

XG 11

Kísérletek a Szegedi Biológiai Központban

Génebesztet — utópiák nélkül



Kürthy Hanna rajza



Gádor Emil rajza



Mohácsi Regös Ferenc rajza

„Genetic engineering” — nincs pontos magyar megfelelője. Az *engineer* angolul mérnököt, technikusot, gépészt jelent. A *genetic* genetikát, öröklést. *Genmérnök?* Génebesztet? Genetikai manipuláció? A fogalom még nem tisztázott. A világ mindenütt hatalmas vita folyik az új varázsszó körül. A genetikai manipuláció a tudománytörténetben példátlan erkölcsi-politikai vihart kavart maga körül.

1973-ban az Egyesült Államok *Hampshire* államában a nukleinsav-kutatás szakemberei szinte maguk sem akarták elhinni: tudományos reményeik kísérleti realitásokká váltak. Az új lehetőség: az öröklési anyag — a DNS molekulájának elvágása, illetve összekapcsolása esetleg egy más fajból való partnerrel — lenyűgözte és megfélemlítette őket. Most értették meg *Oppenheimer* szavait az atombombával kapcsolatban: a tudomány megismerte a bűnt!

DNS a vágóasztalon

...S a tudománytörténetben példátlan esemény történt. Maguk a fölfedezők rémültek meg és saját kutatásaik felfüggesztését javasolták. Önkéntes moratóriumot hirdettek meg s nemzetközi szakértő bizottságra bízták a döntést: folytatni vagy beállítani? Ha folytatni, milyen óvintézkedések, korlátozások között?

Azóta a kísérleteket újra elkezdték; a szakmán belüli ellenzék is igent mondott. Nehezebb viszont elcsitítani a közvélemény aggodalmát. Erthetően, hisz azok nyugtatják őket, hogy az ördög nincs a falon, akik néhány esztendeje odafestették...

Szigorú és kötelező irányelveket hozott 1976-ban az amerikai Nemzeti Egészségügyi Intézet a génebesztési kutatásokkal kapcsolatban. A fejlett országok többsége átvette ezeket a biztonsági korlátozásokat. Hazánkban az Akadémia és az Egészségügyi Minisztérium közös bizottsága úgy döntött: Magyarországnak is

célszerű elfogadnia az amerikai irányelveket, s azok megtartását éppúgy kötelezővé tenni, mint a sugárvédelmi vagy tűzrendészeti előírásokat. Szegeden, az MTA Biológiai Központjában — az országban egyedül itt — évek óta folyik génebesztési kutatás *dr. Venetianer Pál* vezetésével.

— Génebesztet... A laikus műtőasztalt lát, szikét, ollót, steril maszkbba öltözött biológust, aki a bolha génjébe beülteti az elefánt génjét...

— Pontatlan a fogalom, s félrevezető az elképzelés is. Ilyen műtétet senki a világban nem tud elvégezni, s bizonyára sohasem fog tudni. Nem a bolha vagy az elefánt a kísérlet tárgya, hanem közvetlenül az öröklési anyag, a DNS-molekula. S ne műtőasztalról — inkább vágóasztalról beszéljünk, olyanról, amin a filmek vagy a rádiósok dolgoznak. A génebesztet leginkább a montázstechnikához hasonlítható. A filmszalag vagy a magnószalag: maga a DNS hosszú láncmolekulája. Az olló: egy enzim, amely kémiai úton elvágja a DNS-láncot. Nos, a vágónak módja van egyes részleteket eltávolítani, különböző részek sorrendjét felcserélni vagy idegen szalag egy darabját közbeiktatni. Pontosan ezt tudjuk megtenni a DNS-sel is.

Írásjel nélkül

— A vágás és ragasztás két gén közötti részen történik?

— Többnyire nem; a DNS-molekulák között nincsenek felismerhető határok. Egy folyamatos szöveget képzeljen el, amelyben nincsenek írásjelek. A DNS-molekula — mondjuk — egy ismeret vers, a Szózat. A gének a vers egyes mondatai. A vágást a DNS-t bontó enzimek végzik (az ideai biológiai-orvosi Nobel-díjat épp ezek a csodálatos enzim-ollók felfedezői kapták). Az enzimek, bizonyos szerkezetet felismerve egy meghatározott ponton vágják a molekulát. A Szózatot például az „A” és „Z” be-

tűk között. A darabolás során a vers olyan töredékeké esik szét, amelyek mind „A”-val végződnek és „Z”-vel kezdődnek. Minthogy minden szakasz ugyanúgy végződik, s ugyanúgy kezdődik, bármelyik kezdetet bármelyik véghez hozzá lehet kapcsolni. (A ragasztás a valóságban kémiai kötés kialakítását jelenti.) Így más fajokból származó vagy mesterségesen előállított DNS-darabok is összeragaszthatók. Vagyis a Szózat összevágható a Nemzeti dal-lal vagy egy dadaista verssel is...

Horror, műpánik

— Tehát egy bolha egy elefánttal... Rémisztő lehetőség...

— De csak elvileg igaz ez a lehetőség! Túl keveset ismer még a világ a gének elrendeződéséről, szerkezetéről. Illuzórikus így arról beszélni, hogy tetszés szerint átrendezünk egy programot, amelynek eredeti elrendezését sem ismerjük.

— De hiszen a genetikai kódot már megfejtették!

— Igen... Am ez olyan, mint egy kisiskolás gyerek, aki már tud olvasni, de nem ismeri a világirodalmat. Jelenleg — a világ élenjáró laboratóriumaiban is — csak egyetlen baktériumban tudunk idegen gént bevinni. Csak a legkisebb vírusok DNS-ét ismerjük annyira — no, nem a teljes szerkezetét, de legalább az egyes darabok számát, hosszát és sorrendjét meg tudjuk határozni. Az ember vagy a magasabb rendű élőlények DNS-e ennél többszázszerezetre nagyobb.

— Oktalanság volt tehát a pánik? Hiszen a biológusok csak egyetlen baktérium átalakítására képesek!

— Már az eddig elvégzett kísérletek is reálisak lettek néhány borzalmas lehetőséget. Ez az egyetlen baktériumfajta ugyanis az emberi bélben is élő *Escherichia coli*. Egy gyakran emlegetett horror-story: ha ezt a rendkívül jól szaporodó colit felszerelik a legfontosabb antibiotikumok elleni ellenálló képességgel, majd képessé teszik egy halálos mérgezést okozó toxin termelésére... Vagy: rák vírus-gének bevitelére a coliba járványos fertőző betegséggé tehetné a rákot. Miután minden eddigi kísérlet főszereplője az a coli volt, amely az emberi bélflóra állandó összetevője, elképzelhető, hogy bármely új „képződmény” képes lesz a bélben megtelepedni és tömeges fertőzést létrehozni.

— Technikailag képes volna erre a génebesztet?

— Az embernél rákkeltő vírus létét teljes bizonyossággal még nem mutatták ki, de ismeretesek olyan állati vírusok, amelyek rákot okoznak. A rákkutatás szempontjából fontos megtudni, hogyan működik a rák vírus, hogyan alakítja át az ép sejt szabályozási rendszerét kórossá. Ennek a vizsgálatára rendkívül érdekes és sokat ígérő volna a rák vírus egyes géneit bevinni egy könnyen tanulmányozható baktériumsejtbe. Lehet, hogy kulcsfontosságú felfedezéshez vezetne a rák gyógyításában, de...

— De?...

— Bármelyik ilyen irányú munkával foglalkozó laboratórium elvégezhetné, ám mert túlságosan veszélyesnek tartják, eddig nem végezték el.

Inzulintermelő baktérium?

— Tehát a veszély mégiscsak reális...

— Nem állítottam a veszélytelenséget, csupán azt, hogy a gyakorlati haszn legalább olyan reális, mint a ríogatásul emlegetett veszélylehetőségek. Az emberiség szempontjából mérhetet-

lenül fontos jótétemények születhetnek a génebesztet révén. Például az inzulin vagy a hormonok nagyipari termelése, vagy a nitrogén lektórára képes gabonafélék előállítására.

— Inzulin olcsón, nagyipari módszerekkel?!

— Ez a lehetőség 1977 nyarán valósággá vált anélkül, hogy bármilyen potenciális veszély bebiztosított volna. Intézetünk a *Kőbányai Gyógyszergyárral* egyezményt kötött az alapkutatásra, ezzel megtette az első lépést a feladat konkrét megoldásához. Jelenleg az inzulin — a cukorbetegség létfontosságú gyógyszerét — a marha vagy disznó hasnyálmirigyéből állítják elő. Sehol a világon nem tudnak minden rászoruló cukorbetegét ellátni inzullinnal; kevés van belőle és drága. Arról nem is beszélve, hogy a betegek egy része allergiás az ilyen inzullinra. Ha előállítanánk egy inzullint termelő baktériumot, korlátlan mennyiségben és olcsón gyártható lenne a „semleges” inzulin. Vagy például különböző emberi hormonok. Egy milligramm bizonyos hormonhoz ma 20 ezer birka agyveleje kell. Ha gének beültetésével baktériumokra bízánk a hormon készítését, elég lenne 2 liter baktériumkultúra...

Az éhínség ellen

Említhetjük akár a nitrogénfixálásra képes gabonafélék előállítását. Nem kevesebbet jelentene ez, mint az éhínség megszüntetése a világon. A növények életéhez nitrogénre van szükség, de a levegő nitrogénjének megkötésére csak a pillangós virágú növények képesek a gyökereikben élő baktériumok segítségével. Az emberek műtrágyázásra kényszerülnek, csak hogy a műtrágya drága. Ha a pillangósok gyökereiben élő baktériumokból a nitrogénkötésért felelős géneket bevinnék a gabonafélékbe, fölösleges lenne a vetésgörög, s becslhetnénk a műtrágyagyárakat...

— Rendkívül vonzó lehetőségek — de mi a realitásuk?

— Az inzullinnál öt éven belül várható a gyakorlati megvalósítás. Ha a világon bárhol kidolgozzák a technológiát, Magyarországon — génebesztési alapú kutatásai révén — képes rá, hogy ezt az eljárást átvegye. A többi programnak is elég realitása van ahhoz, hogy érdemes legyen foglalkozni vele és sokkal nagyobb valószínűsége, mint a képzelt veszélyeknek.

— Lehet, hogy túlzottan aggályoskodó vagyok, de még mindig nem győzött meg róla, hogy az új technika nem hozhat kiszámíthatatlan bajt az emberiség-re...

— Az a véleményem, hogy a veszély kontrollálható, s nem nagyobb, mint a tudományos kutatás számos más területén. Tökéletes biztonsági rendszabályok nincsenek, a fizikai és biológiai korlátozások azonban a baleset veszélyét elhanyagolhatóan csökkentik. Bizonyos kockázatot a haladásért szabad, sőt kell vállalnunk.

Nem ketyeg a pokolgép

— Oktalanság hát attól félni, hogy a biológiai pokolgép ott ketyeg az ágyunk alatt?

— Még ha ki is szabadulna egy „génebesztési toriszszülött” a laboratóriumból, elterjedése a természetben lehetetlen. A sebészetiileg kezelt baktérium a laboratóriumból kívül életképtelen; túlságosan „el van kényeztetve”. A kockázat valós, tehát ésszerűek az óvintézkedések. Ha a megelőző korok mikrobiológus kutatóitól kockázatmentességet követelték volna, soha nem lett volna képes úrrá lenni az emberiség a legtöbb fertőző betegségen.

ANTAL ANIKÓ

hogy tiszta is magad tápláld a fiadat. Nem tudtam rá nézni anélkül, hogy el ne érzékenyültem volna és kísérletet sem tettem rá, hogy elmondjam, mint szokás volt nálunk minden karácsonykor, a József Attila-sorokat a betlehemi királyokról, akiket fogadván: „Irul-pirul Mária, Mária — boldogságos kismama. — Hulló könnye záporán át — alig látja Jézuskáját. — A sok pásztor mind muzsikál. — Meg is kéne szoptatni már. — Kedves három királyok, — jóéjszakát kívánok!” Amikor az első karácsonyt megérte, pár nap hiány háromnapos volt. Legényke. Már jött hozzá, ha hívtam: emelgette a kis karját. De tőlem aztán hírhatták: az istennek se ment. Büszke voltam és boldog. Szerencsés életben sokféle boldogságot éreztem, de ehhez fogható a kislány. A ragaszkodásnak ezt a repdesését. Mondd, melyitek ez? Ugye te vagy? Ugye ez mindönk ragaszkodási egymáshoz?

Mióta elköltöztetek, várjuk, szomjazzuk a ragaszkodásokat. És ahogy az a felnőttek világában lenni szokott, napnál világosabb előttünk; kettőn áll a vásár. Tudtuk mi régen is; a gyerek ragaszkodásáért a szülő is kizárólag ragaszkodással fizethet, ha egyáltalán helye van itt ennek a szóznak. De vajon ragaszkodtam-e anyira én a szüleimhez, hogy jogom legyen ugyanazt várni tőled? Látható, mennyire önző vagyok? Elgondolod, mennyi önzetlenség kell ahhoz, hogy valaki bátran vállalja az önzéseit? Emlékszel, ugye. Hányszor elmondtam: ne hagyj itt soha ezt a várost. Maradj karnyújtásnyira, hádd higgyem, csak ki kell nyújtani a kezem és jössz, jöttök, ha pedig úgy adódik, hívtok is. Mert kényes ám az ember a gyereke hívására, mindig újból szeretne meggyőződni róla, hogy azért ő is hiányzik egy kicsit a gyerekeknek.

A költözés, a búcsú órájában millió jó tanácsot szerettem volna gyorsan elmondani nektek. Ehhez vezetőket kellett volna mondani: gyerekek, én ezeket az intelmeket nem készen kaptam, az élet tanított rájuk, azt is mondhatnám megszenvedtem értük. Még jó, hogy elálltam mindenfajta hegyi beszédétől, hiszen nektek az már készen kapott recept lenne és az ifjúság utálja az ilyen recepteket, maga akar valami mást, hite szerinti jobbat, szebbet, de talán csak a másban van a hangsúly. Hányszor legyintettem én is az apám szavára, milyen hosszú időnek kellett eltelnie, míg rájöttem: aligha lehet nagyobb küldetésem annál, hogy göcsörtös igazat magam is bizonyítsam, azt a sok aprócska igazságot, ami most annyiszor az olyan váratlanul, egyszer csak fölűg bennem, mint az

őszi erdő, és jó lenne már, bizony, jó, ha néha kézen fogna, de elmúlt lám ez is, gyámolításra már inkább ő szorul majd, hát inkább azt kívánom, kislányom, nem többet, hanem annyit csak: vigyázz magadra, magatokra, Legénykére, akkor miránk, kettőnkre is vigyázz. Anyáddal mi elvégeztük, amit kellett, amit tudtunk, amit végeznünk adta, te tudd és ha lehet, ne felejtse el. Közben te lettél, te és „házd népe” a mi egész fontos segítségünk, örök utánpótlása és sok egyéb mindabból, ami az élet értelmét kiteszi.

Az a néhány bűtdarab a teherazin már föl-pakolva állt, a fények hátra ült, te Legénykével előre szeretnél volna ülni, nem tudván, hogy ezt a szabályok tiltják, el is ment aztán az autó kettőtök nélkül, s én a szemedben fölfedeztem a búcsú kitörni készülő könnyeit, elfordultam, mert ilyen szemérmes kodus vagyok én, látod, azt néztem, hogyan kergeti Legényke a galambokat a járdaszélen, istenem, milyen rég voltunk mi ennypire ketten, és ezért van az, hogy most szégyelljük egymás előtt a könnyeinket, nagyon indultmentesen igyekeztünk nevelni, hiba volt, s ezen már nem lehet segíteni és mennyi mindenen nem! Vajon jöhet-e még olyan idő, amikor föloldódnak bennünk a tartózkodás fura görselei, nem, nem a sírásra gondolok, hanem a kacagás föloldódására és nem holmi ócska viceken. Erősödik az a meggyőződés, hogy mintha ez is Legényke kezébe lenne letéve, észrevettem ugyanis: amikor róla beszélsz, akkor vagy igazán felszabadult. Anyai örökség, nagyanyai, s a dédiké, immár végérvényesen belekerült ebbe a körbe, légy büszke rá, kismama.

Annaji mindent szeretnék még elmondani neked. Mondandóimra Csönd-herceg tanított. Mit mondjak a csöndről? Azt, hogy mióta elmentetek, állandóan az ismerős zajokat keressük benne? Hallkan megyek végig az előszobán hajnalban, pszt... föl ne ébredjen a Fiú. Félve nyitom a rádiót: biztosan még pihenni szeretnétek. Várom az ajtó nyílását türelmetlen; mikor hangzik fel a megszokott reggeli kiáltás: „Papaaaaa! Nagyjiiii!” De hát üres már a kiszoba. Milyen üres! És visszafekszem, vagy fönnmaradok, teljesen mindegy. Csönd-herceg belép, kitarja dús palástját, számomra is akad benne hely, hogy együtt gondoljuk végig min-lazt, amivel külön-külön semmire se men-nénk.

Hovais Inure