

Tóth Gábor:



Génhaború

A genetikailag módosított élelmiszerek kockázatai

Pilis-Vet Könyvkiadó, 2006

Ára: 1000 Ft

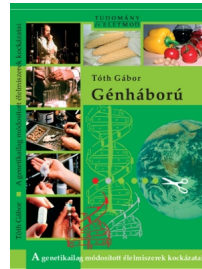
A genetikai módosítással kapcsolatban egyre több kétely merül fel orvosban, közgazdászban, természetvédőben, gazdálkodóban és fogyasztóban egyaránt. A korábban riogatásnak tartott borúlátó vélekedések igazolódni látszanak a jelenben, és árnyékot vetnek a jövőre.

A géntechnológia legkritikusabb területét a genetikailag módosított élelmiszerek jelentik. Egyes orvosok és biológusok humán-egészségügyi és ökológiai katasztrófától tartanak, míg a politikusok és a közgazdászok egy része a társadalmi egyenlőtlenségek fokozódását, a hatalom és tőke még teljesebb koncentrálódását jósolja a „GM” élelmiszerek elterjedésével párhuzamosan. Valósak-e az aggodalmak?

A géntechnológia témakörének érdekes és tanulságos gazdaságpolitikai vonatkozásai is vannak. A hatalmi harcok, érdekellentétek, diplomáciai ügyeskedések és tudományos köntösbe bújtatott vonzó ideológiák ezt a területet sem kerülhették el. De óvatosságra intik-e az Európai Unió szakembereit a vészjósló híradások? Jelen vannak-e Magyarországon is a génmódosított élelmiszerek, és mi várható a jövőben?

A „génháború” kimenetelét nem a hatalom vagy a pénz, hanem a fogyasztó döntheti el. Érdekli-e a hétköznapi embert a génmódosítás? Él-e a szabad termékválasztás lehetőségével a vásárló, vagy továbbra is szokásszerűen teszi kosarába az élelmiszereket? Az egészségünket és a környezetünket meghatározó kérdésekről van szó, ezért is íródott ez a könyv.

Megrendelhető a 06-20/772-2220-es telefonszámon,



vagy a pilisvet@gmail.com címen.

Részletek a könyvből:

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 teljesezése helyett azonban napjainkban a környezeti katasztrófák árnya vetül az emberiségre. Az elszennyeződő talaj és élővíz, valamint az emberek egészségkárosodása intő jelként szolgálhatnak az ember meggondolatlan cselekedeteit illetően.

A tudományos világ azonban nem tanult a múltból. Az egyik kezével okozott kárt a másik kezével próbálja orvosolni, miközben 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 nem kívánatos mutációkat eredményezhet. A klorofluoro-carbon vegyületek (hűtőipari, aeroszolos) sztratoszférikus 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 peszticid használat miatt elszennyeződő felszíni- és talajvíz, valamint a környezetre szabadított mintegy négy millió szintetikus vegyület alig felmérhető károkat okozott az élővilágban.

Az emberi találékonyság ugyanakkor ismét nem maradt alul. Újabb, és minden eddiginél merészebb vállalkozásba kezdett annak érdekében, hogy múltbéli hibáit jóvátegye. Olyan felfedezésre jutott, amely visszaadta a tudásnak a reményteli várakozás, az élő kíváncsiság és alkotó türelmetlenség örömét. E forradalmian új és minden várakozást felülmúló lehetőség neve: géntechnológia.

.....

A tudomány emeli a tétet

„Kockázat nélkül nincs fejlődés”

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 résztvevő 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 megoszlás támadt. 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 kereszttüzeiben 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 üzenetértékkel szolgáltak arra, hogy a kockázatnak súlyos 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 „bűnesetet” (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 kemizáció – 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 ha igen, hol a józan és etikus határa a kockázatvállalásnak. Nem járt messze a valóságtól Ulrich Beck, a neves müncheni szociológus, aki a következőket mondta: „A világból egy nagy laboratórium lesz, egy óriási emberiség-kísérlet, amelyben mindenki részt vesz, de senki sem felelős. A magas fejlettségű kockázat-társadalomban egy kutató sem lesz felelős a következményekért, ha az államilag előírt biztonsági rendelkezéseket betartotta. A kockázat „társadalmásítva” lesz. Mint valami varázslattal, az állam az összes káros anyagot, mérget, radioaktivitást határérték-határozatokkal eltünteti.”

Az idézett gondolatok napjainkban szó szerint teljesednek, és csak remélhetjük, hogy vannak és lesznek a jövőben is józanul gondolkodó és a veszélyeket idejében felismerő „éber őrszemek”. Ilyen módon a számos bizonytalansági tényező mellett az értelmiségi rétegek növekvő ellenállása is talán szerepet játszhatna abban, hogy a globális kísérlet mégis elmaradjon, ellenkező esetben újabb kockázatokkal kell szembenéznünk a jövőben.

.....

Mi a génmódosítás?

A génmódosítás során célzott, tervezett beavatkozással, az öröklési anyag (DNS) szerkezetének megváltoztatásával vagy átrendezésével hoznak létre új, kívánt tulajdonságú élőlényt vagy biológiai eredetű anyagot. Az új tulajdonság tovább öröklődik az utódokra is. (A „génmódosítás” szó szinonimájaként számos kifejezés használatos, mint pl.: génszűrés, génterápia, génterápiás, génterápiás, génterápiás, stb. Azonban ezek félrevezetőek lehetnek illetve

leterhelt jelentéstartalmúak, így szakmai szempontból az előbbi helyesebb. A géntechnológia kifejezés szintén elfogadott).

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 ilyen esetekben mindig arra irányul, hogy az emberiség ma alkalmas-e ekkora felelősség hordozására. Érdekes itt 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 viharában, társadalmi-szocializációs problémáiban valóban kevés esély van arra, hogy a genetikai forradalom érdemi megoldást jelenthet a nehézségekre, sőt inkább számos újkeletű kockázat elé állítja az embert és környezetét.

Az Egyesült Államokban a „génveszély” körüli pánikhangulat gyakorlatilag elült, ugyanakkor az elmúlt években e vitakérdés Európában aktuálissá, 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 bele egy kicsit a laboratóriumba és nézzük meg, milyen eszközökkel dolgozik az ember a vegykonyhájában.

.....

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 sejtől adott tulajdonságot hordozó génszakaszt kivágunk és egy egészen más fajba tartozó élőlény sejtjébe juttatunk, akkor van esély arra, hogy a gén által meghatározott tulajdonság az utóbbi élőlényre is jellemző lesz. E módszerrel lényegében ledönthetőek 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 szentjánosbogárhoz kapcsolódik, amelynek a fluoreszkálásért felelős génjét fenyőbe ültetve fluoreszkáló fenyőfát lehetett „előállítani”. Ugyanezt a gént nyúlba ültetve – kis túlzással élve – 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 biotechnológiai előállítását is célul tűzik ki. A pókfonal fehérjéjét kódoló gén baktériumokba juttatásával elérhető lehet, hogy a mikroba ilyen fonalat készít nagy mennyiségben. Újabbban azonban az egyik cég Montreálban 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 termeltethetnek különböző fehérjéket nagy

mennyiségben a tojásban.) 12

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

A géntechnológia felhasználható például a papírgyártásban fehérítésre és faanyagok lebontására, ruhaiparban a farmerek színezéséhez használt indigó előállítására, vagy éppen a téli időszakon kívül is üzemelő sípályákhoz mesterséges hó előállítására.

Nem elhanyagolhatóak 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)⁴. Oxfordi kutatók nemrégiben fémevő kelbimbókról adtak hírt, amelyek képesek önmagukban igen nagy koncentrációban nehézfémeket felhalmozni. A jövőben ilyen alapon feltételezik, hogy a káposztafélék segítségével hatékonyan megtisztíthatók lesznek a szennyezett területek. (Ukrán tudósokkal már a Csernobil körüli területek megtisztításán dolgoznak) 13

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

A napjainkban egyre halmozódó, lebomlani nem képes műanyagok helyettesítése is elvileg megoldható. Növényekben ugyanis sikerült termeltetni olyan polietilénhez hasonló műanyagot (polihidroxibutinát, PHB) amelyet az általános lebontó baktériumok hasznosítani tudnak. Szintén érdekes kutatási téma volt a geobaktériumok területe az elmúlt években. 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, amely nagy horderejű eredmény lehet a hadászat (robot-tengeralattjárók) illetve a biológiai vizsgálódások szempontjából. Egyes geobaktériumok a nehézfémeket, mások szerves oldószereket is képesek felhasználni és elektromos árammá transzformálni, amelyet a szennyvíztisztítás területén lehet kiaknázni. A geobaktériumnak génmódosításával különböző szennyeződések lebontása is elérhető, sőt – a termelt áramot fény-, hang- vagy egyéb jellé alakítva – detektorként is alkalmazható lehet. A szakemberek szerint nincs messze az az idő, amikor a katonák olyan bio-védőmellényt viselhetnek, amely idejében figyelmezteti őket a veszélyes vegyi- és biológiai anyagok jelenlétére. 15

A génmódosítás eszközi szerepet tölthet be a növények beltartalmi, táplálkozásbiológiai értékének javításában is. Változtatható a repce olajsavtartalma, az állati termékek zsírsav összetétele, a szója fehérjeértéke, a burgonya szénhidrátartalma vagy a rizs karotin koncentrációja. 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 nagy részben az üzleti világ érkei érvényesülnek. Ebből adódóan ma döntően a növényvédő szerek 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. 4

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 egyben az életben maradást jelentette. (A legelső, sikeresen kezelt kislányt jelentős média kampány kíséretében körbeutazzatták az Egyesült Államokban, bemutatták kongresszusokon és televízióban, így mutatva meg az eljárás hasznosságát és szükségességét.)

Az inzulint követte a növekedési hormon, majd az interferon, amelyeket korábban marha hasnyálmirigyből és emberi holttestek agyalapi mirigyéből nyertek. Ma már a legtöbb gyógyszer és vakcina géntechnológiával készül, amely olcsóbb és veszélytelenebb, mintha állati szervekből vagy elhunytakból izolálnák. Az infarktus utáni vérrögöket oldó hatóanyag, a vérképzést segítő eritropoetin, a tüdőthrombózis kezelését szolgáló alfa-1-antitripszin mind GM szervezetek segítségével állítódik elő, hasonlóan számos vakcinához (veszettség, hepatitis B, stb.)⁴. A fájdalomcsillapítók 80%-a, az asztmagyógyszerek 60%-a, a depressziót kezelő hatóanyagok 62%-a, a migrén megszüntetését segítő 52%-a és a skizofrénia kezeléséhez használt gyógyszerek 60%-a is a géntechnológiához kötődik.

Az orvostudomány és 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 albumin szérum, amely a súlyos égési sérültek véráramlásának egyensúlyát fenntartja. Szintén eredményesnek bizonyult az a kísérlet, miszerint nyulakba való emberi gén bevitele humán kalcitonint termeltetett az állattal, amelyek az emberi csontok pótlását hivatottak 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 a 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)¹⁶

Az egerekkel való kísérletezés fő oka, hogy mindössze 10%-ban tér el genetikai állományuk 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 rágcsálókra. 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 rovarokra való hatását is és érdekes eredményre jutottak. Gyümölcslegyekben a bevitt emberi gén hatására felerősödött a sejtek méreg- és ürülék kiválasztása, és 40%-kal megnőtt élettartamuk.¹⁷

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 ismeri fel. Meg kell azonban jegyezni, hogy az állatok – és legfőképpen a sertés – genomjában számos olyan vírusgén fordul elő „csendes”, inaktív formában, amelyek új, emberi környezetbe aktiválódva az AIDS-hez hasonló óriási járványokat eredményezhetnek.⁴

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 feltételelesen kórokozó vírusgén lehet kódolva a donor állatok DNS-ében, amelyektől az állat nem betegedett meg, a befogadó emberi szervezetre viszont 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 szervezetek felhasználásakor tehát ilyen értelemben bizonyos megbetegedési kockázatok jelentősen növekedhetnek.

Állatok helyett növényekkel is termeltethetőek gyógyszer hatóanyagok illetve vakcinák, így az állatbetegségek emberbe való átjutása nem lehetséges, sőt még az állati termékektől viszolygóknak sem kell méltatlankodniuk, ha gyógyszerszedésre 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 hatóanyag szükséges.) Egyes örökletes, enzimhiánnyal járó betegségeknel az adott enzimet dohánylevélben termeltették, így nagyságrendekkel csökkenthető volt a gyógyszer előállítás költsége. Ismeretes az is, hogy a banán és egyéb gyümölcsök is képesek immunizáló fehérje termelésére, így a gyümölcsöt elfogyasztók egyfajta „jóízű oltásban” részesülhetnek.¹⁴ (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 tablettá helyett szedhető, mivel antitesteket hordoz. A kutatók rendkívül bizakodóan vélekednek és reálisnak tartják, hogy a nem túl távoli jövőben ízletes gyógyszerek kerüljenek forgalomba.¹⁸

Végül érdemes megemlíteni a tudományos fantázia egyik újkeletű kutatási területét, az állatok téli alvásának emberre való alkalmazásának lehetőségét. Egy állatfiziológiai 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 e állatok a téli alvás előtt jelentős mennyiségű zsírt szervezetükben.) Ez részben energiát, részben víztermelést eredményez, mivel a zsírbontás során 1 g zsír égetéskor 1 g 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 hozna, azonban az úrkutatásban és orvostudományban

forradalmi eredménynek számítanak. Az Egyesült Államok hadserege az illető professzor kutatásait nagymértékben támogatja, mivel lehetőséget adhat e módszer arra, hogy a sebesült katonákat a kórházba szállításig „téli állapotban” tartsák, amely megmentheti az életét. A NASA szintén belépett a mecénások közé, hiszen a hosszú távú űrutazások során hasznosíthatóak 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.¹⁷

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 célból történő géntechnológia általában nem tekinthető problémásnak, mivel sokkal hosszabb kísérleti fázis után, zárt rendszerben történő gyártás jellemzi, emellett igen szűk célcsoportot érint. Sok esetben a géntechnológia 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 széleskörű kiterjesztése és 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. Ezen kívül a GM élelmiszert naponta nagyobb mennyiségben fogyasztjuk, míg GM élőlény által termelt gyógyszer hatóanyaggal jó esetben igen ritkán érintkezünk. A motiváció is más a kétféle alkalmazás között, hiszen az orvosi genetika célja – legtöbbször - a tudásszerzés, betegségmegelőzés és gyógyítás, míg a GM élelmiszer termelésének a mozgatórugója elsősorban a piaci előnyhöz jutás.¹⁴

Nem lehet tehát azt mondani, hogy a génmódosítás önmagában egy démoni technológia, jóllehet vannak kockázatai. Elsősorban nem a módszerben, hanem az emberben keresendő a bajok gyökere, aki a génszabványt saját öncélú kívánságainak 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 biotechnológia 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 fokozottabb kockázatoknak lesz kitéve, amely egyben jelzi, hogy e kérdéskör nemcsak egészségügyi, hanem gazdaság-politikai vonatkozásokkal is bír.

Fontos kiemelni azt is, hogy a géntechnológia megnyugtató módon nem oldja meg bolygónk egymásra halmozódó problémáit, legfeljebb „kitolja a szenvedés idejét”. Nem eredményez gyökeres szemléletváltozást az emberben, így az egyén nem fog jobban vigyázni egészségére és nem védi jobban környezetét. Ha a GM baktériumok majd elbontják a mérgező hulladékot vagy a gyógyszert jóízű gyümölcsökből kapjuk, ki fog változtatni életvitelén? Ha a gyógyító szintetikus hatóanyagokban már nem lesz hiány, mivel megtermelik a GM szervezetek, ki fog beszélni majd a betegségmegelőzésről? Ha a katonákat téli álomba lehet már tartani a kórházig tartó úton, ki fogja felemelni jobban a szavát a háborúk ellen? Félő, hogy a géntechnológia mögött felvonuló hangzatos ideológiák sorban léggömbként pukkadnak majd szét a következő évtizedekben.

.....
VALÓS KOCKÁZATOK

Játék az ismeretlennel

„Nem lehet egyszerre látni a dolog kezdetét és végét”

(Hérodotosz)

Egy tudósnek elvileg csak olyan kutatásba szabadna belekezdnie, amelynek nagyságrendileg be tudja határolni a lehetséges kihatásait. 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.) Ellentmondásos tehát a felvetés: ha a fejlődéshez szükséges tudományos kutatások célja eddig ismeretlen jelenségek felfedezése és merőben új technológiák kifejlesztése, miképpen lehet ezen eredmények széleskörű gyakorlati alkalmazásának előre nem ismert hatásait megtervezni? Konkrétabban megfogalmazva, ha a génmódosítás módszerét ezelőtt senki sem ismerte és nem is alkalmazta, milyen alapon állítható, hogy veszélytelen? A GM növények széleskörű bevezetése óta eltelt 7-8 év ugyanis 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 által kiváltott optimista jövőképre. Meg kell tehát állapítani: egy forradalmian új technika, legyen bármilyen ígéretes, az ismeretlen távlatait nyitja meg, amely természetszerűleg együtt járhat előre nem belátható, és 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 1%-át 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 különbözőségéről. 1

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 munkát fog adni a laboratóriumoknak.

Elmondható tehát, hogy jelenleg azon élőlények DNS-éről van bővebb információ, amelyek az orvosi-, mezőgazdasági- és élelmiszeripari 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 sok nagyságrendnyivel 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 utóbb tudjuk meg, mit is ettünk a korábbi években és az hogyan hatott a szervezetünkre, sőt ilyenkor már az sem nyugtat meg sokakat, ha ezután korlátozást léptetnek életbe a törvényalkotók. Meg kell vallani: akarva-akaratlanul szinte mindannyian kis élő kémcsövei vagyunk egy globális laboratóriumnak és részei annak az emberiség kísérletnek, amelyet Ulrich Bech, müncheni szociológus vetített fel írásaiban a géntechnológiai kísérletek kezdetén.

A tudományos jellegű kritikák mellett ugyanakkor etikai síkon is kérdések merülnek fel. Kísérletezhet-e az emberiség olyan területen, aminek potenciális veszélyeit teljesen nem tudja becsülni, emellett az esetlegesen 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 élelmiszeripari törvényszerűségek nem sokban különböznek a hadiiparétól. Tudva lévő 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 széleskörű kipróbálást. Az orvosi kísérletek szűk köréből kikerülve az élelmiszeripar részévé vált és ma már hatalmas mennyiségben fogynak a GM élelmiszerek a tengeren túlon 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 gyógyításból mi módon jöhetett át ilyen viharos gyorsasággal az élelmiszeriparba a géntechnológia, hiszen ezáltal mindennapi életünk részeivé 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 módon 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 több hír is szárnyra kapott, amelyek 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 globalizáció-ellenes 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 irányába elfogult géntechnológusok. Az utóbbi években egyre növekedett azoknak a szakmai jelentéseknek a száma, amelyek némi aggodalomra adhatnak okot a génmódosítás hatásait illetően.

Még mielőtt a génmódosítás kockázatira fény derült volna, intő jelek kezdtek mutatkozni egyes betelepített idegen fajokkal 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 hozott magával.¹⁹ A kontinensen azonban nem ez volt az egyetlen „melléfogás”. Egy másik esetben az igen szigorú óvintézkedés ellenére is ki tudott szabadulni egy olyan génmódosított vírus, amely elterjedve a kontinensen nyulak millióit pusztította el.¹⁴

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 vad méhek elérték az Egyesült Államok déli határait az ott lakók nem kis rémületére.

Az Egyesült Államok közvéleményét emellett még két fő 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 mai napig 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 némileg megingott a hatóságba vetett bizalom.²³

Szintén elgondolkodtató hírek számított, amikor közzétették, hogy szabadon bocsátják a Rhizobium meliloti nevű nitrogénmegkötő baktérium GM változatát. A génmódosítók az eredeti gyökérszimbiontából szabadon élő talajbaktériumot „csináltak”, amely elősegítheti a lucerna és más hüvelyesek termés növekedését. Természetesen fény derült arra, hogy az új gént nem másból, mint a Shigella flexneriből nyerték. Ez utóbbi dizentériát és gyomor illetve bélgyulladást okozó tulajdonsága miatt vált hírhedtté. Korábban egyébként volt már hasonló kísérlet egy Klebsiella fajjal, az ellenőrző vizsgálatok azonban mellékhatásokat mutattak ki.²⁴

Az egyik legnagyobb vihart a Star-link botrány néven elnevezett ügy kavarta. A kizárólag takarmány kukoricaként engedélyezett GM-fajtát a farmerek összekeverték a többivel, így kerülhetett bele számos amerikai áruházlánc termékeibe (chips, stb). Az elfogyasztást követően hányás, hasmenés, bőrviszketés, gégeödéma és egyéb allergiák jelentkeztek főleg a kiskorúak között, bár az ok-okozati összefüggést nem találták egyértelműnek az illetékesek. Az Egyesült Államok kiállt a farmerei mellett, azonban több ország visszamondta a rendeléseit

és a kereslet is jelentősen lecsökkent a kukoricaalapú termékek iránt. A történet kapcsán meg kell jegyezni, hogy a különböző típusú növényi termények egymástól való elkülönítése ma sem teljesen megoldott.²⁵

Újabban a GM burgonya, szója és paradicsom esetében merültek fel aggályok. A GM paradicsomot például az amerikai engedélyező hatóság (FDA) annak ellenére engedélyezte, hogy 20 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) ¹⁰

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 félelmetes betegségek árnyképei jelennek meg újra, amelyeket már legyőzöttnek hittek.

.....

Támadnak a gének

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

A génmódosítást szorgalmazó kutatók szerint a transzgének ellenőrizhetetlen terjedésének, az antibiotikum rezisztens vad fajok kialakulásának és a veszélyes mutáns kártevők kialakulásának nincs reális esélye. Mások óvatosabban bánnak a szavakkal, tudván, hogy a legkisebb tévedés esetében 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 egyéb, magasan képzett ember csatlakozik a vitába, és döntő részben a szkeptikus oldalt erősítik. Annak eldöntéséhez, hogy melyik csoportnak lehet igaza, ma már nemcsak elméleti hipotézisek, hanem kézzel fogható, 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, hő, stb.) kevésbé rezisztens, így nem képes túlnőni vad rokonait. A megfigyelések azonban rámutattak, hogy a környezetbe való kiszabadulás igen nagy kockázatokat rejthet. A transzgén és a vektorhoz használt gének átjutásával ugyanis „szupergyomok” jöhetnek létre a természetben. Ez abból adódik, hogy a vadfajok mellett, hogy megtartják életképességüket, még szert tesznek antibiotikum és gyomirtószer rezisztenciára is, így egyfajta gyarmatosító munkát indítanak el.²⁵

Erre jó példa a repce, amely mintegy 3 km-es körzetben adja át a beültetett idegen gént vad rokonainak, bár a vártnál lassabb génátviteli sebességet jeleztek a kutatók.

(Kanadában ez ma már gyakorlati probléma)²⁶

A génmódosított (Roundup Ready) cukorrépa szintén kereszteződhet az elvadult

répákkal, a fehérrépával, a spenóttal és más, libatopfélék családjába tartozó növényvel. 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 változása 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 m-es hatótávolságba adhatja át a transzgéneket.^{4,14}

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 tovább terjedésnek.

A búza és a kukorica semmiféle gyomnövényvel nem kereszteződhet, azonban a transzgenek itt is fennmaradhatnak a környezetben és beépülhetnek különböző helyekre. A kukorica szélbeporzású növény és pollenje akár 30 km-re is eljuthat. A transzgent azonban csak 50-100 m 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.²⁸

A rovarbeporzású GM növényfajták esetében szintén az jelent kockázatot, hogy a háziméh 1-6 km 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. Nem egy esetben volt azonban már arra példa, hogy a betelepített fajok agresszívebb egyedeket hoztak létre és az őshonos fajok számát csökkentették.

A gyógyszeripari célból termesztett növények esetében az átporzódás szintén sok gondot okozhat. 2002-ben például egy texasi biotechnológiai cég által kifejlesztett, gyógyszerhatóanyagot tartalmazó kukorica szabadult ki termőhelyéről és megfertőzte a szántóföld többi kukorica fajtáját. 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 növény termesztését, csak a gyógyszerhatóanyagot hordozók ellen tiltakoznak.^{14,19}

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 milliárd számra terjedő polleneket nem lehet parancsszóra visszahívni. Ugyanígy a módosult talajbaktériumokból sem lehet pár nap alatt kiollózni az idegen génszakaszt, helyreállítva ezzel a régi állapotot. Az elmélet tehát megnyugtató, a megvalósítás esélyeinek kicsinysége viszont nyugtalanító.

.....
Élelmiszeripari alkalmazások

Az ironikusabb vélemények szerint a génmódosítást ellenzőknek valami lakatlan szigetet kellene keresniük, ugyanis világunkat kikerülhetetlenül behálózta már a géntechnológia. Az élelmiszeripar és gyógyszeripar mellett a mosószer- és kozmetikum gyárok is e vívmányokat

hasznosítják, sőt a jövőben egyre több iparág (pl.: textilipar, papíripar, faipar, stb.) fog bekapcsolódni a biotechnológiába. Az eurobankók is GM gyapottal készülnek, így ezt sem szabadna kezünkben tartanunk, hátha bőralergiát okoz – gúnyolódna időnként a géntechnológusok. Valóban túl lehet lőni a célon az aggályoskodás területén, azonban a mezőgazdasági és élelmiszeripari alkalmazás valós kockázatokat rejthet, szemben a „génmódosított eurobankó” kézbevitelével.

A sajt gyártásakor felhasznált oltóenzimet GM mikroorganizmusok termelik, amelynek előnye, hogy nem kell levágni néhány napos borjak ezreit az oltóenzim kinyerése végett. A sör- és kenyérgyártáshoz géntechnológiailag feljavított élesztőtenyészeteket 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 köze a biotechnológiához.

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 sejtfal-bontók gyártása ma már elképzelhetetlen a génmódosítás alkalmazása nélkül.¹

Mindenképpen különbséget kell azonban tenni az idegen gént tartalmazó élelmiszer és a génmódosítás segítségével gyártott élelem között. A vegetáriánusoknak készülő sajtokhoz használt „GM-oltóenzin” az érlelés során lebomlik, és a késztermékben nem mutatható ki. 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 jut 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 terményt feldolgozott formában bejuttatta az élelmiszer kereskedelemben jelöléssel vagy jelölés nélkül. Ilyenkor a korábbiakban taglalt kockázatok állhatnak fenn. Persze az élelmiszeripari szakemberek szerint a génmódosítás kérdésköre felfújtt léggömbhöz hasonlítható. A biotechnológia volt, van és lesz, ezen már semmi nem változtatható, mivel szervesen beépült a világ áruterelési rendszerébe. Ez valóban igaz, mégis féltő, hogy a mérleg nyelve a jövőben elbillen és már nem csak „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, úgy, hogy ismét autodidakta módon kell elsajátítani mindezt, nehogy a hátunkon csattanjon az ostor – immáron nem először és sajnos nem is utoljára.

A feldolgozott élelmiszeripari 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,

21. Dr. Czeizel E.: Az emberi öröklődés. Gondolat Kiadó, Budapest, 1983. 434-443,471.
22. Darvas B. et al.: A genetikailag módosított élő szervezetek kibocsátásának környezeti kockázatai. Fenntartható Fejlődés Bizottság. Budapest. 1997.
23. De Lange, W. et al.: Roundup: Az ember és a környezet egészségének kockázata. Greenpeace jelentés ISAAA.
24. Dömölki L.: A magyar fogyasztó étel-miszer-biztonsági ismeretei. Élelmezési Ipar. 2002. 56. 11:345-346.
25. Elliott, I.: Biotechnology experts to discuss GMO use with EU farm ministers. Feedstuffs. 2002, september.
26. Elmore, R.W. et.al.: Glyphosate-resistant soybean cultivar yield compared with sisterliners. Agronomy Journal, 2001. 93, 408-412.
27. Falus A.: Génjeink: sors vagy valószínűség – „Az őssejtig vagyok minden ős.” 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, 2001.11.29.
31. H. M.: A zöldek szigorú géntörvényt sürgetnek. Népszabadság 2002.dec. 3.
32. Hargitai M.-Ötvös Z.: Biotechnikai sikerek. Népszabadság. 2001.november 26.
33. Hidvégi M. et.al.: Genetikailag módosított növények – új perspektíva az étel-miszer tudományban. Élelmezési Ipar, LII. évf. 7:204-207.
34. Jayaraman, K.S: India set to end gene robbery. Nature 370. (1994.aug. 25.) Idézi: GAIA Sajtószemle 13.évf. 275. 1995.febr.24.
35. K, Pelli – M, Lilly: Genetikai módosítás és táplálék. VTT Biotechnology, 2002.
36. K. F.: Génkorszak. Ideál Reforméletmód magazin, 2002.11.30.
37. King, C. et.al.: 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. 2002.04.05.
40. Kvassinger K.: Növekvő hazai biotechnológiai cégek. Világgazdaság. 2001. szeptember 17.
41. Lindner A.: A géntérkép és következményei Természetes egészség . HVG. Idézi: www.medcourier.hu
42. M.T.: Génkezelési Határok. Heti Válasz. 2003.06.06.
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. 270.1994.dec.2.
46. Mark L.: A genetika története. Nők Lapja, 2000. 32. 45.
47. Matolay R.-Szirmai S.: Veszélyes mesterséges táplálékok - Mit eszünk? Figyelő, 2001.03.02.
48. Micsinai A.-Szigeti T.: A genetikailag módosított élelmiszerek étel-miszer-biztonsági megítélése. Előadás a XXXV. Nagykőrösi Konzervipari Napok Tudományos Tanácskozáson. 2003. május 12-13.
49. Móra V.: Génpancsolás. www.kukabuvár.hu/kb17/kbm17_12.html
50. Novák I.: A szója és a csontok Obstetrics and Gynecology (2001) 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, 2004.02.13.
54. 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.p.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 szabályozásainak 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. Baba patika VII. évf. 6:34-36.
61. T.T.: Vita a génmódosított élelmiszersegélyről. NOL. 2002.október
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.: Néma járvány-Csontritkulás. Bibliaiskolák Közössége Kiadó, Budapest, 2001.
65. Vandana S.: Életformák szabadalmazása: Istent játszani? Thind World Resurgenal No.57. p.4. Idézi: M.V.: 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 génebézeset két háborúja. Magyar Tudomány. 2000. 5:329-341.
69. Virághalmi S.: Nem tudjuk mit eszünk. Magyar Nemzet. 2002. május 18.
70. Wiener Z.: A klónozás orvosi vonatkozásai. II. rész. Magyar Orvos, IX. évf. 5. 2001. május.
71. Zemplényi Z.: Génmanipulált élelmiszerek: veszélyek és kérdőjelek.
www.internetto.hu/rovat/most/cikk.php?id=19334