



Talaj–talajvédelem, növény–növényvédelem, integrált növénytermesztés:

Áttekintés (5.)

Dr. Horváth József

Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, Keszthely
Kaposvári Egyetem Agrár- és Környezettudományi Kar, Növénytudományi Intézet,
Növénytermesztési és Növényvédelmi Tanszék, Kaposvár



„Tudományos eszközökkel, nemzetközileg elfogadott szabványok szerint kell garantálni az új géntechnológiai termékek egészségügyi, környezet- és talajvédelmi biztonságát, valamint a hosszú távú gazdasági szempontok érvényesülését”¹

Az MTA Agrártudományok Osztályának állásfoglalása a genetikailag módosított élőlényekkel kapcsolatban (2010)

Genetikailag módosított (GM) növények²

A hagyományos (klasszikus) növénynemesítés korlátainak leküzdésére olyan új módszereket fejlesztet ki, amelyek lehetővé tették:

1. Egy bizonyos tulajdonságért felelős gén azonosítását,
2. a gén izolálását a donor szervezetből,
3. elszaporítását (legtöbb esetben egy baktériumban),
4. az új génkonstrukció bejuttatását a befogadó (akceptor) növény sejtjeibe (például génpuskával),
5. az új gént tartalmazó sejtekből a növény-regenerálást (transzgen),
6. több generáción át történő hagyományos szaporítást,
7. ellenőrzést.

A géntechnológia abban (is) különbözik a hagyományos nemesítéstől, hogy:

1. egy, esetleg néhány kiválasztott gén kerül a befogadó növény génállományába (a hagyományos nemesítés során pedig a gének ezrei keverednek),
2. a génátvitel mesterséges úton, laboratóriumban történik (a hagyományos nemesítés természetes szexuális szaporodáson alapul),
3. bármely növényfajból (nemcsak növényből) származó, sőt mesterséges úton előállított, a természetben nem is létező gén átvihető a befogadó növény génállományába (a hagyományos nemesítés során rokon fajok és/vagy közeli rokon fajok között történik a keresztezés).

A *géntechnológia* tehát *tudományos alapon történő növénynemesítés*. A Flavr Savr puhulásban gátolt, 1994-ben piacra kerülő transzgenikus paradicsom esetében például a beültetett gén a saját növényfajból származott (vö.: Venetianer, 2005).

Rövid történeti áttekintés

A növények ember által történő mesterséges megváltoztatására 60 évvel ezelőtt **Wattson és Crick** (1953) a genetikai információt (a szervezet működési programja, minőségi és mennyiségi tulajdonságok, biotikus és abiotikus stresszel szembeni védekezési reakciók programja stb.) hordozó dezoxiribonukleinsav (DNS) molekula elsődleges szerkezetének leírásával teremtette meg annak lehetőségét, hogy a 20. század végén és a 21. század elején sor kerülhetett a növényi

tulajdonságok megváltoztatására és a kívánt tulajdonság(ok) új fajtában történő létrehozására. A biológiai (mezőgazdasági, kertészeti, erdészeti) tudományok valamennyi ágát, azok gyakorlati alkalmazásait az a biokémiai, genetikai, gensebészeti technika forradalmasította, amelynek alapját a restrikciós enzimekkel történő DNS vágása (hasítása) és összemontírozása tette lehetővé. Ezért a felfedezésért 1978-ban **Werner Arber, Daniel Nathans és Hamilton O. Smith** Nobel-díjat kapott.

Ha az első sikeres növényi gének izolálását és a transzgenikus dohány előállítását (1983) vesszük alapul, akkor két generációs időre, ha viszont az amerikai Calgene cég által 1994-ben piacra kerülő puhulásban gátolt Flavr Savr és érésben gátolt Endless Summer paradicsomfajtáját tekintjük, akkor egy generációs időre tekint vissza a genetikailag módosított növények termesztésének, forgalomba hozatalának története (Dudits és Györgyey, 2013).

Kétségek, viták a GMO-k körül

A két, illetve egy évtizedre visszavezethető új technológia bevezetését még mindig heves viták kísérik. *A genetikailag módosított növényekkel* és a biogazdálkodással (ökológiai gazdálkodás) *kapcsolatos* előnyök és hátrányok megítélésében meghúzódozó *viták alapja* – politikai természetűtől eltekintve – elsősorban az, *hogy az ember évszázadok óta mindig elutasító volt és ellenséges magatartást tanúsított a tudomány legújabb eredményeivel szemben*, és így van ez most is, amikor a világ 55 országának bio-

¹ In: Balázs Ervin, Dudits Dénes és Sági László: Genetikailag módosított élőlények (GMO-k) a tények tükrében. Magyar Fehér Könyv. Tisza Press Nyomda, Szeged, 2011. pp. 8-12.

² Megemlékezéssel Szirmai János (1909-2001) a magyarországi Növényvirológiai Iskola megalapítója, az MTA Doktora születésének 105. évfordulójáról.

gazdálkodásával kapcsolatos előírásaiban közös szempont a GM-növények elutasítása (Roszik, 2007, 2009), annak ellenére, hogy a géntechnológiával módosított növényeket ma már körülbelül 170 millió hektáron termesztnek (ez a 2004. évi 80 millió hektár termőterület megduplázását jelenti), amely a világ globális termőterületének 9-10 %-a, és amely megegyezik Európa teljes szántóföldi területével és harminchétszer akkora, mint Magyarország összes szántóterülete (Heszky, 2009; Dudits és Györgyey, 2013; Naik, 2013). Az előrejelzések szerint a 21. században a GM-növények vetésterülete eléri a megművelhető terület 80 %-át.

Ha egy új technika (technológia) és az erre épülő tudományos fejlődés (génmódosítás) jár is veszélyekkel – ami eddig egzakt vizsgálati módszerekkel nem nyert bizonyítást (vö.: Venetianer, 2005) –, ebből nem következik az, hogy a tudomány ellen kell fordulni, mert ez esetben az már a kultúra elleni támadást jelent, amely az európai, emberi kultúra része (Berényi, 2009).

Palugyai István „Autodafék felé” című írásában (vö.: Népszabadság 2014. február 5. és Zöld Biotechnológia 10:10, 2014) rámutatott arra, hogy „a génmódosítást világszerte viták kísérik, a demokráciákban tudományos viták, ami nálunk hiányzik.” A szerző felhívja a figyelmet arra is, hogy „Európa lemarad a biológiai kutatásokban és a mezőgazdasági világversenyben. A gazdasági érdekek szembe feszülése helyett tudományos igazság kiderítésére volna szükség.” Ez különösen fontos lenne rövid időn belül, amikor

nemrég ismertté vált, hogy az Európai Unió (EU) tagállamainak szakminisztereiből álló testületben nem sikerült minősített többséggel leszavazni a GM Pioneer Hi-Bred („Pioneer 1507”) kukoricamoly ellenálló és glifozáttartalmú gyomirtó szernek is ellenálló kukorica termesztését. Mint ismert, a 28 EU-tagállam 19 minisztere ellenezte, 5 javasolta és 4 tartózkodását fejezte ki a Pioneer 1507 EU-n belüli termesztésével kapcsolatban. A 19 ellenszavazat nem jelentette a minőségi többséget – az EU jogértelmezése szerint –, mivel a 19 ország nevében leadott szavazat nem képviselte az EU népességének 62 %-át, ezért **az EU-Bizottság kiadta a Pioneer 1507 GM kukorica 10 évre szóló termesztési engedélyét.** Ez a döntés érinti Magyarország GMO-mentességét garantáló Alaptörvényét, ugyanis nincs olyan EU-s szabály, amely megengedné egy tagállamnak, hogy saját országában megtiltsa egy, az EU-ban engedélyezett GM-növény termesztését és felhasználását. A vita tehát tovább folytatódik, amely elkerülhetetlenné teszi a probléma új szintézisben történő tudományos megoldását. Nem gondolom, hogy az a közel 50 Nobel-díjas tudós³, akik a DNS elsődleges szerkezetének 1953. évi első leírása óta (vö.: Wattson és Crick, 1953) eltelt hat évtizedben közvetlen, vagy közvetett módon kutatásaikkal hozzájárultak az agár- (zöld), a gyógyszer- (piros) és az ipari (fehér) biotechnológia létrejöttéhez, sikereihez, méltatlan lenne a svéd Alfred Nobel (1833-1896) által 1895-ben írt végrendeletében „a béke céljaira és az emberiség jólétének jutalmazására” fordított No-

bel-díjra, a legmagasabb tudományos elismerésre⁴.

A GM-növények európai megítélésének visszasszágaival kapcsolatban figyelemre méltó annak a 41 svéd tudósnak az állásfoglalása (cit. Dudits, 2012 a,b), akik 2001-2010 között végzett EU környezeti és egészségkockázati vizsgálatokkal (500 független kutatócsoport) kapcsolatban megállapították, hogy „a GM-technológia önmagában nem veszélyesebb, mint a hagyományos nemesítés.” Lesley Anne Glover (University of Aberdeen, Scotland, UK) skót biokémikus professzor, az EU tudományos főtanácsadója egy budapesti látogatása során a következőket mondta: „Soha nem láttam megalapozott bizonyítékot arra, hogy a GM-növények ártanak a környezetnek, az állatoknak és az embernek. Nem veszélyesebbek a genetikailag módosított alapanyagból készült ételek, mint a hagyományos technológiával készültek. Az emberek ma egyre kevésbé magában a géntechnológiában látják a veszélyt, inkább azt a fajta multinationális üzleti modellt nem kedvelik, amely ezekkel a termékekkel operál” (vö.: Palugyai, 2013). Több mint kétezer tudományos közlemény áttekintése alapján a Svájci Nemzeti Tudományos Alap nemrég megerősítette, hogy nem találtak a GM-technológiához köthető egészségügyi vagy környezetvédelmi kockázatot, pedig – mint ismert – a közéletbe bevont növények közül a GM-növények alkotják a valaha is legtüzetesebben vizsgált csoportot. A GM-növények és nem GM-megfelelőik tápérték szempontjából egyenértékűek [vö.: A jövő vetése: Európai Akadémiák Tudo-

³ 1965 és 2006 között 9 amerikai, 3 francia, 1 svájci és 2 angol tudós kapta a Nobel-díjat. 1965-ben a francia Jacob, Monod és Lwoff kapta „A több gént irányító örökléshordozó gén felfedezéséért”, 1968-ban az amerikai Holley, Khorana és Nirenberg nyerte el „A genetikai kódok és a fehérje szintézisben betöltött funkciójának megértéséért”, 1978-ban a svájci Werner Arber, az amerikai Daniel Nathans és Hamilton O. Smith „A restrikciós enzimek felfedezéséért és molekuláris genetikai alkalmazásáért”, 1980-ban pedig, megosztott kémiai Nobel-díjat kapott az amerikai Berg „A nukleinsavak biokémiája terén végzett alapvető kutatásokért különös tekintettel a rekombináns DNS-re”; az amerikai Gilbert és az angol Sanger „A nukleinsavak nukleotid sorrendjének meghatározása terén elért eredményeikért”, 1993-ban kémiai Nobel-díjat kapott az amerikai Mullis „A polimeráz láncreakció felfedezéséért”, szintén 1993-ban megosztott fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat kapott az angol Roberts és az amerikai Sharp „A gének kutatásában elért eredményeikért”. 2006-ban pedig megosztott fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjat kapott Fire és Mello „Az RNS-interferencia felfedezéséért”. Az angol Frederick Sanger (1918-2013) az egyetlen olyan tudós, aki kétszeres (1958-ban és 1980-ban) kémiai Nobel-díjas. Európa legnagyobb genomikai kutatóintézetét (Wellcome Trust Sanger Institute and the European Bioinformatics Institute) Hinxtonban (United Kingdom) róla nevezték el.

⁴ A Nobel-díjat először 1901-ben ítélték oda. A jelentős pénzüsszeggel járó kitüntetés mellé szép érmet is kaptak a kitüntetettek, amelyen a következő olvasható: Inventas vitam iuvat excoluisse per artes (Szép dolog az életet találékony művészetekkel nemesíteni). A díjat öt kategóriában (fizika, kémia, fiziológia és orvostudomány) nyújtott felfedezésekért, az irodalomban a legkiválóbb idealista irányzatú mű megalkotásáért, valamint a népek testvérisége, a hadseregek leszerelése (csökkentése) és a béke előmozdítása érdekében kifejtett tevékenységért ítélték oda. Az 1968 óta a hatodik díj a Közgazdasági Nobel-díj, amelyet a Svéd Központi Bank alapított „Svéd Királyi Bank Alfred Nobel Közgazdaságtudományi Emlék-díj” elnevezéssel. A Nobel-díj első 100 évében (1901-2001) a legnagyobb számban az orvosi (172), a fizikai (162) és a kémiai (135) Nobel-díjak kerültek kiosztásra (Csiky, 2001; Pálkás, 2001; Hargittai, 2001; Bódók, 2004).



mányos Tanácsadó Testülete (EASAC) és a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) szakértői jelentése, Budapest, 2014]. Az európai 130 kutatási projekt, 500 kutatási csoportjában 20 év alatt végzett elemzések arra mutattak rá 2010-ben, hogy „nincs tudományos bizonyíték arra, hogy a genetikailag módosított szervezetek magasabb kockázatot jelentenének a környezetre vagy az élelmiszer- és takarmánybiztonságra, mint a hagyományos növények, vagy szervezetek” (Martin, 2013).

A genetikailag módosított (GM) növények termesztése (ahol engedélyezett) a világ minden táján a terméshozam-növelés és a környezetszennyezés csökkentésének célját szolgálja. Ridley (2012) korábban már idézett könyvében azt írta, hogy „Ahhoz, hogy 2050-ben 9 milliárd embert táplálni lehessen a következőkre van szükség: a mezőgazdasági termelést legalább kétszeresére kell növelni, amihez elsősorban az szükséges, hogy Afrikában növekedjen a műtrágya-felhasználás, Ázsiában és Amerikában elterjedjen az esőztető öntözés, a trópusi országokban az évi kétszeri aratás, a GM-növények bevezetése a világ minden táján a terméshozam növelése és a környezetszennyezés csökkentése érdekében”.

A GM-növények vetésterülete 70,1 millió hektár az USA-ban, Brazíliában 37 millió hektár és Argentínában 24,4 millió hektár. Ezt követi India, Kanada, Kína, Paraguay, a Dél-Afrikai Köztársaság, a 12. helyen van Csehország, 14. Románia, 15. Lengyelország és a 18. Szlovákia (Anonymus, 2014). A GM-növények termesztése az EU-ban 2012 és 2013 között 15 %-kal növekedett, Spanyolországban a 2012. évi adatokhoz képest 18 %-kal növekedett a GM-kukoricaterület. A kukorica vetésterület Romániában stagnál, Portugáliában, Csehországban és Szlovákiában viszont csökkent (Anonymus, 2014).

A hazai jogi háttér

Mint ismert, a magyar Parlament a „*Géntechnológiai tevékenységről szóló XXVII. törvény*” 1998. márci-

us 16-án fogadta el és 1999-ban lépett hatályba. A törvény (előállítás, termesztés, forgalmazás) megteremtette a hazai géntechnológiai tevékenységet és alkalmazást. Az EU 2004. évi csatlakozásig eltelt időben (5 évben) kísérleti és kutatási célra, biztonsági feltételek mellett mintegy 30 engedély került kiadásra. A *2004. évi EU-csatlakozással járó* jogharmonizáció az 1998. évi törvény kiegészítését indokolta és tulajdonképpen az EU GMO (genetikailag módosított organizmusok) moratóriumának a feloldását is – ez együtt járt a MONSANTO MON 810-es kukorica molyrezisztens (*Ostrinia nubilalis*) génösszetevőt tartalmazó kukorica hibridek termesztésének engedélyezésével az EU-tagországokban. Emellett egy ún. *koegzisztencia törvény* (86/2006. XII. 23. FVM rendelet) garantálta a biotermesztést is. Ezt a kettősséget a Kormány úgynevezett *védzáraddékkal* úgy oldotta meg, hogy bevezette a *GMO-moratóriumot*, miközben a MON 810-es kukorica hibridek hazai értékmérő tulajdonságainak vizsgálata alapján megfelelték az állami elismerés követelményeinek. Az Országos Fajta-minősítő Tanács 2005. márciusában állami elismerésben részesített két kukoricamoly-rezisztens hibridet. Forgalomba hozatalukra azonban nem kerülhetett sor, mert a Magyar Alkotmány – mint ismert – tiltja a GM-növények termesztését és a GMO-mentességet az egész országra kiterjesztette. Jelenleg számos GM-fajta (kukorica, szója, repce, cirok, gyapot) rendelkezik az EU-ban forgalmazási engedéllyel. E helyen szeretnék rámutatni arra, hogy a 2011. évi budapesti World Science Forum-on (Tudományos Világfórum, Budapest, 2011. november 17-19.), amelynek mottója „A tudomány átrajzolódó világképe: kihívások és lehetőségek” (*in*: Magyar Tudomány 1:103-106, 2012) volt, az alábbiakat is megfogalmazták a résztvevők: „Felkérjük a nemzetek országgyűléseit és kormányait, nyilvánítsák ki abbéli elkötelezettségüket, hogy a döntéshozatali folyamatok részeként tudományos tanácsadást is igénybe vegyenek.” A Magyar Tudományos Akadémia

(MTA) – mint a nemzet tanácsadója – Agrártudományok Osztályának közössége (tagjai) 2010. május 26-i ülésén 9 pontban fejtette ki állásfoglalását a genetikailag módosított élőlényekkel kapcsolatban (vö.: Genetikailag módosított élőlények (GMO-k) a tények tükrében. Magyar Fehér könyv, Balázs et al., 2011). Ezek az alábbiak:

1. A világ tudományos és gazdasági eredményeinek tanúsága szerint a géntechnológia egyre inkább meghatározó szerepet játszik az agrárinnovációban és az új technológiák megalapozásában;
2. a magyar agrárium és így a növény-nemesítés jövőbeni versenyképessége a géntechnológia és a genomika eszközeivel hatékonyabban biztosítható;
3. a környezetbarát agrotechnológiák szerepe növelhető a biotechnológia és ezen belül a géntechnológia alkalmazásával;
4. tudományos eszközökkel, nemzetközileg elfogadott szabványok szerint kell garantálni az új géntechnológiai termékek egészségügyi, környezet- és tulajvédelmi biztonságát, valamint a hosszú távú gazdasági szempontok érvényesülését;
5. a géntechnológiával nemesített (GM) növények körüli társadalmi vitában kapjanak meghatározó szerepet a tudományos tények;
6. a magyar törvényhozás és állami vezetés géntechnológiával kapcsolatos döntéseit az új tudományos eredmények fényében javasolt időről időre felülvizsgálni;
7. a magyar agrárium versenyképességét az szolgálja, ha a szabályozás biztosítja az esélyegyenlőséget a növény-nemesítők és a gazdák szabad technológiaválasztásában;
8. az agrárinnováció érdekében növelni kell az agrár-biotechnológiai oktatás és kutatás kapacitásait, finanszírozását és versenyképességét;
9. tudományos ismeretterjesztéssel kell elősegíteni a géntechnológia társadalmi elfogadottságát.

Az MTA Agrártudományok Osztálya állásfoglalásának helyességét igazolja az a 2014. évi „Tudomány a szakpolitikáért” című nemzetközi csúcstalálkozó is, amely az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete (*European Academies Science Advisory Council, EASAC*) és a Magyar Tudományos Akadémia között létrejött. A csúcstalálkozó felhívta a figyelmét az európai akadémiáknak a fenntartható szakmapolitikai döntések meghozatalában, a független, tudományos tényeken alapuló tanácsadás meghatározó szerepére. „Az akadémiák függetlensége garانتálja az objektív, felelős eredményeket” nyilatkozta Michael Norton professzor, az EASAC Környezettudományi Programok Titkárságának vezetője.

Magyarország miniszterelnöke, Dr. Orbán Viktor egy 2013-ban vele készített interjúban azt mondta, hogy „Az Alaptörvénynek tisztelet jár, de mivel az *Alkotmány emberi alkotás, így meg is lehet változtatni.*” Figyelemre méltó, hogy *David Cameron brit miniszterelnök* – aki korábban szkeptikusan vélekedett a GM-élelmiszerekről –, újabban annak a véleménynek adott hangot, hogy *Nagy-Britanniának „igen alaposan felül kell vizsgálni a GM-élelmiszerekkel kapcsolatos politikáját, ha bizonyítani akarja, hogy tudománypárti ország”* (Martin, 2013).

Lovász László (1948-) Széchenyi-nagydíjas és Wolf-díjas akadémikus, a Magyar Tudományos Akadémia 2014. május 6-án megválasztott új elnöke egy vele készített interjúban⁵ a biotechnológiával kapcsolatos kérdésre a következőket válaszolta: „A tudományos kutatások szintjén folytatni kell, vagyis azt, hogy a tudományos tényeket megértsük. A termelésben ezt most nem szabad használni különböző európai és magyar szabályok miatt. Én ugyanakkor nem tettem volna bele az alaptörvénybe, hogy Magyarország tiltja a génmódosítást, hiszen lehet, hogy tíz év múlva valamilyen területen ez már bevett technológia lesz. Azt pedig *nem engedheti meg magának egy ország, hogy egy fejlett*

technológiát ne alkalmazzon, ha az teljesen elfogadott és biztonságos. Persze az alaptörvényt is lehet módosítani, de az lenne a legjobb, ha csak törvényt kellene változtatni”.

GM-növények termesztésével és fogyasztásával kapcsolatos kockázatok

Azt gondolom, hogy mind az ökológiai gazdálkodás (biogazdálkodás), mind pedig a GM-növények termesztésének négy legfontosabb alapelve (egészség, környezet, méltányosság és gondosság) közös. De vannak pro és kontra vélemények is (vö.: Dudits, 1999; Anonymus, 2005; Venetianer, 2005; Darvas és Lövei, 2006; Darvas, 2007; Heszky, 2008; 2012a,b,c; Pusztai és Bardócz, 2008; Polgár, 2009; Roszík, 2009; Balázs et al., 2011; Gundel, 2011 és mások). A viták alapvetően a géntechnológia kutatási és fejlesztési hiányosságaira, valamint a transzgenikus fajták termesztése és felhasználása során felmerülő kockázatokra (vagy azok elutasítására) vezethetők vissza és megnyilvánulnak termesztési, gazdasági, ökológiai előnyökben-hátrányokban és biológiai, ökológiai, gazdasági kockázatokban, vagy azok elvetésében. Figyelemre méltó Venetianer (2005) munkája, amely főképpen azokkal az érvekkel és ellenérvekkel foglalkozik, amelyek a GM-élelmiszerek (például szója, kukorica, repce) fogyasztásával kapcsolatosak. Ez különösen azért fontos, mivel a *közvélemény elsősorban a fogyasztással, táplálkozással kapcsolatos kérdéseket helyezi előtérbe*. A gyapot – mint a negyedik legnagyobb területen termesztett GM-növény – esetében csupán a termesztéssel kapcsolatos aggályok merülhetnek fel.

Heszky (2011) egyik munkájában a jelenleg köztermesztésben lévő GM-növényfajtákat „félkész termékeknek” nevezi, mivel tudáshiánnyal rendelkeznek. Ezek közé tartozik például az, hogy *csak a lineáris információ génjeit ismerjük*, amely a genetikai információt hordozó DNS molekulának csak 1-2 %-át jelenti, miközben a magasabb rendű

élőlények örökítő anyagának 98 %-áról keveset tudunk. A *géntranszfer során problémát* (vagy ismerethiányt) jelent a transzgen integrálásának helye és a GM-fajtában a transzgen működésének helye és ideje. További probléma az, hogy a rovar- és herbicid-rezisztens GM-fajták termesztése során nem lehet megakadályozni a rovarölő toxinnak (például Cry-fehérjék) ellenálló úgynevezett *rezisztens* (mutáns) *kártevők* és a totális herbicideknek (például glifozát) ellenálló úgynevezett *rezisztens gyomnövények* kialakulását. A legnagyobb rizikót jelenti a *génáramlás* (*gene flow*), tekintettel arra, hogy a GM-növények pollenje és a szaporítóanyagai is tartalmaznak transzgent.

Előnyök és hátrányok – nézőpont kérdése?

A genetikailag módosított növényekkel kapcsolatban figyelemre méltó az a kutatási eredmény, amely például a rizzzel (*Oryza sativa*) kapcsolatos. Manilai és amerikai kutatók felfedeztek egy olyan gént, amely lehetővé teszi a rizsnövény víz alatti, akár két hétig tartó továbbfejlődését is. Ismert ugyanis az, hogy Délkelet-Ázsiában a farmerek évente dollármilliókat veszítenek el, mert a monszun idején a víz elárasztja földjeiket és a víz alatti növények elpusztulnak. Az új *Sub1A*-gén beültetésével úgynevezett „*vízálló*” *rizsfajtákat* állítottak elő India, Laosz és Banglades számára. Ilyen „vázálló” rizsfajta előállítását hagyományos növény-nemesítéssel eddig nem sikerült elérni (Xu et al., 2006). Egy másik példa az *aranyrizs* (*Golden rice, GR1*) előállításával kapcsolatos. Mint ismert a világban 250 millió hatévesnél fiatalabb gyermek szenved A-vitamin-hiánytól és évente fél millió gyermek halálát okozza az A-vitamin-hiányos rizs egyoldalú fogyasztása Dél-Ázsiában. 1999-ben P. Beyer német és I. Potrykus svájci kutatóknak sikerült olyan rizst (Aranyrizs, *Golden rice, GR1*) előállítani, amelynek endospermiájában az A-vitamin elővitaminja, a β -karotin szintetizálódik. A *GR1*-ben

⁵ Ruzsbaczký Zoltán: Magyar Nemzet 2014. május 10.





6 µg/g β-karotin-tartalmat sikerült elérni és az első szabadföldi kísérleteket 2004-ben lezárni. A β-karotin-tartalom növelésével sikerült elérni, hogy a javított génkonstrukcióban, az aranyrizs továbbfejlesztett változatában (GR2) a rizsszemek összes karotinoidtartalmából (37 µg/g) 31 µg/g volt β-karotin (Paine et al., 2005). A GR2 72 g/nap elfogyasztása biztosítja az 1-3 év közötti gyermekek átlagos napi vitaminszükségletének felét, amely óriási jelentőségű azokban az országokban (például Dél-Ázsia), ahol a rizs alapélelmiszer (Dudits, 2009; Dudits és Györgyey, 2013). Ennek ellenére környezetvédő szervezetek (például *Greenpeace*, *Friends of the Earth*, *Biovision*, *Swissaid*) radikálisan fellépnek, a véleményük szerinti „gén-technológiailag előállított, az ökológiai egyensúlyt felborító és az emberi egészséget veszélyeztető” növényekkel szemben. A legutóbbi alkalommal, 2013. augusztus 8-án Fülöp-szigeteki aktivisták tönkre tették az aranyrizs kísérleti parcellákat a Nemzeti Rizskutató Intézetben (*International Rice Research Institute, IRRI*). Erről számolt be Von Nik Walter „Tödliche Ingoranz” (Halálos tudatlanság) címmel a *Wissen und Multimedia (Sonntags Zeitung)* 2014. február 16-i számában. Ennek ellenére várható, hogy 2016-ban a Fülöp-szigeteken, majd később Bangladesben és Indiában is engedélyezik az aranyrizs termesztését. Ingo Potrykus – aki 2013. decemberben volt 80 éves – az aranyrizs 2016. évi termesztési engedélyével kapcsolatban azt nyilatkozta, hogy „Das ist meine grosse Hoffnung” (Ez az én nagy reményem).

A magyar társadalomban a gén-technológiával kapcsolatos ellenérzést alapvetően a hazai elektronikus és nyomtatott média terjeszti (Balázs, 2009). Figyelemre méltó a transzgénikus (GM) növényekkel kapcsolatos, a magyar sajtóban (médiában) és a közbeszédben is meg-

jelenő pejoratív kifejezések (például génpiszkálás, génkezelés, génmanipuláció stb.), vagy az angolszász sajtóban a „*Frankenstein-food*” használata, amelyek veszélyes jelzők és nem elégítik ki az objektív tájékozódást. Mindemellett ismert az, hogy az újságírói (sajtó, média) tájékoztatás – a tömegkommunikáció természetéből kifolyólag – a vélt veszélyek manipulatív fokozásában nyilvánul meg, mivel a veszélyeknek nagyobb a hírértéke. E helyen azonban rá kell arra is mutatni, hogy a hazai tudományos közösségen belül nincs komoly ellentét a géntechnológia megítélésében, de sajnos kibontakoztak személyeskedésig megnyilvánuló viták is.

John C. Polányi (Polányi János, 1929-), aki 1986-ban „az elemi kémiai folyamatok dinamikája terén végzett kutatásokért” („*Contributions concerning the dynamics of chemical elementary processes*”) az amerikai Dudley R. Hersbach és a kínai Yuan Tseh Lee professzorokkal kémiai Nobel-díjat kapott, 1994-ben a következőket mondta: „a tudomány a kritika kemencéjében érik a nyert megfigyelésből az igazság aranyává. Az eltérő nézetekkel szembeni tolerancia és a nyílt vita a tudomány igazi alapja”⁶. Véleménye szerint tudományos kérdéseket szavazással nem lehet eldönteni, és tudományos kérdések eldöntésében csak konszenzus elérésére képes emberek alkalmasak. Ismert az a sallustiusi mondás is, mely szerint „Egyetértésben a legkisebb dolgok is növekszenek, viszálykodásban a legnagyobbak is szétesnek”⁷.

Venetianer (2005) egyik dolgozatában beszámolt arról, hogy a világ kiemelkedő genetikai, biokémiai, molekuláris biológiai és biotechnológiai konferenciáin (előadások, viták, személyes beszélgetések) – ahol a GM-növények kérdése felmerült – soha nem tapasztalt véleménykülönbségeket és nem találkozott olyan tudóssal, aki feltételezte, vagy elhitte volna a GM-élel-

miszerek legcsekélyebb veszélyességét is. Talán nem vagyok távol az igazságtól, ha Venetianer Pál akadémikussal egyet érve az is kijelenthető, hogy „ha bárhol a világon bárki előáll azzal, hogy a GM-élelmiszerek fogyasztása veszélyes, az azonnal főcímként jelenne meg a világsajtó nagy részében. Ezzel szemben a veszélytelenségről szóló kontroll kísérletek százainak semmiféle hírértéke nincs, illetve ha történetesen mégis beszámolna erről valamilyen sajtótermék, akkor a GM-technológia elszánt ellenfelei azonnal megvádolnák a vizsgálatot végző kutatót, hogy a technológiában érdekelt multik fizetett ügynöke” (Venetianer, 1999, 2005; Balázs, 2009; Gimes, 2011).

Figyelemre méltó Peter Melchet a *Soil Association* politikai igazgatójának „*The pro-GM lobby's seven sins against science*” című írása.⁸ Nevezett írás sem szűkölködik olyan tudományellenes kifejezések használatában, mint például a „szennyeződés”, „manipuláló enzimek”; ettől eltekintve a GM-lobbi hét bűne között olyanok vannak megemlítve, hogy például:

1. A gazdának, miután egyszer GM növényt termesztett, a szennyeződés következtében nehéz lesz visszaállni a nem GM-növények termesztésére;
2. a GM-párti genetikusok túlságosan is leegyszerűsítették a génexpresszió folyamatát; egy tudományos áttörés először úgy tűnik, megold egy régóta fennálló problémát, aztán tovább vizsgálva kiderül, hogy ezekből sokszor újabb és újabb kérdések és kutatási témák születnek, amely a tudomány kedvelői számára lenyűgöző;
3. a lényegi egyenértékesség (a GM-élelmiszereknek a nem módosított élelmiszerekkel történő egyenértékűsége) fogalmának bevezetésével tagadják a GM-élelmiszerek biológiai és toxikológiai biztonsági vizsgálatának

⁶ In: Peace and human right. International Conf. on Peace, Human Right and the Responsibility of Intellectuals. Opatija 1994.

Polányival 1986-ban, egyidőben kapott E. Ruska (1906-1988), G. Binnig (1974-) német és H. Rohrer (1933-2013) svájci kutató fizikai Nobel-díjat az úgynevezett pásztázó (scanning) elektronmikroszkóppal kapcsolatos kutatásokért, amely nagy hatással volt Polányi további molekuláris szintű kémiai kutatásaira.

⁷ „Concordia parvae res crescunt, discordia maximae dilabuntur” [Caius Sallustius Crispus (i.e. 86-35), római politikus, történetíró.]

⁸ A GM-lobbi hét bűne a tudomány ellen: (<http://www.soilassociation.org/motherearth/viewarticle/articleid/4752/the-pr>)

- szükségességét;
4. számos GM-párti kutató hibába esett, amikor azzal érvelt, hogy a GM-élelmiszerek biztonságosak, hiszen évek óta több millió ember fogyasztja őket; azok az állítások pedig, hogy a GM-növények megoldják az éhezési problémáját a világban nem a tudományról szólnak, hanem jóslatok;
 5. miközben a GM-független kutatók vizsgálatai (amelyek között megalapozatlanok is voltak) egyézségre káros hatást mutattak ki, addig a GM-párti kutatótársak nagy erővel támadták őket;
 6. a tudomány integritásának alapja a nyílt publikálás (és a megismételhetőség), a GM-növényeket szabályozó rendszer alapja azonban nem a tudomány, hanem sokkal inkább a GM-vállalatoktól származó válogatott információ.

Ha már idéztem a GM-lobby hét bűnét, érdemes a GM-növényekkel kapcsolatos tíz legfontosabb tényről sem elfeledkezni. James (2014) a Biotechnológiai Alkalmazások Nemzetközi Szolgálat (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, ISAAA) alapítója és emeritus elnöke 2014-ben a néhai Norman Borlaugh (1914-2014) születésének 100. évfordulójára ajánlott „A kereskedelmi forgalomban lévő GM-növények globális státusa 2013-ban” (*Global status of commercialized Biotech / GM-crops: 2013. ISAAA 46. Information*) című tanulmányában a tíz legfontosabb tényről foglalta össze:

1. A 2013. év a GM-növények sikeres kereskedelmi forgalomba vitelének 18. éve volt;
2. a GM-növények vetésterülete 1996 és 2013 között több mint százszorosára emelkedett, 1,7 millió hektárról több mint 175 millió hektárra;
3. az egy és több módosított tulajdonságot hordozó GM-növényeket termesztő 27 ország közül 18 fejlődő, 8 pedig iparilag

- fejlett ország volt;
4. a 2013. év már a második, egymást követő év volt, amikor a fejlődő országokban nagyobb területen termesztettek GM-növényeket, mint az iparilag fejlett országokban;
5. 2013-ban 18 millió gazdálkodó termesztett GM-növényeket;
6. az első öt, GM-növényeket termesztő országban – az első százszörösen módosított, herbicid-toleráns/rovarrezisztens szója bevezetése;
7. a GM-növények státusza Afrikában megnövekedett (például Szudánban és Burkina Faso-ban 300, illetve 50 %-kal növekedett a GM-gyapot vetésterülete);
8. a GM-növények státusza Európában: (öt EU-tagállamban 15 %-kal nőtt a GM-kukorica vetésterülete, mintegy 148.013 hektáron);
9. a GM-növények nyújtotta haszon 1996-2012 között több száz milliárd USA dollárra tehető, amely az élelmiszer-biztonság, a fenntarthatóság, a környezetvédelem és az éghajlatváltozás okozta problémák enyhítésében nyilvánult meg;
10. a jövőbeli kilátásokat az óvatos optimizmus jellemzi; a fő GM-növényeknél szerényebb éves nyereségek várhatók. Banglades, Indonézia és Panama 2013-ban engedélyezte a GM-növények termesztését és 2014-re várható kereskedelmi forgalomba hozataluk.

Somfai (2011) bioetikus, a Sapien-tia Szerzetesi Hittudományi Főiskola professzor emeritusa egyik tanulmányában a genetikai módosítás mezőgazdasági és élelmiszeripari alkalmazásával kapcsolatos aggodalmakat és indokolatlan ellenvetéseket foglalta össze és különböztette meg az erkölcsi kötelességből fakadó szabályoktól. Hivatkozik tulajdonképpen II. János Pál (szül.: Karol József Wojtyła 1920-2005) pápára, akinek az volt a véleménye, hogy *minden nemesítési eljárás megengedett, ami az emberiség éh-*

inségét enyhíteni tudja; egy másik megnyilatkozása pedig arról szól, hogy „... *a természet nem szent, vagy isteni valóság, amihez az ember nem nyúlhat*, hanem a Teremtő ajándéka az emberi közösség számára, rábízta ezt a nők és férfiak intelligenciájára és erkölcsi felelősségtudatára”. Mint ismert XVI. Benedek pápa (szül.: Joseph Alois Ratzinger 1927 -) 2005-ben pápává történt választását követően azt hangsúlyozta, hogy a GM-organizmusokkal kapcsolatban megalapozott szabályozásra van szükség, amelyben legfontosabb szempont a növények tulajdonsága, nem pedig az, hogy milyen úton állították elő őket. Langenbach (2013) írásaiból ismert, hogy *Ferenc pápa* (Jorge Mario Bergoglio 1936-) a Vatikánban bemutatott arany rizzsel (Golden rice) –, amely mint ismert igen nagy jelentőségű élelmiszer az A-vitamin-hiányban szenvedő gyermekek életének megmentésében – kapcsolatban azt mondta: „*Now it is blessed*” (*Most már áldott*). Ezt a kijelentést annak ellenére tette – amint azt Ingo Potrykus a GM-aranyrizs előállítója (Peter Beyerrel) nyilatkozta –, hogy „A pápa nem barátja a genetikailag módosított növényeknek és az efféle ipari projekteknek, de a miénk (az általunk előállított rizs) elnyerte a tetszését”.

Az *Európai Nemzeti Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete* (European Academies Science Advisory Council, EASAC) 2013-ban jelentette meg a „Jövő vetése”⁹ című szakértői jelentését, amely segíti a megalapozott tudományos szempontok érvényesülését az Európai Unió döntéshozatali mechanizmusában. A dokumentum érintette a GM-növényekkel kapcsolatos kérdéseket is. Többek között rámutatott arra, hogy a politikai környezet és élelmiszerellátás biztonsága érdekében *Európában lehetővé kell tenni az innovatív biotechnológiai módszerek szélesebb körű alkalmazását*, a versenyképesség fokozásában fontos szerepet kell kapni a biotechnológiának, tekintettel arra, hogy *az EU messze elmarad a ver-*

⁹ Planting the future: opportunities and challenges for using crop genetic improvement technologies for sustainable agriculture (EASAC policy report 21, MTA, Budapest 2013-2014).



senyitársaitól és a fajták nemesítéséhez a biotechnológia minden lehetséges eszközére szükség van (vö.: Balázs, 2014).

„Célkeresztben a GMO-k mezőgazdasági felhasználása” címmel rendezett **Parlamenti Szakmai Fórumon** (nyílt napon) (Budapest, Országház, 2014. február 20.) Budai Gyula a Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) államtitkára hangsúlyozta, hogy „A Kormány által meghirdetett **zéró tolerancia minden GMO-ra vonatkozik**, és ennek alapján a VM a jövőben is mindent megtesz azért, hogy Magyarország GMO-mentessége fennmaradjon”. A Parlamenti Szakmai Fórum legfőbb célja az volt, hogy felhívja a figyelmet a GM-növények termelésében rejlő veszélyeire. Az államtitkár utalt arra is, hogy *a zéró tolerancia elvének alkalmazása nem gátolja a GMO-kal kapcsolatos kutatásokat*. El-

hangzott a fórumon az is, hogy a GMO-k egészségi hatásaival kapcsolatban kevés a kutatás (Bardócz Zsuzsanna) és az is, hogy a **génbankokban** tárolt növényanyagoknak csak a gyűjtési és tárolási költségeire van támogatás, de – ami nagyon fontos lenne – a növényekben rejlő „lehetőségek” vizsgálatára nincs (Heszky László). Hosszas tájékoztatás hangzott el arról is, hogy miként lehetne az országba behozott, 90 %-ban **GM-szójadara és -szójabab importját** (évi 900 ezer tonna szójadara szükséglet, amelynek csak 10 %-a itthoni előállítás) csökkenteni és itthon megtermelni a szükségletet (vö.: Valkó, 2014). Baktay Borbála¹⁰ a tápiószelei Növényi Diverzitás Központ (NÖDIK) igazgatója a Kárpát-medencei növényfajokról és növényfajtákról tartott előadásában hangsúlyozta, hogy a Kárpát-medencében hosszú idő alatt kialakult

rendkívüli kultúrnövény-diverzitás megőrzése a jövő GMO-mentes mezőgazdaságának az alapja.

Tekintettel arra, hogy a géntechnológia eredményeinek értékelése tudományos kérdés (de nem a tudomány belügye) és megkerülhetetlen feladat, ezért a jelenlegi helyzetben az **objektív tájékoztatás** irányában csak akkor várható pozitív elmozdulás, ha a tudomány művelői és a politikusok között együttműködés jön létre. Tudományos kérdésben az igazság gyökerei magában a tudományban vannak. Nem zárható ki, hogy a nemes viták tovább folytatódnak – ami kívánatos – de remélhetőleg a tudományos kérdések tisztázása során hatékonyabb és méltóbb emberi együttműködés, új szintézis kerekedik felül.

¹⁰ <http://www.nodik.hu/>

Növényvédelmi szakmérnök képzés a Pannon Egyetem Georgikon Karán Keszthelyen, a Balaton fővárosában

A 217 éves keszthelyi Georgikon Európa legpatinásabb agrár-felsőoktatási intézménye. A **Pannon Egyetem Georgikon Karának Növényvédelmi Intézete** az elmúlt évtizedekben, posztgraduális képzés keretében folyamatosan képez agrárszakembereket **Növényvédelmi Szakmérnöki Szakon**. A Növényvédelmi Szakmérnöki szakirányú továbbképzési szak magyar nyelvű négy félévet felölelő levelező képzés. Különösen jelentős az érdeklődés a már munkahellyel rendelkező szakemberek részéről, amelynek oka, a gyakorlatorientált képzésen túlmenően a konzultációk időbeosztása, amely havonta mindössze 3 napot (csütörtök, péntek, szombat) vesz igénybe.

A „Növényvédelmi szakmérnök” képzésben történő részvétel *feltétele az okleveles agrármérnöki, okleveles agrárkémikus agrármérnöki, okleveles kertészmérnöki, okleveles környezetmérnöki, agrármérnöki MSc, kertészmérnöki MSc végzettség*. Különbözeti vizsgával nyerhetnek felvételt a fel nem sorolt diplomával rendelkező okleveles mérnöki (pl. erdőmérnök, biomérnök), okleveles biológusi és egyéb természettudományi egyetemi végzettségűek.

A szakirányú továbbképzésben megszerezhető szakképzettség neve **Növényvédelmi szakmérnök**, amely feljogosít az I. forgalmi kategóriába tartozó növényvédő szerek teljes körű felhasználására.

A képzés szeptembertől indul. A költségtérítés mértéke *félévenként 150.000 Ft*. A képzésre a jelentkezés a félév megkezdéséig folyamatosan történik, amelyhez <http://novenyvedelmi-intezet.georgikon.hu/kepzesek/novenyvedelmi-szakmernok-kepzes/> honlapról letölthető jelentkezési lapon kívül a diploma másolatát és az önéletrajzot csatolni kell.

A képzés további részleteivel kapcsolatban érdeklődni lehet telefonon (83/545-212, 83/545-217), illetve e-mailen (kormos.eva@2003.georgikon.hu, ppi@georgikon.hu, oak@georgikon.hu).

Dr. Takács András Péter, egyetemi docens, szakfelelős