

Tóth Gábor
Génháború

Tóth Gábor

Génháború

A genetikailag módosított élelmiszerek
kockázatai

Pilis-Vet Kiadó
2004

*„Ó emberek, kik mindent tudtok céltalan,
Százféle mesterséget miért tanultatok,
És minden eszközt fel miért találtatok,
Ha azt az egyet el nem éritek soha,
Hogy észhez térítsétek azt, ki esztelen?”*

(Euripidész)

Tartalom

A szerző könyvei és előadásainak hangkazettái
megrendelhetők
a 06/20/381-1844-es telefonszámon,
vagy a melitta@freemail.hu címen.

Szakmai lektor: Móra Veronika biológus
Szöveggondozás: M. Környei Éva
Tipográfia, tördelés: Corrigenda Bt.
Borító: Sau.Fair Bt.

Kiadja a Pilis-Vet Kiadó

2085 Pilisvörösvár, Kisfaludy u. 48.

Felelős kiadó: dr. Saufert Gyula

E-mail: martha@mail.datanet.hu

Készült a Nyomdaipari Kkt. Nyomdaüzemében, Debrecenben

Felelős vezető: Balázs Jánosné

ISBN 9632168526

Minden jog fenntartva.

A szerző előzetes engedélye nélkül a mű sem részleteiben,
sem egészében, semmilyen eljárással nem reprodukálható.

Előszó	11
Bevezetés	12
AZ INFORMATIKA GÉNIUSZA: A DNS	15
Korszakalkotó felismerések	15
Hírközlés a biológiában	16
Több mint véletlen	18
A tervezés magasiskolája	24
Miért nem vagyunk egyformák?	27
A DNS-károsodás okai	29
BIOLÓGIAI FORRADALOM	32
A tudomány emeli a tétet	32
A rettegés évtizedei	34
Egy felfedezés, amely megváltoztatta a világot	35
Mi a génmódosítás?	36
A természet megerőszkolása	37
Csöppnyi erkölcs	40
Egy korlátlan lehetőség korlátai	41
<i>Elszabadult fantázia</i>	41
<i>Ki szab határt a tudósnek?</i>	50
Az álmok valóra válnak	52
Nyomasztó tendenciák	54
Nemesítő vagy génmanipulátor?	55

A GENETIKAI MÓDOSÍTÁS GLOBÁLIS KÖVETKEZMÉNYEI	58		
Vélt előnyök	58		
<i>Az ígéret szép szó</i>	58		
<i>A légvárák leomlanak</i>	58		
▪ Magas hozam?	58		
▪ Előnyösebb tápérték?	60		
▪ Gazdaságosabb termelés?	61		
▪ Az éhínség visszaszorítása?	61		
Valós kockázatok	64		
<i>Játék az ismeretlennel</i>	64		
<i>Riasztó jelentések</i>	67		
<i>Visszatérhetnek a járványok?</i>	70		
<i>Támadnak a gének</i>	71		
▪ Laborból a természetbe	72		
▪ Veszélyben az egészség	74		
▪ Csak semmi pánik!	79		
A legismertebb fejlesztések	80		
<i>A kétarcú baktériumtoxin</i>	80		
<i>Gyomirtószer-rezisztens növények</i>	82		
A természet veresége	85		
Kutatók hálójában	86		
<i>Dolly, a megboldogult</i>	87		
<i>Lombikból a vágóhídra</i>	89		
Élelmiszer-ipari alkalmazások	90		
A szója: egészséges, vagy veszélyes?	93		
A GÉN MÓDOSÍTOTT ÉLELMISZEREK GAZDASÁGPOLITIKAI VONATKOZÁSAI	98		
Tudomány, politika és üzlet	98		
Az események láncolata	99		
Észak Dél ellen	100		
<i>Gyanús segélyszállítmányok</i>	100		
<i>Génkalózok</i>	102		
		Két világ találkozása	104
		A fogyasztó felelőssége	108
		Egy átalakult földrész: Amerika	110
		<i>Ahol a pénz lett az úr</i>	110
		<i>Megváltozott indítékok</i>	114
		A konzervatív kontinens: Európa	115
		<i>Igényes fogyasztók</i>	115
		<i>Egy bátor döntés: tilalom</i>	117
		Kereskedelmi háború	118
		Menekülés a szorításból	119
		Disszonáns hangok	120
		Befoltozott jogszabályok	122
		A GÉN MÓDOSÍTÁS MAGYARORSZÁGON	125
		Haladás a korral	125
		A legnagyobb dilemma	127
		Egy különleges régió	128
		Felmérések és szigorítások	129
		A tájékozottság jutalma	131
		Beépített szelepek	132
		HUMÁN GENOM PROGRAM	134
		Utószó	137
		Felhasznált irodalom	139
		Könyvajánló	144
		Kazettaajánló	150

Előszó

Ismét nem egy könnyed regénnyel keressük az olvasóközönséget, hanem olyan témával, amely mindannyiunkat közvetlenül és komolyan érint. Korábban megjelentetett könyveink (*Az E-számokról őszintén – élelmiszereink árnyoldalai; Allergia- és Candida-kalauz*) szemléletéhez híven egészségtudatot formáló, informatív és olvasmányos ismeretanyagot adunk közre.

Világunkban minden mindennel összefügg, és ez a genetika területén is így van. Tudományos szemléletek, politikai és üzleti érdekek csapnak itt össze, és betekintést nyújtanak a globális összefüggésekbe.

Ez a könyv nemcsak a génekről szól, hanem az emberről is. Arról az emberről, aki lelkiismeretével nemegyszer szembeszállva, vívódva halad útján, melynek irányát rendszerint egyéni céljai szerint szabja meg. Emberekről, akik üzletemberek, politikusok, közgazdászok, filozófusok, környezetvédők, orvosok, biotechnológusok, no meg fogyasztók, s egyiküket sem hagyhatja hidegen a géntechnológia. Az ő gigantikus küzdelmükbe is bepillantást engednek a következő fejezetek.

A kötet megírásakor azonban ennél nagyobb volt a feladat: felkelteni az érdeklődést egy olyan terület iránt, amelynek megismerésével mindenki tevőlegesen is részt vállalhat az élelmiszer-kínálat befolyásolásában. A kedves olvasó ugyanis a génmódosított élelmiszerek témakörében nem maradhat kívülálló, hiszen fogyasztóként közvetlen résztvevője, adott esetben elszenvedője az eseményeknek. De lehet nyertes is, ha az itt leírtak érdemi tanulságok levonását eredményezik. És ha ez legalább néhány olvasó esetében megvalósul, könyvünk nem íródott hiába.

Ha jó szórakozást nem is, de jó elmélkedést mindenképpen lehet kívánni e kötethez.

A szerző

2004. június

Bevezetés

A XX. század második felének kezdetén kibontakozó kémiai forradalomban sokan egy új, dicsőséges korszak hajnalát látták. A tudomány akkori képviselői a kemizációtól és vegyszeres kezeléstől a meglévő és egyre mélyülő problémák megnyugtató megoldását várták. Az optimista várakozások teljesevé váltak azonban napjainkban a környezeti katasztrófák árnya vetül az emberiségre. Az elszennyeződő talaj és élővíz, az egészségkárosodás intő jelként szolgálhatnak az ember meg gondolatlan cselekedeteit illetően.

A tudományos világ azonban nem tanult a múltból. Az egyik kezével okozott kárt a másik kezével próbálva orvosolni, újabb réseket üt bolygónk alapjaiban megrendült védelmi rendszerén. Évről évre egyre szélesedő eszköztárával teszi próbára a természeti törvények tűrőképességét, mindaddig, amíg a folyamatok visszafordíthatatlanná válnak, és az érzékeny egyensúly végérvényesen felbomlik. Ezt nevezik modern szóval *fejlődésnek*.

Az emberi tevékenység számos kockázati tényező megjelenését eredményezte az elmúlt évtizedekben. Ijesztő gyorsasággal követik egymást a különböző, tragikus jövőképet felvázoló tudományos közlések, amelyek az élő és élettelen környezet egyensúlyvesztésének drámai következményeire hívják fel a figyelmet. A növekvő atomenergia-hasznosítás miatt jelentősen megnőtt a környezeti háttérsugárzás, amely nemkívánatos mutációkat eredményezhet. A klorofluoro-carbon vegyületek (hűtőipar, aeroszolok) sztratoszferikus ózonréteget romboló hatása a bőrrákos megbetegedések számát növelte, az immunrendszer hatékonyságát csökkentette, emellett befolyásolta a növényi fotoszintézist és a tengeri planktonok tevékenységét. A hagyományos energiatermelés okozta globális felmelegedés, az állattartó telepek, a műtrágyázás és peszticidhasználat miatt el-

szennyeződő felszíni és talajvíz, valamint a környezetre szabaddított mintegy négymillió szintetikus vegyület alig felmérhető károkat okozott az élővilágban.

Az emberi találékonyosság ugyanakkor újabb, minden eddiginél merészebb vállalkozásba kezdett annak érdekében, hogy múltbéli hibáit jóvátegye. Olyan felfedezésre jutott, amely visszaadta a tudásnak a reményteljes várakozás, az élő kíváncsiság és alkotó türelmetlenség örömét. E forradalmian új és minden várakozást felülmúló lehetőség neve: *génteknológia*.

AZ INFORMATIKA GÉNIUSZA: A DNS

Korszakalkotó felismerések

A genetika tudományának megszületése a brnói apátság kertjében magányosan és ismeretlenül tevékenykedő Gregor Mendel nevéhez fűződik, aki 1866-ban lépett a nyilvánosság elé eredményeivel. Körültekintő és alapos ember volt, amit az a tény is mutat, hogy némelyik kísérletét tizenhatezerszer is megismételte. Mendel azonban még nem foglalkozott azzal, hogy az általa megfigyelt tulajdonságok háttérében mi állhat, sőt a „gén” elnevezést sem ismerhette még.

Mendellel szinte egy időben Friedrich Miescher, svájci katonarvos sebesült katonák gennyel átitatott kötéseiből vont ki egy enyhén savas anyagot, de ennek szerepét sokáig nem ismerték. Az évtizedek során egyre több közvetett bizonyíték gyűlt össze arra vonatkozóan, hogy ez az ismeretlen anyag – melyet később nukleinsavnak, ezen belül is DNS-nek, azaz *deoxiribonukleinsavnak* neveztek el – genetikai információkat hordoz.

A tudomány azonban a legtöbb esetben nehezen fogadja el a forradalmian új eredményeket – ezen a területen sem volt más-ként. 1928-ban Griffith egy emlősökben tüdőgyulladást okozó baktériummal (*Streptococcus pneumoniae*) végzett állatkísérleteket, azonban a feltételezések szintjén nem tudott túljutni. 1944-ben Avery és munkatársai bizonyították először, hogy az átöröklésért a korábban felfedezett DNS a felelős. Bár kutatási eredményeik egyértelműek voltak, a tudományos világot annyira váratlanul érte a felfedezés, hogy nem hozott valódi áttörést, és nem vált elfogadott tantétellé. 1952-ben Hershey és Chase látványos kísérlettel megerősítették az előbbi kutatók ta-

pasztalatait, és mintegy előkészítették az utat korunk egyik legnagyobb felfedezéséhez. 1953-ban ugyanis James Watson és Francis Crick közzétette tanulmányát, melyben a DNS kettős spirál (helyesebben kettős csigavonal) szerkezetét írták le.⁶⁷

Hírközlés a biológiában

Az ún. Watson–Crick-modell már kiváltotta a tudományos világ elismerését, és megalapozta a további genetikai kutatásokat. A megfigyelések rámutattak, hogy a DNS elnevezésű óriásmolekula két egymással szemben elhelyezkedő láncból áll, és egy csigalépcső két korlátjához hasonlítható.

A DNS *négy különböző alapegység*, ún. **nukleotid** egymáshoz kapcsolódásával épül fel, ezeket kémiai nevük kezdőbetűivel jelölik: A=adenilsav, C=citidilsav, G=guanilsav, T=timidilsav. Ezek az alapkövek a DNS molekulában meghatározott, de nem szabályos sorban követik egymást, ezenkívül a kettős spirált alkotó két DNS-lánc egymást kiegészítő és meghatározó szerkezetű. Eszerint az egyik láncban lévő A, G, C, T nukleotidokkal szemben mindig csak T, C, G, A helyezkedhet el. Az ilyen módon egymás mellett kialakuló ún. *bázispárok* alkotják a csigalépcsőhöz hasonló szerkezet lépcsőfokait, ugyanis a bázisrészek a lánc lefutási irányára nagyjából merőlegesen helyezkednek el.

A DNS molekulát leggyakrabban egy felfoghatatlanul hosszú írott üzenethez szokták hasonlítani, amelyben a nukleotidok (A, T, G, C) jelentik a betűket. Az információsor azonban nem folyamatos, hanem kisebb működési egységekre tagolódik, melyeket génnek neveznek. Ha a teljes genetikai információt (genom) könyvtárhoz és a nukleotidokat betűkhöz hasonlítjuk, akkor a gének tulajdonképpen mondatokként foghatók fel. (A magasabb fejlettségű élőlények sejtjeiben a DNS ún. kromoszómákban foglal helyet, amely az előbbi hasonlatot követve a könyvtár egyes köteteit jelenti.) A gének egy-egy fehérje

felépülését és működését szabályozzák. Az emberi genomnak (DNS-állomány) mindössze 1-2, de legfeljebb 10 százalékát teszik ki a gének. További néhány százalékában a gének másolását szabályozó részek fedezhetők fel, emellett pedig hatalmas területeken fehérjét nem kódoló DNS-szakaszok találhatóak. Ez utóbbiak sok esetben ismétlődő nukleotidsorozatokat tartalmaznak, ami nagy talány a genetikusok számára. (Régebben ezeket „hulladék DNS”-nek nevezték.)

A DNS feladata kettős: generációról generációra tárolja a genetikai információt, és utasításokat küldve folyamatosan koordinálja a sejt, illetve a fehérjék működését. Más szóval a biológiában a DNS egyfajta „törvényalkotó”, míg a fehérjék a „végrehajtó” hatalom. A génekben lévő kémiai információt tehát le kell fordítani a fehérjék nyelvére. E fordítást nehezítheti, hogy a DNS és a fehérjék között némi „szövegértési különbség” is fennáll, mivel az előbbi négy, míg az utóbbi húsz betűből álló „nyelvet” használ. (A fehérjék 20 különböző aminosavból állnak, amelyek szintén betűkhöz hasonlíthatók.)

A feladat tehát hihetetlenül nehéz. A DNS-nek a négybetűs ábécé betűivel olyan üzenetet kell „küldenie”, amelyet a húszbetűs ábécét használó fehérjék pontosan megértenek. A fehérjék felépítése jóval bonyolultabb, mint a DNS-é, így nem könnyű egy egyszerű nyelvezetet úgy lefordítani a bonyolultultra, hogy az információ tartalma ne sérüljön. (Gondoljuk el, milyen nehéz lenne levelezni egymással olyan embereknek, akik közül az egyik az írott nyelv betűinek csak a töredékét ismeri, míg a másik anyanyelvi szinten ír és beszél.)

A XX. század hatvanas éveiben azonban erre a titokra is fény derült. A „DNS-nyelv” lefordítása „fehérjenyelv”-re egy – az egész élővilágban egységes – rejtjelkulcs, a *genetikai kód* segítségével lehetséges. A kutatások feltárták, hogy a DNS nukleotidsorrendje megszabja az adott gén által kódolt fehérje aminosavsorrendjét. A DNS-ben egymás után elhelyezkedő nukleotidok *hármassával* alkotják az üzenet szavait, így már ol-

vashatóvá válik a „mondat” – vagyis a génekben kódolt információ – a fehérjék számára is. (A nukleotidok hármásával való elhelyezkedése már 4^3 , azaz 64 variációs lehetőséget jelent, így a genetikai kód a korábbi négy jelből álló betűkészlet helyett igen bő biokémiai „szókincset” eredményez.)

Egyes megfigyelések arra is rámutattak, hogy a DNS kettős spirál külső felületén a különböző nukleotidkapcsolódások olyan domborzatkülönbségeket okoznak, mint pl. a vakok Braille-írásjegyei közti különbségek. Ezeket a sejt biokémiai apparátusa mintegy leolvassa, és az előbb leírt genetikai kód segítségével lefordítja a sejtműködést irányító fehérjék nyelvére.

A korábbiakból kiderült, hogy a földi élővilág teljes genetikai állománya és sokfélesége mindössze négy egyszerű alapelem egymásutániságában van kódolva, vagyis **négy betűből tevődik össze a biológiában látható végtelenül bonyolult örökletes információ.** Az egyes élőlényekben azonban a DNS hosszúsága különböző, a fejlettségi foktól függően. Vírusoknál néhány ezer, baktériumoknál néhány millió betűből áll a genetikai üzenet, míg az élesztőben tízmilliós, a fonálféregben százmilliós nagyságrendben található nukleotidok. Az ember DNS-e mintegy 3 milliárd nukleotidot számlál.

A genetika komoly szabályszerűségei nagyon elgondolkodtatóak. A következőkben ezeket vizsgáljuk meg.

Több mint véletlen

„A biológiai rendszerek olyan rendkívül magas szerveződési fokon állnak, hogy véletlen keletkezésük teljesen kizárt.”

(W. Gitt informatikaprofesszor)

A DNS a *legstabilabb* molekulák közé tartozik. A kettős csigavonalon belül egymás felé néző ún. komplementer bázisok között hidrogénhid-kötések alakulnak ki, amelyek a hossz tengelyre

merőleges létrafokokat mintegy összekapcsolják, stabilizálják. Ezen túlmenően a bázispárok kölcsönhatásba lépnek a felettük és alattuk elhelyezkedő bázispárral. Ennek eredményeképpen minden bázispár pontosan 36° -os szögben fordul el a molekula hossz tengelye körül, így 10 bázispár alkot egy teljes, 360° -os fordulatot a szigorúan csak jobbra csavarodó (jobbmenetes) hélixben.

Az ember 3 milliárd nukleotidból álló DNS-e mintegy két méter hosszúságú, vastagsága a milliméter ötszázad részé. Ez a molekula feltekeredve helyezkedik el a sejtekben. (A sejtek átlagos átmérője a milliméter századrésze.) A feltekeredés is *szigorú szabályok* szerint zajlik, hiszen az információt leolvasó fehérjéknek folyamatosan hozzá kell férniük a megfelelő DNS-szakaszokhoz. (Feltekeredéskor két különböző szélességű barázda képződik a DNS felszíne felől, a nagy barázda 2,2 nanométer, a kis barázda 1,2 nm átmérőjű. A specifikus leolvasó fehérjék általában a nagy barázdához kapcsolódnak.)

A DNS szabályosságát mutatja, hogy a csigavonal „menetemelkedése” mindig pontosan 3,4 nanométer, emellett 2 nm-es átmérőjét is megtartja a lánc teljes hosszában. Egy 360° -os fordulatban a nukleotidok pontosan 0,34 nm-es távolságot tartanak egymástól.²⁸

Az emberi DNS mérhetetlenül nagy információtartalmát több szemléletes példával is illusztrálni szokták. Ha a 3 milliárd nukleotid mindegyikét egy betűnek vesszük, akkor normál betűmérettel egy sorba leírva a betűsor kb. 2000 darab 500 oldalas könyvet töltene meg. Ha időben akarjuk kifejezni a DNS hosszát, és egy nukleotidot egy másodperc alatt olvasunk le, akkor a teljes leolvasás száz évig tartana. E hatalmas mennyiségű információ elképesztően kis helyet foglal el a sejtekben, amely egyszerűsre mind a *kicsinyítés mestermunkáját* is jelenti. Egy neves informatikaprofesszor szerint a DNS-ben lévő óriási információsűrűség (legalább 10^{21} bit/cm³) annyiszor több a legfejlettebb mikroprocesszorokénál, mint ahányszor nagyobb a Föld felüle-

te egy gesztenye felületénél. (Kb. 10^{15} -szeres különbségről van szó, ami annyit jelent, hogy a mikroprocesszor adatsűrítő képességét egymilliárddal szorozzuk, majd a kapott eredmény egymilliósorozását vesszük, így jutunk a DNS adatsűrítő képességéhez.)

Merészebb kutatók a teljes emberi szervezetben található DNS-láncokat is összegezték, így csillagászati távolságokhoz jutottak. Számításaik szerint az emberben összesen *4,6 fény-napnyi* hosszúságú DNS van. (Viszonyításul érdemes megemlíteni, hogy a Naprendszer legtávolabbi bolygója, a Plútó „csak” mintegy hat fényóránnyira van a Naptól!)²⁷

A genetikai megfigyelések azt is igazolták, hogy az élővilágban a DNS-ben kódolt információ gyakorlatilag *univerzális*, azonban a környezeti és egyéni faktoroktól függően más-más DNS-részek válnak aktívvá, így egészen különböző típusú élőlények születnek bolygónkra. (Tehát például egy macska DNS-e egészen más utasításokat ad, mint az emberé, jóllehet a DNS-eik szinte azonosak.) Elmondható az is, hogy egy élőlényen belül minden egyes sejtben pontosan ugyanolyan DNS-állomány található, bár minden sejt vagy sejtcsoport más parancsokat kap ugyanattól a DNS-től. A szem, az orr, a nyelv, a gyomor, a máj vagy a vese sejtei betűre pontosan ugyanazt a genetikai információt hordozzák, működésüket tekintve mégis jelentősen különböznek. Az emberi testben számtalan sejttípus létezik, amelyeknek pontosan meghatározott funkciója, működési helye és életideje van. Minden sejttípusban más-más gének működnek, sőt a külső és belső tényezők függvényében ezek folyamatosan korrigáló, helyesbítő intézkedéseket is foganatosítanak. A tudósok a mai napig nem tudták kideríteni, honnan tudja minden sejt a kizárólag rá vonatkozó utasításokat a felfoghatatlanul hosszú DNS-programból. Ismeretlen az a mechanizmus is, ahogyan a gének precíz kémiai üzeneteket adnak át a sejt helyére, fehérjesszintéziseinek sorrendjére és feladataira vonatkozóan. Mindez persze testünk sok milliárd sejtjében összehangolva,

mérhetetlen pontossággal és szervezettséggel zajlik életünk minden másodpercében. Vajon mindez a vak véletlen műve lenne?

A fehérjék a *legbonyolultabb* molekulák közé tartoznak a biokémiában. Térbeli szerkezetüket egyértelműen meghatározza aminosavsorrendjük, amelyben egyetlen kis tévedés is végzetes eredményhez vezetne. Egy adott aminosavsorrendű fehérjelánc az élő sejt belső környezetébe *csak egyféleképpen* tekeredhet fel, és kizárólag ebben az előre gondosan megtervezett háromdimenziós formában tudja ellátni létfontosságú feladatát (pl. enzimátikus vagy hormonális funkció stb.). Ezt a felépítést csak olyan „építészeti”, statikai, áruforgalmi, szervezési és kémiai „előképzettséggel” lehet elvégezni, amely az emberi tudás és teljesítőképeség felső határát jóval meghaladja. A gének – amelyek egy-egy fehérjemolekula felépüléséért és működéséért felelnek – azonban rendelkeznek az előbb említett képességekkel, és fáradhatatlanul végzik karmesteri munkájukat.

Mindehhez hozzátartozik, hogy minden egyes sejt *több ezer* különböző, bonyolult szerkezetű fehérjét tartalmaz, amelyek eltérő specifikus funkciókat töltenek be. Ez azt jelenti, hogy sok ezer gén harmonikus irányítói tevékenysége szükséges egy egyszerű sejtben belül is az egészséges működés fennmaradásához. Olyan ez, mintha egy hatalmas várost kellene megépíteni, belső és külső kereskedelmi útvonalakkal, lakóházakkal, gyárakkal, szennyvízcsatornákkal és hulladéklerakókkal stb. oly módon, hogy tökéletes összhangban legyen a környező városokkal, hiszen későbbi korrekció csak kismértékben lehetséges. Tudvalevő, hogy mindennek a véletlenszerű keletkezése *valószínűtlen* (még a végtelen időtávokat figyelembe véve is), sőt az emberi világban az ilyen vállalkozáshoz legalább nyolc-tíz éves szakmai előkészületek, előzetes felmérések, valamint építészeti, környezetvédelmi, geológiai, pénzügyi és egyéb szakemberek hosszas tanácskozása szükséges. Az emberi szervezet esetében azonban könnyen elfogadjuk, hogy a véletlenek szerencsés

összjátékának eredménye – jóllehet összetettsége több nagyságrenddel meghaladja az imént említett városépítést.

A génműködés kapcsán érdemes megjegyezni, hogy az emberi személyiség bizonyos jegyeinek kezdeményei is megfoghatatlan módon, kémiai kódrendszer formájában benne vannak a sejtjeinkben, bár az egyéniség és a „sors” a gének, a környezet, a körülmények és a megélt események bonyolult kölcsönhatása révén alakul. **A gének lehetőségeket és határokat jelölnek ki, de érvényesülésüket számos külső faktor befolyásolja. Eszerint a gének semmiképpen sem a végzetünket, hanem a lehetőségeinket testesítik meg.**

Sokakban felmerül a kérdés, honnan származik a több tízezer gén hallatlan „képzettsége”? Létrejöhetett-e az élettelen anyag egymásra hatásából a biológiai szervezetek végtelenül bonyolult és belső törvények illetve alacsony tűréshatárú „szabványok” által meghatározott mikrovilága? Ha ostobaságnak tartjuk egy mikrochip véletlen keletkezését, milyen alapon feltételezzük ezt az annál milliószeres összetettebb emberi testről?

A kérdéskörnek azonban van egy még érdekesebb vonatkozása is, tudniillik a *genetikai kód* létrejötte. Az evolúciókutatás egyik axiómája ugyanis az, hogy a szervetlen anyagnak nincs célkitűzése, programja, nyelvezte, összességében nincsenek előre rögzített „tervei”. Márpedig az informatikában bevett tétel, hogy a fordítóprogramoknak már akkor rendelkezésre kell állniuk, amikor maga a kód még csak kialakulási, tervezési fázisban van.

A fejlődéstudományban tehát az a paradoxon áll elő, hogy a genetikai „fordítóprogramnak” már *előbb ki kellett alakulnia*, mint a genetikai kódnak, hiszen fordítás hiányában lehetetlenné válik a fehérjeszintézis. Ha viszont először a program alakult ki, tudnia kellett, milyen megfejtendő kód jön létre őtána, különben értelmetlenül alakult ki önmaga is. Ez azonban előzetes számítás, tervezést igényelt volna, amely kizárt, mivel – aho-

gyan korábban jeleztük – az élettelen anyagnak nincs „terve”. Emellett érdemes azt az érvet is megemlíteni, miszerint a genetikai fordítóprogram önmagában aligha alakulhatott ki első lépcsőként, mivel ennek semmiféle hajtóereje vagy mozgatórugója nem volt, nem lévén még megfejtendő kód. Ha azonban a kód jön létre először, akkor pár évezredig várnia kellett volna a fehérjéknek, mire létrejön a „tolmács”, és megértik a kémiai üzenetet. Ez szintén nonszensz. A helyzetet tovább bonyolítja, hogy az emberi DNS fordítógépezete legalább 50 olyan makromolekulát tartalmaz, amelynek képződését szintén maga a DNS irányítja, vagyis a genetikai fordítást végző molekulák létrejöttét kizárólag erre a feladatra szakosodott előzetes fordítóprogramok teszik lehetővé. Ez pedig annyit jelent, hogy amennyiben e kód jön létre először, akkor még a végleges fordítóprogram keletkezése előtt ki kellett fejlődnie egy olyan előzetes programrendszernek és „előfordítói” apparátusnak, amely a fehérjék nyelvét beszélő fordítók megszületését generálja, lehetővé teszi. Talán nem véletlen, hogy a kutatókat is megválaszolhatatlan kérdés elé állítja e jelenség, hiszen – amint egy tudós megfogalmazta – „a genetikai kód csak előzetes fordítási eredmények alapján fordítható”.²⁸

Érdeemes megemlíteni mindezek mellett azt a tudományos tény is, miszerint egy élőlény jellegének pozitív megváltozásához sok gén együttes, azonos időben történő és célzott *módosulása* szükséges. Annak a valószínűsége azonban, hogy a sok ezer gén közül éppen az adott jelleg kialakulásáért felelős együttműködő gének pozitív irányba változzanak meg, még hatalmas időtávot tekintve is gyakorlatilag nulla. (Ezer DNS-t érintő mutációból legfeljebb egy tekinthető veszélytelennek vagy előnyösnek. Az előnyös mutációk pedig csak akkor jelentenek valódi előrelépést, ha a mellettük előforduló, ezerszer több károsító mutációs hatás nem okoz maradandó torzulást. Ennek az esélye is igen csekély.) Mindehhez hozzátartozik, hogy az említett génmódosulások előre nem tervezhető módon

hatnak más génrészekre is, vagyis a mutáns gén aktiválhat más géneket. Ebből adódóan egy új tulajdonság létrejöttével előfordulhat, hogy több generáció múlva kóros folyamatokat indukáló gének kerülnek „bekapcsolt” állapotba, drámai láncolatot indítva el a fajon belül és a környezetben.

A faji korlátok átlépéséhez poligénes (tehát több gén által meghatározott) tulajdonságoknak kellene megváltozniuk, azonban a jellemzők véletlen módosulása nem lehetséges. Az élő szervezetek ebből adódóan önmaguktól nem képesek átlépni a faji korlátokat, s ezáltal magasabb fejlettségi szintre sem tudnak lépni, mivel ezt a bonyolult genetikai összefonódások meggátolják.²⁸

A többszintű és intelligens emberi szervezet kialakulása tehát több lépcsőben és évmilliókon keresztül semmiképpen sem történhetett. Ennek ismeretében ugyanakkor gyakorlatilag csak egyetlen válasz létezik e talányra: az emberi test egyszerre, egy időben történő megalkotása. Eszerint a genetikai kód és a fordítóprogramok azonos időben álltak munkába, lehetővé téve az azonnali fehérjeszintézist, és működésbe hozva a teljes organikus egység keringési, hormonális, idegrendszeri, emésztőszervi és egyéb funkcióit.

Mivel az emberi test páratlan műszaki megoldás, így joggal feltételezhető, hogy a megalkotás mögött mélyreható tervezés és emberfeletti intelligenciájú tervező áll. Ennek alátámasztásául vegyünk sorra néhány anatómiai példát.

A tervezés magasiskolája

Szervezetünkben a ma ismert legfejlettebb műszaki, építészeti, vegyészeti és villamossági struktúrák foglalnak helyet, amelyekből az emberi tudás már egy-két százalékot ki is aknázott. A *csontrendszer* merőleges tartópillérei (csontgerendácskák) a legszilárdabb megoldást biztosítják, minimális anyagfelhasználással.

lással. (Ma többnyire az építészetben hasznosítják ezt a törvényszerűséget.) A *mozgásrendszerben* szerepet játszó ízületek szintén előzetes szerkesztést feltételeznek. A hengerízület egy, a tojásízület két, míg a gömbízület három tengely körüli forgást tesz lehetővé, így az összes szükséges mozgás biztosítva van. (E „technikák” a műszaki világba is bevonultak, pl. gömbcsukló, daru stb.) A gerinccsigolyák között elhelyezkedő porckorongok a legmodernebb lengéscsillapítókat is túlszárnyalják, így testmozgás közben nem kapunk agyrázkódást, sőt komolyabb gondolkodásra is képesek vagyunk fizikai munka közben.

Az *immunrendszer* informatikai apparátusa úgyszintén egyedülálló, hiszen az egymástól legtávolabb lévő fehérvérsejtek a pillanat töredéke alatt kapnak egymásról felvilágosítást, míg az ún. memóriasejtek segítségével az immunvezérlő egység 10 millió különböző antigén közül hihetetlen gyorsasággal ki tudja keresni a betolakodó baktérium vagy vírus paramétereit. (A fejlett internethálózat és a számítógépes keresőrendszerek ehhez képest még elmaradnak.) A *vérben* keringő alakos elemek összetapadását a lokális taszítóerők és felületi feszültség akadályozza meg, amelyet ma az élelmiszeripar és vegyipar alkalmaz a különböző por alakú termékek gyártásakor. Az *érfalak* belső felszíne a legkisebb kiszögelléstől is mentes, hogy ne tudjanak beülni a fertőző ágensek és alakos elemek, elszennyezve és elzárva a keringést. Ma a polírozott belső felületű élelmiszeripari tartályok a modern egyetemi oktatás részét képezik, hiszen csak ezekben gyártható tartós gyümölcsle vagy egyéb romlkony készítmény.

A *szívben* lévő billentyűk csak egyféle irányban engedik át a vért, így megakadályozzák a vér visszaáramlását a kamrából a pitvarba. Az iparban ez visszacsapó szelepként ismeretes. A gáz és folyadék halmazállapot egyesítése szintén nagy kihívás a műszaki életben (pl. szén-dioxiddal dúsított üdítőitalok), azonban a *tüdőben* játszi könnyedséggel megtörténik az oxigén vérbe való beoldása a filtrációs (szűrési) „műveletek” mellett.

De természetesen a *hormonokról* sem szabad megfélekedni, amelyek rejtjeles célüzenetként, parancsként foghatók fel, és csak a célszerv rendelkezik a megfejtési kulccsal.⁵¹ A haditechnika bizonyára megirigyelné ezt a biztonságos kémiai üzenetküldési módszert.

Az említett technikai megoldások jól illusztrálják, mennyire sokoldalú, multifunkciós az emberi szervezet. Nem véletlen, hogy a természettudósok válnak a legnagyobb gondolkodókká is egyben, hiszen az anatómia és élettan szemlélése szinte törvényszerűen magasröptű gondolatokat kelt az értelemben. Tudományos vizsgálódásaik során ők sok esetben megtalálták az intelligens tervező ujjlenyomatát.

A Bibliában a bölcsességéről ismert Salamon király így foglalja ezt össze: „Ha bölcsességért kiáltasz, és az értelemért a te szódat felemeled, ha keresed azt, mint az ezüstöt, és mint a kincseket kutatod azt, akkor megérted az Úrnak félelmét, és Istennek ismeretére jutsz.”

A Biblia szerint Isten saját kezével formálta az embert a „föld porából”, és Ő maga indította el organikus, egységes működését is. Az ember azonban úgy döntött, kipróbálja az Isten szemléletével gyökeresen ellentétes, saját céljait előtérbe helyező életvitelt, így eltorzult mind lelki, mind testi értelemben, beleértve a genetikai információk rossz irányú megváltozását is.

A Teremtő pedig – mivel kormányzatának alapelve teremtményei személyes szabadságának és szabad döntési képességének tiszteletben tartása – megengedte, hogy az ember a maga választotta utat kövesse. Bár láthatatlan módon háttérben marad, mégsem hagyta magára az emberiséget, hanem folyamatosan tevékenykedik megmentéséért, lelki épüléséért. „Az én Atyám mind ez ideig munkálkodik, én is munkálkodom” – mondta Jézus a zsidó főembereknek, utalva szüntelen fenntartói és gyógyítói munkájára.

Isten azonban nem szeretné ráerőltetni magát az emberiségre, hiszen a kikényszerített engedelmesség boldogtalanságot és

lázadást szülne. Egyedüli célja, hogy megláttassa az emberrel saját döntése következményeit, s ezután a lelki nyomorúságból szabadulni vágyó, erőtlén és tehetetlen földi lények számára biztosítsa az „élet vizét, ingyen”.

A természetben, az állat- és növényvilágban, s az emberi testben az Alkotó meghagyta azokat a *bizonyítékokat*, melyek a valódi értékeket kereső, töprengő és belső vívódásoktól sem mentes ember számára egy rendkívüli, megismerésre méltó lény jelenlétét igazolják. Éppen ezért az Istenben való hit semmiképpen sem szégyellnivaló, és nem a kapaszkodót kereső, gyenge, erőtlén jellem megnyilvánulása, mint sokan gondolják. (Meg kell jegyezni, hogy alapvető különbség van a hiszékenység és babonáság, illetve az értelmes és személyes tapasztalatokon nyugvó hit között.) A hit az értelem, a meggyőződés, az elvek tudatos vállalásának gyümölcse, a gondolatok és benyomások személyes kiértékelésen alapuló eredménye. A hit tehát a *legmagasabb rendű értelmi tevékenységek* közé sorolható, és a tudományos kutatást, sőt a képzettséget sem nélkülözheti. A tudomány ugyanis – ha kellő alázattal, megfelelő képzettséggel és módszerrel végzik a kutatást – megerősítheti az embert saját kicsinységében és egy mindenek felett álló Teremtő létében. A genetikai törvényszerűségek mélyebb megismerése is ilyen eredménnyel járhat, ha kevés időre félretesszük előítéleteinket.

S most térjünk vissza a genetikához kapcsolódó tudományos eredményekhez. Az emberi sokszínűség az egyik legérdekesebb témakör e területen belül. Ebbe tekintünk bele a következőkben.

Miért nem vagyunk egyformák?

A korábbiak értelmében elmondhatjuk, hogy a DNS egyszerre egyszerű és végtelenül bonyolult molekula. Minden élő szervezet ugyanazt a „négybetűs ábécét” használja, mégis hatalmas különbségek vannak az egyes fajok között.

Az élőlények bonyolultságától függően az örökletes információ mennyisége eltérő, vagyis a DNS-ben kódolt „szöveg” hossza különbözik. Ebből adódóan a gének száma is más, ami végző soron teljesen egyedi tulajdonságokat és működési struktúrákat eredményez. (A szőlőmuslinca genomjában például „csak” 18 ezer gén van, szemben az ember legalább 38 ezer génből álló készletével.)

Meg kell említeni, hogy a genetikai információ legcsekélyebb különbözősége is egészen más külső és belső sajátosságokat eredményez. Az egér és az ember génkészlete között például mindössze 10 százalék különbség van, az ember és a csimpánz között pedig csak 1,5 százalék.

Felmerülhet a kérdés, hogy egy fajon belül miért nem születnek azonos külső és belső tulajdonságú utódok, ha az emberi DNS-molekulák között csak igen kis eltérések vannak. A választ nagyrészt az ún. *genetikai mutáció* jelensége adja meg. Eszerint a szülői DNS-lánc másolása (megkettőződése) során bizonyos valószínűséggel „hibák” történnek. Ezek nagy részét egy speciális hibajavító rendszer azonnal helyesbíti, azonban így is maradnak olyan pontok az utód DNS-láncán, amelyek különböznek a szülőétől. A fajon belüli páratlan sokszínűséget tehát az tartja fenn, hogy az utódsejtben lévő, korrigált DNS-en hibás részletek maradnak, így az utód nem lesz teljesen azonos a szülővel.

A mérések szerint az emberiségen belül nem volt és soha nem lesz két azonos tulajdonságú „egyed”. Két ember között átlagosan minden ezredik nukleotidban van egy különbség, vagyis DNS-szinten 0,1 százaléknyi eltérés van az egyik emberben a másikhoz képest. (E különbség 15 százaléka a fajták – pl. a fehérek és feketék közötti, 85 százaléka az egyedek közti eltérés.) Ez látszólag kevés mozgásteret enged a változékonyságnak, azonban ha meggondoljuk, hogy 3 milliárd nukleotidból épül fel az emberi genom, akkor egymáshoz képest átlagosan 3 millió helyen van ún. pontmutáció, vagyis másolási „hiba”.

Valószínűsíthetően a kozmikus sugárzás, a gránitban lévő sugárzó elemek, és a nagyfény UV sugarai játsszák a legnagyobb szerepet a spontán mutációkban. Ez a genetikai különbség az emberiség olyan mérvű sokszínűségét eredményezi, amelyben *két ember teljes azonossága kizárt*. Természetesen az is szerepet kap ebben, hogy a férfi és női ivarsejtekből származó DNS-darabok egyéni módon kombinálódnak az utódokban, így azok mindkét szülőtől származó DNS-részeket hordoznak, csak különböző elrendezésben. (Ezért még két azonos tulajdonságú testvér sem születhet.) Emellett a gének kifejeződését és egyéni jellegét a környezet illetve a megélt események is befolyásolják, amely tény tovább növeli a variációs lehetőségek számát.

Az előbbieken a DNS másolási hibái egyfajta pozitív értelemben kerültek elő, hiszen ez a jelenség szolgál a sokféleség alapjául. Azonban a genetikai információt érintő mutációk sok esetben káros, sőt végzetes következményekkel is járhatnak. Erről szól bővebben a következő rész.

A DNS-károsodás okai

„Az elmúlt évtizedekben az ember mesterséges környezetében elhatalmasodó mutagén effektusok komoly veszélyt jelenthetnek, így korlátozásukra minden erőfeszítést meg kell tennünk.”

(Czeizel Endre orvos-genetikus)

Korunkban ugrásszerűen megnőtt az olyan külső károsító tényezők száma, amelyek mutagén (DNS-károsító) potenciállal rendelkeznek (lásd a táblázatot). Ilyenek az ionizáló sugarak, a szintetikus élelmiszer-adalékanyagok, a növényvédő szerek, gyógyszerek, és a levegőt illetve vizet szennyező egyéb vegyi terhelések. A kávé, tea, kakaó és csokoládé legfontosabb komponense, a koffein mutagén hatása szintén többszörösen igazolt tény.

Emellett az orvostudomány fejlődése lehetőséget teremtett egyes genetikai eredetű betegségek (pl. az I. típusú cukorbetegség) kezelésére, gyógyítására, így ma már természetesen olyan emberek is családot alapíthatnak, akik régebben a társadalom peremére szorultak illetve korán meghaltak. A genetikusok szerint e jelenségek miatt az emberi genetikai mérleg jelentősen leromlott, sőt a szakma a genetikai mérleg felbomlását jósolja az előttünk álló évtizedekben. (Ez annyit jelent, hogy egyre több hibás részlet épül be a génállományba, és nagymértékben megnő a génmutációk száma, alapjaiban megváltoztatva az egészséges és beteg emberek arányát, az utóbbiak javára. Ez egyfajta „genetikai katasztrófához” vezethet.)

Az ivarsejtek genetikai ártalmának okai korunkban⁷

1. Fizikai mutagének

Mediális röntgensugarak
Izotópok használata
Nukleáris energia háborús és békés alkalmazása

2. Kémiai mutagének

Gyógyszerek
Élelmiszer-adalékanyagok
Peszticidek
Víz- és levegőszennyeződés

Mindezek ismeretében elmondható: a biológiai sokszínűség fennmaradása érdekében szükségszerű, hogy a DNS-lánc rendkívül kismértékű spontán mutációkon menjen keresztül, azonban a mutagén hatások fokozódásával e folyamat már jelentős kockázati tényezővé válik, és gyengíti a megszülető utód életképességét.

Fontos hangsúlyozni, hogy a genetikai állományt érintő ezer mutáció közül legfeljebb csak egy tekinthető előnyösnek a hordozó szervezet számára, a többi a genetikai állomány gyengülését eredményezi. (Ezért is kell a hibákat folyamatosan javítani.) A mikrobiológusok számára például állandó „fejféjást” okoz a mutációs hatásokkal létrehozott új mikroorganizmusok genetikai gyengülése, életképtelensége. Hasonló a helyzet a növénynemesítésnél is, ahol a nemesített egyedek ellenálló képessége mérhetően gyengébb.

A cél tehát az, hogy minél kevesebb olyan hatás érje az élő szervezeteket, amely megváltoztatja a genetikai információt, mivel így a veszélyt hordozó mutációk gyakorisága is jelentősen csökken. Az emberiség azonban – úgy tűnik – nem ezt a célt tűzte ki, hanem éppen az ellenkezőjét. Napról napra új szintetikus kémiai anyagok jelennek meg a közforgalomban, amelyekkel a bőrön, tüdön és emésztőrendszeren keresztül szinte állandóan érintkezésbe kerülünk.

Itt azonban nem sikerült megálljt parancsolni a kísérletező kedvnek. A tudományos világ úgy döntött, többé nem hagyatkozik a kiszámíthatatlan és véletlen külső hatásokra, hanem maga befolyásolja a genetikai információt saját kénye-kedve szerint, egyéni érdekeinek megfelelően. Csakhogy ezúttal olyasmibe kezdett, aminek a következményei még az intelligens emberi értelem számára is beláthatatlanok lehetnek. Most már azonban nincs visszaút, legalábbis a tudományos irányvonal tekintetében, hiszen a kutatások viharos sebességgel folynak, és a géntechnológia orvosi és ipari alkalmazásai is egyre gyakoribbak.

Jelenleg olyan alapokra építjük világunkat, amelynek biztonságosságáról csak jóval később győződhetünk meg. A kérdés csak az, hogy amennyiben később beigazolódnak a ma még csak „rémhírnek” számító jelentések, visszafordíthatók lesznek-e még azok a biológiai, gazdasági és társadalmi folyamatok, amelyeket a biológiai forradalom indukált.

BIOLÓGIAI FORRADALOM

A tudomány emeli a tétet

„Kockázat nélkül nincs fejlődés.”
(Tudományos axióma)

A fejlett tudományos világ újra kockáztat, sőt ezúttal – úgy tűnik – egy lapra tesz fel mindent. Dupla vagy semmi alapon játszik, és elsöprő, felülmúlhatatlan eredményekre számít. A géntechnológiai kutatásban részt vevő szakemberek egyre jobban felvillanyozódnak a módszerben rejlő lehetőségek pusztá gondolatától, és azt a környezeti szennyezések sártengerében veszteglő világ szinte egyedüli menekülési útvonalaként jelenítik meg.

A géntechnológiai módszerek alkalmazhatóságát illetően azonban *a szakmán belül is* megoszlanak a vélemények. Az elmúlt években a lehetséges hátrányok is előkerültek, sőt számos tudományág képviselői kapcsolódtak be a vitába. Ma már a biotechnológus, az agrármérnök és genetikus mellett jelen vannak a témával kapcsolatos fórumokon környezetvédők, közgazdászok, politikusok, vallási képviselők, jogászok, filozófusok, és természetesen orvosok is.

A biológiai forradalom tehát a társadalom széles értelmiségi rétegeit érinti és foglalkoztatja. Azonban, ha a gének is beszélni tudnának, és szót kapnának a tanácskozásokon, talán ezt kérdeznék az etikai, jogi, környezeti érvek és ellenérvek keresztüztüében vergődve: „Hogyan kerültünk az ember kezébe?” „Mi keresnivalónk van a laboratóriumban?” És bizonyára igazuk lenne.

A tudósok egy része az elmúlt években ismét szerencsejátékba kezdett. Az atommaghasadás felfedezése után elkészülő atombomba, a folyamatosan növekvő háttérsugárzás és az atomerőmű-katasztrófák üzenete az, hogy a kockáztatásnak sú-

lyos következményei lehetnek.* A „játékszenvedély” azonban olyannyira nem ismer határokat, hogy – a múltbéli kudarcok és a jelenkori fenyegető veszélyek ellenére – a kutatói szféra tovább növelte a tétet. Zöld utat enged a „tudomány második bűnbeesésének” (biológiai forradalom), amely az első „bűneselet” (kémiai forradalom) lenne hivatott ellensúlyozni. Könnyen elképzelhető azonban, hogy a még alig ismert genetikai állomány átprogramozása beláthatatlanabb következményekkel járhat, mint a mesterséges kémiai hatóanyagok vagy az atomenergia használata. A kettő – vagyis a géntechnológia és kémizáció – együttes jelenléte pedig egyenesen katasztrófális állapotokhoz vezethet a nem túl távoli jövőben.

A szakma önvallomása szerint „a tudomány története során mindig is kockázati tényezők mellett dolgozott”, sőt tulajdonképpen ebben rejlett a fejlődés kulcsa is. A kérdés csupán az, hogy minden esetben szükség van-e ártatlan áldozatokra a fejlődéshez, és hol a kockázatvállalás józan és etikus határa.

Ulrich Beck, a neves müncheni szociológus szerint: „A világból egy nagy laboratórium lesz, egy óriási emberiségkísérlet, amelyben mindenki részt vesz, de senki sem felelős. A magas fejlettségű kockázattársadalomban egy kutató sem lesz felelős a következményekért, ha az államilag előírt biztonsági rendelkezéseket betartotta. A kockázat »társadalmasítva« lesz. Mint valami varázslattal, az állam az összes káros anyagot, mérget, radioaktivitást határérték-határozatokkal eltünteti.”²

Az idézett gondolatok napjainkban szó szerint teljeseznek, és csak remélhetjük, hogy vannak és lesznek a jövőben is józa-

* Meg kell jegyezni, hogy az atombomba kifejlesztésében részt vevő tudósok a bomba ledobását határozottan elleneztek. A tömegpusztító fegyver megalkotását az a stratégiai cél motiválta, nehogy a hitleri Németország készítse el előbb az atombombát. A bomba ledobása sok történész szerint megrövidítette a világháborút, így összességében több életet „mentett meg”, mint amennyit kioltott. Erről azonban még viták folynak.

nul gondolkodó és a veszélyeket idejében felismerő „éber őrszemek”. A számos bizonytalansági tényező mellett talán az *értelmiség növekvő ellenállása* is szerepet játszhatna abban, hogy a globális kísérlet mégis elmaradjon, ellenkező esetben újabb kockázatokkal kell szembenéznünk a jövőben.

A rettegés évtizedei

„A mesterségesen előállított vírusok a nukleáris fegyvernél is rettenetesebb, embertelenebb átkai lehetnek az emberiségnek.”

(Czeizel Endre orvos-genetikus)

A genetikai kutatások egyik legnagyobb mérföldkövének számított, amikor 1959-ben sikerült DNS-molekulát *mesterségesen* előállítani. Arthur Kornberg az *E. coli* DNS-mintájára kémcsőben hozott létre szintetikus DNS-t megfelelő nukleotid alapanyagból, azonban ennek működőképességét nem tudta bizonyítani. 1967-ben ellenben megszületett az első, ember által laboratóriumban „fabrikált”, *fertőzőképes vírus-DNS*.

Az emberiség tehát már képes tetszőleges vírusgént előállítani, így tömegpusztító biológiai fegyvert létrehozni. Bár a kutatók gyógyítási célokból folytatják a kutatást, ám az eredményeket először szinte mindig a hadászatban kamatoztatják.

Ez egyben a genetikusok egyik félelme is, ahogyan dr. Czeizel Endre is megfogalmazza egy könyvében: „De nehéz rettenetemet is elhallgatni, ha arra gondolok, hogy különböző megrendelésekre, nehezen felmérhető célú igényekre, esetleg követelésekre, vagy éppen kényszerítő eszközökre milyen veszélyes vírusok állíthatók majd elő kémcsőben, laboratóriumban.”²¹

A tudomány tehát közvetlenül gyógyító, közvetve viszont pusztító erővé is válik a modern világban, de sokak szerint ez nem lehet ok arra, hogy ne végezzenek mélyreható kutatásokat. Sajnos világunkban az igazán nagy eredményeket először elle-

nünk használják, és csak azután értünk. Ez azonban nem a magasan kvalifikált tudós hibája. Mindezek után ismerkedjünk meg a témánk szempontjából legfontosabb tudományos eredménnyel, amely máig óriási vitákat vált ki.

Egy felfedezés, amely megváltoztatta a világot

„Az embernek két magba kár volt belekotnyeleskednie. Az egyik az atommag, a másik a sejtmag.”

(E. Chargaff biokémikus)

A genetikai módosítást célzó komolyabb kutatások mintegy három évtizedes múltra tekintenek vissza. 1972-ben Herbert Boyer, Stanley Cohen kaliforniai és Paul Berg stanfordi professzorok bizonyítani tudták, hogy egyik élő sejtből a másikba tettség szerint átvihető gén, géndarab, sőt a természetben elő nem forduló, mesterségesen előállított DNS is.

A forradalmian új technológia tudományos közzététele után a kutatók egyre inkább kezdték megérteni a felfedezésben rejlő hatalmas lehetőség hátterében megbúvó és egyre nyomasztóbb *veszélyeket* is. Ez volt a hajtóereje a későbbi, ún. Berg-level megírásának is, amelyben a tudósok óvatosságra intik a szakmai köröket és a közvéleményt a génmódosítást illetően. A sajtónak eljuttatott nyílt levélben a lehetséges kockázatok taglalása mellett megfogalmazták, hogy az új módszer előnyeinek és hátrányainak tüzetesebb vizsgálatáig *senki ne kezdjen* ilyen irányú kísérletezésbe. Bár a tudományos világ és a közvélemény eleinte nehezen mozdult meg e hírek hallatán, később azonban (1975-től) hatalmas port vert fel ez a téma az Egyesült Államokban. A tudomány maga is szinte két táborra szakadt, és megkezdődött az érvek és ellenérvek szakadatlan sorának megvitatása.

Mi a génmódosítás?

A génmódosítás során célzott, tervezett beavatkozással, az öröklési anyag (DNS) szerkezetének megváltoztatásával vagy átrendezésével hoznak létre új, kívánatos tulajdonságú élőlényt vagy biológiai eredetű anyagot. Az új tulajdonság tovább öröklődik az utódokra is. (A „génmódosítás” szó szinonimájaként számos kifejezés használatos, pl. génebézés, génkezelés, génmanipuláció, génpiszkálás stb. Azonban ezek félrevezetőek lehetnek, illetve leterhelt jelentéstartalmúak, így szakmai szempontból az előbbi helyesebb. A sokféle elnevezés háttérében egyébként az angol „genetic engineering” kifejezés fordítási nehézségei állnak. Az újabban elterjedt „gene technology” már könnyebben magyarosítható, így a géntechnológia kifejezés is elfogadottá vált a génmódosítás mellett.⁶⁸)

Fontos kiemelni, hogy az eljárás során az ember saját kezűleg és saját egyéni elgondolásai szerint közvetlenül a DNS szerkezetébe avatkozik be, érdekei függvényében módosítva azt. Nagy lehetőség, és ezzel együtt nagy felelősség is ez.

Az első kérdés persze az ilyen horderejű felfedezések esetében mindig arra irányul, hogy az emberiség ma alkalmas-e ekkora felelősség hordozására. Érdemes idézni egy hazai biokémia-professzor, Venetianer Pál szavait: *„Az ember már ma sem tudja kezelni azt az információt, ami rendelkezésére áll. Nem technikailag, hanem szellemileg nem képes többre. Éppen ezért a genetikai információt sem fogja tudni kezelni. A problémát pedig az okozza, hogy egyesek mindezt rossz szándékkal használják majd fel.”*

Az emberiség jelenlegi morális válságában, politikai viharai- ban, társadalmi-szocializációs problémái közepette valóban **kevés esély van arra, hogy a genetikai forradalom érdemi megoldást jelenthet a nehézségekre, sőt inkább számos új keletű kockázat elé állítja az embert és környezetét.**

Az Egyesült Államokban a „génveszély” körüli pánikhangulat gyakorlatilag elült, ugyanakkor az elmúlt években e vitakér-

dés Európában aktuális, sőt kiélezetté vált. Nincs lezárva tehát a génmódosítás témája, sőt úgy tűnik, most újabb, egyre kedvezőtlenebb megvilágításba kerül az ember DNS-módosító tevékenysége. Mindezek tárgyalása előtt azonban pillantsunk be a laboratóriumba, és nézzük meg, milyen eszközökkel dolgozik az ember a vegykonyhájában.

A természet megerősökölása

„Nem szabad megtennünk mindent, amit technikailag meg tudunk tenni.”

A génmódosítás során tehát egy adott tulajdonságért felelős, idegen DNS-szakaszt bejuttatnak egy másik élőlénybe oly módon, hogy az beépül a befogadó szervezet DNS-állományába, és örökletessé válik. Ez azonban igen nehéz feladat. A génátvitelhez ugyanis a beültetendő gén (transzgén) mellett több „segítő” gén is kell, és a kockázatok tulajdonképpen már itt meg is jelentek. A génnek nemcsak be kell jutnia a célsejtbe, hanem éppen a megfelelő helyre kell beépülnie, emellett kifejeződésre kell jutnia, vagyis működőképesnek kell lennie. Korábban említettük, hogy egy szervezet minden egyes sejtjében pontosan ugyanaz a genetikai információ van, azonban a sejtek ebből mindig csak a rájuk tartozó üzenetet olvassák. Ezt a folyamatot a *promoterek* teszik lehetővé, amelyek egyfajta kapcsolóként állandóan meghatározzák, hogy adott sejtben melyik fehérje termeléséért felelős gén legyen bekapcsolva, és melyek pihenjenek éppen. Érthető tehát, hogy a génmódosítás során is létfontosságú a promoter gének jelenléte.

A növényi és állati sejtekben meglehetősen hatékony védőrendszer felel azért, hogy idegen genetikai anyag ne épülhessen be a gazdasejt genomjába. Ezt a **természetes védőgátat kell átörni a génátvitelkor, így bizonyos értelemben a sejtek tuda-**

tos „megerősökölása” történik. Léteznek olyan agresszív szervezetek, amelyek képesek becsapni a sejtek védelmi rendszerét, így saját génjeiket be tudják építeni az adott élőlény genomjába, sőt annak sokszorosítására kényszerítik a sejteket. Ilyenek a *vírusok* és egyes *baktériumok*.

A kutatók tehát ez utóbbiak meglehetősen alattomos módszerével dolgoznak, így olyan transzgénhez kapcsolt *víruspromotert* építenek be egy-egy növény sejtmagjába, mely a sejt eredeti utasításait felülbírálva új DNS-kópiák készítését írja elő a növény szaporodásakor. A legtöbb génmódosított (a továbbiakban *GM*) növényben a karfiol-mozaikvírusból veszik át a promotert, amely erőszakmentesnek egyáltalán nem nevezhető, céltudatos munkát végez.⁵⁵ (Fontos, hogy az említett promóter állandóan bekapcsolt állapotban tartja a beültetett transzgént.)

Ez azonban még korántsem minden. A promóter gén mellett még *leállító génszakaszokra* (stopjel) is szükség van, amely megmondja a leolvasóknak, hogy a DNS átírásakor hol kell a transzgén olvasását abbahagyni. (Számos ilyen jel van a DNS-en, és ezek egyfajta mondatvégi írásjelnek, pontnak feleltethetők meg. Az „üzenet vége” jelzést kódoló génszakaszok baktériumból vagy patkányból származnak.)

Az említett segédgéneken kívül még szükséges egy ún. *marker-gén* (jelzőgén), amely lehetővé teszi a megváltozott DNS-ű sejtek elkülönítését a többitől. Legtöbbször antibiotikumrezisztencia- vagy herbicidrezisztencia-gént használnak, amelyek antibiotikum- illetve herbicidbontó enzimfehérjét termelnek a sejtrel, így a későbbiekben hatékonyan szelektálhatók. (Vagyis antibiotikum illetve herbicid hozzáadásakor életben maradnak, míg a nem GM sejtek elpusztulnak.) Látható tehát, hogy génmódosításkor nem csak egyetlen, hanem *minimum négy új gént* kell bevinni a sejtbe, ami tovább növelheti a kockázatokat.

Mindezek után már csak be kell juttatni a sejtmagba a promotert-, marker- és stopjelzégénhez csatolt transzgént (össze-foglaló néven: *vektort*), és ki kell válogatni azokat a sejteket,

amelyekben sikeresen lezajlott a génbeépülés. A bejuttatás történhet *génpuskával*, amikor is a génátvitelre szánt DNS-t volfrám, platina- vagy arany szemcsék felületére viszik fel, és több száz km/óra sebességgel belövik a sejtbe. Bár ilyen módon a DNS mintegy beleolvad a sejt DNS-állományába, több kutató szerint **ez nem tekinthető célzott, irányított génátvitelnek, hiszen nem tudjuk, pontosan hova épült be a transzgén.**⁵⁵

Az ember kísérletező kedvének újabb ékes bizonyítékát képviseli a génátviteli módszerek másik formája, amikor egy *tumorképző baktériumplazmidhoz kapcsolva* a DNS-t, „megfertőzzük” a célsejtet. Mivel a tumort képző baktériumok „minden hájjal megkent” kórokozók, így felhasználhatók eszközként az általunk kívánt génszakasz sejtmagba szállításához. (Leggyakrabban az *Agrobacterium tumefaciens* nevű mikrobára alapozzák az eljárást, amely a természetben több növényfaj sérült egyedeit támadja meg, és azok gyökerén kinövést, „tumort”, idéz elő. Idővel a baktériumplazmid – az úgynevezett Ti-, vagyis tumor-indukáló plazmid – DNS-ének egy szakasza átkerül a növénybe, és beépül annak genetikai állományába. Természetesen a plazmidot a laboratóriumi felhasználás előtt megfosztják tumorképző képességétől.¹⁶) Ez az eljárás azonban szintén nem tudja garantálni, hogy az új gén a megfelelő helyre épül be, így **a bizonytalansági faktor a plazmid esetében is megmarad, hasonlóan a génpuskához.**

E művelet után a *szelekció* lépése következik. Mivel átlagosan százezer utódsejtből legfeljebb egynél sikeres a génbevitel, így nem könnyű feladat a GM sejtek kiválasztása. Nehezíti a helyzetet, hogy az új tulajdonság sok esetben csak jóval későbbi fejlődési fázisokban (pl. mag) fejeződik ki, és még ilyenkor sincs garancia arra, hogy a magból egészséges GM növény fejlődik.³⁶

A szelekció után tehát megkezdődhet a *regeneráció*, vagyis az emberi kéz nyomát viselő növényi sejtekből életképes és szaporodóképes növényt kell „létrehozni”. Az üvegházban felnevelt GM növényt a szabadban termesztik tovább, majd a szükséges

vizsgálatok (gyökér, levél, virág, mag stb.) és többgenerációs szelektálások után megindulhat az *engedélyezési procedúra*. Így lesz egy idegen génből új tulajdonságú, természetben (ebben a formában) elő nem forduló növény, és így kerül át viharos gyorsasággal egy laboratóriumi munka eredménye szinte egyenesen az ebédlőasztalunkra. E gyorsaságnak azonban ára van, hiszen a mellékhatások felismeréséhez *időre* volna szükség.

Az említett jelenségek ismeretében tegyünk egy kis kitérőt, és gondoljuk át etikai síkon az ember génmódosító tevékenységét.

Csöppnyi erkölcs

„...töltsétek be a Földet, és hajtsátok birodalmatok alá, és uralkodjatok...”

(A teremtés könyve)

Az ember az egyetlen fejlett intelligenciájú, önálló és felelős döntésekre képes élőlény a Földön, így alkalmas lehet arra, hogy koordinálja, és tervezett, értelmes módon befolyásolja a növény- és állatvilág alakulását. Ez a fajta „uralkodói” szerepkör azonban napjainkra visszajára fordult. Sokak szerint a **természetes genetikai állomány tudatos laboratóriumi módosításával az ember visszaélt a tudás adta hatalmával**.

Érdemes megjegyezni, hogy a fent idézett bibliai gondolat nem a hatalmaskodást vagy az erőfölény fitogtatását, hanem a természeti értékek megóvásán alapuló józan és tervszerű gazdálkodást kívánja meg az embertől. Ez olyan szemléletmódot feltételez, amely figyelembe veszi az összetett ökológiai paramétereket, a biológiai és élettani regenerációs időintervallumokat, és alkalmazkodik a természeti törvények által szabályozott körfolyamatokhoz.

Megújulás helyett sajnos a természet „kifáradásának”, az erőforrások rohamos elapadásának jelei mutatkoznak. Az em-

ber tehát nem bizonyul jó „uralkodónak”, mivel nemes képességeit döntően öncélúan próbálja kiaknázni. Márpedig az ilyen vezetőknek még a történetírásban sem jósnak nagy jövőt...

A bibliai szemléletmódban jó uralkodónak az tekinthető, aki kellő erkölcsiséggel, megfontolt előrelátással bír, és alattvalói (témánk esetében a természeti törvények) iránt tisztelettel viselkedik. E jellemzőket azonban sajnos a genetikai módosítás területén sok esetben még nagyítóval is nehéz meglelni.

„Mindezekből, fiam, intessél meg: a sok könyvek írásának nincsen vége, és a sok tudomány fáradságára van a testnek” – írja a bölcsességéről ismert Salamon király. A genetikailag módosított élelmiszerek területén különösképpen igaz ez a mondás. Túl sok energia és pénz fekszik már ebben a tevékenységben, és az érdekelt felek abban reménykednek, hogy a sokéves fáradozás nem hiábavaló. Agyaglábakon álló világunkra tekintve azonban adódik a kérdés, hasznos-e ekkora apparátust megmozgatni az ilyenfajta fejlesztések érdekében, miközben bolygónkon milliók vannak hűjával az alapvető szükségleteknek. Erre a kérdésre természetesen most sem a nagy többség fogja megadni a választ...

A következőkben a genetikai módosításban rejlő hatalmas lehetőségek és a megvalósulás akadályai kerülnek sorra.

Egy korlátlan lehetőség korlátai

„Sosem volt még ekkora hatalmunk, és sosem voltunk még ilyen tehetetlenek.”

(R. Oppenheimer, az atombomba kitalálója)

Elszabadult fantázia

A génmódosítás lehetőségének alapját az egymástól nagymértékben különböző élőlényekben található genetikai anyag univerzalitása adja, vagyis minden élőlény sejtjében ugyanabból a

négy betűből (A, T, G, C) áll a DNS-ben kódolt szöveg. Így ha az egyik sejtből adott tulajdonságot hordozó génszakaszt kivágunk, és egy egészen más fajba tartozó élőlény sejtmagjába juttatunk, van esély arra, hogy a gén által meghatározott tulajdonság az utóbbi élőlényre is jellemző lesz. **E módszerrel lényegében ledönthetők a különböző fejlettségi szinten lévő élőlények közötti korlátok, és tetszés szerint módosítható, átszabható, alakítható a genetikai információ, a kutató fantáziájától függően.** A tudósok (és az üzletemberek) persze nem is voltak restek használni a fantáziájukat, így elkezdődtek a sci-fi irodalmakba illő furcsa genetikai kísérletezések.

A legismertebb ilyen eredmény a *szentjánosbogár*hoz kapcsolódik, amelynek a fluoreszkálásért felelős génjét fenyőbe ültetve fluoreszkáló fenyőfát lehetett „előállítani”. Ugyanezt a gént nyúlba ültetve – kis túlzással – „világító” nyulak születtek, megkönnyítve ezzel az éjjeli zsákmányra leső vadászok dolgát.

A természetes eredetű fonalak között a *pókfonal* az egyik legszilárdabb, így érthető, ha a kutatók ennek géntechnológiai előállítását is célul tűzik ki. A pókfonal fehérjéjét kódoló gén baktériumokba juttatásával elérhető lehet, hogy a mikroba ilyen fonalat készít nagy mennyiségben. Újabban azonban az egyik cég Montrealban olyan *klónozott kecskét* hozott létre, amely egy pókfaj hálójának fehérjéit hordozza a tejében. A remények szerint a tejből kivont fehérjét fonalakká sodorva, felhasználható lesz a gyógyászatban sebek összevarrására. (Hasonló alapelven transzgenikus csirkék is termelhetnek különböző fehérjéket nagy mennyiségben a tojásban.)⁷⁰

Szintén ígéretesnek tartják a genetikailag módosított *fagyálló gyümölcsök és zöldségek* kutatását: *sarkvidéki lepényhal* hidegtűrésért felelős génjét ültetik át a növényekbe. A *selyemszövő lepke* és a *skorpió* génjét is tervbe vették a mezőgazdaságban betegség- és rovarkártevő-rezisztencia elérése céljából, emellett például *hőrcsög* génjének *dohányba* juttatásával is kísérleteznek.

A géntechnológia felhasználható például a *papírgyártásban*

fehérítésre és faanyagok lebontására, *ruhaiiparban* a farmerek színezéséhez használt indigó gyártására, vagy a téli időszakon kívül is üzemelő sípályákhoz *mesterséges hó* előállítására.

Nem elhanyagolhatók a *környezetszennyezés csökkentését* célzó kutatások sem. A *lúdfű* (*Arabidopsis*) génmódosított változata a higanyt felveszi a földből, és a levegőbe juttatja, ahol kevésbé veszélyes (alkalmas higannyal szennyezett talaj regenerálására).⁶⁷ Oxfordi kutatók nemrég „fémevő” *kelbimbókról* adtak hírt, amelyek képesek nehézfémeket felhalmozni önmagukban, igen nagy koncentrációban. A jövőben ilyen alapon feltételezik, hogy a *káposztafélék* segítségével hatékonyan megtisztíthatók lesznek a szennyezett területek. (Ukrán tudósokkal már a Csernobil körüli területek megtisztításán dolgoznak.)⁴³

Újabb részterület a fosszilis energiahordozó (olaj, szén) *kénmentesítése* GM szervezetekkel, ami a savas esőket okozó kén-dioxid mennyiségét csökkenthetné.

A napjainkban egyre halmozódó, lebomlani nem képes *műanyagok helyettesítése* is megoldható elvileg. Növényekben ugyanis sikerült termeltetni olyan polietilénhez hasonló műanyagot (polihidroxibutinát, PHB), amelyet az általános lebontó baktériumok hasznosítani tudnak.

Szintén érdekes kutatási téma volt az elmúlt években a *geobaktériumok* területe. Bizonyos mikrobák képesek a tengerfenék iszapjának szerves anyagaiból mérhető mennyiségű elektromos energiát termelni. A kutatások bizonyítékkal szolgáltak arra vonatkozóan, hogy az így képződő elektromos áram izzólámpát vagy egy egyszerű számítógépet is képes üzemeltetni, s ez nagy jelentőségű lehet a hadászat (robot-tengeralattjárók) illetve a biológiai vizsgálódások szempontjából. Egyes geobaktériumok a nehézfémeket, mások szerves oldószereket is képesek felhasználni, és elektromos árammá transzformálni: ezt a *szennyvíztisztítás* területén lehet kiaknázni. A geobaktérium génmódosításával különböző szennyeződések lebontása is elérhető, sőt – a termelt áramot fény-, hang- vagy egyéb jellel ala-

kítva – detektorként is alkalmazható lehet. A szakemberek szerint nincs messze az idő, amikor a katonák olyan *biovédőmelényt* viselhetnek, amely idejében figyelmezteti őket a veszélyes vegyi és biológiai anyagok jelenlétére.⁶

A génmódosítás eszköz lehet a *növények beltartalmi, táplálkozásbiológiai értékének javításában* is. Változtatható a repce olajsavtartalma, az állati termékek zsírsavösszetétele, a szója fehérjeértéke, a burgonya szénhidrátartalma, vagy a rizs karotinkoncentrációja. Ezek nagy része azonban csak elvi célkitűzés, mivel számos tulajdonság több gén működése révén alakul ki, így külső módosítása szinte lehetetlen. Emellett a génmódosítást ma elsősorban nem a segítségnyújtás, hanem a pénzszerzés mozgatja, így nagyrészt az üzleti világ érdekei érvényesülnek. Ebből adódóan ma döntően a növényvédő szereknek és rovarkártevőknek ellenálló fajták kerülnek forgalomba, mivel ezek jelentős bevételt hoznak az előállítónak. A virágárusok szintén növelhetik profitjukat, mivel a *virágok* hervadását okozó etilén termeléséért felelős receptor gént kiiktatva a vágott virágok élettartama jelentősen meghosszabbítható.⁶⁷

A géntechnológia legnagyobb eredményeit jelenleg az *orvostudomány* mondhatja magáénak, és ez a tény az Egyesült Államokban sokat nyomott a latba az aggodalmak eloszlátása terén. 1982-ben került forgalomba az első, GM baktériumok által termelt inzulin, amely sok cukorbeteg számára az életben maradást jelentette. (A legelső, sikeresen kezelt kislányt jelentős médiakampány kíséretében körbeutaztatták az Egyesült Államokban, bemutatták kongresszusokon és televízióban, így bizonyítva az eljárás hasznosságát és szükségességét.)

Az inzulint követte a *növekedési hormon*, majd az *interferon*, amelyeket korábban marhahasnyálmirigyből és emberi holttestek agyalapi mirigyéből nyertek. Ma már a legtöbb *gyógyszer és vakcina* géntechnológiával készül, amely olcsóbb és veszélytelenebb, mint ha állati szervekből vagy elhunytakból izolálnák. Az infarktus utáni vérrögöket oldó hatóanyag, a vérképzést segítő

eritropoetin, a tüdőtágulás kezelését szolgáló *alfa-1-antitripszin* mind GM szervezetek segítségével készül, hasonlóan számos vakcinához (veszettség, hepatitis B stb.).⁶⁷ A fájdalomcsillapítók 80 százaléka, az asztmagyógyszerek 60 százaléka, a depressziót kezelő hatóanyagok 62 százaléka, a migrén megszüntetését segítő 52 százaléka, és a skizofrénia kezeléséhez használt gyógyszerek 60 százaléka is a géntechnológiához kötődik.

Az orvostudomány és a gyógyszeripar sok esetben az *állattenyésztéssel összefonódva* végzi munkáját. Ma már nem titok, hogy az állatokba bizonyos géneket beültetve azok *tejébe* különböző gyógyszerhatóanyagként szolgáló fehérjék választódnak ki, amelyek – a várakozások szerint – megoldhatnák a gyógyszerhiányt is. (Ilyenkor az adott emberi fehérje termelését kódoló gént oly módon ültetik be az állati DNS-be, hogy az a tejtermelő mirigyekben fejeződjön ki.) Eddig legalább 17 létfontosságú gyógyszerhatóanyagot sikerült állati (szarvasmarha, juh, kecske) tejből kinyerni, és e szám a jövőben bizonyára tovább növekszik. Kísérleti stádiumban van néhány véralvadási faktor ilyen módon történő termeltetése is.

A különböző *emberi gének állatokba való beültetése* tehát kezd általánossá válni. Létrehozhatók olyan sertés- illetve marhaállományok, amelyek egyedeiben *emberi vérplazma* kering, vagy olyan albuminszérum, amely a súlyos égési sérültek véráramlásának egyensúlyát fenntartja. Szintén eredményesnek bizonyult az a kísérlet, miszerint emberi gén bevitele nyulakba humán *kalcitonint* termeltetett az állattal, ami az emberi csontok pótlását hivatott a jövőben segíteni. Emellett szarvasmarhák és kecskék segítségével *emberi anyatej* is „készíthető”, sőt Ausztráliában emberi *spermát termelő egerek* is születtek. Ez utóbbiakba emberi heresejt génjét ültették, és a képződő hímivarsejtekkel a jövőben emberi petesejtet kívánnak megtermékenyíteni.

Az emberi kutatási vágy azonban még itt sem érte el felső határát, hiszen pár éve sikerült egerek agyában *emberi agysejtet* is létrehozni, amelytől a Parkinson-kór, Alzheimer-kór, vagy az

agyi érelzáródás kezelését várják. (Az egerek normális „egér” módjára viselkedtek, miközben agyukban aktív emberi agysejtek képződtek folyamatosan.)³

Az egerekkel való kísérletezés fő oka, hogy genetikai állományuk mindössze 10 százalékban tér el az emberétől, emellett kísérleti állatként való felhasználásuk engedélyezett és szaporodási képességük igen nagy. A kérdés persze az, hogy az embernek van-e joga ilyenkor szabadon engedni szárnyaló fantáziáját, és tetszése szerint hajtania végre génmódosításokat a kiszolgáltatott rágcsálókon. Az előbbi, agysejteket termelő egereknél talán hasznosabb kutatási téma volt, amikor emberi *immunsejteket* ültettek át egerekbe, így alkalmas kísérleti alanyokká váltak az AIDS-ellenes gyógyszerek vizsgálatára.

Az érdekesség kedvéért kipróbálták az emberi gének hatását *rovarkra* is, és különös eredményre jutottak. *Gyümölcslegyekben* a bevitt emberi gén hatására felerősödött a sejtek méreg- és ürülékkiválasztása, és élettartamuk 40 százalékkal megnőtt.⁶³

Az orvosi gyakorlat vonatkozásában az egyik legkritikusabb területet a genetikailag módosított állatok különböző szerveinek emberbe való *átültetése* jelenti. Mivel a transzplantációs műtétek száma egyre növekszik, ezzel párhuzamosan egyre sürgetőbb az igény, hogy a beültetett szervek kilökődését megakadályozzák. Az eredmények szerint az emberi immunrendszer bizonyos génjeit sertésbe átjuttatva nő az esélye annak, hogy a disznóból kioperált szerveket az emberi szervezet sajátjaként ismerje fel. Meg kell azonban jegyezni, hogy az állatok – és legfőképpen a sertés – genomjában számos olyan vírusgén fordul elő „csendes”, inaktív formában, amelyek új, emberi környezetben aktiválódva az AIDS-hez hasonló *óriási járványokat* eredményezhetnek.⁶⁷

Több szakember aggodalmát fejezi ki az állati szervátültetésekkel kapcsolatban, mivel rohamosan szaporodnak az olyan *állatbetegségek*, amelyek emberre is veszélyesek. Természetesen beteg állat szerveit nem használják orvosi célokra, azonban sok

feltételesen kórokozó *vírusgén* lehet kódolva a donor állatok DNS-ében, amelyektől az állat nem betegedett meg, a befogadó emberi szervezetre viszont hosszabb távon veszélyt jelenthet. Az adott vírusgén ugyanis beépül az emberi DNS-be is, és adandó alkalommal – életviteltől, stressztől, környezeti hatástól függően – átprogramozva a sejt saját „számítógépét”, önmagát kezdi sokszorosítani. Az állati szervezeten felhasználásakor tehát ilyen értelemben bizonyos *megbetegedési kockázatok* jelentősen növekedhetnek.

Állatok helyett *növényekkel* is termeltethetők *gyógyszerhatóanyagok* illetve vakcinák, így az állatbetegségek emberbe való átjutása nem lehetséges, sőt még az állati termékektől viszolygóknek sem kell méltatlankodniuk, ha gyógyszereszedésre kényszerülnek. Az utóbbi években az emberi gyógyításra felhasználható ellenanyagokat (antitestet) sikerült növényekben előállítani, így a remények szerint a jövőben olcsóbb és mennyiségi korlát nélkül gyártható gyógyszerekhez lehet majd jutni. A felmérések szerint például néhány száz hektáron termesztett, antitestet termelő GM *kukoricával* az emberiség összes rákbetegét el lehetne látni gyógyszerrel. (Természetesen csak azokról van szó, akiknek az adott speciális hatóanyagra van szükségük.) Egyes örökletes, enzimhiánnyal járó betegségeknél az adott enzimet *dohánylevélben* termeltették, így nagyságrendekkel csökkenthető volt a gyógyszer-előállítás költsége. Hepatitis B, malária és influenza elleni oltóanyagot szintén sikerült dohányban előállítani, emellett burgonyában kolera, spenótban veszettség, feketebabban száj- és körömfájás elleni vakcinát tudtak termeltetni a kutatók.¹⁷

Ismeretes az is, hogy a *banán* és egyéb gyümölcsök is képesek immunizáló fehérje termelésére, így a gyümölcsöt elfogyasztók egyfajta „jóízű oltásban” részesülhetnek.^{48,57} (Ezek az ígéretek valószínűleg csak a lehetőség szintjén maradnak a jövőben is, mivel a hatóanyag-mennyiségek változékonysága és az adagolás nehézsége miatt az alkalmazás megoldhatatlan.)

Német tudósok olyan GM *paradicsomot* is kifejlesztettek, amely szintén tableta helyett szedhető, mivel antitesteket hordoz. A kutatók rendkívül bizakodóak, és reálisnak tartják, hogy a nem túl távoli jövőben ízletes gyógyszerek kerüljenek forgalomba.³⁰

Végül érdemes megemlíteni a tudományos fantázia egyik új keletű kutatási területét, az állatok *téli alvásának* alkalmazási lehetőségét emberre. Egy állatfiziológiával foglalkozó professzor ugyanis felfedezte a téli alvásért felelős két gént, amelyek a kapcsoló elve alapján működnek. Ezek az ún. hibernációs gének olyan enzimek termelését idézik elő, amelyek a szervezetet teljesen átállítják a szénhidrátok bontásáról a zsírégetésre. (Ezért is halmoznak fel ezek az állatok a téli alvás előtt jelentős mennyiségű zsírt a szervezetükben.) Ez részben energiát, részben víztermelést eredményez, mivel a zsírbontás során egy gramm zsír égetéskor egy gramm oxidációs víz képződik. A hibernációs gének – úgy tűnik – az ember DNS-ében is megvannak, csak inaktív formában, így lehetőséget látnak e gének aktiválására. Természetesen az emberiség „téli álma” sok területen katasztrófát okozna, azonban az *úrkutatásban* és az orvostudományban forradalmi eredménynek számítana. Az Egyesült Államok hadserege az illető professzor kutatásait nagymértékben támogatja, mivel a módszer lehetőséget adhat arra, hogy a sebesült katonákat a kórházba szállításig „téli állapotban” tartásák, ami megmentheti az életüket. A NASA szintén belépett a mecénások közé, hiszen a hosszú távú űrutazások során hasznosíthatók lehetnek az eredmények. Az orvosi gyakorlatban a szervmegőrzésben kaphatnak nagy szerepet az átkapcsoló gének. Persze kutatásra vár még az a nem elhanyagolható részterület, amely a téli álomból a „nyári üzemmódra” való visszakapcsolás hátterét vizsgálja.⁶³

Az imént vázolt, meglehetősen szerteágazó kutatási irányok bizonyára itt-ott megmosolyogtatóak, azonban egy részük már a jelenben megvalósult, mások előrehaladott kísérleti stádiumban vannak. Összességében elmondható, hogy az orvosi célú

génteknológia általában nem tekinthető problémásnak, mivel sokkal hosszabb kísérleti fázis után, zárt rendszerben történő gyártás jellemzi, emellett igen szűk célcsoportot érint. Sok esetben a génteknológia életmentő illetve életet meghosszabbító módszernek bizonyult, gondoljunk például az inzulinra. A génmódosítás körüli vita tulajdonképpen az orvosi praktikumot nem is érinti, sőt *elfogadottá vált* és beépült a mindennapi szakmai gyakorlatba. **A problémát a génmódosítás széles körű kiterjesztése, a mezőgazdaságba illetve élelmiszeriparba való begyűrűzése generálja.** Ez utóbbi esetekben ugyanis kevesebb ideig végzett tesztelés után a környezetben is szaporodóképes élőlények kerülhetnek ki a természetbe. Ezenkívül a GM élelmiszert naponta nagyobb mennyiségben fogyasztjuk, míg GM élőlény által termelt gyógyszerhatóanyaggal jó esetben igen ritkán érintkezünk. A motiváció is más a kétféle alkalmazás között, hiszen az orvosi genetika célja – legtöbb esetben – a tudásszerzés, betegségmegelőzés és gyógyítás, míg a GM élelmiszer termelésének mozgatórugója elsősorban a piaci előnyhöz jutás.⁵⁷

Nem lehet tehát azt mondani, hogy a génmódosítás önmagában démoni technológia, jóllehet vannak kockázatai. **Elsősorban nem a módszerben, hanem az emberben keresendő a bajok gyökere, aki a génebeszétet saját öncélú kívánságai szolgálatába állítja.**

Ha a fejlett tudományos eszközöket az ember védelmében hasznosítják, akkor a tudomány áldássá válik a kutató kezében. Ha azonban próbálgatjuk a biológia „szakítószilárdságát”, akkor veszélybe sodorjuk civilizációnkat, és elveszítjük mindazt, amit eddig elértünk.

Sajnos a génteknológia sosem volt teljes egészében az objektív tudomány hatáskörében, az elmúlt években azonban még inkább kibújt az üzletpolitikától független tudományos világ ellenőrzési köréből, és végérvényesen *multinacionális vállalatok* irányítása alá került. Mindaddig, amíg a génmódosításban „aranytojást tojó tyúkot” látnak, addig a fogyasztó *fokozott kockázatok-*

nak lesz kitéve, ami egyben jelzi, hogy e kérdéskörnek nemcsak egészségügyi, hanem gazdaságpolitikai vonatkozásai is vannak.

Fontos kiemelni azt is, hogy a géntechnológia nem jelent megnyugtató megoldást bolygónk egymásra halmozódó problémáira, legfeljebb „kitolja a szenvedés idejét”. **Nem eredményez gyökeres szemléletváltást, így az egyén nem fog jobban vigyázni egészségére, és nem védi jobban környezetét.** Ha a GM baktériumok majd elbontják a mérgező hulladékot, vagy a gyógyszer jóízű gyümölcsökből kapjuk, ki változtat az életvitelén? Ha a gyógyító szintetikus hatóanyagokban már nem lesz hiány, mivel megtermelik a GM szervezetek, ki beszél majd a betegségmegelőzésről? Ha a katonákat téli álomban lehet tartani a kórházig vezető úton, ki fogja felemelni szavát a háborúk ellen? Félő, hogy a géntechnológiát dicsőítő hangzatos ideológiák sorra léggömbként pukkadnak majd szét a következő évtizedekben.

Ki szab határt a tudósnak?

A biológiai törvényekkel nem könnyű szembemenni. Az élőlényekben olyan többszintű és bonyolult **védelmi rendszerek** vannak, amelyek lehetőségükhöz mérten meggátolják a külső „átprogramozást”. Az embert viszont ez a fajta ellenállás nem hogy nem kedvetlenítette el, hanem éppen ellenkezőleg; felvilányozta és kutatásra ösztönözte. Így végül sikerült belenyúlni a „levédett biológiai programokba”, és feltörni annak rendszerét, megfejtve a sejtek titkos kódjait.

A génmódosított sejtek létrehozása igen körülményes, és rendkívül kicsi a valószínűsége, hogy a tudós munkáját siker koronázza. Ha az általunk megkívánt tulajdonságért felelős gént megtalálták, akkor egy plazmid segítségével először baktériumba kell beépíteni, majd számos szelekciós lépés után kerülhet sor a célnövénybe juttatásra.

Fontos tudni, hogy a tudomány mai eszközeivel csak mono-

génes, tehát egy gén által meghatározott tulajdonságot lehet átvenni egy másik sejtbe. (Olyan tulajdonságot átvenni, amelyet több gén határoz meg, egyelőre csak kivételes esetben, vagy egyáltalán nem lehet.)

A plazmidhoz csatolt transzgénnel „befertőzött” célsejteknek csak mintegy *0,001 százalékában* zajlik le sikeresen az átvitel, vagyis 100 ezer sejtből egyetlenél van valami reménysugár a pozitív eredményre. Ezeknek a GM sejteknek is csak egy kis részéből fejlődik egészséges és életképes növény, tehát látható: a természet „kézzel-lábbal hadakozik” az ilyen beavatkozások ellen.³⁶

Fontos tisztázni azt is, hogy géntechnológiával nem jöhet létre a mitológiából vagy sci-fi irodalomból ismert kentaur, sellő, gölem vagy egyéb torzszülött lény. Ez abból adódik, hogy minden szervezet a saját szükségleteihez és felépítéséhez van méretezve, így a jelentős DNS-módosítással járó új utasításokat a sejtek egyszerűen nem képesek végrehajtani. Ebből adódóan egy határon túl a génmódosítás értelmetlen és eredménytelen, hiszen például az emberi kézfej sejtjeit hiába utasítanánk, hogy váljanak a madarak szárnyához hasonló sejtekké, és a tollak fehérszínűvé kezdjék termelni, egyszerűen nincs hozzá apparátusuk.

A biológiai szervezetek mindegyike a saját fejlettségi szintjén *optimálisan* van elrendezve, és a lehető leghatékonyabban funkcionál. **Minden genetikai változtatás csak ronthat ezen az egyensúlyi állapoton**, negatív irányba tolva el a folyamatokat, majd egy ponton túl ellehetetleníti a szervezet egészének működését. Egyszerűen megfogalmazva: a nagyobb mérvű genetikai beavatkozások nem szörnyekhez, hanem az élő sejtek halálához, működésképtelenségéhez vezetnek.

Meg kell jegyezni azt is, hogy minél távolabbi fejlettségi szinthez tartozik a donor a célsejthez képest, annál kisebb az esélye a sikeres génátültetésnek. Ebből adódóan a korábban említett egyik példa – miszerint a gyümölcsleegybe ültettek emberi gént – meglehetősen nagy kihívás elé állíthatta a tudósokat. Sokkal több reménnyel kecsegtetnek azok a kutatások, ami-

kor egymáshoz közeli fajok egyikéből tesznek át egy génszakaszt a másikba. (Érdeemes megemlíteni, hogy a természetben két különböző faj kereszteződésekként esetlegesen megszülető egyedek *nem szaporodóképesek*, ugyanakkor a géntechnológiával létrehozott egyedek igen.)

Elvileg tehát minden lehetséges, a gyakorlatban azonban a sejtek közötti biológiai szakadék igen nagy gátló tényezővé válhat. A genetikusok szerint **valójában nem is a laboratóriumban véletlenül megszülető szörnyektől, hanem a világjárványt előidéző vírusok létrejöttétől tarthatunk inkább, ez utóbbi ugyanis már reális lehetőség.** A génmódosítás egyik kritikus pontja, hogy az új tulajdonságot kódoló gén pontos beépülési helye *nem határozható meg* előre nagy precizitással. A génpuskával történő belövés ugyanis mintegy „belekeni” a transzgént a DNS-be, így nem nevezhető „célzott” beavatkozásnak. A plazmiddal való „befertőzés” esetében sem lehet a célhelyet pontosan megválasztani.

Szintén korlátot jelent, hogy az egyik sejt DNS-éből kiollózott szakasz a másik sejtben egyáltalán nem biztos, hogy ugyanazt a fehérjét termeli, mint a donorban, így voltaképpen **a hatás nem teljesen kiszámítható.**

Összességében tehát elmondható, hogy a biológiai korlátok jelentősen megkötik a génmódosítást végzők kezét. (Ez a kutatóknak fájdalom, a természetvédőknek öröm.) De talán nem véletlen, hogy a természetbe beépített „szelepek” sorra lefojtják az ember génváltoztatást célzó próbálkozásait. Jó volna, ha a tudománynak „lenne füle a hallásra”, és megértené a biológia üzenetét: ingoványos talajra tévedtünk.

Az álmok valóra válnak

Az eddig leírt példák sok esetben a fantázia világába kalauzolták az olvasót, azonban több megvalósult „álomról” is be lehet már számolni. Az orvostudományból a GM-technika átsetten-

kedett az élelmiszer-termelés területére, és a tengerentúlon a **növénytermesztés** fontos eszközévé vált.

A mezőgazdaságban az egyik legkiemelkedőbb szerepet a *Bacillus thuringiensis* elnevezésű baktérium toxin génje játssza. Az említett mikroba a rovarok számára erősen mérgező fehérjét termel, amely elvileg emberre és emlősre ártalmatlan. Ha e fehérjét kódoló gént növényekbe juttatják, akkor a „célnövény” is ilyen toxint kezd termelni, és megvédi a sejteket a rovarkártevőktől (ezek a „Bt-növények”). 1995-ben került forgalomba az Egyesült Államokban az első transzgenikus krumpli, amely a kolerádobogár ellen nyújtott védelmet. Később megjelent az ilyen elven módosított gyapot és kukorica is.⁵⁵ Ez utóbbi – a hírhedt Bt-kukorica – engedélyezése egyre nagyobb kérdőjeleket vetett fel az európai kontinensen (erről később bővebben szó lesz).

A másik fontos GM növénycsoportot a *kémiai gyomirtó szereknek ellenálló fajták* képviselik. A totális, nem szelektív hatástartományú gyomirtó szerek hatására minden élő növényi sejt elpusztul. Ha azonban egy kultúrnövénybe gyomirtó szerrel szembeni ellenálló képességet kódoló rezisztenciagént építenek, akkor ez utóbbi megtartja életképességét a kémiai szer kijuttatása után, míg a mellette lévő, rezisztenciával nem rendelkező gyomok tömegesen pusztulni kezdenek.⁶⁷

Jelenleg a világ egyik legelterjedtebb gyomirtója a *glyphosate* (ejtsd: glifozát) nevű anyag. A leírások szerint az egyik gyártó cég észrevette, hogy a szennyvíztárolóban életben maradnak bizonyos mikrobák, és a vizsgálatkor kiderült, hogy ezek a baktériumok képessé váltak a gyomirtó lebontására. Ezután azonosították bennük az ellenálló képességért felelős gént, majd elkezdték növények módosítására használni. Így a cég egy olyan ellenálló fajtát hozott létre, amely kizárólag a saját gyomirtó szerét viseli el. Így kezdődött a mai Roundup Ready génnel manipulált RR-növények diadalmenete. (A ma termesztett GM növények mintegy 80 százaléka herbicidrezisztens, és 20 százaléka Bt-növény.)

Az említett növények mellett természetesen még számos újítás vár kipróbálásra, s ez a tény teherként nehezedik mind az engedélyező hatóságokra, mind a fogyasztókra. Ezt boncolgatjuk a továbbiakban.

Nyomasztó tendenciák

„Barmodat másféle állattal ne párosítsd,
szántóföldedbe kétféle magot ne vess!”

(Ószövetségi rendelkezés)

Az elmúlt évtizedekben közel ezer transzgenikus növényfajtát bocsátottak ki a természetbe. Ezek döntő része rovarkártevő- illetve gyomirtószer-rezisztens fajta volt, és csak kevésbé az emberiség javát szolgáló szervezet. A világ 30 országában több mint 3000 *szabadföldi kísérlet* folyik, és az ebbe fektetett milliárdokat bizonyára nem hagyják elveszni. **A génmódosított növények között szerepelnek a szóján és kukoricán kívül a burgonya, rizs, cukorrépa, paradicsom, cikória, lucerna, káposztafélék, tök és dohány.** A kergemarhakór éppen „kapóra jött” a géntechnológiai óriáscégeknek, mivel a húslisztet, csontlisztet és vérport számos ország szójával és kukoricával pótolta a takarmányozásban. Az egyre jobban felhalmozódó GM készleteket így az elmúlt időben sikerült értékesíteni.

A két fő GM növény, *a szója és a kukorica* diadalmenete az előrejelzések szerint tovább folytatódik. Jelenleg a forgalomba kerülő élelmiszerek mintegy 60 százaléka tartalmazhat génmódosított összetevőt Európában is, kezdve a csokoládéktól az önteteken át a húskészítményekig.³³ A statisztikák alapján az Európai Unió tagállamaiba évente mintegy 18 millió tonna szójabab érkezik, amelyből 17 millió tonna Amerikából származik. A becslések szerint e tételből legalább 10 millió tonna tartalmazhat transzgenikus növényt.⁴⁸

Tekintetbe véve, hogy **a következő években a szója és a kukorica nagy jelentőségűvé válik a humán táplálkozásban is, nem nevezhető hasznos folyamatnak éppen e fókuszpontba kerülő növények génmódosítása.** Talán érdemesebb lett volna elővigyázatosabban, megfontoltabban, a kisebb jelentőségű fajokkal kezdeni a kipróbálást, és sokkal nagyobb tudományos kontroll mellett világszerte monitorozva a hatásokat, lassabban és fokozatosabban bevezetni ezeket a piacra.¹⁴ A bizonytalan kimenetelű, tömeges méretekben terjedő GM élelmiszerek nyomán azonban meglehetősen nyomasztó gondolatok születnek, s az eddigi tudományos jelentések sem nyugtatják meg a fogyasztókat.

Persze az óriásvállalatok és a támogatók nemegyszer hivatkoznak arra, hogy a gyógyszeresedés is mellékhatásokkal jár, aminek a beteg tudatában is van. Ennél sokkal kisebb kockázat vállalása a GM élelmiszerek fogyasztásakor egyáltalán nem problémás, hiszen ma már bármit eszünk, veszélyeket hordoz – állítják egyesek.¹⁹ Mindannyian tudjuk azonban, hogy ez az érvelés éppen a *naponta és rendszeresen fogyasztott* élelmiszerek esetében nem állja meg a helyét. Másrészt újabb veszélyek megteremtésére soha nem szolgálhat ürügyként a korábbi kockázatok jelenléte – éppen ellenkezőleg. **Ha ugyanis már amúgy is pengeélen tancol az emberi immunrendszer és az ökológiai státus, akkor minden újabb veszélyforrás sokkal nagyobb óvatosságot követel a kockázatot előidézőktől és az engedélyező hatóságtól.** Ez azonban – legalábbis a tengerentúlon – nem jellemzi a résztvevőket.

Nemesítő vagy génmanipulátor?

A génmódosítást végzők szerint a növényi géntechnológiai tevékenység tulajdonképpen irányított, célzott nemesítéssel egyenértékű, azzal a különbséggel, hogy csak a pozitív tulajdonság megy át, a negatívok nem.

Az érvek között szerepel az is, hogy a természetben is felfedezhetők bizonyos gyakorisággal génmódosulások a különböző fajták között, sőt a horizontális (fajok közötti) génátvitel legjobb példáit a vírusok és baktériumok szolgáltatják, amelyek különböző génmanipulációkat hajtanak végre a növényi és állati DNS-ben. A kutatók úgy gondolják, hogy mivel a mai természetes növényfajok – az emberi beavatkozás nélkül lejátszódó genetikai módosulások miatt – már jelentősen különböznek a régmúltban termő növényektől, így az emberi génmódosítás sem lehet problémás. Merészebb tudósok még azt is hozzátesszik, hogy a tudomány még csiszolt is egy keveset a biológiai technikákon, hiszen ezután nem a véletlenek játékára kell hagyatkozni, hanem tudatosan lehet belenyúlni a DNS-be. Eszerint tehát az ember mintegy kijavítja, helyesbíti a természet tökéletlen módszereit. De valóban igaz ez?

Mindenekelőtt érdemes leszögezni, hogy – szintén a szakmai állásfoglalások szerint – a nemesített növényfajok és a háziásított állatok életképessége általában gyengébb, mint vad rokonaiké, tehát tökéletesítésről szó sincs. Az emberi kéz által végzett biológiai „korrekció” inkább úgy értendő, hogy **a fejlett tudományos világ nem az embereket szólítja fel az élő környezethez való alkalmazkodásra, hanem fordítva: az élővilág DNS-ét szeretné az emberi világ igényeihez igazítani. A „gombhoz a kabátot” módszer azonban e tekintetben sem kockázatmentes.**

Részben igazat kell adni a génmódosítást védő szakembereknek, mivel a növények *nemesítése* során valóban történik DNS-módosulás. E technika azonban *csak fajon belül vagy rokonfajok között* valósítható meg, emellett a növény „beleegyezésével” zajlik, vagyis *nem kerül meg* a DNS-védő rendszereket. A nemesítő *nem használ* vektorokat (vírusgén, plazmid stb.) az eljárás során, hanem szexuális úton párosít a lehetőségekhez mérten.

A génmódosítás során azonban a kutató teljes mértékben magánakcióba kezd, és *kirekeszti* a folyamatból a növénybe épített belső jelzőrendszert (olyan ez, mintha egy vonaton egysze-

rűen kiiktatnánk a vészféket, így baleset esetén a jármű megállíthatatlan). **A módszer egészen távoli fajok génkészletét képes keverni, és olyan új gént bevinni egy növénybe vagy állatba, amely a természetben nem fordul elő, és soha nem is jött volna létre.** Megkerülve a vészleállító mechanizmust, egy lépcsőben alakít ki ugrásszerű változást a DNS-ben, jöllehet *nincs elégséges információ* arra vonatkozólag, hogyan viselkedik az új gén az új biokémiai környezetben.⁵⁷

A génmódosítás tehát *nem nevezhető* irányított nemesítésnek, hiszen az utóbbi szexuális úton történő, természetes kontroll alatt zajló, fokozatos folyamat, míg az előbbi a gén kiollózással és átjuttatásával jár, kontroll nélküli, természetellenes tevékenység. Nemesítés esetén különösebb ökológiai és egészségügyi kockázatokról nem beszélhetünk, hiszen a biológia maga tiltja le az esetleges „törvényellenes” beavatkozást. (Leszámítva a kultúrnövények genetikai sokféleségének csökkenését, amely a nemesítéskor alkalmazott keresztezés és az azt követő szelekció miatt következik be.) A géntechnológiai beavatkozás ugyanakkor, jellegéből adódóan, az emberi szervezet és a környezet normális egyensúlyának felbillenését hordozza magában. Összességében tehát a nemesítés a természet korlátait figyelembe vevő, a fokozatosság elvén nyugvó emberi tevékenység, míg a genetikai módosításról ez nem mondható el.

Mindezek után vegyük szemügyre a legkritikusabbnak számító kérdéskört, az előnyöket és hátrányokat.

A GENETIKAI MÓDOSÍTÁS GLOBÁLIS KÖVETKEZMÉNYEI

Vélt előnyök

Az ígéret szép szó

A génmódosítás elterjesztése érdekében kezdettől fogva *jól hangzó érveket* hallhattunk a módszerben rejlő lehetőségekről. Eszerint a géntechnológia nagy ellenálló képességű, jó hozamú fajtákat eredményez. A rovarkártevőknek ellenálló növényeket alig kell majd permetezni. A puhább húsú gyümölcs- és zöldségfélék lassabban fognak romlani, így könnyebben szállíthatók és tárolhatók, emellett a GM növények tápértéke is nagyobb lesz. A fehérje-összetétel javításán kívül újabb vitaminok, vakcinák és gyógyszerhatóanyagok is termeltethetők lesznek egyegy növényvel.³⁵ A termesztés és a kereskedelem egészségre ártalmatlan, környezetkímélő és olcsó formában valósul meg. A GM növények megoldhatják a jövőben a világ éhezési problémáit, sőt a humán gyógyításban ezzel a módszerrel előre ki lehet majd szűrni a káros géneket, ezáltal öröklött betegségeket lehet leküzdeni tömeges méretekben.^{33,18}

A légvárák leomlanak

▪ Magas hozam?

Az érvelés szerint jelenleg 15 millió négyzetkilométert, tehát Földünk művelésre alkalmas területének 90 százalékát vonják

be a termesztésbe, vagyis további terjeszkedésre már alig van lehetőség. Bolygónk lakossága ötvenévenként megduplázódik, így a mostanihoz képest kétszeres mennyiségű élelmiszerre lesz igény 2050-re. Ehhez viszont 35–40 millió négyzetkilométer mezőgazdasági terület szükséges a számítások szerint, s ez gyakorlatilag megvalósíthatatlan.³³

A kémiai forradalom több millió szintetikus vegyülettel árasztotta el a világot, amelyek növelik a mutagén-karcinogén hatások gyakoriságát.

Mindezek miatt tehát a szakma szerint csupán egy megoldás lehetséges: a géntechnológia, amely rezisztens (ellenálló) és magas termőképességű növényeket eredményez. A tapasztalatok szerint azonban ezen a területen is vannak „fennakadások”. A GM növények ugyanis sok esetben nem adnak több termést, és nem is olcsóbb a kezelésük, nem beszélve a kockázatokról.

A szakemberek egy része szerint pusztán nemesítéssel is jelentősen növelhető a hozam. A kukorica termésátlaga például 50-szeresére, a búzáé 10-szeresére növekedett az elmúlt évtizedek nemesítő munkája nyomán. Sokan még mindig hatalmas kiaknázatlan lehetőségeket látnak a növény-nemesítésben, azonban a géntechnológia fejlődése háttérbe szorította e terméshozamhoz közel álló módszert.³³

Emellett az állattenyésztésre használt és meglehetősen gazdaságtalanul hasznosított területek növénytermesztésbe vonásával szintén jelentősen növelni lehetne az élelmiszer-ellátást. (Ismert tény, hogy az állattartás jóval pazarlóbb élelmiszer-termelési megoldás, mint a növénytermesztés.)

Magyarországon például jelenleg csak 25 ezer hektáron folyik szójatermesztés, azonban ezt némi átszervezéssel legalább 50-60 ezerre lehetne növelni. A termesztők szerint hazánk 100 ezer hektáron is képes volna szójatermesztésre, ami komoly gazdasági és egyéb előnyökkel járhatna, s nem kellene behozni a külföldi (esetleg génmódosított) szójadarát.

▪ *Előnyösebb tápérték?*

A táplálkozás-élettani előnyöket felvonultató érvekből a mai napig szinte semmi sem realizálódott. A szója *metionintartalmának* javítását célzó kutatás *kudarccal* zárult, mivel a donorként felhasznált brazil dióból az allergén fehérjerész is átkerült a szójába. (A metionin a szójában limitáló esszenciális aminosavként van jelen, vagyis a legkisebb arányban szerepel a többi létfontosságú aminosavhoz képest. A metionintartalom növelésével a fehérjehasználás növelhető a szója emésztése során.)

Az *A-vitaminnal* (béta-karotinnal) dúsított GM rizs ugyanakkor némi áttörést hozott 2000-ben e területen. Mivel Ázsiában évente mintegy félmillióan vakulnak meg A-vitamin-hiány miatt, így az „aranyrizs” (golden rice) néven elhíresült GM fajta sokat tehet ennek leküzdéséért. Hozzá kell tenni azonban, hogy az A-vitamin felszívódása a szegény területeken az egyéb vitaminok, a nyomelemek és fehérje hiányában nem jelentős. Több szakember szerint ez az eredmény inkább presztíznövekedést szolgál, és a géntechnika határtalan lehetőségeit hivatott jelezni. (Az aranyrizs esetében ugyanis teljes szintézisútvonalat sikerült áttenni egy másik növénybe.)⁵⁵ A GM rizs kifejlesztésére szánt összegekből *jóval gazdaságosabban is meg lehetett volna oldani* az A-vitamin-ellátást olcsóbb növényi forrásokkal (pl. sárgarépa, cékla stb.). Emellett a termesztéshez szükséges speciális technológiai eszközök és képzettség lehetetlenné teszi, hogy a szegény országok maguk termesszék az új fajtát, vagyis függőségük tovább fokozódik.

Sok esetben a GM rizsfajta nem összetételében, hanem külső megjelenésében tér el a többitől. Főként igaz ez Japánban, ahol a kutatók mindig újabb formákat, alakzatokat kísérleteznek ki, így érdekesebb és eladhatóbb terményhez jutnak.

Pozitív fejleményként könyvelhető el, hogy a rizs allergiát okozó fehérjéjét kiiktatva kevésbé allergén fajták állíthatók elő, bár a géntechnológia nem elsősorban az allergénmentesítésről híres.

▪ *Gazdaságosabb termelés?*

Az elmúlt évek tapasztalatai nem egy esetben bizonyították, hogy a GM növények termesztése *drágább*, mint a normál fajtáké. A vetőmag magasabb ára, a speciális eszközök, a felhasznált gyomirtó szerek, a szükséges szakismeret, a technológiai adók és az esetleges szankciók jelentős terhet róhatnak a termeszítőkre. Ideális klimatikus viszonyok és megfelelő szakmai háttér mellett elképzelhető a termelékenység és a gazdaságosság növekedése, azonban ez általános érvénnyel nem mondható el. (A GM növények termesztésének mozgatórugója, hogy ilyen módon kényelmesebb és egyszerűbb a növényvédelem.)

▪ *Az éhínség visszaszorítása?*

Naponta mintegy 24 ezer ember hal meg éhínségben, és 800 millióan alultápláltak Földünkön. Az északi féltekén túlkínálat van, délen szegénység. A déli féltekén megtermelt élelmiszerek 40-50 százaléka rendre tönkremegy a rágcsálók, a romlást okozó mikrobák, a tárolási szakértelem és a tárolók hiánya miatt.

A legtöbb halálesetet nem a közvetlen éhhalál okozza, hanem az *általános szegénység* miatti alultápláltság. Eszerint nemcsak a konkrét segélyszállítmányokkal, hanem **a szegénység megszüntetésével és a szegény országok gazdasági talpra állításával lehetne segíteni a helyzetet.** Ez utóbbi azonban nem célja a hatalmi pozíciót betöltő északi államoknak, hiszen – a génmódosítás esetében is – bizonyos mértékben éppen a déli nincstelenségre építik prosperáló tevékenységeiket. Ezenkívül a génmódosított növénytermesztés már említett relatív drágasága sem kedvez elterjesztésének a déli féltekén.

A szegény államok mindegyike *gazdaságilag eladósodott*, és exportból próbálja lefaragni adósságát. (Tehát kivitelre kell gyártania, miközben saját népessége éhezik.) A géntechnológia bevezetésekor az exportra szánt mennyiségek növekednének, feltevé, ha a módszer beválik, és nem növeli az adósságállományt. **Ebből adódóan a génmódosítás az országok belső éhezési**

problémáin nem segít, csak némileg felgyorsíthatja a felhalmozódott adósság csökkentését. (Etiópia például nagy mennyiségű állateledelt exportál, Indiában is jelentős a kiviteli tevékenység az éhínséggel párhuzamosan.)

Közismert tény, hogy Földünk a jelenlegi lakosainál *jóval többet* is el tudna látni bőséges étellel, ha a javak homogén módon oszlanának el. Amíg azonban a megtermelt javak 84 százalékát az emberiség 20 százaléka hasznosítja, és a fennmaradó 16 százalék jut a népesség négyötödére, addig **a tudomány tehetetlen marad az éhínség megállításában.** A jövőben a multinacionális cégek növekedése miatt az ipar számos szegmensében tovább növekszik a *monopolhelyzet*, és ezt a folyamatot a géntechnológia profitorientált megközelítése csak gyorsítja. A GM növények termesztése tehát közvetve nemhogy nem segít az éhínségen, de *tovább mélyíti* a féltékék közötti gazdasági szakadékot a gazdasági koncentrációk növekedése által. A latin-amerikai országokban a GM növények bevezetése látszólag 8 százalékkal növelte az egy főre jutó élelmiszer-termelést, a gyakorlatban azonban közel 20 százalékkal *nőtt az alultápláltság.*

Érdemes megemlíteni, hogy mind az Egyesült Államok, mind az Európai Unió évente mintegy *egymilliárd eurót* fizet a kistermelőinek azért, hogy ne termeljenek. További egymilliárdot pedig a felhalmozódott élelmiszertöbbletek felvásárlására költenek, amelynek nagy részét megsemmisítik. (Mindezt agrárpiaci megfontolások teszik szükségessé.) Így tehát nem mondhatjuk, hogy az éhezést a művelésre alkalmas területek szükségese eredményezi.¹³

Az éhező országok vezetői nemrég hivatalos levélben tiltakoztak az ellen, hogy az óriáscégek a szegénységet és éhínséget saját profitszerző céljaik elérése érdekében tűzzék zászlajukra. A 24 afrikai ország által aláírt tiltakozásban kijelentik: „Nem hisszük, hogy ezek a cégek vagy a géntechnológia segíthetne farmereinknek abban, hogy előteremtsék ételmeiket a 21. században. Ellenben úgy gondoljuk, hogy [...] teljesen aláaknázza

azt a lehetőséget, hogy eltartsuk önmagunkat.” Fontos megjegyezni, hogy a géntechnológia néhány növényfajra szűkíti le a biológia sok száz különböző fajtát, így voltaképpen *növeli* az éhínség veszélyét. Ha ugyanis csak egy-két fő fajtában gondolkodnak, egy tömeges méretű növénypusztulás – alternatíva hiányában – katasztrófához vezethet. A legismertebb példa erre az 1840-es írországi éhínség: ott egy burgonyafajtára építették az élelmiszer-ellátást, azonban azt egy kártevő kipusztította. Egymillióan haltak éhen akkor.

A szakemberek egy része szerint az éhínség leküzdéséhez nincs szükség a géntechnológiára. Jó minőségű vetőmaggal, megfelelő agrotechnikai eszközökkel, kevés technológiai és raktározási fejlesztéssel, öntözőrendszerekkel, valamint politikai stabilitással *megállítható volna* az éhínség. Ezenfelül a titok nyitja az oktatás, hiszen a *tanult ember* tehet legtöbbet a szegénység ellen. E felsorolt tényezőket azonban a gazdagabb államok nem teszik lehetővé a szegény országoknak, ehelyett egy költségesebb és bonyolultabb megoldást választanak: génmódosított vetőmagot kínálnak, és segélyként GM növényt küldenek. Mindezek azonban nem szolgálják a válság leküzdését, hanem azt mintegy konzerválják.

Összességében elmondható, hogy mezőgazdasági és élelmiszer-ipari vonalon a géntechnológia jelenleg nem az emberi életminőség javítását segíti. Az orvostudományban jelentős előrelépést hozott a genetikai módosítás felfedezése, azonban az élelmiszer-termelés területén vészjósló a közhangulat még egyes tudományos körökben is. (Meg kell jegyezni, hogy a gyógyszeripari résztvevők is sietve levédenek minden újabb felfedezett gént vagy génszakaszt, így az objektív orvosi kutatások is akadályokba ütközhetnek a jövőben.) **Úgy tűnik, túl hamar engedték átgyűrűzni a géntechnológiát az élelmiszeriparba, és a folyamatok most már önmagukat gyorsítják.** Ma már az sem titok, hogy a GM növények bevezetésekor *a kockázatokat alábecsülték*, így most kell szembesülnie a világnak

azokkal a tényekkel, amelyek korábban csak rémhírnek számítottak. A következőkben tehát tekintsük át a GM szervezetekkel kapcsolatos aggályokat, a környezetbe való kibocsátás következményeit, és az emberi szervezetre gyakorolt hatásokat.

Valós kockázatok

„Nem lehet egyszerre látni a dolog kezdetét és végét.”
(Hérodotosz)

Játék az ismeretlennel

Egy tudósnek elvileg csak olyan kutatásba szabadna belekezdnie, amelynek lehetséges kihatásait nagyságrendileg be tudja határolni. Azonban a modern fejlődés alapjául szolgáló kutatási eredmények legtöbbször éppen olyan kutatások során születtek, amelyeknél nem volt előre látható az összes pozitív és negatív következmény, sőt maga az eredmény is véletlenül született (pl. Fleming: penicillin; Pasteur: veszettség elleni vakcina stb.). Felvetődik tehát a kérdés: ha a fejlődéshez szükséges tudományos kutatások célja eddig ismeretlen jelenségek felfedezése és merőben új technológiák kifejlesztése, miképpen lehet megtervezni az eredmények széles körű gyakorlati alkalmazásának előre nem ismert hatásait?

Konkrétabban fogalmazva, ha a génmódosítás módszerét ez előtt senki sem ismerte és nem is alkalmazta, milyen alapon állítható, hogy veszélytelen? A GM növények széles körű bevezetése óta eltelt hét-nyolc év még nem ad elég támpontot erre vonatkozólag, sőt e kis időtáv alatt összegyűlt kritikai észrevételek és biológiai deformációk meglehetősen sok árnyékot vetnek a genetikai forradalom nyomán kínált optimista jövőképre.

Meg kell tehát állapítani: egy forradalmian új technika, legyen bármilyen ígéretes, az ismeretlen távlatait nyitja meg, s ez

természetszerűleg együtt járhat előre nem látható, egyes esetekben alig felbecsülhető következményekkel. **A tudós újat alkot, de ezzel együtt szinte mindig új veszélyeket is teremt.**

A hegymászó, ahogy egyre nagyobb csúcsokat hódít meg, egyre mélyebb szakadékba tekint le. A lezuhanás veszélye annál nagyobb, minél merészebb célokat tűz ki a sportoló. A tudomány ma a létező egyik legmerészebb tevékenységre vállalkozott, és csak a csodával lesz határos, ha nem csúszik ki kezéből végérvényesen az irányítás.

Az emberiség jelenleg a Földön megtalálható mikroorganizmusok mindössze *egy százalékát* ismeri, és a fejlettebb szervezeteknek is csak töredékét vizsgálta. Az egyes élőlények biológiai szerepéről és viselkedéséről is sok esetben csak hozzávetőleges adataink vannak, nem beszélve a sok millió faj egyedi genetikai különbségéről.¹⁰

Bár a genetika tudományága rendkívüli sebességgel fejlődik, ma még sok létfontosságú ismeretnek nincsen birtokában. Az adott fajra jellemző teljes génkészletet csak a legegyszerűbb élőlények (*Escherichia coli*, *Saccharomyces Cerevisiae*) esetében tudták feltérképezni, bár a megtalált gének mintegy felének működéséről sejtelve sincs a szakembereknek. Ha a fejlettebb élő szervezetek genomja ismertebbé válik, a gének működésének feltárása újabb évtizedekre ad munkát a laboratóriumoknak.

Elmondható tehát, hogy jelenleg azon élőlények DNS-éről van bővebb információ, amelyek az orvosi, mezőgazdasági és élelmiszer-ipari kutatásokban szerepelnek (élesztőgombák, baktériumok, egér, sertés, szarvasmarha, kecske, és az ember). A gének egymástól való függőségéről, emellett a DNS-en található géneken kívüli szekvenciákról azonban még az előbb említett szervezetek esetében sincs mérvadó feljegyzés. Eszerint a közvetlen közelünkben lévő legismertebb élőlények génműködését sem tudjuk pontosan leírni, nem beszélve a tágabb környezetben, az esőerdőkben, tengerekben élő fajok genetikai struktúráiról.

Az elmúlt évszázadok tudásához képest összehasonlíthatatlanul több ismeret van a mai tudomány birtokában, azonban a jelek szerint a természetben rejlő teljes tudásanyaghoz képest ez még mindig elenyésző. **Sokkal több és sokkal pontosabb ismeret kellene ahhoz, hogy a genetikai információ módosítására vállalkozzunk.** Ma már több neves szakember elismeri, hogy a GM szervezetek közforgalomba bocsátása olyan sebességgel történik, hogy azt sem az egészségügyi-toxikológiai vizsgálatok, sem a jogalkotók nem tudják már követni. Ez azt jelenti, hogy szinte **mindig csak utólag tudjuk meg, mit is etünk a korábbi években,** és az hogyan hatott a szervezetünkre, sőt sokakat ilyenkor már az sem nyugtat meg, ha ezután korlátozást léptetnek életbe a törvényalkotók. Meg kell vallani: akaratlanul szinte mindannyian kis élő kémcsövei vagyunk egy globális laboratóriumnak, és részei annak az emberiségkísérletnek, amelyet Ulrich Beck müncheni szociológus írt le a géntechnológiai kísérletek kezdetén.

A tudományos jellegű kritikák mellett ugyanakkor etikai kérdések is felmerülnek. Kísérletezhet-e az emberiség olyan területen, amelynek potenciális veszélyeit nem tudja felmérni, emellett az esetleg bekövetkező katasztrófát saját eszközeivel nem tudja elhárítani? Milyen alapon lehet olyan kutatási eredményeket „kiengedni” az ipari praktikumba, amelyek egy kísérleti stádiumban lévő tudományághoz kapcsolódnak?

Megengedhető-e etikailag, hogy az emberiséget szolgáló fejlett technológiákat magán az emberiségen teszteljék és tökéletesítsék? Úgy tűnik, hogy az élelmiszer-ipari törvényszerűségek nem sokban különböznek a hadiiparétól. Tudvalévő ugyanis, hogy a hadászatban a fegyverek fejlesztése mintegy szükségszerűvé teszi a háborúkat, ahol élesben kipróbálhatják a legújabb gyártmányok tömegpusztító hatásspektrumát, irányíthatóságát, így tovább csiszolhatják az adott technikát. Valószínűleg a génmódosítás sem kerülhette el a széles körű kipróbálást. Az orvosi kísérletek szűk köréből kikerülve az élelmi-

szeripar részévé vált, s ma már hatalmas mennyiségben fogyasztanak a GM élelmiszerek a tengerentúlon, és kisebb mértékben a harmadik világban. A gyártók pedig szorgalmasan jegyzetelik az előre nem tervezhető hatásokat, és rendre csiszolgatnak a technikán.

Érthetetlen és megmagyarázhatatlan, hogy a géntechnológia hogyan jöhetett át ilyen viharos gyorsasággal a gyógyításból az élelmiszeriparba, hiszen ezáltal mindennapi életünk részévé válhatnak az idegen géneket hordozó szervezetek. Sőt az a kérdés is felvetődik, hogyan kerülhetett az *üzletpolitika* irányítása alá ez az új módszer. Ezáltal ugyanis a kísérletező kedv profitorientáltsággal párosul, és egyoldalúan pozitívnak állítja be a génmódosítást. Ha azonban a világunkat döntő mértékben formáló tudományos kutatási eredmények üzletemberek kezében futnak össze, nem lehet okunk optimizmusra sem most, sem a jövőben. A pénzszerzési vágygal ugyanis együtt jár egyfajta erkölcsi hanyatlás, márpedig „a tudomány etika nélkül a szellem halála” (Pierre Abélard, XII. sz.).

Ma már nem titok, hogy olyan hírek kaptak szárnyra, melyek meglehetősen sötét színűre festik a genetikai beavatkozásokkal kapcsolatos területet. Pillantsunk bele ezekbe a jelentésekbe is.

Riasztó jelentések

„Aki jól figyel és mindent megért,
az tud csak lenni tetteiben óvatos.”
(Szophoklész)

A géntechnológiát ellenzőkről sokáig azt hitték, hogy olyan megrögzött globalizációellenes csoportok, amelyek minden új, fejlődést elősegítő felfedezés ellen tudományos alap nélkül protestálnak. Néhány év alatt sokat fordult a világ, és ma már nem szégyen bevallani, hogy e laikusnak tartott mozgalmak

jobban látták és látják a reális veszélyeket, mint a saját tudományuk iránt elfogult géntechnológusok. Az utóbbi években egyre növekedett azoknak a szakmai jelentéseknek a száma, amelyek aggodalomra adhatnak okot a génmódosítás hatásait illetően.

Még mielőtt a génmódosítás kockázataira fény derült volna, intő jelek kezdtek mutatkozni egyes *betelepített idegen fajok*-kal kapcsolatban Ausztráliában és Amerikában. Ausztrál haltenyésztők ugyanis Norvégiából *szardíniát* kezdtek importálni, amely a tonhalakon kívül a pingvinek fő tápláléka is egyben. A szállítmányokban azonban egy új, Ausztráliában ismeretlen vírus volt, amely végül óriási méretű pingvinpusztulást okozott.³³ A kontinensen azonban nem ez volt az egyetlen „melléfogás”. Egy másik esetben az igen szigorú óvintézkedés ellenére is ki tudott szabadulni egy olyan *gémódosított vírus*, amely elterjedve a kontinensen nyulak millióit pusztította el.⁵⁷

A mesterséges génátvitel lehetséges káros hatásait a *vadméhek* esete is jól illusztrálja. Dél-Afrikából Dél-Amerikába telepítettek afrikai méhcsaládokat, amelyektől jobb gyűjtési eredményt vártak. Ehelyett azonban elvadultak, és az agresszív hajlamot tovább is adják utódaiknak. Ma ezek a vadméhek elérték az Egyesült Államok déli határait, az ott lakók nem kis rémületére.

Az Egyesült Államok közvéleményét emellett még két másik eset is megrázta. A génmódosított baktériumok által előállított *L-triptofán* 1500 megbetegedést, köztük 37 *halálesetet* és számos bénulást produkált az EMS (eozinofil-mialgia szindróma) nevű betegség kiváltása útján. Később olyan szarvasmarhák tejét kezdték árusítani, amelyekbe *tejtermelést segítő hormonokat kódoló géneket* ültettek be. (Ez a tej máig forgalomban van a tengerentúlon.) Napvilágra került azonban, hogy a tejjel végzett kutatások során a kísérleti állatok harmadában *tumoros elváltozások* alakultak ki, így nem csoda, ha Amerikában is megingott a hatóságba vetett bizalom.⁷¹

Szintén elgondolkodtató hírnek számított, amikor közzétet-

ték, hogy szabadon bocsátják a *Rhizobium meliloti* nevű nitrogénmegkötő baktérium GM változatát. A génmódosítók az eredeti gyökérszimbiontából szabadon élő talajbaktériumot „csinálták”, amely elősegítheti a lucerna és más hüvelyesek termésmennyiségének növekedését. Természetesen fény derült arra, hogy az új gént nem másból, mint a *Shigella flexneriből* nyerték. Ez utóbbi dizentériát és gyomor- illetve bélgyulladás okozó tulajdonsága miatt vált hírhedtté. Korábban egyébként volt már hasonló kísérlet egy Klebsiella-fajjal, az ellenőrző vizsgálatok azonban *mellékhatásokat* mutattak ki.²⁰

Az egyik legnagyobb vihart a „*Star-link botrány*” kavarta. A kizárólag takarmánykukoricaként engedélyezett GM fajtát a farmerek összekeverték a többivel, így kerülhetett bele számos amerikai áruházlánc termékeibe (chipsek stb.). Az elfogyasztást követően *hányás, hasmenés, bőrvizketés, gégeödéma és egyéb allergiák* jelentkeztek főleg a kiskorúak között, bár az ok-okozati összefüggést nem találták egyértelműnek az illetékesek.²⁷ Az Egyesült Államok kiállt a farmerei mellett, azonban több ország visszamondta rendeléseit, és a kukoricaalapú termékek iránti kereslet is jelentősen csökkent. A történet kapcsán meg kell jegyezni, hogy a különböző típusú növényi termények egymástól való elkülönítése ma sem teljesen megoldott.

Újabban a *GM burgonya, szója és paradicsom* esetében merültek fel aggályok. A GM paradicsomot például az amerikai engedélyező hatóság (FDA) annak ellenére engedélyezte, hogy hús nősténypatkány közül hétnél a boncolás *gyomorvérzést* állapított meg. (A hatóság szerint ezt a természetes nyálkaoldó anyagok okozták, azonban ez megkérdőjelezhető. A termék egyébként megbukott a piacon, így ma már nem termesztik.)⁵⁵

Botrányokból és káros hatásokat körvonalazó tudományos cikkekből tehát akad elég, a kérdés azonban az, hogy kellő hatást gyakorolhatnak-e a döntéshozókra. Talán igen, ha olyan féltelmetes betegségek árnyképei jelennek meg újra, amelyeket már legyőzöttnek hittek.

Visszatérhetnek a járványok?

„Nincs csapás szörnyűbb, mint amit az ember magára mér.”
(Szophoklész)

A DNS az élő anyag szinte legstabilabb molekulája, sőt *a gazdaszervezet pusztulása után is fennmarad. A DNS további sorsát és környezetre való hatásait a szakemberek jelenleg nem tudják felmérni.*⁶⁷

A géntechnológia sokak szerint megnövelheti az ún. *horizontális géntranszferek* terjedését, vagyis eltérő fajok közötti génki-cserélődést eredményezhet. Ennek eredményeképpen *új fertőző betegségek jelenhetnek meg* (pl. kolerabaktérium Indiában). **A vektorok használatával az emberiség megteremtette annak lehetőségét, hogy eddig ismeretlen fertőző vírusok és baktériumok alakuljanak ki, illetve a régiók újra elterjedjenek, virulensebb formában.**

A génmódosítás hatásait tehát – úgy tűnik – a járványtani szakemberek *alábecsülték*. Az idegen gén bejuttatását lehetővé tevő víruspromoter ugyanis *új vírusedényeket produkálhat*, sőt az emberi DNS-en lévő „hulladék génekben” található nyugvó vírusokat is *aktiválhatja*, így rákbetegség vagy egyéb, előre megjósolhatatlan betegség alakulhat ki.⁵⁵ A laboratóriumban legyengített baktériumok és vírusok – a vizsgálatok szerint – tovább élnek mindaddig, amíg génjeiket át nem adják. Az „elhalt” DNS-ek is működésképesek maradnak, sőt a géntechnológia során környezetbe kerülő ún. „csupasz” DNS-ek fertőzőképessége *erősebb*, mint a vírusformába csomagolt DNS-é. A körülmények kedvezőtlen együttállása esetén *új, fertőző mutánsok jelenhetnek meg*.

A járványügyi statisztikák szerint 1988 és 1996 között több mint ötven új, emberre veszélyes baktérium és vírus jelent meg. Az *E. coli*-fertőzések száma Angliában tízszeresére, Skóciában százszorosára nőtt. A *Salmonella*- és *Enterococcus*-fertőzések

szintén drámaian emelkednek, és a tuberkulózis visszatérésére is számítani lehet.

A gyógyítást nehezíti, hogy a génmanipulációnál használt antibiotikum-rezisztencia markergének átadódhatnak egyes mikroorganizmusoknak, így azok *ellenállóvá válhatnak* a humán gyógyszerekkel szemben is. (Meg kell jegyezni, hogy a géntechnológia önmagában sok esetben nem okoz antibiotikum-rezisztenciát, inkább felerősíti a mértéktelen humán antibiotikum-használat miatt elindult folyamatokat.) Az amerikai kórházakban például a *Staphylococcus* által kiváltott toxikus sokk szindróma antibiotikumra már nem is reagál. 1995-ben egy madagaszkári fiú *bubópestist* kapott, és az első nyolc leggyakoribb antibiotikumra *immunisnak bizonyult* a kórokozó. (A bubópestis az Egyesült Államokban is előfordult, 1990–94 között 229 eset volt.) **A humán- és állatgyógyászattal foglalkozók attól tartanak, hogy a jövőben az ellenálló mutáns baktériumok és vírusok kifejlődése miatt visszatérhetnek a félelmetes járványok.** Sajnos a jelenlegi fejlemények erre mutatnak, hiszen ma a világon mintegy *ötvenezren* halnak meg naponta az antibiotikum-rezisztens új és régi fertőzések miatt. Hozzá kell azonban tenni, hogy a gyógyszeripar mindig is szerette a kihívásokat.

Támadnak a gének

„A géntechnika még súlyosabb következményekkel járhat, mint az atomenergia.”
(E. Chargaff biokémikus)

A génmódosítást szorgalmazó kutatók szerint a transz gének ellenőrizhetetlen terjedésének, az antibiotikum-rezisztens vad fajok kialakulásának és a veszélyes mutáns kártevők kialakulásának nincs reális esélye.⁶⁸ Mások óvatosabban bánnak a szavakkal, tudván, hogy a legkisebb tévedés esetén *visszafordíthatatlan*

természeti folyamatok indulhatnak el. A környezetvédő mozgalmak még tovább mennek, és egyenesen környezeti katasztrófáról beszélnek. Az ellentétet élezi az a tendencia is, hogy egyre több ökológus, kutatóorvos, közgazdász és más magasan képzett ember csatlakozik a vitához, döntő részben a szkeptikus oldalt erősítve. Annak eldöntéséhez, hogy melyik csoportnak lehet igaza, ma már nemcsak elméleti hipotézisek, hanem kézzelfogható, tapasztalati adatok is segítséget nyújtanak. A következőkben tehát beszéljen a gyakorlat.

■ *Laborból a természetbe*

Az Ohioi Állami Egyetemen sikerült igazolni, hogy a GM haszonnövények a beültetett új géneket *átadhatják* vad rokonaiknak. Sokak szerint az ellenállóvá tett haszonnövény egyéb környezeti tényezőkkel szemben (stressz, hó stb.) kevésbé rezisztens, így nem képes túlnőni vad rokonait. A megfigyelések azonban rámutattak, hogy a környezetbe való kiszabadulás igen nagy kockázatokat rejthet. A transzgen és a vektorhoz használt gének átjutásával ugyanis „szupergyomok” jöhetnek létre a természetben. Ez abból adódik, hogy a vad fajok egyrészt megtartják életképességüket, s még szert tesznek antibiotikum- és gyomirtószer-rezisztenciára is, így egyfajta gyarmatosító munkát indítanak el.

Erre jó példa a *repce*, amely mintegy *három kilométeres körzetben* adhatja át vad rokonainak a beültetett idegen gént, bár a vártnál lassabb génátviteli sebességet jeleztek a kutatók. (Kanadában ez ma már gyakorlati probléma.)⁴⁴

A *génmódosított cukorrépa* szintén kereszteződhet az elvadult répákkal, a fehérrépával, a spenóttal, és más, libatopfélék családjába tartozó növényekkel. A GM cukorrépa esetében még a *betakarítás után két évvel* is ki lehetett mutatni a talajbaktériumokban az idegen gének jelenlétét, sőt antibiotikum-rezisztens fajokat is találtak közöttük. Ez utóbbi eredmények szintén átgondolásra adnak okot, hiszen a talajbaktériumok genetikai válto-

zása láncszerűen kihat gyakorlatilag a teljes élővilágra, a földigilisztától kezdve a madarakig.

A GM *gyapot* a megfigyelések szerint 20–30 méteren belül, a burgonya 10–100 méteres hatótávolságba adhatja át a transzgéneket.^{67,57} A GM *tök és retek* szintén hasonló jellegzetességeket mutat, sőt az utóbbi esetében a génmódosítás megnövelte az egy növényre eső magok számát. A retek vad rokonai az átporzást követően szintén jelentősen több magot érleltek, így növekedett az esélye a gyors továbbterjedésnek.

A *búza* és a *kukorica* semmiféle gyomnövényekkel nem kereszteződhet, azonban a transzgenek itt is fennmaradhatnak a környezetben, és különböző helyekre épülhetnek be. A kukorica szélbeporzású növény, és pollenje akár 30 kilométerre is eljuthat. De a transzgent csak 50–100 méter hatókörön belül terjeszti. Sajnálatos fejlemény e tekintetben, hogy az Egyesült Államokból a kukoricába ültetett Bt-toxingén szép lassan eljutott Mexikóba, és *beépült* az ottani helyi kukoricafajok géncentrumába.⁶¹

A rovarbeporzású GM növényfajták esetében szintén az jelent kockázatot, hogy a háziméh 1–6 kilométer távolságra is elviheti a polleneket, ezáltal az idegen géneket is.

A kutatók egy része nem tart attól, hogy a GM növények által terjesztett gének hatására létrejövő szupergyomok illetve vad fajok kiszorítják a haszonnövényeket, mivel – állításuk szerint – a stabil ökológiai rendszert egy-egy ilyen hatás nem billentheti ki egyensúlyi helyzetéből.¹² Azonban nem egy esetben volt már példa arra, hogy a betelepített fajok agresszívebb egyedeket hoztak létre, és az őshonos fajok számát csökkentették.^{22,52,62}

A gyógyszeripari célból termesztett növények esetében az átporzódás szintén sok gondot okozhat. 2002-ben például egy texasi géntechnológiai cég által kifejlesztett, *gyógyszerhatóanyagot tartalmazó kukorica* szabadult ki termőhelyéről, és megfertőzte a szántóföld többi kukoricafajtáját. A messzebb lakó biogazdák engedélyét is be kellett vonni ezután, ami óriási felháborodást keltett az államban. Az amerikai farmerek egyébként

általában nem ellenzik a GM növények termesztését, csak a gyógyszerhatóanyagot hordozók ellen tiltakoznak.^{57,33}

Az európai törvények deklarálják, hogy szabálysértés esetén a környezet eredeti állapotát helyre kell állítani. A törvény azonban meglehetősen nehéz feladat elé állítja a szabálysértőt, mivel a milliárdszámra terjedő polleneket nem lehet parancszoóra visszahívni.²⁸ Ugyanígy a módosult talajbaktériumokból sem lehet pár nap alatt kiollózni az idegen génszakaszt, helyreállítva ezzel a régi állapotot. Az elmélet tehát megnyugtató, a megvalósítás esélyének kicsinysége viszont *nyugtalanító*.

■ *Veszélyben az egészség*

A GM élelmiszereket nyolc éve százmilliók fogyasztják, legfőképpen az Újvilágban. Ha komolyabb egészségi kockázattal kellene számolni, már kiderült volna – állítják a szakemberek.⁶⁸

Ezzel az érveléssel kapcsolatban két kérdés vetődik fel. Az egyik: ezek szerint valóban globális kísérlet folyik, és ha az évek során káros hatás merül fel, betiltják az alkalmazást? Ma már nem titok, hogy az engedélyezés során lehetetlen minden körülményt figyelembe venni, így csak a széles körű és hosszú távú „emberiségkísérlet” adja meg a választ a kockázatokkal kapcsolatos kérdésekre. (Megjegyzendő, hogy a géntechnológia mai állása szerint betiltás nem képzelhető el, inkább a módszer csiszolgotása, hogy ilyen módon unokáink kedvezőbb GM élelmeket kapjanak.)

A másik felvetődő kérdés az, hogy a káros hatásokról miért csak a nonprofit alapon működő „zöld mozgalmak” és munkahelyükről kirekesztett tudósok beszélnek? Természetesen azért, mert a GM szervezetekkel kapcsolatos kutatói-fejlesztői munkát az óriásvállalatok finanszírozzák, amelyek – érthető módon – nem fordítanak nagyobb összegeket a kockázatbecslésre. A hatályos jogszabályok persze megkövetelik a cégektől, hogy saját maguk folytassanak veszélyelemzést, és ezt csatolják az engedélyezni kívánt GM szervezet dokumentumaihoz. Józan pa-

raszti ésszel is belátható azonban, hogy egy vállalat nem fog élen járni saját fejlesztéseinek lejárataiban, főként ha a veszélyelemzéshez szükséges dollármilliókat is neki kell állnia.

A kockázatok felmérésének *legkritikusabb pontja* az emberi egészséget érintő hatás. Mivel a korunkban előforduló betegségek multifaktorosak (vagyis sok tényező együtállásának és a genetikai illetve immunstátusnak függvényei), így a GM élelmiszerek kisebb, életminőséget krónikusan rontó hatásai alig mérhetőek. (Hasonlóan a hírhedt E-számokhoz.) A következőkben csokorba szedtünk néhány figyelemre méltó kutatói eredményt, amelyek a humán kockázatokat hivatottak jelezni.

A veszélyek keresését már a legelején, a vektoroknál érdemes megkezdni, hiszen a korábbiakban szerepelt, hogy a növényeknél *tumorképző plazmidot*, állatoknál *rákkeltő retrovírusokat* alkalmaznak a transzgén bejuttatására. Bár e rendszereket megfosztják betegségkókozó tulajdonságuktól, ez mégsem adhat teljes nyugalmat a fogyasztó számára. Ismeretes ugyanis, hogy az emberiség még gyermekcipőben jár a gének átfogó ismeretét illetően, így **az említett félelmetes rendszerek csak a „tudomány mai állása szerint” veszélytelenek.** Természetesen, ha valaha bizonyítást nyer, hogy a használatos promoterek egészségkárosítók, újabb vírus- illetve baktériumgéneket engedélyeznek majd. (Erre a célra csak ezek az agresszív szervezetek alkalmasak, mivel „ők” ismerik a génátvitel titkos mechanizmusait.) Így a kockázatokat feltáró procedúrák kezdődhetnek előről.

A GM élelmiszerek területén tulajdonképpen ugyanaz a jelenség tapasztalható, mint a gyógyszeripari és vegyipari érdekeltségéknél. Sokan várnak engedélyre, emellett a veszélyeket szinte senki nem kutatja mélységeiben, ráadásul a gazdaságpolitika belső összefonódásai miatt *állandó nyomás nehezedik a hatóságra* az engedélyek mielőbbi kiadásáért. Így a GM élelmiszerek úgy kerülnek közforgalomba az Egyesült Államokban, hogy a precíz élelmiszer-biztonsági és humán-egészségügyi tesztek csak *felületesen* végezték el. A kisállatkísérletek nem

teljesen megbízhatóak, hiszen a genetikusok legújabb eredményei szerint egy gén más-más fehérjeszerkezetet produkálhat, a biológiai fejlettségi foktól függően. Eszerint elképzelhető, hogy az egér szervezetében nem alakul ki elváltozás egy GM növény etetésekor, az embernél viszont igen.

Paul Berg, a génmódosítás egyik szülőatyja laboratóriumi úton hozzá tudott kapcsolni egy rákkeltő majomvírust az emberi bélben is előforduló *Escherichia coli* baktérium egyik bakteriofágjának DNS-éhez. Ez volt az első eset, amikor felmerült a kutatókban, hogy a géntechnika beleszólhat az emberi emésztőrendszer működésébe, és rákkozóvá válhat.⁶⁷

Pár évvel később kiderült, hogy az *antibiotikumrezisztenciagén*, amelyet a vektorhoz kapcsolnak, háziállatok bélrendszerében átkerülhet az ott élő *E. coli* baktériumba (pl. ampicillinrezisztens *E. coli*). A megfigyelések szerint a coli deformációját követően a bélben olyan kórokozó *Enterobacter*-, *Salmonella*- és *Shigella*-fajok jelenhetnek meg, amelyek szintén átveszik a rezisztenciagént, és emberre is veszélyessé válhatnak. E folyamat a gyógyszerekre rezisztens kórokozó baktériumtörzsek számát világszerte rohamosan növeli, és a korábbiakban említett *visszatérő járványok* árnyát veti előre.

A génmódosításhoz felhasznált antibiotikumrezisztenciagének állítólag a gyomor-bél rendszerben lebomlanak, és nem adódnak át a bélbaktériumoknak. Ma már azonban tudható, hogy ezek a gének képesek ellenállni az emésztőnedveknek. Vastagbél-eltávolításon átesett és génmódosított ételt fogyasztó betegeknel végzett vizsgálatok során a vékonybélből eltávozó salakanyagban kimutathatók voltak az idegen gének, tehát az enzimek nem bontották le ezeket. Az egészséges emberek esetében ugyanakkor a végbélből távozó salakanyagban már nem voltak kimutathatók a gének. Ez azt jelenti, hogy vagy beépültek a vastagbél flórájának DNS-ébe, vagy időközben (a vékonybél végétől kezdődően) lebomlottak és felszívódtak, amire kevés az esély.⁵⁵

Ennél talán még meghökkentőbb eredmény, hogy a GM élelmiszerben lévő idegen gének a *szájban élő baktériumokba is átterjedhetnek*, s így hatnak ki a későbbi bélflórára is.

A becslések szerint a transzgén átvitelének esélye a bélflórára egy ezrelék, vagyis 1000 bélbaktériumból mindössze egybe épül be az új génrészlet. Ez nem tűnik veszélyesnek, azonban ha meggondoljuk, hogy a vastagbélben 1000 milliárdos nagyságrendű mikroorganizmus található, akkor már egymilliárd esetben lehet génátvitel. Ha egyóránként osztódnak ezek a mikrobák, akkor *hatalmas sebességgel* örökítik tovább a transzgént.⁵⁵

Az állatkísérletek szintén drámai eredményeket adtak. Kérvondzó esetében a bendőben élő hasznos mikroorganizmusok is felvették az új, idegen gént a genetikai állományukba. Egereknél pedig a táplálékban lévő új gén a *terhes állat embriójának agyszövetében* is kimutatható volt.

A génmódosított élelmiszerek egyre szélesebb körű elterjedése jelentősen gátolja a GM élelmiszerek ártalmairól szóló kutatási eredmények napvilágra kerülését. Márpedig az újabb vizsgálatok alapjaiban rengethetnék meg a GM élelmekről kialakult pozitív képet. Génmódosítás során ugyanis a beépített transzgén hatására a genetikai állomány egyfajta gyors alkalmazkodási folyamatot indít el, és mintegy *átrendezi sorait*. Ez a jelenség együtt járhat például egyes inaktív *toxingének* bekapcsolódásával. Ezenkívül egy-egy gén több fehérjét is kódolhat, így nincs arra garancia, hogy a beépített új gén a célsejtekben éppen a számunkra kívánatos anyagot termelteti, és semmilyen más kihatása nincs a sejtműködésre. (A káros hatások nem mindig azonnal jelennek meg.)⁵⁷

Mindezeket Pusztai Árpád, a média által közismertté vált magyar származású tudós erősítette meg, aki a GM növényekkel kapcsolatos kockázatok bejelentésével felvállalta karrierje derékba törését is. (Meg kell jegyezni, hogy a kutató nem állította, hogy a GM élelmiszerek általánosan károsak az egészségre, csupán annyit, hogy adott feltételek mellett és kellő ellenőr-

zés hiányában fennállhat az egészségi ártalom veszélye.⁵⁷⁾ A professzor a hóvirág rovarölő lektinjét tartalmazó, ellenálló GM burgonya anyagcserére és immunrendszerre gyakorolt hatásait vizsgálta patkányoknál. Az etetési kísérlet döbbenetes adatokat eredményezett. Változott a GM burgonyát evő állatok *belső szerveinek tömege*. A máj, a vese, a tüdő és az agy tömege csökkent, a *hasnyálmirigy* és a *herék* tömege nőtt, emellett az immunrendszer is gyengült a kontrollcsoportéhoz képest.^{57,59}

A GM növény termesztése eleinte sikeresnek tűnt, azonban a hasznos rovarok (katicabogár) is pusztulni kezdtek. Az eset tanulsága az, hogy léteznek olyan GM növények, amelyek humán ételmezési célra nem használhatók, és ezt az eddigénél jóval mélyrehatóbb ellenőrző vizsgálatokkal lehet kimutatni.

A promoterként leggyakrabban alkalmazott karfiol-mozaikvírus a kisállatkísérletek szerint képes aktiválni egy olyan gént, amely a *bélhámsejtek* osztódását irányítja. A GM növények fogyasztásakor így a sejtek osztódása felgyorsulhat, és egyéb körülmények jelenlétékor *vastagbélrák* alakulhat ki.⁵⁷

Az amerikai egészségügyi statisztikák tanúsága szerint a GM élelmiszerek bevezetésének évétől kezdve (1996) jelentősen emelkedett az *allergiák*, *bélrendszeri zavarok* és *daganatos betegségek* száma, bár a kettő között a szakemberek szerint nincs összefüggés. A génmódosított növény *virágpórát* agresszívebbnek tartják, mint a klasszikus fajtákét, így nem véletlen, hogy a GM növényt termesztő farmerek *pollenérzékenysége* is meredeken növekvő tendenciát mutat. (Egyesek szerint ez a termőterületekhez közel lévő városokra is veszélyt jelent.) Az allergiákat vizsgálva fény derült arra, hogy a génátvitel során az allergén jelleg is átmehet a célnövénybe olyan esetekben, ahol a donor allergént hordoz (pl. a brazil dió esete a szójával).

A kockázatok általában akkor kezdenek fokozódni, ha ételmisszerűként nem használt növényekből és baktériumokból ollóznak ki géneket, mivel ilyenkor nem becsülhető a hatás. Ezekben az esetekben kísérletes úton mérik fel (pl. bőrteszt stb.) a kockázato-

kat, ez azonban meglehetősen bizonytalan. Nagy-Britanniában például 1999-re a szójaallergia gyakorisága példátlan mértékű, 50 százalékos emelkedést mutatott. Ez az évszám azonban pontosan egybeesett a GM szója kereskedelmi forgalomba hozatalával, bár az orvosok itt sem találtak ok-okozati összefüggést.

A szakemberek szerint a GM élelmiszerek nélkül is az allergiák növekedésére lehet számítani a jövőben, és ezt a folyamatot a géntechnológia tovább gyorsíthatja.³³

A kockázatok tekintetében a kutatóorvosok figyelmesek lettek egy újabb jelenségre is. A GM növényeket nem hasznosító európai országokból a géntechnika hazájába, Amerikába költöző emberek a kiutazást követően látványos *hízásnak* indulnak. Ugyanez a helyzet azokkal a magyar sportolókkal – főként úszónőkkel – is, akik néhány évet töltenek tanulási és sportolási célból az Újvilágban. Eleinte az ottani kalóriadús étrenddel magyarázták ezt, azonban a sportolók beszámolóí szerint az átlagosnál kevesebb ételmennyiség és nagyobb mozgás is túlsúlyt eredményez. Ma már nem titok, hogy a GM élelmiszerek állhatnak a háttérben, bár még kutatják a pontosabb összefüggéseket. (Talán a növekedési hormon kódoló gén állatokba ültetése adhat erre magyarázatot a jövőben.) Mindenesetre korántsem mondhatjuk, hogy teljesen kiismertük a génmódosítás humán kockázatait, és a jövőben bizonyára vár még a kutatókra – no meg a fogyasztókra – néhány meglepetés.

■ Csak semmi pánik!

Mindig rosszat jelent, ha a címben idézett felszólítás valahol elhangzik, ugyanis legtöbbször azt a burkolt üzenetet hordozza, hogy ettől fogva van okunk aggodalomra.

A törvényi szabályozás szerint „*vészhelyzetnek* olyan esemény minősül, amelynek következtében a GM szervezet vagy az abból előállított termék az emberi egészségre és a környezetre azonnal és biztosan bekövetkező veszélyt jelent”. Azaz a jelenleg engedéllyel rendelkező GM élelmiszerek nem teremte-

nek vészhelyzetet, hiszen az elfogyasztásuk után „azonnal és biztosan” nem kell befeküdnünk a kórházba. Ilyen értelemben tehát semmi okunk a pánikra. Ugyanakkor tudni kell, hogy korunk legtöbb betegségét a krónikusan, egymás mellett jelen lévő kockázati faktorok összeadódó (additív) hatása eredményezi. Márpedig ebben oroszlánrészt vállalhat a jövőben elterjedő GM élelmiszerek fogyasztása.

A főbb kockázatok áttekintését követően ismerkedjünk meg közelebbről is a két legfontosabb GM növényvel.

A legismertebb fejlesztések

„Vajon alkottak-e halhatatlant halandó kezek?”
(Seneca)

A kétarcú baktériumtoxin

A mezőgazdasági gyakorlatban a *Bacillus thuringiensis* nevű baktérium valamelyik toxinját kódoló gén az egyik legelterjedtebb génmódosító eszköz. Az így létrehozott szervezeteket **Bt-növényeknek** nevezik, és rovarkártevők ellen fejlesztették ki. A szakemberek a Bt-toxint a világ legbiztonságosabb rovarirtójának tartják (sőt a biotermesztésnél is használják). Így a Bt-növényeknél sem merült fel kétely, legalábbis eleinte.³³

A tapasztalatok azonban kételyt szültek. A Bt-növényt ugyanis semmiképpen sem szabad összemosni a biotermesztésben alkalmazott Bt-toxin hatásosságával, mivel a kettő között különbség van. A biotermesztés során a mérgező előanyagát, a protoxint juttatják ki, amely önmagában ártalmatlan és inaktív forma. A kártevő rovarok szervezetében azonban aktív méreggé alakul, és elpusztítja az állatot. A Bt-növény ezzel szemben *minden egyes sejtjében aktív mérget termel a rovarátmadástól függetlenül*, így a toxin nem a felületen van, lemosható formá-

ban – mint az előző esetben –, hanem a sejtek részeként, a növény belső szöveteiben állítódik elő. Ez okozza azt, hogy a Bt-toxin egyszerre lehet hasznos és káros is. A hatósági vizsgálatok már nem egy esetben mutattak ki készételben (pl. kukoricás lepényben) Bt-toxint, amely felháborodást is keltett a közvéleményben. A Bt-toxin az ún. lektinek csoportjába tartozik, amelyek az emlősök szervezetében (és emberben is) kóros immunválaszt produkálhatnak.⁵⁷

Mivel a felépítése nagyon hasonló a tejben található béta-laktoglobulinhoz, valamint a tojásban lévő vitellogeninhez, így a Bt-növény fogyasztása *kockázatot hordozhat a tej- és tojásfehérje-allergiások számára is*. Az Ohio állambeli farmerek körében a Bt-kukorica, Bt-gyapot és Bt-burgonya termesztése súlyos asztmás rohamokat indukált, és nagy szerepe volt (és van) az egyéb allergiás tünetek kiváltásában.²⁷

A Bt-kukoricát a kukoricamoly elleni védelem érdekében kísérletezték ki. A növény pollenje azonban a védett danaiszlepkek hernyóit és – egyes leírások szerint – a katicabogarat is elpusztítja, amelyek bizonyos mértékig a rovarkártevők ellenségei. Egyesek szerint így közvetve a kártevők malmára hajtják a vizet, hiszen a káros rovarok természetes ellenségeinek száma is csökken a környezetben. Az említett kockázatok nyilvánosságra hozatalakor az Európai Unió tagállamai aggályaiknak adtak hangot, és nemet mondtak a Bt-növények szántóföldi kipróbálására. (Ezeket a mai napig nem termesztik, csak egyesek behozatalát engedték meg nemrégiben.)

A Bt-növények alkalmazásának nagy vesztesei a biotermesztők, ugyanis a toxintermelő növények hat-hét év után Bt-toxinra *rezisztens rovarfajok* kialakulását eredményezik (20-30 rovargeneráció után). Kínában nemrég meg is találták az első Bt-rezisztens rovarfajt. Ennek következményeként a biogazdálkodásból ki fog szorulni az egyik leghatékonyabb természetes rovarellenes anyag.^{27,49}

A Bt-toxint termelő génmódosított fajták kifejlesztésekor a

rovarölő szerek csökkentése volt a fő cél. Az Egyesült Államokban valóban csökkent a felhasználás, azonban kiderült, hogy a különböző kártevők nem egyformán reagálnak a Bt-toxinra. Bizonyos kártevők (pl. hernyófélék) esetében az ültetvényen alig kellett vegyszert használni, más helyeken élő kártevőknél ugyanakkor dupla mennyiségre volt szükség. Ilyen módon a rovarellenes vegyszerek használata átlagosan csak kismértékben csökkent.⁵⁷ A megfigyelések szerint a génmódosított Bt-ku-koricaföldeken esetenként nagyobb gyomzaporulatot lehet mérni, így a rovarkártevőkön esetleg megspórolt összeget gyomirtó szerekre kell költenie a gazdálkodónak. Termesztési szempontból tehát a gazdák nem jártak igazán jól, a fogyasztóról nem is beszélve, a vásárló ugyanis nemcsak a pénzét, hanem az *egészségét* is kockára teszi.

Gyomirtószer-rezisztens növények

A gyomirtóknak ellenálló növények közül a glyphosatrezisztenciát hordozó Roundup Ready szója néven ismertté vált fajta a legelterjedtebb. E növények a gyomirtó szert képesek metabolizálni, elbontani, miközben a körülöttük lévő gyomok nagy mennyiségben pusztulnak. Az elterjesztés fő célja a *hozam növe- lése* volt. A termesztés nagy hátránya, hogy a GM vetőmag ára igen magas, 25–40 százalékkal több, mint a normál fajtáké. Az agrotechnika ez esetben is jelentős költségvonzattal jár, emellett a farmer kizárólag az adott GM vetőmagot forgalmazó cég saját gyomirtóját veheti meg, hiszen csak erre rezisztens a növény. Ilyen módon a géntechnológiai óriáscégek kétszeresen is magukhoz láncolják a termesztőt.

A GM szója nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket, jóllehet termesztése és széles körű forgalmazása napjainkban is folyik. Több esetben az átlagos hozam 6–10 százalékkal *elmaradt* a korábbi évekhez képest, sőt a bőven termő, nem GM szójjával

összevetve 15–20 százalékos elmaradást is ki lehetett mutatni. Ez abból is adódhat, hogy a génmódosítás növelte a szója stressz-érzékenységét, mivel megzavarhatta több hő-, szárazság- és nyomelemhiány-tűrésért felelős gén működését.²⁶ A glyphosat vegyszer állandó használata károsan hat a szója gyökereinek fejlődésére, és csökkenhet a nitrogénmegkötő képesség is. Ezzel párhuzamosan a talajban növekedhet a *rákkeltő toxinokat* termelő *Fusarium* gombák száma is.⁵⁷

A növényvédőszer-rezisztens egyéb növények esetében is hozamcsökkenés jellemző. A GM repcénél például átlagosan 7,5 százalékos csökkenést tapasztaltak Kanadában. Amint korábban említettük, előfordulhat, hogy az ideális körülmények több esetben hozamnövekedést eredményeznek, azonban ez átlagosan nem igazolható, főként azokban a szegény államokban nem, ahol az alapvető agráripari ismereteknek is csak kevesen vannak birtokában.

A GM szója esetében az előbbieknél komolyabb gondok is adódhatnak, például az *egészség- és környezetkárosító* hatások.

A vetőmag-forgalmazók azt ígérték az új növény bevezetésekor, hogy a gyomirtó szerek használata csökkenni fog a GM növényt termesztők körében, mivel csak egyszer-kétszer kell permetezni.³² Mivel azonban a gyomok nem egyszerre, hanem egymáshoz képest fáziskéséssel növekednek, lényegében minden újabb gyomnövekedési szakaszban permetezni kell. (Vagyis néhány fő gyomirtószer-kijuttatás mellett több kisebbet is el kell végezni.) A megfigyelések szerint a gazdák – féltve az értékes haszonnövényt – nagy biztonságra törekednek, és jelentősebb mennyiségű glyphosat adagolnak a hatékonyabb védelem érdekében. Ehhez hozzáadódik, hogy egyes gyomok a gyomirtóval szemben növekvő ellenálló képességet mutatnak, tehát fokozatosan *növelni kell* a kijuttatott vegyszer mennyiségét. E jelenségekből következően a gyomirtószer-használat nem csökkent a GM növények elterjedésével, sőt több helyen, például a repce esetében 20 százalékkal több vegyi anyag szükséges.¹

A glyphosat igen hatékony kémiai anyag: a 78 legkártékonyabb gyomnövény közül 76 esetében hatásos. Emellett azonban a kultúrnövényeket is pusztíthatja, és használata jelentős környezeti károsodást eredményezhet. Ártalmas a békákra, halakra és a földigilisztára, emellett megbontja a talaj mikrobiológiai egyensúlyát. Közvetve gyengíti a haszonnövények tápanyagfelvételét, és csökkenti a GM növényvel táplálkozó patkányok spermaszámát. Több országban jelentősen korlátozták a felhasználását az ökológiai károk miatt. Maga a rezisztens Roundup Ready növény 800 méteres körzetben befolyásolhatja a növény- és állatvilágot. Többek között tönkreteszi azt a cserjét is, amely lakóhelyül és táplálékul szolgál az egyik legfontosabb lepkefaj, a királylepke hernyójának.²³

A génmódosított növények forgalomba hozásának egyik gyenge pontja az ún. **lényegi azonosság elve**. Ez a tudományos tézis azt mondja ki, hogy amennyiben a GM növény beltartalmi összetétele, külső-belső jellemzői és felhasználhatósága nem tér el szignifikánsan (mérhető módon) a természetes faj jellemzőitől, akkor a transzgenikus növényt *azonosnak lehet tekinteni* a nem génmódosítottal. Ez azt jelenti, hogy különösebb ellenőrző vizsgálat nélkül, *gyorsított engedélyezési eljárással* forgalomba kerülhet.

A GM élelmiszerek döntő hányadát ilyen módon engedélyezték. Egyes kutatók azonban konkrét adatokkal igazolták, hogy a GM növények egy részének egészen más sajátosságai vannak, mint természetes rokonaiknak. A GM burgonya és szója *fehérjé-tartalma* és aminosav-összetétele például megváltozott, ezenkívül a szójában az allergiát és felszívódási zavart okozó *tripszin-gátló anyagok* koncentrációja 30 százalékkal *emelkedett*. A védelmet szolgáló, mell- és prosztatarák megelőzését segítő *izoflavonok* és természetes *ösztrogén* mennyisége ugyanakkor jelentősen *csökkent* a GM szójában.⁵⁷ A Roundup Ready szójával etetett tehenek tejének zsírtartalma igen magasra ugrott, ami szintén elgondolkodtató fejlemény.

Tény az, hogy a GM szójából nyert szójaolaj vagy lecitin nem hordozza az idegen gént tartalmazó DNS-t, így ez lényegében azonosnak tekinthető a nem GM növényből származóval.⁶⁷ (Bár a génmódosítás tényét itt is jelezni kell.) Azonban olyan esetekben, ahol a GM szervezet fehérjéje is bekerül az emberi táplálkozásba, a lényegi azonosság elve problematikussá válik. Ma már sok szakember egyetért abban, hogy **az idegen gént hordozó GM növények nem tekinthetők azonosnak a hagyományos fajtával**, éppen azért, mert a fajra nem jellemző és attól távol álló gént tartalmaznak.

A természet veresége

„Cselekedj úgy, hogy hosszú távon és a maga egészében ne rombold le azt az értéket, amire törekszel.”

Bár a génmódosításhoz képest természetesebbnek számító nemesítésről a korábbiakban pozitív értelemben írtunk, mégis meg kell vallani, hogy az eredeti gazdag génkészlet nemesítéskor is töredékére csökken, így sok nemesített növény elveszíti alkalmazkodóképességét. A génkészlet romlik, és a fajták száma rohamosan csökken korunkban, így a szakemberek génbankokat állítanak fel a gének teljes elvesztésének elkerülése érdekében. A természetben előforduló 220 ezer növényfaj közül mindössze 20 adja a világ élelmiszerkészletének 90 százalékát, így törvényszerűen *szűkül a génpaletta* a termőterületek növelésével.

Az Egyesült Államokban száz év alatt a növényfajták döntő része kihalt, és például a 7000 almafajtából ma csak 900 maradt fenn. Indiában ötven éve még több tucat különböző rizsfajtát ismertek, ma már csak tízet. A gyorséletterem-hálózatokban használt egy-két burgonyafajta szintén szerepet játszott a burgonyafajták leszűkítésében. E *generációként* ismert jelenség ma a környezetvédők egyik legnagyobb félelme, hiszen végveszélybe

sodorja Földünk biológiai sokszínűségét, diverzitását. (A biológiai sokféleség az egyes fajok közötti és fajon belüli gének különböző változatait jelenti.) A génmódosított fajok terjedése a nemesítésnél is nagyobb kockázatot hordozhat, és monokultúrák megjelenését eredményezi. Mivel csak a leggazdagabb géntechnológiai cégek tehetik meg, hogy dollármilliárdokat fektessenek egy-egy újabb kísérletbe, így a GM szervezetek piaca *egyre kevesebb kézben* fog összefutni, s a kísérletek irányítói fokozatosan néhány génmódosított növényre szoríthatják le az élelmiszer-kínálatot.⁶⁵ (Ma már nemzetközi egyezmények szabályozzák a biodiverzitást befolyásoló tevékenységeket.)

Kutatók hálójában

„Hogyha az állatokat mind félve kerülni szokásod, tudd meg, az embertől jobban kell félned ezeknél.”

(Cato)

A géntechnológia természetesen az *állatokat* sem kímélte, s ez felkeltette az állatvédő szervezetek ellenszenvét az új módszerrel kapcsolatban. Bár a törvénykezésben erősödik az állatvédelem szemlélete, az állatok génmódosításának korlátozása még *nem kap kellő hangsúlyt*. Ez talán abból adódik, hogy a klónozás és génátültetés forradalmasíthatja a gyógyszeripart és az orvostudomány egyes területeit, így az „emberi védelem” prioritást kap az állatok védelmével szemben.

A tejtermelés céljából szaporított szarvasmarhafajok már korábban intő jelként szolgáltak arra, hogy az ember ismét túllépte hatáskörét. A tehenek ugyanis szinte állandóan fájdalmat éreznek tőgyükben, és a gépi fejést követően csak keveset tudnak pihenni, rövid időre hagy alább a feszítő érzés. (Így az állatok hamar „kiégnek”, fogékonyak a betegségekre, és letargiában szenvednek.) A kutatók azonban még tovább próbálgatták

a biológia szakítószilárdságát, és speciális feladatokra alkalmas, génmódosított „célállatokat” illetve klónokat fejlesztettek ki, legtöbbször gyógyszeripari célokból. A GM egerek után nem sokkal a GM lazacok és „szuperpontyok” következtek, amelyekben a növekedési hormont kódoló gént bekapcsolva jelentős hozamnövekedést lehetett elérni. A háziállatok (juh, kecske) tejében termeltetett gyógyszerhatóanyagok újabb mérföldkövet jelentettek a kutatásban, majd jöttek a génmódosított sertések és csirkék. A következőkben nézzünk meg részletesebben néhány konkrét esetet.

Dolly, a megboldogult

Bár a *klónozás* némileg más területet képvisel, mégis érdemes megemlíteni a legismertebb példát, amely mintegy a biológiai forradalom jelképévé is vált.

Széles körű viták láncolatát indította el 1997 februárjában a bejelentés: megszületett Dolly, az első klónozott bárány.

A klónozás során egy bizonyos testi sejttypusból (Dolly esetében az emlőmirigyből) kivesszük a sejtmagot, ezzel párhuzamosan pedig egy petesejt sejtmagját eltávolítják. Ezután elektromos impulzus vagy egy nagyon finom tű segítségével az izolált, testi sejt eredetű sejtmagot bejuttatják az előbbi „üres” petesejtbe, ezután beindítják a petesejt osztódását. A kialakuló embriót rövid ideig laboratóriumi módszerekkel tartják életben, majd néhány sejtosztódási ciklus után beültetik egy nőstény méhébe.

A klónozás során nem másról van szó, mint az eredeti állattal megegyező tulajdonságokkal rendelkező „kópiák” előállításáról. Ilyen értelemben Dolly nem tekinthető az első klónozott élőlénynek, mivel például a baktériumok osztódással való szaporodása során is azonos másolatok születnek. A növények is rendszeresen klónozhatják magukat; például az indával szapo-

rodó eper is klónokat produkál. A növények dugványozással való szaporítása során is ivaros szaporodás nélkül képeznek szülőikkel azonos utódokat. A jelenség tehát nem ismeretlen a biológiában előforduló egyszerűbb élőlényeknél, azonban az emlősöknél kizárólag *ivaros úton* keletkezhet utód a természetben. **A klónozás során az ivaros szaporodási mód kikerülésével, természetellenes módon hoznak létre másolatokat, ezáltal a genetikai variációt lecsökkentik.**

Dolly „kifejlesztésének” célja szintén *gyógyszertermelési érdek* volt. Születését megelőzően *négyszáz* sikertelen kísérlet történt már, és igen sokszor születtek „szörny”, torz, *életképtelen* egyedek.⁷⁰ (Hasonlóan a GM pontyok és lazacok között is sok a deformált példány.)

A klónozás a legtöbb esetben gyenge életképességű és gyorsabban öregedő állatokat eredményez, és ez Dollynál is így volt. Az állat *ízületi betegségben és légzési nehézségektől* szenvedett, végül kegyeletből elaltatták. A gyorsabb öregedés hátterében az állhatott, hogy sejtjei az átlagos 50–100 osztódásnál kevesebbre voltak képesek, ezenkívül a sejtmag, amit kapott, egy többéves birkáé volt.

Dolly óta persze már számos kísérlet lezajlott. Polly és öt társa olyan bioreaktorként funkcionáló genetikai fejlesztések, amelyek az emberi IX. véralvadási faktort hordozzák DNS-ükben. (Ezen gén hibája felelős a hemofília B betegségért.) Az 1999-ben létrehozott Cupid és Diana névre hallgató klónozott bárányok az emberi alfa-1-antitripszin termelik, szintén gyógyászati célokból. (Ez utóbbiak genetikailag módosított szervezetek voltak, nem klónozás eredményeként születtek.)⁷⁰ Ezt megelőzően, 1998-ban pedig létrehozták az első emberi embriót, akit 12 napos korában etikai okokból megsemmisítettek.

Amerikai tudósok majmok klónozása kapcsán igazolták, hogy a fejlettebb emlősök esetében a kromoszómák már az első osztódástól kezdve *nem megfelelően oszlanak meg* az utódsejtekben. Ebből adódik a rengeteg *fejlődési rendellenesség*, s ez a

Dolly születése előtti sikertelen eseteket is megmagyarázza. Mindezek ismeretében érthető az a tudományos vélemény, amely *felelőtlennek* tartja a humán klónozási kísérleteket.^{13,53}

Lombikból a vágóhídra

A *sertések* genetikai módosítását célzó kísérletek sem jártak jobb eredménnyel, mint a klónozás. Az egyik kutatás során az állatokba emberi *növekedési hormont kódoló gént* ültettek, így *gyorsabb növekedésre és kedvezőbb hús-zsír arányra* számítottak a szakemberek. A kísérlet azonban akkor változtatta át az optimista hangulatot drámaivá, amikor a módszer *mellékhatásai* kezdtek mutatkozni a sertéseken.

Az első alomból származó állatnak *nem volt végbélnyílása*, emellett *bélgyulladás, vese- és bőrbetegségek*, valamint *szívnagyobodás* alakult ki. A disznók *reumától, izomgyengeségtől és gyo-morfekélytől* szenvedtek, emellé *vakság, impotencia és letargia* társult. A kudarccal végződő kísérlet azonban nem szegte kedvét a kíváncsi tudósoknak, hiszen jelenleg is „fejlesztés alatt állnak” újabb génmódosított variánsok. Azonban mind biológiailag, mind etikailag erősen megkérdőjelezhető, hogy az efféle kísérletekre „engedélyt kapott-e” az emberi faj. A biológia visszajelzése szerint valószínűleg nem.^{57,13}

Összességében elmondható, hogy az emberi tudomány a génmódosított élelmiszerek bevezetésével és a klónozás alkalmazásával meglehetősen messzire merészkedett. E fejlett technikák jó célra történő hasznosítása csak gazdasági és politikai érdektől függetlenül, és átlagon felüli erkölcsi érzékenység, környezetvédelmi tudatosság mellett képzelhető el, amelyek a fikció területét jelentik az emberiség mai állapotát tekintve.

Úgy tűnik, mintha a tudományos világ, saját tehetetlenségét palástolva, egyfajta pótcselekvésként mániákusan belemene-külne az újabb és újabb technikák kifejlesztésébe, amelyekről

rögeszmeszerűen várja jelenlegi válsághelyzetének megoldását. Ezek azonban a jelek szerint ismét újabb, még összetettebb problémákat eredményezhetnek, amelyeken már a Marsra költözés sem segítene. A gyökeres változáshoz ugyanis nem a géneknek, hanem az emberi jellemeknek kellene átalakulniuk, ez utóbbi pedig nem a tudományon, hanem az egyén magatartásán múlik.

Végso soron tehát a tudomány azt kívánja elérni saját eszközeivel, amit az egyéneknek kellene megtenniük. Erre a feladatra azonban a tudomány sem most, sem később nem lesz alkalmas. Az emberiség jövőjének nem a laboratóriumban, hanem az értelemben és szívben kell eldőlnie, s ez ma nem üres frázis, hanem tudományos és teológiai alapokon nyugvó tézis.

Mivel a génmódosítás kritikus pontjaként az élelmiszer-ipari vonatkozásokat szokás említeni, érdemes ezekről külön is szólni.

Élelmiszer-ipari alkalmazások

Az ironikusabb vélemények szerint a génmódosítást ellenzőknek valami lakatlan szigetet kellene keresniük, ugyanis világgunkat kikerülhetetlenül behálózta már a géntechnológia. Az élelmiszeripar és gyógyszeripar mellett a mosószer- és kozmetikumgyárak is e vívmányokat hasznosítják, sőt a jövőben egyre több iparág (pl. textilipar, papíripar, faipar stb.) kapcsolódik be a géntechnológiába. Az euróbankók is GM gyapottal készülnek, így ezeket sem szabadna a kezünkben tartanunk, hátha bőrrallergiát okoznak – gúnyolódnak időnként a géntechnológusok. Valóban túl lehet lőni a célon az aggályoskodással, azonban a mezőgazdasági és élelmiszer-ipari alkalmazás valós kockázatokat rejthet, szemben a „génmódosított euróbankó” kézbevitelével.

A *sajt* gyártásakor felhasznált oltóenzimet GM mikroorganizmusok termelik, s ennek előnye, hogy nem kell levágni né-

hány napos borjak ezreit az oltóenzim kinyerése végett. A joghurtgyártás során nemegyszer antibiotikumnak ellenálló tejsavbaktériumokat használnak, így elkerülhetők a hatalmas veszteségek. (Az antibiotikum-tartalmú tejet a „normál” tejsavbaktériumok nem erjesztik meg.) A *sör- és kenyérgyártáshoz* géntechnológiailag feljavított élesztőtényészeteket vesznek alapul. A *gyümölcslelgyártás* során a lékinyerés fokozása érdekében pektinbontó enzimeket adagolnak a zúzalékhoz, amelyeket GM penészfajok állítanak elő. A *vitaminok, aromák, színezékek és aminosavak* jelentős részének szintén van közük a géntechnológiához.⁵⁴

Látható tehát, hogy az élelmiszeripar lényegében már ma is „nyakig” benne van a géntechnológiában. A sütéshez illetve salátákhoz felhasználható repce- és szójaolaj, a tejszínpótlók, kakaóvajpótlók, diétás zsírok, élelmiszer-adalékanyagok, tejalvasztásban használt enzimek, növényi sejtfallbontók gyártása ma már elképzelhetetlen a génmódosítás alkalmazása nélkül.¹⁰

Mindenképpen különbséget kell azonban tenni az idegen gént tartalmazó élelmiszer és a génmódosítás segítségével gyártott élelem között. A vegetáriánusoknak készülő sajtokhoz használt „GM oltóenzim” az érlelés során lebomlik, és a késztermékben nem mutatható ki.⁶⁷ A GM penészgombák termelte enzimek esetében szintén nem kerül át a gyümölcslebe az idegen gén, csak a bontóenzim, hasonlóan az élelmiszer-adalékanyagokhoz. A szója- és repceolaj sem hordozza az idegen gént, mivel a fehérjerész nincs a termékben. Ezekben az esetekben tehát nem közvetlen humán-egészségügyi, hanem inkább ökológiai aggályok merülnek fel. Az aggály természetesen jogos, hiszen az előállítás során használt számtalan idegen gén kijut a természetbe, és beindíthatja a horizontális génátvitelt, bár közvetlenül nem kerül az emberi szervezetbe.

A problémák igazából akkor kezdődnek, amikor *magát a GM növényt* visszük be a szervezetbe, vagyis GM vetőmagot alkalmazott a termelő, és a növényi termés feldolgozott formában

bekerült az élelmiszer-kereskedelembé, jelöléssel vagy jelölés nélkül. Ilyenkor a korábbiakban ismertetett kockázatok állhatnak fenn.

Persze az élelmiszer-ipari szakemberek szerint a génmódosítás kérdésköre felfújtt léggömbhöz hasonlítható. A géntechnológia volt, van és lesz, ezen már semmi nem változtatható, mivel szervesen beépült a világ árutermelési rendszerébe. Ez valóban igaz, mégis féltő, hogy a mérleg nyelve a jövőben elbillen, és már nemcsak „segítője” lesz a gyártásnak a GM mikroorganizmus, hanem egyre inkább benne is lesz az ebédünkben a GM növény, a maga nem túl természetes génállományával együtt. E két területet pedig soha nem szabad összemoznunk. Ha az előbbi felett tehetetlenségünkben szemet kell hunynunk, az utóbbival kapcsolatban *határozottabb fellépés* szükséges. A gyártó azonban nem fogja szájbarágósan elmagyarázni a fogyasztónak, hogy mi e kettő közötti különbség lényege, úgyhogy ismét autodidakta módon kell elsajátítani mindezt, nehogy a mi hátunkon csattanjon az ostor – immáron nem először, és sajnos nem is utoljára.

A feldolgozott élelmiszer-ipari termékek területén belül érdemes ismerni azokat a termékcsoportokat, amelyek esetében génmódosított összetevővel potenciálisan számolni lehet. A *szójafehérjét* (izolátum, koncentrátum), *szójalisztet*, *szójaolajat és -lecitint* számos termék gyártásakor felhasználják. Ezek az összetevők pékárukban, cukrászsüteményekben, salátaöntetben, margarinban, gyorséttermi sült burgonyában, mogyorókrémekben, csokoládékban, panírozott hús- és halkészítményekben és töltelékes húsárúkban (felvágottakban) is előfordulhatnak. (A szójáról a következő részben bővebben szó lesz.)

A *repce* és *kukorica* összetevőit tartalmazó élelmiszerek szintén említésre méltók a szójatartalmúak mellett, bár ezekben az esetekben viszonylag kisebb az esély, hogy génmódosított összetevőt tartalmaznak.

A *repceolajban* és egyes *margarinokban* jelen lehetnek génmó-

dosított repceből származó transzgenek, ezért itt is érdemes a címkén található információkat tüzetesen átolvasni. A kukoricából pedig többnyire *kukoricakeményítőt* készítenek, amely alapul szolgál a pudingporok, mártások, krémek, kekszek, édesipari bevonatok készítéséhez.

Természetesen az előbb felsorolt élelmiszerek közül nem lehet mindet „tilalmi listára” helyezni a vásárláskor, azonban ezekben az esetekben szükséges a nagyobb óvatosság. (Fontos a származási hely elolvasása.) Ugyanakkor több esetben hasznos a feldolgozott élelmiszer teljes kiiktatása az étrendből, főképpen akkor, ha a génmódosítás lehetősége mellett egyéb kockázati faktorok is jelen vannak (pl. adalékanyagok, finomított alapanyagok, cukor, koffein, teobromin stb.).

A szója: egészséges, vagy veszélyes?

A szója hírneve az elmúlt években sokat csorbult, főként fogyasztói körökben. Többben a génmódosított szójától való félelem miatt visszatértek a hús fogyasztásához. Ilyen értelemben a feltételezhetően *üzletpolitikai célból* folytatott szójalejárati kampány elérte célját, és a közkezen forgó, a szója veszélyességét hirdető áltudományos cikkek eleget tettek bizonyos ipari résztvevők várakozásainak. (De bárcsak ugyanannyit hallanánk a húsipari termékekről, mint a szójáról!)

A szójával kapcsolatban tapasztalt averzió ugyanakkor valamelyest érthető is. A világ szójaigényének döntő hányadát ugyanis az amerikai kontinensről szolgálják ki, és tudvalevő, hogy a termék meghatározó része genetikailag módosított fajta. Bár a GM szója mintegy 75–80 százalékát takarmányként értékesítik, a humáncélú felhasználás is jobban előtérbe kerülhet a jövőben.

Magyarországon az ún. feketegazdasággal sajnos még mindig számolni kell. Ebből is adódóan számos esetben nem követ-

hető nyomon, honnan származik a szóját tartalmazó termék, és a genetikai státusról sincs információ. (Tovább nehezíti a helyzetet, hogy az EU gyakorlatát követve az importáló cégnek kell igazolást felmutatnia arról, hogy az áru nem génekezelt; az ellenőrző szervnek nincs elővizsgálati kötelezettsége.)

Két teendők van tehát: egyrészt megbízható forrásokból, megfelelően felcímkézett, jó minőségű terméket szerezzünk be, különösen a szója valamelyik alkotórészét tartalmazó termékek esetében. Másrészt vásároljunk hazai termesztésű szójababból készült termékeket, amellyel támogatjuk a magyar gyártót, és biztosan elkerüljük a GM szóját. (Persze célszerű minden esetben alacsonyabb feldolgozottsági fokú terméket vásárolni.) **A Magyarországon termesztett szójabab ugyanis bizonyosan nem génmódosított.** Sajnálatos tény, hogy bár hazánkban a jelenleginél jóval nagyobb területen lehetne jó minőségű szójababot termesztetni, ehelyett óriási mennyiségű *külföldi, import szójadara* érkezik az országba. Ebből adódik, hogy a szakemberek biztosra veszik a GM szója illegális jelenlétét az üzletek polcain, jóllehet ez elkerülhető volna.

A szójakérdést tehát nem szabad rövid idő alatt lesöpörni az asztalról, mivel van pozitív alternatíva. Bár a köztudatban a „szója” kifejezés szinte a génmódosított szója szinonimájává vált, különbséget kell tenni a több okból is előnytelen GM szója és az egészség szempontjából hasznos – eredetileg a Távols-Keletről származó – nem GM szója között. Ha ezt nem tesszük meg, végleg az állati termékeket gyártók foglyaivá válhatunk, akiknek a túltermelési hajszában jól jön a piacnyerés. Egészségi állapotunkat tekintve viszont újabb csapás, ha a GM szójától való félelem miatt a hozamnövelővel felhizlalt, állatgyógyászati szerekkel kezelt, gyenge stressztűrő képességű, beteges állatok húsát esszük. Nem szabad – jó magyar mondás szerint – a fürdővízzel együtt a gyermeket is kiönteni. **A szója igenis jó és hasznos, ha nem genetikailag módosított.**

A szójáról egyébként az első írásos emlék Krisztus előtt a 3.

évezredből származik, de a híres szójaszós csak az i. e. III. évszázadban vált népszerűvé Kínában. Később „föld adta hús”-nak nevezték őshazájában, és elkezdődött a szójaolaj kinyerése is. Európába a 18. századtól kezdett bejutni, és ma már itt is általánosan ismert és használt.

Az Egyesült Államokban a második világháború idején növekedett ugrásszerűen a termelés. A termőterületek nagysága az 1970-es években kezdett újra emelkedni, amikor a genetikai módosítás lehetősége felcsillant a kutatók előtt. A nagy felfedezés után hihetetlen mértékű befektetések történtek a szójatermelők körében, majd napjainkra ismét lassult a terjeszkedés üteme.

Bármennyire is próbálják tagadni, a szója egészséget szolgáló hatása – ha jól van elkészítve – nem vonható kétségbe. *Fehérjetartalma* rendkívül magas, *aminosav-összetétele* közel teljes értékű. Érdekes fejlemény, hogy a szója proteinje metioninban viszonylag szegény, ami miatt sokan vádolják e hüvelyest, de éppen ez az aminosav produkálja a szervezetben a homociszтин képződését, amely csontkárosító hatású. (A húsban, tojásban, tejben magas a metionintartalom, ami nem kedvez a csontozatnak. Az újszülöttek nyitott gerinccel születését is a homociszтин okozza.) Emellett *kalcium-, magnézium-, mangán- és vastartalma* optimális, így fogyasztása hasznos a csonttritkulás megelőzésére és „kezelésére”. Magas *esszenciális olajsav* tartalma gyomor nyugtató, értisztító és koleszterincsökkentő hatású. A híres szójalecitin stimulálja az agyműködést, és csökkenti az epekőképződés veszélyét. (A lecitin tartja oldatban a koleszterint az epehólyagban.) Emulgeáló tulajdonsága is ismeretes: az olaj-víz rendszeres emészthetőségét javítva *tehermentesíti a gyomrot és a hasnyálmirigyet*. Bár szénhidrát-tartalmát nem a keményítő adja, mégis igen *tápláló* ételek készíthetők belőle. *Vitamintartalma* jelentős, főként az E- és a B-vitaminok, valamint niacin és pantoténsav tekintetében. A szója nagyobb mennyiségben tartalmaz *fitoösztrógeneket* (növényi hormonok), *izoflavonoidokat*, és egyéb antioxidánsokat, amelyek rákmegelőző hatásúak.

Sokoldalú felhasználhatóságát mutatja, hogy az olaj-, textil-, szappan-, festék- és gyógyszeripar egyaránt hasznosítja, sőt szigetelőanyag is készül bizonyos részeiből. Humán célra való felhasználása jelenleg 20-25 százalékos, de 2020-ra 50 százalékos részesedését jósolják a takarmányozási célú használat mellett. Szójabab formájában inkább a Távol-Keleten fogyasztják, míg Nyugaton inkább feldolgozott formái jellemzőek.

Az olajmentesített szójababból zsírtalan szójaliszt, szójaizolátum (90 százalék fehérje), szójakoncentrátum (70 százalék fehérje), extrudált (sajtolt) és texturált szójafehérje (60 százalék fehérje) készül. Ezek képezik a szójapárizsi és -virsli, valamint a szójakocka és -granulátum alapját. Egy kilogramm szójaliszt 3,5 kilogramm színhús, 58 darab tojás, vagy 6,5 liter tehéntej fehérjetartalmával egyenértékű. 5–10 százalékban kenyérlisztekhez keverve magas fehérjeértékű pékáruk készíthetők.

Hazánkban is egyre ismertebbek a különböző szójatejek, szójatejporok, szójaalapú édességek, vagy a tofu. Ez utóbbit szójasajtnak vagy -túrónak nevezik, és főtt szójabab pépesítése után fehérjekicsapatással készítik. Könnyen emészthető, alacsony olajtartalmú, koleszterinmentes és fehérjedús táplálék, így a modern táplálkozási szükségleteknek is megfelel. A lágy tofu alkalmas pástétomok, mártások, öntetek és jégkrém készítésére. A keményebb pedig húspótlóként használható.⁶⁰

A szójával kapcsolatos „rémhírek” szerint a hüvelyesben emésztést gátló, vérképmódosító, sőt rákkeltő anyagok vannak. Persze ha ez így volna, a Távol-Keleten megtizedelődött volna a lakosság, de ehelyett éppen a népességnövekedés okoz gondot.

Tény, hogy a szójában előfordulnak olyan szénhidrátok (sztachióz, raffinóz), amelyeket csak a bélbaktériumok bontanak le, gázfejlesztés mellett. (Ez csíráztatással, passzírozással és bizonyos fűszerekkel csökkenthető.) Helyt lehet adni allergén jellegének is, bár ez elsősorban a tejfehérje-érzékenyekre igaz. Ismert az is, hogy emésztést gátló tripszin-inhibitorok, bélhámsejtek működését befolyásoló lektinek, és ásványokkal oldha-

atlan komplexet képező fitinsav található a nyers szójababban. Az első kettő főzéssel, az utolsó áztatással eltávozik, vagy elbomlik. (Ha valaki nyers szójababból készít otthon ételt, legalább 12–16 órán át kell áztatni, majd 45–60 percet főzni. Egy órán túl való főzés egyre nehezebbé teszi a fehérjék emésztését.) Emellett az ipari szójatermékekben (izolátum, koncentrátum stb.) ezek a káros komponensek csak elhanyagolható mennyiségben találhatók meg.

Elgondolkodtató, hogy az említett káros anyagok a dióféléktől kezdve a gabonafélékig jelen vannak a növényi magvakban, mégsem beszélnek le ezek fogyasztásáról, csak a szóját említik. Másrészt a szakirodalmak elismerik, hogy a húsfélékben is van számos kockázatos anyag, azonban a javaslatok szerint – fontosságára tekintettel – mégis be kell építeni az étrendbe. Az elfogulatlan olvasó számára azonban egyértelműen kiérződik a húst méltató cikkekből a „görcsös javasolni akarás”, míg a szója számos előnyének háttérbe szorítása mellett a káros anyagok felnagyítását lehet észlelni.

Nem újdonság ez a tudományban, csak sajnálatos, sőt etikátlan. A tudomány ugyanis bünt követ el, ha a járatlan emberek számára egyoldalúan közelíti meg az egészségüket meghatározó elveket. A „hús kontra szója” ügyben pedig éppen ennek lehetünk tanúi. Vegyünk tehát példát e tekintetben az ázsiai országokról, amelyek lakói szív- és érrendszeri betegségek, petefészek-, emlő- és prosztatatarák, menstruációs panaszok, csontritkulás és egyéb civilizációs betegségek tekintetében irigylésre méltó helyzetben vannak az európai és amerikai emberekhez képest, nem véletlenül.^{60,64,50}

2500 év tapasztalata sokkal beszédesebb, mint egy hipotéziseken és érdekeken nyugvó áltudományos kampány. A szója ugyanis hasznos, csak ismét az emberrel van baj. Az ember ugyanis először genetikailag módosítja, azután – összesmosva a különböző híreket – közli, hogy egészségtelen. Furcsák vagyunk mi „nyugatiak”.

A GÉNMÓDOSÍTOTT ÉLELMISZEREK GAZDASÁGPOLITIKAI VONATKOZÁSAI

„A géntechnológia alaposabban föl fogja forgatni a világot,
mint bármely más eddigi tudományos forradalom...”

(Ulrich Beck szociológus)

Tudomány, politika és üzlet

Világunk az elmúlt évszázadokban sokat változott, az események mozgatórugói azonban ugyanazok maradtak. A közép-korban a hatalomhoz jutott valláspolitikai erők ellehetetlenítették a tudományos fejlődést: a korabeli felfogással szemben álló minden új felismerés veszélyesnek számított, a tudóst pedig eretnekség vádjával némították el. Az újkori világ ezt a hibát már nem követi el, hanem minden eszközzel támogatja a fejlődést lehetővé tevő kutatásokat. Az örömben azonban ürem is vegyül, hiszen ma már nem titok, hogy a gazdaságilag élen járó országok politikai elitje szabja meg a tudományos kutatások irányát és eszközeit.

Eszerint egy környezetkímélőbb technológia felfedezése esetében is előfordulhat, hogy nem talál széles körű támogatásra, ha az előző módszerrel még dollármilliárdokra lehet szert tenni. (Jó példa erre a vízzel vagy alkohollal hajtott motor, amelyet már sok éve megalkottak, azonban az olajüzlet nem engedi az elterjesztését.)

Korunkban tehát a tudományos fejlődés előtt nincs gát, csak annak iránya van behatárolva a gazdaságpolitikai érdekek függvényében. A politikai és üzleti élet közötti „forgóajtók” pedig a tengerentúlon lehetővé teszik, hogy egy-egy vezető politikus az üzleti szférában is jelentős teret kapjon, vagy fordítva: egy milliárdos politikai babérokra tegyen szert. A tudomány, a politika és az üzlet összefonódása azonban korunkban az emberiség érdekeit szem előtt tartó, objektív és független tudományos kutatások legfőbb ellenségévé lépett elő. Ha ugyanis egy újonnan felfedezett, kísérleti stádiumban lévő, és még nem teljesen biztonságos technológia mögött nagy volumenű üzleti, sőt politikai érdekek sorakoznak fel, ott a biztonság háttérbe szorul, és a módszert még a *tiúzetesebb kontrollvizsgálatok előtt* széles körben elterjesztik. Ez a genetikailag módosított szervezetek esetében sem történt másként.

Az események láncolata

A DNS átviteli technikáját 1953–1973 között fejlesztették ki. Ezután hosszas gondolkodás következett, majd 1990-ben az Európai Unió kiadta a GM élelmiszerekkel kapcsolatos irányelveket tartalmazó kerettörvényét. 1994-ben az Egyesült Államokban forgalmazni kezdték az első GM élelmiszert, egy új, lassabban puhuló és ízesebb paradicsomfajtát. 1995-ben felfedeztek egy gyors módszert, amely a genetikai anyag könnyebb azonosítását tette lehetővé. Ettől kezdve az események felgyorsultak. 1996-tól 1999-ig növekedett a jóváhagyott GM növények száma, azonban több tényező miatt 1999-ben az Európai Unió időlegesen leállította a GM termények engedélyezését. Amerikában eközben viharos gyorsasággal terjedtek tovább a génmódosított szervezetek, és a mindennapi étrend részévé váltak. Az Európai Unió végül feloldotta a moratóriumot (2004), és egy GM élelmiszert emberi fogyasztás céljából átengedett a rostán.¹⁵

A történések előbb vázolt sora első olvasatra egyszerűnek és áttekinthetőnek tűnik, azonban a háttérben politikai és gazdasági húzó-taszító erők feszülnek egymásnak. A következőkben bepillantunk a kulisszák mögé, és a laboratóriumi titkok felfedése után a tanácstermek „zárt ajtók mögötti” üléseibe próbálunk belehallgatni.

Észak Dél ellen

Gyanús segélyszállítmányok

Az *Egyesült Államok* az elmúlt évtizedben világviszonylatban piacvezetővé vált a géntechnológia területén. A déli félteke államai ugyanakkor a klimatikus és politikai viszonyok miatt elszegényedtek és eladósodtak.

2002 októberében az Egyesült Államok 26 ezer tonna *génmódosított kukoricát* küldött segélyszállítmány gyanánt három éhező afrikai országba. *Zimbabwe, Mozambik és Zambia* azonban nem voltak elég udvariasak, és nem fogadták be a génmódosított növényt tartalmazó segélycsomagot. (Később az első kettő visszalépett, Zambia nem.) Az afrikaiak azzal érveltek, hogy a gabona elszennyezi a hazai vetőmagkészletet, hiszen a földművesek elvetik földjeikbe. Ilyen módon tönkreteszik az európai gabonaexportot, amely fő megélhetési forrás a kontinensen. Később az érvek között az allergiáktól és egyéb, előre nem látható betegségektől való félelem is megjelent.^{25,61}

Egyes szakmai vélemények szerint Amerika a helyi növénybetegségektől is meg akarta védeni Afrikát, és e nemes cél vezérelte abban, hogy a kukoricamolynak ellenálló fajtát küldjön. (Ez természetesen nem játszott szerepet. És nem is lehet reális cél, hiszen más kártevő fajok vannak az utóbbi földrészen.)

Az esetet követően egyre több hír látott napvilágot, és számos elemző fejében összeállt a kép. Eszerint az Egyesült Álla-

mok a génmódosított fajok elterjesztésével és a termőterületek növekedésével óriási exportkészleteket halmozott fel a nyereség reményében, azonban 1999-ben az EU-letiltás keresztülhúzta a tengerentúliak számítását. Emellett a kutatások több GM fajtáról negatív hatásokat mutattak ki, így Amerikában is feketelistára kerültek. Az így felhalmozott készletek képezték ezután az amerikai segélyalapot.

Nem ritka jelenség egyébként, hogy a fejlett országok ilyen módon szabadulnak meg betiltott illetve felhalmozott készleteiktől. Az Európából és Észak-Amerikából kitiltott metil-bromidot például szintén Afrikának adták ajándékba talajfertőtlenítés céljából, jóllehet tisztában voltak ózonpajzs-károsító hatásával. Olaszország pedig Albániát segítette a múltban olyan veszélyes és lejárt szavatosságú gyomirtókkal, amelyek a segélyező országban tilalmi listára kerültek.⁶¹

India hosszas mérlegelés után *megnyitotta kapuit* az amerikai génmódosított gyapot előtt, nem kis profithoz segítve ezzel az amúgy sem szegény újvilágbeli államokat. A termesztés során azonban kiderült, hogy India sem szakértelem, sem agrotechnikai fejlettség szempontjából nincs felkészülve a GM növényekkel történő gazdálkodásra. *Az ENSZ illetékes szerve (FAO)* nemrég felháborodását fejezte ki, mert az amerikai óriáscégek a harmadik világban eluralkodó éhezésre hivatkozva ideologizálják meg géntechnológiai fejlesztéseiket. Már korábban idéztük a 24 afrikai ország egyetértésével megfogalmazott levelet, miszerint a szegény országok nem látnak perspektívát a géntechnológiában, sőt teljes eladósodásuk zálogát sejtik benne.

Megfigyelők szerint a géntechnológiai vállalatok sokszor megkeresték a harmadik világ országait azzal a céllal, hogy *szántóföldi kísérletet* kezdeményezzenek némi javadalmazás fejében. Valószínűleg ebből adódik az, hogy a szegény országokban sokkal több szántóföldi kísérlet zajlik, mint máshol.⁵⁷

Egyes vélemények szerint a fejlett országok egy része egyfajta *kísérleti telepnek* használja a déli országok területét, és az így

kifejlesztett szervezeteket jó pénzért árusíthatják a későbbiekben ugyanezeknek az államoknak. Előfordult az is, hogy egy otthon betiltott GM növényvel kapcsolatos kutatást az adott óriáscég eléggé el nem ítéhető módon olyan országban folytat, ahol az illetékes hatóság nem érzékeny a toxikológiai kockázatokra.

A déli országok északiaktól való függőségét erősíti az a tendencia, miszerint a géntechnológiai vállalatok sorra levédetik a saját fejlesztésű GM növényeket és állatokat, így voltaképpen azok tulajdonosává válnak. A biológia „pénzzé tevése” azonban azt eredményezni, hogy a szegény államok csak a szabadalmi joggal rendelkező cég feltételei szerint használhatják a levédett fajtát, ami ismét nem szolgálja a gazdasági különbségek kiegyenlítését.⁵⁷

Génkalózok

Az északi és déli félteke közötti ellentétet tovább élezi az ún. *biokalózkodás* jelensége. A *gyógyszer- illetve gyógynövény-hatóanyagok* forrásai ugyanis legnagyobb részben az eladósodott, nincstelen országokban lelhetők fel, hiszen az itt található civilizálatlan környezetben és esőerdőkben több millió érdekes új faj vár még felfedezésre. Az északi államok kutatói is pontosan tudják ezt, és a fő biológiai lelőhelyeken 50–100 hektáros területeket vásárolnak viszonylag olcsón. (Előfordul az is, hogy a telekvásárlás meg sem történik.) Ezután az illető helyeken mélyreható mintavételezést folytatnak, és a szükséges gének megtelelésekor *új üzletágot* indítanak be hazájukban, a felfedezés eredményeit hasznosítva. (Nemritkán a bennszülött lakosságot is kifaggatják gyógyítási szokásaikról.)

A számítások szerint a délről érkező gyógynövények illetve azokban lévő új gének értéke mintegy 32 milliárd dollárra rúg. Az esőerdőkben felfedezetlenül heverő „gyógyszerek” előzetes becslések szerint további 147 milliárd dollárnyi nyereséget hoz-

hatnak a gazdag államoknak évente, amiből a déli anyaország egyáltalán nem, vagy csak igen kis mértékben részesedik. Egy amerikai kutatóintézet például Gabonban egy fafajtában olyan fehérjemolekulákat fedezett fel, amelyek 2000-szer édesebbek, mint a közönséges cukor. A felmért igények alapján e felfedezésből évi 100 milliárd dollárt kasszírozhatnak a kutatói és üzleti körök, azonban a gaboniak nem fognak gazdagodni. Más esetek is ismertek, amelyek során amazóniai növényfajokat szabadalmaztattak mint szív- és ideggyógyászati szereket.⁵⁶

Ma már több déli ország intézkedéseket tett, hogy természeti kincseiket ne lophassák el, illetve az eltulajdonított géneket szolgáltatassák vissza.

India például, megelőelve a génrablást, 9000 őshonos növényfajt nevezett meg, amelyeket tilos kivinni az országból. Az innen kivitt egyik értékes növényből például évente 260 millió dollár értékű vérnyomáscsökkentőt adnak el az Egyesült Államokban, amiből India egy dollárt sem kap.³⁴ A helyzet tragikomikuma, hogy a déli államok sok esetben drága termékek formájában ugyanazokat a növényeket illetve hatóanyagokat vásárolják vissza, melyeket tőlük vittek ki potom összegeért.

A géntechnológia más térségek *stabilitását* is veszélyezteti. Az egyik GM repcefajta telített zsírsav tartalma például magasabb, ezért az élelmiszeripar nem fogadta be, így a licencet egy kozmetikumgyártó óriáscég vásárolta meg. Ez az esemény ugyanakkor aggodalomra adott okot a *Fülöp-szigetek, Malajzia* és *Indonézia* számára, mivel ezek gazdasága a kókusz- és pálmaolaj kivitelétől függ. A GM repce viszont módosítja ez utóbbiak keresletét, és *gazdasági válsághelyzetek* láncolatát indíthatja el.

Általánosságban tehát elmondható, hogy a tapasztalatok nem támasztják alá az északi fejlett országok önzetlen segítő-készségét a déliek iránt. Az esetek nagy tanulsága, hogy még akkor is az *üzletpolitika* dominál, ha a másik fél az alapvető élelmiszerek és egyéb szükségletek híján van. A gazdag országok a segítségnyújtás látszata alatt saját érdekeik szolgálatába állítják

a függő helyzetben lévő térségeket, sőt évente sok milliárd dollár nyereséget termelnek a déli biológiai kincseket felhasználva. Ez azonban még nem minden.

A világ egyik vezető gazdasági érdekeltsége néhány évvel ezelőtt kísérletet tett arra, hogy átvegye a Nemzetközi Mezőgazdasági Kutatás Konzultációs Csoportja (CGIAR) által működtetett *génbankok* feletti felügyeletet. Cserébe a vele szemben fennálló, közel 6 millió dolláros tartozást elengedné, sőt évi 5 millió dollár értékű támogatást nyújtana a hivatalos szervezetnek. Több tagország határozottan tiltakozott az ajánlat ellen, hiszen ha ez a terv teljesülne, a világ génkészlete véglegesen és egyoldalúan átkerülne az északi nagyhatalmak kezébe.⁴⁵

Az Észak–Dél politikai küzdelem tehát nem ért véget, és a déli félteke államainak igencsak résen kell lenniük, nehogy megszabadítsák őket felbecsülhetetlen biológiai értékeiktől.

Két világ találkozása

A génmódosítás felfedezése után az első „pánikhullám” Amerikán söpört végig a 70-es években, és magának a módszernek a létjogosultságát vonta kétségbe. A közvélemény a kísérletek betiltását sürgette, azonban az inzulin és egyéb gyógyszerhatóanyagok előállítására megnyugtatta a kedélyeket, sőt a későbbi GM élelmiszerek széles körű elterjedését is megalapozta. A vihar elültével a tengerentúlon a géntechnológia a gazdasági szférába került át, és hatalmas üzletággá fejlődött. Ma a génmódosítás hatalmas *multinacionális konszern* kezében összpontosul, s ezek a saját fejlesztéseik által mintegy formálják a világ mezőgazdaságát, orvostudományát és gyógyszeriparát.

Európa géntechnológiai szempontból jóval *elmaradottabb*, mint az Újvilág. Az 1999-ben bevezetett moratórium a szakemberek szerint legalább tíz-tizenöt év tudományos-technikai lemaradást eredményezett Európa számára. Valószínűleg a gén-

moratórium 2004-es feloldásában ez a tény is szerepet kapott, mivel a géntechnológia a harmadik évezredben a gazdasági és tudományos versenyképesség növelésének legfontosabb eszközüvé válik az előrejelzések szerint.³⁹ Emellett Amerika exportőrei évente közel 300 millió dollár veszteséget könyvelhetnek el az „EU tudományosan alá nem támasztott maradisága miatt” (Bush elnök szavai).

A génmódosítás körüli perpatvar egyébként a két kontinens általános szemléletbeli különbségéből adódik. Egy új módszer esetében az Egyesült Államok elve *„ártatlan, amíg nem bizonyul egyértelműen bűnösnek”*, míg az EU vezérelve: *„bűnös, amíg nem bizonyítják ártatlanságát”*. Mivel az amerikaiak nem tudják bizonyítani a teljes ártatlanságot, az európaiak pedig az egészségkárosító jelleget, így sok esetben *patthelyzet* alakul ki.

A tengerentúli törvényhozók szerint csak akkor kell jelölni a csomagoláson a génmódosítás tényét, ha összetételében és hatásaiban eltér a normálistól, ellenkező esetben fölösleges riadalmat vált ki a címkén lévő mondat. Az európaiak viszont úgy vélik, a fogyasztónak joga van tudni minden esetben a genetikai beavatkozás tényéről, akkor is, ha az nem jár kockázattal. Ez a gondolkodásbeli különbség egyébként jóval mélyebben gyökerezik, és valójában az eltérő társadalmi berendezkedésre vezethető vissza.

Az Újvilágban sokkal nagyobb a hatóságba vetett bizalom, így az engedélyezett terméket a polgárok nyugodt szívvel fogyasztják. Az emberek nyitottak az újdonságokra, hiszen a fejlődés kulcsát látják bennük. A multinacionális vállalatok iránt nem táplálnak ellenszenvet, sőt az „ami a General Motorsnak jó, az amerikaiaknak is jó” elvet vallják. Európa azonban egészen más.

Az öreg kontinensen a hatóságba vetett bizalom erőteljesen megrendült, főként az elmúlt évek tapasztalatai kapcsán (dioxin, BSE stb.).¹ A hagyománytisztelet és a tradíciók követése erősebb, mint az újdonságok iránti kíváncsiság, sőt sok esetben a forradalmian új jelenségeket előítélettel és gyanakvással fo-

gadják. A tőkésüket egyre látványosabban koncentráló – főként amerikai – nagyvállalatok nem kedveltek Európában. Mindehhez hozzájárul, hogy Amerikában a polgárok igen kevés hányada él a mezőgazdaságból, és – a látszattal ellentétben – a farmgazdálkodás inkább egzotikumnak számít a földrészen. Ezzel szemben Európában a lakosság sokkal nagyobb részének megélhetése függ a mezőgazdaság helyzetétől.¹¹

Jelenleg mindkét kontinensre az *élelmiszer-túltermelés* jellemző, s ez tovább bonyolítja a helyzetet. Az Európai Unió nem támogatja az amerikai készletek beáramlását, mivel ez saját határain belül csökkenti a munkaerő-szükségletet, és ezzel párhuzamosan növeli az egy főre jutó élelmiszer-mennyiséget, ami tovább mélyítheti a túltermelési válságot.⁶⁷ Az amerikai cégek nemegyszer élnek azzal a fogással, hogy a GM növény előállításának és külön kezelésének pluszköltségeit piaci okokból a nem GM növények árára terhelik rá, így a GM élelmiszer olcsóbban kerülhet a kereskedelembé. Ebből adódóan, **ha az EU beengedné a GM élelmiszereket, ez hamarosan az európai termelők tönkremeneteléhez és az Egyesült Államok erőfölényének megszilárdulásához vezetne.** (Ez hasonló a néhány évvel ezelőtt az amerikai „hormontej” körül kialakult helyzethez. Amerikai géntechnológusok szarvasmarha-növekedési hormonnal – BTS – kezelték a teheneket, így a tejtermelés 20 százalékkal nőtt. Az EU azonban nem engedélyezte a behozatalt, mivel az olcsóbb tej importja csődbe juttatta volna az uniós farmereket. Az exportálók persze itt is egészségügyi érveket vártak.)⁶⁷

A génmódosítás által keltett vihar második hulláma már nem az amerikai, hanem az európai területeket érintette. A tengerentúlon elcsendesedő felháborodást követően lassan az európaiak között is szóbeszéd tárgya lett a GM élelmiszer. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy az Európában néhány éve tartó „pánikhullám” több ponton is *eltér az elsőtől*. A kutatók ugyanis már nem a betiltást, hanem a precíz és minden területre kiterjedő szabályozást szorgalmazzák, emellett a világválságtól való félel-

met az ökológiai és humán toxikológiai aggályok váltották fel.³⁸ A tengerentúlon eleinte nevettek az elmaradott és konzervatív európai magatartás láttán, azonban a kezdeti gúnyolódások mára felháborodásba és határozott jogi fellépésbe csaptak át amerikai részről. Érthető is ez, hiszen a génmódosított termékekből származó profit legnagyobb része az Egyesült Államok kezében összpontosul, emellett Kanada, Argentína, Brazília, Kína és Dél-Afrika is termeszt ilyen növényfajokat.

Az amerikai kormány minden jel szerint azt hitte, hogy az európai kontinensen is csak egy „múló rosszullet” lesz a GM szervezetek iránti ellenszenv, és hamarosan beindíthatják a tömeges exportot. A várakozásokkal ellentétben azonban az EU meglehetősen konok ebben a kérdésben, és folyamatosan szigorítják a törvényeket. Talán ez magyarázhatja az amerikai diplomaták arcáról egyre inkább lefagyó mosolyt.

Az amerikai óriáscégek nem titkolják, hogy ugrásra készen várják a bejutást Európába. A betörés első fázisában a génmódosított késztermékek *behozatalát* szeretnék engedélyeztetni. Állításuk szerint az igazi áttörés akkor várható, ha az EU a GM vetőmagok elültetését is széles körben engedélyezi, és – reményeik szerint – ez sincs nagyon messze. Meg kell azonban jegyezni, hogy az Európában tapasztalható erőteljes tiltakozás fokozatosan visszahat az amerikai farmerekre is, akik – félve a megélhetési gondoktól – a nem génmódosított növények termesztésére való visszaállás gondolatával is kacérkodnak, ez viszont már gazdaságpolitikailag nem vállalható a piacvezető ország számára. Sürgősen meg kell tehát oldani a kérdést, mivel a géntechnológiai konszernnek könnyen elveszíthetik potenciális vevőik egy részét. Erre a jelenségre vezethető vissza az amerikai „agresszivitás” növekedése, amely ma már alig elhordozható nyomást jelent az EU törvényalkotói számára. Mindezt látva a középutas megoldások nehezen elképzelhetők a jövőben.

Az elemzők szerint két lehetséges út áll a diplomaták előtt: 1. Az Egyesült Államok egyfajta lehengerlő diplomáciai takti-

kával, részben politikai, részben gazdasági eszközök alkalmazásával olyan mérvű nyomást gyakorol, amely – ha morogva is – behódolásra készíti Európát. Emellett többen úgy vélik, hogy az uniós vezetők előbb-utóbb megértik: a génmódosítás körüli huzavona gátja a fejlődésnek, és gúzsba köti a világkereskedelmet is. Így, enyhítve a szigorú szabályozásokat, követik a tengerentúli példát. 2. A másik eshetőség az, hogy az EU egyre kritikusan viszonyul a kérdéskörhöz, a törvények folyamatosan szigorodnak, és a génszervezetek forgalma visszaszorul a világon. Ez esetben az Egyesült Államok óriási veszteségeket könyvelne el, és a piacon egyre eladhatatlanabb GM élelmiszerek jelentősége elenyészővé válik. Így a génmódosított élelmiszerek egyfajta történelmi epizód szereplővé degradálnának, és feledésbe merülne, hogy valaha is léteztek.

Meg kell vallani, hogy a két leírt lehetőség közül az előbbinek nagyobb az esélye, míg az utóbbi inkább fikciónak nevezhető. Csak kevesen hiszik, hogy a dollármilliókat kockáztató amerikai és európai géntechnológiai cégek valaha is elismerik termékeik kockázatait. Túl sok pénz és kutatómunka fekszik a GM élelmiszerekben ahhoz, hogy kivonuljanak a piacról. Mindenesetre kíváncsian várhatjuk, mit hoz a jövő, amibe azért a vásárlónak is lesz beleszólása. Nem is kevés.

A fogyasztó felelőssége

„Meggondolás örökjön feletted,
értelem vezessen téged.”
(Bibliai alapelv)

A specializálódás következtében eltűntek a régi világ polihistorai, s az egy-egy területre szakosodott professzionális értő szakemberek kora köszöntött be. Lehetetlen, hogy valaki mindenhez jól értsen, így sok területen kiszolgáltatottá válunk, és a specialis-

tára szorulunk. A génmódosítás ráadásul a szakterületek között is különleges tudományos kihívás, és csak keveseknek adatik meg, hogy kutatóprofesszorként a genetika minden csínját-bínját elsajátítsák, s a legbelsőbb összefüggéseket megértsék. A genetika területeihez alig értő fogyasztói rétegeknek nincs túl sok esélyük arra, hogy a génmódosítás velejároin töprengjenek, ehelyett meghagyják e vitakérdést a szakmai fórumok számára. Azonban **egyre inkább szükségessé válik, hogy képzettségtől függetlenül minden felelős gondolkodású ember bizonyos mértékig tájékozott legyen** a saját és családja egészsége, valamint a környezetet károsító anyagok és tevékenységek tekintetében. Ez a nagyon speciálisnak tartott géntechnika területére is igaz.

Mind a genetikusok, mind a környezetvédők szerint **a génmódosított élelmiszerek kérdéskörét a fogyasztói társadalom dönti el a jövőben**: ha a vásárló – megismerve a kockázatokat – tudatosan nem veszi a GM élelmiszereket, akkor a cégek nem fognak ebbe az irányba terjeszkedni. Ha azonban csak sietve leemeljük a polcra a félkész és készételeket, segítő kezet nyújtunk a GM növények terjedéséhez.

A rendkívül szigorú jelölési törvények európai uniós bevezetésével *lehetőségünk van dönteni*, hogy vásárolunk-e GM élelmiszert, vagy sem – feltéve, ha a csomagolást figyelmesen elolvassuk. A tudatos vásárlói magatartás tehát ezen a területen is piacformáló, sőt távlatokban az általános egészségi állapotot és a környezeti folyamatokat is befolyásolhatja.

A megfigyelések szerint a fogyasztó csak addig viszonyul kritikusan egy termékhez, amíg nem derül ki, hogy személyesen milyen előnyöket rejteget számára. A britek például a GM szóját elítélik, ugyanakkor a GM paradicsomot szívesen fogadják, mivel ez utóbbi ízletesebb és jobban tárolható.¹⁹ Várható tehát, hogy a jövőben a multinacionális konszernek az igényes európai ember számára a széles körű előnyök túlhangsúlyozásának *marketingpolitikáját* fogják választani, így teremtve meg a

fogyasztói igényeket. (A mai élelmiszer-marketing nem csupán a meglévő, ám szunnyadó fogyasztói igényeket erősíti meg, hanem szándékosan generál újabb igényeket, hogy azután lovasgiasan kiszolgálhassa ezeket.) Ezért szükséges, hogy a vásárló is tájékozott legyen, mivel ismerve a kockázati tényezőket, nem akad fenn a géntechnológiai vállalatok hálóján.

Mindezek után gondolatban utazzunk el a tengerentúlra.

Egy átalakult földrész: Amerika

Ahol a pénz lett az úr

Ma már nem titok, hogy az Újvilág hírnevét és gazdasági fellendülését részben a multinacionális konszerneknek köszönheti. Bár a hatalmas bevásárlóközpontok kiöregedtek az államokban, más területeken jól bevált a *tőkekoncentráció*. A géntechnológiai érdekeltségek – megfigyelők szerint – tudatos összeolvadások révén *egyesítik vagyonukat*. Mivel a géntechnológiai cégek korábban vegyipari vállalatként funkcionáltak, most több tevékenységi kört látnak el egyszerre. Az autokratikus vezetési módszer kedvez az ilyen cégek növekedésének, és segíti az egységes stratégiák kidolgozását. A jövőben például jelentős összegeket csoportosítanak át az iskolai oktatás támogatására és a tudósok marketing- és pr-képzésére. A GM vetőmagok és élelmiszerek gyártói ugyanis felismerték, hogy a terjesztés legnagyobb gátjai azok az országok lehetnek, ahol a közvélemény formálja az adott állam arculatát (pl. Nagy-Britannia, Franciaország). Áttörést tehát csak akkor érhetnek el, ha logikus érvekkel először az értelmet győzik meg. Egyelőre azonban a nagyvállalatoknak meg kell elégedniük a kínai, közel-keleti és dél-afrikai felvevőpiacokkal.

Az Egyesült Államokban egyébként az 1996-os bevezetéstől kezdve a 3 millió hektáron kezdett vetésterület évente megdup-

lázódott.⁵⁷ Szójatermelésének mintegy 80 százalékka génmódosított fajta, és a megtermelt mennyiség 40 százalékát exportálja. Mivel a világ szójafelhasználásának jelentős része a tengerentúlról származik, nem csoda, ha aggályok merülnek fel a fogyasztóvédelmi szervezetek képviselőiben a genetikai státust illetően. A második legnagyobb termeszto, Argentína is legfőképpen európai piacokra szállítja terményeit, s ez szintén kételyekre adhat okot. (A GM szója már a génmoratórium előtt behozatali engedélyt kapott az EU-ba.) Sajnos a becslések szerint a GM szóját kb. 15 százalékban bekeverik a nem GM szója tételeibe, így nagy az esélye, hogy az európai fogyasztó is gyakran találkozik idegen géneket hordozó termékkel, tudtán kívül. (Tulnyomórészt takarmányozásra használják a génmódosított szóját, és csak kisebb mértékben jelenik meg a humán élelmezésben.)³³

A termelők számításai szerint 15–20 százalékkal drágítaná a terméket a GM termesztésű növény szétválasztása a többitől. (Valószínűleg ez magyarázza, miért ellenzik az amerikai szójatermesztők a GM növény külön kezelését.)

Az Egyesült Államok a megtermelt kukorica mintegy harmadát exportra termeli, s a távlati célok között szerepel a GM gabonák további fejlesztése és a kivitel növelése.

Jó hír a gyártóknak, hogy *Kína beengedte* a GM szóját, kukoricát és gyapotot. Az amerikai exporttól függő országok egy része (pl. Japán) azonban kritikai észrevételeket tesz, hasonlóan Mexikóhoz, amelynek szójaimportja 70 százalékban az Egyesült Államokból származik.

India a GM gyapotra mondott igent, azonban a termesztés nem vált be. A vetőmaggyártók persze a rossz klímát és a fejletlen indiai agrotechnikát hibáztatták a gyenge terméssel kapcsolatos panaszokra reagálva. Egyiptom ugyanezt a növényt kitiltotta országából, azonban politikai nyomásra három hónap múlva újra engedélyezte, szemben az Európai Unióval.

Már nemcsak a zöld szervezetek, hanem hivatalos szervek (FAO) is megállapították, hogy a GM élelmiszerek elsősorban a

gyártóknak hoznak hasznot, s nem a befogadó országoknak. Biztonságosságukat már többször kétségbe vonták, sőt az amerikai illetékes ellenőrző hatóságoknak is nemegyszer kellett hivatalosan is kijelenteni érdekmentességüket a felröppenő gyanakvó híresztelések miatt. (Többek között a káros GM paradicsom engedélyezése kapcsán is.)

Jó ötlet volt az óriáscégek részéről, hogy éppen azon gyomirtó szer iránt tegyék ellenállóvá a saját fejlesztésű GM növényeiket, amelynek szintén saját maguk a kizárólagos gyártói. Így megtöbbszörözhetik a vegyipari gyártósorok teljesítményét, egyben növelve egy-egy konkrét vegyi anyag környezeti terhelését is. Emellett az újabban kitalált ún. terminátorteknika elejét veszi annak, hogy a farmer újra elvethesse a GM növény magjait, profitkiesést okozva a gyártónak. (Az említett módszer lényege, hogy a GM szervezetekben a forgalomba hozatal előtt beindítanak egy „öngyilkossági mechanizmust”. Ennek következtében a növény elpusztítja, illetve csíráképtelenné teszi saját magjait.)

A multinacionális géntechnológiai vállalatok stratégiáját, bár legális, nem mindenki tartja etikusnak. Eszerint ugyanis addig folytatnak egy-egy kísérletet bizonyos országokban, amíg a törvényhozók forróvá nem teszik a talajt a lábuk alatt. Ilyenkor a laboratóriumok olyan államokba helyeződnek át, ahol liberálisabb a szabályozás és kisebb a törvényhozók érzékenysége a problémakör iránt.

Ugyanez történt akkor is, amikor a nyugat-európai államok ellenállása miatt a génmódosítási kísérletek kiszorultak ezekből az országokból. Ezután a gyártók Kelet-Közép-Európába és a harmadik világba akarták áttenni székhelyüket, több-kevesebb sikerrel. Magyarországgal és Csehországgal meggyűlt a bajuk, viszont Albánia, Ukrajna, Grúzia, Románia és számos szegény ország hallgatólagosan vagy nyilvánosan megengedte a kutatást, adott feltételek mellett.⁴⁷

A kelet-európai régiók nyugat-európaiakról való leválasztása tehát csak részben sikerült, és a „zöld mozgalmak” mozgoló-

dásai miatt a közeljövőben a keleti országokban is tudatosabb vásárlói magatartás várható.

A jelölési szabályok betartása szintén kétséges lehet a GM élelmiszerek kérdéskörére nem érzékeny országokban, azonban az igényes államokban ma már szerepel a csomagoláson a génmódosítás ténye. Ez a kettős mérce szintén kifogásolható a környezet- és egészségvédők számára, hiszen így az adott vállalatok a kockázatokkal kapcsolatos ismerethiányra alapozzák terjeszkedési stratégiáikat.

A genetikai kutatások területének pozitív velejárója, hogy a költséges kísérlethez szükséges pénzüsszegek rendelkezésre állnak, így a pénzhiány nem gátja a fejlődésnek. Ugyanennek a hátránya azonban az, hogy a kutatásokat általában az *érdekelt megbízó vállalatok* finanszírozzák, ami közismerten nem kedvez a tárgyilagos tudományos eredményeknek. Másrészt a laboratóriumi fejlesztéseket *titkosítják*, így lényegében meggátolják az információáramlást, és lehetetlenné teszik a tudományos eszmecserét, amely a fejlődés fő mozgatórugója. „A titkosság a tudományos kutatás egyik legnagyobb ellensége” – állítja Pusztai Árpád biokémikus egy írásában.⁵⁵ Ez a jelenség azért is érdekes, mivel a géntechnológiát az emberi haladás kulcsszereplőjének kiáltották ki azok az érdekelt felek, akik a legrövidebb időn belül levédetik és titkosítják legújabb fejlesztéseiket, jelentős akadályt gördítve ezzel a további fejlődés útjába.

Szakmai vélemények szerint a géntechnológia „amerikanizálódása” nem kedvez a hazai és európai tudomány fejlődésének, mivel a képzett géntechnológusok kénytelenek kivándorolni az Egyesült Államokba, ha gyakorlatot kívánnak szerezni. Ez kétségtelen tény, azonban mérlegelni kell, hogy melyik a fontosabb egy ország számára: az, hogy néhány géntechnológus nem elégedett jelenlegi helyzetével, vagy az, hogy a polgárok ne fogyasztanak génmódosított élelmiszert. Mivel a biológiai kutatásokhoz az ipar adja a tőkét, sok esetben elkerülhetetlen, hogy az érdekeltté tett kutatók előbb-utóbb tudományos „szélkakasok-

ká” válnak, vagyis elfogultak lesznek saját fejlesztéseik iránt. Ez a jelenség ma is rányomja bélyegét egyes génmódosítást méltató irodalmakra, megnehezítve a kérdés tényszerű feltárását. Ebben a „tudományos dzsungelben” meglehetősen nehéz eligazodnia az egészségét védeni kívánó polgárnak, mivel mind a GM élelmek engedélyezésének, mind betiltásának lehet tudományos alapot adni. Az újabb hírek azonban a vészjósló tendenciákat előrejelző, realisabb jövőképet vetítik elénk.

Megváltozott indítékok

Szomorú jelenség, ha az, aki egykor nemes ügy szolgálatába állította képességeit, az idő előrehaladtával megváltozik, s végül épp annak kerékkötőjévé lép elő, aminek a védelméért korábban mindent megtett. Nemcsak embereknél, hanem egy-egy állam esetében is előfordulhat ez az ellentmondásos magatartás.

Az új földrész felfedezésének hírére a vallásüldözésektől vérző Európában sokan döntöttek az Újvilág mellett, ahol később szabadság- és munkatiszteleten alapuló államot hoztak létre. Az Egyesült Államok XVI–XIX. századi története a fejlődést és az emberi méltóság visszaállítását szolgálta. Azonban egyre inkább az üzletpolitikai szemlélet vált uralkodóvá, s végül a „szabadságból szabadosság, a munkaszeretetből pénzimádat lett”.

A múltbeli Amerika helyébe mintha egy másik Amerika lépett volna, amely céljaiban és eszközeiben egészen eltér elődjétől, jöllehet a felületes szemlélő számára ez kevésbé lehet nyilvánvaló. A magas szintű diplomáciai érzék, a kicsiszolt tárgyalókészség látszólag erények, azonban félelmetes fegyverre is válhatnak a nagy tömegek szemléletének formálása érdekében. Ha azonban valaki a globális problémákra ajánl gyógyírt, annak nem könnyű nemet mondani. A történészek szerint nehéz megmondani, hogy Amerika pozitív vagy negatív szerepet tölt be jelenleg a világ politikai életében. Mindenesetre a Biblia ko-

runkról szóló leírásaiban beszél egy politikai hatalomról, amely szinte a semmiből kerül a történelem színpadára, és viharos gyorsasággal kulcsszerephez jut. Ez az állam eleinte befogadja a menekülőket, és szabadságjogokat biztosít, később azonban céljai módosulnak. Mindezeket átgondolva érthetővé válik, miért beszél a Biblia is negatív előjellel az újkori Amerikáról. De térjünk vissza az öreg kontinensre.

A konzervatív kontinens: Európa

Igényes fogyasztók

Míg Amerika együtt él a GM növényekkel, addig Európa viszolyg tőlük. Az EU-ban átlagosan a gazdák 90 százaléka követeli a génmódosítás tényének jelölését a csomagoláson, és 70 százalékuk nem is venne ilyen élelmiszert. A nyugat-európai államok közül például a svédek 78, a franciák 66, az olaszok és hollandok 65, a britek 53 százaléka nem enne GM élelmekeket.⁵⁷ Nagy-Britanniában növekszik az ellenállás, sőt Károly herceg nyilvánosan ítélte el a géntechnológiát mint olyan cselekedetet, amely „Istenre, és egyedül Istenre tartozik”.^{67,8}

A legszkeptikusabb országok közé tartozik Ausztria, Dánia, Franciaország, Görögország és Norvégia, míg pozitívan áll a GM élelmiszerek kérdéséhez Finnország, Hollandia és Spanyolország. Az európai tagállamok megegyeznek abban, hogy a GM élelmiszerek kapcsán négy fő szempontnak kell érvényesülnie:

1. Ártalmatlan legyen a fogyasztóra és a környezetre.
2. Világosan fel kell tüntetni az áru címkéjén a génmódosítás tényét.
3. A termesztők kezeljék külön a GM és nem GM szállítmányokat.
4. A fogyasztó szabadon dönthessen, hogy megveszi-e a GM terméket, vagy sem.

A gyártók aggályosnak tartják a jelölés bevezetését, mivel „fölszemes riadalmat” kelthet a laikus fogyasztók körében. A fogyasztóvédelmi szervezetek azonban kijelentették, hogy a vásárlónak akkor is joga van tudni a genetikai beavatkozásról, ha az élelmiszer semmilyen egészségügyi kockázattal nem jár. (Lelkiismereti, vallási vagy környezetvédelmi okokból.)

A jelölési szabályok korlátait persze nehéz meghatározni. Sok vitát váltott ki például, hogy a GM takarmánnyal etetett szarvasmarha húsa illetve teje, vagy éppen a GM szójából készült lecitint tartalmazó csokoládé esetében kell-e jelölés. (Az új címkézési szabályok már egyértelművé teszik ezeket a kérdéseket.)

Az Európába érkező szója mintegy 60 százaléka a tengerentúlról származik, és a feldolgozott élelmiszerek jelentős részébe bekerül. Az európai áruházláncok többsége *ellenzi* a GM élelmiszerek forgalmazását. A gyártók felmérése szerint a fogyasztó érdekeit szolgáló, praktikusabban hasznosítható és tárolható GM zöldségek és gyümölcsök nemsokára az Európai Unióban is elfogadottak lesznek. Több felmérés azonban azt mutatja, hogy a tudatosabb európai fogyasztó még akkor sem vásárol GM paradicsomot, ha az ízletesebb és kevésbé romlik (a briteket kivéve).

A jelölési szabályok szigorodásával a gyártó cégek egyre inkább sürgetik a „negatív listák” közzétételét, illetve kibővítését. Ezekre a listákra azok az élelmiszerek illetve élelmiszer-alkotók kerülnének, amelyek esetében a hatóság nem teszi kötelezővé a genetikai módosítás tényének feltüntetését. (Ez egyfajta „kiskapuként” is szolgálhat a jövőben.) Ha ugyanis minden genetikailag módosított összetevőt jelölni kellene, akkor lényegében szinte mindegyik termékre rá lehetne írni a visszatetszést keltő sorokat. Ez meglehetősen komolytalanná tenné a jelölési rendszert, és túlzott fogyasztói felháborodást eredményezne.

Rossz nyelvek szerint Európával olyan gyorsan akarták megvetetni a génmódosított élelmiszert, hogy végül a torkán akadt.

Egy bátor döntés: tilalom

Az engedélyezési kérelmek egymás után érkeztek az Európa Tanács elé, és a kérdéskör *teljes átlátása nélkül* kellett több esetben is döntést hozni.³⁰ GM növény engedélyezése történt 1996–1998 között, azonban a botrányoktól hangos média és az erősödő aggályok egyre jobban érzékennyé tették a fogyasztókat az átlagostól eltérő élelmiszerek iránt, s ez hatott a szakminiszterekre is. A kaotikussá váló helyzetben *Ausztria és Luxemburg lépett először, nemet mondva egy génmódosított Bt-kukoricafajta engedélyezésére. Később Franciaország és Olaszország is csatlakozott hozzájuk, így megakadt az engedélyezési eljárás. Az országok közötti egyetértés hiánya, az eljárási rend leállása, a jogi zavar és a nem tisztázott felelőségek azt eredményezték, hogy az Európai Unió Parlamentje „de facto” moratóriumot hirdetett.* (A „de facto” előtag ez esetben annyit jelent, hogy az életbe lépő tilalmat nem jogi értelemben vett hivatalos döntés, hanem egyes tagországok engedélyezést tudatosan gátló cselekedete idézte elő, vagyis ellehetetlenült az engedélyek kiadása az „akadályozó kisebbség” miatt.) Az önkéntes, magyarázat nélküli moratóriumot egyébként az EP Környezetvédelmi Bizottsága kérelmezte az Európa Tanácsnál, számos politikus megaláztatására.

Az 1999 júniusától életbe lépő moratórium időlegesen felfüggesztette a génmódosított növények engedélyezését, és a szabályozás átláthatóbbá tétele mellett *a lehetséges kockázatok felmérését* is elrendelte. Mindeddig ugyanis csak egy meglehetősen felületes kerettörvény (90/220 EC direktíva) rendelkezett a „GM szervezetek szándékos kibocsátásáról”. A moratórium napjától kezdődően tehát széles körű tárgyalások kezdődtek számos szakmai és civil szervezet bevonásával, és megindult a jogszabályi hézagok megszüntetését célzó törvénymódosító munka is. Az új szabályok taglalása előtt azonban érdemes említeni tenni a két kontinens között zajló küzdelem újabb részt-

vevőjéről, amelynek szava nem kis mértékben esik latba az események kimenetelét illetően.

Kereskedelmi háború

Az *Egyesült Államok*ban már az is értetlenséget váltott ki, amikor az *Európai Unió*ban erősödni látszott a GM növények iránti ellenszenv. Az 1999-es moratórium azonban már felingerelte az amerikai üzletembereket, és ezáltal a Fehér Házat is. A politikusok magyarázatot kértek, és tudományosan alátámasztott bizonyítékok felvonultatását sürgették a nemet mondó európai államoktól. Az érvek azonban nem voltak elég meggyőzőek az üzleti világ számára.⁴²

Az Egyesült Államok vezetői hosszas mérlegelés után döntöttek: a *Kereskedelmi Világszervezet*nél perelik be az Európai Uniót, mivel megalapozott indok nélkül akadályozza a törvényekben rögzített szabad piaci kereskedelmet. Az Egyesült Államok mellé állt később *Argentína, Kanada, Chile, Kolumbia, Salvador, Honduras, Peru, Uruguay* és *Ausztrália* is. (Előbb lemondtak erről a tervről, mivel úgy gondolták, a perpatvar erősíteni fogja az ellenérzéseket. Később mégis a per mellett döntöttek.) Így kezdetét vette a kereskedelmi háború.

A Kereskedelmi Világszervezet (WTO) 1995-ben jött létre, és elméletileg demokratikus elvek szerint működik. Az utóbbi években azonban több támadás is érte, mivel egyesek tudni vélik, hogy szűkebb körű elitcsoportok állnak a vezetés háttérében, amelyet az átláthatatlan hatalmi struktúra palástol. A WTO a múltban több olyan döntést is hozott, amely néhány érdekelt csoporton kívül másnak nem jelentett hasznot, sőt nem egy esetben környezeti károkat eredményezett (pl. délkelet-ázsiai erdőgazdálkodási program; életformák szabadalmazásának engedélyezése stb.). E globális bürokratikus rendszer maga alkotja szabályait, és az ezeket megszegőket súlyos szankciókkal

bünteti. Hatáskörébe tartozik a nemzeti törvények befolyásolása is, és döntése ellen fellebbezésnek nincs helye. A Világbank és a Nemzetközi Valutaalap (IMF) mellett a WTO formálja bolygónk pénzügyi arculatát, tehát nem mindegy, milyen döntés születik a GM élelmiszerek ügyében.

Az EU illetékesei tudatában vannak, hogy Bush elnök WTO-nál tett panasa nem kecsegtetheti őket túl sok jóval. A WTO ugyanis 1999-ben, a szarvasmarha-növekedési hormon behozatala elleni moratórium miatt „fekete pontot” adott az Európai Uniónak. (E döntés következményeit az EU-nak büntetővám formájában kellett elszenvednie.)

A génmódosítás körül zajló kereskedelmi háborúban tehát az Egyesült Államok *erőteljesebb* eszközökhöz nyúl, hogy céljait elérje. Ahhoz, hogy az európai ellenfelek állni tudják a sarat, minden diplomáciai érzékükre szükség lesz a jövőben.

Menekülés a szorításból

Az EU tagállamai pontosan tudták: engedniük kell, azonban azzal is tisztában voltak, hogy polgáraik továbbra sem fogadják be a GM élelmiszereket. E nehéz politikai helyzetben azonban a diplomaták olyan döntést hoztak, amely a Fehér Ház számára is és az unió számára is elfogadhatónak bizonyult. A tudományos eredményeket is figyelembe véve 2004 májusában *feloldották* a közel öt évig tartó „de facto” moratóriumot, és engedélyt adtak egy génmódosított Bt-kukoricafajta behozatalára. Ezzel párhuzamosan a tagállamok megszigorították belső szabályozási rendszerüket, így az engedélyezés során kemény fel-tételrendszernek kell megfelelniük a GM terményeknek.

Az EU vezetői tehát egyrészt engedékenységet mutatnak (mivel feloldották a tilalmat), másrészt viszont olyan szigorú belső szabályozókat építenek be a rendszerbe, amelyek mintegy kedvét szegik a gyártóknak az engedélyezési procedúra

szigorú követelményei miatt. Ilyen értelemben az EU Amerika előtti látszólagos meghajlása okos diplomáciai lépésnek bizonyult. A nemrég engedélyezett növény esetében természetesen csak a feldolgozott formában történő behozatalt engedélyezik, a közfogyasztásra termesztés továbbra is tiltott. (A Bt-kukoricát csemegekukorica-konzerv formájában lehet árusítani, azonban a gyártó egyelőre elállt a forgalmazástól.)

Disszonáns hangok

Az Európai Bizottság szintén nem kerülhette el a gyanakvó tekinteteket. Amikor pedig kiderült, hogy a törvényhozók utaztatásait több ízben vegyipari konszernnek finanszírozták, kitört a botrány. Az indulatok lecsendesítése érdekében 1990-ben létrehozta egy független főosztályt, a Géntechnológiai Szakbizottságot, amely a GM szervezetek speciális területével foglalkozik. E főosztály fontossága az utóbbi években meglehetősen felértékelődött, hiszen a génmódosítás az általános figyelem fókuszába került. Valószínűleg a bizottságban ülő szakemberek és politikusok is számítottak arra, hogy a moratórium feloldása nem lesz problémamentes a környezet- és fogyasztóvédelmi szervezetek kritikus hozzáállása miatt.

Bár az EU tagállamai csak részlegesen engedtek az amerikai nyomásnak, sokan baljóslatú tendenciáról beszélnek. A pesszimista vélemények szerint ezzel „a farkas betette lábát az ajtón”, és innentől kezdve egyre gördülékenyebben fognak engedélyezni újabb GM növényeket, míg végül az öreg kontinensről is *kiszorulnak a természetes fajok*.

Erre egyébként lehet is esély, mivel újra garmadával érkeznek a kérelmek az Európa Tanács elé. A most engedélyezett Bt-11 nevű kukorica olaja korábban már engedélyezett volt az Európai Unióban, azonban magát a DNS-t is tartalmazó rész behozatala nem, ezért volt szükség az új rendeletre. Természe-

tesen az Egyesült Államok a „kisujját nyújtja, de az egész keze kell” elvet vallja, és a GM növények európai termesztését szorgalmazza, vagyis további gyors lépéseket vár a konzervatív kontinens vezetőitől.

Bár a moratórium feloldása első látásra az Európa Tanács egyetértését fémjelzi, a valóságban erről még nincs szó. Az Európai Unió törvényhozásában ugyanis egy rendelet elfogadásához a tagállamok egyhangú „igen” szavazata szükséges. Amennyiben egy javaslattal valamelyik résztvevő nem ért egyet, egyeztetések kezdődnek mindaddig, amíg kölcsönös konszenzus alakul ki. Az így megfogalmazott jogszabályok ezután „nemzetek felettivé” lépnek elő, és minden tagországra kötelezővé válnak. A gondok akkor kezdődnek, amikor a tagállamok nem tudnak megegyezni egy adott kérdésben. Ilyenkor az ügyviteli rend szerint az *Európai Bizottság* elé kerül a javaslat, amely minden körülményt figyelembe véve *végleges döntést* hoz az ügyben. A mostani, Bt-11 nevű GM kukorica esetében is ez történt. Ennek a végkifejletnek a hátránya az, hogy a GM növény behozatalát ellenző tagországokra mintegy ráerőltetnek egy nemzetek feletti szabályt, bár hozzá kell tenni, hogy egy-egy ország a saját területén belül rendelkezik bizonyos, meglehetősen korlátozott jogkörrel a behozatali engedélyek ügyében.

Mindezek után érthető, hogy Franciaország és Ausztria miért ódzkodik továbbra is a génmódosított élelmiszerektől. Egyre több régió nyilvánítja magát génmódosított szervezetektől mentes területté, sőt ez egyre inkább státusszimbólummá válik. Németország egyrészt szigorította törvényeit, másrészt Svájc-cal együtt belekezd a szabadföldi kísérletekbe (üzöggombára rezisztens búzafaj kipróbálása céljából). A brit politikusok szóba állnak a GM kukorica behozatalával, azonban a fogyasztók tiltakoznak ellene. Európában egyedül Spanyolországban végeznek kereskedelmi célú termesztést.

A kialakult helyzetet bonyolítja, hogy az EU-ban az 1999-es moratórium előtt nem készült beható kockázatelemzés az enge-

délyezett 18 fajtát illetően. Most, a moratórium feloldásával viszont már igénylik a tagországok. A 18 GM növényből 8 esetében az EU öt tagállama *tiltásokat* léptetett életbe, amíg ezekről is el nem készül a tudományos elemzés.

Újabban az EU is egyre *kevesebb türelmet tanúsít* a GM szervezetek importját akadályozó országok iránt, sőt kéri a tagállamokat a szabályok szerinti engedélyezés elindítására. A franciák egyébként már korábban is újat húztak Brüsszellel, amikor önkényesen fenntartották a brit marhahús importjának tilalmát, a kergemarhakórra hivatkozva. Akkor az unió eljárást indított Párizs ellen. Ezúttal is úgy tűnik, szeretne mihamarabb pontot tenni a génmódosítással kapcsolatos zavaros és kínos ügy végére, bár ez most sem lesz könnyű.

Mindezek után vegyük sorra a jelenleg hatályos rendeletek legfontosabb pontjait.

Befoltozott jogszabályok

A szigorúbb engedélyezési procedúra során mind az emberi ellenálló képesség, mind a horizontális génátvitel, mind pedig a biodiverzitás illetve keresztbeporzás vizsgálatát *mélyrehatóbban* végzik el a szakemberek. Ezenkívül **a jelölési törvények is pontos megfogalmazást nyertek.** Eszerint minden olyan élelmiszere, amely génmódosított szervezetet vagy annak alkotórészét tartalmazza, *jelölni kell* ezt az információt. Amennyiben a transzgént tartalmazó DNS-t nem hordozza az élelmiszer (pl. szójalecitin, kukoricakeményítő vagy -szirup), akkor is fel kell tüntetni a génebeszeti beavatkozás tényét. (Ez új fejlemény a korábbiakhoz képest.) A jelölés abban az esetben kötelező, ha az adott és engedélyezett GM szervezet *0,9 százaléknál nagyobb mennyiségben* található az élelmiszerben. (Nem engedélyezett génmódosított szervezet jelenléte esetében maximum 0,5 százalékos lehet a véletlen szennyezés mértéke.)

A humán célú terjesztés mellett a GM takarmányok és vetőmagok esetében is bevezették a jelölési kötelezettséget, sőt az üzleti titoknak minősülő keverékek sem maradtak ki a sorból. Nem kell azonban ezután sem jelölni a génmódosított úton előállított *adalékanyagokat, aromákat, extrakciós oldószereket*, valamint a genetikailag módosított *takarmánnyal* etetett állatok *húását, tejét, tojását* sem.

Öröndetes tény, hogy az új szabályok hangsúlyt helyeznek az *elővigyázatossági alapelvre*, emellett a hosszabb távú hatások vizsgálatát is előírják. Állandó nyomon követést (post market monitoring) és rendszeres felülvizsgálatot is kötelezővé tesznek, valamint rendelkeznek az antibiotikum-marker gének fokozatos *visszavonásáról* (legkésőbb 2008-ig). Az üzleti célú kibocsátás nyilvánosságra hozását is deklarálják (nyilvános listák). Ezenkívül a lényegi azonosság elvén nyugvó gyorsított engedélyezési eljárás felülvizsgálata is szerepel a törvényben. **Az ökológiai hatást a rendelet szerint minden önálló régióban külön meg kell vizsgálni.** A szabadföldi kísérletek továbbra is nemzeti hatáskörben maradtak, a kereskedelmi célú bevezetés pedig természetesen EU-engedélyköteles.⁵⁸

Korábban egy ország abban az esetben zárhatta le határait a GM szervezetek előtt, ha tudományos bizonyítékokat tudott felmutatni. **A jelenlegi szabályozás viszont megengedi, hogy egy állam elővigyázatossági okokból, tudományos bizonyítékok nélkül is ideiglenesen nemet mondjon a GM élelmiszerek behozatalára.**

Elmondhatjuk tehát, hogy részben meghozta gyümölcsét a hosszas tanácskozássorozat az államok között. Az érvényben lévő szabályozás sokkal megnyugtatóbb, mint a korábbi, bár a környezetvédő szervezetek szerint még maradtak gyenge láncszemek. A jövőben bizonyára tovább finomítják a rendeletet, így a fogyasztó egyre nagyobb biztonságban érezheti magát, legalábbis a géntechnológia vonatkozásában.

Látható, hogy a kitartó fogyasztói ellenállás *éreztetni hatását* a

politikusok tárgyalótermében is. Bár nem volt megoldható a moratórium fenntartása a végtelenségig, de a feloldás után igen szigorú határozatok születtek.

Pozitív jelenség, ha az emberek jó célok érdekében összefognak, de akkor lehet ennek igazán örülni, ha látható eredményel párosul. A géntechnológia esetében így is történt, bár nem szabad eltitkolni, hogy mindig lesznek olyanok, akik várják a pillanatot, amikor a fogyasztói ellenállás meggyengül. Gondolkodjunk tehát felelősen továbbra is.

Az európai szabályozás megismerése után hasznos külön tárgyalni a hazánkat érintő jelenségeket, a múltból elindulva egészen napjainkig.

A GÉNMODOSÍTÁS MAGYARORSZÁGON

Haladás a korral

Hazánkban a génmódosítás kérdésköre egyre kiélezettebbé vált az utóbbi időben. Korábban szó esett róla, hogy a géntechnológia jelentős korlátozása együtt jár a tudományos fejlődést lehetővé tevő kísérletek csökkenésével a támogatók (nagyvállalatok) kivonulása miatt (például Nagy-Britanniában). A magasan képzett szakemberek kénytelenek külföldön folytatni szakmai munkájukat, amely a „jövőt jelentő” értelmiségi réteg kiáramlása folytán negatív tendenciaként értékelhető. Főként nehézséget jelenthet ez egy olyan országban, ahol a tudományos fejlesztői munka hangsúlyosabb (természetesen pályázati pénzekből kell ilyenkor gazdálkodni). Ez eredményezi hazánk meglehetősen speciális helyzetét a géntechnológia területén belül. Egyfelől ugyanis tény a magyar tudósok rendkívüli ötletgazdagsága és szakmai tudása, amely lehetővé teszi az *egyedülálló* genetikai fejlesztéseket.

Másrészt a hazai környezet- és fogyasztóvédelmi szervezetek, illetve a vásárlók az európaiakhoz hasonlóan viszolyognak a GM élelmiszerektől. Maradnak tehát nálunk is az orvostudományi fejlesztések, míg az élelmiszer-ipari célú kutatás eredményei egyelőre nem vonulhatnak be a tömeges kereskedelembe.

Magyarországon 1970 óta folynak géntechnológiai kísérletek az MTA szegedi központjában, vagyis a hazai kutatók szinte az új módszer felfedezése után közvetlenül megkezdték a vizsgálódást. 1990-ben mezőgazdasági géntechnológiai kutatóköz-

pont épült Gödöllőn, és az egyetemek természettudományi karai egyre nagyobb érdeklődéssel fordultak a téma felé. Mosonmagyaróváron Gergáczy Elemér a juhot és a kecskét keresztezte, és az ilyen módon született állatot „jukecs”-nek nevezte el.

A fejlesztések a 2000–2003 közötti időszakban is hatalmas sebességgel folytak. A nyertes projektek a mézsör előállításától kezdve a fenilalanin-mentes tejet termelő transzgenikus nyúl előállításáig terjednek. (Ez idő alatt mintegy 4,5 milliárd forint pályázati pénzt nyertek el a pályázók.) A jelentős gazdasági károkat okozó tüzelhalás terjedése egyre elkeseredettebbé teszi a gazdákat, és a szakmabeliek a genetikailag módosított, rezisztens fajtákban látják a megoldást. (A tüzelhalás az egyik legveszélyesebb baktériumos betegség az alma-, körte- és birstermesztésben. A tervek szerint egy enzim kódoló gén beültetésével megakadályozható lehet a baktérium szaporodása a növényben.)^{32,40,66}

A hazai géntechnológusok nem osztják a polgárok és „zöld szervezetek” véleményét a GM élelmiszerek kockázatairól. Konkrét kísérleteket is végeztek gyomirtóval szembeni rezisztens búzafajtákkal, amelynek során a táplálkozástani hatásokat és allergénitást figyelték patkányokon. Az eredmények azt mutatták, hogy a transzgenikus búza nem tér el jelentősen a nem transzgenikus növénytől a táplálék hasznosíthatósága tekintetében, és allergizáló hatását sem igazolták.¹⁸

Az állattenyésztésben elért hazai eredmények sem elhanyagolhatók. Lehetővé vált olyan szarvasmarha tenyésztése, amelynek tejében nagy mennyiségű passzív immunizálásra alkalmas fehérje képződik (humán gyógykezelések során használható fel). A mesterséges kromoszómák fejlesztése révén nemzetközi szabadalommal védett eredmények születtek. A környezetbe kerülő szennyező anyagok semlegesítése (bioremediáció) területén említésre méltó a klórozott szénhidrogén eltávolítása a genetikailag módosított nyárfa segítségével, emellett egy GM baktériumtörzs alkalmasnak bizonyult a ké-

miai eljárások során keletkező veszélyes sejtmeleg, a szulfonsav lebontására. Az új biokonverziós eljárásokat a papíriparban alkalmazzák, ahol – környezetvédelmi szempontból – a papír-fehérités során felhasznált klórt helyettesítenék az új módszerrel.¹⁸

Hazánk európai szinten is kiemelkedő szerepet tölt be a géntechnológiában, azonban a jó kezdetnek örvendő szakmai optimizmusra itt is árnyék vetül. Jelenleg számos szántóföldi kísérlet folyik az országban, és a multinacionális vállalatok körmeiket rágvá várják, hogy végre megnyissuk kapuinkat az új technológia előtt. (A nagy áttörést 2005-re teszik.) Meg kell azonban jegyezni, hogy **a kelet-közép-európai régióban Magyarországnak és Csehországnak kiemelten jó híre van génmódosításmენტesség szempontjából.** E két ország termékeit előtérbe helyezik a géntechnológiától „rettegő” külföldi országok, mivel maradéktalanul megbíznak a minőségben. Sokak szerint **ezt az igen kedvező státust veszélyeztetjük**, ha a legkisebb látszatát is keltjük a géntechnológia iránti „engedékenységnak”.

A legnagyobb dilemma

Egyes vélemények szerint Magyarországnak nincs túl sok választása, mivel át kell vennie az európai nemzetek feletti jogszabályokat, így a Brüsszelben kimondott „igen”-re hazánk sem mondhat mást. Az EU amúgy sem szereti, ha egy kisebb tagállam szigorúbb szabályozást vezet be, mivel ez egyfajta versenykorlátozásnak minősíthető. Az újabb uniós rendeletek azonban megengedik, hogy egy ország – saját régiójának speciális jellegrére és az elővigyázatossági elvre hivatkozva – szigorúbb korlátokat szabjon az importnak.

Géntechnológiai szempontból **nem az a kérdés, hogy Európához tartozik-e hazánk, hanem az, hogy „melyik Európához”.** Az öreg kontinens szemlélete ugyanis – a korábbiak fényében –

egyáltalán nem egységes a GM élelmiszerek megítélése tekintetében, így nekünk is választanunk kell, melyik pólusához szeretnénk tartozni. Elfogadhatjuk a *liberálisabb álláspontot*, s egyre nagyobb teret engedünk a GM élelmeknek, ahogyan az uniós tendenciák lassan-lassan errefelé is mutatnak. Választhatunk azonban *megfontoltabb taktikát* is, megvédve ezzel hazánk jelenlegi státusát, mind a magyar és külföldi vásárlói bizalom, mind pedig az ökológiai egyediség szempontjából.

Döntenünk kell tehát mihamarabb, hogy Ausztria, Németország, Franciaország, Görögország és Luxemburg mellett Magyarország is szkeptikus álláspontot foglal el, vagy pusztán a keretszabályon belül marad. Jó hír, hogy a jelek szerint az előbbire van kilátás, mivel legutóbb a magyar képviselők is az újabb GM növények engedélyezése ellen foglaltak állást Brüsszelben.

Egy különleges régió

Magyarország csatlakozásával az Európai Unió egy új, *speciális ökoszisztémával* bővült. Már a csatlakozási szerződésben is rögzítették, hogy hazánk mellett Szlovákia, Szlovénia és a Cseh Köztársaság egy részét felölelő „Pannon régió” olyan különleges ökológiai sajátosságokkal bír, amelyek esetében újabb hatásvizsgálatok kezdeményezése szükséges. Ráadásul az ötéves moratórium előtt engedélyezett GM növényekkel kapcsolatban *felületesebb* vizsgálódások folytak, így lényegében a most csatlakozott államokban szinte teljesen előlről kellene kezdeni a GM szervezetek lehetséges hatásainak felmérését. A speciális ökoszisztéma – a környezetvédők szakértői szerint – hivatkozási alapot ad arra, hogy e régió államai átmenetileg jelentős *korlátozásokkal* éljenek az ártalmatlanságot bizonyító dokumentumok elkészüléséig.

Az EU jogszabályai lehetőséget adnak arra, hogy minden tagállam a saját területén belül megvizsgálja a hatásokat, és a

tudományos hatásvizsgálatok eredményeit letéve az uniós tagországok elé, *megvédhessék* az egyedi flóra és fauna egyensúlyát. Számos hazai környezetvédelmi csoport határozottan kiáll amellett, hogy a *hungaricumok* védelme és a keresztbeporzások elkerülése érdekében az EU-direktívákhoz képest a hazai törvényhozás – saját megengedett jogkörén belül – szigorításokkal éljen.⁴²

Az újabb, fejlettebb kockázatelemzési módszerek pontosabb felmérést tesznek lehetővé, így minden esély adott, hogy egyelőre mentesüljünk a GM élelmiszerek nyomasztó lelki és fizikai terhe alól. A kérdés persze az, hogy törvényhozóink mennyire kardoskodnak emellett, és a hazai vásárlók mennyire tájékozottak e tekintetben. A negatív fogyasztói véleménynek ugyanis Magyarországon is általános befolyásoló szerepe van, ami a géntechnológiai cégek réme. Felvetődik ugyanakkor, hogy a fogyasztónak van-e egyáltalán véleménye ezekről a kérdésekről.

Felmérések és szigorítások

A jelek szerint Magyarországon is jelen van az importból érkező GM szója. A hatósági ellenőrzések a minták *1-2 százalékában* mutattak ki GM növényi eredetet, azonban a pesszimistább vélemények ennél jóval nagyobb „szennyezettséget” becsülnek.⁶⁹

Amikor a nyugat-európai államok határozott tiltakozásukat fejezték ki a GM szervezetekkel szemben, félő volt, hogy az amerikai vállalatok Kelet-Európában keresnek piacot azokra a termékeikre, amelyeket máshol nem tudnak értékesíteni. Minden bizonnyal Magyarországon is történt ilyenfajta próbálkozás, azonban megnyugtató, hogy aktivizálódtak az itthoni fogyasztói érdekvédelmi szervezetek, és felocsúdni látszik az értelmiségi réteg is. A harc azonban még korántsem dőlt el.

Hazai felmérések szerint a Magyarországon jelen lévő élel-

miszergyártók és gyorsétterem-hálózatok *nem használják* GM alapanyagokat, és nem alkalmaznak kettős mércét sem. (A kettős mérce ebben az esetben azt jelenti, hogy Nyugat-Európában nem, míg nálunk használják GM szervezetet hasonló típusú termékek gyártásához. Másik lehetőség, hogy mindkét régióban használják, azonban csak a nyugatiak esetében jelölik ezt a csomagoláson.) Az Ökotárs Alapítvány vizsgálata ugyanakkor rámutatott, hogy bizonyos élelmiszer-áruházak esetében előfordulhatnak a polcokon GM összetevőt hordozó élelmiszerek. Ezeket természetesen *2004. május elsejétől jelöléssel kell ellátni*, tehát minden esetben fontos a címkén található tájékoztatást végigolvasni. A gyártók és áruházak döntő többségében *igazolást* is kérnek beszállítóiktól a GM-mentességre vonatkozóan.

Mivel elsősorban nem a magyarok félnek az európai termékektől, hanem az EU tagállamai az újonnan csatlakozó országoktól, így szükséges volt *megerősíteni* a hazai ellenőrzési rendszert is. Az ehhez szükséges fejlett műszerpark kialakításához ma már rendelkezésre állnak a pályázat útján nyert összegek. (Meg kell jegyezni, hogy szinte csak ún. célgéneket lehet kimutatni, vagyis olyan géneket, amelyeknek a szerkezetét ismerik. Ismeretlen géneket igen nehéz, sőt alig lehetséges megtalálni. Amennyiben egy cég levédi a saját fejlesztésű génjeit, és ezekről nem ad tájékoztatást, meglehetősen kiszolgáltatott a felhasználó. Ezért is írja elő a törvény a tájékoztatási kötelezettséget.)

Örvendetes tény, hogy a Magyar Élelmiszer-biztonsági Hivatal és az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet *átfogó GM-tesztre készül*, és a jövőben folyamatos monitorozást is végez, elsősorban *szója-, kukorica-, burgonya- és paradicsomtermékekre* koncentrálna. A bírságok összege is jelentősen megnövekszik, összességében tehát **határozottabb fellépés várható a génmódosított élelmiszerek elkerülése érdekében.**

Az EU-ban engedélyezett GM kukoricának a szakemberek szerint hazánk szemszögéből nincs túl sok jelentősége, mivel Magyarország inkább kivitelre termeli a kukoricát, mintsem

hogy importálja azt konzerv formájában. A kukoricamolymóly ráadásul itthon nem jellemző kártevő, ami tovább csökkenti a GM termény alkalmazhatóságának esélyét. A jövőben a géntechnológiai cégek bizonyára a Kelet-Európában gyakoribb kártevőknek (pl. amerikai kukoricabogár) ellenálló fajtákat fogják ebben a térségben reklámozni. Egyelőre azonban inkább ismerni kell a GM élelmiszereket, de még nem kell tartani ezek tömeges hazai terjedésétől.

A GM szója bejutása reálisabb kockázat lehet, mint a GM kukoricáé, így az előbbi esetében megnyugtató az ellenőrző szervek törekvése.

A tájékozottság jutalma

Nem lehet elégszer hangsúlyozni az itthoni *fogyasztó felelőségét* és a kínálatot befolyásoló szerepét. Az Országos Fogyasztóvédelmi Egyesület (OFE) egyik felmérése szerint a fővárosi polgároknak csak kétharmada van tudatában, hogy az élelmiszer-fogyasztás egyáltalán összefügg a betegségekkel. A megkérdezettek egyharmada tudta, hogy mit takar a minőségmegőrzési idő fogalma.²⁴ Ezek után nem csoda, ha a génmódosított élelmiszerekkel kapcsolatban általános az *ismerethiány* az országban. Arra a kérdésre, hogy szabad-e Magyarországon génmódosított nyersanyagból élelmiszert gyártani, mindössze egyötödük válaszolt helyesen, vagyis tudták, hogy az előállítást rendelet szabályozza.⁴⁹

Fontos tudni, hogy **az ismeretek nemcsak a tudatlanságot, hanem a kiszolgáltatottságot is csökkentik.** A génmódosítás ma már nemcsak a kutatókra, hanem a GM élelmet elfogyasztókra is tartozik. Hasznos, sőt szükséges bizonyos szintig megismernünk az egészségünket közvetlenül érintő információkat, és ez a génmódosításra is igaz. Csak ekkor lehet a miénk a tájékozottság jutalma: a *maradandó egészség.*

Beépített szelepek

A géntechnológiai vállalatok célkitűzései között minden jel szerint az is szerepelt, hogy a csatlakozni kívánó országokban még a *csatlakozás előtt* engedélyeztessék növényfajtáikat. Ez megnehezítette volna az átláthatóságot, és megnövelte volna a forgalomba kerülő jelöletlen GM élelmiszer-féleségek számát, mivel nagy valószínűséggel a csatlakozás utáni naptól kezdve sem tüntették volna fel a „géntechnológiailag módosított” kifejezést a címkén, jóllehet az uniós rendelet ezt megköveteli. Több fogyasztóvédelmi szervezet is figyelmeztette a csatlakozni kívánó országokat erre a jelenségre, és úgy tűnik, Magyarország és a Cseh Köztársaság ezt meg is szívelte. Lengyelország, Ukrajna, Románia, Grúzia és más keleti országok azonban a megfigyelések szerint nem bizonyultak elég elővigyázatosnak, így vagy most, vagy a későbbi csatlakozási tárgyalások idején nehéz munka elé nézhetnek.

Teljesen azonban mi sem lehetünk nyugodtak, mivel hazánkban is jelen vannak a GM vetőmaggyártó cégek, sőt korábban már engedélyt is kaptak GM cukorrépa, kukorica és repce kísérleti termesztésére. Eleinte 2003-ra jósolták a kereskedelmi forgalmazás időpontját, majd ez 2005-re tolódott. Ez jelentős előrelépés, hiszen 2004. május elsejétől már a *szigorúbb uniós direktívák* szerinti szabályozás lépett érvénybe nálunk is.

Magyarországon 1999. január elsején lépett életbe a géntechnológiai törvény (1998/XXVII.), amely igen jól sikerült szabályozást tett lehetővé, de voltak hiányosságai is. (Pl. nem biztosította az ellenőrzéshez szükséges műszereket, nem kellett jelölni a transzgén nem hordozó növényi részeket, pl. szójaolajat stb.) Ezt követően a magyar kormány aláírta a *Biológiai biztonsági jegyzőkönyvet*, amely már az elővigyázatossági megközelítést is tartalmazta. A környezetvédők ismét örülhettek, amikor az EU-direktívák bekerültek a hazai jogrendbe, és 2002. decemberétől hatályossá váltak, így szigorúbb előírások léptek életbe.

A május elsejei csatlakozástól kezdve a pénzügyi szankcionálás szigorodott hazánkban, mivel teljes egészében át kellett venni az EU-rendeleteket, módosítás nélkül. Az EU korábban leírt legújabb rendelkezései még tovább csiszolták a szabályozást, pontosították a határértékeket, és több lehetőséget adtak a tagországok számára (egyéni flóra és fauna figyelembevétel). A „Pannon régió” különleges ökológiai szisztémáiból adódóan sokan az EU-direktíva hazai körülményekhez igazítását, tehát újabb korlátozásokat javasolnak.

A génmódosított szervezeteket ezentúl *egyenként* kell engedélyeztetni, és egy-egy tagország elővigyázatosságra hivatkozva, megelőzési célból leállíthatja az importot. A jövőben a legújabb tudományos eredmények felhasználásával folyamatosan felülvizsgálják a korábban kiadott engedélyeket, csökkentve ezzel a kockázatokat. Azonban bármennyire is tevékenykednek az elemzők a veszélyek leredukálása érdekében, legjobb, ha a legkisebb kockázatot is elkerüljük, vagyis látókörünkön – és étkezőasztalunkon – kívülre helyezzük a GM élelmiszert.

HUMÁN GENOM PROGRAM

Óriási szenzációnak számított, amikor 2000-ben Washingtonban bemutatták az *ember géntérképét*. A nem kis rivalizálás mellett zajlott, mintegy tizenöt éven át tartó biológiai kutatás hat ország több ezer kutatójának gigantikus munkája volt, és per sze minden idők legköltésesebb tudományos vállalkozása is egyben. A laboratóriumokban a lineáris DNS-láncot kis darabkákra vágták fel, majd meghatározták az egyes bázisok sorrendjét a részekben belül. Ezután szuperszámítógépek segítségével egymás után rakva a nukleotidokat, összeállt a teljes géntérkép. Két kutató által kifejlesztett gyors módszer tette lehetővé ezt a munkát, e nélkül ugyanis az emberi genom sorrendjének meghatározása (a régi módszerekkel) százezer kutató százhusz évi munkáját igényelte volna. A genetikai kódot már korábban megfejtették, így a *Humán genom program* keretében a nukleotidok szekvenciájának (sorrendjének) megismerését és a gének helyzetének meghatározását tűzték ki célul a tudósok.

Az eredmény nagy jelentőségű, azonban még csak az első lépést jelenti a több évtizedes kutatómunkában. A DNS-lánc mintegy 40 százalékának szerepe ismeretlen maradt, emellett csak a gének egy részét sikerült elkülöníteni. Az egyes génsz kaszok működését sok esetben szintén homály fedí.

Némi megdöbbenést keltett, hogy a várakozásokban szereplő 100-150 ezer gén helyett eddig csak mintegy 38-40 ezret találtak, bár még számos terület feltáratlan. Minden jel szerint egy gén több funkcióért felelős egy-egy sejtben, ami bonyolítja a genetikai kutatást, sőt a génbeültetésre is árnyékot vethet.

Elmondható tehát, hogy a DNS-ben kódolt szöveg betűinek sorrendjét ismerjük, és most már „csak” az elolvasás van hátra,

amely jó esetben is eltart néhány évtizedig. Optimista várakozások szerint nincs messze az idő, amikor az *öröklött hajlamok* génebeszeti úton befolyásolhatóvá, a velünk született betegségokozó gének kikapcsolhatóvá válnak. Reményt látnak a Parkinson-kór, az Alzheimer-kór, a szívbetegségek, egyes daganatok és a cukor baj legyőzésére, bár mindezt bonyolultabbá teszi e betegségek környezeti tényezőktől való függése. A vizsgálatok szerint a melanoma (a legrosszindulatúbb bőrrák), a nyirokrák, az allergia, az asztma, a skizofrénia, a vérszegénység, a vérzékenység, a zöldhályog, egyes anyagcserezavarok, és még számos kórkép is kapcsolatban állhat bizonyos génekkel.³

A program egy új tudományágot szült, amelyet *farmakogenomikának* neveznek. Ez azt vizsgálja, milyen genetikai háttere van az egyes környezeti tényezőknél. Ismert, hogy bizonyos gyógyszerek egyeseknél beválnak, másoknál nem, sőt súlyos mellékhatások is kialakulhatnak. A délkelet-ázsiai egészséges lakosoknál például az aszpirin hatására súlyos vérszegénység lép fel. A szakemberek lehetőséget látnak abban, hogy néhány évtized múlva a gyógyszerek felírása előtt *genetikai tesztvizsgálattal* lehet felbecsülni a reakciókat, és megvalósítható lesz az *egyénre szabott gyógyszerrendelés*.

Számos rezisztenciagént is felfedeztek a közelmúltban. A HIV-fertőzésekkel szembeni ellenálló képesség is genetikai faktoroktól (receptorok működésétől) függ. Egy észak-itáliai falu lakosainál egy szívbetegségfajtaival (cardiomyopathia) szemben találtak rezisztenciagént.^{67,27,41}

A géntechnológia tehát nem egyértelműen jó vagy rossz, mivel gyógyításra és pusztításra egyaránt felhasználható. Az azonban tény, hogy bármire is használják, kockázatokat hordoz. Bizonyára az orvosi génkutatásoknak is meglesznek az áldozatai, hiszen „kockázat nélkül nincs fejlődés”. Persze mindig a kutatók feje felett lebeg a kérdés, lehet-e emberéletek árán emberéleteket menteni? A halálos betegségek területén természetesen ez a kérdés tárgyaltalan, hiszen itt újabb módszerek kifej-

lesztésére van szükség. Ilyen esetekben jelenthet forradalmat a génkutatás.

A gyógyszeripari génkutatásnak azonban lehet egyfajta *negatív előjele* is. **A legtöbb civilizációs ártalom ugyanis életmód-eredetű, és csak kisebb mértékben genetikai.** A kutatók azonban ezeket is a génszűrés eszközeivel szeretnék orvosolni, holott a tudatos *egészségvédő gondolkodás és életvitel* az esetek döntő részében sokat segítenek.

Fontos tehát, hogy a géntechnológiát ne tartsuk mindent megoldó eszköznek, egyfajta jokernek, amely fájdalommentesen helyrehozza egyéni életvitelbeli hibáinkat. Kizárólag *kiegészítő szerepe* lehet a jövőben, illetve életmentő ott, ahol az egészséges életmód nem befolyásoló tényező. Ha azonban az egészségvédő szemlélet nem lesz domináns, akkor a farmakogenomika újabb eszközt jelent ahhoz, hogy az óriásvállalatok egyre másra szabadalmaztathassák „személyre szabott” gyógyszereiket, újabb csapást mérve ezzel a környezetre és az emberre. A gyógyszerek között ugyanis még nem találtak ki egészséges formulát, pusztán olyat, amelynek mellékhatásait még nem ismerik. A jövő tehát ez esetben is fejlett technológiát, de nem túl megnyugtató megoldásokat hozhat.

Utószó

A genetikai módosítást egyesek inkább jónak, mások viszont rossznak kiáltják ki. Az eszköz milyensége azonban annak felhasználójától függ. Az utóbbi évtizedek tapasztalatai azt mutatják, hogy a forradalmian új felfedezéseket először ártó szándékkal használják fel, majd törvényileg leszabályozzák, végül lassan-lassan haszonra is fordítódnak.

A géntechnológiát fel lehet használni kórokozó vírustenyészetek létrehozására és genetikai eredetű betegségek gyógyítására egyaránt. E két véglet azonban várat magára, ugyanakkor belép a körbe egy másik tényező: a pénz. Az emberiség megjobbításának és a globális problémák megoldásának rózsaszín reményfelhőjébe burkolva gyorsan és szisztematikusan veszi kezébe a felfedezett módszert, és hihetetlen sebességgel teremt számára piacot.

A jogi szabályozás ólomlábaival nem tudja követni a genetikai fejlődés ütemét, fáziskéséssel halad az események nyomában. A környezeti és egészségi ártalmak hírére azonban megálljt parancsol, és moratóriumot hirdet, elvégre a törvényhozás nagyobb hatalom az üzleti világnál. De ez csak a látszat. A nyomás alatt recsegő-ropogó törvényhozás egyre tanácstalanabb, mivel jól tudja: akié a pénz, azé a hatalom. Feloldja tehát a moratóriumot, ugyanakkor szigorítja a szabályozást, így első látásra salomoni döntést hoz. Az engedékenység viszont veszélyeket rejt.

Ki parancsolhat ezután megálljt a terjedő idegen géneknek, és a mögöttük állóknak? A törvényhozás megpróbálta, de az ár áttörte a gátakat. Ezúttal nem maradt más, mint a vásárló. Ám mit tud a vásárló a génmódosításról? Tisztában van-e a következményekkel, vagy csak szokásszerűen, kívánságai szerint pakolja a termékeket a bevásárlókocsijába? Élelmiszereink jövőjét meghatározó kérdések ezek.

Igen, most már a fogyasztón a sor. Nincs, és nem is lehet más, aki helyette döntsön. Tájékozottságra, szilárd elvekre és következetességre van szükség.

A génmódosított élelmiszerekkel kapcsolatos optimista várakozások megdőlni látszanak, illetve egyre távolabbi jövőbe helyeződnek. Ezzel párhuzamosan a félelmek egy része igazolódik. Horizontális génátvitel, növényi és állati mutációk, szuper-gyomok és ellenálló kártevők, elszennyeződő talaj és ivóvíz, emberi egészségi kockázatok, elszegényedő déli félteke, koncentrálódó nagytőke: ezek a realista vélemények. A génmódosítás tehát ma már nem kizárólag a génekről szól. A saját jövőnk is érintő gazdaságpolitikai és etikai kulcskérdések sűrűsödnek e mikrovilágban. Kétségkívül nem a génmódosítás körüli vita jelenti a legnagyobb vizályt világunkban, azonban e kérdéskör megismerése hozzásegíthet a nagyobb összefüggések megértéséhez. Valóban vannak fontosabb dolgok, mint hogy mit eszünk, de ne feledjük a bibliai alapelvet: „Aki a kevesen hű, a sokon is hű az, és aki a kevesen hamis, a sokon is hamis az.”

Gondolkodjunk józanul az élet minden területén, így lelki érzékenységünk növekszik, és nagy esélyünk van arra, hogy ennél nagyobb horderejű összefüggések is feltárulnak előttünk. Ez a szerző kívánsága a kedves olvasó felé is.

Felhasznált irodalom

1. Ábrahám A.: *A termelési költségek döntenek a genetikailag módosított élelmiszerek körüli vitában?* Napi Gazdaság, 2000. márc. 23.
2. Anonim: *Bemutatták a géntérképet.* Népszava, 2001. febr. 13.
3. Anonim: *Egérkoponyájában emberi agysejtek.* Világgazdaság, 2001. febr. 27.
4. Anonim: *Fogyaszthatóság, génkezelés,* www.egeszsegkalauz.hu. 2002. szept. 30.
5. Anonim: *Génpiszkált áruk a hazai boltok piacain,* www.kukabuvár.u/kb21/fogyved.html.
6. Anonim: *Mikrobaelem,* www.umass.edu. Idézi: *Élet és Tudomány,* 2002. 11:323.
7. Anonim: *Részletek Rózsa Sándor kölni naplójából.* GAIA Sajtószemle, XII. évf., 1994. febr. 4., 249.
8. Anonim: *Tetőzik a brit géntechnológiai kísérleti földek elleni akció.* London Times. Idézi: *Kukabúvár,* IV. évf., 3. 1998 őszi.
9. Bánáti D. és munkatársai: *Az élelmiszer-biztonság megítélése és a magyar fogyasztók kockázattészlelése.* Környezet és Fejlődés K. (Élelmiszer-biztonsági Közlemények), Budapest, 2003.
10. Bánáti D.: *Genetikailag módosított élelmiszerek, 1. rész.* Élelmezési Ipar, LIII. évf., 2:34–36.
11. Bánhegyi Gy.: *A biotechnológia társadalmi fogadtatása az Európai Unió országaiban.* Biotechnológia. 2001. 1:7–11.
12. Biacs P.–Kardos Gy.: *Géntechnikával módosított organizmusok környezeti hatásai.* Élelmezési Ipar. 1999. 53. 1:11–14.
13. Bilkei B.: *Veszélyes játék a génekkel.* Metro, 1998. szept. 8., 8–9.
14. Borbás B.: *Nagyító alatt a géntechnológia.* Napi Gazdaság. 2002. febr. 25.
15. Boross T.-né: *A genetikailag módosított növényekből készült élelmiszerek ökológiai és társadalmi problémái, használatuk, szabályozásuk, és biológiai meghatározásuk.* BME–OMIKK–Biotechnológia, 2001, 11:13–21.

16. Boross T.-né: *A géntechnika és a kémia szerepe a jelen és a jövő védelmében*. BME–OMIKK–Biotechnológia, 2002, 4:11–15.
17. Boross T.-né: *Gyógyszerek és szájon át szedhető oltóanyagok termelése géntechnológiai úton módosított növényekben*. Agrár- és Élelmiszer-gazdaság, OMIKK-Biotechnológia. 2001.5:33–40.
18. Bősze Zs.–Bodrogi L.: *Biotechnológia 2003 konferencia*, Biotechnológia, 2003. május
19. Burke, D.: *Vita a génmódosított élelmiszerekről*. British Medical Journal, magyar kiadás, 1998/4.
20. Burrows, B.: *Tudósok felelőtlenséggel vádolják az Egyesült Államok hivatalát* (fordítás). GAIA sajtószemle, 14. évf., 288. 1996. jan. 26.
21. Dr. Czeizel E.: *Az emberi öröklődés*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1983, 434–443., 471.
22. Darvas B. és munkatársai: *A genetikailag módosított élő szervezetek kibocsátásának környezeti kockázatai*. Fenntartható Fejlődés Bizottság, Budapest, 1997.
23. De Lange, W. és munkatársai: *Roundup: Az ember és a környezet egészségének kockázata*. Greenpeace-jelentés, ISAAA.
24. Dömölki L.: *A magyar fogyasztó élelmiszer-biztonsági ismeretei*. Élelmzési Ipar, 2002, 56., 11:345–346.
25. Elliott, I.: *Biotechnology experts to discuss GMO use with EU farm ministers*. Feedstuffs, 2002. szept.
26. Elmore, R. W. és munkatársai: *Glyphosate-resistant soybean cultivar yield compared with sisterliners*. Agronomy Journal, 2001, 93., 408–412.
27. Falus A.: *Génjeink: sors vagy valószínűség – „Az összejtig vagyok minden őst”*, www.mindentudasegyetem/falus.html
28. Gitt, W.: *Logosz vagy káosz*. Primo Kiadó, Budapest, 1985, 79–98.
29. Greenpeace: *Titokban tartott tanulmány*. Népszabadság, 2003. júl. 3.
30. Grimm B.: *Génmanipulált paradicsom*. Magyar Nemzet, 2001. nov. 29.
31. H. M.: *A zöldek szigorú géntörvényt sürgetnek*. Népszabadság, 2002. dec. 3.
32. Hargitai M.–Ötvös Z.: *Biotechnikai sikerek*. Népszabadság, 2001. nov. 26.
33. Hidvégi M. és munkatársai: *Genetikailag módosított növények – új perspektíva az élelmiszer-tudományban*. Élelmzési Ipar, LII. évf., 7:204–207.
34. Jayaramana, K. S.: *India set to end gene robbery*. Nature, 370 (6491), 587., 1994. aug. 25. Idézi: GAIA Sajtószemle, 13. évf., 275. sz., 1995. febr. 24.
35. K., Pelli–M., Lilly: *Genetikai módosítás és táplálék*. VTT Biotechnology, 2002.
36. K. F.: *Génkorszak*. Ideál Reforméletmód Magazin, 2002. nov. 30.
37. King, C. és munkatársai: *Plant growth and nitrogen activity of glyphosate-tolerant soybeans in response to foliar application*. Agronomy Journal, 2001, 93., 179–186.
38. Kiss J.: *Az Európai Unió és az Amerikai Egyesült Államok kereskedelmi vitái*. Külgazdaság, 2002. 46., 2:47–68.
39. Kovács E.: *Biotechnológiában látják a jövőt*. Napló. 2002. ápr. 5.
40. Kvassinger K.: *Növekvő hazai biotechnológiai cégek*. Világgazdaság, 2001. szept. 17.
41. Lindner A.: *A géntérkép és következményei*. Természetes egészség, HVG, idézi: www.medcourier.hu
42. M. T.: *Génkezelési határok*. Heti Válasz, 2003. jún. 6.
43. M. V.: *Fémevő kelbimbók: egy új vaskor hajnala?* Kukabúvár, IV. évf. 3., 1998. ősz.
44. M. V.: *Hírek a genetikai manipulációról*. Kukabúvár, IV. évf., 3., 1998. ősz.
45. M. V.: *Sajtószemle*. GAIA Sajtószemle, 12. évf., 270. sz., 1994. dec. 2.
46. Mark L.: *A genetika története*. Nők Lapja, 2000, 32. 45.
47. Matolay R.–Szirmai S. Sp.: *Veszélyes mesterséges táplálékok – Mit eszünk?* Figyelő, 2001. márc. 2.
48. Micsinai A.–Szigeti T.: *A genetikailag módosított élelmiszerek élelmiszer-biztonsági megítélése*. Előadás a XXXV. Nagykőrösi Konzervipari Napok tudományos tanácskozáson, 2003. máj. 12–13.

49. Móra V.: *Génpancsolás*. www.kukabuvar.hu/kb17/kbm17_12.html
50. Novák I.: *A szója és a csontok*. *Obtetrics and Gynecology*, 97., 109–115.
51. Dr. Obál F.: *Az emberi test 2*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1986, 659–677., 683., 734., 989–1006.
52. Omenn, G. S.: *Reducing risks from environmental through biotechnology*. Environmental Biotechnology Plenum Press, New York, 1985.
53. Ötvös Z.: *Klónok*. Népszabadság, 2004. febr. 13.
54. Dr. Pálfi Á.: *Új, sajtminőséget javító savanyító tenyészetek*. *Biotechnológia, Agrár- és Élelmiszer-gazdaság, OMIKK–Biotechnológia*, 2001, 5:9–19.
55. Pusztai Á.–Bardócz Zs.: *A genetikailag módosított élelmiszerek biztonsága*. TTFK Kölcsey Intézete, 2004.
56. Raghavan, Ch.: *Biopiracy reaches new heights*. *Third World Resurgence*, No. 63., 12.
57. Stuber Gy.: *Génmanipuláció és genetikai környezetszennyeződés*, www.zpok.hu/fogyved/ujabbgen/mun_1.html
58. Szabó M.: *A genetikailag módosított organizmusokra vonatkozó európai uniós és hazai jogi szabályozások változásai*. *Élelmezési Ipar*, 2001, 55., 12:357–363.
59. Szabó S. A.: *Genetikailag módosított élelmiszerek*. *Magyar Nemzet*, 1999. júl. 20.
60. Dr. Százados I.: *A szója*. *Babapatika*, VII. évf., 6:34–36.
61. T. T.: *Vita a génmódosított élelmiszersegélyről*. *NOL*, 2002. okt.
62. Tarczy N.: *Genetikailag módosított élelmiszerek a mezőgazdaságban – környezeti kockázatok*. BME–OMIKK, Budapest, 2003.
63. Thompson, J.: *A génkutatók közel járnak az ember hibernálásához*. *The Independent*, London, 2000, idézi: www.pro-patiente.hu/pp/nyt/0012-2/07.html
64. Tóth G.: *A néma járvány: csontritkulás*. BIK Kiadó, Budapest, 2001.
65. Vandona S.: *Életformák szabadalmazása: Istent játszani?* *Third World Resurgence*, No. 57., p. 4., idézi: www.zpok.hu/fogyved/genpizsk/mun_4.html
66. Vass I.: *Úttörő szerep a növényi biotechnológia hazai elterjesztésében*. *Magyar Tudomány*, 2001, 9:1086–1090.
67. Venetianer P.: *A DNS szép új világa*. Kultúrtrade Kiadó Kft., Budapest, 1998, 21–330.
68. Venetianer P.: *A génsébeszet két háborúja*. *Magyar Tudomány*, 2000, 5:329–341.
69. Virághalmi S.: *Nem tudjuk, mit eszünk*. *Magyar Nemzet*, 2002. máj. 18.
70. Wiener Z.: *A klónozás orvosi vonatkozásai, II. rész*. *Magyar Orvos*, IX. évf., 5., 2001. máj.
71. Zemlényi Z.: *Génmanipulált élelmiszerek: veszélyek és kérdőjelek*. www.internetto.hu/rovat/most/cikk.php?id=19334

Könyvajánló

■ Tóth Gábor: *A néma járvány: csontritkulás*

Pilis-Vet Kiadó, Pilisvörösvár, 2004

Az elmúlt években a csontritkulás elterjedése drámai méreteket öltött a fejlett és fejlődő országokban. A betegség kezelésének költségei hazánkban megközelítik a 15 milliárd forintot évente. A csontritkulás bizonyos mértékig természetes folyamat, a jelenleg tapasztalható nagymértékű előfordulás azonban nem magyarázható önmagában a genetikával vagy az öregedéssel. Az újabb eredmények szerint egyéni életvitelünk jelentős mértékben befolyásolja a csontanyagcserét. E kiadvány – egyebek mellett – a következő kérdésekre is választ keres:

- *Mi a csontritkulás oka férfiak és nők esetében? Visszafordítható-e a folyamat?*
- *Miért erősebb az egyszerűbb népek csontozata?*
- *Hogyan hatnak táplálkozási szokásaink a csontozat erősségére?*
- *Segít-e a tej vagy a sajt fogyasztása?*
- *Milyen a „csontvédő” étrend?*
- *Milyen hatása van a stressznek?*
- *Hogyan „gyógyít” a mozgás és a napfény?*

A kérdések megválaszolása mellett a könyv táplálkozási tanácsokat ad a kalcium- és a beépülést segítő egyéb hasznos étrendi komponensek forrásaira nézve. A csontritkulás megelőzése és a folyamat visszaszorítása érdekében mi magunk tehetünk a legtöbbet. Az egyes fejezetekben leírt eredmények, tapasztalatok és javaslatok ezt a szemléletmódot szeretnék elmélyíteni az olvasóban.

Megrendelhető a 06-20/381-1844-es telefonszámon, vagy a melitta@freemail.hu címen.

■ Tóth Gábor: *Allergia- és Candida-kalauz*

Pilis-Vet Kiadó, Pilisvörösvár, 2004

Az utóbbi években jelentősen megnövekedett az allergiák és a gombás eredetű betegségek száma hazánkban. Az allergiás kórképek hátterében a szakemberek sokszor genetikai okokat gyanítanak, azonban az újabb kutatások az életvitel kulcsfontosságú szerepére is rámutattak.

- *Milyen életmódbeli és táplálkozási okok állhatnak egyes légzőszervi allergiák (szénanátha, allergiás asztma, pollenallergia stb.) mögött?*
- *Miért vált világbetegséggé a pollenallergia?*
- *Hogyan befolyásolja az étrend az ételallergiák kialakulásának esélyét?*
- *Mit tehetünk a javulásunk érdekében?*

E kérdések megválaszolása mellett hangsúlyt kapnak a megelőző és terápiás étrend kialakításának legfontosabb szempontjai, a kismama és a csecsemő táplálkozásának alapelvei is.

Az allergia kérdésköréhez szervesen kapcsolódik a candidiasis témája. A második részben a szisztémás gombás betegségek okainak leírása mellett a következő kérdésekre keressük a választ:

- *Miért terjednek hatalmas sebességgel korunkban a gombás betegségek?*
- *Hogyan előzhető meg és hogyan kezelhető hatékonyan a candidiasis?*
- *Milyen étrend javasolható a betegeknek?*
- *Várható-e hosszú távú gyógyulás a candidiasisból?*

A könyv két olyan témáról nyújt keresztmetszetet, amelyek potenciálisan igen sok embert fenyegetnek hazánkban. Ez ad aktualitást a közérthető ismeretanyagot felvonultató kiadványnak.

Megrendelhető a 06-20/381-1844-es telefonszámon, vagy a melitta@freemail.hu címen.

■ Tóth Gábor: *Az E-számokról őszintén*

Élelmiszereink árnyoldalai

Pilis-Vet Kiadó, Pilisvörösvár, 2004

Világunk sokat változott az elmúlt évtizedekben, és ez az élelmiszeriparra is hatással volt. A termékkínálat bővülésével párhuzamosan megjelentek a fogyasztó befolyásolásának különböző eszközei is. A hangzatos ideológiák mögött számtalan ellentmondás feszül, és az egyre kiszolgáltatottabb vásárlónak alig van ismerete arról, valójában mi is kerül az asztalára.

A táplálkozástudomány területén belül talán a legszövevényesebb kérdéskört az élelmiszer-adalékanyagok, más néven „E-számok” jelentik. Valós és valótlan információk keverednek a tömegkommunikációban, és csak kevesen tudnak biztosat. Az egészségét megőrizni vágyó fogyasztó – félve az esetleges ártalmaktól – gyakran vással nézi a termékek címkéjét, mások fölösleges „pánikkeltésnek” érzik a negatívumok „felfújását”. Egy azonban tény: az E-számok egyre inkább az általános érdeklődés középpontjába kerültek.

- *Megismerhetjük-e valaha is a gyártási folyamatok kulisszatitkait?*
- *Megbízhatóak-e az E-számokkal kapcsolatos tudományos eredmények?*
- *Lehetnek-e egészségkárosító hatásai az adalékanyagoknak?*
- *Milyen hatása lehet a tartósítószereknek, mesterséges színezékeknek és aromáknak a csecsemők és kisgyermekes szervezetekben?*
- *Mit várhatunk a jövőben e téren?*

Többek között ezekre a kérdésekre keres választ kiadványunk, szemléletformáló jelleggel, ugyanakkor tudományos megalapozottsággal, rámutatva a fő tendenciák irányára és az egyedi jelenségek mozgatórugóira.

Megrendelhető a 06-20/381-1844-es telefonszámon, vagy a melitta@freemail.hu címen.

■ Reisinger Orsolya: *Mérlegen a vegetarizmus*

Útmutató kismamáknak és kisgyermekes családoknak

BIK, Budapest, 2003

Tévhit, ellenérzés, megmosolygás - mindenféle vizsgálódás nélkül - jellemzi még ma is a vegetáriánus táplálkozással kapcsolatos általános vélekedést. Másrészt azt is tapasztalhatjuk, hogy szinte divattá válik a salátaevés, a zöldség- és gyümölcsfogyasztás, általában fogyókúrás céllal. Ezért természetes, hogy felvetődik a kérdés: vajon létezik-e kiegyensúlyozott, kellően változatos étrend, amely húsmentes, és döntő többségében növényi alapanyagú?

Mérlegen a vegetarizmus. Különösen azért, mert kérdéseinkre az egyébként is fokozott figyelmet igénylő, megnövekedett tápanyag-szükségletű vegetáriánus kismamák és kisgyermekes érdeklődésben kerestünk a válaszokat ebben a könyvben.

.....

■ Nagy Zsuzsa: *„Legyen néktek eledelül”*

Adalékanyag-mentes, 100%-ban növényi eredetű étrend

Oltaom Alapítvány, Budapest, 2003

Megjelent a *„Legyen néktek eledelül”* vegán szakácskönyvsorozat első két része:

- *Reggeli gyümölcsös gabonaételek*
- *Pástétomok*

A részenként 40-45 receptet, 16 színes ételfotót, és számtalan hasznos információt tartalmazó sorozatot azok figyelmébe ajánljuk, akik szeretnének meggyógyulni a civilizációs megbetegedésekből a teljes tápértékű vegán konyha segítségével.

A recepteket sikerrel alkalmazhatják a tej- és tojásallergiás, vagy lisztérzékeny betegek is.

Megrendelhető 790 Ft+postaköltség áron a következő címen: *„Legyen néktek eledelül”*, 1601 Budapest, Pf. 94.

- Aileen Ludington MD, Hans Diehl DrHSc, MPH:
Életmód-változtatás hétről hétre
BIK, Budapest, 2001
- Kiss Balázs: *Reformkonyha*
Vegetáriánus és vegán ételreceptek
BIK, Budapest, 2001
- Balázs Katalin–Kiss Balázs: *A Biblia a helyes táplálkozásról*
Lakto-ovo vegetáriánus recepteskönyv,
több mint 400 recepttel
BIK, Budapest, 2001
- Dr. Neil Nedley: *Döntő bizonyíték*
Shelley Holding Budapest, 2001
- Ellen G. White: *Étrendi és táplálkozási tanácsok*
Advent Kiadó, Budapest, 2000
- J. D. Pamplona Roger: *Új életforma*
Könyv az egészséges táplálkozáshoz
Advent Kiadó, Budapest, 2001
- Vernon W. Foster: *Új kezdet*
BIK, Budapest, 1993
- Csalmi Lászlóné–Csalmi László: *NEWSTART-konyha*
Receptek kizárólag növényi alapanyagok felhasználásával
Budapest, 2001
- Monostori Mária: *Főzzünk egészségesen, finomat!*
Vegetáriánus ételreceptek
Monostori Mária, Szekszárd, 2003
- Benkő Noémi: *No Drog*
BIK, Budapest, 2003
- Reisinger János: *A Biblia a gyógyításról*
BIK, Budapest, 2004
- Reisinger János: *A Biblia az ökológiai válságról*
BIK, Budapest, 2004
- Vankó Zsuzsa: *A boldogság törvénye*
Bibliai etika és antropológia
Spalding Alapítvány, Budapest, 2003

- Ellen G. White: *A nagy Orvos lábnyomán*
Advent Kiadó, Budapest, 1998
- Ellen G. White: *Gyermeknevelés*
BIK, Budapest, 1998
- Matus István–Reisinger János: *Legyőzhető-e a depresszió?*
BIK, Budapest, 2002
- Vankó Zsuzsa–Reisinger János:
Bevezetés a Biblia tanulmányozásához
BIK, 1997
- Ellen G. White: *Jézus élete*
BIK, Budapest, 2004
- Ellen G. White: *Krisztushoz vezető lépések*
BIK, Budapest, 2002
- Ellen G. White: *Korszakok nyomában*
BIK, Budapest, 2000

A könyvek megvásárolhatók illetve megrendelhetők:

BIK Könyvkiadó

1121 Budapest, Remete út 16/A

Hétfőtől csütörtökig: 9–16.30, pénteken: 9–12 óráig

Tel.: 06-1/391-0181, fax: 06-1/391-0182

Honlap: www.bibliakiado.hu, www.bibbialap.hu

E-mail: bikkiado@freemail.hu

A borítót tervezte és a nyomdai előkészítő
munkálatokat kivitelezte a Sau.Fair Bt.

Az egészséges életmóddal és táplálkozással foglalkozó
könyvek, folyóiratok, reklámok
előkészítési munkálataiból 10% kedvezményt adunk.

Sau.Fair Bt. ■ Mobil: 06-70-262-1343 ■ E-mail: saufair.bt@chello.hu

■ Internet: saufair.hq.hu ■ saufair.uw.hu

Kazettaajánló

A szerző és kollégái országszerte tartanak egészségvédelmi sorozatokat, amelyeken hangfelvételek is készülnek. Ezek a kazeták megrendelhetők külön-külön és a teljes sorozatok is. Jelenleg 280 Ft/db (+postaköltség) áron kaphatók.

Az egészségügyi témájú kazettasorozat az alapelvektől elindulva átfogja a korszerű, egészséges életvitel különböző speciális területeit. A sorozatban a tápcsatorna felépítésének tanulmányozásától kezdve bepillantást nyerhetünk a népbetegségek okozati összefüggéseibe, és az egészségtudatos szemléletmód erősítésével segíti a betegségmegelőző életvitel elsajátítását.

A kazettákon hallható ismeretanyag a tudományos ismeretterjesztő jelleg mellett számos „kulisszatitkot” is magában foglal, így lehetőség nyílik egy-egy témakör komolyabb elmélyítésére és egyéni továbbgondolására. A gyakorlati tudnivalók pedig az elméleti ismeretek felhasználását hivatottak szolgálni mindennapi életünkben.

■ *LH egészségügyi sorozat Tóth Gábor előadásában*

Az egészség védelme egyre aktuálisabb kérdés napjainkban.

- *Hogyan működik a szervezetünk, és melyek a civilizációs betegségek legfőbb okai?*
- *Hogyan javítható az életminőség?*
- *Hogyan igazodhatunk el a különböző egészségügyi irányzatok útvesztőjében?*

Többek között ezekre a kérdésekre ad választ a sorozat.

1. Az egészségügyi reform aktualitása életünkben
2. Az emésztőrendszer
3. Szív- és érrendszeri megbetegedések

4. Az elhízás következményei
5. Miért népbetegség a csontritkulás?
6. A stressz hatásai
7. A helyes életmód alapelvei
8. Az ételmiszer-adalékok hatásai
9. A génmódosított növények hatásai
10. Az állatbetegségek kihatásai
11. A vegán táplálkozás alapelvei
12. Az egészségvédő táplálkozás alapelvei
13. Függőség gyermek- és felnőttkorban
14. A mozgás fontossága életünkben
15. Az ételmiszeripar, és ami mögötte van
16. A táplálkozás és a rákbetegség
17. A levegő gyógyereje
18. A napfény és a víz hatása
19. A mértékletesség és a pihenés
20. Bizalom Istenben
21. Candida, a rejtőzködő betegség
22. A Szentírás egészségszemlélete
23. Ételallergiák
25. Az ember: a mindennapi csoda
26. A vegetáriánus életmód
27. Cukorbetegség
28. Hiánybetegségek
29. Légzőszervi allergiák
30. A csokoládé hatása az emberi szervezetre

■ *Betegségek és gyógy módok*

1. Korunk csapdái
2. Az immunrendszer
3. A rákbetegséget megelőző táplálékok
4. Az egészséges bélflóra fontossága

5. A szójatej: igaz-e, amit róla mondanak?
6. A béltisztítás I.
7. A béltisztítás II.
8. Mozgásszervi problémák
9. Egészséges gondolkodás
10. Hormonok.
Májtisztítás
11. Helyes életvitel a hétköznapokban
12. Nyugalom és idegrendszer
13. Lelki élet és egészség, istentisztelet
14. A mozgás áldásai
15. A depresszió legyőz, vagy legyőzzük?
16. A testedzés szabályai
17. Hogyan oldjuk meg konfliktusainkat?
18. Hogyan kezeljük a stresszhelyzeteket életünkben?
19. A sportolás biokémiai alapjai és a sporttáplálkozás
20. Bizodalmad legyen az Úrban
21. A helyes testtartás
22. A rossz szokások megváltoztatása
23. „Akarsz-e meggyógyulni?”
24. A Biblia egészségzemplélete

■ AR sorozat – *Mit kell tudni...*

1. ...a lelkiismeretről?
2. ...az indulatosság legyőzéséről?
3. ...a végső életcélokról?
4. Legyőzhető-e a depresszió?

- *Mi a lelkiismeret, és van-e mindenkinek?*
- *Mit tehetünk az indulatosságunk legyőzése érdekében?*
- *Milyen életcéljai lehetnek a ma rohanó emberének?*
- *Korunk népbetegsége: a depresszió*

■ FP sorozat – *Hol a határ...*

1. ...az alkalmazkodás és a megalkuvás között?
2. ...a segítő bírálat és a vádolás között?
3. ...a jogos harag és az indulatosság között?
4. ...a figyelmesség és a reménytelenség között?
5. ...a józanság és a döntésképtelenség között?
6. ...a megfontoltság és a döntésképtelenség között?
7. ...az őszinteség és a hamisság között?
8. ...a tartózkodás és a befogadás között?
9. ...a segíteni akarás és az ártás között?
10. ...a szép és a rút között?
11. ...az élelmesség és az ügyeskedés között?
12. ...a munkálkodás és a túlterheltség között?
13. ...a hit és a vakbuzgóság között?
14. ...a hála és a hálátlanság között?
15. ...a tisztelet és a tiszteletlenség között?
16. ...a szeretet és a szeretetlenség között?
17. ...a felelősségérzet és az aggodalmaskodás között?
18. ...az Isten iránti engedelmesség
és az emberek iránti engedelmesség között?

■ ES sorozat – *A szeretet himnusza*

1. Szeretet – amit a világ nem támogat
2. A szeretet „hosszútűró, jóságos”
3. Szeretet és szerelem
4. A szeretet az örökkévalóságban

■ BE sorozat – *Jézus élete*

A sorozat Jézus Krisztus életét, földi küldetését tekinti át, életének

legjellegzetesebb eseményein keresztül, irodalmi, zenei és képzőművészeti alkotások segítségével.

1. Messiási jövendölések
2. Jézus születéstörténete
3. A pusztai megkísértés
4. Nikodémus
5. A samáriai asszony
6. A Hegyi beszéd (boldogmondások)
7. Válság Galileában
8. A tékozló fiú példázata
9. Júdás
10. Getsemáne
11. Jézus halála
12. A feltámadás

■ EK sorozat – *A Tízparancsolatról*

A jelenlegi legrészletesebb magyarázat e témában, amely bemutatja, hogy Jézus Krisztus – mint igazi emberi példakép – hogyan töltötte be a törvényt. A társművészetek ismeretével is gazdagodhatunk a sorozat által.

1. A gondolkodás törvénye – I. parancsolat
2. A választás törvénye – II. parancsolat
3. A beszéd törvénye – III. parancsolat
4. A cselekvés törvénye – IV. parancsolat
5. A család védelme – V. parancsolat
6. A másik ember védelme – VI. parancsolat
7. Egy kivételes társ védelme – VII. parancsolat
8. A tulajdon védelme – VIII. parancsolat
9. A hírnév védelme – IX. parancsolat
10. Védelem a kívánságok ellen – X. parancsolat

■ EL sorozat – *A Miatyánk*

1. „Szenteltessék meg a Te neved!”
2. „Jöjjön el a Te országod!”
3. „Legyen meg a Te akaratod!”
4. „A mi mindennapi kenyerünket add meg nekünk!”
5. „Bocsásd meg a mi vétkeinket!”
6. „...és ne vígy minket a kísértésbe!”
7. „Mert Tiéd az ország és a hatalom...”

■ BC sorozat – *Rövid ószövetségi sorozat*

A sorozat az Ószövetség világába ad bepillantást, a legjellegzetesebb bibliai történeteken és személyeken keresztül.

1. A teremtés
2. A paradicsomi megkísértés
3. Kain és Ábel
4. Jákób
5. József
6. Mózes és a kivonulás
7. A Tízparancsolat
8. Dávid király
9. Jónás könyve
10. Jeremiás könyve
11. Dániel könyve
12. Eszter könyve

■ FM sorozat – *Gyermeknevelés*

1. A gyermeknevelés felelőssége, jelentősége ma, különleges korunkban

2. Az önfegyelemre nevelés mint minden nevelés alfája
3. A gátlásosság, zárkózottság, szorongás és egyéb káros jelenségek kezelése, gyógyítása a gyermekek életében
4. A szülők házassága, egymáshoz való viszonya mint minta a gyermek számára. A gyermekek felkészítése az egészséges, boldog házasságra
5. Gyermekünk lelki, szellemi, hitbeli fejlődésének figyelemmel kísérése és elősegítése

■ HL sorozat – *A gyermeknevelés*

1. A gyermeknevelés feladata
2. Testi, lelki és jellembeli nevelés
3. Kíváncsi és ártalmatlan szülői tulajdonságok
4. Rokonok, barátok, az iskola befolyása
5. Becsületességre nevelés
6. Nevelés tiszteltetésre és szolgálatkészségre
7. Az egészséges életmódra nevelés fontossága
8. A tanulás és a munka szeretetére való nevelés
9. Istenkeresésre készítés, és hitre nevelés
10. Felkészítés az élet küzdelmeire
11. A szenvedélybetegségek megelőzéséről

A kazetták megrendelhetők
a 06/20/381-1844-es telefonszámon,
a bibliaora@freemail.hu e-mail címen,
és a 06/30/364-0428-as telefonszámon

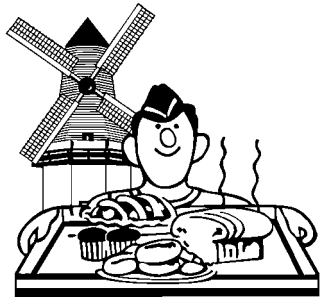
polz
A természet hamisítatlan íze...

Biotermékeink vitamin- és enzimtartalmában olyan hatóanyagok szerepelnek, melyek elengedhetetlenül szükségesek a fejlődéshez és az egészséges életvitelhez. A kíméletes eljárás során nem veszítenek zamatos, teli ízükből. Termékeink sikere a kezdetek óta, a magas színvonalú, német minőségnek köszönhető, amely folyamatos ellenőrzés révén az igényesebb elvárásnak is megfelel.

1l, 0.5l és 0.2l kiszerelésben

TARTÓSÍTÓSZERT, HOZZÁADOTT CUKROT NEM TARTALMAZI!
ELLENŐRIZTE: DE-003-ÖKO-KONTROLLSTELLE
HU-ÖKO-01 BIKONTROLL HUNGÁRIA KFT.

Importálja és forgalmazza: Vámped.Marker Kft., 1116 Budapest, Mesterházi u. 6-8.
Telefon: 1/ 203-6140, fax: 1/ 371-1895, e-mail: vamped@vamped.hu, internet: www.polz.hu



Piszkei Öko Élelmiszergyártó és Kereskedelmi Kft.

2541 Lábatlan, Rákóczi F. u. 182.
Tel.: 33/507-670
Tel./fax: 33/461-064
e-mail: info@piszkeioko.hu
web: www.piszkeioko.hu

- A **Piszkei Öko Kft.** a 10. számú főút mellett, a Gerecse lábánál, a Duna közelében található. Pékségünk 1996-ban kezdte el a *teljes őrlésű biogabonából készült kenyerek és sütemények* készítését, csaknem egészében felváltva ezzel a fehér pékárukat.
- Pékműhelyünkben az országban fellelhető legjobb minőségű, a Biokontroll Hungária Kht. által szigorúan ellenőrzött, *vegyszermentes gabonákat, gyümölcsöket és alapanyagokat* használjuk fel, amelyek *igazoltan GMO-mentesek*.
- *Saját malmunkban*, közvetlenül sütés előtt őröljük a gabonát, így az *maradéktaalanul megőrzi* a benne lévő vitaminokat, ásványi sókat, nyomelemeket. Termékeink a *gabonaszem egészét tartalmazzák*, megtalálható bennük a liszttest, a hántrész és a csíra.
- Kenyereinket az ősi kovászos technológiával, *állományjavító adalékok nélkül* készítjük, tengeri sóval ízesítjük, lenmaggal, szezám-maggal, napraforgómaggal és tökmaggal dúsítjuk.
- Süteményeink *tojás és tej nélkül* készülnek, *tönkölybúzalisztből*. Édesítőként mézet, gyümölcscukrot és gyümölcscsalványokat használunk, így süteményeinket bizonyos mértékig *cukorbeteg is fogyaszthatják*. Töltelékként mákot, diót, zöldséget, gyümölcsöt és lekvárt teszünk az édességekbe.
- Péktermékeinket azoknak ajánljuk, akik változtatni szeretnének táplálkozási szokásaikon, életmódjukon, és az *egészséges életet* akarják választani. Kenyereink és süteményeink megvásárolhatók bioboltokban, naturaboltokban, Herbáriákban, ökopiacokon – Budapesten és vidéken egyaránt.

Fontos az egészsége?
Kevés az ideje?
A HerbaHázban mindent megtalál!



Több, mint 10000 termék:

- gyógyhatású készítmények
- gyógynövények, gyógyteák
- gyógy- és natúrkozmetikumok
- bio- és reformélelmiszerek
- speciális készítmények

vegetáriánusoknak, fogyókúrázóknak,
cukorbetegeknek, glutén- és laktózérzékenyeknek

HerbaHáz Természetesen
egy helyen!

Bio- és gyógytermék szakáruház

Nyitva tartás: Hétfőtől péntekig: 7-18 óráig, Szombat: 9-13 óráig
Cím: Budapest, VIII. kerület, Szécsányi út 18. (a Népszabadságnál)
Tel: 1/210-57-14

N és N Sváb Sütőipari, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

Sváb Pékség

2080 Pilisjászfalu, Tinnye u. 1.

Tel.: 26/575-330, fax: 26/575-331

Őrizzük meg együtt egészségét!

Ha fontos Önnek szervezete egészséges megújulása, fogyassza **ATA** termékeinket, amelyek a világ első számú ősgabonájából készülnek.

Az **ATA** márkanéven forgalmazott péktermékek kizárólag hazai tönkölyből, szigorúan ellenőrzött hazai alapanyagokból, hagyományos receptek alapján készülnek. Nem tartalmaznak egészségre káros összetevőket, mesterséges adalékokat, és nagyon ízletesek.

Süteményeinknél alkalmazott természetes adalékok: hozzáadott cukortól mentes valódi szilvalekvár, pálmazsír, gyümölcscukor.

Az ATA tönkölybúza értékei:

- ősi, génmanipuláció-mentes alapanyag, amelyről több ezer éves írásos emlékek tanúskodnak,
- kiemelkedő fehérje-, vitamin- és ásványianyag-tartalom,
- sugárrezisztencia,
- vegyszerek alkalmazása nélkül természetes,
- igénytelen, szárazságtűrő.

Az **ATA** termékek megvásárolhatók Budapesten és környékén közel 60 bio- és reformüzletben, továbbá a Sváb Pékség mintaboltjaiban. Az országos bolthálózat kiépítése jelenleg folyik.

Mintaboltjaink:

2080 Pilisjászfalu, Tinnye u. 1. (központ) ▪ Tel.: 26/575-330

2085 Pilisvörösvár, Puskin u. 11. ▪ Tel.: 26/331-442

2510 Dorog, Béla király u. 2. ▪ Tel.: 33/443-063

2500 Esztergom, Hősök tere 7. ▪ Tel.: 33/400-065

1106 Budapest, Fehér u. 1. fsz. 1. (Kenyérsziget) ▪ Tel.: 26/575-330

Várjuk kérdéseit a fenti telefonszámokon!

Értesítjük kedves vásárlóinkat, hogy 2004 elejétől megkezdtük **liszt-érzékeny és cukorbeteg embertársaink számára a gluténmentes és szénhidrátszegény** pékáruk gyártását.

Jó egészséget kíván a Sváb Pékség!