, annak zavarmentes elpusztulását és eltávolítását irányítják. Ha ezek a gének a normálnál fokozottabban működnek, akkor a degeneratív folyamatok dominálnak (például Alzheimer-kór), ha csökkent a működés, akkor a daganatos betegségek valószínűsége nő.



3. ábra • A hálózat elemei (például gének) mellett a közöttük lévő kapcsolatok is változhatnak A és B állapot között.

Az elmúlt pár évben tudtuk meg, hogy mindkét rendszer sok gént tartalmaz, melyek hálózatban, sokszorosan szabályozott, bonyolult együttműködésben működnek.

Mintegy száz apoptózis-gén és kb. nyolcvan genomstabilitás-gén „kapcsolatrendszerének” vizsgálata során kiderült (Castro et al., 2008), hogy a genomstabilitás és az apoptózis szegmenseken belül külön-külön is több száz génkölcsonhatás érvényesül (4. ábra), de a két rendszer egymással is jelentős számú közvetlen génkölcsonhatási kapcsolatban áll. Ráadásul a törzsfajlás egyes állomásain található élő rendszerek genomstabilitási és sejthalál génhálózatai jelentős evolúción mentek át.

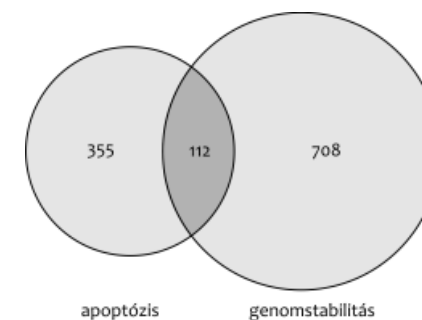
Ha az evolúciós változásokat egymáshoz hasonlítjuk, e két rendszerben kitűnik azok koevolúciós tendenciája.

Az evolúciós vizsgálat olyan bioinformatikai eszközrendszerrel történik, ahol az eljárás képes az egymásnak megfelelő szerkezetű és funkciójú géneket („ortológokat”) kiválasztani, és a hálózatban együtt kezelni.

Ha az így „normalizált” genomstabilitás/apoptózis hálózatokat a maláriát okozó *Plasmodium* parazita, a *Caenorhabditis elegans* nevű fonalféreg és az ember viszonylatában

hasonlítjuk össze, egyértelműen kiderül, hogy a genomstabilitás rendszer az ősbibb, az evolúció során viszonylag kevés változást mutat. Ugyanakkor az apoptózis hálózatok evolúciója nagyon jelentős. A mitokondriális eredetű apoptózis gének a legősibb, hiszen ezek már az egyszéjtűnél is megtalálhatók, az endogén apoptózis mechanizmusokban szereplő egyes enzimek (kaspáz) a fonalféregnél kimutathatóak, míg a külső hatásokra beinduló sejthalál-kaskádban döntő faktorok (pl. tumor nekrozis faktor) e három egymástól evolúciósan messze álló élő rendszerben csak az emberi apoptózis-gének között lelhető fel.

Ebben a rendszerben lehetőség nyílik az egyes génhálózatok plaszticitásának vizsgálatára is. A plaszticitás itt azt jelenti, hogy egyes nagy, drámai hatások (például egy sok gént érintő deléción, duplikáción vagy akár átrendezés) nyomán miképp áll helyre a működés, például a genomstabilitás és apoptózis rendszer. Ez a szituáció transzgenikus állatmodelleken gének, géncsoportok „kiütésével” (knock-out) is szimulálható. Ezek a vizsgálatok is a genomstabilitás-gének nagyfokú, a sejthalál-gének kisebb mértékű konzervativizmusát igazolták.



4. ábra • A körökben lévő számok az apoptózis- és a genomstabilitás-gének csoportján belüli illetve a közös gén-gén kapcsolatokat jelzi, a körök nagysága ezek arányára utal.

Ezzel a hálózatos ábrázolással sikerült azt is kimutatni, hogy emberi tumorokban a genomstabilitás-gének változatai inkább öröklődő, míg az apoptózis-rendszer komponenseinek sokféleségét inkább az egyedi élet során (például környezeti hatásokra) kialakuló mutációk alakítják ki.

A génhálózatok kialakulásának, kapcsolati szövődésének, plaszticitásának megismerése többek között arra ad majd lehetőséget,

hogy új gyógyszerek tervezésénél a megfelelő célpontokat válasszák ki a betegségek eredményesebb kezelése érdekében. Ez a genetikusok, orvosok, bioinformatikusok közötti szorosabb együttműködést igényli és teszi lehetővé a közeli jövőben.

Kulcsszavak: *gén, génhálózat, nem átíró RNS-szekvenciák, mikro-RNS, transzkripció faktor, genomstabilitás, programozott sejthalál*

IRODALOM

- Caldas, Carlos – Brenton, James D. (2005): Sizing up miRNAs as cancer genes. *Nature Medicine*. **11**, 712–714.
- Castro, Mauro A. A. – Dalmolin, R. J. – Moreira, J. C. – Mombach, J. C. – de Almeida, R. M. (2008): Evolutionary Origins of Human Apoptosis and Genome-stability Gene Networks. *Nucleic Acids Research*. **36**, 19, 6269–283. <http://nar.oxfordjournals.org/cgi/reprint/gkn636v1>
- Elmore, Susan (2007): Apoptosis: A Review of Programmed Cell Death. *Toxicologic Pathology*. **35**, 4, 495–516. <http://tpx.sagepub.com/cgi/reprint/35/4/495>
- Feuer, Michael J. – Towne, L. – Shavelson, R. J. (2002): Scientific Culture and Educational Research. *The Educational Researcher*. **31**, 8, 4–14. (újraolvasás): http://www.stanford.edu/dept/SUSE/SEAL/Reports_Papers/FeuerTowneShavelson.pdf
- Hua, Zhong – Lv, Q. – Ye, W. – Wong, C. K. – Cai, G. (2006): MiRNA-Directed Regulation of VEGF and Other Angiogenic Factors under Hypoxia. *PLoS ONE*. **1**:e116. <http://www.plosone.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pone.000116>
- Kerzendorfer, Claudia – O’Driscoll, Mark (2009): Human DNA Damage Response and Repair Deficiency Syndromes: Linking Genomic Instability and Cell Cycle Checkpoint Proficiency. *DNA Repair (Amst)*. **8**, 9, 1139–1152.
- Lander, Eric S. et al. (252 coauthors) International Human Genome Sequencing Consortium (2001): Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, **409**, 6822, 860–921. <http://www.nature.com/nature/journal/v409/n6822/full/409860a0.html>
- Sevignani, Cinzia – Calin, G. A. – Siracusa, L. D. – Croce, C. M. (2006): Mammalian microRNAs: A Small World for Fine-Tuning Gene Expression. *Mammalian Genome*. **17**, 189–202. <http://www.springerlink.com/content/11261j0815q78766/fulltext.pdf>
- Simkó Gábor I. – Gyurkó D. – Veres D. V. – Nánási T. – Csermely P. (2009): Network Strategies to Understand the Aging Process and Help Age-related Drug Design. *Genome Medicine*. **1**, 9, 90.
- Valencia-Sanchez, Marco Antonio – Liu, J. – Hannon, G. J. – Parker, R. (2006): Control of Translation and mRNA Degradation by miRNAs and siRNAs. *Genes Dev*. **20**, 515–24. <http://genesdev.cshlp.org/content/20/5/515.full.pdf+html>
- Venter, J. Craig et al (228 coauthors) (2001): The Sequence of the Human Genome. *Science*. **291**, 5507, 1304–1351. <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/291/5507/1304>

A NÖVÉNYEK NÖVEKEDÉSI STRATÉGIÁINAK EVOLÚCIÓJA

Oborny Beáta

PhD, ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék
beata@ludens.elte.hu

A növény sokak szemében csak „lassú és unalmas állat”. Ebben az összefoglalóban azt szeretném megmutatni, hogy ez koránt sincs így: bár a növény az állatokéhoz hasonló környezeti kihívásokkal szembesül, ezek megoldására speciális módszerek állnak rendelkezésére. A kihívások közül a legfontosabb, hogy az egyednek fel kell derítenie és ki kell aknáznia a létfenntartásához szükséges – gyakran térben és időben heterogén eloszlású – forrásokat, mindezt versenytársak ellenében, predátorok (herbivorok) és paraziták jelenlétében. A speciális lehetőségek abból adódnak, hogy a növényi test moduláris felépítésű. A környezettel való kölcsönhatás szempontjából az élővilágon belüli legfontosabb választóvonal nem a taxonómiai hovatartozás mentén húzódik (növény, állat stb.), hanem a testszerveződési alapelvek szerint (unitér vs. moduláris szervezetek). Bemutatok néhány, moduláris szerveződésből adódó stratégiát, és hangsúlyozom, hogy napjainkig mind a populációdinamika, mind az evolúciobiológia főként az unitér szervezetek megértésére helyezte a hangsúlyt – ahova például a rovarok és emlősök is tartoznak –, részben figyelmen kívül hagyva a moduláris szervezetek specifikumait. A Darwin-év kapcsán fontos felidézni, hogy Charles Darwin a növényi

viselkedés tanulmányozásának egyik kezdeményezője volt, számos művet szentelt e témának. Céлом, hogy áttekinsem, ma mit mondhatunk arról, hogy a növényegyed hogyan válaszol a környezetében előforduló ökológiai források (fény, víz, tápanyagok) mintázatára, és e válaszoknak mi a jelentőségük az adaptációban.

Történeti visszatekintés

A növények növekedési formáinak leírása egyidős a botanika történetével. Az i. e. IV. században Theophraszosz már alapformák szerint fákra, cserjékre és lágyszárúakra választotta szét a növényeket. Érdekes módon, a hajtás determinált és determinálatlan növekedését is megkülönböztette, ami a modern leírásban is az egyik legfontosabb szempont (Bell, 1991). A formák leírásának története az ókortól Idősebb Plinius (i. sz. 23–79) és Dioszkoridész Pedaniosz (i. sz. 40–90) nyomán a középkoron át húzódik olyan jeles újkori tudósokig, mint Joseph Pitton de Tournefort (1656–1708) és Carl von Linné (1707–1778). Munkáikban a rendszertani célkitűzés és a formák leírása még nem vált el egymástól. Az első kutató, akinek műveiben a rendszertani és alaktani osztályozás már tudatosan szétvált, Alexander von Humboldt (1769–1859), Dar-

win idősebb kortársa volt. Humboldt – a különböző kontinenseken tett felfedezőútjainak tanulságait összegezve – ún. főformákra (Hauptformen) bontotta a növényvilágot, leírt például banán, kaktusz, erika, mimóza formát. Hangsúlyozta, hogy ugyanaz a forma egymástól földrajzilag távol eső helyeken, rendszertanilag különböző növénycsoportokban is megjelenhet. A környezethez való adaptáció, pontosabban annak mechanizmusa legelőször Darwin munkásságának nyomán, az evolúciós gondolat megjelenésével vált tanulmányozhatóvá. Darwin igen sok munkát szentelt a növényeknek (*Függelék*; lásd még Molnár, 2009). E felsorolás a növényekkel foglalkozó könyveinek listája, ezek közül is kizárólag az első kiadásoké; a művek már Darwin élete során is több kiadást éltek meg, némelyik négy-öt újrakidást is.

Jelen témánkhoz legszorosabban két műve kapcsolódik: *On the Movements and Habits of Climbing Plants* (első kiadás 1865; lásd *Függelék*) és *The Power of Movement in Plants* (fiával, Francis Darwinnal közösen; első kiadás 1880). Mindkettőben számos megfigyelést és, az 1880-as műben, igen sok saját kísérletet is közöl arról, hogy a növények milyen környezeti ingerekre miképp reagálnak, mi határozza meg növekedésük irányát. E kérdésfeltevések – mai szóhasználattal – az egyedi optimalizációra vonatkoznak, tulajdonképpen a növényekkel kapcsolatos viselkedéstani kutatásoknak tekinthetők. Darwin e tekintetben is úttörő kutató volt. A növényegyed környezetre adott adaptív válaszainak vizsgálata csak Darwin után jó pár évtizeddel lendült fel, elsősorban a fenotípusos plaszticitás kutatása kapcsán (Novoplansky, 2002). A hosszú útból csak néhány mérföldkövet említenék. A legelső fontos mozzanat annak felismerése volt, hogy a növényi test modu-

láriss szerveződésű. E felismerés és ökológiai következményeinek első áttekintése John L. Harper (1977) és James White (1979) nevéhez fűződik. További mérföldkövet a morfológia eszköztárának kibővítése, az ún. dinamikus morfológia megszületése (Bell, 1984). A korábbi, klasszikus morfológia a „kész” formák – esetleg az egymást követő stádiumok – leíró tudománya volt; a dinamikus morfológia közvetlenül a formát *generáló* algoritmust tanulmányozza. Ez az irányzat segített abban is, hogy a növekedési válaszok genetikai és élettani hátterét megismerhessük (vö. Novoplansky, 2002), valamint abban, hogy megérthessük, hogyan „használja” a növény e válaszokat természetes környezetében.

A moduláris szerveződés

A többsejtű szervezeteket unitér és moduláris szervezetekre oszthatjuk (Harper, 1985; Vuorisalo – Tuomi, 1986). Az unitér szervezetekre példák az ízeltlábúak, puhatestűek és valamennyi gerinces, például az ember. A moduláris szervezetekhez tartoznak a növények és számos állatcsoport, például a szivacsok, korallok, mohaállatok. Az elkülönítés alapja a genetikai értelemben vett egyed – egyetlen zigóta terméke, szakkifejezéssel genet (Harper 1977) – testének szerveződése (*1. táblázat*).

1. *Egyedfejlődési program*. Az unitér szervezetekben egyetlen egyedfejlődési program fut végig a zigóta állapottól a teljes kifejlődés állapotán át a halálig. A moduláris szervezetekben „a növekedés és fejlődés öröklött programja nemcsak egyszer fejeződik ki, hanem ismétlődik” (Harper, 1985, 4.). Hogy egy-egy példával illusztráljuk, a feketeterítő (*Turdus merula*) tipikus unitér szervezet, morfogenezisének egyetlen, összehangolt folyamat írja le. A kajsziabaráckfa (*Prunus armeniaca*) ezzel szemben

	Unitér	Moduláris
1. <i>Egyedfejlődési program</i>	egyszeri végrehajtás	iteráció
2. <i>Test alapterv</i>	fix	flexibilis
3. <i>A program vége</i>	zárt	nyílt
4. <i>A sejtvonalak elköteleződése</i>	általában korai	késői
5. <i>Életciklus</i>	egy	több az egyen belül
Példák	ízeltlábúak, puhatestűek, gerincesek	növények, korallok, szivacsok

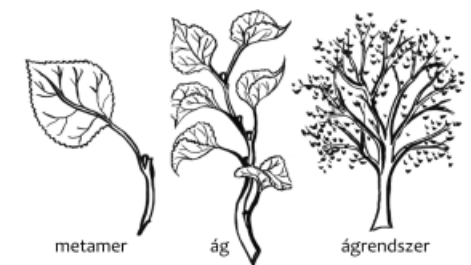
1. táblázat • A többsejtű szervezetek felosztása a testszerveződési alapelv szerint (Forrás: Jackson et al., 1985; Jerling, 1985; Vuorisalo – Tuomi, 1986; Schmid, 1990).

moduláris: testén belül minden metamernek megvan a saját morfogenetikai folyamata, s ugyanez többször ismétlődhet (*1. ábra*). Ezen iteratív növekedés a moduláris szervezetek egyik fontos specifikuma.

2. *Test alapterv*. Az unitér szervezetnek egyetlen, jól megadható alapterve van meghatározott számú szervvel, az egyedfejlődés ezt valósítja meg. Például a feketeterítő két szemmel, egy szívvel, két szárnyal rendelkezik, az ettől való eltérések ellen erős szelekció hat. Ezzel ellentétben, a moduláris test alapterve flexibilis. A szervek száma változó. Mindenképpen változik a korral, de erősen befolyásolja a környezetet is. Például ugyanazon a fán, ha az erdőszélen nő, a fényben gazdagabb oldalon jóval több levél lehet, mint az árnyékos oldalon.

3. *Az egyedfejlődési program vége*. Unitér egyedfejlődés esetén megadható egy végső forma, amely a fejlődés során idővel létrejön. Moduláris fejlődés esetén ilyen általában nem definiálható, a folyamat vége nyitott. Az iterációk leállhatnak vagy folytatódhatnak a szervezet és a környezet aktuális állapotának függvényében. Még az erősen korlátozott fejlődésű moduláris élőlények, például az egyéves növények

is mutatnak bizonyos flexibilitást az iterációk számát illetően (Novoplansky, 2002): az egyed biomasszája és a külső környezeti szignálok (például a nappal hossza) is befolyásolják, mikor terminálódik az egyedfejlődés. A spektrum másik végén találjuk azokat a vegetatív szaporodású (klonális) növényfajokat, melyeknél nem figyelhető meg öregedés, tehát az iterációk száma gyakorlatilag korlátlan (Watkinson, 1988). Néhány példa arra, hogy a genetikai egyed milyen életkort képes megélni: a *Populus tremuloides* – sarjakkal szaporodó nyárfafaj – egy genetikai egyede a becslés szerint tízezer éves volt, és 81 hektárt borított. Egy másik „bajnok”, a *Gaylussacia brachycera* – egy áfonyához hasonló cserje – ma is élő egyede 13 ezer



1. ábra • A növény moduláris testfelépítése. A legkisebb építőelem a metamer.

évvel ezelőtt volt zigóta, s azóta mintegy két kilométerre terjedt ki (Oborny – Bartha, 1995, valamint az ott idézett irodalom; a téma tanulmányozásának egyik úttörője a magyar Pénzes Antal volt). A „bajnokoktól” eltekintve általánosságban is elmondható, hogy a moduláris szervezetekben a felnőtt testméret és a maximális élettartam sokkal lazábban determinált, mint az unitér szervezetekben (Jackson et al., 1986; Tuomi – Vuorisalo, 1989).

4. *A sejtvonalak elköteleződése.* Néhány unitér állattörzsből – jellegzetesen például az ízeltlábúak és a gerincesek körében a szóma- és a csírvonal korán szétválak az embriogenezis során: a sejtvonalak viszonylag hamar elköteleződnek az egységes test alapterv szerint (Buss, 1983; Pál – Szathmáry, 2000). A moduláris szervezetekben ilyen korai elköteleződést nem találunk, ehelyett az egyedben végig fennmarad a totipotens sejteknek egy populációja, egészen az utolsó modul kialakításáig, rendszerint az élet végéig. A funkcionális elköteleződés a teljes egyed helyett egy alacsonyabb hierarchiaszinten, a modulon belül történik, így jönnek létre a modulon belül a különböző szövetek, szervek. A morfogenetikai folyamat minden egyes modulnál újrakezdődik: szomatikus embriogenezis történik (Tuomi – Vuorisalo, 1989). Sok moduláris szervezetnél a *szomatikus mutációknak* – melyeket jelen esetben helyesebb lenne *preszomatikusoknak* nevezni – komoly esélyük van arra, hogy bekerüljenek a csírvonalba, s így örökölhetővé váljanak, evolúciós jelentőségük legyen (Klekowski, 1988).

5. *Életciklus.* Unitér szervezet esetén a genetikai egyed (genet) élete a zigóta létrejöttével indul, és a teljes genet egyszerre bekö-

vetkező halálával végződik. A moduláris szervezetben minden modulnak megvan a maga születése és halála, s a modulok populációjának viselkedését akár demográfiai folyamatként is leírhatjuk (White, 1979; Harper, 1985; Watkinson, 1988; Schmid, 1990). Lényeges tehát, hogy a moduláris élőlény részei „eldobhatók” a teljes élőlény halála nélkül. Kevésbé drasztikus esetben a különböző részek különböző növekedési és/vagy fejlődési rátával bírnak, s már ennek is lényeges ökológiai következményei vannak.

E következmények bemutatása előtt néhány megjegyzés: a többsejtű szervezetek nagy változatossága megkívánja, hogy a modularitást néhány egyéb, belső tagolódással kapcsolatos fogalomtól elválasszuk (pl. szegmentáció, szektorialitás). Ezt és az idevonatkozó definíciókat egy – egyelőre kéziratban formában meglévő – angol nyelvű összefoglaló tartalmazza (Oborny Beáta: *Adaptation to Heterogeneous Environments by Modular Growth*). Fontos még megjegyezni, hogy a moduláris szervezetekhez való tartozáshoz elégséges kritérium, hogy legyen moduláris életfázis; nem kizáró ok, ha létezik unitér életfázis is (például szivacsok esetén a lárvállapot).

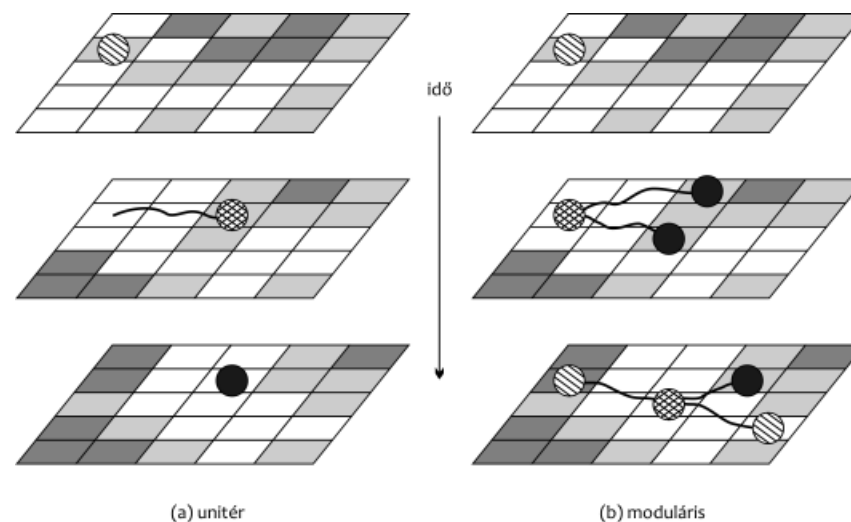
Ökológiai következmények, adaptációs lehetőségek

Csaknem minden élőlény heterogén környezetben él, legalábbis bizonyos ökológiai tényezőkre nézve. Például egy fekete terítő szármára foltosan oszlik el a táplálék, s egy növény növekedésének körzetében is többnyire foltos mintázatúak a források (fény, víz, talajbeli tápanyagok). A foltmintázat időben változó is lehet. Szelekció hat arra, hogy az egyed a környezeti forrásokat minél nagyobb hatékonysággal vegye fel. A felvétel két fő moz-

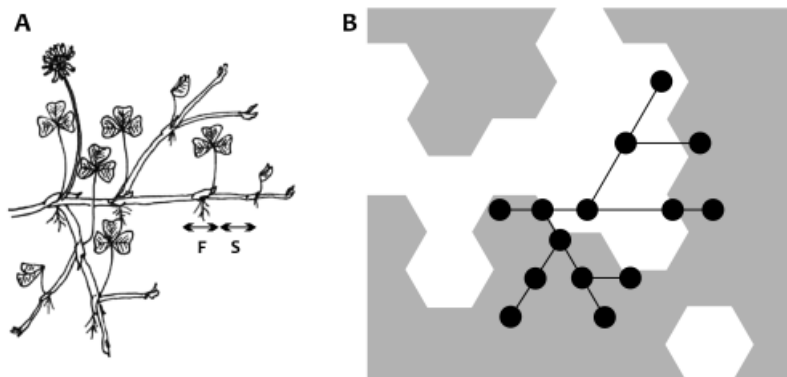
zanata: a forrásfoltok felderítése (exploration) és a megtalált foltok kiaknázása (exploitation). Mindkettő energiaigényes folyamat, és a felderítés és kiaknázás közti energiamegosztás érdekes optimalizálási probléma (lásd a „foraging” elmélet irodalmát; növényekről egy összefoglaló: Oborny – Cain, 1997). Különböző környezeti foltmintázatokon más-más az optimum, ráadásul egy élőhelyen, az adott foltmintázaton nem csak egyetlen egyed él, hanem alternatív módszerek – stratégiák – találkoznak, és küzdenek az erőforrásokért.

Hasonlítsunk össze egy helyváltoztatásra képes, unitér szervezetet, például egy madarat, egy helytűlő, moduláris szervezettel, például egy növényvel (2. ábra)! Az általánosítás végett Adrian D. Bell (1984) azt javasolta, hogy a moduláris szervezetnél a kétféle funkciót – a felderítést és a kiaknázást – kétféle növekedéssel azonosítsuk. Ha rátekinünk egy nö-

vény testére, azt látjuk, hogy az egyes környezeti forrásokkal csak meghatározott pontokon lép kapcsolatba. Például egy szamóca növény (*Fragaria sp.*), amely a földön kúszó indákkal terjed, minden második szárcsomónál (nodusnál) képes fejleszteni egy tőlevélrózsát. Itt vannak a levelek, amelyek a fény hasznosításának legfőbb helyei, és itt fejlődnek a gyökerek, amelyek a talajbeli vizet és tápanyagokat tudják felvenni. A tőlevélrózsák közti szakaszokon, az indákon nem fejlődik gyökérzet, és a fotoszintézisben játszott szerepük is elhanyagolható a levelekéhez képest (bár ez fajfüggő). A *Fragaria* testét tehát kétféle alegységre lehet bontani: a tőlevélrózsa egy ún. táplálkozóelem (feeding site), az inda pedig egy térelválasztó elem (spacer). A moduláris testszerveződésnek megfelelően e kettő fejlesztése többször ismétlődik. Visszatérve a 2. b ábrához, a táplálkozóelem fejlesztés-



2. ábra • Egy helyváltoztatásra képes, unitér és egy helytűlő, moduláris szervezet táplálékkeresésének összehasonlítása. A különböző színezetű cellák különböző minőségű lokális környezeteket, a körök pedig az élőlény (illetve egy modulja) különböző állapotait jelentik. A mozgási útvonalakat vastag vonalak jelölik.



3. ábra • A fehér here (*Trifolium repens*) növekedése forrásgazdag és -szegény foltok között. Az (a) rajzon S jelöli a tételválasztó elemet és F a táplálkozóelemet. A (b) ábra ugyanez a növényegyet sematikusan ábrázolva. Fekete a forrásgazdag folt, fehér a szegény.

tése (kör) a megtalált tápanyagfolt kiaknázását teszi lehetővé, míg a tételválasztó elem fejlesztése (vonal) a foltok felderítésére ad lehetőséget. Igen érdekes ebből a szempontból tekinteni a különböző növényfajokra: föld alatt (a talajbeli források felvételénél) és föld fölött (a fényfelvételnél) mennyire válik szét a felderítés és kiaknázás, és milyen az energiamegosztás közöttük?

Az energia allokációjával kapcsolatban fontos, hogy környezetfüggő lehet. Vannak ugyan merev növekedésű fajok, ahol környezetfüggés nem figyelhető meg, legalábbis bizonyos tulajdonságokra nézve nem. Egyes gyömbérfélék (például az *Alpinia speciosa*) gyöktörzsének elágazásmintázata annyira szabályos, hogy a 120°-os elágazási szögekkel és egyenlő hosszú tételválasztókkal felülnezetből szinte hatszöges kristályrácsnak tűnik (Bell, 1991). A legtöbb növényfaj azonban képes plasztikusan reagálni a környezetre, akár finom térbeli felbontásban a lokális környezetre is (3. ábra). A kerek repkény (*Glechoma hederacea*) például mindössze 25 × 25 cm-es talajtápanyag-foltokat is képes „letapogatni”,

biomasszájának nagy részét ezeken belül tartva növekedni (Hutchings–Wijesinghe, 1997).

A fenotípus környezetfüggését – a fenotípusos plaszticitást – az ún. reakciónormával írjuk le. Egy genotípushoz egy reakciónorma tartozik, s azt adja meg, hogy az adott környezetben (független változó) milyen fenotípus alakul ki (függő változó). Evolúciós szempontból izgalmas kérdés, hogy egy populáción belül, az egyes genotípusok között a reakciónormák milyen változatosságát találjuk, s ezekre az adott környezet(ek)ben milyen szelekció hat. Ökológiai szempontból nem csak a fajon belüli, hanem a fajok közötti változatosság is lényegessé válik, s arra is érdemes rákérdezni, hogy az egymástól gyakran lényegesen eltérő reakciónormákkal rendelkező fajok miként versengenek a forrásokért, és kiszorítják-e egymást vagy képesek az együttélésre, társulásalkotásra (bővebben lásd Oborny–Bartha, 1995).

Az adaptív növekedés szempontjából hasznos distinkció, hogy a plaszticitás a táplálkozóelemeken belül vagy azok között (eggyel magasabb hierarchiaszinten, a táplál-

kozóelemek halmazán) jelenik-e meg. Három alapelethez van, s ezek kombinációi is léteznek: [A] Plasztikus maga a táplálkozóelem, például a tölevélrózsa kevesebb fényben kevesebb levélből áll. [B] Plasztikus a táplálkozóelemek térbeli elrendezése, például a tölevélrózsák kevesebb fényben egymástól távolabb kerülnek. [C] Plasztikus a táplálkozóelemek közötti fiziológiai kapcsolat, például ha egy táplálkozóelem árnyékba kerül, a fényben lévő elemek felől szénhidrát-transzport indul ebbe az irányba.

A „többszajú lény”

Maxine Watson növényfiziológus fogalmazott úgy, hogy „a növények többszajú lények” (Watson, 1986). Minden egyes táplálkozóelemforrást (vagy forrásokat) vesz fel, ezáltal a növény egyszerre több ponton „vesz mintát” a környezetből (2. b ábra). Nem mindegy, hogy az egyed hány ilyen mintavételi pontot alakít ki, és ezeket hogyan rendezi el a térben. A tételválasztó elem szerepe az, hogy a mintavétel minél inkább torzított legyen a forrásgazdag helyek felé. A különböző növényfajok a fenti, [B] típusú plaszticitás gazdag tárházát mutatják (összefoglalásként lásd Oborny – Cain, 1997). Két egyszerű, viszonylag gyakori stratégiát mutatnak be.

A *Trifolium repens* – és számos más növényfaj – a fényben gazdag helyen rövidebb indát növeszt, mint árnyékos helyen (3. ábra). Ezáltal megnő annak a valószínűsége, hogy a növény benn marad a már egyszer megtalált jó foltban, és viszonylag kevés energiabefektetéssel nő át a rossz területeken, egyik jó foltból a másikba. Számítógépes szimulációk megmutatták, hogy ez a növekedési válasz mindenféle környezetben kedvező, tekintet nélkül a jó foltok mennyiségére, méretére és időbeli állandóságára (Oborny – Cain, 1997). Ter-

mészetesen ez csak a feltétellel igaz, ha a foltmintázat kívülről adott, például élettelen tárgyak vagy az adott fajnál sokkal erősebb kompetitorok alakítják ki. Ez esetben a növény „feladata” mindössze az, hogy hozzáigazítsa növekedésmintázatát a környezeti mintázathoz. Más a helyzet, ha a faj aktívan befolyásolni képes a környezeti mintázatot, például ahova belenő, onnan ki tudja szorítani a versenytársakat. E lehetőséget is tekintetbe véve két alapstratégiát lehet elkülöníteni: az ún. *falanx* és *gerilla* stratégiát (Lovett Doust, L. – Lovett Doust, J., 1982).

Mint az elnevezés is mutatja, a gondolat a hadviselésből ered; a tipikus kísérletekben azt veszik figyelembe, hogyan reagál egy faj a kompetícióra. A gerilla – például a *Trifolium repens* – elkerülő stratégiát folytat. Ha nő a kompetíciós nyomás, növeli a tételválasztók hosszát, tehát a következő jó folt felderítésére kezd több energiát fordítani. A falanx ezzel szemben eleve is viszonylag rövidebb tételválasztókkal rendelkezik, és kompetíció hatására ezeket tovább rövidíti, tehát „tömöríti” a frontot, és fokozatosan szorítja ki az ellenfelet. Példa erre a csomós fűfajok növekedése. A stratégiák egymáshoz képesti előnye/hátránya a környezettől függ, például a forrás összennyiségétől. A falanx és gerilla tartósan is együtt élhet, ha a falanx faj olyan növénytakarót alakít ki, melyben a gerilla számára elegendő üres folt kínálkozik (lásd kompetíciós–kolonizációs csereviszony). A növénytársulások szerkezetének kiépülése, stabilitása az együtt élő fajok növekedési stratégiáinak „illeszkedésén” múlik (Oborny–Bartha, 1995).

Mennyire integrált az egyed?

Az unitér szervezetek magasan integrált lények, a moduláris szervezetekben az integráltság foka változatos. Szélsőséges esetben

akár minden egyes modul önállóvá, a többiekől fiziológiailag függetlenné válhat. Ezt találjuk a vegetatív szaporodású (klonális) növényeknél, például az indával, gyöktörzsszel, gumóval szaporodó fajoknál. Érdekes át gondolni, hogy ez esetben a genetikai értelemben vett egyed (genet) több fiziológiai egységből (rametből) áll. Az individuum fogalma a moduláris élőlényeknél (még) kevésbé egyértelmű, mint az unitéreknél (vö. Buss, 1983; Pál – Szathmáry, 2000), az adott problémához mindig pontosan specifikálni kell, melyik fajta egyedre gondolunk. A legkisebb építőegység (metamer) és a teljes genetikai egyed között (*t. abra*) gyakran több, köztes hierarchiaszintet is érdemes figyelembe venni. A *Trifolium repens* (*3.a abra*) esete viszonylag egyszerű: itt a legkisebb építőegység, a metamer felel meg a rametnek. Születése után egy ideig még a szülő támogatására – víz, tápanyagok stb. transzportjára – szorul, ezután képessé válik kifejleszteni minden olyan szervet, amely az önálló élethez szükséges: gyökérzetet, vegetatív és reprodukív hajtást. Más fajoknál nem a metamer, hanem egy ág vagy egy ágrendszer a ramet, a fehér akácnál (*Robinia pseudoacacia*) például egy teljes fa.

Az önállósodás képessége nem feltétlenül jelent tényleges önállósodást. Külön érdekes kérdés, hogy melyik fajnál milyen források mozognak egyik metamerből a másikba, egyik ágból a másikba stb., s ezeknek az áramlásoknak milyen az időbeli mintázata, például szezonálisan vagy évek között összehasonlítva (Watson, 1986). A kísérletezés legegyszerűbb formája a forrás radioaktív jelölése (például a nitrogéné, foszforé). Közvetettebb, de terepen jobban alkalmazható módszer, ha a genet különböző részeit különböző forrás-ellátottságnak tesszük ki (például sok/keves nitrogén, fény/árnyék), és nyomon követjük

a részek fejlődését. Sok fajnál az is megtehető, hogy eközben a rametek közötti összeköttetést (például indát) elvágjuk – a vágás miatti sérülés hatását megfelelően kontrollálva –, s összehasonlítjuk az érintetlen esettel.

A kísérletek tanúsága szerint a növényfajok rendkívüli változatosságot mutatnak abban a tekintetben, hogy milyen az integráltság térbeli és időbeli mintázata (IPU – Integrated Physiological Unit; lásd Watson, 1986). Számos fajnál azt látjuk, hogy a rametek vagy aktívan szétválnak egymástól (például abszcíziós szövethépzéssel), vagy összekötve maradnak ugyan, de az anyagmozgás közöttük elhanyagolható. E fajok az ún. *splitter* stratégia képviselői. Ellen esetben a növény részei fiziológiai összeköttetésben maradnak. Leggyakrabban azt látjuk, hogy emiatt csökken a részek közötti különbség, azaz az anyagmozgás az átlagolás irányába hat. Ezt gyakran nevezik *integrátor* stratégiának. Megjegyzendő, hogy ritkábban az ellenkezője is előfordul, mikor az összeköttetés hatására a részek közötti különbségek felfokozódnak. Összességében a növény növekedése a részek közti kompetíció és kooperáció során alakul; eközben a releváns evolúciós egység az öröklött stratégia hordozója, a genet, tehát ennek rátermettségét kell maximalizálni.

Munkatársaimmal – Kun Ádámmal, Mezőszéna Gézával, Mágori Krisztiánnal és Ulf Dieckmannal – számítógépes szimulációk segítségével kimutattuk, hogy az integrátor akkor kerül előnybe a splitterrel szemben, ha viszonylag kevés a forrásban gazdag folt, ezek kicsik, és időben változók. A splitter ugyanis a jó foltokban erősebb kompetitor, mint az integrátor, hiszen „a gazdagnak nem kell támogatnia a szegény rokont”. Tehát mindaddig kiszorítja az integrátort, amíg viszonylag nagy esélye van annak, hogy jó foltból jóba

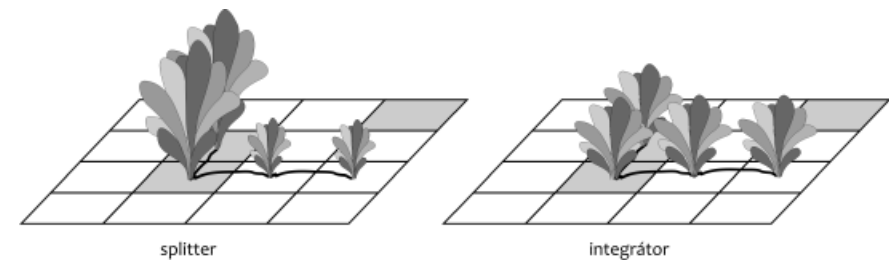
lépve a teljes jó területet vagy annak nagy részét el tudja özönlíteni. (A kis, szigetszerű jó klaszterekben az integrátor már nem képes tartós túlélésre.) Ha viszont előzőnlésre nincs lehetőség, akkor az integrátor tartósan megél a splitter által meghagyott területeken, sőt, van a paraméterternek olyan része is, ahol legyőzi ellenfelét. A „szegény rokon támogatásának” ugyanis megvan az az előnye, hogy a távolabbi jó foltokba is el lehet jutni a rossz területen átkelve (*4. abra*), sőt, a kölcsönös támogatás miatt változó foltmintázathoz is jobban lehet alkalmazkodni. A probléma alapján lefordítható egy perkolációs problémára. Adaptív dinamikai modellben megmutatható, hogy mindkét irányban lehetséges evolúciós átmenet – a splittertől az integrátor felé és viszont –, kis mutációs lépésekkel is.

Talán a fentiekből is látszik, hogy ha a fiziológiai integráció következményeit vizsgáljuk, ugyanúgy a forrás-felderítés és -kiaknázás kérdése merül föl, mint a morfológiai plaszticitás vizsgálatakor (lásd: Alpert – Stuefer, 1997, Hutchings – Wijesinghe, 1997). A két problémakör azonban még nincs összekötve; hiányzik egy átfogó áttekintés. Erre azért is szükség volna, mert a két jelenség nem független egymástól: minél inkább átlagol az

integráció, annál kevésbé tud kifejeződni a morfológiai plaszticitás.

Térbeli munkamegosztás

Az [A] és [C] típusú plaszticitás egy érdekes kombinációja az ún. térbeli munkamegosztásra ad lehetőséget. A jelenséget több fajon is kimutatták (összefoglalásként lásd Alpert – Stuefer, 1997; Hutchings – Wijesinghe, 1997). A tesztekben általában a növény két, egymással összeköttetésben lévő rametjét vizsgálták. Az egyiket fényben szegény, talajtápanyagokban gazdag helyen tartották (X ramet), a másikat éppen fordítva, jó fényellátottságú, de gyenge tápanyag-ellátottságú helyen (Y ramet). Ez nagyjából megfelel annak a helyzetnek, mikor a növény egy nem túl jó vízellátottságú gyeperben él, ahol egyes rametek fűcsomókban (X) mások a fűcsomók közötti területeken nőnek (Y). A kísérletek azt mutatták, hogy az X ramet a gyökérzetbe, az Y a hajtás növesztésébe fektet több energiát, tehát rametszinten specializáció történik a lokálisan bőségben lévő forrás felvételére. Ez az eredmény éppen ellentétes azzal, amit a Liebig-törvény alapján várnánk! Az ellentmondás az eggyel magasabb szerveződési szinten oldható fel: a rametek megosztják egymással a forrásokat, az X → Y irányban



4. abra • Két stratégia összehasonlítása foltos környezetben. A sötét forrásgazdag, a fehér a szegény folt. (a) A *splitter* esetén az egyes modulok egymástól függetlenül veszik fel és hasznosítják a helyileg elérhető forrást. (b) Az *integrátor* esetén a modulok megosztják egymással a forrást, tehát az összeköttetésekön keresztül forrás áramlik a gazdagabbtól a szegényebb helyek felé.

víz és ásványi tápanyagok, az $Y \rightarrow X$ irányban asszimilált szénhidrátok mozognak. Az [A] és [C] típusú plazticitás ilyen kombinációja jelentős előnnyel járhat. Michael J. Hutching és Dushyantha K. Wijesinghe például a kerek repkénnyel (*Glechoma hederacea*) kísérletezett. Ugyanazt a talajtápanyag-mennyiséget homogén, illetve heterogén módon osztották el a kísérleti parcellában. Utóbbi esetben változtatták a foltméreteket. Azt találták, hogy azonos összetápanyag-mennyiség mellett a megfelelő méretű foltokban való elosztás akár meg is négyszerezheti a termelt biomasszát!

Konklúziók

A növény számára ugyanúgy kihívást jelent a környezeti heterogenitás, mint az (unitér) állat számára (2. ábra), az adaptív válaszok repertoárja azonban jóval kevésbé ismert. Az bizonyos, hogy a növény – moduláris felépítésének köszönhetően – rendelkezik néhány olyan „trükkkel”, amellyel az unitér állat nem. Először is, a növény egyidejűleg több ponton tud mintát venni az élőhely minőségéből. (Az a és b részre összehasonlíthatósága végett szögezzük le, hogy mindkettőt külön-külön úgy skálázzuk, hogy a rács celláinak mérete akkora legyen, mint az általunk vizsgált mozgási vagy növekedési válasz legfinomabb felbontása. Ami a növénynél néhány centiméter, az az állatnál több méter is lehet, az alapprobléma azonban ugyanaz: a forrásfoltok felderítése és kiaknázása.) A növény nemcsak több ponton érzékeli a környezetet egyszerre; lokális fenotípusos plazticitása [A] révén arra is képes, hogy az adott (mikro)környezettől függően más-más fenotípust alakítson ki.

A modularitás lehetőséget teremt a genetikai egyed feldarabolására (splitter stratégia). Feldarabolódás esetén a genet mortalitásának kockázata több, egymástól független ramet-

mortalitás között oszlik meg (spreading of risk; Eriksson – Jerling, 1990). Ugyanaz a genom többféle környezetben „tesztelődik le”, ráadásul [A] típusú plazticitás esetén többféle fenotípus formájában.

Ha a genet nem darabolódik fel, hanem teljesen vagy részben összekötött marad (integrátor stratégia), akkor a kockázat szétszórása helyett megosztására van lehetőség, és kooperáció működhet a rametek között. Ennek egyik fejlett formája az [A] és [C] típusú plazticitást egyesítő térbeli munkamegosztás.

Az unitér állat mozgási útvonala a növény növekedési útvonalának felel meg (1. ábra). A [B] típusú plazticitás lehetőséget teremt ennek az útvonalnak az optimalizálására. Érdekes, hogy a növény nem feltétlenül hagyja el azokat a helyeket, amelyeken járt; ennek ütemezését a modulok mortalitása dönti el. Múltbeli helyekről így forrás mozoghat a későbbi helyek felé, sőt ellenirányban is.

A moduláris szerveződés következtében felfokozódik néhány olyan evolúciós jelenség fontossága, amely az unitér élőlényeknél is megvan. Ilyen a hierarchikus szelekció (Tuomi – Vuorisalo, 1989), amely a növényeknél a makroszkópos szinten is megnyilvánul (egy fa vagy egy óriásklón cserje esetén akár a több méteres térbeli nagyságrendben is). További fontos jelenség, hogy a szomatikus folyamatok számottevő evolúciós jelentőséget nyernek. Ez abból ered, hogy a moduláris élőlényeknél nyílt az egyedfejlődési program, és viszonylag késői a sejtvonalak elköteleződése, így a (pre) szomatikus mutációk bejuthatnak a csíravonalba (Klekowski, 1988). Különösen fontos ez a hosszú életű klónok esetén, amikor – több száz vagy ezer év alatt – a szomatikus mutációk fellépésére számottevő esély adódik. Ugyanemiatt jelentőssé válnak az epigenetikai öröklődéssel átadott jelek (lásd Jablonka

– Lamb, 1995, Pál – Szathmáry, 2000), például egy kártevő elleni „készültség” foka). A modulpopuláció dinamikájának, a modulok össze- és szétkapcsoltságának megértése

A tanulmány a Nest (Új Európai Iskola az Elméleti Biológiáért és Ökológiáért) Alapítvány és az MTA támogatásával, a szerzőnek ítélte 2009. évi Juhász-Nagy Pál-díj keretében készült. Köszönöm továbbá az OTKA (K61534) támogatását. Hálás vagyok Fekete

IRODALOM

- Alpert, Peter – Stuefer, Josef (1997): Division of Labour in Clonal Plants. In: De Kroon, Hans – Van Groenendael, Jan M. (eds.): *The Evolution and Ecology of Clonal Plants*. Backhuys Publishers, Leiden, 137–154.
- Bell, Adrian D. (1984): Dynamic Morphology: A Contribution to Plant Population Ecology. In: Dirzo, Rodolfo – Sarukhán, José (eds.): *Perspectives on Plant Population Ecology*. Sinauer Assoc., Sunderland, 48–65.
- Bell, Adrian D. (1991): *Plant Form. An Illustrated Guide to Flowering Plant Morphology*. Oxford University Press, Oxford.
- Buss, Leo W. (1983): Evolution, Development, and The Units of Selection. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA – PNAS. 80, 387–1391. <http://www.pnas.org/content/80/5/1387.full.pdf+html>
- Eriksson, Ove – Jerling, Lenn (1990): Hierarchical Selection and Risk Spreading in Clonal Plants. In: Van Groenendael, Jan – De Kroon, Hans (eds.): *Clonal Growth in Plants: Regulation and Function*. Spb Academic Publ., The Hague. 79–94.
- Harper, John L. (1977): *The Population Biology of Plants*. Academic Press, London.
- Harper, John L. (1985): Modules, Branches, and the Capture of Resources. In: Jackson, Jeremy B. C. – Buss, L. W. – Cook, R. E. (eds.): *Population Biology and Evolution of Clonal Organisms*. Yale University Press, New Haven. 1–33.
- Hutchings, Michael J. – Wijesinghe, Dushyantha K. (1997): Patchy Habitats, Division of Labour and Growth Dividends in Clonal Plants. *Tree*. 12, 390–94.

alapvetően fontos e fajok evolúciójának megértése szempontjából, márpedig a moduláris élőlények a Föld többsejtű élővilágának el nem hanyagolható részét alkotják.

Gábornak és Podani Jánosnak a kézirat átnézéséért, a javaslatokért.

Kulcsszavak: *modularitás, elágazásmintázat, adaptív növekedés, kooperáció és kompetíció, hierarchikus szelekció, darwini evolúció*

- Jablonka, Eva – Lamb, R. Marion (1995): *Epigenetic Inheritance and Evolution*. Oxford University Press.
- Jackson, Jeremy B. C. – Buss, L. W. – Cook, R. E. (eds.): (1985): *Population Biology and Evolution of Clonal Organisms*. Yale University Press, New Haven
- Jerling, Lenn (1985): Are Plants and Animals Alike? A Note on Evolutionary Plant Population Ecology. *Oikos*, 45, 150–153.
- Klekowski, Edward J. (1988): *Mutation, Developmental Selection, and Plant Evolution*. Columbia Univ. Press, New York
- Lovett Doust, Lesley L. – Lovett Doust, Jon L. (1982): The Battle Strategies of Plants. *New Scientist*. 95, 81–84.
- Molnár V. Attila (2009): Kétszáz éve született Darwin. Az elfelejtett botanikus. *Élet és Tudomány*. 6, 166–169.
- Novoplansky, Ariel (ed.) (2002): Developmental Plasticity in Plants. Special Issue of Evolutionary Ecology. Vol. 16.
- Oborny Beáta – Bartha Sándor (1995): Clonality in Plant Communities: An Overview. In: Oborny Beáta – Podani János (eds.): *Clonality in Plant Communities. Special Features in Vegetation Science II*, Opulus Press, Uppsala. 115–127.
- Oborny Beáta – Cain, Michael L. (1997): Models of Spatial Spread and Foraging in Clonal Plants. In: De Kroon, Hans – Van Groenendael, Jan (eds.): *The Ecology and Evolution of Clonal Plants*. Backhuys Publ., Leiden, 115–127.
- Pál Csaba – Szathmáry Eörs (2000): The Concept of Fitness and Individuality Revisited. *Journal of Evolutionary Biology*. 13, 348–357.

- Schmid, B. (1990): Some Ecological and Evolutionary Consequences of Modular Organization and Clonal Growth in Plants. *Evolutionary Trends in Plants*. 4, 1, 25–34.
- Tuomi, Juha – Vuorisalo, Timo (1989): Hierarchical Selection in Modular Organisms. *Tree*. 4, 7, 209–13.
- Vuorisalo, Timo – Tuomi, Juha (1986): Unitary and Modular Organisms: Criteria For Ecological Division. *Oikos*, 47, 382–385.
- Watkinson, A. R. (1988): On the Growth and Reproductive Schedules of Plants: A Modular Viewpoint. *Acta Oecologica (Oecologia Plantarum)*. 9, 67–81.
- Watson, Maxine A. (1986): Integrated Physiological Units in Plants. *Tree*, 1, 5, 119–123.
- White, James (1979): The Plant As a Metapopulation. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 10, 109–145.

FÜGGELÉK

- Darwin növényekkel foglalkozó könyveinek első kiadásai:
- Darwin, Charles (1862): *On the Various Contrivances by Which British and Foreign Orchids Are Fertilised by Insects*. John Murray, London
- Darwin, Charles (1865): *On the Movements and Habits of Climbing Plants*. The Linnean Society of London
- Darwin, Charles (1875): *Insectivorous Plants*. John Murray, London
- Darwin, Charles (1876): *The Effects of Cross and Self Fertilisation in the Vegetable Kingdom*. John Murray, London
- Darwin, Charles (1877): *The Different Forms of Flowers on Plants of the Same Species*. John Murray, London
- Darwin, Charles – Darwin, Francis (1880): *The Power of Movement in Plants*. John Murray, London



BIOLÓGIAI MINTÁZATOK EREDETE

Molnár István

PhD, ELTE Biológiai Intézet Genetikai Tanszék
im54@invitel.hu

Összefoglalás

Az élővilág történetében és az evolúció nagy lépéseiben megváltozott az élőlények térbeli szerveződése. Az élőlényeket mintázatok hálózatai alkotják. A mintázatok legáltalánosabb értelemben rendezett időbeli vagy térbeli inhomogenitások. Sejtekben molekuláris eloszlások, soksejtűekben a sejt differenciáció térbeli szerveződése, állati társadalmakban pedig a kasztok vagy a szociális aktivitás eredményei, például a természetvárok vagy hangyabolyok karakterisztikus mintákat mutatnak. A minták átalakulásának okai öröklődési rendszerek hatásai, fizikai kémiai, embrionális és ökológiai tényezők együttes változásai. A mintázatok az organizáció egyik fő építőkövei. Ezért a minták és a formák az élővilág sója és legkáprázatosabb *show*-jai.

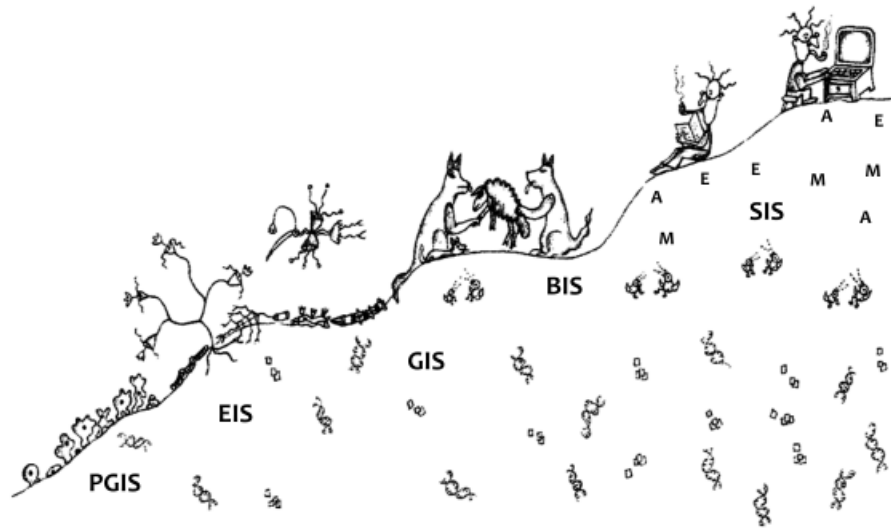
Az élővilág és a biológia rövid története

Az élővilág története sokféleképp mesélhető el. A mi történetünk veleje röviden megfogalmazva az, hogy az élővilág története mintázatok története. Az evolúció különböző stádiumaiban eltérő mintázatok keletkeztek. Az élet történetének legmarkánsabb lépéseit általában az öröklődés fő evolúciós lépéseire alapozzák (Maynard Smith – Szathmáry, 1995; Jablonka – Lamb, 2005). Az öröklődés fő lépései túlegyszerűsítve az 1. ábrán láthatók.

Az öröklődés megváltozásai azonban nem önmagukban, elszigetelten mennek végbe. Eva Jablonka magyarázata csak egy evolúciós tulajdonságra redukálja az evolúció magyarázatát a háromból: az öröklődés megváltozására. Az öröklődés csak egy sajátosság az evolúció három fő tulajdonságából: az öröklődésből, a változatosságból és a szaporodásból. Csak az a rendszer képes evolválni, amely ezt a hármasságot együtt mutatja. Mintázatok egyaránt felismerhetők öröklődésben, változatosságban és szaporodásban (ivaros és ivartalan szaporodás formájában). Változatok lehetnek molekulák, sejtek, soksejtűek vagy társadalmak különbségei. Most itt a változatosság keletkezésének megvilágítására összpontosítunk. A mintázatok ezekben a változatokban megnyilatkozó rendet, szabályosságokat tükrözik, inhomogenitások, szimmetriák, aszimmetriák, polaritás, kezesség, topológia és szervezethezesség alakjában. Legáltalánosabban fogalmazva, a mintázatok, rövidebben a minták, térbeli elrendezések (rendezett inhomogenitások vagy heterogenitások). A *pattern formation* = mintázatképződés fogalom hivatalos keresztapja Lewis Wolpert, angol embriológus, aki 1969-ben vezette be ezt a fogalmat. A mintázatok szerveződést vagy organizációt jelentenek, ami az élet forrása.

Most arról számolunk be, hogy a mintázatok evolúciós átalakulása hogyan és miért ment végbe. Ahhoz, hogy ehhez a történehez hozzáfoghassunk, röviden vissza kell nyúlunk a biológia történetének egyes kiemelkedő állomásaihoz. A biológia rövid története nagyrészt híres képek, ábrák, diagrammok, modellek és metaforák története. Igen híres, közismert képek D'Arcy Thompson parafinba csöpöntett olajból álló, élőkhöz hasonló műmedúzái. Hasonlóan emlékezetes August Weismann csíra-szóma szétválást bemutató ábrája. Méltán híres Conrad Hal Waddington epigenetikai tájképe, ami egy hegyes tájból a völgyekbe legördülő golyót ábrázol. Ezzel Waddington egy fejlődő élőlény történetét

szemléltette, és ezen a mechanikai allegórián keresztül az embriók előtt álló választási lehetőségeket mutatta be. A hegyből legördülő golyó a fejlődési pálya (ontogenetikai trajektória) előképe volt. Az evolúciót leggyakrabban a rátermetség tájképén való mozgásként mutatják be, ami Sewall Wright leleménye. Ám az egyik leghíresebb kép Ernst Haeckel nevéhez kapcsolódik. Ez a gerinces embriók összehasonlító ábrázolása. A kép azt fejezi ki, hogy az élőlények egyedi története, vagyis egyedfejlődése és evolúciója (törzsfajődése) között grandiózus párhuzam van. A párhuzam abban áll, vélte Haeckel, hogy az egyedfejlődés rövidített formában megismétli az evolúció fő lépéseit. Ha aktualizálva összevet-



1. ábra • Az evolúció egy tájképe 2009-ben. Az uralkodó evolúciós szemléletek az öröklődés fő evolúciós lépéseit képviselik. E fő öröklődési rendszerek a következők: PGIS = protogenetikai vagy korlátozott öröklődési képességű autokatalitikus öröklődési rendszerek, EIS = epigenetikai öröklődési rendszerek, például DNS-metiláció, GIS = genetikai vagy nukleinsav-alapú öröklődési rendszerek, BIS = viselkedési öröklődési rendszerek, például utánzás, szociális tanulás, SIS = szimbolikus öröklődési rendszerek, ilyen a nyelv. Az egyes öröklődési rendszerekhez új szerveződésű élőlények tartoznak. Az itt kifejtett fő tézisünk az, hogy az evolúció és az öröklődés fő lépéseiben új mintázatok keletkeznek.

jük Haeckel képét a mai tudásunkkal, a következőt láthatjuk:

A fejlődő embriók már egyedfejlődésük kezdetén is eltérhetnek egymástól, akár közeli, akár távoli rokonságban álló fajokba tartoznak. Az embriók különböznek megtermékenyített petéik méretében és összetételében, aminek életmenetbeli és ökológiai okai vannak. Az embriók fejlődésük egy meghatározott (ún. filotipikus) stádiumában hasonlítanak leginkább egymáshoz (ez persze nem mindig van így, legalább három modell írja le az embriók közti hasonlóság eloszlását zígótától a kifejlett alakokig). Az embriók, fejlődésük végeztével és a kifejlett állapot elérésevel, egyre inkább eltérnek egymástól.

Ezek a megfigyelések, az egyes szervezetek történetének különbségei és hasonlóságai, magyarázatot igényelnek. Ezek a magyarázatok ma még nem állnak rendelkezésünkre, de alapvetően örökletes és ökológiai tényezők hasonlóságára és különbségére próbáljuk ezeket visszavezetni. A biológia történetének leghíresebb képeiben az a közös, hogy mintázatok leírását tartalmazzák.

Manapság közkeletű nézet, hogy az egyedfejlődés és az evolúció genetikailag meghatározott folyamatok. A genetikát általánosabban öröklődésnek kell mondanunk, mert nemcsak nukleinsav-alapú átöröklés létezik, hanem ún. epigenetikai, viselkedési és szimbolikus (például nyelvi) öröklődést is ismerünk (Jablonka – Lamb, 2005). Ezek egymással kölcsönhatásban érvényesülnek. Az öröklődésen alapuló magyarázatokkal szemben gyakran azt a kifogást támasztják, hogy a gének nem kódolhatnak geometriai elrendezéseket, formákat és mintázatokat. Ezért az öröklődésen alapuló magyarázatok kiegészülnek fizikai kémiai mintázatképző okok és ökológiai tényezők hatásaival.

A mintázatok természete

A mintázatok Wolpert megfogalmazásában a sejtdifferenciáció térbeli szerveződését jelentik. Ez a meghatározás soksejtűekre vonatkozik. De mintázatok az élettelen világban, az egysejtűekben, valamint társadalmakban, kultúrákban és ökológiai rendszerekben is jelen vannak és megfigyelhetők. Sokszor, mint például egy ezer pontból álló ponthalmazban, még azt sem könnyű felismerni, hogy létezik-e egyáltalán mintázat, vagy pusztán a képzeletünk játszik velünk. Ilyenkor különféle tesztekhez folyamodhatunk, melyek alkalmasak mintázatok kinyerésére a jelek özönéből. A legegyszerűbb soksejtűekben, mint a Volvoxban, kétféle sejt típus van: testi és szaporító sejtek. A Volvox képviseli a soksejtűség esszenciáját, ha ilyesmi létezik. A többi soksejtű élőlény a volvoxos logika kibővítésén, egyfajta dekorációján alapszik. Az ember négy csíralemezében (ektodermában, endodermában, mezodermában, velósáncban) 411-féle sejt típus van, amelyből 145-féle idegsejt. Ezek között elvben 411×411 sejt átmenet létezhet. A 411-féle sejt különféle sejt vonalakon keresztül jön létre (a sejt vonal azonban önmagában még nem jelent mintázatot, ehhez az egyes sejteknek megfelelő térbeli helyzetet kell elfoglalniuk. Az evolúcióban az új sejtek vagy összejtekből, vagy differenciált sejtekből keletkezhetnek. Egy egyszerű mintázat természetét mindenki képes önmagán is megérteni. Az emberi kezek és lábak azonos sejt típusból állnak, de a kéz és a láb ugyanazokat a sejteket más-más arányban és elhelyezkedésben tartalmazzák. A gerincesek végtagjai (jelentős leegyszerűsítéssel élve) úgy evolváltnak, hogy megváltoznak a csontok építőkövei és azok kapcsolatai

képződésének időbeli (heterokroniás) viszonyai. A csontok fejlődése kondenzálódó porcszövetből indul el. A kondenzált porcszövet ezután elágazásokat (bifurkációt) mutat, és a csontok részekre tagolódnak (szegmentálódnak). A kondenzáció, az elágazás és a részekre tagolódás időbeli variációi építik fel az uszonyok, a szárnyak és a lábak változatoságát. A láb csontmintázata meghatározott alakot vesz fel, és jellegzetes formát mutat. A formák képződésének megértéséhez az út a minták megértésén át vezet.

A mintázatok változatosága

Az élő és élettelen természet nagyszámú mintázatból épül fel. Mintázatok alkotnak színek, a testek felszínei, a testek részekre (például szelvényekre) tagolódása, és a testfüggelék (például pikkelyek, tollak, szőrök). Sokszor megfigyelhető, hogy a szervezetek ismétlődő egységekből állnak. A szervezetek abban térnek el egymástól, hogy más-más testrészek ismétlődnek, amelyek különböző megjelenésűek (színük, méretük, alakjuk, elrendezésük eltérő). Ilyen ismétlődő egységek izeltlábúakban és gerincesekben a testszelvények. Rovarokban a testszelvények száma tíz és száz közt is változhat, míg gerincesekben ez a szám kisebb. A szelvényekhez speciális testrészek kapcsolódnak, mint rovarokban a szárnyak, csápok vagy lábak, gerincesekben pedig a bordák. A mintázatok az evolúcióban azért fontosak, mert a változatok fő alkotórészei.

Meglepő, hogy közös elemekből épülnek fel komplikált, abiotikus szerkezetek, mint például a kémiai mintákban szereplő szinguláris, pontszerű elemek, gömbök, sávok, csíkok, körök, elágazó mintaelemek, spirálisok, hélixek, amelyek változatos kombinációkat alkothatnak.

Mi lehet a fő motivációja a mintázatok megismerésének? A biológia legtöbb problémája ún. terv-visszafejtéses eljárás alapján oldható meg. Ez azt jelenti, hogy egy megfigyelt mintázatból megpróbáljuk megérteni a mintázatot előállító folyamatot. Ez nem egyszerű eljárás, mert ugyanazt a mintázatot számos folyamat előállíthatja. Így például a különböző lábak csontelrendeződései vagy a bőrszervek (tollak, pikkelyek, szőrök, körmök, teknők, mirigyek) hasonló mechanizmusokkal írhatók le. Általában az a kiindulópontunk, hogy egy véletlenszerű elrendezést sztochasztikus folyamatok, míg az ettől való eltéréseket szelekció állítja elő, evolúciós léptékben. Ennek eldöntésére számos tesztet dolgoztak ki.

Mintázatok dinamikája

A mintázatok mintázatképződési mechanizmusok állítják elő. Különböző evolúciós stádiumokban és eltérő térskálakon más-más minták keletkeztek. Elemi biológiai mintázatképződési mechanizmusok a következők: reakció-diffúziós rendszerek, előmintázatok, embrionális indukció, generikus fizikai kémiai folyamatok, mint az ülepedés, konvekció, gravitáció, adhézió, fázis szeparáció, és a pozicionális információs mechanizmus.

A mintázatképződés lényege, vagyis a mintázatképző mechanizmusok hatása leegyszerűsíthető egy általános kijelentésre: a mintázatképződés szimmetriasértésen alapul, amit a 2. ábra mutat be. Ez a helyzet egy sima tükrű tó esetében. Ha ebbe kavicsot dobunk, onnan koncentrikus körökből álló hullámok indulnak ki. A mintázatképződés megértéséhez teljesen mindegy, hogy a tó tejből, vízből vagy alkoholból áll-e. A mintázatképződés elsődleges kérdése az, hogy a sima, homogén, szimmetrikus víztükrön szimmetriasértő instabilitások jönnek létre, amelyek víz hullá-

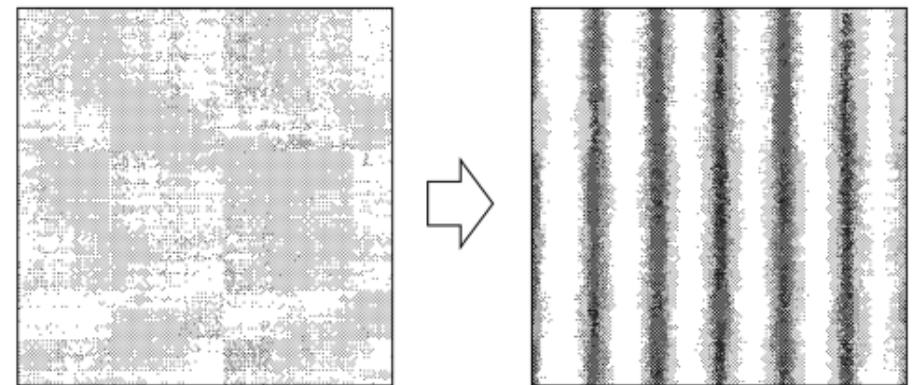
mokat keltenek. Fontos kérdés az is, hogy honnan származik a tó vize vagy maga a kő, és hogy a vízfelszín egyáltalán mennyire tekinthető eleve simának, homogénnek. A természet mintázatait úgy teremti meg, hogy szimmetriasértő műveleteit folyamatosan megismétli. Az sem egyszerű kérdés, hogy ezek a szimmetriasértő mechanizmusok honnan erednek. Nem ismert teljes bizonyossággal egyetlen biológiai mintázatképző mechanizmus evolúciós eredete sem.

Mintázatképződési változók a mintázatok keletkezését kormányzó anyagok koncentrációja. Molekuláris szinten a mintázatképződés a mintaképződésben szereplő ún. morfogén molekulák reakciója és mozgása (diffúziója) kombinálódásából szerveződik. Ez a lelke a Turing–Gierer–Meinhardt-hármas által leírt modellcsaládnak (Meinhardt, 1982). Sejtek szintjén a fő mintázatképződési változók a sejtek sűrűsége és mozgása.

A biológiai mintázatok eredetének szemléleti keretei

A mintázatok evolúciós eredetének legalább hét felfogása alakult ki, amelyeket itt röviden összefoglalunk.

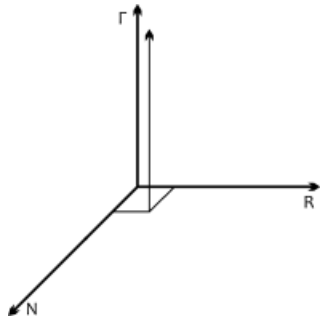
1. Mintázatok szülehetnek olyan képződésmintákból, melyek maguk nem mintázatok, vagy keletkezhetnek már létező mintázatokból.
2. Új minták új mintaképződési mechanizmusok feltárással állíthatók elő. Ez a képáryaltabbá tehető, ha megfontoljuk az ősök és a leszármazottaik közti mintázatképződési folyamatok kombinatorikáját. Ősi mintákból ősi minták jöhetnek létre minták és generáló mechanizmusaik konzerválásával. Ősiből leszármazott minták keletkezhetnek evolúciós újdonságok kialakulásával (ezt a korai képet bővítjük itt most ki). Leszármazott mintákból ősi



2. ábra • A mintázatképződés lényege és prototípusának szemléltetése. Átmenet egy viszonylag homogén anyageloszlású rendszerből rendezett inhomogenitátsba, itt egy periodikus mintázatba, egydimenziós periodikus perturbáció hatására. Az egyik legegyszerűbb módja a mintázatképződés leírásának a Szentírásban, Mózes I. könyvében található. A teremtés olyan mintázatképződési lépések sorozatával kezdődött, mint a világosság és a sötétség, az éjjelek és a nappalok elválasztása, a mennyek, a vizek és a szárazföld szétválasztása, az égen az égítetek megjelenése, valamint a tengerek és a szárazföld élőekkel történő benépesülése.

minták jöhetnek létre ősökre való visszautással vagy atavizmussal. Leszármazott mintákból leszármazott minták képződhetnek mintázatok és mechanizmusaik (pl. stabilizáló szelekciós) fenntartásával.

3. Egy másik nézet szerint a mintázatképződés digitális→analóg állapotváltozáson nyugszik. E felfogás hátterében az a feltevés húzódik meg, hogy a mintaképződésben a DNS egydimenziós információtartalma háromdimenziós szervezeteké fordítódik le. Azonban a digitális-analóg kombinatorika ettől gazdagabb. Digitális→digitális átmenetek is mintaképz-



3. *ábra* • A mintázatképződési szentháromság. N a rendszerben szereplő anyagfeleségek számát, R a termodinamikai egyensúlytól való távolságot, G pedig a rendszer méretét jellemző mennyiség. Ez az állapottér ígéretszerűen alkalmas lehet a mintázatképződés egyesített vagy egységes leírására. Ha evolúciós aspektusból kívánjuk a mintázatképződést tanulmányozni ebben a keretben, akkor a G-, R- és N-hármaszt össze kell kapcsolni a HMV-hármaszal, azaz az öröklődéssel, szaporodással és a variációval. E kép különös bája lehetne, hogy nem csupán a variáció generálását, hanem az öröklődési, a szaporodási rendszerekben végbemenő változásokat is mintázatképződésként írhatja le.

ződéshez vezethetnek, például replikációkor. Nemrégiben erre az alapra helyeződött a molekuláris evolúció egyik irányzata. Analóg→analóg mintázatképződések alakulhatnak ki hullámok egymásba történő átalakulásakor, például álló és utazó hullámok konverziójában. Végül, analóg→digitális átmenetek képződhetnek például röntgensugaras mutagenézisben.

4. A negyedik lehetőség a mintázatok eredetének leírására a következő: mintaképződéskor a sejtállapot (s) és a sejtek helyzete (p) közt létesül kapcsolat. Ennek a kapcsolatnak három formája lehet.

I. A helyzet megszabja a sejtek állapotát, ez a $p \rightarrow s$ kapcsolat. Ilyenek az átrendeződéssel kapcsolatos mintázatképződési módszerek, mint a differenciális sejtadhézió vagy Sperry kemoaffinitási hipotézise.

II. Az állapot megszabja a sejt helyzetét, ez az $s \rightarrow p$ kapcsolat. Ilyen a pozicionális információ A pozicionális információs mechanizmus illusztrálja a mintázatképződés napjainkban uralkodó képét. Eszerint a sejtek a térbeli helyzetüknek, az egyedfejlődés során befutott történetüknek és genetikai állapotuknak megfelelő sorsot szereznek, melyet egymásnak jelzéseken át mondanak el. Ebben a Wolpert által kidolgozott modellben a mintázatképződés kétlépéses folyamat:

1. lépés • Van egy sejtparaméter, ez a pozicionális érték. A pozicionális érték hozzárendelődik a sejt helyzetéhez a fejlődő embrióban.
2. lépés • A sejtek genomjuktól és történetüktől függően értelmezik a pozicionális értéket. A sejtek leolvannak egy kémiai miliót, és beáll a sejtállapot.

Az értelmezést követően más-más módon differenciálódnak. Ebben a keretben nincs kényszer, vagyis korlátozás, ami megszabná azt a lehetséges tartományt, amivé az egyes sejtek differenciálódhatnak, és így szinte minden minta lehetséges. Ebben a keretben a mintázat azért változik, mert a pozicionális érték értelmezése megváltozik (megváltozhat a sejtek örökítőanyaga és a sejtek története).

- III. A sejtek állapota és helyzete egy harmadik tényezőtől függ, ez a $z \rightarrow (s, p)$ kapcsolat. Ilyen például a sejt vonal mintaképződés.
5. Egy további nézet három elemre épül: a mintákat nagyszámú ágens építi fel, ezek kombinációi gazdagok, melyekből a szelekció válogatja ki az életképeseket.
6. Ezen a képen már csak pár módosítást végezve, további mintázatképződési eredetre vonatkozó hipotézisek sorozata gyártható. E kép kiegészíthető mutációval, rekombinációval és sodródással történő mintaképződéssel. A mintázat működési képessége vagy megbízhatósága lehet a mintázat megvalósulásának kritériuma.
7. A legelterjedtebb felfogás szerint a mintázatok forrása aktiváló és gátló természetű mintaképző anyagok (morfogének) autokatalitikus önaktiválása és oldalirányú vagy laterális gátlása. A morfogének, az autokatalízis és a laterális gátlás evolúciós eredete és e három tényező összekapcsolódásának születése ismeretlen.

A sokféle mintázat ma három osztályba sorolható: ezek a pontmintázatok, csíkok, cellák és rácsok, valamint származékaik, végül más, ráccsal nem lefedhető minták (például ún. oszcillonok).

A mintázatképződés evolúciós aspektusai

Mi a kapcsolat az evolúció története és a mintázatképződés között? Az evolúció során új mintázatok képződnek. Az evolúció egyes szakaszaiban meghatározott, jellegzetes mintázatok uralkodtak.

Ezen a ponton megfogalmazzuk ennek a közleménynek a legfontosabb tézisét. Az evolúció nagy lépéseiben új szimmetriasértő mechanizmusok és ezek nyomán új mintázatok keletkeznek. Ilyen lépések a független replikátorok összekapcsolódása kromoszómákká, a prokarióta→eukarióta átmenet, az ivartalan klónok ivaros népességeké történő átalakulása, az egysejtű→soksejtű átmenet, valamint a magányos egyedek állati kolóniákká történő átalakulása (társas lények; hangyák, darazsak, méhek, természetek) (Maynard Smith – Szathmáry, 1995). A főemlősök emberré válásakor megszülető ember s vele a nyelv eredete is hordozhatja jellegzetes mintázatok képződését (ilyet leírtak az agy evolúciójában), de az itt körvonalozott tézis ezen a ponton a legkevésbé illusztrálható látványosan, míg más evolúciós átmenetben ez csaknem nyilvánvaló. Most ezeknek eredünk a nyomába a sejtek, soksejtűek és állati társadalmak evolúciójában megjelenő néhány karakterisztikus mintázat bemutatásával. Szükséges és elégséges hangsúlyozni, hogy sejtekben sejtekre jellemző, soksejtűekben soksejtűekre (vagyis sejtcsoportokra) jellemző, társadalmakban pedig társadalmakra jellemző mintázatok jelentek meg az evolúció nagy lépéseiben, és hogy ezek nem léteztek korábban. Vagyis minden új ún. evolúciós egység karakterisztikus mintázatkészlettel, ennél fogva pedig jellegzetes változatkészlettel rendelkezik. Most röviden áttekintjük a mintázatoknak az evolúcióban bekövetkezett megváltozásait.

Egysejtű mintázatok

A prokarióták alakját és jellegzetes fő mintázatait a sejteikben levő molekulák eloszlása szabja meg. A prokarióták (eubaktériumok és archebaktériumok) testalakját a sejtplazma ozmózisnyomásának kölcsönhatása szabályozza. A prokarióták alakvilága a viszonylag merev sejtfa miatt eléggé szegényes, bár alakviláguk gazdagsága nincs feltárva. Jellegzetes prokarióta mintázattal a sejtfa rendelkezik, amit gyakran egy szótteszhez is hasonlítanak. A molekuláris heterogenitás eloszlása is ismeretes. Például, ismert a különböző vegyületeknek a bakteriális sejt ozmotikus nyomásához való hozzájárulása. Eszerint a DNS, az RNS, a riboszómák, a tRNS, a proteinek, az ionok, az oldatok ozmózishoz való hozzájárulása az oldatok irányában növekvő mértékű. Prokarióták és eukarióták eltérő ozmotikus stratégiákat mutatnak. Nemrégiben világossá vált, hogy a prokarióták sejt-pólusai indukcióhoz hasonló magatartást mutatnak, ami segít a sejtosztódás megszervezésében. A sejt pólusai periodikus minták kiindulópontjai lehetnek. A sejtek sejtciklusban élnek. Az élővilág történetének öthatoda egysejtű állapotban telt el. Így az élet történetének legnagyobb részét az egysejtűekre jellemző minták uralták.

A protistákban a prokarióta-eukarióta sejtek átmenete során kialakult a pókhálószerű sejtváza. A sejtváza, a sejtfa és a sejtmembránok kölcsönhatása rendkívül gazdag forma- és mintázatvilágot hozott létre. A protisták lenyűgözően gazdag sejt felszíni és sejt belüli mintázatokkal rendelkeznek. Egysejtű eukarióták uralkodó sejt mintázatai a membránok kompartmentalizációjával keletkeznek. A kompartmentalizáció evolúciós modellje lehet membrándinamikai természetű, ami

leírja a membránok hierarchikus begyűrdését a sejtek belső terébe. (Egy másféle kompartmentalizációs modell a sejtek membránal elhatárolt területeit ún. paralóg expanzióval magyarázza meg). Meglepő egy híres sejt kutató véleménye, miszerint a membrán kompartmentek száma nem változott az eukarióta sejt evolúciós megjelenése óta. Ennek biztosan ellentmond a különböző plazmizok keletkezésével megjelenő további sejtes térfelosztás. A protisták híresek sejt felszíni mintázataikról: a csillókról, ostorokról, az alapi testekről, a pigmentekről, a pilusokról és más testfüggelékéről. A soksejtűekben a mintázatképződést leggyakrabban a differenciális génkifejeződéssel magyarázzák, amit rendszerint kiegészítenek különböző fizikai kémiai mintázó mechanizmusokkal, mint a reakció-diffúzió, a konvekció, az ülepedés, a fázisszeparáció, sejtadhézió és mások. A genetika és a fizikai kémia együttesen segít megérteni, hogy miképp alakul ki emberben a körülbelül 40-féle sejt típus térbeli elrendeződése. Ez a differenciális génextpressziós magyarázat biztosan nem működik egysejtűekben, mert egyetlen sejtben belül ez megoldhatatlan. Sokan keresik azokat az alapelveket, melyek közősek egysejtűekben és soksejtűekben egyaránt. Egy ilyen közös alapelv lehet a pozicionális információ alapuló mintázatképződés, egysejtűekben és soksejtűekben egyaránt, valamint tipikus (generikus) fizikai kémiai mintázatképződési mechanizmusok univerzális jelenléte.

Soksejtű mintázatok

Az egysejtűek után az evolúcióban megjelentek a soksejtűek. Soksejtűek a gombák, a növények és az állatok. Ez az evolúciós átmenet legalább tizennégyezer végbemehetett. A soksejtűek egyedfejlődésen mennek át. Az

egyedfejlődés egy pályát fut be, ez az egyedfejlődési pálya, amit egyedfejlődési mechanizmusok hajtanak zígótától a kifejlett szervezetig (feltéve, hogy létezik ilyen kifejlett állapot, ami inkább csak unitér szervezetekben jellegzetes (ettől a moduláris szervezetek különböznek). A soksejtűek szintjén megfogalmazható mintaképződés a sejtosztódásból, a sejt kölcsönhatásokból és a sejt halálból kovacsolódik össze. Ezek a komponensek ősbib, korábbi mintaképződési módokat bővítettek ki a soksejtűek sejt csoportjai megszületésének pillanatában.

Ha az egyes soksejtűek élete az egyedfejlődési pályákban zajlik, akkor a soksejtűek evolúciója pályamódosításnak tekinthető. Ilyen pályamódosító mechanizmusok az allometria (differenciális testméret-növekedés különböző térbeli irányokba), a heterokronia (az egyedfejlődési események kezdőpontjainak, végpontjainak és rátáinak megváltozása), az embrionális indukció, a homeózis (egyestestreszek más testreszé, például lábának csáppá történő átalakítása, a jelátviteli változások, a génszabályozási megváltozások, a génkifejeződési régiók eltolódása a test tengelyek mentén, vagy a gének számának növekedése, valamint a transzkripció faktor variánsok átalakulása, mint a homeotikus, Sox, POU, T-box génekben és géncsaládokban).

A gombák testalakját a fal és a fal által határolt anyag kölcsönhatása szabja meg. A fal képlékenysége szabja meg, hogy hol lehet alakváltozás a gombák testében. A fal képlékenységet gének irányítják, de ma még nem tudjuk, hogyan. A fal képlékenységén át a testalak szabályozása nem csupán gombasajátosság vagy specialitás. Hasonló elven nyugszik mindazon lények alakjának szabályozása, amelyek fallal rendelkeznek, vagyis prokarióták, sok protista, gomba s növény egyaránt.

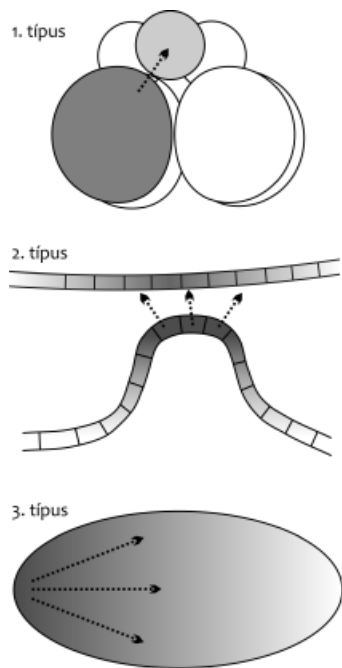
A növények testalakját is a merev fal és a sejteikben levő folyadék uralja. Ha az egyes sejteket egy-egy képlékeny, de merev falú gömbnek tekintjük, akkor a növények egy metaforája a gömbhálózat lehetne (ezt más-képp csatolt hidrosztatnak vagy sejtes szilárd anyagoknak – *cellular solids* – is nevezik).

Az állatok epitéliumból álló hólyagcsírából fejlődnek ki, melyek gasztruláció alatt test alaptervet és abban szervezdeményeket fejlesztenek ki. Az állatok sokfélesége embrióik, és a belőlük fejlődő egyedfejlődési pályáik gazdagságán alapszik. Az egyedfejlődési pályákon az embriók fejlődését egyedfejlődési mechanizmusok hajtják. Ilyen mechanizmusok a sejtadhézió, a sejtjelzések, az indukció, a különböző, ún. generikus fizikai kémiai mechanizmusok, mint a fázisszétválás, a reakció-diffúzió, az ülepedés, a gravitáció és az anyagkeveredés.

Milyen fő mintázatképződési mechanizmusok működnek a soksejtűekben, és ezeken belül az állatok evolúciójában (mert ez ismert), és ezeknek milyen a rendszertani csoportok közti eloszlása? Az állatok mintázatképződésének vázlatos áttekintése meggyőzően illusztrálja a soksejtűkre jellemző, karakterisztikus mintázatok és mintázatképződési mechanizmusokat, melyek egysejtűekben még nem léteztek.

Egy átfogó kép szerint az állati embriogenezisnek három fő módszere alakult ki, melyeknek a rendszertani eloszlása is ismert (Davidson, 1991) (*4. ábra*). A három fő embriogenezis-mód a következő. Az 1. típusú embriogenezisben az osztódó megtermékenyített petesejtből alapító sejtek képződnek (invariáns barázdálódással). Az alapító sejtek sejt vonalakat hoznak létre. A sejt vonalakat a sejt leszármazási út vonaljai. A sejt vonalakat fontos szerepet játszanak a korai embriók térbeli

szerveződésében. A sejtek differenciációja önállóan és feltételes módon történik, többnyire sejt-vándorlás nélkül. Feltételes esetben a sejt-differenciáció sejt-párok közötti (indukciós) jelátvitellel megy végbe. Az ilyen embriók mozaikosak, azaz az embriók részei viszonylag függetlenül fejlődnek egymástól. Az embriók kb. tíz sejtosztódás után jönnek létre. Az ilyen embriók főképp gerinctelenekre jellemzők, de minden állati törzsből előfordulnak, bár rovarokban és gerincesekben ritkábbak. A 2. típusú embriogenezis sejt-csoportok között megy végbe (változatos barázdálódással), helyi induktív kölcsönhatásokkal és sejtek közötti jelátvitellel, ez jellemző a gerincesekre. A 3. típusú embriogenezist transzkripciós faktorok



4. ábra • Az 1., 2., és 3. típusú állati embriogenezis lényege. T₁, T₂ és T₃ az állati evolúció fő embriogenezis formáit jelentik meg (magyarázat a szövegben).

és más mintaképző molekulák diffúziója korlátozza, és változatos szincíciumokban megy végbe (amelyben a sok sejt-mag még nem határolódik el sejtmembránokkal egymástól), és jellegzetes képviselőik a rovarok. A 2. és 3. embriogenezis típus a 1.-ből alakulhatott ki a mintázódás felgyorsításával. A 3. csoportban a mintázódás oly gyors, hogy sok élőlény még nem is soksejtű, máris megkezdődik a testszelvények határainak lefektetése. Az egyedfejlődés és az evolúció kapcsolatának egy mai képét az 5. ábrán foglaltuk össze.

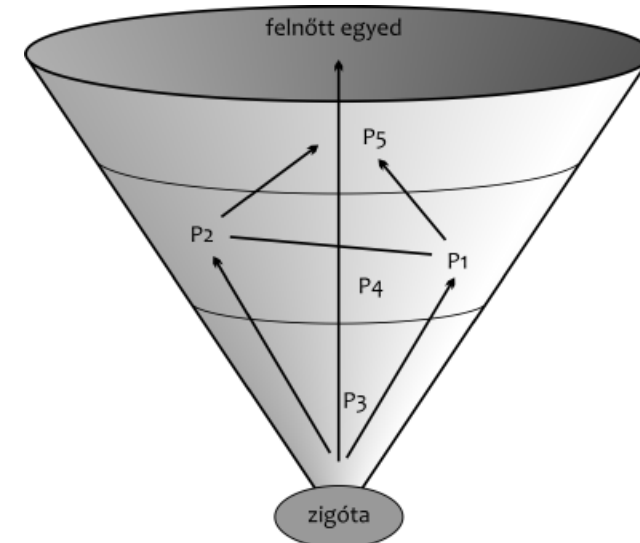
Társadalmi mintázatok

A soksejtűek közül az állatok csoportokat, kolóniákat és társadalmakat alkothatnak. A társadalmak mintázatait legegyszerűbb a rovarok kasztjaiban megérteni. A kasztok képződéséhez a testarányok megváltozása vezet, ami egyaránt áll genetikai és környezeti szabályozás alatt. Az egyes kasztokba tartozó élőlények arányai alapvető jelentőségűek a munkamegosztásban. A munkamegosztás során az egyes kolóniatagok magatartásaikat ún. kompozit struktúrákba szervezik, melyek soros, párhuzamos vagy ezekből képződő vegyes kapcsolású elrendezések. A kompozitok a kasztképződés hatékonyságát jelentősen befolyásolják. Párhuzamosan elvégzett munkák megnövelik a kolóniák hatékonyságát. A kompozitok univerzálisan előforduló szerkezetek, melyek szinte minden térbeli skálán megfigyelhetők (Molnár, 2001).

Jellegzetes mintázatokot alkotnak a társas élet szereplői szociális kölcsönhatásaik megvalósításában. A társas életet is, mint szinte minden evolúciós átmenetet, az együttműködés és a konfliktusok együttese jellemzi. Az ilyen helyzetek kezelésére alakult ki az együttműködés és a csalásban testet öltő konfliktusok stratégiai leírása. A társas maga-

tartási formák négy fő kategóriája, a kölcsönös előnyösség, az önzetlenség, az önzés és a rosszindulat, valamint ezek sorozatai, a szociális csoportok egyik legfőbb vonása. Jellegzetesen társas minta a szaporodási aránytorzulás. Ez akkor keletkezik, ha bizonyos élő-

lények nagyobb arányban járulnak hozzá az utódok génjeihez, mint mások. Ugyancsak karakterisztikus társas minta a szociogenezis, ami alatt egy kolónia növekedését és fejlődését értjük. Kolóniák képződésekor szuperorganizmus fejlődik ki. Szuperorganizmusban



5. ábra • Az egyedfejlődés fordított kúp modellje. A fejlődés a megtermékenyített petéből (a zigótából) indul ki, és különböző stádiumokon halad keresztül. A kúp metszetei a fejlődési stádiumokat ábrázolják. Az egyes stádiumokban mintázathálózat alakul ki. A mintázatokot P-vel jelöltük. Az egy síkba eső és a síkok közötti mintahálózat kapcsolási rajzzal jellemezhető. A minták kapcsolatai soros, párhuzamos és vegyes kapcsolású elrendezést mutathatnak (ún. kompozit struktúrák) (Molnár, 2001). Ennek szép példái a végtagok, a testszelvények vagy a bőrszervek (például tollak, szőrök, mirigyek, fogak, pikkelyek) és ezek fejlődési útvonalai. Az időben egymást követő mintahálókat egymással kölcsönható genetikai eszközkészlet és a környezet alakítja át egymásba. A genetikai eszközkészlet főképp transzkripciós faktorokból és jelátviteli utak komponenseiből áll. Az eszközkészlet használatát átkapcsolók (switch-ek) terelik. Eszközkészlet, genetikai átkapcsolók, testrészek (modulok) és minták együtt evolúciónak. A mintaháló egyes időbeli szeleteit mintázatképződési mechanizmusok és transzformációs szabályok alakítják át egymásba. A mechanizmusokat és a szabályokat főképp ökológiai tényezők és a belőlük fakadó szelektív faktorok kormányozzák. Eképp fonódhat össze genetika, fizikai kémiai önszerveződés és szelekció. A fejlődésre ható szelektív hatásokra az egyedfejlődés menete megváltozik. Ebből fakadnak az evolúciós változások, soksejtűekben. Az élet történetében az egyedfejlődés láncolatot alkot, melyet az evolúció módosítva megismétel. Az evolúciós fejlődésbiológia (= *evo devo*) az evolúciós sejt-tanban gyökerezik, és a szociobiológia alapjául szolgál.

új fajta munkamegosztás (szociális anatómia) és új típusú, csoportszintű koordináció (szociális élettan) születik meg, egyedek hálózaiból. Társadalmak szintjén lépnek fel a kolóniákon belüli és a kolóniák közötti kölcsönhatások, például táplálékelosztás, védelmek és támadások.

Állati társadalmakban, kiváltképp pedig emberben, létrejött a kultúra. A kultúra több

hagyomány együttese, mely szintén bővelkedik mintázatokban. Ilyenek az oktatás, az életmód, az étkezés, az öltözködés, az utazás, és az ember által készített művek, műtermékek és alkotások sokasága.

Kulcsszavak: *mintázatképződés, evolúciós átmenetek, szimmetriasértés, embriók evolúciója, genetikai tool-kit, evo devo*

IRODALOM

Carroll, Sean B. (2005): *Endless Forms Most Beautiful. The New Science of Evo Devo*. Norton, New York

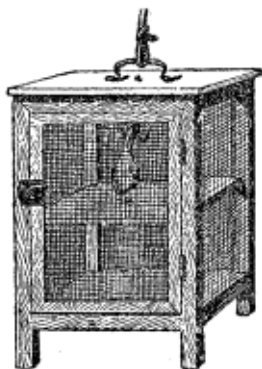
Davidson, Eric H. (1991) *Spatial Mechanisms of Gene Regulation in Metazoan Embryos*. *Development*, 113, 1–26.

Jablonka, Eva – Lamb, Marion. (2005): *Evolution in Four Dimensions*. MIT Press, Cambridge

Maynard Smith, John – Szathmáry Eörs. (1995): *The Major Transitions in Evolution*. WH Freeman, Oxford

Meinhardt, Hans. (1982): *Models of Biological Pattern Formation*. Academic Press, London

Molnár, István (2001) *The Reliability Theoretical Aspects of Evolution*. Nagy és Társa, Eger



Kína, globális válság, nemzetközi pénzügyek

ELŐSZÓ

Farkas Péter

kandidátus, Csc, főmunkatárs,
MTA Világgazdasági Kutatóintézet
pfarkas@vki.hu

Kína divattéma. Nem véletlenül. A gigantikus óriás hatalmas léptekkel halad. A globális válság (egyelőre?) alig ingatta meg. Kína a világ első exportőre, és 2010-ben már Földünk második gazdasági hatalma a vásárlóerő alapján mért GDP (bruttó hazai termék) alapján. Kína az emberiség új ipari műhelye.

Az utóbbi években hazánkban is ráébredt a politika és a tudomány arra, hogy Kína – sok belső társadalmi ellentmondással járó – felemelkedésének korszakos világgazdasági és világgazdasági jelentősége van. A Magyar Tudományos Akadémia és a Miniszterelnöki Hivatal közös stratégiai kiemelt projektjeként megvalósuló Kína-kutatás 2006 óta tart (kutatásvezetők: Inotai András, Juhász Ottó). A projektvezető Világgazdasági Kutatóintézet által szervezett munkálatok széles témakört érintenek: Kína belpolitikai és gazdasági helyzetét, kapcsolatait a különböző térségekkel, különösen az EU-val és Magyarországgal, s nem utolsósorban Kína növekvő hatását a világgazdaságra és a világgazdaságra. A kutatás méreteire és mélységére utal, hogy a munkálatokban mintegy ötven kutató vesz részt, nap-

jainkig közel száz dolgozat született. A kutatás eredményei eddig hat kötetben jelentek meg. A korábbi eredmények összefoglalója az MTA–MEH *Stratégiai kutatások 2007–2008 és 2008–2009* kötetben olvasható. A Kína kutatási projektnek külön honlapja is van: <http://www.chinanetwork.hu/> Ezen a címen az elkészült dolgozatok is olvashatók.

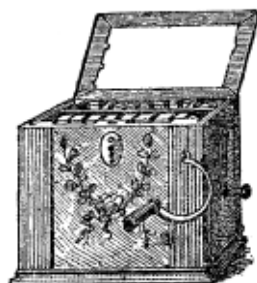
A *Magyar Tudomány*-ban most megjelenő összeállításunkban két olyan írás szerepel, melyek előzménye az említett nagy kutatási programban született, s melyeket a szerzők az új fejlemények alapján felfrissítettek. Szabó Zsolt dolgozata a világválság hatását és Kína gazdaságpolitikai válaszait taglalja. Farkas Péter cikke Kínának a nemzetközi pénzügyi válsághoz kapcsolódó konkrét lépéseit, törekvéseit és javaslatait foglalja össze. A tematikus blokkban megjelenő harmadik írás pedig azt mutatja, hogy a Kína-kutatás szélesebb körben is folyik. Gábor Tamás szegedi kutató tanulmánya Kína és az USA fizetési és főleg tőkeáramlási kapcsolatát vizsgálja, mivel ezekkel magyarázható Kína szokatlan kettős többlete a nemzetközi fizetési és tőkemérlegében.

A fentebb bemutatott stratégiai Kína-program egyik célja a hazánkban és a környező országokban e tárgyban folyó kutatások hálozati kapcsolatainak kialakítása. A *Magyar Tudomány* jóvoltából most egy kis lépést teszünk e feladat megvalósításában.

A három megjelenő dolgozat nem véletlenül került egymás mellé. Mindhárom írásban szükségszerűen a középpontba került Kína és az Egyesült Államok pénzügyi kapcsolatainak elemzése. A globális gazdaság egyik legfeszítőbb, már nem fokozható egyensúlyi zavara éppen ezen a területen alakult ki a világválság kirobbanása előtt. Következésképpen a világgazdaság stabilizálásának, a recesszióból való kilábalásnak egyik kulcskérdése, hogy a gazdasági-pénzügyi szimbiózisba került Kína és Amerika („Kimerika”) milyen módon tudja kezelni ezt a helyzetet. A leg-

fontosabb, igazán izgalmas kérdések: mennyire felelős Kína (és mennyire az Egyesült Államok) a globális válság kialakulásáért? Mennyire erős és szilárd Kína hozzájárulása a globális kilábaláshoz? Meddig finanszírozhatja Kína az USA túlfogyasztását? Meddig maradhat fenn kereskedelmi, fizetési és tőkemérlegeik kiegyensúlyozatlansága? Milyen nemzetközi gazdasági, ezen belül pénzügyi világtrend kialakulása felé haladunk? Mi lesz a dollár, a nemzetközi tartalékvaluta-rendszer jövője? Mennyire fog együttműködni Kína és az USA az új nemzetközi gazdasági és intézményi rend kialakításában?

A három dolgozat különböző témák felől indulva eltérő nézeteket vagy árnyalatokat képvisel ezekben a kérdésekben. Ha a szorgalmas olvasó mindhárom írást elolvassa, segítséget kap saját nézeteinek formálásához.



A VÁLSÁG HATÁSA KÍNÁRA, ÉS PEKING GAZDASÁGPOLITIKAI VÁLASZAI

Szabó Zsolt

PhD hallgató,
Budapesti Corvinus Egyetem Nemzetközi Kapcsolatok Doktori Iskola
szabozsolti@gmail.com

A világgazdasági krízis gyökereinek egy része földrajzilag messzebbre, egészen Kínáig nyúlik. A valóban sikeres nemzetközi válságkezelés is elképzelhetetlen az évtizedek óta rohamléptekkel fejlődő távol-keleti óriás közreműködése nélkül, amely egyre inkább a krízis egyik nyertesének tekinthető. Tanulmányunkban ezeket a témákat járjuk körbe, ugyanakkor azt is megvizsgáljuk, hogy mennyire és milyen mértékben sújtották a válság hatásai a világ legnépesebb országát.

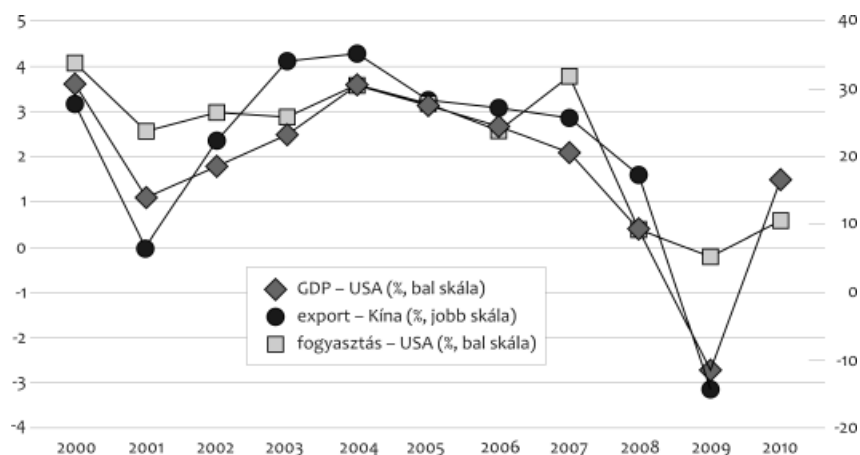
A világgazdasági válság kínai gyökerei

A Lehman Brothers amerikai befektetési bank 2008. szeptemberi összeomlása az Egyesült Államokból induló gazdasági világválság jelképes kezdetének is tekinthető. A krízis előzményeinek egy része azonban egészen a Távol-Keletig visz bennünket.

Mark Carney, a kanadai jegybank új elnökének 2008. február 18-án, hét hónappal a Lehman csődje előtt tartott székfoglaló beszéde kiválóan rámutat a nemzeti szinten gyakorolt gazdaságpolitikák határokon átnyúló hatásaira, valamint azokra a növekvő globális egyensúlytalanságokra, melyek a válság mélyebb okaihoz vezethetnek el. Carney a fejlett országok felelőssége felett némileg szemet hunyva azt emelte ki, hogy a feltörek-

vő országok exportösztönző gazdaságpolitikája és mesterségesen alulértékelt valutája hatalmas valutatartalékok felhalmozásához vezet ezekben az országokban, ugyanakkor a fejlett országokban az olcsó termékek importján keresztül hozzájárul a fogyasztásra alapozott növekedéshez, a megtakarítások szerepének visszaszorulásához, valamint a fogyasztást támogató hitelezés felpörgéséhez. A folyamat alacsony kamatszintet tett lehetővé a fejlett országokban, amely aztán a magasabb megtérülést ígérő, de kockázatosabb befektetési formák (például túlzott ingatlanberuházások, nyersanyagár-spekulációk, normális piaci viszonyok között elutasításra kerülő hitelígénylők megfinanszírozása stb.) felértékelődéséhez vezetett el (Carney, 2008, 1–8.). Illik a leírás a növekedését az exportra alapozó, 2009-ben a világ legnagyobb exportörévé vált, 2009 decemberére 2399 milliárd dollár valutatartalékot felhalmozott Kínára is, mely nemzeti valutáját, a jüant lényegében az amerikai dollárhoz rögzíti, fékezve annak a hatalmas importbevételek nyomán bekövetkező erősödését, ezzel is támogatva exportőr vállalatait a minél nagyobb exportbevételek realizálásában.

Az ezredforduló óta lényegében sajátos szimbiózis alakult ki Kína és az USA között.



1. ábra • Az amerikai fogyasztás, gazdasági növekedés és a kínai export alakulása (2000–2010, százalékos változás). (Eurostat és IMF alapján saját ábra.)

Míg a közgazdasági tankönyvekben a termelés–fogyasztás, megtakarítás–eladósodás közti egyensúly többé-kevésbé egyetlen zárt gazdaságban alakul ki, addig „Kimerikában” (Ferguson, 2009) ez két, de egyre szervesebben összenövő országra válik szét. Kína a világ „új műhelyévé” vált és exportja révén tartósan 10% feletti növekedést tudott elérni, míg az USA a jüan erősödésének (azaz a dollár gyengülésének) kínai blokkolása és az olcsó import révén a növekedését egyre jobban a fogyasztásra tudta alapozni. A kínai megtakarítások és a Távol-Keleten realizált exportjövödelmek nagy része amerikai állampapírok vásárlásával folyamatosan visszaáramlott az Egyesült Államokba, lehetővé téve az egyre inkább hitelre támaszkodó amerikai fogyasztást, és ezzel Kimerika működését.

A modell működőképessége azonban veszélybe került az elmúlt években: a növekvő egyensúlytalanságokat kiegyenlítő gazdasági mechanizmusok (a jüan árfolyamkorrekciója, a kölcsönös áruforgalom kiegyensúlyozása, a bővülő fogyasztás és csökkenő megtakarítás

Kínában, illetve ennek inverze az Egyesült Államokban) ugyanis nem tudtak érvényesülni, így gyorsuló ütemben nőtt a szakadék az egymástól egyre jobban függő két ország között.

A folyó fizetési mérleg adatokból kiválóan kiolvasható *Kína felborult kereskedelmi egyensúlya* a külvilággal. Az 1995-ben 1,6 milliárd dolláros kínai folyó fizetési mérleg többlet 2000-re 20,5 milliárdra, 2005-re 160,8 milliárdra, 2008-ra pedig 426 milliárdra hízott. A Nemzetközi Valutaalap (IMF) 2009-re – a világkereskedelem lassulása miatt – 371,5, 2010-re azonban már ismét 451,2 milliárd dollárt prognosztizál.

Néhány éve Kínáé a világ *legnagyobb valutatartaléka*. Peking világgazdasági nyitása révén egyre sebezhetőbb: a világkereskedelmi kapcsolatok növelik a váratlan gazdasági sokkok Kínába való begyűrűzésének kockázatát, emellett a kínai bankrendszer viszonylag fejletlen, nem tudja „feldolgozni” a távol-keleti gazdaságba áramló, és egyre jelentősebb nagyságú külföldi tőkét, ezért a kínai vezetés a

tartalékok nagy részét biztonságos, ugyanakkor alacsony hozamot biztosító külföldi (főleg amerikai) állampapírokba fekteti. Az *amerikai állampapírok* legfontosabb külföldi vevője Kína: 2008 januárjában 493, decemberében 728, 2009 októberében pedig már közel 799 milliárd dollár értékben tulajdonolt amerikai állampapírt, ezzel a külföldi kézen lévő papírok 22,8%-a felett Kína rendelkezett.

A növekvő egyensúlytalanság harmadik jele a *jüan–dollár árfolyam*. A jüan inflációval korrigált árfolyamának, azaz reálárfolyamának a dollárral szemben legalább 40%-os felértékelődése lenne szükséges az egyensúlyi árfolyam eléréséhez (Farkas–Szabó, 2009b, 193.).

A válságnak természetesen voltak amerikai gyökerei is (az amerikai fogyasztás egyre inkább támaszkodott hitelezésre, ráadásul ezt huzamosabb ideig alacsony kamatszint fűtötte, az amerikai könyvvizsgálati módszerek utólag tévesnek bizonyultak stb.), ezért Kína szerepének felnagyítása egyoldalú és hibás. Peking felelősségét csökkenti, hogy a lakáspiaci buborékosodás már 2000–2001-ben elindult az USA-ban, míg a kínai kereskedelmi mérleg-többlet csak 2005 eleje óta nő viharos ütemben. Kína így aligha lehet a válság végső oka, ugyanakkor világosan látszik Peking kulcsszerepe a válságból való kivezető úton.

A Kínát ért válsághatások

A világgazdasági növekedést az ezredforduló óta alapvetően Kimerika hajtotta. Ugyanakkor bármelyik fél gazdasági megingása a másikat is komoly kihívások elé állítja: ha visszaesik Kimerikában a termelés, akkor a fogyasztás is lelassul (mivel Kína legfőbb versenylőnyé az amerikai piacon a kínai termékek viszonylag alacsony ára), illetve ha a fogyasztást éri sokk Amerikában, akkor a kínai termékek iránti kereslet is visszaesik.

A külkereskedelem jelenti az első csatornát, amelyen keresztül Kína szembesült a válsággal. Az export a távol-keleti ország GDP-jének mintegy 24%-át érte el 2009-ben, s a távol-keleti ország kivitelének 24%-a az USA-ba irányul. Mivel a válság globális méretűvé vált, a kínai termékek exportja a 2007-es 25,7% után 2008-ban csak 17,2%-kal nőtt, végül 2009-ben kb. 17%-kal csökkent.

Kínában a termelési oldalt tekintve a feldolgozóipar a növekedés legfontosabb motorja, a GDP 34%-át állítja elő a szektor, míg például az USA-ban csak 13% ez az arány. A külső kereslet csökkenése nyomán 2009 első három hónapjában az elmúlt évtized legalacsonyabb ütemét elérve, csupán 5,1%-kal nőtt az ipari kibocsátás Kínában. Az ipar 2008-ban 12,9%-kal, 2009. január–november között az állami gazdaságösztönző csomag ellenére (erről később lesz szó) „csak” 10,3%-kal bővült, jelentősen elmaradva a 2007-ben elért 18,5%-tól.

A válság tehát kíméletlenül leleplezte Kína exportra épülő növekedési stratégiájának korlátait, az export és az ipar növekedési ütemének lassulása fékezi a kínai gazdasági növekedést: 2007-ben 9%-os GDP bővülést sikerült elérni, 2008. utolsó negyedévben már „csak” 6,8%-osat, 2009 első negyedévében pedig 6,1%-osat. 2009-ben – a krízis ellenére – 9% körüli ütemben bővült a gazdaság. A növekedés üteme más gazdaságokkal összevetve még így is kimagasló (az IMF becslése szerint tavaly 1,1%-kal zsugorodott a világgazdaság, s idén 3,1%-os növekedés várható), azonban kínai mércével alacsony, és a kívánatostól is elmarad. Becslések szerint ugyanis 10% körüli éves gazdasági növekedési ütem elérése a feltétele annak, hogy a távol-keleti gazdaság fel tudja szívni az iskolapadokból a munkaerőpiacra lépő új munkavállalókat, és ezáltal ne nőjön a szociális feszültség.

Kína további gazdasági növekedésére a világgereszkedelem alakulása jelent leginkább kockázatot. A mostani krízis mértékében és hatásaiban több tekintetben az 1929–33-as világgazdasági válsághoz hasonlítható. Akkor azok a gazdaságok szenvedték el a legkisebb és legrövidebb ideig tartó visszaesést, melyek viszonylag el voltak zárva a világgereszkedelemtől, illetve amelyek valutája nem az akkori nemzetközi pénzügyi rezsimhez, az ún. aranystandardhoz volt rögzítve (Mandel, 2009). A jelenlegi válság elhúzódása esetén vélhetően hasonlóra lehet számítani, s e tekintetben Kína a válság potenciális vesztese, mivel a növekedés a kivitel dinamikus bővülésére támaszkodik, a jüan kurzusa pedig alapvetően a dollár mozgásától függ a rögzítés miatt.

A reálgazdasági hatások mellett a globális pénzügyi folyamatok jelentik azt a másik fő csatornát, amelyen keresztül a válsághatások érintik Kínát. A távol-keleti országba nagy volumenben érkezett spekulatív tőke a krízis előtt a jüan dollárral szembeni erősödésének növekvő valószínűsége, a gyorsan bővülő belső piac és a tartós növekedés miatt. A válság kirobbanásával azonban a külföldi befektetők átmenetileg a stabil valutákat (amerikai dollár, svájci frank stb.) és kisebb kockázatú befektetéseket részesítették előnyben növekvő globális veszteségeik miatt és a feltörekvő piacok összeomlásától tartva. *A forró tőke mozgása elsősorban azért veszélyes a kínai gazdaság számára, mert alááshatja a kínai bankrendszer stabilitását.*

Kína növekvő amerikai értékpapír-állománya révén az elmúlt években egyre sebezhetőbbé vált az amerikai dollár árfolyamától. A válság és a dollár gyengesége megkérdőjelezi a kínai valutatartalékok eddigi kezelésének gyakorlatát, tágabban értelmezve pedig a kínai árfolyamrezsimet, mely szerint de jure egy valutakosárhoz,

de facto pedig a dollárhoz rögzített a jüan árfolyama.

Különböző becslések szerint Kína a kereskedelmi többlet és a beáramló tőkeállomány révén rohamosan duzzadó valutatartalékainak 70%-át amerikai értékpapírok vásárlására fordítja (Morrison, 2008, 3.), mivel a hatalmas kereskedelmimérleg-többlettel a kínai bankrendszer fejlődési korlátai miatt – a fejlesztésekre szoruló hatalmas belső-kínai országrész ellenére –, évek óta nehezen tud mit kezdeni. Peking gazdasági szemlélete hosszú távon kalkulál, így az alacsony hozamú, de az amerikai gazdaság stabilitása miatt biztos megtérülést kínáló amerikai állampapírok a kockázatkerülő kínai befektetési politika elsőszámú célpontjaivá váltak az elmúlt évtizedben. A kínai valutatartalék dollárra való átváltása révén ráadásul Kína mérsékelni tudja a dollárhoz kötött jüanra nehezedeő árfolyamerősödési nyomást, valamint a jüan konvertibilitási hiányosságából fakadóan az import finanszírozását is biztosítani tudja (Scissors, 2009, 2-3.).

Peking óvatoss befektetési politikája azonban jelentős terhet ró mind a kínai bankrendszerre, mind a kínai lakosságra: a dollár értékvesztése, valamint a jüan 2005 júniusa és 2008 júliusa között a dollárral szemben bekövetkezett erősödése miatt az elmúlt három–négy évben Kína évi átlagban 10%-os veszteséget szenved el az amerikai papírokon, a hivatalos adatok szerint azonban a kínai bankrendszerben egyelőre nem látszanak a válság nyomai. A kínai bankfelügyelet közlése szerint javult a kínai bankok portfóliómérete: 2008 januárja és decembere között 700 milliárd jüanról 560 milliárdra, majd 2009 októberére 505 milliárdra sikerült leszorítani a problémás hitelek nagyságát. Ezzel 3,71%-ról 2,45%-ra, 2009 októberére pedig 1,66%-ra csökkent a súlyuk

a teljes hitelállományban, miközben a bedőlő hitelek miatt a legtöbb országban emelkedik ez az arány.

Ugyanakkor a kínai bankrendszert és pénzügyi rendszert a közvetett információk szerint a felszín alatt komoly sokk érthette. A nyugati bankok egy része (például: UBS, Bank of America) kínai bankrészesedéseik csökkentésével reagáltak a válság első hullámára, részben likviditási nehézségeik, részben a bizonytalan kínai kilátások miatt, további tőkekivonás lehetőségét is meglobogtatva. A legnagyobb kínai befektetési alapra, a China Investment Corporationra (CIC), mely a hatalmas valutatartalék egy részére (200 milliárd dollár) támaszkodva külföldi befektetésekkel foglalkozik, egyre nagyobb nyomás nehezedik a kínai közvélemény részéről, mivel az általa finanszírozott nyugati vállalatok romló eredményeket érnek el. A 2008 végi, ezres nagyságrendet elérő kínai gyárbezárások, valamint az amerikai jelzálogpiacon való érintettség miatt mindenképpen felmerülhet az állami „ráhatás” gyanúja, a kozmetikázás lehetősége a kínai bankszektor rossz hitelarányának jelentős javulását mutató statisztikában.

Peking válságra adott válaszai

Kína 2008-ban jelentős gazdaságpolitikai fordulatot hajtott végre: az év első felében még a túlfűtöttség jeleit mutató (például száguldó ingatlanárak) gazdaság hűtése, majd az év második felében a válság miatt a gazdaság fiskális (kötségvetési) és monetáris (pénzügyi) oldalról való élénkítése kapott prioritást.

A monetáris lazítás keretében a Kínai Központi Bank egyrészt 2008 szeptembere és decembere között (7,47%-ról 5,31%-ra faragva) ötször csökkentett, 2009-ben pedig nem változtatott az irányadó kamaton, másrészt ugyanebben az időszakban összesen

négy százalékponttal csökkentette a kötelező tartalékolási rátát a betétgyűjtő pénzintézetek esetében. Peking e két lépéssel – valamint a nem lebecsülendő hatású közvetlen állami ráhatással – a bankok hitelezési tevékenységét, s ezáltal a kínai vállalatok forráshoz jutását próbálta szinten tartani, elkerülendő a növekedés lassulását.

A kommunista pártvezetés viszonylag gyorsan felmérte 2008 őszén, hogy a monetáris politika egyedül nem alkalmas a gyors válságkezelésre, így napirendre került a főleg amerikai állampapírokból fekvő valutatartalékok kiaknázásának lehetősége. A tartalékok külső irányú felhasználása mellett szólt, hogy a válsággal komoly lehetőség nyílt a korábbi tőzsdéi értékük töredékére olvadó külföldi vállalatok felvásárlására. Egy másik ötlet szerint Kína fő exportpartnereinek tartalékokból történő megsegítése egyúttal a kínai exportpiacok megőrzését is szolgálja. Az USA likviditási nehézségeinek súlyosbodását, a dollár nemzetközi leértékelődését, ezáltal a dollárban nyugvó kínai megtakarítások elértéktelenedését idézné elő az amerikai állampapírok eladása (ezért a kínai állampapírvagyont méreténél fogva csak lassan lehet felszámolni). Végezetül pedig Kína úgy számolt, hogy együttműködési hajlandósága a válság menedzselésében hosszú távon jó fényt vetne az országra (Morrison, 2008, 5–6.). A gazdaságpolitika másik oldalán olyan szempontok merültek fel, hogy Kínának a gazdaság belső élénkítése érdekében a tartalékokat is igénybe vevő pótlólagos forrásokra lesz szüksége. Ráadásul a valutatartalékokra támaszkodó akciók (pl. a CIC külföldi befektetéseit vagy a magas olajár elleni spekulációk) Kína viszonylagos tapasztalatlansága miatt komoly veszteséggel jártak, és egyre nehezebbé vált ezek belföldi kommunikálása (Woo, 2009, 5.).

Peking végül a világszerte bejelentett költségvetési élénkítő programokat követve, és a globális válság menedzselésében való elkötelezettségét jelezve, 2008. november 9-én fiskális csomaggal állt elő, 2010 végéig 4000 milliárd jüant (586 milliárd dollár) szánva gazdaságélénkítésre. A csomag méretét érzékelteti: a 2008-as kínai GDP mintegy 14%-át éri el, s a 2006-os esztendő központi és önkormányzati kiadásainak felel meg (Zheng – Chen, 2009, 6.). A program az addigi exportorientált növekedési modellt korrigálva 1800 milliárd jüant tervez közlekedési és energiainfrastrukturális fejlesztésekre, 1000 milliárdot a 2008-as szecsuanai földrengést követő újjáépítésre, 370 milliárdot falvak infrastruktúrájának javítására, 350 milliárdot környezetvédelmi beruházásokra, 280-at lakhatási körülmények javítására, 160 milliárdot technológiai fejlesztésekre és innovációra, végül 40 milliárd jüant az egészségügy és az oktatás kap (Naughton, 2009, 3–4.).

A lakossági fogyasztás ösztönzése Kínában ugyan egyre kevésbé lesz halogatható a fenntarthatóbb szerkezetű (nagyobb fogyasztási hányadú, alacsonyabb beruházási rátájú) gazdasági növekedés szempontjából, ugyanakkor rövid távon a növekedés lelassulásának megállítására a fontosabb kínai szempontból. A gazdasági növekedés költségvetési eszközökkel való élénkítése gyorsabban fut végig a gazdaságban, mint a fogyasztás esetleges ösztönzése (mely a puritán életmód, a magas megtakarítási hajlandóság miatt korlátokba ütközik), különösen Kínában, mivel a kommunista párt egyszerűbben tudja lefektetni a fiskális program kereteit, és könnyebben tudja megvalósítani azokat, mint a demokratikus államok. Pénzügyi egyensúlyi oldalról támogatja a fiskális élénkítést, hogy a kínai államadósság mértéke kifejezetten alacsony, GDP-arányosan mintegy 20%.

A költségvetési program azonban komoly dilemmákat vet fel mind mennyiségi, mind minőségi oldalról. Nemzetközi összehasonításban a csomag nem tekinthető kirívóan nagyknak, különösen úgy, hogy az más, folyamatban lévő projekteket is tartalmaz, valamint a kormány a végösszegbe belekalkulálta az állami tulajdonú vállalatok részéről a programhoz illeszkedő magánberuházásokat is. A 4000 milliárd jüanból 1180 milliárd jüant költ el a központi büdzsé, a többit az önkormányzatok osztják szét, s ehhez társulnak a tervek alapján a magánberuházások. Emiatt csupán a GDP 2%-át éri el a gazdaságba pumpált friss pénz (Naughton, 2009, 3–4.), így kérdéses, hogy képes-e katalizálni a lassuló növekedést a program.

A kritika másik fő iránya, hogy a csomag nem feltétlenül okoz kellő szintű hatékonyságjavulást a gazdaságban. A program egy részét finanszírozó bankok állami nyomásra vesznek részt a projektek finanszírozásában, azok nagyobb részét megtérülési számítások alapján aligha tennék meg – így a banki hitelportfólió romlása aligha lesz elkerülhető. A program főbb elemei részben újabb exportkapacitásokat eredményeznek, részben lassan megtérülő infrastrukturális beruházások: a reméltnél lassabban lesz nyereséges egy állami autópálya, ha alig lesz azon forgalom az alacsony, bár dinamikus bővülő gépkocsialomány miatt. Ehelyett a kritikusok egy része szerint a belső fogyasztás élénkítésére kellene koncentrálnia a csomagnak. A kínai GDP 50%-át elérő beruházások egyre fenntarthatatlanabbá teszik a növekedést, mivel ilyen beruházási dinamika mellett szükségszerűen csökken a valóban megtérülő és hasznos beruházások aránya, valamint jelentős tőkét szív el például a szociális rendszertől, melyre csupán a program mintegy 1%-a jut. A gyenge

szociális háló miatt Kínában a fogyasztás tartós növekedését nem lehet elérni, a lakosság ugyanis inkább megtakarítja a megszerzett jövedelmek nagy részét tartalékolás, öngondoskodás céljából.

Az állami források átcsoportosítása ugyanakkor nemzetközi szinten is érezheti hatását: Kína 2009 májusa óta nem bővíti amerikai állampapírvagyonát. A csökkenő export miatt a további vásárlások előtt amúgy is szűkült a mozgáster. A gazdaságfejlesztési stratégia előre igazolja önmagát: a beruházások folytatódottak, a gazdaság 2009-ben is 9%-kal nőtt, és a 2010-es cél (8%) sem túl irreális. Peking sikeresnek tekintve az élénkítést és megelőzendő a gazdaság újabb túlfűtöttségét, 2009 nyarán elkezdte a banki hitelezés fékezését (Overholt, 2010, 30.).

Kína szerepe a nemzetközi válságkezelésben

Dinamikus növekvő globális súlya, az amerikai gazdaság fejlődésében játszott szerepe és növekedési teljesítménye egyenként is megkerülhetetlenné teszi a távol-keleti országot a válság megoldásában.

Kína valódi gazdasági nagyhatalommá küzdött fel magát az elmúlt években: 2007 óta (Németországot megelőzve) a harmadik, legkésőbb 2010-re pedig (Japánt is lehaladva) valószínűleg a második legnagyobb gazdasággá válik a világon. Kína a világ második legnagyobb kereskedője (1999-es 3%-os világgiaeci exportaránya immáron közel 10%-os), övé a világ legszélesebb és egyik legdinamikusabb belső piaca, legnagyobb munkaerőpiaca és valutatartaléka. Számítások szerint, amennyiben például a kínai fogyasztás 15%-kal bővül 2010-ben, akkor az 300-400 milliárd dollárral növeli a kínai GDP-t, s ez a világ GDP-jében önmaga 0,6-0,9 százalékpontos emelkedést hoz.

Másrészt Kína és az Egyesült Államok gazdasága egyre jobban „összeépül”, ezért egyre jobban igényük, sőt szükségük van a másikra. Egyre nyilvánvalóbb az is, hogy Kimerika keleti ill. nyugati felén egyre nehezebben lehet sikeres gazdaságpolitikát folytatni a másik (legalább hallgatóságos) támogatása nélkül.

Harmadrészt Kínában határozottabb modellváltással, a belső fogyasztás jelentőségének felértékelődésével, a szűkülő világgiaeci mellett is jelentős növekedési mozgáster rejlik, mindamellett pedig a társadalmi békét is erősítené, a viszonylag alacsony államadósság és a magas valutatartalékok elegendő mozgásteret teremtettek a gazdaságpolitikai irányváltáshoz. A kínai gazdaság duális jellege (fejlett, iparosított tengermenti övezet – elmaradott, agrárjellegű belső területek) hatalmas kihívás, de egyúttal óriási lehetőség is Kína további fejlődése előtt.

Peking tehát megkerülhetetlen, ugyanakkor egyelőre viszonylag konstruktív partner a nemzetközi válságkezelésben. A jüan–dollár árfolyam stabil, a jüan dollárral szembeni leértékelését Peking nem alkalmazza az export élénkítése érdekében, ugyanakkor az amerikaiak által várt árfolyampolitika liberalizálására, a lebegő árfolyam bevezetésére – mely a jüan alulértékeltségéből adódóan a jüan azonnali erősödését, s a kínai exportőrök bevételeinek csökkenését váltaná ki –, nem került sor. Amerikai állampapírok tömeges eladására sem kell számítani Kína részéről, bár a rendelkezésre álló legfrissebb adatok szerint Peking leállt az amerikai állampapírok vásárlásával. Ha Kína felszámolná amerikai állampapírvagyonát, akkor a piacra kerülő jelentős állampapírállomány miatt a dollár gyengülne, ez az amerikai export versenyképességének növekedését és a kivitelt megrugósítaná, valamint az import lassulását idézné elő.

Peking bármilyen segítséget is nyújt a válságkezelésben, annak árát vélhetően megkéri. Ilyen ár lehet, ha a nemzetközi pénzügyi rendszer reformjában a kínai igények vagy azok egy része, támogatást kap a nyugati szereplők részéről. Peking egyre hangosabban kommunikált törekvése a jüan világpénz funkciójának erősítése. A gyakorlatilag a dollárhoz rögzített jüan árfolyam ugyanis – Kína rohamos növekedése miatt – nem tartható fenn huzamosabb ideig, elkerülhetetlen lesz az árfolyammerevség oldása, ez azonban a kínai exportőrökre komoly terheket és kockázatot ró, mivel alapvetően nincsenek felkészülve az árfolyamingadozások hatásainak kivédésére. A nagyobb árfolyamkilengések elkerülése ellen a világpénz szerepkörbe juttatott jüan lehet a reálisan szóba jöhető s Kína számára is hosszú távú megoldást kínáló lépés (Farkas – Szabó, 2009a, 27.). Peking ennek céljából 2009-ben megállapodást kötött a hongkongi, a dél-koreai, a szingapúri, a maláj, az indonéz, a thaiföldi, az argentin és a belorusz jegybankkal, így a külkereskedelem ezekben a relációkban immáron kínai jüanban is történhet, csökkentve a dollár világkereskedelmi súlyát, javítva a kínai exportőrök biztonságát, miközben Kína ezzel egy újabb lépést tesz a tőkepiacának liberalizálása irányába.

A válságkezelés nemzetközi összehangolása alapvetően háromféle típusú lehet, mely egyúttal megszabja a válság utáni világrend jellegét is (Farkas – Szabó, 2009a, 25–26.):

Multilaterális válságkezelés: a világgazdaság kulcsszereplői kompromisszumos alapelveket, szabályokat fektetnek le, melyek egyrészt lehetővé teszik a válságból való kijutást, másrészt megteremtik egy olyan új világgazdasági rend keretfeltételeit, melyeken keresztül a valódi globális problémák (például globális szegénység, globális felmelegedés, fenntart-

ható fejlődés, migráció, világbéke stb.) hatékony kezelése is biztosított lehet. A jelek alapján *Kína egy ilyen folyamatban szívesen venne részt, hiszen ez biztosítana számára kellően széles piacokat.*

Amerikai–kínai paktum: a két ország egymás között „elintézi” a válság legkényesebb ügyeit (az amerikai államháztartás kínai finanszírozása, a dollár stabilizálása, a jüan világválutává emelése, az amerikai piacon kiemelt kínai jogosultságok), a megegyezés eredményeként születő új világgazdasági rend felett pedig közösen örködnének. *Politikailag nagyobb hozadékkal jár, de hosszú távon valószínűleg kevesebb gazdasági eredményt hozó megoldás lenne ez, mivel globálisan nézve vélhetően kisebb értékesítési piacokat biztosítana Kína számára.*

Elhúzódozó válság sikertelen rendezési kísérletekkel, mely a protekcionizmus előretörésébe, végső esetben erőforrásokért és piacokért vívott harcokba torkolthat. Kína nemhogy új piacokat nem tudna szerezni, de jelenlegi piacaiból is veszítene, ráadásul az elmúlt évtizedek gazdasági eredményeinek politikai gyümölcseit sem tudná learatni. *Ha Kína a piacvesztés első sokkján túljut, akkor vélhetően fokozott mértékben a saját belső piacára épülő fejlődési modellre próbálna átnyergelni.*

A három verzió közül egyelőre bármelyik nyitva áll, azonban az idő múlása legkevésbé az első, s leginkább a harmadik variáns bekövetkeztének kedvez. A világgazdaság egésze számára az első megoldás volna a legszerencsésebb, és a harmadik a lehető legkedvezőtlenebb. Ugyanakkor, ha a válság a közeljövőben véget ér, és nem húzódik el évekig (a kilábalásra egyre több jel utal, ám kérdés, hogy ez átmeneti vagy tartós lesz), akkor lelassulhat Peking belső piac felé forduló gazdaságpolitikai stratégiája. Ebben az esetben nem sike-

tesz világgazdasági szerepének megőrzése és növelése felé, így a kínai jüan súlyát megillető, kulcsvalutává tétele, s az exportorientált kínai gazdaságfilozófia valamivel fogyasztásorientáltabbá tétele irányába.

Kulcsszavak: *világgazdasági válság, Kína, USA, globalizáció, válságkezelés, árfolyampolitika, költségvetési politika, nemzetközi kereskedelem, kínai jüan, valutatartalék*

rülne semmilyen komolyabb politikai hasznot húznia Kínának (szemben az 1–2. scenárióval), ugyanakkor végzetes gazdasági csapás sem érné (szemben a 3. forgatókönyvvel). *Megállapíthatjuk, hogy a válság már eddig is azzal a nem kevés, és hatásaiban egyelőre nehezen felmérhető következménnyel járt, hogy miközben a világ egyre inkább szembesül a távol-keleti ország valós világgazdasági erejével, Kína további komoly, határozott és egyelőre sikeres lépéseket*

IRODALOM

- Carney, Mark (2008): *The Implications of Globalization to Economic and Public Policy*. 18 February. Bank of Canada <http://www.bankofcanada.ca/en/speeches/2008/sp08-2.pdf>, 8.
- Eurostat honlap <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/> 2010. 01. 14.)
- Farkas Péter – Szabó Zsolt (2009a): *A nemzetközi pénzügyi és gazdasági válság, Kína szerepének értékelése ebben a folyamatban*. MTA Világgazdasági Kutatóintézet. MTA–MEH Kína projekt. Kézirat
- Farkas Péter – Szabó Zsolt (2009b): *Kína szerepe a nemzetközi pénzügyi rendszerben*. In: Inotai András – Juhász Ottó (szerk): *Változó Kína. IV. Kína a nemzetközi gazdasági erőterében*. Stratégiai kutatások. MTA VKI–MEH, Budapest. 187–222.
- Ferguson, Niall (2009): 'Chimerica' is Headed for Divorce. Newsweek. 15 August 2009. <http://www.newsweek.com/id/212143>
- IMF honlap <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2009/update/01/index.htm>, 10 January 2010.
- Mandel, Michael (2009): *American Recession, Chinese Depression? Parallels to 1929*. BusinessWeek. 12 January. http://www.businessweek.com/the_thread/economicsunbound/archives/2009/01/american_recess.html

- Morrison, Wayne M. (2008): *China and the Global Financial Crisis: Implications for the United States*. CRS Report for Congress. 13 November.
- Naughton, Barry (2009): *The Scramble to Maintain Growth*. Hoover Institution. China Leadership Monitor. No. 27. 30 January. <http://www.hoover.org/publications/clm/issues/37362724.html>
- Overholt, William H. (2010): *China in the Global Financial Crisis: Rising Influence, Rising Challenges*. The Washington Quarterly. January, 21–34.
- Scissors, Derek (2009): *Chinese Foreign Investment: Insist on Transparency*. WebMemo No. 2237. 3 February.
- Woo, Wing Thye (2009): *China in the Current Global Economic Crisis*. Testimony before the U.S.–China Economic and Security Commission in Panel II: *China's Short Term and Long Term Economic Goals and Prospects at Hearing on "China's Role in the Origins of and Response to the Global Recession"* Tuesday, February 17, Room 562, Dirksen Senate Office Building.
- Zheng, Yongnian – Chen, Minjia (2009): *How Effective Will China's Four Trillion Yuan Stimulus Plan Be? China Briefing Series – Issue 49*. The University of Nottingham China Policy Institute. Nottingham

KÍNA SZOKATLAN KETTŐS KÜLGAZDASÁGI TÖBBLETE

Gábor Tamás

doktorandusz,

Szegedi Tudományegyetem Közgazdaságtani Doktori Iskola
Gabor.Tamas@eco.u-szeged.hu

Előszó

A globális egyensúlytalanság elemzése során többnyire a Kína és az Egyesült Államok között kialakult folyó fizetésimérleg-aránytalanságot, illetve ennek legfőbb tényezőjét, a kereskedelmi mérleget vizsgálják. Véleményem szerint azonban a két ország között áramló tőkefolyamok górcső alá vétele legalább annyira fontos, mint a kereskedelmi kapcsolatok vizsgálata. A tanulmány ezért elődlegesen a tőkeáramlásokban kialakult aránytalanságokat veszi számba. *Kína szokatlan kettős külgazdasági többlete egy olyan elmentmondásos állapot, amely során a folyó fizetési mérleg többletét a tőkemérleg ugyancsak többlete (a nettó tőkebeáramlás többlete) nem képes kiegyensúlyozni. Ehelyett egy harmadik tényező, a növekvő hivatalos jegybanki tartalékok teremtik meg a „kvázi” egyensúlyt, amely egyben a globális pénzügyi feszültségeknek az egyik kiváló oka.* A cikk a két gazdaság folyó fizetési és tőkemérlegének párhuzamait mutatja be. Emellett arról is szó lesz, hogy az amerikai szakirodalomban oly sokszor emlegetett megoldás – azaz Kína valutaárfolyamának hirtelen felértékelése –, nem feltétlenül hatna az egyensúly irányába. Az írás végén olyan javaslatokat teszek, mely révén a nem-

zetközi pénzügyi egyensúlytalanságok enyhítése részben a kínai tőkemérleg-liberalizációval valósulhatna meg.

Nagy általánosságban kijelenthetjük, hogy ha egy ország folyó fizetésimérleg-hiánnyal¹ rendelkezik, akkor azt a másik oldalon a nettó tőkebeáramlásnak, azaz a tőkemérleg többletének kell ellensúlyoznia. Ellenkező esetben, ha a folyó fizetési mérleg (például a jelentős árukivitel folytán) többletet mutat, akkor az export ellentételezéseként beáramló tőkeimportra és devizatartalék felhalmozására nem fordított része kiáramlik az országból, hiányt generálva a tőkejellegű áramlások egyenlegében. Kína esetében azonban mind a folyó fizetési mérleg, mind pedig a tőkemérleg *szignifikáns többletet* mutat, amely szokatlan, és mondhatni ellenkezik a konvencionális nézetekkel.

Jelen tanulmányban arra próbálok választ találni, hogy az ezredfordulót követően melyek voltak azok a tényezők, amelyek következtében Kína mindkét mérlegében növekvő többletet halmozott fel. Azaz, hogyan lett

¹ A folyó fizetési mérleg egy ország lakosainak a külfölddel lebonyolított összes gazdasági ügyleteinek nyilvántartására szolgáló nemzetközi fizetési mérleg. Az egyik oldalára a beáramló külföldi valutás, a másikra a kiáramló külföldi valutás ügyletek kerülnek.

képes egyszerre masszív exportórré és a külföldi tőke nettó célországává válni?

Ha egy ország folyó fizetési mérlege jelentős többletet mutat, akkor az exportbevétel azon részét, amelyet nem importbeszerzésre és tartalékfelhalmozásra használnak fel, kihelelyezik külföldre. Erre jó példa Svájc esete, ahol az erősödő exportteljesítmény következményeként nettó tőke áramlik ki az országból, hiányt produkálva a tőkemérleg egyenlegében. Ennek az ellentétje figyelhető meg a gyorsan felzárkózó gazdaságok esetében. Mivel a hazai piacon a magas technológiájú és kiváló minőségű termékek beszerzésére nincs lehetőség, így azokhoz csak import útján lehet hozzájutni. Mindezek következtében folyó fizetésimérleg-hiányok alakulnak ki a felzárkózó és lemaradó országok többségében, amelyet azonban a gyors növekedés és a kiemelkedő hozamok reményében a gazdaságba áramló külföldi tőke egyensúlyoz ki. Kína főbb ázsiai versenytársai is hasonló folyó fizetési és tőkemérleggel rendelkeztek az 1997–1998-as ázsiai válságsorozatot megelőzően, azonban a tőkemozgás irányának a krízis során megtapasztalt éles és hirtelen megfordulása – azaz a hirtelen tőkekiáramlás –, arra ösztönözte ezen országokat, hogy Kínához hasonlóan az „alacsonyabb” növekedési pályát és a biztonságosabb folyó fizetésimérleg-többletet válasszák, a jegybanki tartalékokban növekvő devizakészleteket – főként dolláreszközöket – felhalmozva.

A globális pénzügyi egyensúlytalanságokkal foglalkozó kutatások egyértelműen az *Egyesült Államok és Kína között kialakult aránytalan kereskedelmi és pénzügyi kapcsolatokban azonosítják az egyensúlytalanság elsődleges és legfontosabb okát.* Ezen belül vannak, akik Kína mesterségesen alacsony árfolyamon tartott valutáját, és az ezáltal implicit export-

támogatást teszik felelőssé; vannak, akik az Egyesült Államok felelőtlen és túl laza gazdaságpolitikájában látják a problémákat (Gábor, 2009b). Mindazonáltal közös bennük, hogy a folyó fizetési mérleg vizsgálatát veszik alapul, megfelelkezve a tőkemérleg igen lényeges szerepéről. A cikkben górcső alá vett Kína esete azonban – mint említettük –, igen szokatlan, ugyanis az ezredfordulót követően a növekvő nettó tőkebeáramlás mellett a *folyó fizetési mérleg többletének exponenciális növekedése* volt megfigyelhető. Ahhoz, hogy a beáramló külföldi tőke következtében kialakuló árfolyamerősödést² megakadályozzák, Kína jegybankja, a People's Bank of China (továbbiakban: PBC) folyamatos dollárfelvásárlóként jelenik meg a devizapiacra; 2008-ban havonta átlagosan negyvenmilliárd, 2009 első felében pedig 43,5 milliárd dollár többlettel gyarapítva az amúgy is rekordmagas – 2399 milliárd dolláros³ – jegybanki tartalékok mértékét (Gábor, 2009a). Ezen dolláreszközök jelentős részét amerikai *államkötvényvásárlásokra* fordítják, amellyel egyrészt tovább növelik a világ legnagyobb adósának, az Egyesült Államoknak a folyó fizetésimérleg-hiányát és adósságát,⁴ másrészt pedig még inkább függővé teszik az amerikai gazdaságot

² A tőkebeáramlás növeli a nemzeti pénznem iránti keresletet és ezzel annak árfolyamát. A magas árfolyam egyrészt fékezi az exportot – mert a termelő a kivitt áruja után járó devizabevételéért viszonylag kevesebb hazai pénzt kap –, másrészt inflációt generál.

³ A cikk írásakor a legutolsó erre vonatkozó adatot 2009. decemberében adták közre a kínai hatóságok.

⁴ Azt azonban itt megjegyezném, hogy az amerikai lakosság nem azért fogyaszt többet, mint amennyit megtehetne, mert Kína „korlátlan” tőkefinanszírozást nyújt (tolóhatás). Pont fordítva kell elképzelni. Az említett túlfogyasztás és a rendkívül alacsony megtakarítási ráta eredményezte azt, hogy az amerikai költségvetés és így közvetlenül az amerikai gazdaság Kína finanszírozására szoruljon (húzóhatás).

	Kína %GDP- ben	USA része	Egész %-ában	USA %GDP- ben	Kína része	Egész %-ában		
Folyó fizetési mérleg	426,1	9,8	308,4	72,4	-706,0	-4,9	-308,4	43,6
Áruk és szolgáltatások exportja	1581,7	36,5	337,9	21,3	1826,6	12,6	69,5	3,8
Áruk és szolgáltatások importja	1232,8	28,5	69,5	5,6	2522,5	17,5	337,9	13,4

I. táblázat • Áruk és szolgáltatások exportja és importja 2008-ban
(milliárd dollár, illetve százalék) Forrás: U.S. Bureau of Economic Analysis, IMF IFS

Kína tőkeexportjától. A kínai *kettős külgazdasági többlet* következtében kialakult egyensúlytalanság – a hatalmas folyó fizetésimérleg-többlet, a tőkemérleg-többlet, a jegybanki devizaállomány felhalmozódása –, mindenképpen *fenyegetést* jelent a globális világgazdaság egészére; ez mára elfogadott konszenzussá vált a nemzetközi közgazdasági szakirodalomban.

Kína és az Egyesült Államok kereskedelmi egyensúlytalansága

Az I. táblázat Kína és az USA folyó fizetési mérleg egyenlegének alakulását mutatja a 2008-as évre, amerikai dollárban, a GDP százalékában, továbbá a másik ország hozzájárulásának arányában.

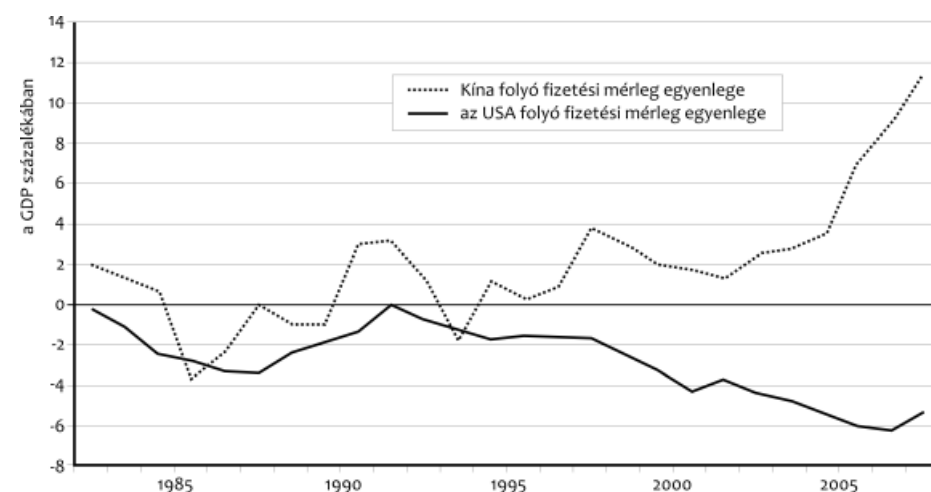
Kína folyó fizetési mérlegének többlete a GDP arányait tekintve a világon az egyik legmagasabb. Míg az áruk és szolgáltatások importja a GDP 28,5%-át érte el, addig az export súlya még hatalmasabbra, 36,5%-ra gyarapodott a 2008-as év végére. Mindkét mutató azt támasztja alá, hogy Kína igen *nyitott gazdasággal* rendelkezik. Mindezek mellett az USA nyitottsága kisebb a GDP arányaiban mérve, de világgazdasági jelentősége óriási a kereskedelem abszolút nagyságát alapul véve. Az I. táblázat első sorában lát-

hatjuk, hogy az USA folyó fizetésimérleg-deficitjének a mértéke 2008-ban 706 milliárd dollárral a GDP 4,9%-ára rúgott, a 2006-os évi 811,5 milliárd dolláros rekordnagyságú hiányhoz képest lényegesen csökkenve.⁵

Az I. ábrán látható folyó fizetési mérlegek tükröszerű mozgása az, amit a közgazdászok a két gazdaság között fennálló *egyensúlytalanság forrásoként* azonosítanak. Amerika részéről az a kritika hangzik el az utóbbi időben egyre erőteljesebben, hogy az USA növekvő hiányának elsődleges oka Kína árfolyam- és kereskedelempolitikájában keresendő. Véleményük szerint a mesterségesen alacsony kínai áraknak – és a *gyöngye árfolyamon* tartott jüannak – köszönhetően az amerikai magán-szféra egyre nagyobb mértékben vásárol Kína exporttermékeiből,⁶ a másik oldalon azonban a kínai árakkal versenyképtelen amerikai termékekből csak csekély mértékben exportálnak Kínába. Ezt támasztja alá az I. táblázat

⁵ A csökkenés elsődleges oka a 2007-es amerikai másodlagos jelzálogpiaci válság miatt bekövetkezett forrásbeszűkülés és hitelszűke, majd a globális kereslet – 2008 őszétől kiteljesedő realgazdasági válság okozta – kényszerű zsugorodása, amely legnagyobb mértékben az amerikai gazdaság teljesítményét érintette.

⁶ Érdekes és meglepő lehet az a tény, hogy Kína exporttermékeinek nagy részét a transznacionális vállalatok kínai telephelyein gyártott termékek adják.



I. ábra • Kína és az USA folyó fizetési mérlegének alakulása a GDP százalékában, 1982–2007.
Forrás: U.S. Bureau of Economic Analysis

is, miszerint a kínai export 21,3%-a az USA-ba irányult 2008-ban, míg az onnan importált termékek és szolgáltatások az összes importban csak 5,6%-ot értek el. Mindezek eredményeként halmozódtak fel Kínában a soha nem látott mértékű jegybanki tartalékok az ezredfordulót követően. E dollármilliárdok jelentős részét pedig amerikai államkötvényekben tartják ahelyett, hogy engednék a jüan dollárral szembeni felértékelődését – ami ezáltal csökkentené Kína exporttöbbletét az USA irányában –, enyhítve a folyó fizetési mérlegekben kialakult feszültségeken. Az alapvető probléma azonban az, hogy a két ország között kialakult fizetési egyensúlytalanság forrása nem csupán az egymással folytatott kereskedelem. Az érem másik oldalán a tőkeáramok, azaz a tőkemérlegek⁷ alakulása és más makroökonómiai változók állnak.

⁷ A továbbiakban *tőkemérleg* alatt az összevont pénzügyi- és tőkemérleget fogom érteni, tehát a működő tőkét (termelő tőkét), a portfólió (értékpapír- és részvény-) befektetéseket és nemzetközi kölcsönöket együtt.

Az Egyesült Államok és Kína tőkemérlegének egyensúlytalansága

A *folyó fizetési mérleg egyenlege* konvencionális esetben a *tőkemérleg tükröképeként* jelenik meg. Az USA esetében a képlet többé-kevésbé érvényesül is, hiszen a folyó fizetési mérleg hiányát a tőkemérleg pozitívuma hozza egyensúlyba.⁸ Mint a 2. táblázatból látható, Kína esetében „rejtéllyel” állunk szemben, hiszen mind a két oldalon pozitív szaldót figyelhetünk meg. A táblázat legutolsó adatsora, Kína jegybanki tartalékainak 2008-as évi növekedése – amely növekmény jelentős hányada amerikai államkötvényekbe vándorol –, képezi azt a tételt a nemzetközi fizetési mérleg sorain belül, amely egyensúlyt teremt Kína folyó fizetési és tőkemérlegének sorai között.

Az amerikai tőke- és fizetési mérleg 2008-as évi adatait elemezve figyelemre méltó az a tény, hogy az amerikai tőketulajdonosok

⁸ A statisztikai és egyéb mérési hibáktól itt eltekintek.

	Kína %GDP- ben	USA része	Egész %-ában	USA %GDP- ben	Kína része	Egész %-ában		
Tőkebeáramlás*	140,0	3,2	12,3	8,8	534,0**	3,7	443,2***	82,9
Tőkekiáramlás*	121,1	2,8	443,2***	366,2	0,106	0,0	12,3	
Tőkemérleg	18,9	0,4	-430,9	533,9**	3,7	430,9	80,7	
Folyó fiz. mérleg	426,1	9,8	308,4	72,4	-706,0	-4,9	-308,4	43,6
Változás a jegybanki tartálékokban	418,9	9,6						

2. táblázat • Tőkeáramok, folyó fizetési mérleg és változás Kína hivatalos jegybanki tartalékában 2008-ban (milliárd dollár, illetve százalék) Megjegyzések: * Tőkeki- és beáramlás alatt a nettó tőkepozíciókat értem. ** A 478,0 milliárd dollár értékű, Ázsia országai által vásárolt amerikai állampapírokat tartalmazza. *** A 418,9 milliárd dolláros kínai jegybanki tartaléknövekedésének azon döntő hányadát is tartalmazza, amit amerikai államkötvény vásárlásokra fordítottak. Forrás: U.S. Bureau of Economic Analysis, SAFE

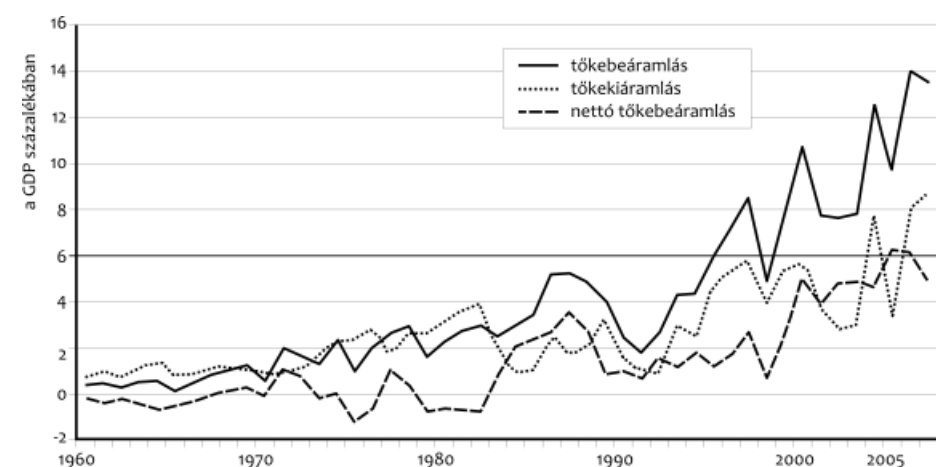
nettó nemzetközi tőkebefektetési pozíciója (nettó tőkekiáramlás) az egy évvel korábbihoz az 1%-ára, közel nullára csökkent, s a külföldieknek az Egyesült Államok felé kialakult nettó pozíciója (nettó tőkebeáramlás) is nagyot zuhant, a 2007-es évi egynegyedére! A kiáramló tőke ilyen nagymértékű esése azzal magyarázható, hogy az amerikai magánbefektetések a pénzügyi válság okozta kockázatkörülö befektetői környezet következtében, az elmúlt fél évszázadban először, nem az országból ki, hanem visszafelé áramlottak, elsősorban a bankok, befektetési társaságok hiányainak betömése céljából, részben pedig biztosabb befektetési lehetőségeket keresve.

Az Egyesült Államokba beáramló tőkével azonban van egy nagy probléma. Mégpedig az, hogy a tőke egyre növekvő hányadát a külföldi jegybankok tartalékolási célú államkötvény-vásárlásai képezik. Ez különösen igaz Kína esetében, ahol 2007-ben 461,9 milliárd dollár, 2008-ban pedig 418,9 milliárd dollár értékben növekedett a hivatalos jegybanki tartalékok mértéke. Ezen adatok szerint az

USA tőkebeáramlását és a tőkemérlegének többletét – és ezáltal a külföldi finanszírozási igényét – többnyire a kínaiak által eszközölt amerikai államkötvény-vásárlások finanszírozzák, ami *növekvő veszélyt jelent* Amerikára nézve.⁹ Abban az esetben, ha az amerikai államkötvényekbe fektető külföldi monetáris hatóságok megelégnének a kihelyezéseik igen alacsony hozamát,¹⁰ és ezzel felhagynának a további államkötvény-vásárlásokkal, akkor az *drasztikus és visszafordíthatatlan következményekkel* járna a világgazdaság egészére. Egy ilyen szcenárió Miranda Xafa (2007) szerint kényszerű kiugazítási folyamatot vonna maga után, mely dolláreszközök masszív eladásához,

⁹ Az USA-ban 2007-ben a külföldiek tulajdonában lévő nettó hivatalos jegybanki tartalékeszközök 480,9 milliárd dollárral, míg 2008-ban közel ennyivel, 487 milliárddal gyarapodtak – ezen belül amerikai államkötvények 2007-ben 269,8 milliárd dollár, 2008-ban pedig 543,5 milliárd dollár értékben kerültek külföldiek tulajdonába.

¹⁰ 2010. március 1-jén az egy hónapos államkötvény hozama 0,06%, a kétévesé 0,91%, a tízévesé pedig 3,80% volt.



2. ábra • Gyorsuló tőkeáramlások az USA-ban az 1960-es évek elejétől (Forrás: IMF)

az USA kamatlábjának szárnyalásához és végül az amerikai gazdaság „mélyrepüléséhez” vezetne – ami maga után vonná a világgazdaság recesszióját. Michael M. Philips (2008) is úgy véli, hogy ez a fajta függőségi viszony óriási kockázatot jelent a világ legnagyobb adósára, az Egyesült Államokra nézve. Szerinte közel sincs köbe vésvé az amerikai államkötvények végtelen likviditása, továbbá a biztos hozamokat garantáló előnye. Azt is hozzátesszi még, hogy az elmúlt években kialakult közgazdasági vita, melynek keretében kérdésként vetődött fel a dollár tartalékvaluta szerepének fenntarthatósága, tovább növeli a *kételyeket* a dollár jövőbeli tartalékvaluta szerepkörével kapcsolatban. Mindezek mellett John Tatom (2008) is azzal érvel, hogy Amerika szemszögéből nem a folyó fizetési mérleg hiánya a legnagyobb egyensúlytalanságot okozó tényező. A legegységesebb feszültséget a tőkeáramok megfordulása és a dollártól való elfordulás lehetősége jelenti. Az sem mellékes, hogy ha Kína felfüggesztené a dollár-vásárlásait, akkor az a júan dollárral szembeni azonnali nominális árfolyam-erősödés

váltaná ki, ami rövid távon az infláció elszabadulásával, a hazai beruházások elmaradásával és a dollárgyengülés eredményeként negatív vagyongyengüléssel járna, ami kétségkívül a makrogazdasági egyensúly felborulásához vezetne. Hasonló eset játszódott le a japán gazdaságban az 1970-es években (Gábor, 2009a). Korunk világválsága azonban ismét az amerikai túlköltekezést tükröző fizetési mérleg nagy hiányának veszélyére hívta fel a figyelmünket. Ez ugyanis nagyobb veszélynek bizonyul, mint a fentebb leírt problémák – miszerint Kína és a hozzá hasonlóan nagy többlettel rendelkező gazdaságok elfordulnak az amerikai értékpapírcsoktól.¹¹

A 2. ábrán az USA tőkeáramlásainak alakulását láthatjuk az 1960-as éveket követően. Amerika a 80-as évek eleje óta *nettó tőkeimportőr*, s ez még akkor is így lenne, ha az adatok nem tartalmaznák a külföldi jegybankok által vásárolt államkötvények állományát. A

¹¹ Arról, hogy miért nem szabadulnak meg a dollárkövetelésektől, és miért vásárolnak újabb sok dollármilliárdnyi amerikai állampapírt, lásd Farkas Péter e blokkban szereplő dolgozatát.

tökemérlig többletében az ezredfordulót követően figyelhető meg szignifikáns növekedés, pont akkortól, amikortól az amerikai importtöbblet és fizetésimérleg-hiány Kína felé nagy méreteket kezdett öltetni, s a kínai monetáris hatóságok amerikai államkötvényekbe kezdték fektetni a kínai devizapiacra felvásárolt dollárokat.

Kína tökemérlege és devizatranzakciói

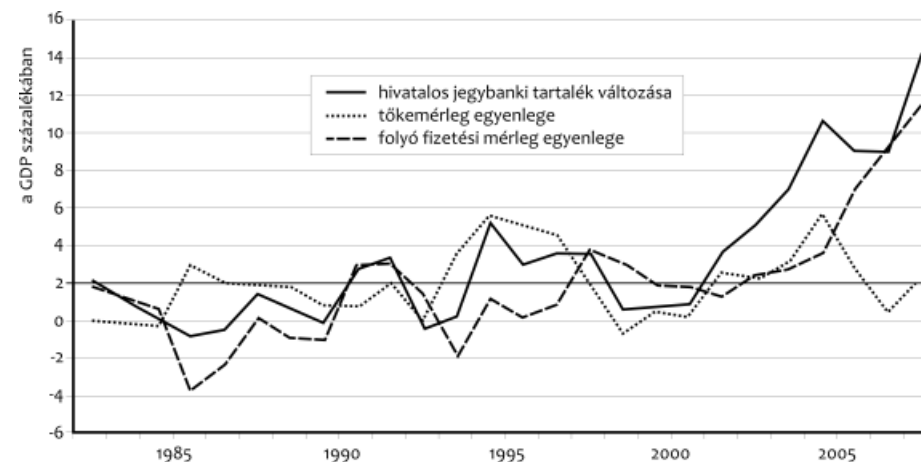
A Kínába beáramló és kiáramló tőke a GDP arányában mérve a legtöbb országénál nagyobb. A tőkebeáramlás nagysága azért is kimagasló, mert a kedvező munkaerőköltségek és az ország kereskedelmi nyitottságának növekvő mértéke egyre több külföldi működő tőkét (továbbiakban FDI – Foreign Direct Investment) vonz a gazdaságba. Az FDI-beáramlás 2006-ot követően ugrott meg szignifikánsan, amikor az előző évhez képest 177%-kal növekedett az értéke. Kína ezzel a feltörekvő országokba áramló külföldi működőtőke egyharmadát, a feltörekvő Ázsiába áramlónak pedig több mint a 70%-át szívja fel (Cappiello – Ferrucci, 2008). E hirtelen növekedés hátterében feltételezhetően a tökemérlig kiáramló tételeire vonatkozó korlátozások 2007-es enyhítése és a jüan felértékelődése állhat.¹² Egy olyan országba, mint az Egyesült Államok, ahol nem vagy csak csekély mértékben lehetünk kormányzati vagy jegybanki intervenciónak szemtanúi, és ahol a monetáris hatóságok aktív devizapiaci tartalékolási politikát nem folytatnak, ott a *tökemérlig többlet a fizetési mérleg egyensúlyát megteremtő tényező*. Kínától eltérően az amerikai pénznem,

¹² A tökemérlig kiáramló tételeire vonatkozó korlátozások feloldása rövid távon a tőkekiáramlás megnövekedésével jár, mint ahogy az a 3. ábrán látható. Hosszú távon azonban a külföldi befektetők bizalmának növekedésével a nettó tőkebeáramlást erősíti.

a dollár szabadon lebeg, így az amerikai jegybank szerepét betöltő Federal Reserve (továbbiakban FED) helyett a piaci erők egyensúlyozzák ki a fizetési mérleget.

Kína esetében azonban a tökemérlig közel sem mondható az egyensúly zálogának, mint ahogy látható a 2. táblázatból. A 2004-es évet követően, a tökemérlig egyes tételeinek lassú, de óvatos liberalizációs lépéseivel, a kínai megtakarítók növekvő arányba helyezték ki vagyonukat külföldre. Mindazonáltal az FDI által vezérelt külföldi tőkebeáramlás még így is meghaladta a tőkekiáramlás mértékét, noha 2006-ban az egyenleg megközelítette a zéró szintet. Mivel a piac egyensúlyt teremtő mechanizmusa nem működik Kínában, ezért a kínai jegybank, a PBC devizapiaci intervenciója és dollárfelhalmozása az egyensúly kulctényezője. Ez a fajta intervenció politikai még az 1994 és 2005 közötti időszak fix árfolyamrendszerének káros és járulékos maradványa napjaink ún. menedzselt lebegtetett árfolyamrendszerében.¹³ Kína fizetési mérlegében tehát az a fajta klasszikus merkantilista felfogás érvényesül, amely szerint az ország a biztonság növelése érdekében hatalmas jegybanki tartalékokat halmoz fel, amelyet aztán arany- vagy devizavásárlásra fordít. A hivatalos jegybanki tartalékok alakulását a 3. ábra szemlélteti, a főbb forrásaival, azaz a folyó fizetési és a tökemérlig egyenlegének alakulásával együtt. A PBC évről évre egyre gyorsabb ütemben növeli a hivatalos tartalékok mértékét a GDP arányában, annak ellenére, hogy a kínai gazdaság az elmúlt évtizedben átlagosan 10%-al gyarapodott évente! Mindezek következtében haladja meg napjainkra a jegybanki tartalékok mértéke a 2,399 milliárd dollárt! Ez az összeg – összeha-

¹³ Menedzselt árfolyamrendszerrel az árfolyam naponta csak egy előre meghatározott sávban mozoghat.



3. ábra • Kína kettős külgazdasági többlete és a jegybanki tartalékok alakulása (év/év) Forrás: IMF, SAFE

sonlításuképpen – Kína 2008-as bruttó nemzeti össztermékének 55%-a, míg az amerikai GDP-nek 16,6%-a. Bár a 3. ábra arra engedhet következtetni, hogy a növekvő tartalékok forrása a folyó fizetési mérleg többlete volt, különösen 2004-et követően, az igazság azonban az, hogy a tökemérlig egyenlegének majdnem hasonló szerepe van a változásban. Ha egy ország devizatartalékának nagyságát akarjuk megítélni, akkor arra jó kiindulási alap a gazdaság külföldi fizetési kötelezettségeinek számbavétele. Az elemzők legtöbbször azt vizsgálják, hogy az importbeszerzésre fordított összeg és a devizatartalékok nagysága hogyan viszonyul egymáshoz. A konvencionális nézet szerint egy gazdaság akkor ellenálló a külföldi sokkokkal szemben, ha devizatartalékainak mértéke három–négyszeresen haladja meg az egyhavi import biztosításához szükséges összeget. Kína tartalékainak a mértéke viszont akkora, hogy külső források bevonása nélkül is majdnem két évig képes lenne fedezni az áruk, szolgáltatások és eszközök importjának költségeit. A GDP 50%-át meghaladó értékkel (a jegybanki tartalékok

menntiségét és arányát tekintve) Kína az első a világon (Tatom, 2008).

Kína és Amerika pénzügyi elszámolása

Ha visszatekintünk a 2. táblázatra, akkor azt láthatjuk, hogy 2008-ban az USA-ból Kínába mindösszesen csupán 12,3 milliárd dollár tőke áramlott, addig az ellentétes irányba 443,2 milliárd dollár mozgott. E nagy aránytalanság kialakulásához amerikai oldalról a saját hiányok fedezése, a csökkenő kereslet miatt a beruházások visszaesése és a pénzügyi világválságok során természetes kockázatkörül magatartás, a másik oldalról pedig a növekvő amerikai államkötvény-vásárlások járultak hozzá. A Kínából az USA-ba áramló tőke nagyságát tekintve az említett 2. táblázat adatsorai félreértelmezhetőek lehetnek. Az eltérés abból adódhat, hogy míg a kínai tőkekiáramlás 121,1 milliárd dolláros értéke a tartaléknövekedést, nevezetesen az amerikai államkötvény-vásárlásokat nem tartalmazza, addig az Egyesült Államok adatsora igen. Ez pedig a már fentebb említett problémát erősíti. Nevezetesen azt, hogy a kínaiak kevés

megtakarítást helyeznek ki külföldre, míg a PBC-n keresztül hatalmas mennyiségű tőke áramlik az amerikai állampapírcsoporthoz.¹⁴

Lehetséges megoldások

A nemzetközi pénzügyi feszültségek feloldása érdekében mindenekelőtt a probléma azonosítására van szükség. Ez pedig – a kínai oldalt vizsgálva – a PBC egyre növekvő és intenzív amerikai államkötvény-vásárlásai és ezáltal a jegybanki tartalékok folyamatos növekedése,¹⁵ ami a kínai kettős külgazdasági többlet egyensúlyát igyekszik megteremteni. A legtöbb amerikai szakirodalmi forrás szerint a „legjobban” járható útnak az tűnik, ha a kínai valuta árfolyamát a piaci erőkre hagyva felértékelnék, ami az USA-ba áramló kínai exportcikkek árszínvonal-növekedésén keresztül visszafogná az amerikai importot Kínából. Ez javítaná Amerika folyó fizetési mérlegének egyenlegét, csökkentené a kínai dollárfelvásárlásokat – azon keresztül pedig az államkötvények keresletét –, és végül szűkítené a kínai pénzkínálatot, visszafogva ezáltal az inflációt. Tatom (2008) szerint azonban ebben az esetben nem történne különösebb változás az amerikai folyó fizetési mérleg hiányának tekintetében. Egy ilyen eset ugyan-

¹⁴ Megjegyzem, hogy Kína hivatalos jegybanki devizatartalékának 2008. évi 418,9 milliárd dolláros növelése nem kizárólag amerikai államkötvény-vásárlásokkal valósult meg. Kína devizatartaléka ugyanis a dolláreszközökön kívül más, így euró- és jen-alapú eszközöket is tartalmaz. Ennek összetételéről azonban a PBC nem közöl információkat. Mindenesetre az amerikai adat-sorokból arra lehet következtetni, hogy Kína hivatalos tartalékainak a döntő hányada amerikai államkötvényekben halmozódott fel.

¹⁵ Fontosnak tartom aláhúzni itt is, hogy az nemzetközi pénzügyi feszültségek kialakulásáért az USA túlköltekező, fogyasztói, felelőtlen gazdaságpolitikája és az elégtelen szabályozási környezete épp így hozzájárult. Ez azonban nem témája e cikknek.

is azt eredményezné, akár már rövid távon is, hogy az olcsó kínai termékek importját Kína versenytársainak termékeivel cserélnék fel. A júan felértékelése tehát nem lenne különösebb hatással az USA kereskedelmi egyenlegére. A másik oldalon azonban felvetődik a kérdés, hogy a dollárral szembeni felértékelődés miatti negatív vagyonghatás valóban kiváltana-e egy olyan lépést a központi bank, a PBC részéről, amely a dollárfelvásárlás függesztésével, avagy a meglévő dollártartalékok leépítésével járna. Egy ilyen eset a dollár és az amerikai gazdaság már többször említett mélyrepülését eredményezhetné.

Morris Goldstein és Nicholas R. Lardy (2008) is borúlátó a júan hirtelen felértékelésével kapcsolatban. Annak ellenére, hogy egy ilyen scenárió az egyik oldalon csökkentené a kínai folyó fizetési mérleg többletét, a dollárfelvásárlási kényszert, a pénzkínálatot és azon keresztül az inflációt, mégis drasztikus következményekkel járna. A másik oldalon ugyanis negatívan hatna a relatív árváltozáson keresztül az exportszektor teljesítményére, és ezáltal növelné a munkanélküliek számát, továbbá – s ez vizsgálatunk szempontjából kiemelten lényeges –, *spekulatív tőke*, vagy más néven *forró pénz* beáramlását eredményezné a kínai gazdaságba. Ebben az esetben tovább „romlana” a tőkemérleg egyenlege, még nehezebbé válna a monetáris politika mozgásteret, és egy olyan inflációs környezet jönne létre, amely magában rejtene a jövőbeli hirtelen tőkemenekülést, és a valutaválság lehetőségét – mint korábban az 1997–98-as ázsiai krízissorozat alatt megfigyelhettük.

Lorenzo Cappiello és Gianluigi Ferrucci (2008) úgy látják, hogy a nemzetközi feszültség feloldása érdekében Kínának a tőkemérleg tételeire vonatkozó korlátozások feloldására, továbbá egy sokkal rugalmasabb árfo-

lyamrendszer bevezetésére van szüksége. Ronald McKinnon és Günther Schnabl (2008) szerint a júant az 1994 és 2005 közötti fix árfolyamrendszerhez hasonlóan, egy kezdetben szűk ($\pm 0,3\%$ -os) – később egyre szélesedő – árfolyamcsatornába kellene szorítani, amely stabilizálhatná az árfolyamot. Mindehhez persze arra lenne szükség, hogy a *külföldi felértékelési nyomás megszűnjön*. Egy ilyen sávós árfolyamrendszer mellett a PBC felhagyhatna a dollárvásárlással a devizapiacra.

Kína folyó fizetési mérlegének tételeit hosszas előkészítés után 2007 februárjában liberalizálták, így a deviza szabadon áramolhat az országhatárt átlépve a kereskedelem ellentételezéseként. A tőkemérleg tételeire azonban némi lazítástól eltekintve ugyanez még nem mondható el. A 2. táblázatban látható alacsony kínai tőkeáramlás oka pedig mindenképpen a korlátozásokban keresendő. *A tőkeáramlás tételeire vonatkozó tilalom feloldásával minden bizonnyal hosszabb távon csökkenne a nettó tőkebeáramlás mértéke, ezáltal a jegybanki devizatartalékok felhalmozódásának dinamizmusa, így valószínűleg a nettó tőkebeáramlás nettó tőkeáramlásba fordulna át. A csökkenő devizafelhalmozás pedig enyhítené a nyomást a monetáris túlkínálaton és az infláción. Ám ameddig a kínai adminisztráció nem hagy fel a bankok hitelezési gyakorlatának ellenőrzésével és a piaci viszonyokat figyelmen kívül hagyó kamatpolitikájával, addig a pénzügyi harmonikus működése valószínűtlenül válik. A tőkeáramlás túlzott szabályozottságával Kína pénzügyi rendszerére az elnyomottság és az alulfejlettség jellemző, ami a hosszú távú növekedés elsődleges akadályá.*

Konklúzió

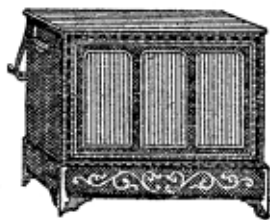
Az USA és Kína között kialakult kereskedelmi egyensúlytalanság nem jelentene égető prob-

lémát olyan esetben, ha tőkemérlegük a folyó fizetésimérleg-hiányokat vagy -többleteket kiegyensúlyozná. Míg Amerika esetében ez megtörténik, Kína esetében közel sem. Kína folyó fizetésimérleg-többletével szemben joggal elvárható lenne, hogy tőkemérleghiány álljon, ám a tőkemérleg tételeire vonatkozó kínai tőkeszabályozások ezt nem teszik lehetővé. Mindezek következtében a kínai jegybank az export eredményeként a beáramló dollármilliárdokat felvásárolja, alacsony árfolyamon tartva továbbra is a kínai valuta árfolyamát. Véleményem szerint a *feszültség feloldása a tőkemérleg tételeinek liberalizálásával képzelhető el*. E folyamat során a megnövekedett tőkekiáramlás deficitessé tenné a tőkemérleg egyenlegét, amely így a folyó fizetésimérleg-többlet ellensúlyaként megteremtené a nemzetközi egyensúlyt. Egy ilyen esetben pedig megszűnne a kínai jegybank dollárfelvásárlási kényszere, sőt, a júan árfolyamának a lebegtetési sávban tartása érdekében akár dolláreladásokra is kényszerülhetne. Sokak véleményével szemben szerintem ez nem jelentené az amerikai gazdaság külső – kínai – finanszírozásának az elapadását. Az amerikai állampapírcsoporthoz áramló kínai tőkét ugyanis a kínai magánszektor portfólió beruházásai váltanák fel, ami az amerikai gazdaság szempontjából mindenképpen kedvezőbb lenne. Láthatjuk tehát, hogy a megoldás kulcsa a tőkekiáramlás tételeire vonatkozó szabályozások fokozatos leépítésében rejlik. Mindazonáltal, tekintettel a fokozatosság és az óvatosság jegyében a liberalizációs lépések hosszúságára – harmonizációs időtartamára, találgatásokba nem bocsátkoznék a tőkemérleg teljes liberalizációjának időpontjával kapcsolatban. Mindenesetre a globális egyensúlytalanság csökkentése az amerikai magánszektor részéről is megköveteli majd a korrekciót.

Kulcsszavak: *Kína, Egyesült Államok, folyó fizetési mérleg, tökemérleg, egyensúlytalanság, tőkeáramlás, dereguláció*

IRODALOM

- Cappiello, Lorenzo – Ferrucci, Gianluigi (2008): *The Sustainability of China's Exchange Rate Policy and Capital Account Liberalisation. ECB Occasional Paper Series, No 82*, March 2008.
- Gábor Tamás (2009a): Kína árfolyam-politikájáról alkotott eszmék vagy téveszmék: valóban káros az alulértékelt jüan a globális gazdaság egésze szempontjából? Pénzügyi Szemle. 2–3.
- Gábor Tamás (2009b): Nézetek a globális egyensúlytalanságról: fenntartható vagy fenntarthatatlan pályán van-e a világgazdaság? In: Botos Katalin (szerk.): *Idősödés és globalizáció*. Tarsoly, Budapest
- Goldstein, Morris – Lardy, Nicholas R. (2008): China's Currency Needs to Rise Further. Financial Times. 23 July.
- International Monetary Fund, International Financial Statistics (IMF IFS), <http://www.imf.org>
- McKinnon, Ronald – Schnabl, Günther (2008): China's Exchange Rate Impasse and the Weak U.S. Dollar. *CESifo Working Paper No. 2386*, September 2008.
- U.S. Bureau of Economic Analysis: *U.S. International Transactions Accounts Data 2008*. <http://www.bea.gov>
- Phillips, Michael M. (2008): Capital Flow from Emerging Nations to U.S. Poses Some Risks. The Wall Street Journal. 23 June.
- State Administration of Foreign Exchange (China): China's Balance of Payments Maintained a Twin Surplus in 2008. <http://www.safe.gov.cn>
- Tatom, John (2008): *Imbalances in China and U.S. Capital Flows. Networks Financial Institute Working Paper 2008-WP-14*
- Xafa, Miranda (2007): Global Imbalances and Financial Stability. Journal of Policy Modeling. 29, 783–796.



KÍNA SZEREPE A NEMZETKÖZI PÉNZÜGYI RENDSZER STABILIZÁLÁSÁBAN ÉS ÁTALAKÍTÁSÁBAN

Farkas Péter

kandidátus, főmunkatárs
MTA Világgazdasági Kuratóriumi Intézet
pfarkas@vki.hu

Kína pragmatikusan együttműködik az USA-val, a G20 országaival és a nemzetközi szervezettekkel a globális pénzügyi rendszer stabilizálása érdekében, ezt számos magas szintű nyilatkozatban megerősítette, s a gyakorlatban is bizonyította. (Az egyetlen tabu mindeddig a jüan lényegében dollárhoz kötött árfolyama, mely a kínai felzárkózási és gazdasági stabilitási stratégia kulcseleme.) Kína az egyik legaktívabb ország a helyzet végiggondolásában, a válságkezelésben és a javaslatok kidolgozásában.

A továbbiakban először a kínai vezetők és szakemberek általános helyzetértékelését és a jövőt illető elvi jelentőségű megállapításait ismertetjük. Ezután Kínának a nemzetközi pénzügyi rendszert érintő válságkezelési lépéseiről, és ezeknek a nemzetközi kihatásairól lesz szó. Végül az eljövendő nemzetközi pénzügyi rendszerrel kapcsolatos konkrét kínai javaslatokat foglaltuk össze.

Magas szintű tárgyalások és elvi nyilatkozatok

A válsággal kapcsolatos fontosabb kínai politikai megnyilatkozások közül azok a legértékesebbek, amelyek 2008 végén és 2009 elején, nemzetközi szervezetek tanácskozásain hangzottak el, s ahol a résztvevő országok magas

rangú képviselői közös nyilatkozatokban kötelezettséget vállaltak a válság kezelésében való együttműködésre. A legfontosabb értekezletek bemutatásában időrendben haladunk.

Ven Csia-pao miniszterelnök közvetlenül a világválság nyílt kitörése, általános tudatosodása után, az *Ázsia-Európa Tanácskozás*on (ASEM), 2008 októberében így fogalmazott: Kína hozzáállása a pénzügyi válsághoz „felelősségteljes és pragmatikus”. Ez annyit jelent, hogy Kína (egyébként már régen) nem a fejlett centrumországok által képviselt kapitalista világmodell marxista szemléletű elemzésének vagy gyakorlatának általános kritikáját folytatja. Kerüli a konfrontációt, a legteljesebben együttműködik a válság kezelésében, javaslatai a kapitalista rendszeren belül maradnak, s a gyakorlati eredményekre koncentrálnak.¹ Ezt a legfontosabb partnerei, a fejlett országok, köztük az Egyesült Államok sem vonják kétségbe. S bár (egyelőre?) nem vállal komolyabb konfrontációkat, Kína határozottan megfogalmazza saját érdekeiből fakadó elképzeléseit, javaslatait is.

¹ Kína már 2007 óta érzékelte a pénzügyi rendszer erősödő törékenységét, és erre fel is hívta a nemzetközi közösség figyelmét (Farkas-Szabó, 2009, 187–222.).

Az említett ASEM tanácskozáson, ahol 27 EU-tagállam és 16 ázsiai ország vezetői vettek részt, *Hu Csin-tao* államelnök kifejtette: saját erejéhez mérten Kína nagy erőfeszítéseket és rendkívüli intézkedéseket tett, továbbra is felelősséget vállal, és a nemzetközi közösséggel együtt védelmezi a nemzetközi pénzügyi és gazdasági stabilitást. Kína miniszterelnöke, *Ven Csia-pao* pedig sürgette a résztvevőket: „Cselekednünk kell, amilyen gyorsan csak lehet, hogy helyreállítsuk a pénzügyi rendszer stabilitását”. A bizalom helyreállítása, az együttműködés és a felelős magatartás jelentik a megoldás kulcselemeit – fogalmazott a kínai miniszterelnök. „Szükség van pénzügyi reformra, de még inkább szükség van pénzügyi felügyeletre” – hangsúlyozta.

Az október 25-én aláírt *közös közlemény* szerint a felek hangsúlyozták az együttműködés és „a felelős és stabil valuta, finanszírozási és pénzügyi ellenőrzési politika szükségességét, az átláthatóság növelését, ezzel egy időben a válságkezelési rendszer tökéletesítését”. A vezetők egyetértettek abban is, hogy a Nemzetközi Valutaalapnak (IMF) fontos szerepet kell játszania a pénzügyi szereplők szigorúbb felügyeletében (CRI-e, 2008. 10. 28.).

Még ugyancsak 2008-ban, október 28-án, Moszkvában, *kínai–orosz csúcstalálkozó*ra került sor, ahol a két ország kifejezetten a pénzügyi válságra hivatkozva erősítette meg stratégiai viszonyát. *Ven Csia-pao* *Dmitrij Medvegyev* orosz elnökkel is tárgyalt. Kifejtették, hogy közösen fognak fellépni a válság ellen és *közös erővel fogják megreformálni a globális pénzügyi rendszer szerkezetét* (MTI, 2008. 10. 30.). Akkoriban még senki sem gondolhatta, hogy e bejelentés mögött valóban közös koncepció formálódik. Mint ma már ismeretes, és erről alább még szó lesz, a két ország 2009 áprilisában nagyon hasonló

javaslatokat tett a nemzetközi pénzügyi rendszer átalakítására, valamint egy új globális fizetési és tartalékvaluta létrehozására.

A G20 országok 2008. novemberi, washingtoni tanácskozásán Hu Csin-tao elnök a szükséges pénzügyi reform négy tulajdonságát emelte ki: „*A minden részletre kiterjedő reform* általános víziót is felvázol, [...] a nemzetközi pénzügyi rendszer szabályaira és eljárásaira is vonatkozik [...] *A kiegyensúlyozott reform* általános megfontolásokból indul ki, és az összes résztvevő érdekei között keresi az egyensúlyt [...] *A fokozatos reform* csak lépésről lépésre hoz előrelépést [...] *A célorientált reform* a gyakorlati eredményekre koncentrál.” (China Daily, 2008. 11. 17.) Hozzáfűzte, hogy az egyszerűbb ügyekkel kell kezdeni, és a reform végső céljai csak később, nagy erőkoncentrációval valósíthatók meg. Mindemellett Hu legfontosabb politikai üzenete az volt, hogy a fejlődő országokat, főleg a legszegényebbeket, meg kell óvni a pénzügyi válság romboló hatásaitól, illetve minimalizálni kell ezt a hatást (China Daily, 2008. 11. 17.).

Az Ázsiai és Csendes-óceáni Gazdasági Együttműködés (APEC) huszonegy tagországának csúcskonferenciáját 2008. november 22–23-án tartották Limában. *Hu Csin-tao* államfő itt is megerősítette, hogy a nemzetközi közösséggel együtt meg kell védeni a globális pénzügyi piac stabilitását, és a hosszabb távú működőképesség érdekében meg is kell reformálni. Mindezt a közös nyilatkozat is tartalmazza. Ebből kiemelendő az a rész, amely Kína vesszőparipájáról, a szigorúbb ellenőrzés szükségességéről és annak módszereiről szól, ugyanis az Egyesült Államok ekkor még nem nagyon akarta elfogadni ezt a gondolatot. A konferencián különösen sok szó esett a fejlődő országok érdekérvényesítéséről és a multilateralizmus irányába történő elmozdulásról.

Japán és Kína (a válság kényszere nyomán felretelve a köztük még mindig izzó történelmi nézeteltéréseket) egymással, valamint *Dél-Koreával* működik együtt a pénzügyi válság elleni küzdelemben. A Fukuokában, 2008 decemberében tartott csúcstalálkozójukon elhatározták, hogy ezentúl rendszeresen tartanak találkozót. A japán *Aszo Taro* kormányfő, kínai kollégája, *Ven Csia-pao* és *Ri Mjong Bak* dél-koreai elnök megállapodtak, hogy fokozzák a keresletet és a kereskedelmi együttműködést. Elhatározták egy közös regionális válságkezelő alap létrehozását, amely azóta meg is valósult. (MTI, 2008. 12. 14.)

Meg kell még említeni, hogy az amerikai–kínai kapcsolatok jelentős új fórummal bővültek. A 2009. áprilisi G20 értekezleten főleg a gazdaságösztönző módszerek, csomagok voltak napirenden. Egy nappal később viszont bejelentették, hogy megindítják az *USA–Kína stratégiai és gazdasági párbeszéd mechanizmust* (U.S.–China Strategic and Economic Dialogue Mechanism), amely az elmúlt évek kölcsönösen jó kapcsolatán kíván tovább építkezni (China Economic Net, 2009. 04. 03.).

A pénzügyi válság 2008. évi őszi elmélyülését követően jó fél évig tartott a nemzetközi pénzügyi rendszer reformja általános elveinek kidolgozása a nemzetközi tárgyalásokon. Az országok központi bankjainak bankjában, a bázeli BIS-ben, az IMF-ben, a Világbankban is tárgyalások folytak a különböző bizottságokban (nem sok szivárgott ki). Jelentősebb irányadó dokumentum azonban nem született, a világgazdaság részleges konszolidációja és a bankszféra ellenállása nyomán a tárgyalási lendület alábbhagyott. Végül a G20-ak 2009. novemberi tanácskozásán, *Pittsburgh*-ben úgy döntöttek, hogy a pénzügyi szféra szabályozási reformját a G20 keretében mű-

ködő Pénzügyi Stabilitási Testület (FSB) dolgozza ki 2010 októberének végéig. A rendszabályokat pedig 2012 végéig kell bevezetni.

A G20-ak ezen értekezletén azonban döntés született egy Kína által is szorgalmazott és jelentős ügyben: az IMF-ben a feltörekvő (fejlettebb fejlődő) államok szavazati aránya legalább 5%-kal nőni fog (főleg az európai országok kárára). Az IMF működési, döntéshozatali rendjét 2011-ig újítják meg – áll a dokumentumban.

Kína és a globális pénzügyi együttműködés

Kína a globális pénzügyi válság kitörésének pillanatától kezdve számos jelét adta annak, hogy a konkrét kérdésekben, *gazdaságpolitikai lépéseivel is messzemenően együttműködik a világgazdaság főszereplőivel a nemzetközi pénzügyi rendszer stabilizálásában*.

Még alig tudatosodott a szakmai körökben és a világ közvéleményében, hogy komoly pénzügyi világválság fenyeget, amikor 2008. október 8-án a világgazdaság hat legnagyobb gazdaságának jegybankjai *egyetértett kamatcsökkentést* hajtottak végre. A Kínai Népi Bank ezen a napon 0,27%-kal csökkentette a banki betéti kamatlábat és a hitelkamatlábát, 0,5%-kal pedig a bankok kötelező tartalékalap rátáját és eltörölte a kamatadót (CRI-h, 2008. október).

A kínai – pénzügyi és költségvetési ösztönző lépésekkel is elősegített – belső piaci élénkítés hozzájárul a globális pénzügyi és növekedési-termelési válság mérsékléséhez. A kamatcsökkentés, a banki tartalékráta mérséklése, a kamatadó megszüntetése, a közel 600 milliárdos, a helyhatóságok beruházásaival együtt három évre 1460 milliárd (1,46 billió) dolláros gazdaságösztönző csomag, a forgalomban lévő pénzmennyiség 2009-ben tervezett jelentős, 17%-os növelése stb. gazdaságpolitikai fordú-

latot jelentett (MTI Menedzsment Fórum, 2008. II. 23.). Kína számára ugyanis elsőrendű fontosságúvá vált, hogy az egyértelműen exportorientált gazdaságpolitikát legalább részben a belső fogyasztásra alapozott növekedéssé alakítsa át. A belső élénkítés egyben a világgazdasági növekedés egyik ösztönzője, az ezt segítő fiskális (kölségvetési) és pénzügyi lazítások pedig a finanszírozhatóságot és egyben a pénzügyi „bizalom” helyreállítását szolgálják.

Kína a jelenlegi globális pénzügyi rendszer teljes összeomlásának elkerüléséhez azzal járult hozzá a legnagyobb mértékben, hogy a válság és a dollár alacsony árfolyama ellenére továbbra is pragmatikusan vásárolta az amerikai államkötvényeket. 2008 folyamán (ezen belül éppen októberben) Kína átvette a vezető helyet Japántól. Egy év alatt 52%-kal(!), 249 milliárd dollárral növelte a birtokában lévő amerikai állampapírok állományát, Hongkong további 28 milliárddal, Japán csak 46 milliárddal. 2008 vége és 2009 novemberre között Kína további 63, Hongkonggal együtt 132 milliárd dollárral növelte az amerikai állampapír állományát, Japán és Nagy-Britannia egyenként hasonló nagyságrendben (U.S. Department of the Treasury).

Láthatóan, az amerikai értékpapírok kínai vásárlásainak növekedési üteme mérséklődött. Két tényező áll a háttérben: egyrészt Kína külkereskedelmi mérlegtöbblete csökkent, ezzel a tartalékainak növekedése is lefékeződött (lásd: The People's Bank of China – Statistics), másrészt a dollár és ezzel az amerikai értékpapírok iránti bizalom meggyengült.

A kínai vezetők pontosan tudják, hogy a világgazdasági összefonódottság mai szintje mellett Kína számára is létfontosságú az amerikai értékpapírok vásárlása. Ez a feltétele annak, hogy az Egyesült Államok intenzív kereslete

a Kínában termelt áruk iránt megmaradjon, és a kétoldalú kereskedelem mérlegében Kína jelentős többletet produkálhasson. Ráadásul, amennyiben elfordulna a dollárban denominált értékpapíroktól, csökkenteni kezdené ezek arányát a tartalékaiban, akkor a dollár és ezzel a saját további dollártartalékainak leértékelődéséhez járulna hozzá.

Ez azonban az éremnek csak az egyik oldala. Kína, miközben rendületlenül vásárolta az amerikai értékpapírokat, *egyre határozottabban kifejezte aggodalmát a dollár gyenge hozama² és valutapiaci értékvesztése miatt, újabban pedig azért, mert a dollár további, ezúttal inflációs elértéktelenedésétől tart.*

Ven Csia-pao miniszterelnök 2009 márciusában már nyíltan felszólította az Egyesült Államokat, hogy őrizze meg a dollár értékét, és ne növelje a fizetési hiányát. Szó szerint ezt mondta a parlamentben: „Hatalmas mennyiségű pénzt adtunk kölcsön az Egyesült Államoknak. Természetesen vannak félelmeink a követeléseink biztonságát illetően [...] Felhívjuk az Egyesült Államokat, hogy adja becsületszavát, és maradjon hiteles nemzet, biztosítsa a kínai követelések biztonságát” (Branigan, 2009).

A Kínai Népi Bank helyettes kormányzója, *Hu Cshiao-lian* ugyancsak 2009 márciusában árnyaltan beszélt Kína kettős helyzetéről és kettős lelkületéről a dollártartalékaival kapcsolatban. Megerősítette, hogy „az USA állampapírjainak vásárlása továbbra is fontos elem Kína külföldi pénzeszköz-tartalékainak felhalmozásában [...] Ugyanakkor, természetesen vannak fenntartásaink az USA állampapírjainak biztonságát és profitabilitását illetően” (CNN, 2009).

² 2008-ban a kínai valutatartalékok átlagban csak 4,5–4,7%-os hozamrátát biztosítottak (Ran, 2009).

A Kommunista Párt kutatóirodájának helyettes igazgatója, *Zeng Csin-li*, egy pekingi konferencián konkrét értékmegőrzési javaslatlal állt elő: „Azok a kormányok, amelyeknek külföldi tartalékaik, különösen államkincstári papírjaik vannak, azt követelhetik az Egyesült Államoktól, hogy a kincstárjegyeket inflációval növelt áron számolja el [...] Ha infláció van, az USA fizessen többet” (Hamlin, 2009).

Megismételjük: mindebből az következik, hogy az amerikai értékpapírok kínai felvásárlásával kapcsolatosan összességében kényes helyzet alakulhat ki 2009 folyamán. Mindenki tudja, hogy a világgazdasági egyensúly fenntartása, az amerikai bankok feltőkésítése és például a 787 milliárd dolláros amerikai gazdasági ösztönzőcsomag finanszírozhatósága (egyidejűleg a kínai exporttöbblet fenntarthatósága) szempontjából milyen hatalmas jelentősége van az amerikai állampapírok folyamatos vásárlásának. *Hillary Clinton* külügyminiszter pekingi látogatása során felszólította Kínát, hogy őrizze és bővítsse e papírokból az állományát. Az ismertetett helyzetben azonban ez csak csökkentett ütemben lehetséges, s Peking ha óvatosan is, elkezdte a devizatartalékok pénzneveinek diverzifikálását. *Arról szó sincs, hogy Kína bármilyen drasztikus irányváltásra szánta volna el magát.*

Kína a nemzetközi pénzügyi együttműködés egyéb területein is szerepet vállal

Ezek közül kiemelkedően fontos, hogy Kína *anyagilag is támogatja az IMF feltőkésítését*, melyet a G20-ak 2009. évi áprilisi londoni tanácskozásán határoztak el. Hu elnök a G20 értekezleten kijelentette: a feltőkésítés során „a felelőségek és a jogok mérlegét” figyelembe kell venni. Ehhez képest a kínai hozzájárulás nem kicsi, negyvenmilliárdot ad az IMF-

nek. Az IMF a fejlődő országok kérésére – történetében először – kötvényeket bocsát ki, Kína ezekből vásárol. Ugyanakkor Kína 1,5 milliárd dollárt ajánlott fel a Világbank társintézményének, a magánberuházásokat elsősorban a fejlődő országokban támogató Nemzetközi Pénzügyi Társaságnak (International Financial Corp.).

Japán, Kína és Dél-Korea közös elhatározása nyomán mintegy 120 milliárd dolláros tőkével létrejött *az ázsiai regionális pénzügyi válságalap*, amelyből a likviditási gondokba ütköző ázsiai országokat segítik ki. Kína és Japán 32–32 százalékkal, Dél-Korea 16 százalékkal járul hozzá. A fennmaradó részt a délkelet-ázsiai ASEAN szövetség tíz tagországa adja össze (Gazdasági Rádió, 2009).

Peking ún. *valuta swap megállapodást* kötött az elmúlt hónapokban a *hongkongi, dél-koreai, szingapúri, maláj, tháiföldi, argentin és belorusz jegybankkal*. Ez azt jelenti, hogy ezen országokkal ezentúl a külkereskedelem elszámolása júanban is történhet (The Wall Street Journal, 2009. 04. 14., 24.). Az adott országokkal ez a megoldás stabilizálja a forgalmat, mert kevésbé ingadozik a júan árfolyama. Persze mindez némileg csökkenti, sérti a dollár világkereskedelmi szerepét, Kína pedig valamelyest előrelép a júan világpénzzé alakítása és a kínai tőkepiac liberalizálása felé.

Valutacsomagra cserélnék a dollárt a *kőolaj-kereskedelemben* a kőolajexportőr és a feltörekvő országok. A kőolajárat stabilizáló valutakosárba belekerülne az euró, a jen, a júan, az arany és az Arab-öböl menti arab országok 2013-ra tervezett egységes valutája. Az orosz, kínai, japán és brazil központi bank vezetője és a felsorolt országok pénzügyminiszterei már megkezdtek tárgyalásokat.

Kína külföldi vállalati és banki befektetéseinek volumene egyelőre nem túl jelentős.

Korlátozottan, de szerepet vállalt globális bankok feltökésítésében (például: La Compagnie Financière Edmond de Rothschild magánbank és alapkezelő húsz százalékának megszerzése; a Ping An biztosítótársaságnak már 4,8%-os részesedése van a Fortis Holdingsban stb. [Forbes, 2009. 04. 09.; MTI, 2009. 04. 09.]). Mindezek eltörpülnek az amerikai állami ingatlanpiaci hitelintézetekbe (Freddie Mac, Fannie Mae, Ginnie Mae) korábban befektetett tőkékhez képest. Ezek állománya 2008-ra elérte a 447 milliárd dollárt (The Wall Street Journal, 2009. 01. 30., 24., Patalon, 2008). Becslések szerint a kínai bankok 2008 szeptemberében 670 milliárd dollárt vesztek az összeomlással, a Lehman Brothers-beli korábbi részesedésük révén (Morrison, 2008a).

Kína törekvései az új nemzetközi pénzügyi rendszerben

Most nézzünk át olyan megnyilatkozásokat és eseményeket, amelyek révén a tanulmányunk elején szerepelt kínai álláspont több konkrétummal telítődik!

Kezdjük először a *fejlődő országok érdekeivel*: sajátos fejlődési modelleik védelmével, súlyuk növelésének igényével a nemzetközi döntéshozatalban, általában a multilateralizmus erősítésének követelésével. *He Yafei* kínai külügyminiszter-helyettes a 2008. évi novemberi APEC-értekezleten erről ezt nyilatkozta: „A jelenlegi nemzetközi pénzügyi rendszer figyelmen kívül hagyja a fejlődő országok nagy részének érdekeit. A fejlődő országok legtöbbször méltányos, igazságos körülményeket kíván a fejlődéséhez”. Kína a fejlődő országok G24-es és G77-es szervezeteit, a nemzetközi civilmozgalmakat, fontos akadémiai kutatóhelyeket, *Ban Ki Mun* ENSZ-főtitkárt is maga mögött tudhatja ebben a kérdésben (Farkas,

2008). Kína többször is kifejtette, hogy *milyen reformokat akarnak a fejlődő országok az IMF-ben és a Világbankban*:

1. A kvótákban és a szavazatokban a fejlődő országok súlyát jelentősen növelni kell.
2. Véget kell vetni az antidemokratikus gyakorlatnak, a vezetésbe minden ország érdem szerint jelölhessen képviselőket.
3. Az apparátusba a neoliberaisok mellett jelentős súllyal kerülhessenek be más közgazdasági iskolák képviselői.
4. A hitelek feltételességi (például gazdasági restriktív) előírásait meg kell szüntetni, mert azok prociklikus hatásúak, és ellentmondanak a fejlődő országok érdekeinek és szükségleteinek.
5. Az IMF hitelkihelyezéseit a krízishelyzetekre kell korlátozni (lásd China Economic Net, 2009. 04. 26.; CRI Online, 2008. 11. 24.)

A kínai nyilatkozatokban állandóan visszatérő gondolat a *globális pénzügyi rendezettség, stabilitásra való törekvés, elsősorban a felügyelet, a kontrollmechanizmusok erősítése útján*. Ahogy Ven Csia-pao miniszterelnöktől már idéztük: „Szükség van pénzügyi reformra, de még inkább szükség van pénzügyi felügyeletre” (China Economic Net, 2009. 04. 26.; CRI online, 2008. 11. 24.).

A pénzügyi rendszer stabilizálásának másik eleme a kínai vélemény szerint az árfolyamstabilitás erősítése részben a tartalékvaluta-rendszer diverzifikálása útján. Közvetlenül a G20 áprilisi tanácskozása előtt *Hu Csin-tao* kínai elnök is azt nyilatkozta, hogy a nemzetközi pénzügyi rendszert diverzifikálni kell, és felhívta a Nemzetközi Valutaalapot, hogy erősítse azon országok felügyeletét, amelyek tartalékvalutát bocsátanak ki, különösen a pénzkibocsátási politikájukat. Ez a felhívás azt a kínai felelmet tükrözi, hogy a gazdaság felpör-

getése érdekében az USA jelentős pénzmenynyiséget pumpál a gazdaságba, ami inflációs veszéllyel járhat. Infláció esetén pedig értéktelenedhetnek a dollárkövetelések, köztük a kínai tartalékok, és Kínát is inflációs nyomásnak teheti ki (Dow Jones).

Pár nappal a G20 áprilisi ülése előtt a Kínai Központi Bank kormányzója, *Zsou Hsziao-csuan* (Zhou Xiaochuan) jelentős, és nagy nemzetközi visszhangot keltett javaslatot élt: felvetette egy „szuper-független tartalékvaluta” szükségességét. A koncepció a Népi Bank honlapján olvasható teljes terjedelmében (Zhou, 2009). Zsou szerint: „Elméletileg az ilyen nemzetközi tartalékvalutát megfelelően stabil szinten kell „lehorgonyozni”, ennek érdekében szabályozni kell a kibocsátását. Másodszor: a kibocsátásnak elég rugalmasnak kell lenni, hogy a változó kereslet függvényében kiigazításokat lehessen tenni. Harmadszor: a kibocsátásnak teljesen függetlennek kell lenni bármely különálló ország gazdasági helyzetétől és szuverén érdekeitől”.³

A globális tartalékvalutát kibocsátó ország ugyanis a belső gazdasági igények és a globális pénzkereslet között ingadozik – itt nyilvánvalóan elsősorban az Egyesült Államokra utal. Például azt említi, hogy az ilyen ország nem elégítheti ki a globális igényeket, ha például a belső inflációtól tart. Zsou szerint az ún. Triffin-dilemma továbbra is létezik: mialatt egy ország saját pénzmenével látja el a világot, nem tudja biztosítani e pénzmen-

stabil értékét (árfolyamát).⁴ Ezért a jelenlegi rendnek több a hátránya, mint az előnye.

Zsou szerint nem valami vadonatúj dolgot kell kitalálni, csak vissza kell nyúlni John Maynard Keynesnek a 40-es években kidolgozott javaslatához, a *bancor*-hoz, amely pénzmen értékét harminc reprezentatív árucikkhez kötötték volna. Az IMF-ben 1969-ben létrehozott elszámolási pénzmen, az SDR is hasonló szerepet tölthetne be, ha a jelenlegi kibocsátási limitjét felszabadítanák, és a nemzeti tartalékképzés mellett a kereskedelmi és pénzügyi tranzakciók elszámolására is (elszámolási egységként, nem mindennapi használatban) alkalmassá tennék.⁵ Arról is szól, hogy éppen azért kell az SDR-nek (mely azonban nem elégítheti ki teljesen a tartalékvaluta szerepét) nagyobb jelentőséget adni a közeljövőben, mert a független globális pénzmen létrehozása hosszabb időt igénylő, sok politikai egyeztetést követelő folyamat.⁶

Rövid távon pedig már az is eredmény, ha a nemzetközi közösség és főleg az IMF felismeri a jelenlegi rendszer rizikóit, bevezeti a rendszeres felülvizsgálatot (monitoring) és értékelést (assessment), és idejekorán figyelmeztető jelzéseket ad.

⁴ A dollár mint legfontosabb (tartalék)valuta kibocsátója, az USA az egész világnak hitelez, így a pénzkibocsátás haszna, a *seigniorage*, a bevételeit gyarapítja, ráadásul – a dollárkereslet miatt – bizonyos határok között anélkül növelheti nemzeti pénzmenének kibocsátott tömegét, hogy komolyabb inflációs nyomással kellene számolnia.

⁵ Oroszország felvetése nagyon hasonló volt a kínai középtávú javaslatához: szintén az SDR nemzetközi tartalékvaluta szerepét javasolta megerősíteni.

⁶ Azzal, hogy a G20 2009. áprilisi értekezletén felhatalmazták az IMF-et 250 milliárd dollárnyi SDR pótlólagos „teremtésére”, tulajdonképpen megtették az első kis lépést a kínai és orosz javaslatokban is szereplő globális likviditásteremtés és az SDR szerepének erősítése irányában.

³ Zsou nem foglalkozik a kapitalista gazdaságok fejlődésének ciklikus természetével. Válságok ugyanis például az aranystandard idején is voltak. Az azonban bizonyos, hogy a szilárdabb árfolyamú „független” elszámolási egység hozzájárulhatna a stabilabb valutaárfolyamok megteremtéséhez (pláne, ha egyben viszatérnének a Bretton Woods-i rendszerhez hasonló, többé-kevésbé kötött árfolyamokhoz).

Továbbá: a kínai bankkormányzó felvetése meggyengítené az Egyesült Államok (és dollárjának) jelenlegi különleges világgazdasági stratégiai pozícióját. Azaz *nem kevesebbet jelent, mint a mai unipoláris világrend multipoláris alakitásának egyik lehetséges gazdasági elemét*. Kína soha sem rejtette véka alá, hogy multipoláris világrendben érdekelt.

Obama elnök az amerikai mundért és érdekeket védelmezve két nappal Zsou bankkormányzó közleményének nyilvánosságra kerülése után azt nyilatkozta: nem hiszi, hogy alternatív fizetési eszközre volna szükség, hisz a dollár éppen most erősödik (CRI-h, 2009. 03. 25.). *Timothy Geithner* amerikai pénzügyminiszter is hasonlóan nyilatkozott, de a hosszabb távon gondolkodó szakértők közül többen is elismerően fogalmaztak. *Benn Steil*, az USA Nemzetközi Kapcsolatok Tanácsának (think tank) külgazdasági igazgatója azt hangsúlyozta, hogy ha most még nem is aktuális a Kína által propagált új pénznem, de Kína javaslata fontos abból a szempontból, hogy valóban idejekorán végig kell gondolni egy új pénzügyi rend körvonalait. „Úgy gondolom, hogy [...] Zsou Hsziao-csuan nyilatkozata logikai és történeti elemzése alapján kifogástalan. Nagyon is üdvözlendő hozzájárulás a vitához” (China Economic Net, 2009; China Daily, 2009. 04. 25.). *Jim O’Neill*, a Goldman Sachs londoni vezető közgazdásza pedig kijelentette, hogy egy ilyen független pénznemmel a dollár szabad árfolyamából adódó rizikó kiiktatható, a globális likviditás jól szabályozható (International Business Times, 2009. 03. 23.). Hasonló idézhető a gazdaságtörténet elmúlt évtizedeiből *Robert Triffin*től, *James Tobin*től, vagy *Paul Volcker*től, a Federal Reserve Board korábbi elnökétől, továbbá pl. *Robert A. Mundell*től, az euró „atyjától”, aki egyenesen lelkes a vi-

lágpénz gondolatától és másoktól is (lásd: Marshall, 2009; Garten, 2008).

Mindennél is figyelemre méltóbb, hogy az ENSZ Közgyűlés elnöke által 2008 októberében kiküldött, a Nobel-díjas *Joseph Stiglitz* vezette szakértői bizottság (négy nappal Zsou nagy vihart felkavaró javaslatának megjelenése előtt közzétett!) jelentése ugyancsak arra a következtetésre jutott, hogy egy globális tartalékvaluta rendszerre (és egy globális gazdasági koordinációs szervezetre) van szükség. A nemzetközi tartalékok képzésére ők az SDR továbbfejlesztését tartják alkalmas megoldásnak (Stiglitz, 2009). Kína víziói nem forradalmiak, a keynesi koncepció alapulnak, de következetesebben, mint ahogy az a Bretton Woods-i rendben annak idején megvalósult. Mivel a jelenlegi nemzetközi rend fenntartása mellett a fejlett kapitalista centrumoknak különbözőek lehetnek a részérdekeik, *elképzeltető egy, a mainál is sürgetőbb helyzet, amelyben létrejön Kína (a fejlődő országok) és mondjuk Európa egyfajta öszszefogása a stabilabb, messzemenően ellenőrzött, jobban regulált nemzetközi pénzügyi rendszer, azon belül egy nemzeti tartalékképzésre alkalmas (elszámolási) világpénz létrehozása érdekében*.

Összefoglalva: Kína a válság után olyan új nemzetközi pénzügyi rendszert tart szükségesnek, amelyben: 1. a fejlődő országok érdekeit jobban figyelembe veszik (pl. súlyuk növelése a pénzügyi intézményekben); 2. fizetési nehézségek áthidalására regionális segélymechanizmusokat hoznak létre; 3. megerősítik a pénzügyi felügyeletet; 4. erősítik a világgazdaság és a pénzügyi rendszer szabályozását; 5. a nemzetközi monetáris rendszer reformja részeként lépéseket tesznek a rezsím diverzifikálása felé; 6. hosszabb távon nemzeti gazdaságtól független tartalékvaluta-rendszert, egyben elszámolási pénzt vezetnek be.

IRODALOM

- Azsia Net: www.aszianet.com/
 Batson, Andrew (2009): China Takes Aim at Dollar. The Wall Street Journal. 24 March. <http://online.wsj.com/article/SB123780272456212885.html>
 Branigan, Tania (2009): China Is Worried About Its US Assets, Says Premier. 13 March. <http://www.guardian.co.uk/world/2009/mar/13/china-us-economy>
 China Daily: www.chinadaily.com/
 China Economic Net (2009): China’s Proposal on Int’l Monetary System Constructive. 02 April. http://www.chinadaily.com.cn/china/g20/2009-04/02/content_7642756.htm
 China Economic Net: <http://en.ce.cn>
 CRI-e – China Radio International: <http://english.cri.cn/>
 CRI-h – China Radio International: <http://hungarian.cri.cn/>
 CNN net: <http://edition.cnn.hu/>
 CNN (2009): *China Backs Alternative to U.S. Dollar*. CNN.com. 25 March. <http://edition.cnn.com/2009/BUSINESS/03/25/china.currency/>
 Dow Jones: www.dowjones.com/
 Dow Jones Deutschland: www.dowjones.de/
 Farkas Péter (2008): A kedvezményezettek kritikái a fejlesztési (ODA) segélypolitikákról. In: Kiss Judit (szerk.): *Milyen legyen Magyarország nemzetközi segélypolitikája?* VKI–MEH, Budapest, 265–304.
 Farkas Péter – Szabó Zsolt (2008): Kína szerepe a nemzetközi pénzügyi rendszerben. In: Inotai András – Juhász Ottó (szerk.): *A változó Kína*. IV. Kína a nemzetközi gazdasági erőterben. MTA–MEH projekt. 187–222.
 Forbes: www.forbes.com/
 Gang, Yi (2008): *Statement by Dr. Yi Gang Deputy Governor of the People’s Bank of China*. IMF International Monetary and Financial Committee. 11 October.
 Garten, Jeffrey E. (2008): We Need a Bank Of the World. The Financial Crisis Is Global, and Only an International Central Bank Can Deal with It. Newsweek. 3 Nov. <http://www.newsweek.com/id/165772>
 Gazdasági Rádió (2009): Ázsia mentőakcióban. május 3. <http://gazdasagiradio.hu/cikk/20379/>
 Hamlin, Kevin (2009): China’s Currency Reserves Rise Least in Eight Years. (Update 2) 11 April. <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601080&sid=aox4QuXXNghM&refer=asia>
 International Business Times: China Promotes Overhaul of Global Monetary System. www.ibtimes.com/articles/20090323/china-promotes-overhaul-global-monetary-system_1.htm
 Keidel, Albert (2008): *The Global Financial Crisis: Lessons for the United States and China*. Carnegie Endowment for International Peace 2008. http://www.carnegieendowment.org/files/China_and_the_Global_Financial_Crisis3.pdf
 Krugman, Paul (2009): China’s Dollar Trap. The New York Times. 2 April. http://www.nytimes.com/2009/04/03/opinion/03krugman.html?_r=1
 Marshall, Andrew Gavin (2009): *The Financial New World Order: Towards a Global Currency and World Government*. The Centre for Research on Globalisation (CRG), Montreal, 6 April. <http://www.globalresearch.ca/index.php?context=va&aid=13070>
 MTI: <http://mti.hu/>
 MTI Menedzsment Fórum: www.mfor.hu/
 Patalon, William III (2008): Foreign Bondholders – and Not the U.S. Mortgage Market – Drove the Fannie/Freddie Bailout. 11 September. <http://www.moneymorning.com/2008/09/11/fnm/>
 Ran, Zhang: China Now 5th Largest Gold Holder (2009): China Economic Net. 25 April. http://www.chinadaily.com.cn/china/2009-04/25/content_7715919.htm
 Stiglitz, Joseph (2009): *Recommendations by the Commission of Experts of the President of the General Assembly on Reforms of the International Monetary and Financial System*. Draft. A/63/XXX Agenda item 48, 19 March. www.un.org/ga/president/63/letters/recommendationExperts200309.pdf
 The Guardian: Who Owns America’s debt? www.guardian.co.uk/news/datablog/2009/mar/13/useconomy-china
 The People’s Bank of China – Statistics: www.pbc.gov.cn/english/diaochatongjijitongjishuju/
 The Wall Street Journal. <http://online.wsj.com>
 U.S. Department of the Treasury: *Major Foreign Holders of Treasury Securities*. www.treas.gov/tic/mfh.txt
 Yahoo News: <http://news.yahoo.com/>
 Zhou Xiaochuan (2009): *Reform the International Monetary System*. The People Bank of China. 23 March. www.pbc.gov.cn/english/detail.asp?col=6500&ID=178

Tanulmány

ESZMÉK ÉS ESZKÖZÖK a 23. Nemzetközi Tudomány- és Technikatörténeti Kongresszus tanulságai (Budapest, 2009. július 28.–augusztus 2.)

Az International Union for the History and Philosophy of Science/Division on the History of Science and Technology (IUHPS – Nemzetközi Tudománytörténeti és Filozófiai Unió/Tudomány- és Technikatörténeti Divízió) 1928-ban alakult, és békeidőben négyévenként tartja világkongresszusát. A 22. kongresszus alkalmával tartott közgyűlésen 2005-ben, Pekingben szavazták meg, hogy a következő kongresszus 2009-ben, Budapesten legyen.

Ezzel a döntéssel a nemzetközi tudós közösség négy évtized lelkes tudomány- és technikatörténeti, tudományfilozófiai és technikai fejlődésemelő munkáját és nemzetközi hálózatépítő törekvéseit ismerte el. Magyarországon a tudomány- és technikatörténet félig elismert diszciplína. Bizonyos szempontból önálló, más szempontból a történet-tudományok közé sorolják. A hazai kutatók nemzetközi elismertsége azonban jelentős. Ezért is volt a kongresszus iránt hatalmas az érdeklődés. A 21. században a diszciplína hazai fejlődése szempontjából rendkívül fontos nemzetközi elismertséget és kapcsolatrendszert még az 1970-es években néhai Prof. Dr.

Szabadváry Ferenc akadémikus munkássága alapozta meg, aki féltékenység nélkül nyitotta meg az általa kitaposott ösvényeket az akkori fiatalok előtt. Ezért ajánlották a szervezők a kongresszust az ő emlékének.

A kongresszus témája az *Eszmék és eszközök társadalmi összefüggéseikben* (*Ideas and instruments in social context*) volt. Ez a nagyon széles téma tette lehetővé – egyebek mellett, – hogy a Föld 61 országából 1246 kutató érezze a kongresszust megfelelő helyszínnek eredményei bemutatására. Az előadások felölelték a tudomány- és technikatörténet egészét az ókortól a közeljövőig a világ minden pontján. Az öt kontinensről érkezett résztvevők száma meghaladta az 1400-at. Ezzel a budapesti kongresszus az eddig megrendezett huszonhárom közül a legnagyobb volt. A jó témaválasztáson kívül a szakma kiváló művelői közül felkért és összeállt helyi szervezőbizottság gondos, lelkes és lendületes munkája alapozta meg a nagyszámú jelentkezést.¹

¹Másfél év áldozatos, önkéntes munkáját köszöni itt meg a tudományos szervezőbizottságnak annak elnöke Vámos Éva és társelnöke, Hencsey Gusztáv. A bizottság tagjai voltak: Bartha Lajos, Darvas György, Karl Hall,

A kongresszus munkája az alábbi szervezeti formákban zajlott:

A megnyitó után, a középső és az utolsó napon *plenáris előadások* hangzottak el. A megnyitó plenáris előadásait az év kiemelt témái, a Darwin-évforduló és a csillagászat éve, valamint a vendéglátó ország tudományos eredményei határozták meg. James Moore *Darwin szent ügye* című előadásában bizonyította, hogy Darwin eszméi hathatós érvék voltak a rabszolgaság eltörléséért folytatott harcban, és hogy az alkotó ezt maga is így szánta. Paolo Brenni Olaszországból *A csillagászat fáradságos anyagi öröksége* cím alatt arról szólt, milyen nehézségekkel találják magukat szembe a múzeumok, amikor a 19. század ránk hagyott nagyméretű csillagászati épületeit és eszközeit próbálják az utókornak megmenteni és a jelenben fenntartani. A magyar tudós közösség és a nagyvilág kapcsolatairól Hargittai István akadémikus szólt *Magyarországról a világban: a tudomány „marslakói...”* című előadásában. A hatvanegy országból jött közönség érdeklődéssel fogadta annak bemutatását, mit tettek a magyar emigráns tudósok az Amerikai Egyesült Államokban a szabad világ és a demokrácia védelmében a második világháború idején.

A középső plenáris sorozat a korunkra is hatással lévő tudománytörténeti jelenségekkel foglalkozott. Ekmeleddin Ihsanoglu az iszlám és a modern tudományok kapcsolatát elemezte, és bizonyította, hogy az iszlám a tudományok fejlődésének jó környezetet tud teremteni. Soňa Štrabaňová és Antonín Kost-

Hronszky Imre, Kampsy György, Kapronczay Károly, Kázmér Miklós, Kiss Olga, Kovács László, Kutrovác Gábor, Láng Benedek, Munkácsy Katalin, Németh József, Pál Viktor, Palasik Mária, Palló Gábor, Ropoly László, Szegedi Péter, Varga Benedek, Zemplén Gábor.

lán *Tudósok száműzetésben – a totalitárius uralmak jelensége. A cseh szlovák eset* című előadásukban egy átfogó nemzeti projektet ismertettek, mellyel négyezernél is több emigráns tudós és mérnök munkásságát tárták fel. Robert Halleux *a technológiatranszfer a modern Európában* kérdéskört főleg a korai európai bányászat példáján mutatta be.

A plenáris előadások az utolsó napon egy csillagászati téma mellett a nők tudományban betöltött szerepével foglalkoztak. Ez utóbbi kiemelt témája volt a kongresszusnak. Alexander Jones az antiküthérai szerkezet jelentőségéről szólt a görög csillagászatban. A műszer bizonyos fokig jelképe is volt a kongresszusnak, s másolatban ki is állították a regisztrációs pult mellett. Margaret Rossiter bemutatta a *Nők a tudományban az Egyesült Államokban* című sorozatának készülő harmadik kötetét, mely a témát 1974-től tárgyalja, s ugyanolyan alaplú lesz, mint a előző két kötet. Annette Vogt *Nők a tudományban Európában: Sonja Kowalewskajától Dorothy Hodgkinig* című anyaga méltó módon zárta a kongresszust.

A *szimpóziumok* olyan önszerveződő egységei ezeknek a kongresszusoknak, melyek témáját két különböző országból való tudós dolgozza ki, és a nemzetközi programbizottság hagyja jóvá. Az ICHST (International Congress of the History of Science and Technology – Nemzetközi Tudomány- és Technikatörténeti Kongresszus) szervezeti rendje szerint ilyen szimpóziumot az IUHPS nemzetközi bizottságai is szervezhetnek. A kongresszusra 94 szimpóziumtémát fogadtak el a szervezők. A szimpóziumok keretében összesen 686 előadás hangzott el 26 teremben párhuzamosan. Az előadókat a szimpóziumok szervezői hívták meg.

A legnagyobb szimpózium-sorozatot a technikatörténészek szervezték (ICOHTEC,

44 előadás). A kongresszus témájából adódóan kiemelkedő szimpózium és nagy szekció foglalkozott a *műszertörténettel*. Két szimpózium és egy szekció foglalkozott a *nőkkel a tudományban és a társadalmi nemek szerepével*. Önmagában is konferenciának beillő szimpóziumot rendeztek a *Technikai fejlődés, környezet és kockázat* témában. A legtöbb szimpózium az év kiemelt témájával, Darwin elméletének fogadtatásával foglalkozott.

A helyi szervezőbizottság feladata ezeken a kongresszusokon az olyan szekciótémák meghirdetése, melyekre a kutatók meghívás nélkül jelentkezhetnek. Ötven ilyen téma volt, s ezek az ókortól napjainkig ölelték fel a tudomány- és technikatörténet minden ágát. Szekcióelőadásokat 560-an tartottak.

A kongresszus részét képezte a rendező szervezet, az IUHPS/DHST két közgyűlése, ahol a résztvevők országonként szavaztak gazdasági és szervezeti ügyekről. Tisztújítás volt, és döntöttek arról, hogy a következő, a 2013-as kongresszus színhelye Manchester lesz.

A kongresszus ideje alatt zajlottak az Unió tizenhárom nemzetközi bizottságának tisztújító közgyűlései, baráti találkozói, fogadásai, az általuk rendezett koncertek, színházi előadások, filmvetítések.

A kongresszus egyik eseményeként a Nemzetközi Tudománytörténeti Akadémia tartotta esedékes ülését és előadását. Ez a szervezet az Unió megalapítója, és azóta is vele párhuzamosan és támogatóként működik.

A kongresszus középső napjának délelőttjén a közgyűlési küldöttek kivételével a részt-

vevők Budapesten és környékén szakmai látogatásokat tettek tizenegy intézményben.²

Kiemelkedően jól sikerült része volt a kongresszusnak a világ tizenöt tudomány- és technikatörténeti szakkönyvkiadójának könyvkiállítása.

A kongresszus után a hozzá csatlakozó két „szatelitrendezvényre” került sor. Az egyik, a Nemzetközi Szimmetriafesztivál Budapesten; a másik, a 7. Nemzetközi Kémiatörténeti Konferencia Sopronban zajlott. Mindkettőnek egyenként több mint nyolcvan résztvevője volt.

A kongresszus kiemelkedő szakmai színvonalához, remek hálózatépítési (networking) eredményeihez a kellemes és hatékony környezetet a jól kiválasztott szervezőcsoport, a SCOPE Kft. – Hencsey Gusztáv igazgató, Kindl Mariann helyi szervező és Richter Viktor programszerkesztő – biztosították.

A kongresszusnak a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem központi épülete adott otthont. Nagyon sikeres volt, és jó szolgálatot tett a MOLCOMP Kft. számítógépes konferenciaszervező rendszere.

Ezúton köszönik a rendezők a Műszaki és Természettudományos Egyesületek Szövetsége és annak Tudomány- és Technikatörténeti Bizottsága részéről a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal támogatását, mely lehetővé tette a programok színvonalas lebonyolítását, a maradandó és színvonalas kiadványok megjelentetését. A szervezők itt fejezik ki hálájukat a Magyar Tudományos Akadémia Tudomány- és Technikatörténeti Komp-

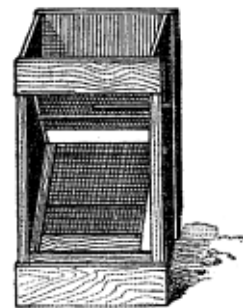
lex Bizottságának a szakmai segítségért és az UNESCO Magyar Nemzeti Bizottságnak a szakmai és anyagi segítségért, mellyel lehetővé tették kutatók részvételének támogatását.

Amint a kongresszus idején megtartott huszonegy bizottsági közgyűlés, illetve különleges értekezlet is bizonyítja, legalább ötven új, illetve továbbvitt európai és világszintű együttműködés tekinthető a kongresszus eredményének. A Magyar Tudományos Akadémia részéről a kongresszust Csépe Valéria főtitkárhelyettes üdvözölte és Kroó Norbert alelnök zárta be. A kongresszus egyik fő erénye a remek hálózatépítési lehetőség volt. A résztvevők, ebben a szakmában eddig nem látott mértékben töltötték az időt háló-

zatépítéssel, kutatási projektek kidolgozásával és összehangolásával. Mindez nagyban hozzájárult a hazai tudomány- és technikatörténeti kutatások megismertetéséhez és nemzetközi tekintélyének öregbítéséhez.

Amennyiben sikerült felkelteni az olvasó figyelmét a 23. Nemzetközi Tudomány-és Technikatörténeti Kongresszus iránt, kérjük látogasson el a Kongresszus honlapjára: www.conferences.hu/ichsto9. Ott 2013 végéig megtalálni a teljes programot, az előadás-kivonatokat és a hangulatot megörökítő fényképgalériát.

Vámos Éva
a helyi szervezőbizottság elnöke



² Itt köszönik meg a szervezők a szíves fogadtatást a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum (MMKM) Központi Épületében, az MMKM Tanulmánytárában, az MMKM Öntödei Múzeumában, az MMKM Elektrotechnikai Múzeumában; a Magyar Természettudományi Múzeumban, a Magyar Földrajzi Múze-

umban, a Magyar Földtani Múzeumban, a Magyar Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Múzeumban, a Semmelweis Orvostörténeti Múzeum Könyvtár és Levéltárában, a Magyar Kereskedelmi és Vendéglátóipari Múzeumban.

TUDOMÁNYOS NACIONALIZMUS: A TERMÉSZET TÖRTÉNETI MEGKÖZELÍTÉSE A 19. SZÁZAD MAGYARORSZÁGÁN*

Palló Gábor

az MTA doktora, tudományos tanácsadó,
MTA Kutatásszervezési Intézet
gabor.pallo@ella.hu

Az alábbiakban a 'tudományos nacionalizmus' kifejezést két értelemben használom: a tudományon belül jelentkező nacionalizmus értelmében, illetve a tudományon alapuló nacionalizmus értelmében, azaz amikor a tudományt direkt politikai célokra használják, érvrendszerként a nacionalista ideológia vagy politika igazolására. Ebben az esetben persze nem a tudomány, hanem a politika nacionalista. Az első értelem azonban arra utal, hogy maga a tudomány sem marad mindig semleges. Bőségesen található a tudományon belül is nacionalista vonások, mégpedig nem csupán a tudomány intézményi működésében, hanem kognitív tartalmában is. Ez utóbbit, a tudomány tartalmában, mondanivalójában kimutatható nacionalizmust nevezem 'episztémikus nacionalizmusnak', megkülönböztetésül a politikai, intézményi, kulturális vagy érzelmi nacionalizmustól, melyek persze a tudomány berkeiben éppúgy kimutathatóak,

mint a társadalom más mozgalmában, rendszerében, gondolkodásmódjaiban. ('Tudományon' ebben az összefüggésben a természettudományokat értem: fizikát, kémiát, biológiát mint gondolati és társadalmi rendszereket.)

Írásom a 19. századi magyar tudományra összpontosít. Fő állítása, hogy 'episztémikus nacionalizmus' bizony létezhet, azaz megjelenhet a nacionalizmus a tudomány intellektuális tartalmában is, kiváltképp a természetrajzban, illetve a természetrajzi megközelítésben, mely domináns vonása volt a magyarországi természettudománynak egészen az első világháborúig. Ha pedig ez igaz, akkor a magyar tudomány legalább eddig alapvetően nacionalista volt.

Nacionalizmus a tudományban

Ernest Gellner sokszor idézett meghatározása szerint „a nacionalizmus lényegében politikai alapelv, amely azt tartja, hogy a politikai és a nemzeti alapegységnek kongruensnek kell lennie.” (Gellner, 1996, 1.) Azaz valamely nemzet tagjainak egyetlen állam határai között kell élnie, illetve egy állam határain belül egyetlen nemzet tagjainak kell élniük. Ennek megfelelően, folytatja Gellner, a nacionalista princípium akkor sérül, ha 1. valamely állam

nem foglalja magában a nemzet összes tagját; 2. ha az adott nemzet minden tagját magában foglalja, de rajtuk kívül más nemzet tagjait is; és 3. ha az állam nem fogja át a nemzet minden tagját, de élnek az államon belül más nemzet tagjai is. Gellner hozzáteszi, hogy a nacionalista érzület kiváltképpen érzékeny arra a helyzetre, amikor „a politikai alapegység kormányzói más nemzethez tartoznak, mint az általuk kormányzott többség.” (Gellner, 1996, 1.)

A 19. századi magyar politikai helyzetet könnyedén elhelyezhetjük Gellner sémájában. A nacionalista princípium Gellner második pontja szerinti sérülést szenvedett: Magyarországon nem csupán magyarok éltek, hanem nagyszámú nemzeti kisebbség is, ráadásul a főhatalom más nemzet tagjainak kezében volt, a Habsburgokéban, akik nem Magyarországon éltek. Gellnernek igaza van: a nemzeti érzületet csakugyan mélyen érintette ez a helyzet. A nacionalista érzület hosszú, hosszú időre az egész magyar magaskultúra legfőbb jellemzőjévé vált. Közvetve vagy közvetlenül szinte minden művet vagy műfajt átítatott, költészetet, irodalmat, zenét, színházat, festészetet.

A magyar nacionalizmus a körülményeknek megfelelően két arcot mutatott. Egyfelől, a magyarok változó intenzitású és formájú, de szűnni nem akaró küzdelmet vívtak idegen kormányzóik, a Habsburgok ellen; ezt a küzdelmet hősiesség érzelmek kísérték, és hősiesség fogalmakkal írták le. Másfelől, a magyarok kormányozták a határainkon belül élő nemzeti kisebbségeket, melyeket többé-kevésbé lenéztek. Magasabb rendűnek tartották magukat a nemzeti kisebbségeknél, magukhoz akarták asszimilálni a nemzetiségeket. Ennek megfelelően a magyar magaskultúrában a nemzeti kisebbségek képviselőit gyakran ab-

rázolták ironikus, leereszkedő hangnemben, ha nem cinikusan vagy éppen ellenségesen.

Itt azonban politikai alapelvnek tekintjük a nacionalizmust, racionálisan kezelhető princípiumnak, nem szubjektív érzésnek, nagyobb rétegek érzületének. De még ebben az esetben is nehézséget okoz, hogy a tudományt többnyire ismeretrendszernek tekintjük, mely univerzális törvényeket keres, állításainak igazságát – legalábbis a mertoni elvek szerint – univerzális normák alapján bíráljuk el, nem pedig aszerint, hogy a tudós milyen társadalmi osztályhoz, valláshoz, nemhez vagy éppen nemzethez tartozik, és akkor nem is említettük a tudományos ismereteket. (Merton, 1973) Fölvetődik tehát a kérdés: egyáltalában lehet-e a tudománynak kapcsolata a nacionalizmussal.

Gellner nacionalizmus tipológiája három tényező ilyen vagy olyan kombinációján alapszik: 1. a politikai közösségen belül működő központi hatalom jellege, 2. a közösségen belül zajló szervezett nevelés, végül 3. a közösség tagjai által elismert közös kultúra (alapvetően magaskultúra). Ennek alapján nyolc típust különböztet meg, köztük külön típusként a Habsburg-nacionalizmust (Gellner, 1996, 88–89.), ahogy John Plamenatz is külön kategóriának tekinti az általa keleti típusú nacionalizmusnak nevezett fajtát (Plamenatz, 1976). Akárhogy is, a tudomány mint társadalmi entitás Gellner mindhárom tényezőjével meghatározó jelentőségű kapcsolatban áll, és ha nem is merülünk el a speciális nacionalizmus-típusok elemzésében, ésszerűnek tűnik olyan nacionalista vonások után kutatni a magyar tudományban, mint amilyenek után akkor kutatnánk, ha a magaskultúra más területeit vizsgálnánk, például a zenét, irodalmat vagy táncművészetet. Feltéve persze, hogy a mertoni normák ellenére egyálta-

* A 2009 júliusában Budapesten tartott tudománytörténeti világkongresszus (23rd International Congress on the History of Science and Technology) egyik szekciójában *Science and Political Context* címmel az Osztrák–Magyar Monarchia tudományos gondolkodásának stílusait vizsgálták. Az írás az itt elhangzott előadás publikálásra szánt szövegének fordítása.

lán értelmes vállalkozásnak tartjuk az efféle kutatást.

A nacionalizmust tehát politikai princípiumnak tekintjük, a nacionalista tudományt ebből következően politikai aktornak, mely hatékonyan képes szolgálni egy politikai célt: a homogén nemzet megkonstruálását.

Tudományon alapuló nacionalizmus

A magyar nacionalizmus mindkét oldala, azaz mind az idegen kormányzók, mind pedig a nemzeti kisebbségek felé forduló oldala, különféle ideológiákra támaszkodott, hogy legitimálja erőfeszítéseit a homogén nemzet megkonstruálására. Azt, hogy a tudomány milyen alkalmas eszköznek bizonyulhatott, jól mutatja a darwinizmus gyorsan növekvő népszerűsége az 1860-as évek Magyarországon. Darwin fő műve, *A fajok eredete* 1859 végén jelent meg Angliában, néhány hónappal később már magyar ismertetést is közöltek róla egy folyóiratban. A szerző Jánosi Ferenc katonatiszt volt, újságíró, igazságügy-minisztériumi titkár, aki jogot tanult, teológiát és kémiát. A darwinizmust ismertető első magyar könyv (1864-ben jelent meg) szerzője Rónay Jácint katolikus pap, aki a forradalomban és a szabadságharcban játszott aktivitása következtében menekülésre kényszerült. 1850-ben Angliába távozott, és tizenhét év múlva tért haza. Ő sem volt tehát a természetrajz szakembere, ahogy Greguss Ágost, az esztétika professzora sem, aki 1863-ban tartott előadásában elsőnek bírálta az Akadémián a darwinizmust. A darwinizmus népszerűbbnek tűnt a közértelmiségiek,¹ majd a politi-

¹ Jobb híján 'közértelmiséginek' neveztem azt a csoportot, melyet angolul 'public intellectual'-nak szokás hívni. Azokat az értelmiségieket hívják így, akik rendszeresen hallatják hangjukat a széles közönséget foglalkoztató vagy érintő ügyekben.

kusok és szociológusok között, mint a természetrajz szakemberei között.²

Két tényező játszik lényeges szerepet a gyors recepció kialakulásában. Az egyik tényező elméleti, mégpedig előbb a hegeli filozófia jelentős szerepe a század elején, mely a fejlődésgondolatot a gondolkodás lényeges elemei közé emelte, majd a hegelianizmus népszerűségének csökkenése, vele párhuzamosan a pozitívizmus növekvő befolyása az 1850-es évektől kezdve. A pozitívizmus iránti érdeklődés fokozódása összekapcsolódott a tudományok egyre nagyobb megbecsülésével a nemtudományos körökben is. A másik tényező éppen a politikai, ideológiai és emocionális nacionalizmus növekedése, mely új érveket, új fogalmi készletet kapott a széles körben megismert darwinizmustól, kivált Herbert Spencer darwinizmusra építő pozitívista filozófiájától.

A darwinizmus tudományos fogalmakat nyújtott tehát annak igazolására, hogy a magyar nemzet fölényében van nemzeti kisebbségeivel, a szlovákokkal, románokkal vagy a ruténokkal szemben, melyeket a létért folyó harcban a magyaroknál kevésbé sikeres fajoknak tekintettek. Számos politikai szerző támaszkodott ilyen érvelésre. Például Beksics Gusztáv publicista, alkotmányjogász, országgyűlési képviselő, az asszimilációs politikát támogatta, a nemzetiségek asszimilálását, szemben autonómiájuk kiszélesítéséért folytatott harcuk elősegítésével. Beksics szerint a magyar faj a nemzeti kisebbségek fölött áll, mert a magyar faj nem tiszta, hanem több faj keveréke, nem úgy, mint a nemzeti kisebbségeket alkotó fajok, például a románok. A magyarok fölényének növelése céljából fon-

² Darwin magyarországi recepciójára vonatkozó adatok és hivatkozások korábbi tanulmányomban találhatóak (Palló, 2009).

tos, hogy keveredjenek a kevésbé fejlett fajokkal, mert így még inkább megerősödik a magyar faj, miközben persze a gyenge kisebbségeket alkotó fajok fokozatosan eltűnnek. Beksics szerint a Kárpát-medencében élő összes faj érdeke, hogy a magyar fajhoz asszimilálódjon (Beksics, 1895, 1896). Ez a fajta logika csaknem automatikusan vezetett a 20. század elején kibontakozott eugenikai mozgalomhoz Magyarországon.

A biológiai érvelés Magyarországon éppúgy elterjedt az Osztrák–Magyar Monarchia időszakában, mint a kor számos más európai országában. A tudomány a nemzeti érzelmek és a nacionalista politikák intellektuális alapjául szolgált egy olyan országban, ahol a magyar és nem magyar népesség közötti viszony a politika alapvető ügye volt (Turda, 2004.).

A tudomány intézményi nacionalizmusa

Jóllehet a tudományt nemzetközi, transznacionális, kozmopolita vagy éppen univerzális vállalkozásnak szokás tekinteni, alapvető szervezete jobbra nemzeti keretekben működik, mióta nemzetállamok léteznek. A társadalmi entitásnak tekintett tudományt akkor tekinthetjük nacionalistának nemepisztémikus értelemben, ha az állam tudományos intézményeit deklarálta csupán azért működteti, hogy saját céljait szolgálja akár az általa kormányzott nemzet magaskultúrájának kiszolgálásával, akár a nemzet gazdasági, technológiai fejlesztésének elősegítésével.

Magyarországon is alapítottak különféle tudományos intézményeket, melyek elősegítették a harcot az ellen, hogy a Habsburgok megsértsék a nacionalista alapvetet. A Magyar Tudományos Akadémia példája jól illusztrálja ezt a jelenséget.

A magyar tudós társaság létrehozását 1825-ben határozta el az országgyűlés Széchenyi

István kezdeményezésére, aki elköteleződött a modernizált Magyarország konstrukciója mellett. Jóllehet a tudós társaságot magánadományokból kívánták létrehozni, a törvény előírta, hogy az alapításhoz szükség van a Habsburg császár jóváhagyására, aki egyszerűen magyar király is volt.³ A Magyar Tudományos Akadémia egész története során tudós társaság (learned society) maradt. Holott, a téma reprezentatív művének szerzője, a történész James McClellan szerint tudós társaságokat tipikusan sokkal korábban, a 18. század folyamán hoztak létre, míg a 19. században már specializált tudományos társaságokat alapítottak, amilyen például az 1807-ben Londonban életre hívott Geológiai Társaság, melynek célja, hogy a kifejezetten geológiával foglalkozó szakemberek számára biztosítson fórumot, akiket kevésbé érdekeltnek a szép versek vagy, mondjuk, a nyelvészet késhegyre menő vitái. Ezzel szemben a tudós társaság (learned society), amilyen például a 17. században létrejött Académie française, nagyon eltérő témaköröket fedett le, nyelvtudományt, filozófiát, irodalmat, képzőművészetet, történelmet, orvoslást, mezőgazdaságot, gazdaságtudományt és persze a tudományt. A Royal Societyhez hasonlóan társadalmi és kulturális intézmény volt ez a társaság, mely reprezentálta a fennálló uralom, az *ancien régime* hatalmát, hatalmasságát. (McClellan, 1985, 3.)

A Magyar Tudományos Akadémia mellett több nemzeti jellegű intézmény jött létre a reformkor idején, például a Nemzeti Múzeum (1802) vagy a Nemzeti Színház (1837). A nyugat-európai országok hasonló intézményei, például a Louvre vagy a Royal Society,

³ Az MTA keletkezéstörténetét lásd R. Várkonyi, 1975, 9–28.

az állam központi hatalmának reprezentációját szolgálták, melyet olykor, például Napóleon esetén egyetlen személy testesített meg. Ezzel szemben Magyarországon ezek a nemzeti intézmények éppenséggel a központi hatalom (ti. a Habsburg-ház) elleni lázadást reprezentálták. Gellner nacionalista alapelveivel teljes összhangban, ezek az intézmények nálunk a nemzeten kívülről történő kormányzást opponálták, hangsúlyozva a nemzeti homogenitás szükségességét.

Egyetértve Eric Hobsbawm általános érvelésével, Magyarországon is az egyik legfontosabb harci terepnek bizonyult a magyar nyelv használata a magaskultúrában (Hobsbawm, 1997). Statútumai két célt tűztek az Akadémia elé: a magyar nyelv művelését és a tudomány népszerűsítését, valamint művelését. Hat osztályba szerveződött a munka: nyelvészeti, filozófiai, történeti, matematikai, jogi és természettudományi osztályba. Az osztályszerkezet már önmagában mutatta az intézmény tudós társaság (learned society) jellegét. Eredeti szándékai szerint teljes tevékenységét, mely 1831-ben kezdődött, magyar nyelven végezte.

A magyar tudományos nyelv azonban még a megkonstruálás időszakát élte, annak a nyelvújítási mozgalomnak egyik ágaként, amely a magyar nyelvet a magaskultúra céljaira is alkalmassá kívánta tenni. A kémia például megpróbálta az összes idegen kifejezést újonnan konstruált magyarra cserélni, miközben a konstruálás szabályai szerzőnként változtak. Még az olyan közönséges nemzetközi kifejezések, mint 'oxigén' vagy 'reakció' is magyar nevet kaptak, és akkor még nem beszéltünk a komplikáltabb vegyületek neveiről. Az Akadémia a helyes tudományos nyelv körüli vitáktól volt hangos szinte az egész 19. század folyamán. A kémikusok közössége a

század vége felé jutott arra a kompromisszumra, amely szerint bizonyos idegen kifejezések, például 'oxigén', 'oxid' vagy 'reakció' megmaradhat, és keverhető sajátos magyar szavakkal, például 'szén', 'vegyület' stb.

A magyar nyelv ügye fontos szerepet játszott a nacionalista harcokban. Egyetemen magyar nyelvű kémiai előadást (hogy a példánál maradjunk) az 1848-as forradalom időszakában tartottak először. Nendtvich Károly volt az előadó, az Akadémia tagja, a Polytechnikum tanára. A Polytechnikum 1871-ben egyetemi rangot kapott, és az akkoriban meghalt Habsburg főhercegről, nádorról, nevezték el József Műegyetemnek. Nendtvich eredetileg orvosnak tanult, később természettudományokkal foglalkozott, botanizált, a reformkor kultúráját és politikáját alakító csoport tagja, tele hazafias szenvedéllyel. Az 1848–49-es forradalom és szabadságharc leverése után a tanítási nyelv ismét német lett egészen 1860-ig, amikor újra engedélyezték a magyar nyelv használatát. Nendtvich Károly is elveszítette állását, ám viszonylag hamar visszatérhetett az egyetemre, alacsonyabb beosztásban. Nagy utazásokat tett külföldön, még az Egyesült Államokban is járt, és útikönyvet írt róla. Fontos és sikeres kémiai tankönyveket írt. Végül visszanyerte professzori állását, sőt a Műegyetem rektori tisztségét is betöltötte. Idős korában részt vett a korai antiszemita mozgalmakban, könyvet írt a zsidókérdésről.⁴

Episztémikus nacionalizmus

Amikor azt vizsgáljuk, miként működik a nacionalista alapelv a tudomány intézményeiben, ideértve a nyelvet is, a tudományt szociológiai entitásnak tekintjük, figyelmen kívül

⁴ Nem készült terjedelmesebb életrajz Nendtvich Károlyról, de néhány könyvben felbukkan a neve. Lásd pl. Szabadváry – Szökefalvi-Nagy, 1972, 201–203.

hagyva, hogy a tudomány alapvető funkciója mégiscsak ismeretek előállítására. Alapkérdés tehát, hogy maga a termék, a tudományos ismeret, lehet-e nacionalista a nacionalista alapelv értelmében. Más szavakkal: képes-e a tudományos ismeret elősegíteni a homogén nemzet létrehozásának célját, ahelyett, hogy összeméretelt célokat szolgálna, ahogy az univerzalizmus normája megkövetelné.

A magyar tudományban meghatározó jelentőségű irányzatként volt jelen a természettudományi szemlélet egészen az 1920-as évekig, nem mintha alternatívája, az univerzalizmus természetfilozófiai megközelítés teljes mértékben hiányzott volna. Természetfilozófián ebben az összefüggésben nem a német romantika Naturphilosophie-je értendő, hanem az arisztotelészi hagyomány, mely a jelenségeket első elvekből kívánja megmagyarázni evidenciák és logikai eszközök segítségével. A tudománytörténeti és tudományfilozófiai irodalom főleg ezt a hagyományt, illetve ennek kiemelkedő példáit elemzi, Kepler, Galilei, Newton, Maxwell, Einstein és társaik esetét, életművét. Az elméletekhez vonzó történeti szakirodalom kevesebb figyelmet szentelt a természettudományi szemléletnek, ámbr Michel Foucault filozófiájában és az evolúcióval foglalkozó hatalmasra növekedett szakirodalomban növekvő érdeklődés figyelhető meg a természettudomány története iránt (Foucault, 2000).⁵ A természettudomány nem törekszik demonstratív igazságok felmutatására, inkább leírja a természetet, tárgyakat gyűjt, növényeket, állatokat, ásványokat, ezeket képeken ábrázolja, feltérképezi lelőhelyüket, katalogizálja őket,

⁵ A természettudomány latin megfelelője: 'historia naturalis', angolul: 'natural history'. Ennek ellenére magyarra természettudomány, nem természettörténetnek szokás fordítani, hogy megkülönböztessük a természet múltjával (például földtörténet) foglalkozó tudományterület

rendszereket hoz létre a tárgyak elrendezésére, és a rendszerekről némelykor azt gondolja, hogy Isten adta őket, némelykor, hogy a természet, némelykor pedig, hogy csupán az ember praktikus gondolkodása.

Kevés kivételtől eltekintve külön világban élnek a természetfilozófiai és a természettudományi megközelítés történetét kutatók: valaki vagy a természettudományi megközelítés történetét kutatja, vagy a természetfilozófiát, és csak ritkán mindkettőt. A kivételek közé tartozik a Harvard Egyetem fizikatörténésze, Peter Galison, aki a két hagyomány összefüggését tanulmányozza. Galison szerint „a tudományon belül hasadás volt a fizikai világ absztrakt, redukcionista megközelítése és természettudományi megközelítése között, amit Goethetől Maxweillig a szerzők morfológiai tudományoknak neveztek.” Galison hozzáfűzi, hogy az absztrakt tudomány egyoldalúságával szemben talánunk egy másik kutatási ideált, melyet a morfológiai tudományok testesítenek meg.” (Galison, 1997, 75.) Galison észrevette, hogy szoros kapcsolat alakult ki a természettudomány és a művészet között: „festők és költők próbáltak megragadni olyan jelenségeket, mint a vihar ereje, az erdők, sziklák és vízesések hatalmasága. A művészek és tudósok felfigyeltek arra a feszültségre, mely a természetfilozófusok által felkínált racionalizáló, törvényeken alapuló természetkép és a korszakok művészei által nyújtott redukálhatatlan, gyakran spirituális természeti aspektusok között keletkezett.” (Galison, 1997, 75.)

A magyar kutatók nemigen törekedtek arra, hogy új rendszert alkossanak kedvelt

letektől. Az ezzel foglalkozó szakembereket természetbúvár és hasonló kifejezésekkel fordítjuk 'naturalista' helyett, holott az angol 'naturalist'-nek utóbbi jobban megfelelne, ámde ez utóbbival többnyire bizonyos művészeti és szellemi irányzatokat illetnek leírást.

morfológiai tudományukban, amilyen például a botanika és a zoológia, sőt arra sem, hogy saját nézeteket alkossanak olyan ügyekről, mint hogy az általuk tanulmányozott fajok állandóak-e vagy átalakulnak. Ehelyett inkább gyűjtötték, leírták, elnevezték és ábrázolták a Magyarországon fellelhető növényeket vagy állatokat. Kitaibel Pál, Frivaldszky Imre és a többiek büszkéek voltak gyűjteményükre. Ugyanez mondható a magyar geológusokról, geográfusokról és mineralógusokról. A természetrajzi szemlélet eredményezte, hogy a kémia területén a 19. században és még a 20. század elején is az analitika uralkodott, háttérbe szorítva az akkori kémia frontális területét, a szerves kémiát, és az éppen kialakuló, ígéretes fizikai kémiát. Az ásványok és főként ásványvizek, illetve mezőgazdasági termékek ragadták meg az olyan professzorok érdeklődését is, mint Nendtvich Károly, aki a természetbúvárokra jellemzően botanizált, és a különféle magyarországi szeneket elemezte. Than Károly, Lengyel Béla és Ilosvay Lajos, a 19. század végének emblemikus kémikusai mind kiváló analitikusok voltak. A kémia tehát a biológiához hasonló irányultságot mutatott: természetrajzi szemléletet. Ráadásul az említett tudósok közül többen vonzódtak a festészethez, rajzoláshoz vagy költészethez, példázva Galison imént idézett jellemzését.

A korszak episztémikus nacionalizmusa a tudósok kutatási témaválasztásában rejlett: többnyire Magyarországról és nem a nagyvilágról akartak leírást adni, és többnyire nem univerzális természeti törvényeket kerestek, hanem a helyi viszonyokra vonatkozó ismereteket gyűjtöttek.

A magyar tudomány jellemzése kiterjeszhető a fizikára is, az univerzalisztikus igénnyel fellépő természetfilozófia modern megtestesítőjére. Eötvös Loránd, aki vitán felül a

korszak vezető magyar fizikusának számított, szintén kitűnő rajzoló volt. Verseket is írt, és szenvedélyes fotográfussá is vált. A természetbúvárokra jellemző ízlése és szokásai Eötvöst egyáltalán nem akadályozták a fizika művelésében. 1890 után alapvető publikációi jelentek meg a gravitációról, a newtoni mechanika egyik központi témájáról. Kifejlesztette különlegesen érzékeny torziós ingáját, melyvel minden korábbi módszert messze meghaladó pontossággal tudta tanulmányozni a gravitációt. Ezzel az eszközzel hihetetlen precizitással mérte ki a tehetetlen és súlyos tömeg ekvivalenciáját, a newtoni és einsteini fizika egyik alapvető posztulátumát.⁶ Fizikai állítás aligha lehet ennél univerzálisabb: érvényességét a fizika térbeli és időbeli megszorítás nélkül állítja. A tehetetlen és súlyos tömeg ekvivalenciája mind a newtoni, mind az einsteini fizika szerint fennáll az egész univerzumban, minden bolygón, minden országban, nem függ a politikától, lokalitástól, a nemzetek függetlenségétől vallástól vagy más társadalmi, kulturális tényezőktől.

Eötvös célja azonban nem csupán az volt, hogy elvégezzen egy különlegesen pontos mérést, mely megerősíthet valamely jól ismert és általánosan elfogadott törvényt. Műszere annyira érzékeny volt a gravitáció egész csekély változásaira, hogy alkalmasnak bizonyult a föld felszíne alatti geológiai rétegek vizsgálatára is, illetve a rétegek által okozott kicsiny gravitációs változások kimutatására. Azaz a torziós inga segítségével ki lehetett terjeszteni a természetrajzi leírást és feltérképezést a természet szabad szemmel nem lát-

⁶ Mérések hosszú sorozata indult (Eötvös, 1890), egyre javuló technikával, amint Eötvös és asszisztensei is beszámoltak róla (nem számítva a kiterjedt másodlagos irodalmat) az Eötvös halála után megjelent tanulmányban: Eötvös et al., 1922.

ható részére, hasonlóan a mikroszkóphoz vagy a távcsőhöz.

Eötvös Loránd, akkor a Magyar Tudományos Akadémia elnöke, azt mondta az ingáról: „Egyszerű, mint a Hamlet fuvolája, csak játszani kell tudni rajta, és miként abból a zenész gyönyörködtető változatokat tud ki-csalni, úgy ebből a fizikus, a maga nem kisebb gyönyörűségére, kiolvashatja a nehézségnek legfinomabb változásait.” Majd így folytatta: „Eljárásommal bármely helyen, a hol eszközömet felállíthatom, meg tudom határozni, hogy merre, és centiméterenként mennyivel változik a nehézség.” (Eötvös, 1901)

Elnöki előadásának végén pontosan a Galison által jellemzett képszerű, költői stílust alkalmazó retorikával magyarázta el, milyen motívumok vezérelték kutatásait: „Itt lábaink alatt terjed el, hegyek koszorújával övezve, az Alföld rónasága. A nehézség lesimítván, kedve szerint formálta felületét. Vajjon milyen alakot adott neki? Micsoda hegyeket temetett el és mélységeket töltött ki lazább anyaggal, a míg létrejött ez az aranykálásztermő, a magyar nemzetet éltető róna? A míg rajta járok, a míg kenyerét eszem: erre szeretnék még megfélemleni”. (Eötvös, 1901)

Eötvös tehát össze akarta kapcsolni a természetrajzi megközelítést a természetfilozófiával. Nacionalista célt követett: a magyar föld felszíne alatt rejtőző magyar ásványkincs

feltérképezésének célját, ámde precíz mérése univerzális jelentőségre is szert tett.

Néhány következtetés

A 19. századi magyar tudomány körülbelül az első világháborúig nacionalista vonásokat mutatott. A nacionalista karakter hozzájárult a független nemzetállam megépítéséhez, továbbá tükrözötte, illeszkedett és befolyásolta a korszak politikai állapotait és magaskultúráját. Az Osztrák–Magyar Monarchia kulturális termékenysége kiterjedt a természettudományokra is. A Monarchia mindkét oldalán számos jelentős tudományos eredményt értek el, és mindkét oldalon számos nagy befolyást gyakoroló tudós működött. Ám Ausztria és Magyarország, politikai helyzete messze nem volt szimmetrikus. Ez az aszimmetria volt a 18. század végétől erősödő magyar nacionalizmus egyik forrása, a másik a nemzeti kisebbségek ügye. A nacionalizmus a magyar kultúra, irodalom, zene, festészet és a tudomány meghatározó jellegzetességévé vált. Az osztrák univerzalizmussal összevetve a magyar tudományos gondolkodás lokálisnak, gyakorlatiasnak és történeti jellegűnek látszik.

Kulcszavak: *nemzet és tudomány, episztémikus nacionalizmus, természetrajz, kémiatörténet, Nendtvich Károly, Eötvös Loránd, darwinizmus, Magyar Tudományos Akadémia*

IRODALOM

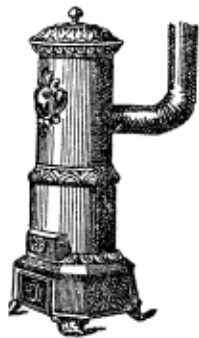
- Bekscsik Gusztáv (1895): *A román kérdés és a fajok harca Európában és Magyarországon*. Athenaeum, Budapest
- Bekscsik Gusztáv (1896): *A magyar faj terjeszkedése és nemzeti konszolidációjának különös tekintettel a mezőgazdaságra, birtokviszonyokra és a népesedésre*. Athenaeum, Budapest
- Eötvös Loránd (1901): A Föld alakjának kérdése. Kivonat Br. **Eötvös L.** elnöki beszédéből, melylyel a M. Tud. Akadémia ünnepi közülését 1901. május 12-ikén

megnyitotta. *Természettudományi Közlöny*. 33. 321–328. <http://mek.oszk.hu/03200/03286/html/eotvos1/foldalak.html>

Eötvös Loránd (1890): Über die Anziehung der Erde auf verschiedene Substanzen. *Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*. 8. 65–68.

Eötvös Loránd – Pekár D. – Fekete E. (1922): Beiträge zum Gesetze der Proportionalität von Trägheit und Gravität. *Annalen der Physik*. 68. 11–66.

- Foucault, Michel (2000): *A szavak és a dolgok: A társadalomtudományok archeológiája*. (ford. Romhányi Török Gábor) Osiris, Budapest
- Galison, Peter (1997): *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*. The University of Chicago Press, Chicago
- Gellner, Ernest (1996): *Nations and Nationalism*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford–Cambridge, USA.
- Hobsbawm, Eric J. (1997): *A nacionalizmus kétszáz éve*. (ford. Baráth Katalin) Maecenas, Budapest
- McClellan, James (1985): *Science Reorganized*. Columbia Univ. Press, New York
- Merton, Robert (1973): The Normative Structure of Science. In: Merton, Robert: *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. University of Chicago Press, Chicago, 267–278.
- Palló Gábor (2009): Darwin utazása Magyarországon. Magyar Tudomány. 6, 714–726.
- Plamenatz, John (1976): Two Types of Nationalism. In: Kamenka, Eugene: *Nationalism. The Nature and Evolution of an Idea*. Edward Arnold Ltd., London, 23–36.
- R. Várkonyi Ágnes (1975): A Magyar Tudományos Akadémia megalakítása 1825–1831. In: Pach Zsigmond Pál (szerk.): *A Magyar Tudományos Akadémia másfél évszázada 1825–1975*. Akadémiai, Budapest
- Szabadvány Ferenc – Szőkefalvi-Nagy Zoltán (1972): *A kémia története Magyarországon*. Akadémiai, Budapest
- Turda, Marius (2004): *The Idea of National Superiority in Central Europe, 1880–1918*. The Edwin Mellen Press, Lewinston, Quinston



AGRÁRMODELLEK TÁRSADALMI, GAZDASÁGI ÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI

Buday-Sántha Attila

DSc., tanszékvezető egyetemi tanár,
Pécsi Tudományegyetem
nemethk@kttk.pte.hu

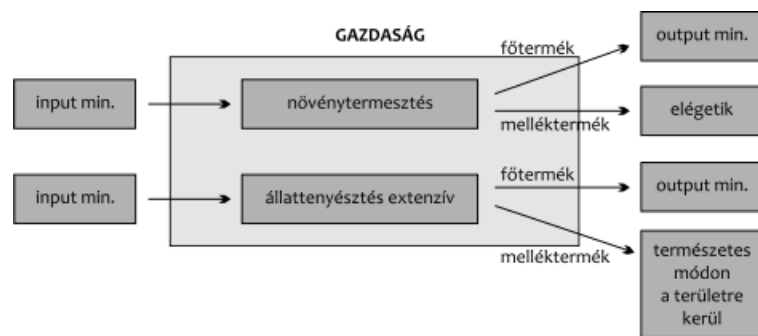
Elmúlt száz év agrármoddelljei

Az ismeretterjesztő médiaanyagokban és a szakirodalomban, főleg a környezetvédelmi szakirodalomban rendszeresen előforduló hiba, hogy a különböző agrártermelési módokat (modelleket) hibásan értelmezik. A leggyakoribb az, hogy az ún. iparszerű modellt vetik össze a biotermeléssel mint két olyan megoldást, amelyek közül választani lehet. Ebben az esetben rendszerint túlhangsúlyozzák az iparszerű termelés környezeti hátrányait, ezáltal is bizonyítva, hogy a jövő követelményeinek csak a biotermelés felel meg. Ez azonban egy teljesen hamis megközelítés, hiszen az agrártermelés fejlődése ma már minden fejlett országban meghaladta az iparszerű termelés időszakát, és ha valamit összehasonlítunk, az csak az integrált termelés és a biotermelés lehet, de azokat sem egymást kizáró, egymással versenyző módon, hanem egymást kiegészítő módon lehet kezelni. A jelenleg létező két modell ugyanis szervesen kiegészíti egymást, eltérőek a termelés céljai és piacai is. Ezek a félreértések, tudatos torzítások teszik indokolttá az elmúlt száz év agrármoddelljeinek áttekintését, sajátosságaik bemutatását és a modellváltás indokának meghatározását.

Háromnyomásos rendszer

Angliában a XVIII., Magyarországon a XIX. század végéig uralkodó gazdálkodási forma, amelyet a periférikus területeken még a XX. század elején is alkalmaztak. A területet három részre osztja: őszi gabona – tavaszi gabona – ugar + kertek, káposztás, kenderes. Ok: kicsi a szántókapacitás. Trágyázás nincs; a talaj természetes regenerálódása, tápanyag feltáródása biztosítja a terményekkel elvitt tápanyag pótlását.

- Gazdasági hatás: alacsony hozam – a talaj természetes tápanyag-tőkéjére támaszkodik – nem léteznek ágazati kapcsolatok – a munkák szezonális jellegűek – a termelés bővítése nem hozamnöveléssel, hanem új területek termelésbe vonásával oldható meg – mocsárlecsapolás, folyórendezés – hegyvidéki erdők kiirtása – az állattenyésztés takarmányalapja a rét és a legelő – fontos az állat ellenállóképessége, igénytelensége – legelő állatfajok (szarvasmarha, juh, ló, lúd, kacsa) a meghatározók.
- Társadalmi hatás: alacsony jövedelem, alacsony életszínvonal – idényszerű munka – nehéz, de sok az idényen kívüli idő – van idő népművészetre, eszközkészítésre, ünneplésre.



I. ábra • A háromnyomásos rendszer modellje (a szerző szerkesztése).

- Környezeti hatás: trágyázás nélkül a talajok kimerülnek – érzékeny területek termelésbe vonása – erózió, defláció – élővilág elszegényedése (például az Alföld vízrendezése).
- Összességében: alacsony eltartóképesség – alacsony jövedelem – gyenge termékmínőség.

A népesség növekedése, az áruterelésre irányuló kényszer fokozódása, és nem kevésbé a termelésbe bevonható földek (gyepek, erdők, mocsarak) elfogyása miatt a mezőgazdasági termelésben is változás következett be.

Belterjes modell

Hazánkban a XIX. század végén válik uralkodóvá, és egészen az 1960-as évekig, a mezőgazdaság nagyüzemi átszervezéséig, kistermelésben pedig az 1970-es évekig meghatározta a gazdálkodás logikáját. Az USA-ban, ahol a munkaerő kevés és drága volt, ez a gazdálkodási mód nem tudott tartósan érvényesülni, és már a XIX. század végén (a műveletek gépesítésével) az iparszerű termelés elemei jelentek meg. A műtrágya, növényvédő szerek és főleg a gépek fokozott felhasználásával

Gabonaféle	1720-as adóösszeírás	1828. évi mintai szerinti maghozam	1858. évi kataszteri felmérés szerinti maghozam	1868–72. évi aratási statisztika szerinti maghozam
Búza	–	3,96	5,09	3,54
Kétszeres	–	4,28	4,03	3,93
Rozs	–	3,72	3,94	3,84
Árpa	–	3,91	5,13	4,48
Zab	–	4,19	4,85	4,83
Kukorica	–	4,28	4,90	4,38
Átlag	4,39	4,01	4,70	4,0

I. táblázat • Az elvetett mag után elért hozam nagysága (forrás: Orosz István: Magyarország mezőgazdasága a feudalizmus alkonyán. In: Orosz et al., 1996, 100.).

Nyugat-Európában az I. világháború után kezdődött meg a modell felbomlása.

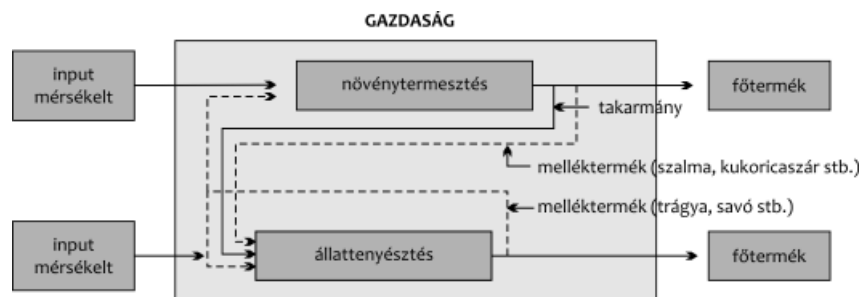
Jellemzői:

- Növekvő, de mérsékelt input
- Szoros ágazati kapcsolatok
- Minden termék (melléktermék is) teljeskörű használata
- Istállózó állattartás
- Szántóföldi takarmánytermelés
- A gépesítés és kemizálás kezdete
- A gazdaság elsődleges energiaforrása az állati vonóerő és az emberi munka

A termelésbe vonható földek elfogyása miatt a mezőgazdasági termelés növelésének egyetlen lehetősége a területi termelékenység növelése volt. Mivel a gazdálkodás külső erőforrásokra – azok szűkös és drága volta miatt – nagymértékben továbbra sem számíthatott, a termelés növelésének egyetlen lehetőségét a gazdaságban termelődő fő- és melléktermékek minél teljesebb körű hasznosítása jelentette. Ezért a növénytermelésben képződő melléktermékeket (szalma, pelyva, kukoricaszár, cukorrépafeje, napraforgótányér stb.) alomként és takarmányként felhasználta az állattenyésztésben, és ezáltal megnövelte az eltartható állatok számát, az áruterelést, de ezzel egyidejűleg a megtermelt trágya mennyiségét is. Mivel a mezőgazdasági üzemekben elkezdődött a főtermék elsődleges feldolgozása is (tej fölözése, tejföl-, túró-, vaj készítése, szeszfőzés stb.), továbbá kialakult az élelmiszeripar is, melynek melléktermékei (cukorrépaszelet, olajpogácsa) értékes takarmányt jelentettek az állattenyésztés számára. A feldolgozás melléktermékei is visszakerültek az állattenyésztésbe (például: savó, író, szeszmoslék, korpá, cukorrépaszelet stb.), és növelték annak teljesítményét. Az istállózó állattartás fejlődésével megnövekedett mennyiségű trágya a növénytermelésbe visszake-

rülve növelte a talajok termékenységét, s ezzel a megtermelhető növények (fő- és melléktermék) mennyiségét, ami nemcsak több áru értékesítésére nyújtott lehetőséget, hanem fokozatosan növelte az eltartható állatok számát is. Ez a gazdaság belső erőforrása, a fokozatos felhalmozásra támaszkodó termelési mód környezetvédelmi szempontból ideális volt, mert a természeti ciklushoz hasonló, a talajból induló és a talajban záruló termékpályákat alakított ki, és nem ismerte a hulladék fogalmát. A termelés során képződő melléktermékek olyan szerves anyagok voltak, amelyek a gazdaságban takarmányként, alomként vagy tüzelőként felhasználásra kerülhettek. Az új gazdálkodási mód a történelemben először, két évtized alatt megduplázta a termésátlagokat, de aztán a belső üzemi kapcsolatokon alapuló termelés a hozamoknak csak nagyon lassú, például a búzának évtizedenként 0,5–1 q-ás növelését tette lehetővé. Ez a modell már szinte egész évben munkaigényes volt, az egész család munkáját (a kisgyerekektől az öregekig) igénybe vette. Különösen a nőkre hárultak nagy terhek, mert nekik kellett megoldaniuk a család és az állatok ellátása mellett a kapás kultúrák (például: kukorica, zöldség stb.) művelését is. Így nem csoda, hogy már nem maradt idő a ruhakészítésre és a népművészetre, a házi készítésű anyagok, tárgyak helyett ipari termékek vásárlására kényszerültek.

- Gazdasági hatás: növekvő áruterelés – növekvő eltartóképesség – rendkívül munkaerőigényes
- Társ. hatás: növekvő foglalkoztatás – egész évben folyamatos munka (egész család dolgozik) – a nők túlzott igénybevétele
- Környezeti hatás: *Posztív:* talajból induló és a talajban záruló termékpályák – nincs hulladék. *Negatív:* Szerves trágya a földek



2. ábra • Belterjes (hagyományos) agrármodell (forrás: Sántha Attila (1990): Agrártermelés és környezetvédelem. Akadémiai Kiadó, Budapest. 22. o.)

tápanyag-utánpótlásához nem elegendő – talajok elszegényednek – csak lassan nő a hozam.

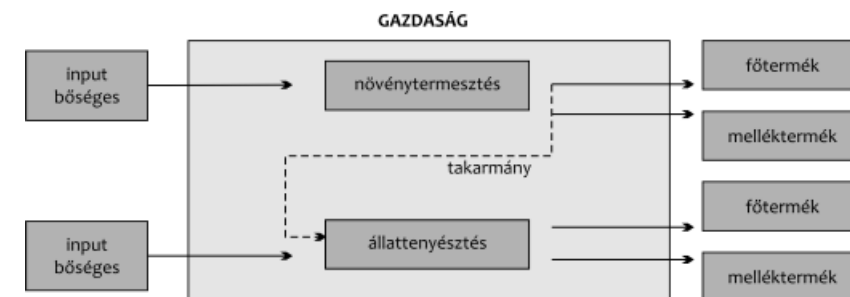
Összességében tarthatatlan a munkaerő-igényessége, valamint alacsony hozamnövelési lehetőségei miatt.

Iparszerű modell

Az iparszerű modell a világ fejlett mezőgazdaságú országaiban a II. világháború után vált uralkodóvá. Lényegében új energiaforrásra, az olcsó olajra támaszkodó tudományos-technikai forradalom agrárterméke. Az iparszerű agrármodell magában hordozta a tudományos-technikai forradalom hatására kibontakozó fejlődés minden lényeges pozitív és negatív vonását. A viszonylag olcsó inputok (energia, gép, kemikáliák stb.) és a genetikai fejlődés (hibridizáció) eredményeinek felhasználásával szinte robbanásszerű termelésnöveledést értek el, de az ipari anyagok sokszor túlzó felhasználása és a mezőgazdasági melléktermékek leértékelése (trágyatavak, tarlóégetés) súlyosan károsította a környezetet, veszélyeztette az élővilágot és az emberi egészséget.

Mivel a gazdálkodás elsősorban külső erőforrásokra, relatíve olcsó anyagokra (pl.: kemikáliák, növényvédő szerek, keveréktakarmány stb.) támaszkodott, ez leértékelte a melléktermékeket, megszüntette a fő- és mel-

lékterméken alapuló szoros ágazati kapcsolatokat és az ágazatok önálló, elkülönült fejlesztését tette lehetővé. Míg pl. korábban csak annyi állatot tarthatott egy üzem, amennyi takarmányt termelt, a vásárolt keveréktakarmányokra alapozott állattartás már több tíz-, vagy akár százezer állat tartására alkalmas telepek építését tette lehetővé. Mivel a növénytermelés a műtrágyahasználat miatt a szerves trágyára, az állattenyésztés pedig a növényi melléktermékekre nem tartott igényt, azok felhalmozódása jelentős környezeti terhelést okozott.



3. ábra • Iparszerű termelés modellje (forrás: Sántha, 1990, 25.).

Jellemzői:

- Főtermékcentrikus
- Növekvő input (üzemi anyagfelhasználás 60-70%-a, energiafelhasználás 90-100%-a külső forrásból)
- Ágazati kapcsolatok felbomlása

- Megszűnik a koncentráció korlátja
- Ágazatok önálló, öncélú fejlesztése valósul meg
- A mezőgazdaság energiafelhasználásában szinte kizárólagossá válik a gépi energia
- A kemikáliák felhasználásának csúcspontját jelenti.

Hatásai:

- Gazdasági hatás: ugrásszerű hozamnövekedés – a munkaerőigény csökkenése – a fizikai munka leértékelődése
- Társadalmi hatás: munkaerő képzettsége iránti igény növekedése – munkaerő-fellesleg – élelmiszerminőségi kifogások
- Környezeti hatás: túlzott inputok: károsak: gépesítés – talajkárosodás, szerkezetromlás – kemizálás (veszélyes az emberre, szennyezi az üzemeket, a levegőt és a talajt – az

Megnevezés	1 kh-ra jutó hozam (q)		
	1870-75	1890-95	1911-15
Búza	3,5	7,5	7,1
Rozs	3,5	7,4	6,6
Kukorica	4,3	8,8	9,9
Burgonya	13,2	36,9	48,0
Cukorrépa	71,1	102,4	141,0
Takarmányrépa	48,3	130,4	170,9

2. táblázat • A növénytermesztés hozamainak alakulása (forrás: Für Lajos: Földtulajdon és agrártermelés. In.: Orosz István–Für Lajos–Romány Pál (szerk.): Magyarország agrártörténete. Mezőgazda Kiadó. Budapest, 1996. 201. és 204. o.).

Év	Világ		Európa		Magyarország	
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
1934-38	0,98	100	1,42	100	1,40	100
1948-50	1,09	111	1,43	101	1,32	94
1958-60	1,23	126	1,83	129	1,55	110
1968-70	1,46	149	2,50	176	2,48	177
1978-80	1,91	195	3,58	252	4,10	292
1988-90	2,43	248	4,62	325	5,25	375

3. táblázat • A búza átlagtermelésének változása (forrás: FAO-adatok, Statisztikai Évkönyv; Bedő – Láng, 1997, 23.).

Év	Mezőgazdasági foglalkozású népesség aránya %	Nem mezőgazdasági foglalkozású falusi népesség aránya %
1790	90,0	–
1848	80,0	–
1900	61,1	–
1910	55,2	–
1930	54,3	40,0
1949	53,8	–
1960	38,4	–
1970	24,7	54,5
1980	15,4	65,1
1995	8,0	82–84,0

4. táblázat • Magyarország mezőgazdasági foglalkozású és a falvak nem mezőgazdasági foglalkozású népességének aránya (forrás: Orosz et al., 1996, 193.; KSH, 1996, 88.).

élővilág károsodása – melléktermékek nem hasznosulnak – elhagyott trágyadombok és szalmakazlak – tájképrontó hatású – hígtrágya – víz- és légszennyezés

Az 1973-tól jelentkező olajválságok egyre inkább (főleg a '80-as évektől) megkérdőjelezték az iparszerű termelés létjogosultságát. Megdrágultak az ipari termékek, az energia. Ez felértékelte a melléktermékeket, azok takarmány- és energetikai értékét (takarmány, trágya, tüzelő) egyaránt. Elfogadhatatlanná vált a környezetszennyezés.

A termelés a gazdasági és a környezetvédelmi követelmények kettős szorításába kerül. Megoldás: váltás integrált termelésre vagy biotermelésre. A termelési feltételek változása kikényszeríti a korszerű mezőgazdasági termeléssel kapcsolatos követelmények újrafogalmazását.

Korszerű mezőgazdaság fogalma: „Magas műszaki színvonalon, magas szakmai felkészültséggel folyó, a termőhely adottságaihoz illeszkedő, a gazdasági (piaci), a humán- és állategészségügyi, környezet- és természetvédelmi, állatjóléti, higiéniai követelményeknek

megfelelő, szántóföldtől, illetve az istállótól a fogyasztó asztaláig minden szakaszában ellenőrzött minőségi tömegtermelés.” (Buday-Sántha, 2001)

Tömeg nélkül nincs minőség, mert a termeléssel és a termékkel szemben támasztott követelmények költségeit csak nagy volumenű termelés viseli el.

Integrált termelés

Az integrált termelés egy kimondottan piacorientált, garantált minőség előállítására törekvő termelési irányzat, amely a kedvező gazdasági eredmények elérése, a termelés hatékonyságának növelése érdekében a műszaki fejlesztés legújabb eredményeinek, és szükség szerint a hagyományos, a biotermelés és az iparszerű termelés elveinek, módszereinek integrált alkalmazására törekszik (például: vetésváltás, szervestrágyázás stb.) úgy, hogy az előírt higiéniai, növény- és állategészségügyi, környezetvédelmi stb. követelményeknek minden tekintetben megfeleljen. Ezt úgy tudja megvalósítani, hogy a költségek racionalizálása érdekében az *input* anyagokat

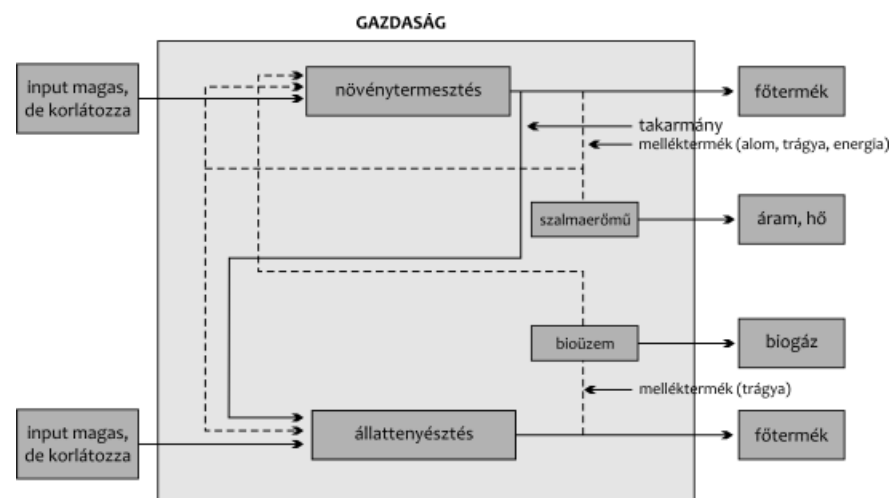
mindig az élőszerkezetek élettani igényeinek megfelelően alkalmazza, azok felhasználását mindig pontosan méri és ellenőrzi. A kémikáliákat csak akkor alkalmazza, amikor arra szükség van (integrált növényvédelem), szemben a mechanikus kémiai növényvédelmet folytató iparszerű termeléssel.

- Alkalmazott technológiája: precíziós technológia
- Jellemzői: Piacorientált, erősen intenzív termelés – tőke- és szakértelem-igényes – az ágazati kapcsolatok zárására törekszik – melléktermékek hasznosítása – az input magas, de tudatosan korlátozza
- Hatások:
 - Gazdasági hatás: magas hozamok (például: 5–8 t/ha búza, 8–12 t/ha kukorica, 8000–10 000 l tej) – piaci versenyképesség – magas jövedelem – kevés, de jól képzett munkaerő
 - Társadalmi hatás: kevés munkaerő – szakértelemigényes képzés – magas jövedelem
 - Környezeti hatás: a környezet terhelése mérsékelte

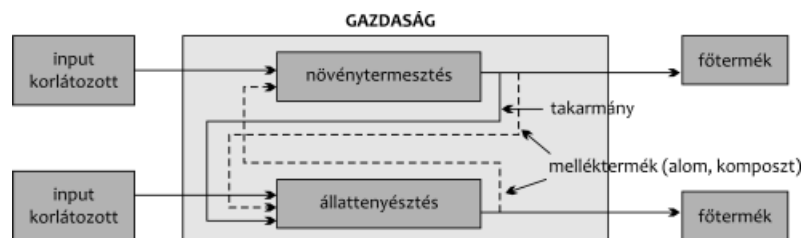
Biotermelés

Természetes anyagokra és folyamatokra, nagymértékben az üzem belső erőforrásaira támaszkodó, élelmiszerbiztonságot és környezetvédelmet kiemelten kezelő, speciális minőség (vegyszermentesség) előállítására törekvő termelési mód azok részére, akik e termékek magasabb költségeit meg tudják fizetni, és hajlandók is (Buday-Sántha, 2001).

- Jellemzői: az üzem belső erőforrásainak fokozott igénybevétele – vegyszermentesség – alacsonyabb, kevésbé tetszetős hozam – magasabb termelési kockázat – magasabb termékárak
- Hatások:
 - Gazdasági hatás: új piaci rés – speciális minőség – a magas termelési kockázat és alacsonyabb hozamok miatt magasabb árak – bővülő, de korlátos piac
 - Társadalmi hatás: nagyobb foglalkoztatás – szakértelem-igényes – képzés – a vegyszerkockázat megszűnik
 - Körny. hatás: lényegesen kevesebb káros hatás nincs



4. ábra • Integrált termelés maodellje (a szerző szerkesztése).



5. ábra • Biotermelés modellje (a szerző szerkesztése).

Megnevezés	Háromnyomásos rendszer 1870–75	Belterjes modell 1934–38	Iparszerű modell 1981–85	? 2001–2005
Búza (t/ha)	0,6	1,4	4,6	4,6

5. táblázat • Gazdasági modellek hatása a búza termésátlagának alakulására Magyarországon (forrás: Orosz et al., 1996, 100.; KSH, 1996, 104.; KSH, 1998, 102.).

Hazai helyzet

A magyar mezőgazdaság fejlődése a szűk látókörű gazdaságpolitika miatt megrekedt, bruttó termelése az 1980-as évek értékének 70%-a körül mozog. A technológiai fejlődés lelassult, főleg az állattenyésztésben, amely az 1965–75 között kialakított, amortizált telepeken termel. Emiatt folyamatosan veszít versenyképességéből, külső-belső piacaiból. A magyar mezőgazdaság egyre inkább Nyugat-Európa növényi nyersanyag- (gabona, olajmag) beszállítójává válik. Szétaprózott birtokszerkezete, alacsony tőkekoncentrációja miatt gazdasági modellváltásra képtelenné vált.

Összefoglaló

Összefoglalva megállapítható, hogy a társadalom számára rendelkezésre álló földterület alakulása, a népesség növekedése, a biológiai-technikai-technológiai fejlődés és a piaci követelmények folyamatos változása a mezőgazdasági termelésben is folyamatos változást,

fejlődést kényszerít ki. Ennek a fejlődési folyamatnak a jellemzője, hogy csökkenő földterületről, csökkenő mezőgazdasági munkaterővel, a piac által elfogadott költségek mellett kell a népesség ellátását megoldani, és a természeti erőforrások egyre szűkülő felhasználásával egyidejűleg, tőke fokozott bevonásával a mezőgazdasági termelést fejleszteni. A fejlődés eredményét a termelés hatékonyságának, a területi- és munkatermelékenység növekedése és a mezőgazdasági dolgozók arányának, illetve egy mezőgazdasági dolgozó által élelmiszerral ellátott népesség számának alakulása mutatja. A magyar mezőgazdaságban lényegében száz évbe sűrítve a hagyományos rendszertől az integrált termeléséig nyomon követhető ez a fejlődési folyamat.

Kulcsszavak: *agrármodellek, háromnyomásos rendszer, belterjes gazdálkodás, iparszerű gazdálkodás, korszerű mezőgazdaság, integrált termelés, biotermelés*

IRODALOM

- Babinszky Mihály (1979): A specializált mezőgazdasági nagyüzemek ökonómiai jellemzői, különös tekintettel a tejtermelő szarvasmarha-tenyésztés igényeire. Állattenyésztés. 28, 4.
- Bedő Zoltán – Láng László (1997): *A minőségbúza termesztése és nemesítése. AGRO-21 Füzetek. Az agrárgazdaság jövőképe.* AGRO-21 Kutatási Programiroda
- (Buday)-Sántha Attila (1990): *Agrártermelés és környezetvédelem.* Akadémiai, Budapest
- (Buday)-Sántha Attila (1993): *Környezetgazdálkodás*

- (Részletes rész). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Buday-Sántha Attila (2001): *Agrár- és vidékpolitika.* Dialóg Campus, Budapest-Pécs
- KSH (1996): *Magyarország népessége és gazdasága.* Központi Statisztikai Hivatal, Budapest
- Gyarmati Gábor (2007): *A hazai ökotermelés. Gazdálkodás* 51, 20, Különkiadás.
- KSH (2008): *Magyar Statisztikai Zsebkönyv, 2007.* Központi Statisztikai Hivatal, Budapest
- Orosz István – Für Lajos – Romány Pál (szerk.) (1996): *Magyarország agrártörténete.* Mezőgazda, Budapest



Tudós fórum

TUDOMÁNY ÉS ÉRDEKÉRVÉNYESÍTÉS: KERESZTTÚZBEN AZ AKADÉMIA

Solymosi Frigyes

az MTA rendes tagja,
az SZTE emeritus professzora

A hazai történéseket a médiában nyomon követő olvasók ritkán találkozhattak még egy olyan nagy port felvert eseménnyel, mint az MTA Filozófiai Intézetének igazgatói kinevezése. Csak a *Népszabadság* január 15-i számában három részletes véleményt olvashattunk erről a témáról jeles filozófusok tollából.

1. A magam részéről elfogadom azt a tételt, hogy „a filozófia a legmagasabb rendű szellemi tevékenység”. Igaz, a rendszerváltás előtt némi gondom volt ezzel a megállapítással, amikor az egyetemek filozófiai tanszékeinek az MTA intézetével együtt elődleges feladatuk volt, hogy a hallgatóságot, a társadalmat bevezessék a marxista filozófia rejtelméibe, meggyőzzenek mindenkit annak igazságáról. Filozófusaink aligha hirdethettek más nézetet. Feltételezem, hogy a diktatúra puhulásakor, majd a demokrácia beköszöntekor többségük fellélegzett: végre olyan filozófiai témákban mélyedhettek el, alkothattak újat, amelyeket korábban nem engedélyeztek nekik. Az intézet beszámoló jelentéseit olvasva azonban meglepődve tapasztalom, hogy kiváló koponyák egyike-másika nem egészen szakmájával,

hanem sokkal inkább publicisztikák írásával foglalkozik: tömegével és alig követhető mértékben jelennek meg cikkeik különböző lapok hasábjain. Nem értem, hogy az e téma területén írt, pártokkal, politikai nézetekkel foglalkozó, százat is meghaladó számú dolgozat(?) mit keres az intézet beszámolóiban? Aggódom: nem herdálják-e el kiemelkedő képességeiket, pontosabban marad-e idejük saját szakmájuk művelésére. Nemzetközi folyóiratokban közzétett tanulmányokkal ugyanis csak elvétve találkozunk. Nem hiszem, hogy a filozófiát a szakma nemzeti tudományágnak tekintené.

Azzal – gondolom – minden kutató egyet ért, hogy az akadémiai intézetek, egyetemek, tanszékek élére olyan szakembereket kell találni, akik – szervező- és intézményirányító képességeik mellett – szakterületükön is a jobbak, a kiválóbbak közé tartoznak. Ellenkező esetben alig várható el tőlük, hogy a vezetésük alatt álló intézmények munkatársait – hitelesen – az aktív, nemzetközileg is kiemelkedő kutatómunkára ösztönözzék. Ez a vezetői feladat valamivel könnyebb a társa-

dalomtudományi intézetekben, ahol elsősorban egyéni, és nem csoportmunka folyik, ahol a korszerű kutatáshoz nem kellene bonyolult, drága műszerek. Nem vagyok kompetens annak megítélésében, hogy a Filozófiai Intézet vezetésére ki a legalkalmasabb. Szakterületől függetlenül azonban azt azért le lehet szögezni, hogy a napi- és hetilapokban közölt publicisztikák megírása nem tartozik az intézet, a kutatók alapvető feladatai közé.

Ha elfogadjuk a fenti eszmefuttatást, abból az is következik, hogy az igazgatók kiválasztásában a legmegfelelőbb grémiumoknak a szakmai fórumok tekinthetők: a kémia területén a Kémiai Osztály, a filozófia terén pedig a Filozófiai és Történettudományok Osztálya. Minden olyan bizottság, amelyben a szakma nincs, vagy csak egyetlen emberrel van képviselve, könnyen hozhat hibás döntéseket, hiszen az se biztos, hogy az egyetlen „szakmabeli” feladata magaslatán áll, és nem saját egyéni elképzelését adja elő. Természetesen a szóban forgó intézet munkatársainak véleményét is meg kell hallgatni. Az ő szavazatukban azonban szerepet játszhat a megszokott, esetleg számukra kényelmes állapotához történő ragaszkodás és a változásoktól való félelem. A szakmai testületek javaslat alapján kell – jogkörének megfelelően – az akadémia elnökének a végleges döntését meghoznia. Előállhat az a helyzet, hogy a jelölt tudományos tevékenységét megvizsgálva a más területen dolgozó elnöknek kételyei támadhatnak a javasolt személy alkalmasságáról. Meggyőződésem, hogy az osztállyal, a tudományterület jeles tagjaival történő alapos véleménycsere után végül a kiválósági szempontok győzedelmeskednek.

2. Mindenképpen szükséges röviden érinteni Heller Ágnes fejtegetéseit (*Pálinkás József esete Nyíri Kristóffal*, *Népszabadság*, ja-

nuár 15). Nehezményezi, hogy „az új akadémiai törvény olyan nagy hatalmat ad az elnöknek, mint az MTA történetében soha. Ezt a törvényt a magyar parlament egyhangúlag megszavazta, a magyar demokrácia szégyenére”. Hozzátehetjük, hogy az Akadémia Közgyűlése is elfogadta a benne foglaltakat, amelynek kidolgozását nem a jelenlegi, hanem a megelőző vezetés kezdeményezte. A közgyűlésen mindenkinek jogában állt véleményét elmondania, emlékezetem szerint Heller Ágnes nem szólalt meg a vitában. Sőt ennél lényegesen fontosabb pont korrigálását, – mely szerint az új akadémikusok megválasztásában nem az osztályoknak, hanem az elnökségnek adott volna döntő szerepet – a jelen szerző felszólalása után módosította a közgyűlés.

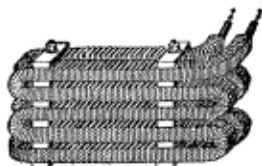
3. Hogy mennyire fontos az Akadémia vezetőinek, elnökének szerepe, a tudományos eredményesség alapos analízise, és hogy milyen alapvetően hibás döntéseket hozhatnak a különböző tudományterületek képviselőiből álló grémiumok, ennek szemléletes példája a szegedi egyetemen működő, és néhány éve a szerző tanítványa által vezetett -15 tagú akadémiai kutatócsoport kálváriája. A több évtizeden keresztül tevékenykedő csoportot az MTA korábbi főtákará 2007. január 1-én – egy *ad hoc* bizottság javaslata és a teljesítményelv szellemében(?) – megszüntette, munkatársainak felmondott, köztük azoknak az akadémiai doktoroknak is, akiket az MTA néhány évvel korábban kiemelkedő kutatói tevékenységükért akadémiai díjban részesített! Az ország egyik legaktívabb kutatócsoportjáról van szó, amelyik a kémia területén minden hazai és nemzetközi felmérés szerint a legeredményesebben dolgozó egység, amelynek mutatói az 1981-89-es időszakban a Berkeley-i egyetem kémiai intézetének mutatói-

val egyeztek meg, Az amerikai ICI intézet rangsorolása szerint dolgozatainak idézettség alapján szakterületén, amelyen több mint 100.000 kutató dolgozik, a 11. helyre került. A csoport dolgozatai nagyobb visszhangot váltottak ki, mint a világ számos híres egyetemén működő kutatóegységek munkái. Tagjai több mint 20 esztendő töltek a világ jeles egyetemein, és tértek haza (a devizában szűkölködő időszakban) közel 400-450.000 német márka értékű ajándék műszerekkel, amelyek révén Közép-Kelet-Európában egyedülálló, modern felületvizsgáló laboratóriumot építettek fel. A csoportot – nem kis erőfeszítésem eredményeként – az MTA korábbi elnöke végül megmentette, átmenetileg a Központi Kémiai Kutatóközponttal csatolta, és vezető kutatóit egy illetve két évre (!) szóló szerződéssel alkalmazta.

Hogyan fogadták a megszüntető döntést a csoport világot járt és – követve tanítómesterüket – tanulmányútjaikról már a rendszerváltozás előtt is mindig hazatért kutatói? Egyik kérte korai nyugdíjazását, azóta – vérig sértve – be sem tette a lábát abba a laborba, ahol évtizedekig dolgozott. A másik kutató professzor depresszióba és az ezzel járó betegségbe esett. A harmadik akadémiai doktor

idejének nagy részét külföldön tölti. A többiek végtelenül megalázva dolgozhatnak. Nem lehet csodálkozni azon, hogy a végzősök közül alig tudunk tehetséges fiatalokat csoporthoz csábítani, hiszen ki akar egy megszűnésre ítélt kutatócsoportba csatlakozni? Mind ezt persze nem hagyhattam szó nélkül, és tölem telhetően igyekeztem akkora lármát csapni, amekkora erőmből tellett. Érdekes azonban, hogy az akadémiai, az egyetemi közösség, és a szűkebb szakma is némán(!) szemlélte erőfeszítéseimet, nem volt pro és kontra vita az országos lapokban és a televíziókban. Igaz, hogy itt nem egyéni presztízs-kérdésről volt szó, mint a filozófiai intézetben, hogy A vagy B kutató vegye át az intézet vezetését, hanem csupán arról, hogy egy nemzetközileg is elismert kutatóegységet megszüntettek, munkatársainak felmondtak. Ebből számos szakmai és politikai következtetés vonható le, ezek felsorolása nélkül maradjunk a kiinduló tételnél: a „filozófia a legmagasabb rendű értelmi tevékenység”, művelőik összefogása, érdekérvényesítő képessége pedig példaértékű.

A szerző tagja a Magyar és az Európai (London) Tudományos Akadémiának.



KITÜNTETÉSEK

A Magyar Köztársaság elnöke – a miniszterelnök előterjesztésére – nemzeti ünnepünk, március 15., az 1848-1849-es forradalom és szabadságharc kezdetének, a modern parlamentáris Magyarország megszületésének napja alkalmából

SZÉCHENYI-DÍJAT adományozott

ARNÓTH LAJOS Ybl Miklós-díjas építészmérnöknek, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem címzetes egyetemi tanárának, az Építész Mester Egylet Mesteriskola vezetőjének;

AUGUSZTINOVICS MÁRIA közgazdásznak, az MTA doktorának;

ÁDÁM VERONIKA orvosnak, biokémikusnak, az MTA rendes tagjának, a Semmelweis Egyetem Általános Orvosi Kar Orvosi Biokémiai Intézet igazgatójának, egyetemi tanárnak;

BOJTÁR ENDRÉNEK, József Attila-díjas irodalomtörténésznek, műfordítónak, az irodalomtudomány doktorának, az MTA Irodalomtudományi Intézete osztályvezetőjének;

CSÁKI CSABA agrár-közgazdásznak, az MTA rendes tagjának, a Budapesti Corvinus Egyetem Gazdálkodástudományi Kar tanszékvezető egyetemi tanárának;

FRIEDLER FERENC informatikusnak, a kémiai tudomány doktorának, a Pannon Egyetem Műszaki Informatikai Kar dékánjának, egyetemi tanárnak;

GINSZTLER JÁNOS kalorikus gépészmérnöknek, hegesztő szakmérnöknek, az MTA rendes tagjának, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagtudomány és Technológia Tanszék egyetemi tanárának, az MTA-BME Fémtechnológiai Kutatócsoport vezetőjének;

HORVAI GYÖRGY kémikusnak, az MTA levelező tagjának, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék tanszékvezető egyetemi tanárának;

KOMLÓS KATALIN Erkel Ferenc-díjas zenetörténésznek, a zenetudomány doktorának, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem egyetemi tanárának;

KOPPÁNY TIBOR Ybl Miklós-díjas építészmérnöknek, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem címzetes egyetemi docensének;

MIHÁLY GYÖRGY fizikusnak, az MTA rendes tagjának, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Fizikai Intézete tanszékvezető egyetemi tanárának;

NÉMETH TAMÁS agrokémikusnak, az MTA rendes tagjának és főtitkárának;

PASSUTH KRISZTINA művészettörténésznek, a művészettörténeti tudomány doktorának;

PLÉH CSABA pszichológusnak, az MTA rendes tagjának, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar megbízott tanszékvezető egyetemi tanárának;

PÓR PÉTER irodalomtörténésznek;

RAINER M. JÁNOS történésznek, a Magyar Forradalom Történetének Dokumentációs és Kutatóintézete Közalapítvány (1956-os Intézet) főigazgatójának;

SÁRKÖZY ANDRÁS matematikusnak, az MTA rendes tagjának, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Algebra és Számelmélet Tanszék egyetemi tanárának;

TULASSAY ZSOLT orvosnak, akadémikusnak, egyetemi tanárnak;

UNGVÁRI TAMÁSNAK, József Attila-díjas írónak, kritikusnak, műfordítónak, az irodalomtudomány doktorának, nyugalmazott egyetemi tanárnak;

ZÁVODSZKY PÉTER biofizikusnak, az MTA rendes tagjának, az MTA Szegedi Biológiai Központ Enzimológiai Intézet igazgatójának, kutató professzornak.

•

A MAGYAR KÖZTÁRSASÁGI ÉRDEMREND NAGYKERESZTJE
(polgári tagozata) kitüntetést adományozta

KORNAI JÁNOS Állami- és Széchenyi-díjas közgazdásznak, az MTA rendes tagjának, professor emeritusnak,

•

A MAGYAR KÖZTÁRSASÁGI ÉRDEMREND KÖZÉPKERESZTJE
(polgári tagozata) kitüntetést adományozta:

DEMETROVICS JÁNOS Széchenyi-díjas matematikusnak, az MTA rendes tagjának, az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet Informatikai Főosztálya vezetőjének,

GORDOS GÉZA Széchenyi-díjas villamosmérnöknek, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Távközlési és Médiainformaticai Tanszék egyetemi tanárának, a MTESZ elnökének,

SOMLYÓDY LÁSZLÓ Széchenyi-díjas mérnöknek, az MTA rendes tagjának, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék tanszékvezető egyetemi tanárának,

•

Az MTA székházában 2010. március 16-án Pálinkás József adta át azokat a kitüntetéseket, amelyeket a Magyar Köztársaság elnöke az Akadémia elnökének felterjesztésére adományozott.

MAGYAR KÖZTÁRSASÁGI ÉRDEMREND TISZTIKERESZTJE
kitüntetést kapott

PÓCS TAMÁS, az MTA rendes tagja, Professor Emeritus

•

MAGYAR KÖZTÁRSASÁGI ÉRDEMREND LOVAGKERESZTJE
kitüntetést kapott

GUBA LÁSZLÓ, az MTA Társadalomkutató Központ igazgatóhelyettese, az MTA Politikai Tudományok Intézete ügyvezető igazgatója,

MADARÁSZ ALADÁR, az MTA Közgazdaságtudományi Intézet tudományos főmunkatársa,

MONOSTORI LÁSZLÓ, az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet tudományos igazgatóhelyettese

•

MAGYAR KÖZTÁRSASÁGI ARANY ÉRDEMKERESZT
kitüntetésben részesült

DZSUDZSÁK ILONA, az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet gazdasági igazgatóhelyettese,

SÁRKÁNY MIHÁLY, az MTA Néprajzi Kutatóintézet tudományos főmunkatársa, osztályvezetője,

ZOLETNIK SÁNDOR, az MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet főosztályvezetője

•

2010. március 19-én, az MTA székházában
a Magyar Tudományos Akadémia főtársa a tudományos élet területén
dolgozó fiatal kutatók eredményeinek elismerésére létrehozott
AKADÉMIAI IFJÚSÁGI DÍJBAN részesítette

BÁTORINÉ HALÁSZ ÉVÁT, az MTA Szegedi Tudományegyetem Magyar Országos Levéltár, Magyar Medievisztikai Kutatócsoport tudományos munkatársát,

HORVÁTHY BALÁZST, az MTA Jogtudományi Intézet tudományos munkatársát,

KÁDÁR ZOLTÁN DÁNIELT, az MTA Nyelvtudományi Intézet tudományos munkatársát,

RÉFI ATTILÁT, az MTA-ELTE Pártok, Pártrendszerek, Parlamentarizmus Kutatócsoport tudományos munkatársát,

SKORKA RENÁTÁT, az MTA Történettudományi Intézet tudományos munkatársát,

KEVEI PÉTERT, az MTA Szegedi Tudományegyetem Analízis és Sztochasztika Kutatócsoport tudományos segédmunkatársát,

KURUCZ MIKLÓST, az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet tudományos segédmunkatársát,

KÖRÖSINÉ DR. PAPP SZILVIÁT, az MTA Szegedi Tudományegyetem Szupramolekuláris és Nanoszerkezetű Anyagok Kutatócsoport tudományos munkatársát,

SZILÁGYI IMRE MIKLÓST, az MTA Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagszerkezeti és Modellezési Kutatócsoport tudományos segédmunkatársát,

UJJ VIKTÓRIÁT, az MTA Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szerves Kémiai Technológiai Tanszéki Kutatócsoport tudományos segédmunkatársát,

JUHÁSZ RÓBERTET, az MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézet tudományos munkatársát,

KÉZSMÁRKI ISTVÁNT, az MTA Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Kondenzált Anyagok Fizikája Kutatócsoport tudományos munkatársát,

NAGY MÁRTONT, az MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet tudományos segédmunkatársát,

NOVÁK MIHÁLYT, az MTA Atommagkutató Intézet tudományos munkatársát,

KERN ZOLTÁNT, az MTA Geokémiai Kutatóintézet tudományos segédmunkatársát,

MAGYARI ENIKŐ KATALINT, az MTA Magyar Természettudományi Múzeum Paleontológiai Kutatócsoport tudományos főmunkatársát,

BEINROHR LÁSZLÓT, az MTA Szegedi Biológiai Központ Enzimológiai Intézet tudományos munkatársát,

ERDÉLYI KATALINT, az MTA Debreceni Egyetem Sejtbiológiai és Jelátviteli Kutatócsoport okleveles biológusát,

FEKETE ÁDÁMOT, az MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet Celluláris Farmakológiai Kutató Csoport Ph.D hallgatóját,

KALMÁR LAJOST, az MTA Szegedi Biológiai Központ Enzimológiai Intézet tudományos munkatársát,

KOVÁCS SÁNDOR DÉNEST, az MTA Szegedi Biológiai Központ Enzimológiai Intézet tudományos munkatársát,

LEITGEB BALÁZST, az MTA Szegedi Biológiai Központ Biofizikai Intézet tudományos munkatársát,

NAGY KRISZTINÁT, az MTA Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazkodás a Klímaváltozáshoz Kutatócsoport tudományos segédmunkatársát

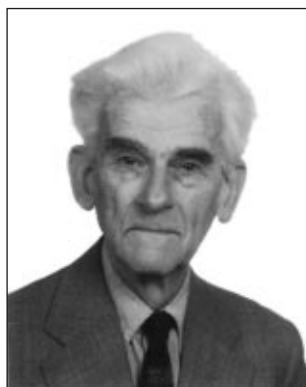
TÓTH SZILVIA ZITÁT, az MTA Szegedi Biológiai Központ Növénybiológiai Intézet tudományos munkatársát,

VUTS JÓZSEFET, az MTA Növényvédelmi Kutatóintézet tudományos segédmunkatársát.

A kitüntetetteknek gratulálunk!
a Szerkesztőség

Megemlékezés

Megrendülten fogadtuk az értesítést Ujfalussy József haláláról. Már hosszabb ideje tudtuk jól, hogy gyöngélkedik, és egészsége nincs rendben, mégis mindannyiunkat váratlanul ért a hír január 22-én, hogy ő is eltávozott az élők sorából. Tudtuk azt, hogy ő is hozzánk hasonló ember, tehát halandó, de ez valahogyan nem jelentette számunkra azt is, hogy életünknek lesz egy szakasza, amelyben ő már nem lesz. Ezt a furcsa érzést



UJFALUSSY JÓZSEF
(1920 – 2010)

föltehetőleg kortalanságot sugalló megjelenése, kedves, szerény és művelt modora hozta létre lelkünkben. Arról a furcsa érzésről beszélék, amely az embert akkor fogja el, amikor valaki olyannal találkozik, aki nem a mi világunkból való, amikor úgy érezzük, hogy ki léptünk az időből, és valami olyan időtlen jelenségnek vagyunk tanúi, amely a mi életünknel korábban, a régmúlt aranykorban volt csak lehetséges, onnan maradt vissza; és a mi életünk után valamikor nagy sokára beköszöntő távoli, boldog jövőben lesz majd ismét lehetséges.

Ujfalussy József ezt az időn kívül és az idő fölött álló, korunkban nem szokásos természetét Debrecenből hozta magával, ahol 1920. február 13-án született. Személyére sokban rányomta bélyegét Debrecen a maga sajátos történelmi múltjával, amely megkövetelte a

város lakosaitól a történelem változó viharaihoz való ésszerű alkalmazkodást, eközben mégis a szigorú erkölcsi rend betartását, a műveltség szeretetét és a nehéz, ellentmondásos körülmények közt is a szabad cselekvés és a hasznos tevékenység legjobb útjainak megtalálását. Nem véletlenül adott ez a város történelmünk során annyi kiváló embert hazánknak, és nem véletlenül kapta meg ez a város a magyarországi egyetemek alapí-

tásának korában az egyik nagy és meghatározó egyetemet, ahol Ujfalussy József is tanult.

Ujfalussy József ennek a városnak a légkörében nőtt föl. Itt sajátította el azt a páratlanul kedves modort, amely képessé tette arra, hogy mindenkire szeretettel forduljon, és érdeklődéssel, sőt, értő fülekkel hallgassa meg a nála sokkal fiatalabbakat, sokszor kezdőket is, még a saját kutatási területétől távol eső témákban is. Az igazságnak megfelelően nem mondhatjuk azt, hogy „saját érdeklődési területétől távol eső témákban”, mivel érdeklődése messze túlnyúlott kutatási területének, sőt, tanulmányainak határain is. A Debrecenben megszerzett, szokatlanul nagy ismeretanyaga fölölelte az irodalmat, a történelmet, valamint a zeneművészetet túl kiterjedt más művészetekre is. E páratlan műveltség hátterében ott található a debreceni polgári háttér

a maga inspiráló légkörével és értékrendjével éppúgy, mint az a klasszika-filológiai képzettség, amelyet a Debreceni Egyetemen szerzett meg, és amely régebben oly gyakran jelentette a különböző területeken kiemelkedő tudósok szakmai ismereteinek alapját, alkotta azok szerves részét.

Amikor szomorú szívvel búcsúztatjuk Ujfalussy Józsefet, az embert, akkor erre a mindenki által ismert kedves és művelt emberre emlékezünk, és fájjaljuk a sors akaratából mindannyiunkat sújtó veszteséget. Halálakor azonban nemcsak fájdalmat érzünk – élete példájából erőt is meríthetünk.

Életét ugyanis folyamatos munkában töltötte, melynek során kutatóként jelentősen hozzájárult szakmája fejlődéséhez; tanárként a következő tudós generációk neveléséhez, illetve ismeretterjesztő munkássága révén a közműveltség színvonalának emeléséhez; és végül a tudományos közélet szereplőjeként jelentős teljesítményt tudhat maga mögött a tudomány szervezés területén is.

Zenetudományi ismereteit összefoglalta zeneesztétikai munkájában, amelyben jól hasznosította említett széleskörű műveltségét és ókortudományi képzettségét is. A könyv megírása során szüksége volt konkrét zenetudományi ismeretekre, de egyszersmind arra a képességre is, amellyel az egyes tényeket általános törvények alá tudta rendelni. Szüksége volt a tudós absztrakciós készségére, amellyel az egyes tényektől el tudott jutni az általános törvények megfogalmazásához, amelyek aztán segítettek mindenkinek másnak rendet teremteni az ismeretek kusza halmozásában, és értelmezni az egyes adatokat. Ebből a munkájából generációk tanultak a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetemen, amelynek nemcsak professzora, hanem hosszú időn keresztül rektora is volt.

Ujfalussy Józsefet éppen ez, az ismeretek magasabb szintre való emelésének készsége emelte ki pályatársai közül, ez tette alkalmasá arra, hogy ne csak a Zeneművészeti Egyetem, hanem egy másik, bölcsész ismereteket is oktató intézmény, a Károli Gáspár Református Egyetem rektora is lehessen.

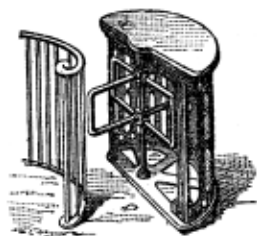
Ez a készsége predesztinálta arra, hogy a tudományos közéletben is fontos posztokat töltsön be. Ezek közül kettőt szeretnék kiemelni: a Magyar Akkreditációs Bizottságot, illetőleg a Magyar Tudományos Akadémiát, ahol a magyar tudomány és a tudományos utánpótlás nevelésének ügyét szolgálta.

A Magyar Akkreditációs Bizottságban a magyar felsőoktatás javára hasznosította széleskörű ismereteit, segítette a magyar felsőoktatást abban, hogy megőrizze az oktatás színvonalát ott, ahol jó volt, és megtegye a szükséges lépéseket ott, ahol a színvonal nem ütötte meg az elvárható mértéket.

Lényegében hasonló feladatokat látott el a Tudományos Akadémián is, amelynek 1973-ban lett a tagja. Eleinte a Nyelv és Irodalomtudományok Osztályának tagjaként, azon belül az osztály felügyelete alá tartozó Zenetudományi Bizottságban képviselte a zenetudomány és a zenetudományi felsőoktatás és kutatás ügyét, majd hosszabb időn keresztül a Doktori Bizottság elnökeként töltött be a tudományos életben kulcspozíciót. Utóbb a Magyar Tudományos Akadémia alelnökeként hosszú éveken keresztül az összes humán és társadalomtudomány legfőbb képviselőjévé vált. Ebben a minőségében is szívesen vett részt még szakmájától távolabb álló, szűkebb szakmai konferenciákon is, és még arra is volt ereje, hogy figyelemmel kísérje olyan, tőle tartalmilag ugyancsak távolabb álló vállalkozások sorsát, mint a Magyarországi Középkori Latin Nyelv Szótár

ra, és érdeklődött az ezt készítő Ókortudományi Kutatócsoport munkája iránt is.

Ez utóbbi munka a Magyar Tudományos Akadémia nemzetközi vállalkozásainak egyike. Márpedig Ujfalussy József, éppen európai műveltsége birtokában, jól tudta, hogy tudományos teljesítményeink csakis nemzetközi téren és nemzetközi összehasonlításban értékelhetők. Ő maga is fontosnak tartotta saját eredményeinek külföldi ismertetését, a nemzetközi tudományos életben való részvételét. Eredményeinek külföldi elismerését mutatja, hogy a párizsi székhelyű Európai Tudományos, Művészeti és Irodalmi Akadémia tagjává választották, illetve az, hogy a Kossuth- és Széchenyi-díjon, valamint az Akadémiai díjon és számos más elismerésen túl megkapta a minden esetben igazi teljesítményt elismerő Herder-díjat is.



Ujfalussy Józsefnek hosszú élet adatott. Hosszú életének munkája bő termést hozott, a születésekor kapott talentumokkal jól sáfarkodott. Bízunk abban, hogy ha odaátról érdeklődve figyeli, hogy mi, itt hagyott pályatársai milyen módon követjük jó példáját, elégedetten tekint le ránk. Lelkesítsenek bennünket munkás életének eredményei, segítsük pályatársainkat és tanítványainkat úgy, ahogyan ő tette.

Ha szellemi és erkölcsi örökségére tekintünk, és azt életünk hátralevő részében mindig szem előtt tartjuk, akkor szívünkben a gyász szomorúsága elszántsággá és erővé válik, és rá gondolva büszkeség tölt el bennünket, hogy kortársai lehettünk.

Maróth Miklós
az MTA rendes tagja

AZ AGY SZERETI AZ EGYENLŐSÉGET

A társadalomtudományoknak régi, tapasztalatokra alapozott hipotézise szerint az ember alapvető tulajdonsága, hogy ellenzi a jövedelmek egyenlőtlen elosztását.

Pszichológiai tesztekkel többször kimutatták már, hogy a kísérleti alanyok pozitívan viszonyulnak az olyan akciókhoz, amelyek csökkentik az egyenlőtlenséget. Amerikai és ír kutatóknak most sikerült funkcionális mágneses rezonancia képalkotó eljárás (fMRI) segítségével az emberi agyban kimutatniuk a szociális érzékenységet.

A vizsgálatban húsz pár vett részt (mindannyian férfiak), kiindulásként mindenki kapott 30 dollárt. Ezután kalapból húzott golyókkal sorsoltak, a pár egyik tagja gazdag lett – kapott további 50 dollárt –, a másik szegény, nem kapott semmit.

A kísérletek során különböző összegeket kellett átadniuk egymásnak, miközben agyuk különböző területeit: a döntéshozatalhoz szükséges információk és az anyagi jutalmazások értékelésében szerepet játszó részeket pásztázták. Mind a gazdag, mind a szegény csoport tagjai pozitívan értékelték, ha önmaguk kaptak pénzt. A szegények azonban negatívan ítélték meg a gazdagok további gyarapodását, ugyanakkor a gazdagok pozitívan viszonyultak a szegények pénzhez jutásához.

A kutatók szerint eredményük az első közvetlen neurobiológiai bizonyítéka annak,

Kitekintés

hogy az emberi agy idegenkedik a vagyoni egyenlőtlenségektől, ami magyarázhatja az egyenlőség eszméjének kitüntetett szerepét az emberi társadalmakban.

Tricomi, Elizabeth et al.: Neural Evidence for Inequality-Averse Social Preferences. *Nature*. 25 February 2010. 463, 1089–1091. doi:10.1038/nature08785

TOLMÁCSGÉP CSECSEMŐSÍRÁSHOZ

Japán és kínai kutatók kifejlesztettek egy eljárást, ami a csecsemősírás elemzésével képes azonosítani, hogy mi a baja a kisdednek: éhes, álmos, tisztába kell tenni vagy fáj valamije.

Hangmintázat-felismerő szoftver elemzi a sírás frekvencia- és hangerőspektrumát, majd a jellegzetességek alapján azonosítja. A mintázat-adatbázis létrehozásában az jelentette a fő nehézséget, hogy a síró gyerekektől nem kaphattak szóbeli megerősítést a sírás-minták azonosításához. Erre a célra tapasztalt szülők segítségét vették igénybe.

A módszert, amit esetleg jövőbeli automata babafigyelők is használhatnak, eredményesen tesztelték fájdalommal járó genetikai betegségben szenvedő csecsemők sírásának azonosításában.

Wang, Xinping et al.: Statistical Method for Classifying Cries of Baby Based on Pattern Recognition of Power Spectrum. *International Journal of Biometrics*. 2010. 2, 113–123. doi: 10.1504/IJBM.2010.031791

BŰNÖZÉSELEMZÉS TUDOMÁNYOSAN

A bűncselekmények időbeli és területi dinamikáját differenciálegyenletekkel leíró modellt dolgoztak ki és publikáltak amerikai kutatók (két matematikus, egy kriminológus, és egy antropológus). A Los Angeles-i adatokon és tapasztalatokon alapuló szimuláció a szerzők szerint más nagyvárosok esetében is alkalmazható.

A bűncselekményekkel különösen fertőzött területeknek többféle típusát különböztetik meg, és vizsgálják a rendőrségi erők ilyen területeken történő összevonásának lehetséges hatásait. Elemzik, hogy a bűnözők milyen stratégiával keresnek célpontokat, és milyen szempontok szerint választanak áldozatot.

A szerzők szerint a modell segíthet a rendőrségi erők területi elosztásának megtervezésében, és a bűnüldözés hosszabb távú eredményességének növelésében.

Martin B. Short at al.: Dissipation and Displacement of Hotspots in Reaction-Diffusion Models of Crime. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA*. published online before print 22 February 2010. doi: 10.1073/pnas.0910921107

ÜZEMANYAG SUGÁRHAJTÁ- SÚ REPÜLŐHÖZ NÖVÉNYI HULLADÉKBÓL

Amerikai vegyészeknek környezetbarát eljárással sikerült gamma-valerolaktont (GVL) nagy energiasűrűségű motorhajtóanyaggá alakítani. A GVL ígéretes, biomasszából nyerhető energiahordozó, közvetlen felhasználását azonban korlátozza, hogy fajlagos energiataralma viszonylag alacsony.

A *Science*-ben ismertetett kétlépéses katalitikus eljárással a jelenlegi motorokkal vagy sugárhajtású repülőgépekkel is felhasználható üzemanyagot lehet előállítani. Az első lépésben szilícium-oxid/alumínium-oxid katalizátoron négy szén tartalmazó telítetlen szénhidrogén, a másodikban savas zeolit katalizátoron hosszabb szénláncú szénhidrogének keletkeznek.

A kutatócsoport a következőkben a biohulladékokból történő hatékony és olcsó GVL-előállítás lehetőségét kívánja kutatni.

Bond, Jesse Q. at al.: Integrated Catalytic Conversion of Gamma-Valerolactone to Liquid Alkenes for Transportation Fuels. *Science*. 26 February 2010. 327, 1110–1114. doi: 10.1126/science.1184362

A TBC-BAKTÉRIUM ÉS A GYÓGYSZEREK

A tavalyi kémiai Nobel-díjas Thomas Steitz vezetésével a TBC-ellenes antibiotikumok egyik családjának pontos hatásmechanizmusát írták le a Yale Egyetem kutatói. A felfedezés nyomán új gyógyszerek szülehetnek, amelyek igen fontosak lennének, hiszen elsősorban az AIDS okozta immungyengeség következményeként évente a világon kb. kilencmillió új tüdőbajt diagnosztizálnak, és a betegség kb. kétmillió ember halálát okozza. Ugyanakkor rohamosan terjednek azok a baktériumtörzsek, amelyek valamennyi ma rendelkezésre álló gyógyszerrel szemben ellenállóak.

Steitz-ék röntgenkristallográfiával – annak idején ezt a technikát használták James Watsonék is a DNS szerkezetének felderítésére – tanulmányozzák a sejtek fehérjegyártó „üzemének”, a riboszómáknak a pontos szer-

kezetét. A baktériumok is ebben a sejtstruktúrában állítják elő fehérjéiket, és ismert, hogy bizonyos antibiotikumok a riboszómákhoz kötődve fejtik ki hatásukat, elfoglalva rajta olyan helyet, amelyen a baktérium valamelyik életfontosságú fehérjéje „készül”.

A Yale kutatói most meghatározták, hogy bizonyos, az aminoglikozidok családjába tartozó TBC-ellenes antibiotikumok (viomycin, capreomycin) egészen pontosan hová kötődnek a riboszómán, és azt is megállapították, hogy ez a kötőhely igen közel van két másik gyógyszer-család támadási helyéhez. A kutatók azt remélik, hogy felismerésük új TBC-ellenes szerek pontos tervezéséhez vezethet.

Ugyanezen stratégiával próbálnak új generációs antibiotikumokat fejleszteni egy, a kórházi fertőzések nyomán terjedő igen veszélyes baktérium, a meticillin rezisztens *Staphylococcus aureus* (MRSA) ellen is.

Stanley, Robin E et al.: The Structures of the Anti-Tuberculosis Antibiotics Viomycin and Capreomycin Bound to the 70S Ribosome. *Nature Structural & Molecular Biology*. 14 February 2010. doi:10.1038/nsm.1755

TEHETETLEN AIDS-VÍRUSOK

Amerikai AIDS-kutatók (University of California, San Francisco) olyan, genetikailag módosított egereket hoztak létre, amelyeknek fehérvésejtjeit az AIDS-vírus nem képes megfertőzni. Saki Shimizu és munkatársai a vérképzés szempontjából „humanizált” egerek bizonyos magzati vérképző őssejtjeit módosították. A bonyolult géntechnológiai eljárás célja az volt, hogy az egerek vérében olyan emberi fehérvésejtek termelődjenek, amelyek felületén nem jelenik meg a HIV-

vírus számára a sejtek megfertőzése szempontjából igen fontos ún. CCR5 receptor. A HIV ugyanis a CCR5 receptorhoz kötődve azt „kulcsként” használja ahhoz, hogy behatoljon a fehérvésejtekbe, ahol szaporodni képes.

Régi megfigyelés, hogy azoknak az embereknek, akikben a CCR5 szerkezetéért felelős gén hibás, jóval kisebb az esélyük AIDS-re, főleg akkor, ha a mutáció mind az anyai, mind az apai gént érinti. Ezért gondolták a kutatók, hogy érdemes olyan modellállatokat létrehozni, amelyek fehérvésejtjei egyáltalán nem tartalmaznak CCR5 gént, azaz a sejtek felszínén meg sem jelenik ez az AIDS vírus fogadására kész kötőhely. Shimizuék, mondván, hogy a CCR5-re az egészséges immunrendszer szempontjából nincs szükség – hosszú távon lehetőséget látnak e stratégia AIDS elleni küzdelemben történő felhasználására.

Shimizu, Saki et al.: A Highly Efficient Short Hairpin Rna Potently Down-Regulates Ccr5 Expression in Systemic Lymphoid Organs in the hu-BLT Mouse Model

Blood. 25 February 2010. 115, 8, 1534–1544.

GYEREKEK A FAGYASZTÓBÓL

A *Human Reproduction* című lapban a Koppenhágai Egyetemi Kórház orvosai arról számolnak be, hogy második gyermeke is született egy olyan asszonynak, akin petefészek-átültetést hajtottak végre. A világon mindössze kilenc olyan gyermek él, aki ilyen transzplantáció jóvoltából jöhetett a világra, de a harminckét esztendő Stinne Holm Bergholdt az első, akinek két gyermeke lett.

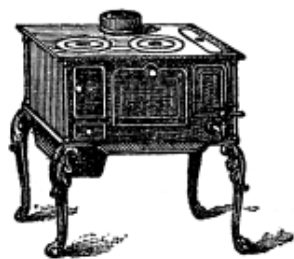
A fiatal nőt csotrák miatt kemoterápiával kezelték, de a beavatkozás előtt orvosa,

Claus Yding Andersen a petefészkeiből szövődő darabkákat fagyasztott le. A kemoterápia szövődésének természetesen az asszony elvesztette termékenységét, de gyógyulását követően 2005-ben Andersenék visszaültették szervezetébe a korábban lefagyasztott petefészkek-szövetet. Egy mesterséges megtermékenyítési eljárást követően Bergholdtnak 2007-ben kislánya született, majd visszatért a klinikára, azzal a kéréssel, hogy még egy gyermeket szeretne, és ezért ismét alávetné magát egy lombikbébi-kezelésnek. Ekkor kiderült, hogy az asszony már várandós, azaz a petefészkek-transzplantációk történetében először „klasszikus” módon történt a fogantatás.

Andersenék cikkükben beszámolnak az új technológia részleteiről, hiszen esettanulmányuk bizonyítja, hogy a fagyasztás után beültetett petefészkek-darabkák visszaállíthatják a nő ciklusát, és nem csak hogy életképes, de megtermékenyülésre, majd embriógenézisre képes petesejtet hozhatnak létre.

A technológia alkalmazása régi vágy a nőgyógyászatban, hiszen világszerte sok fiatal rákbeteg nő válik terméketlenné a kemoterápiás szerek mellékhatásainak következtében. Ernst, Erik et al. *The First Woman to Give Birth to Two Children Following Transplantation of Frozen/Thawed Ovarian Tissue. Human Reproduction*. 25 February 2010. doi:10.1093/humrep/deq033

Gimes Júlia



Könyvszemle

Dénes Iván Zoltán: *Liberális kihívásra adott konzervatív válasz*

A könyv első változata, *Közügyé emelt kiváltságörzés. A magyar konzervatívok szerepe és értékvilága az 1840-es években* címen, 1989-ben jelent meg az Akadémiai Kiadónál. Ezt frissítette fel és egészítette ki a szerző, figyelembe véve az utolsó húsz év historiográfiai eredményeit. A könyv tárgya a magyar konzervativizmus történetének kilenc éve, az a kilenc év (1839–1848), amelynek során majdnem sikerült tartósan kormányképesé szervezni a politikai osztálynak a liberális reformot elvető részét, a jobboldalt. Dénes úttörő munkát végzett. A bibliográfiában felsorolt több mint hétszáz könyv és cikk közül alig tíz ad teret a konzervatív gondolat ismertetésének.

A magyar nemzeti emlékezet mindmáig nem fogadta be a kiegyezéssel záruló Habsburg–magyar konfliktusok dialektikáját. Csak a Bécs elleni küzdelmet vállalja, ennek minden formájával: sérelmek, polgári engedtlenség, felkelés, szabadságharc, passzív ellenállás, majd 1867 után parlamenti obstukció. A megbékülési tervekben és megegyezésekben a nemzeti emlékezet vagy elkerülhetetlen lemondást, szükséges megalkuvást lát, vagy árulást. Csak a veszett ügy melletti hűséggel tud igazán azonosulni.

A nemzeti emlékezet maga is a történelem terméke. A négyszáz évig tartó Habsburg-korszak alatti ellenzéki és ellenállás kultúrája érthető, az ország intézményes létét a

birodalmon belül valóban a képviselői intézmények biztosították a bécsi kormány ismételt beolvasztási kísérleteivel szemben. Az ellenzéki „kuruc” látásmód tehát nem indokolatlan, de félrevezető. Kimondva vagy kimondatlanul azt szuggerálja, hogy a szatmári békétől kezdve, az ország politikában részt vevő lakosságának (arisztokrácia, megyei nemesség, patrícius polgárság, hivatalnokok, katonatisztek, papok, lelkészek, ügyvédek, tisztartók stb.) többsége a történelmi dualizmus, a magyar rendek és a bécsi kormány közötti – innen is onnan is ismételtlen megkérdőjelezett – hatalmi egyensúly ellen foglalt állást. A megyei és országgyűlési adatok, a cenzúrázott és cenzúrázatlan irodalom és sajtó, a magánlevelek és memoárok viszont inkább arra utalnak, hogy az olyan kivételes pillanatoktól eltekintve, mint II. József uralkodásának utolsó éve, az országban nem volt Habsburg-ellenes konszenzus. A régi rendszer végéig a katolikus egyházi hierarchia, az arisztokrácia és a nemzetiségi nemesség zöme feltétel nélkül támogatta a kormányt, a hangadó megyei nemességnek mintegy fele, a dicastériumok és felsőbb bíróságok személyzetének, a kiváltságos városok polgárságának, továbbá az egyházi, világi és állami nagybirtok nemesi és honorácior alkalmazottainak többsége pedig, lelkesen vagy lelkesedés nélkül, de lojálisan viselkedett.

A liberális kihívásra válaszoló „fontolva haladó” koncepciót Desseffy Aurél dolgozta ki, és ő vezette a liberalizmus elleni polé-

miát az 1839/40-es országgyűlésen, a sajtóban és a büntetőjogi bizottságban 1842-ben bekövetkezett haláláig (39–75.). Dénes elutasítja Szekfű Gyula sokak által átvett értékelését a liberális és a fontolva haladó program konvergenciájáról, de azt is hangsúlyozza, hogy Dessewffy Aurél elképzelése valóban új volt. A „*csontkonzervatív*” (Dénes kifejezése), minden változást elutasító magatartással szemben, a Habsburg-államrezonon összeférő reformok keresztülvitelét javasolta a magyar intézményrendszer működési szabályai szerint. Az 1839/40-es országgyűlés törvényalkotási mérlege ezt a koncepciót igazolta.

Az önálló gondolkozású, magát kezdeményezésre jogosító Dessewffy Aurél halála után a kormányhű jobboldal vezér nélkül indult el a pártalakítás felé. Dénes érdeme, hogy széles anyagismeretre épített biztos elemző képességgel mutatja be a vezér nélkül maradt konzervatív gárda szellemi vezérkarának eszméit és írásait. Gondolatmenetük szánalmasan abszurd. Azt próbálják önmagukkal és választóikkal elhitetni, hogy a régi rendszer két pillérét, a birodalmi abszolutizmust és a feudális jog- és kiváltságrendszert bizonyos korszerűsítő intézkedések árán fenn lehet tartani, s azt, hogy fenntartásuk az ország létérdeke (172–178). A nagy történeti szintézisek kellő figyelmet szentelnek a Kancellária, a Helytartótanács, a főrendi és a követi tábla kulcsfiguráinak, akik Metternich 1844-ben megfogalmazott irányelvei szerint szervezték – eredménytelenül – a kormánypárt győzelmét a megyei és országgyűlési választásokon (Apponyi György, Jósika Samu, Majláth György, Szögyény László, Zsedényi Ede, Babarczy Antal, Somssich Pál). Arról a két konzervatív tollról, Kállay Ferencről és Liphay Sándorról, akik a *Nemzeti Újságban* és a *Budapesti Híradóban* számtalan cikkben

támadták és cáfolták a liberális érveket és célokat, a tízkötetes magyar történelem hallgat, a Hóman–Szekfű ötödik kötetében a nevüket csak a bibliográfiában lehet megtalálni.

Dénes bőven idézi mindkét szerzőt. Érveik a liberális ellenzék belső reformtervei ellen súlytalanok voltak, ezt nyilván maguk is tudták, ezért jobban bíztak a nemzetközi érvek meggyőző erejében. Hogy az Osztrák Császárság nagyhatalmi állása összeurópai érdek, ezt a baloldal sem vonta kétségbe. Kállay és Liphay, mint a két másik vezető konzervatív cikkíró, Dessewffy Emil és Szécsen Antal, ennél továbbmentek. A felülről irányított, nyugodt porosz és osztrák haladás (és az arisztokráciát tisztelő angol alkotmányosság) követését javasolták, a magyar elmaradottnak a birodalomba való betagozással, a rendezett osztrák modernizáció átvételével lehetne szerintük véget vetni (121–178.). Liphay egy mérsékelt arisztokratikus és egy mérsékelt demokratikus pártból álló, és a kormánnyal együttműködő centrum hegemóniájáról álmodott (140.) – a birodalmi államrezont elfogadó konzervatív realizmus erre az utópiára épült.

Kérdés, hogy a konzervatív publicisták mennyiben saját nézeteiket fejtették ki, és mennyiben vették át a kormánydiskurzust. Kállay zsidóemancipáció elleni offenzívája 1847 nyarán (134–136.) nagy valószínűséggel spontán, közvetlen oka pártpolitikai. Az ortodoxiától távolodó zsidó elit egységesen és országosan a liberális ellenzék támogatja.

Az idézetek nyilvánvalóvá teszik, hogy 1842 után a konzervatív tábornak egyetlen nagytehetségű politikusa volt, Szécsen Antal. Ő lépett fel, 1843-ban majd 1847-ben, a horvátok és a többi nemzetiségek számára elfogadhatatlan magyar nyelvi követelések mérsékléséért (84–88. és 148–152.), és 1846-

ban ő fogalmazta meg teljes világossággal az alakuló Konzervatív Párt ultimátumnak is felfogható üzenetét a politikai osztályhoz: amíg az alsó táblán az ellenzék a többség, a reformok nem vihetők keresztül, mert nincs egyeztetésre lehetőség a kormány és az ellenzék között. A reform feltétele tehát konzervatív többség az országgyűlésen (184.).

Valószínűnek tűnik, hogy a történeti irodalom azért hanyagolta el Kállay, Liphay, Szécsen és Dessewffy Emil cikksorozatait, mert ellentétben a két nagy, azóta is gyűrűző Széchenyi–Kossuth- és centralista–municipalista polémiával, az 1849 utáni kurzus a konzervatív propagandát végzetesen kompromittálta, megfosztotta az utóélet lehetőségétől. Az Asbóth János óta többször útjára indított konzervatív mítosz soha nem számíthatott igazi közönségsikerre. Nem volt, és ma sincs számára hely. A mindenki által legitímnek tekintett, százhatvan év óta egymással rivalizá-

ló és egymást erősítő Széchenyi-, Kossuth- és Deák-kultusz betölti a teret. Mindaddig nem akadt kutató, aki vállalkozott volna a konzervatív–liberális sajtóviták (*Világ, Budapesti Híradó, Nemzeti Újság* versus *Pesti Hírlap, Hetilap*) anyagának a kiadására. A *Liberalis kihívásra adott konzervatív válasz* és Dénes Iván Zoltánnak a vitacikkekben szintén bőven idéző másik monográfiája, *Európai mintakövetés – nemzeti öncélúság. Értékvilág és identitáskeresés a 19–20. századi Magyarországon* (Új Mandáum, 2001), azt bizonyítják, hogy egy ilyen forráskiadvány, akár papíron, akár a hálón gazdagabbá és pontosabbá teszi a magyar pluralizmus történetének ismeretét. (Dénes Iván Zoltán: *Liberalis kihívásra adott konzervatív válasz. Eszmetörténeti Könyvtár. Budapest: Argumentum Kiadó–Bibó István Szellemi Műhely, 2008.*)

Kecskeméti Károly
történész, levéltáros

Van-e a történelemnek elmélete? Történetelmélet I–II. Szerkesztette Gyurgyák János és Kisantal Tamás

Az 1990-es évektől kezdődően a magyar társadalomtudományos irodalomban, illetve a könyvkiadásban jelentősen megszaporodott a történelem elméleti kérdései (azaz a történetelmélet) iránt való érdeklődés. Az itt ismertetendő kötetek kapcsán mindenekelőtt az a kérdés vetődik fel, hogy van-e a történelemnek tulajdonképpen elmélete? A kötetek ugyanis ezt a címet kapták, jogos tehát annak a kérdésnek a felvetése, hogy beszélhetünk-e egyáltalán ilyesmiről; másrészt ez a probléma szerintem a kötet beosztását, az itt bemutatott igencsak terjedelmes anyag elrendezését alapvetően befolyásolja.

Meglátásom szerint a kérdés (elsősorban persze történészi/történeti szempontból) alapvetően nemmel válaszolható meg, s mindez előrevetíti már a kötetekkel kapcsolatos legfontosabb kifogásomat.

Szerintem ugyanis ebben a formában a kötetek használhatósága (bármilyen szempontból) igencsak kérdéses. Hiszen az anyag elrendezése a következőképpen valósult meg: az első kötetben egy alapvetően bibliografikus jellegű bevezetés (ami persze – s ez az én, továbbiakban kifejtendő tézisemet erősíti – nagyrészt kronologikus) után található a *Mi a történelem?*, *Mi a történeti tény?*, majd *A történelem értelme, iránya, és haszna* című fejezetek. A másodikban pedig *A történeti megismerés, megértés és magyarázat* (önmagában is külön kötettel felérő, több mint nyolcvan oldalas alfejezet), majd *A történeti elbe-*

szélés és a történelem retorikája, illetve *A történelem védelmében* című fejezetek.

Értem én, hogy a rendszerezés itt olyasmi alapon történt, hogy a történetelmélet foglalkozhat a történeti tény mibenlétével, a történelem általános menetével (mondjuk a történelmet mozgó fő tényezőkkkel, a történelem ontológiájával) vagy a történelem megismerésének, ismeretelméletének a kérdésével. Kérdéses viszont máris, hogy a történelem ismeretelméleti jellegű problémái mennyiben választhatók el a történeti tény problémájától, és mi indokolja a történeti elbeszélés és a történelem retorikája külön fejezetekbe történő illesztését, hiszen ezek alapvetően elválaszthatatlanok az ismeretelméleti kérdésektől. Ráadásul, ebbe az elrendezési módba igen nehezen illeszthetők a történészek véleményei, akik a megelőző történetelméleti-történetfilozófiai fejezetekben természetesen alulreprezentáltak, s akik ilyenformán mintegy tisztos kivülállókként az utolsó fejezetbe, egyfajta függelékként kerülnek.

Véleményem szerint ugyanis a történelemnek (történész, de részben talán filozófusi szempontból) nincsen a tulajdonképpeni értelemben vett elmélete, hanem „csupán”/„pusztán” története van, s e kötetek feldolgozása, értelmezése és „hasznosítása”/„megemésztése” (végül is egyetemi tankönyvnek készültek) csak ebben a tekintetben, tehát csak történeti alapon lehetséges.

(Megjegyzem: mindezzel nyilván a kötetek szerkesztői is szembesültek, hiszen az egyes fejezeteken belül immár kronologikus rendben haladva mutatják be az általuk legjelentősebbnek/leginkább reprezentatívnak tartott szerzőket. Itt viszont az a megjegyzés tehető, hogy – Benedetto Croce-t felidézve – a kronológia még nem történelem.)

Tehát úgy gondolom, hogy az itt kiadott (egyébként még a nemzetközi szakirodalmat tekintve is páratlanul gazdag) anyag feldolgozása, „megemésztése” mindenekelőtt történeti alapon lehetséges, s aki ezzel próbálkozik, nem spórolhatja meg azt, hogy valamilyen összefüggő képet alakítson ki a történetfilozófia 18. századtól való kialakulásától kezdve a további „fejlődéséről”, valamint a történetírás/történettudomány ennél lényegesen hosszabb alakulási folyamatáról. Tisztaiban vagyok persze azzal, hogy a „fejlődés” fogalma egyesekben mindjárt averziót kelt, s valamiféle identitás megalapozásának gyanúja merül fel. De a „fejlődést” további explikálás nélkül egyelőre idézőjelben használom, s az már valamit sejtet, hogy a „haladás” fogalma fel sem merült.

Úgy vélem, hogy ezen „fejlődési” vonal keretén belül értelmezhetők olyan fogalmak, mint historizmus, pozitívizmus, szellemtörténet, neopositívizmus, strukturalizmus, hermeneutika, posztmodern, *posthistoire* stb. Úgy vélem, hogy lehetetlen mindezen fogalmak esetén a történetírásra való lecsapódás vizsgálatát mellőzni, s ezért – felfogástól függően – nyilván utalni kell felvilágosodásra, romantikára, liberalizmusra, marxizmusra, konzervatívizmusra stb., de – úgyszintén felfogástól függően – kritikai történetírásra, professzionalizmusra vagy szcientista történettudományra is.

Hogy mindennek milyen konkrét megvalósítási lehetőségeire gondolok, arra csak egy példát szeretnék felhozni, mégpedig a szellemtörténetét.

Amint az idevágó kutatásokból kiderül, a szellemtörténetet számtalan aspektusból körüljárta már a szakirodalom (még ha, mint azt már felbukkanásakor sokan kritizálták, soha senki nem adta meg egyöntetű meg-

tározását), s a kötetben felhozott számos szerző és szöveg értelmezhető a szellemtörténet fogalmát és kategóriáját használva. Főként akkor, ha kitérünk a 19. századi historizmus-hoz, de legalább ennyire a pozitívizmushoz való viszonyára, a vele szinte egykorú neopositívizmusra s később a posztmodernre, amely – Frank Ankersmit meggyőző, noha persze vitatott érvei szerint – ennek egyenes ági leszármazottja.

A szellemtörténet kapcsán (értelmezéstől, hangsúlytól függően, amely természetesen nyitott, több-, de nem határtalan és végtelen szólamú) lehet elemezni annak előzményeit, például a kötetben szereplők közül számosat, így Johann Gottfried von Herdert és Giambattista Vico-t a 18. századból.

A 19. századból azután lehet folytatni Georg Hegellel, Leopold von Rankéval, Jacob Burckhardttal, Friedrich Nietzschével stb. (hogy – Nietzsche kivételével – csak a kötetekben szereplőket említsem). Itt nyilván lehet érzékeltetni, hogy (értelmezéstől függően) ki milyen szemszögből előzmény. Például Herder a „népszellem” fogalmával, ha a nemzeti jellemtant a szellemtörténet organikus összetevőjének tekintjük; illetve Rankét említhetjük, ha fontosnak tartjuk Friedrich Meineckét és a „külpolitika elsőbbségét” valló konzervatív felfogást; valamint Vico-t, Nietzschét, Burckhardtot, ha a kultúr-, de inkább a civilizációkritikához és a hanyatlás-elméletekhez keresünk előzményeket.

Jól lehet érvelni amellet is, hogy a szellemtörténetnek van egy többé-kevésbé körülhatárolható ismeretelméleti pozíciója. Mert (bármilyen nagy különbségek vannak is közöttük) kétségtelen, hogy Wilhelm Dilthey, Wilhelm Windelband, Heinrich Rickert, Georg Simmel, Max Weber megegyeznek a természettudományokkal szembeállított,

önálló kultúr-, illetve szellemtudományok tételezésében. Ez *par excellence* szellemtörténeti pozíció, s szövegszerűen bizonyíthatjuk egymásra való nagy hatásukat (épp a kötetek textusai alapján) az élmény, „beleérzés”, idio-grafikus és nomotetikus tudományok megkülönböztetése, értékvonatkoztató módszer, valamint a nevezetes toposz, az „ideáltípus” kapcsán. Utóbbi áll leginkább közel a „racionális” fogalmakat alkotó szociológiai megközelítéshez, de alapjában mégis a szellemtörténeten belül marad.

Ezzel az ismeretelméleti pozícióval, amely (a számos különbség ellenére) mégiscsak a művészetek felé közelítheti a történelmet, szoros összefüggésben áll a szellemtörténetnek a történelem mibenlétééről, ontológiájáról, fő mozgórugóiról való elképzelése. Ennek egyik alapvető konstituense például Dilthey *Weltanschauung*-ról, a világnézetekről szóló tana, vagy Max Webernek, Ernst Troeltschnek, Werner Sombartnak és másoknak a protestantizmus, helyesebben a kálvinizmus és a kapitalizmus kialakulásáról, de főként összefüggéséről való elképzelése.

A világnézetekről való tannak különösen a művészettörténetben volt nagy lecsapódása (összhangban persze a szellemtörténet alapvető pozíciójával, amely többnyire a magas művelődésre összpontosított s az itt testet öltő eszmékben látta a történeti vizsgálódások tulajdonképpeni tárgyát), elég csak Aby Warburg, Max Dvorak, Heinrich Wölfflin, John Ruskin, Erwin Panofsky, Ernst Cassirer nevét megemlíteni. Ekkortól kezdődik – például Jules Michelet, Jacob Burckhardt, Karl Lamprecht nyomán – a román, gótikus, reneszánsz, barokk, felvilágosodás, romantika fogalmainak/korszakainak/világnézeteinek módszeres kutatása, szétválasztása, „fejlődési” sorba való rendezése – szinte az összes szellem-

tudományi ágban, tehát nem csak a művészettörténetben. A kötetek sajnos mindebből mit sem mutatnak be, jóllehet az itt felemlített szerzők közül számosat tárgyalnak, például Johan Huizingát, akinél ezek a kérdések alapvetőek.

Külön kérdés azután a szellemtörténeten belül az egyfajta konzervatív politikai filozófia, amelyet a leginkább talán Friedrich Meinecke reprezentál. (Meineckétől sajnálatos módon szintén nem szerepel szöveg a kötetekben, pedig ő a huszadik századi német történetírás leginkább kiemelkedő személyisége, s mondjuk a *Persönlichkeit und die geschichtliche Welt* című tanulmánya/esszéje a historizmus, illetve a szellemtörténet számos problémájának bemutatására adna lehetőséget. Arról nem is beszélve, hogy életműve a magyar problémákra való kitekintést is lehetővé tenné, hiszen magyar *pendant*-ja a magyar szellemtörténet vezető alakjának számító Szekfű Gyula.)

További külön és önálló konstituense lehet a szellemtörténetnek az ún. kultúrkritikán és/vagy kultúrpeszimizmuson, esetenként a körforgás elvén alapuló történetfilozófia, amelyet a kötetekben leginkább természetesen Oswald Spengler és Arnold Toynbee fémjelez, de mindenképpen e helyütt lenne említendő a kötetekben úgyszintén fájdalmasan nem szereplő José Ortega y Gasset.

A kultúrkritikus/kultúrpeszimizista filozófiák egy tipikusan szellemtörténeti pozíciót fogalmazznak meg (s így lehet mondjuk Nietzsche vagy Vico a közvetlen elődjük), amennyiben alapvető és közös jellemzőjük a történelem általános „értelmére” vagy értelmetlenségére vonatkozó s Karl Popper által oly kategorikusan visszautasított kérdés feltevése, amelynek másik közös szüzséje a modernitásból való kiábrándulás, a modernitás kriti-

kája, *kultúra* és *civilizáció* számos kérdés elemzését lehetővé tevő szembeállítás, a „modern” tömegtársadalom mindennemű jelenségének elutasítása.

Végül lehetne utalni mindennek a konkrét/empirikus történetírásban való lecsapódására is. Persze a fent említettek közül is számosan – például Dilthey, Meinecke, Troeltsch, a művészettörténészek, Toynbee – elsőrendű történésznek/történetírónak számítanak, de feltétlenül meg kell említeni a kötetben szereplők közül Burckhardt, Lamprecht, de legfőképpen Huizinga nevét (a nem szereplők közül pedig számosat, az osztrák Heinrich von Srbiktól és Egon Friedeltől, a német Ernst Kantorowitztól kezdve egészen az orosz Michael Ivanovitch Rostovzeffig (Mihail I. Rostovcev), az olasz Guglielmo Ferreróig és Federico Chabodig, vagy a francia Paul Hazard-ig), akiknek életműve értelmezhetetlen a szellemtörténetről általánosan kialakított (hogy a kötet szóhasználatánál maradjak: kolligált [William Henry Walsh] vagy szinoptikus ítélet [Louis Mink] alapján megalkotott) fogalom nélkül. Hiszen az ő életművükre szinte egyformán jellemző a szellemtörténet nyomvonalából majdhogynem nyílegyenesen kikövetkeztethető esztéticizmus, a magas, elit kultúrára összpontosító (persze inkább szellemi) arisztokratizmus, általában a történelem nevelő erkölcsi célzainak előtérbe állítása. Leginkább közös bennük azonban a mindnyájuk által tudatosan művelt *kultúrtörténet* műfaja, amely a sok tekintetben a társadalomtörténettel, de mindenképpen a politikátörténettel (s főként a politikai eseménytörténettel) szembenálló szellemtörténeti alapállás logikus történetírói *genre*-ja.

Természetesen az itt felsorolt/felhozott anyag számos más elrendezése is lehetséges,

illetve számosan vannak (például Benedetto Croce, Robin George Collingwood vagy az ún. angolszász vita képviselői/résztvevői), akik ebből az elrendezésből kimaradtak, s akiket viszont például a nemzeti historiográfiák bemutatásánál tárgyalni lehet. Mindez viszont sejteti, hogy történeti alapon igenis lehetséges az anyag olyan elrendezése, amely lehetővé teszi ennek (akár didaktikai szempontból való) megemésztését.

Befejezésül azért meg kell jegyezni, hogy az itteni kötetek, például a szerzőkre vonatkozó irodalmi apparátussal, eligazítással stb. hihetetlen módon elősegítik a historiográfiai tájékozódást és vizsgálatokat. Azonban – mondjuk a német címfordításokat illetően

– egy nyelvi átfésülés nem ártott volna, s igen nehezen tudnának elszámolni a szerkesztők mondjuk Paul Veyne híres, *Comment on écrit l'histoire* című művének *Kommentár a történetírásról* való fordításával, vagy Theodor Lessing *Az emberiség története – bűncselekmények értelmetlen sokasága* (eredetiben: *Geschichte als Sinngebung des Sinnlosen*) című írásának ilyen formában történő magyarításával. (*Történetelmélet I–II. Szerkesztette Gyurgyák János és Kisantal Tamás. Budapest: Osiris Kiadó, 2006, 792+1208 p.*)

Erős Vilmos

egyetemi docens

Debreceni Egyetem Történelmi Intézet



CONTENTS

*Darwin Forever**Guest Editor: Eörs Szathmáry*

Eörs Szathmáry: Introduction	386
Ádám Kun: RNS World and the Error Threshold	388
Tamás Czárán: Microbial Communication, Cooperation and Cheating: Quorum Sensing Drives the Evolution of Cooperation in Bacteria	396
András Falus – Viktor Molnár: Evolution of Gene Regulation and Gene Networks	407
Beáta Oborny: Evolution of Growth Strategies in Plants	413
István Molnár: The Origin of Biological Patterns	425

*China, Global Crisis, International Financial Problems**Guest Editor: Péter Farkas*

Péter Farkas: Introduction	437
Zsolt Szabó: The Effects of the Crisis on China and Its Answers in Economic Policy ...	439
Tamás Gábor: China's Unusual Dual Foreign Economic Surplus	448
Péter Farkas: Role of China in the Stabilization and Transformation of International Financial System	459

Study

Éva Vámos: Ideas and Instruments • Results of the 23 rd International Congress of History of Science and Technology 28 July – 2 August 2009, Budapest	468
Palló Gábor: Scientific Nationalism: Historical Approach to Nature in 19 th Century Hungary	472
Attila Buday-Sántha: Social, Economic and Environmental Impacts of Agrarian Models	481

Academy Affairs

Frigyes Solymosi: Science and Self-Assertion	490
Awards	493

Obituary

József Ujfalussy (<i>Miklós Maróth</i>)	498
---	-----

<i>Outlook (Júlia Gimes)</i>	501
------------------------------------	-----

<i>Book Review (Júlia Sipos)</i>	505
--	-----

Ajánlás a szerzőknek

1. A Magyar Tudomány elsősorban a tudományterületek közötti kommunikációt szeretné elősegíteni, ezért elsősorban olyan kéziratokat fogad el közlésre, amelyek a tudomány egészét érintő, vagy az egyes tudományterületek sajátos problémáit érthetően bemutató témákkal foglalkoznak. 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 könyvismertetéseket, de lapunk nem szakfolyóirat, ezért a szerzőktől közérthető, egy-egy tudományterület szakterületét mellőző cikkeket várunk.

2. A kézirat terjedelme szöveges tanulmányok esetében általában nem haladhatja meg a 30 000 leütést (ez szóközökkel együtt kb. 8 oldalnak felel meg az MT füzeteiben), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat is tartalmaz, kérjük, ezek várható felületével csökkentsek a szöveg mennyiségét. Beszámolókat, recenziókat terjedelme ne haladja meg a 7–8000 leütést. A teljes kéziratot MS Word .doc vagy .rtf formátumban interneten vagy mágneslemezen (CD-n) és 1 kinyomtatott példányban kell a szerkesztőségbe beküldeni.

3. Legfeljebb 10 magyar kulcsszót és a közlemények címének angol fordítását külön oldalon kérjük. A tanulmány címe után a szerző(k) nevét, tudományos fokozatát, a munkahely(ek) pontos megnevezését, és ha közölni kívánja(ják), e-mail címét(eit) kell írni. A külön lapon kérjük azt a levelezési és e-mail címet, telefonszámot is, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

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

5. A képek, ábrák érkehetnek 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 megjelenő oldalak méreteit. Általában: az ábrák és magyarázataik legyenek egyszer-

rűek, áttekinthetők. A lemezen vagy e-mailben érkező 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 közlemény szövegében tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

6. A hivatkozásokat mindig a közlemény végén, abc-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 jellel kérjük megkülönböztetni mind a szövegben, mind az irodalomjegyzékben. Különösen ügyeljenek a bibliográfiai adatoknak a szövegben, ill. 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.

7. Az irodalomjegyzéket abc-sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

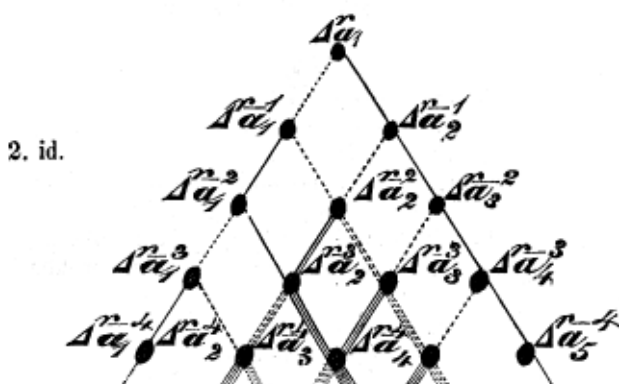
- Folyóiratcikkek esetében: Feuer, Michael J. – Towne, L. – Shavelson, R. J. et al. (2002): Scientific Culture and Educational Research. The Educational Researcher. 31, 8, 4–14.

- 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

8. Havi folyóirat lévén a Magyar Tudomány kefelevonatok nem küld, de még az elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát. A tördelés során szükséges apró változtatásokat a szerző időpont-egyeztetés után a szerkesztőségben ellenőrizheti.

9. A cikkeket a lap internetes oldalán, s az időszakos CD-mellékleten is megjelentetjük. Kérjük, jelezzék, ha ehhez nem járulnak hozzá.



Vizsgáljuk mármost 2. id. a' fő és különbségsorozatok' felső végét. A' harmadik elv szerint bontván a' $\Delta^r a_1$ tagot lefelé, lesz:

$$\Delta^r a_1 = \Delta^{r-1} a_2 - \Delta^{r-1} a_1.$$

A' $\Delta^r a_1$ tag tehát a' maga együtthatóját jobb felől állítólágg, bal felől tagadólágg közli az alatta lévő szomszéd tagokkal, 's a' nyert két tagú' együtthatói nyilván a' Pascal' háromszöge' b) sorozatával (a' jeleket kivéve) azonosak. A' bal szál pontozva van, mert tagadó egységet visz a' szomszéd taghoz.

Bontsuk a' két tagú' egyes tagjait szintén ketté, és pedig először jobb felé állítólágg (ekkor t. i. megtartják jeleiket), azután bal felé tagadólágg (a' mikor jeleik ellenkezőkké válnak), lesz:

$$\begin{aligned} \Delta^r a_1 &= \Delta^{r-2} a_3 - \Delta^{r-2} a_2 \\ &\quad - \Delta^{r-2} a_2 + \Delta^{r-1} a_1, \\ &= \Delta^{r-2} a_3 - 1) \Delta^{r-2} a_2 + \Delta^{r-2} a_1, \\ &\quad - 1) \\ &= \Delta^{r-2} a_3 - 2\Delta^{r-2} a_2 + \Delta^{r-2} a_1. \end{aligned}$$

Ugyanezt tevéen a' három tagúval is, lesz:

$$\begin{aligned} \Delta^r a_1 &= \Delta^{r-3} a_4 - 2\Delta^{r-3} a_3 + \Delta^{r-3} a_2 \\ &\quad - \Delta^{r-3} a_3 + 2\Delta^{r-3} a_2 - \Delta^{r-3} a_1, \\ &= \Delta^{r-3} a_4 - 2) \Delta^{r-3} a_3 + 1) \Delta^{r-3} a_2 - \Delta^{r-3} a_1. \\ &\quad - 1) \quad + 2) \end{aligned}$$

A' törvény ebből olly világos, hogy általában lesz:

$$\begin{aligned} \Delta^r a_1 &= \Delta^{r-s} a_{s+1} - s\Delta^{r-s} a_s + \frac{s(s-1)}{1 \cdot 2} \Delta^{r-s} a_{s-1} \\ &\quad - \frac{s(s-1)(s-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} \Delta^{r-s} a_{s-2} + \dots \end{aligned}$$

Ha a' $\Delta^r a_1$ tagot a' fő sorozat' tagjai által akarjuk kifejezni, mint szokásban van, csak olly értéket kell adni s-nek, hogy $r-s=0$ legyen. Ez megtörténvén lesz: