

A géntechnológia vetőmagháborúja

Fontosnak tartjuk előre bocsátani, hogy mindketten természettudományos területen szereztünk akadémiai minősítést, jelen írás viszont publicisztika. Igyekszik közérthető módon összefoglalni az olvasó számára azt, ami számunkra – akik 2001 óta az MTA Növényvédelmi Kutatóintézetének Ökotoxikológiai és Környezetanalitikai Osztályán aktív kutatást végzünk ezen a területen – kirajzolódik.¹

A géntechnológiai úton módosított (GM) növényekkel végzett kutatások² valamint az újságokban olvasható véleményírások³ szerzői általában nem azonosak. Természetszerűleg mást lát be ez a két közösség, bár a mértékadó véleményírásoknak a tényirodalomra kellene támaszkodniuk. Ez hangsúlyozottan nincs így ezen a területen. A mai közéleti vita specialitása, hogy az újságírókon túlmenően olyan kutatók is jelentetnek meg a számukra idegen területről véleményírásokat, akik az érintett tudományterületen sohasem dolgoztak, közvetlen kutatási tapasztalatuk és belátásuk tehát nincs, viszont mindez az olvasóban azt a képzetet keltheti, hogy hiteles tájékoztatást olvas. A kutatásfejlesztés (K+F) érdekvezérelt (lásd később) szempontjai szerinti véleményformálások erősen rontják a GM-növények ügyének általános átláthatóságát. Érthető hát, ha az érdeklődő, de a szakterületen nem jártas olvasó sztoikusán legyint: „Hogyan alkossak véleményt, ha még a szakemberek sem értenek szót egymással?”

Tekintettel a fentiekben elmondottakra, írásunkban megkíséreljük összefoglalni a GM-növények jelenlegi helyzetét és megítélését, azzal a reménnyel, hogy összefoglalónk nyomán a közéletet éppen foglalkoztató hazai GM-vetőmagszennyezettség ügye jobban érthető lesz.

Gyógyszer- és növényvédőszer-gyártók; GM-fajtacsoporttulajdonosok

A huszadik század nyolcvanas-kilencvenes éveitől géntechnológiai iparának hirtelen – és hihetetlen befektetési kedvet is hozó – fellendülésében az a szándék, s egyben igény is

¹ A szerzők 2012. január 1-től – az MTA ATK megalakulásától – saját elhatározásból a Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézetben dolgoznak.

² Darvas B. szerk. 2012. Válogatás a géntechnológiai úton módosított növények mezőgazdasági, ökológiai és táplálkozási vonatkozásait érintő hazai tudományos és ismeretterjesztő írásokból – <http://www.bdarvas.hu/gmo/idn3005>

³ Darvas B. szerk. 2012. Válogatás a géntechnológiai úton módosított növények mezőgazdasági, ökológiai és táplálkozási vonatkozásait érintő hazai véleményírásokból – <http://www.bdarvas.hu/gmo/idn3004>

fogalmazódott meg, hogy a molekuláris biológia és az akkortájt induló genomika területén felhalmozott ismereteink a köznapi és az üzleti élet számára is hasznosuljanak. A mezőgazdasági géntechnológia első célkitűzése az volt, hogy a haszonnövények genomjának megváltoztatásával kiküszöbölje, de legalábbis korlátozza a kémiai növényvédő szerek használatát, s az általuk okozott környezetterhelést. Ez kétségtelenül nemes, ám mind elvi-ökológiai, mind gyakorlati értelemben mindeddig be nem váltott célkitűzés volt! Az elképzelésnek ökológiai értelemben súlyos hibája, hogy afféle tüneti kezelést kíván nyújtani, nem a gond okát (a kártevők ember előidézte túlzott szaporodási lehetőségét) szünteti meg, csupán visszaszorítani igyekszik azt, s így elvi értelemben nem haladja meg a vegyszeres növényvédelem stratégiáját. Gyakorlati értelemben pedig az történt, hogy a rendkívül gyors ütemben megjelent és piacra is dobott GM-növények első, de napjainkig is piacdomináló képviselői (lásd elsőgenerációs GM-növények) végső soron a korábban is alkalmazott – rovar- vagy gyomirtó – növényvédőszer-hatóanyagok kijuttatásán alapulnak.

A mezőgazdaság, mint iparszerű technológia – ellentétben a reaktorokban, zárt rendszerben végzett ipari eljárásokkal – ún. nyílt technológia, melynek összetevői közvetlenül érintkeznek a természeti közegekkel és az azokon élő életközösségekkel, s ezáltal – gyakorta ellenőrizhetetlen módon – hatnak azokra. Ez a nyílt technológiai jelleg okozta a vegyszeres növényvédelem ökológiai kudarcát és társadalmi elutasítását,⁴ s az ökológiai zsákutcából – egyelőre – a GM-növények sem mutatnak kiutat. Mi több, a GM-növények fajtatulajdonosai, mint korábbi növényvédőszer-cégek, e növényekben egyfajta kiutat látnak, hogy a növényvédőszer-engedélyezés rendkívül hosszadalmassá (egy eredeti hatóanyag kifejlesztésének időtartamát 10-12 évre becsülik) és költségessé (az ezredfordulónál 20-40 millió dollárba került egy hatóanyag kifejlesztése) vált folyamatát elkerüljék, vagyis az üzleti célok az eredeti fejlesztési szándékok fölé kerekedtek.

A mezőgazdasági géntechnológia intézményes elkülönülése fokozatosan zajlott. A mezőgazdasági vegyipar a múlt században indult számtalan vegyi- és gyógyszerüzem-fúziók és felvásárlások sorozatain keresztül érte el jelenlegi állapotát (1. táblázat), amelyet már a nemzetközi vállalatok szintje jellemez. Mára hat hatalmas tőkével rendelkező nemzetközi vállalat – BASF, Dow, DuPont, Monsanto, Sanofi és Syngenta – birtokolja az eddig felhalmozott többségi termékspektrumot és tőkét. A növényvédő szerek területén bekövetkezett súlyos ökotoxikológiai ballépések miatt (2. táblázat) a gyártók nevüket is

⁴ Székács A. 1999. A növényvédő szerek kockázatai. *Magyar Tudomány*, **44**: 38-49. – http://www.epa.hu/00700/00775/00001/1999_01_06.html

gyakran változtatták,⁵ illetve végül szétváltak az egészségügyi (gyógyszerek) és a mezőgazdasági (növényvédő szerek) célú kemikáliákat gyártó egységek. Még a huszadik századból való az a hiteles történet, amely szerint egy patinás gyógyszergyár egyik gyógyszeréről a minőségellenőrzés során derült ki, hogy a gyár által szintén gyártott gyomirtó szerből származó maradványt tartalmazott. A kínos esemény után a gyár azonnal elköltöztette a növényvédőszer-gyártást az egyik, kizárólag ezzel foglalkozó telepére.

Az egyre nagyobb tőke vonzásában létrejött nemzetközi vállalatok – melyek a világgazdaság jelentős piaci tényezőivé váltak (3. táblázat) – az utolsó tíz évben géntechnológiai (pl. Calgene, Mycogene) és vetőmagvállalatokat (pl. DeKalb, Pioneer) is felvásároltak. Ezen az úton valósulhat meg, hogy a GM-növényfajták szabadalmaztathatósága után a növénytermesztés egésze fölötti rendelkezési jog e cégekhez vándoroljon. Vezető pozícióba kerül az a cég, amelyik a vetőmagot birtokolja, legfőképpen ha az szabadalmaztatható. A vetőmag tehát stratégiai fontosságú termék. Jó példa erre a *glyphosate* hatóanyagú gyomirtókat tűró növények köre. A korábbi hatóanyag-szabadalmas Monsanto cég ezen az úton az immár szabadalmi oltalomra nézve lejárt, generikus hatóanyagát egy sor *glyphosate*-tűró növény-fajtacsoport (pl. *MON 603*, *MON 73-7*, *MON 89788*, *MON 40-3-2* stb.) szabadalmaztatásával újra jövedelmezővé tette. Világos utalás erre, hogy a Monsanto saját *glyphosate* hatóanyagú gyomirtó készítménye, a ROUNDUP termékcsalád (pl. ROUNDUP CLASSIC, ~ ORIGINAL, ~ FORTE, ~ MEGA, ~ POWERMAX, ~ WEATHERMAX) nevére utalva GM-növényeit ROUNDUP READY-nek nevezte el, miközben a növények a piaci versenytársak *glyphosate*-készítményeivel szemben is ellenállók. Mindeközben nem árt megjegyeznünk, hogy a *glyphosate* jelenkori környezet-egészségügyi bukdácsolása⁶ elbizonytalanodást eredményezett a világpiacon, amely nemcsak a *glyphosate*-tűró GM-fajták tulajdonosait érinti majd jelentős mértékben, hanem a hatóanyag generikus gyártóit és forgalmazóit is.⁷ A rossz toxikológiai eredmények ugyanis előbb vagy utóbb csökkentik a vásárlási kedvet.

A *glyphosate* hatóanyag pillanatnyilag a globális növényvédőszer-piac 15%-át szerezte meg.⁸ Egyes gazdasági szakértők 2008-ig a *glyphosate*-tűró növények terjedésével a *glyphosate* piacának meghatározó bővülésével számoltak. Pillanatnyilag 1,1 millió tonna

⁵ Darvas B. 2000. *Virágot Oikosnak (Kísértések kémiai és genetikai biztonságunk ürügyén)*. l'Harmattan, Budapest. – <http://mek.oszk.hu/09800/09886/>

⁶ Darvas B., Fejes Á., Mörtl M., Bokán K., Bánáti H., Fekete G. és Székács A. 2011. A *glyphosate* alkalmazásának környezet-egészségügyi problémái. *Növényvédelem*, **47**: 387-401. – <http://www.bdarvas.hu/tudomany/okotoxikologia/idn6032>

⁷ Székács, A. and Darvas, B. 2012. Forty years with *glyphosate*. pp. 247-284. In: Hasaneen, M. N. A. G. Ed. *Herbicides – Properties, Synthesis and Control of Weeds*. ISBN 978-953-307-803-8, InTech, Rijeka, Croatia – http://www.intechopen.com/source/pdfs/25624/InTech-Forty_years_with_glyphosate.pdf

⁸ http://resources.alibaba.com/topic/800083841/2010_China_s_glyphosate_industry_going_.htm

gyártási kapacitás áll a Földön rendelkezésre. Kína 2007-es 0,3 millió tonnás kapacitását 2010-re 0,8 tonnára bővítette, s ezzel a Föld legjelentősebb gyártójává vált. A jelenlegi piacon azonban „csupán” 0,5 millió tonna *glyphosate*-ra van kereslet.⁹ Ez a túlkínálat az árat lefelé téríti el. Ugyanakkor emelkedtek a gyártáshoz szükséges alapanyagárak, tovább csökkentve a gyártás jövedelmezőségét.¹⁰ A kínai gyártási kapacitások tehát pillanatnyilag kihasználatlanok. A *glyphosate* ára egyébként a generikus gyártás óta erőteljesen csökkenő tendenciát mutat. Az Egyesült Államokban a ROUNDUP ára ma fele annak, ami a szabadalmi oltalom éveitől volt.¹¹ Az ingadozás éves szinten is jelentős: 2009 márciusában, Kínában 4100 \$/t árat regisztráltak, míg szeptemberben az ár 2914 \$/t volt.¹² A 2009-ben termelt kínai *glyphosate* legjelentősebb vásárlói az Egyesült Államok (82109 t), Argentína (27734 t) és Brazília (17831 t) voltak, amely országokban a *glyphosate*-tűrő fajtacsoportok a leginkább elterjedtek. A kínai *glyphosate* tehát a Monsanto legfőbb piacán is vevőkre talál.

A kínai vegyipar erőteljesen spekulált a *glyphosate* hatóanyag világméretben emelkedő szükségletére, és gyártókapacitását ehhez méretezte. Ilyen módon jelentős elkötelezettjévé vált a *glyphosate*-tűrő növények termesztésének is, hiszen komoly gazdasági érdeke fűződik e technológia terjedéséhez, amely indokolttá tenné az ezen a területen végrehajtott termelésbővítését.

3. táblázat: **Jelentősebb mezőgazdasági vegyiparak adatai**¹³

Cég	Forbes szerint (2010)			
	Foglalkoztatottak	Jövedelem	Rangsorban	Tőzsdei ármozgás
BASF Corp.	109140	8,1 milliárd €		-3,51%
Sanofi	101575	4,5 milliárd \$	57	-3,55%
E.I. Du Pont de Nemours & Co.	60000	3,4 milliárd \$	179	-2,22%
The Dow Chemical Co.	49505	2,9 milliárd \$	189	-3,22%
Monsanto Co.	21400	1,6 milliárd \$	342	-4,54%
Syngenta Ag.	26000	1,4 milliárd \$	375	-1,48%

⁹ <http://www.farmchemicalsinternational.com/magazine/?storyid=2997>

¹⁰ <http://www.upvery.com/82047-global-commercial-opportunities-of-glyphosate-industry.html>

¹¹ <http://www.peacecountrysun.com/ArticleDisplay.aspx?e=2760635&archive=true>

¹² <http://www.slideshare.net/ccminternational/glyphosate-china-monthly-report-2011pdf>

13 DuPont <http://finapps.forbes.com/finapps/jsp/finance/compinfo/CIAtAGlance.jsp?tkr=DD>; Monsanto: <http://finapps.forbes.com/finapps/jsp/finance/compinfo/CIAtAGlance.jsp?tkr=MON>; Dow: <http://finapps.forbes.com/finapps/jsp/finance/compinfo/CIAtAGlance.jsp?tkr=Dow>; Syngenta: <http://finapps.forbes.com/finapps/jsp/finance/compinfo/CIAtAGlance.jsp?tkr=SYT>; Sanofi: <http://finapps.forbes.com/finapps/jsp/finance/compinfo/CIAtAGlance.jsp?tkr=SNY>; BASF: <http://finapps.forbes.com/finapps/jsp/finance/compinfo/CIAtAGlancelw.jsp?passName=BASFY&passSymbol=BASFY&isOut=null&sedol=>; <http://www.basf.com/group/corporate/en/investor-relations/basf-in-brief/index>

1. táblázat: *Jelentősebb növényvédőszer-gyártók és GM-fajtatulajdonosok 2010-ben*

Cég	←	←	←	←	←
BASF Corp. (Németország, Egyesült Államok – 2000)	←BASF Corp. (2000)	←BASF Corp. (1986) ←American Cyan. Home (1994) ↑Shell Internat. ↑Cellamerck (1972)	←BASF-Wyandotte (1969)	←BASF Colors Chem. ↑Wyandotte Chem. Co. (1943)	←BASF (1865)
Dow Agrosciences LLC (Egyesült Államok, 2001)	←Dow AgroSciences LLC (2001) ↑Mycogen (1982) ↑Rohm & Haas Ag. Chem.	←Dow-Elanco (1898) ←Sanachem S.A. (1997) ←Rohm & Haas US (1917)	←Dow ←Elanco Prod. Co. (1960) ←Rohm & Haas Germany (1907)	←Dow ↑Murphy Chem. (1982) ↑Wacker Chem. (1984) ←Eli Lilly (1876)	←Dow (1897) ↑Midland Chem. (1890)
DuPont (Egyesült Államok – 1802)	←DuPont	←DuPont ↑Pioneer Hi-Bred	←DuPont ↑Shell Ag. Chem Co. (1986)	←DuPont (1802) ←Shell Devel. ←Shell Ag. Chem. Divis.	
Monsanto Co. (Egyesült Államok – 2002)	←Monsanto ↑Pharmacia-Upjohn (2000)	←Monsanto ↑DeKalb	←Monsanto ↑Asgrow ↑American Cyanamid	←Monsanto ↑Calgene ←American Cyanamid ↑Shell Internat. ↑Cellamerck (1972)	←Monsanto Chem. (1901) ↑Swann ↑Searle
Sanofi-Aventis (Franciaország, Németország, Egyesült Államok – 2004; Sanofi – 2011)	←Aventis Crop. Sci. (1999) ↑Rhône-Poulenc ↑Bayer Crop Sci. (1995) ←Sanofi-Synthélabo (1999)	←AgrEvo ←Croplan Genetics ¹ ↑TUCO ↑Hoetch AG (1951) ←Rhône-Poulenc ←Bayer ↑Miles Med. Co. (1884)	←NOR-AM Chem. Co. (1984) ↑BFC (1981) ←TUCO (1985) ←Hoetch ←Rhône-Poulenc ↑Union Carbide Ag. Prod. ←Bayer ↑Mobay (1974)	←NOR-AM Ag. Prod. (1969) ↑Shering US (1929) ↑Morton-Norwich (1969) ←Boots Hercules America (1979) ←Fisons (1942) ←Upjohn Co. (1902) ←Meiser Lucius Co. (1863) ←Rhône-Poulenc ↑Mobil ↑Rhodia Division ↑Chipman ←Union Carbide Ag. Prod. (1898) ↑Amchem Prod. (1977) ←Bayer ↑Baychem (1971)	←Rhône-Poulenc (1928) ↑May & Baker (1834) ←Bayer (1863) ↑Chemagro (1950)

1. táblázat (folytatás): **Jelentősebb növényvédőszer-gyártók és GM-fajtatulajdonosok 2010-ben**

Cég	←	←	←	←	←
Syngenta (Svájc, Egyesült Királyság, Svédország, Egyesült Államok – 2000)	←Novartis CP ←AstraZeneca PLC ↑Astra AB (1913) ↑GB Biosciences (2001)	←Novartis Crop Prot. (1996) ↑Merck CP (1997) ←Zeneca Ag Prod. (1993) ←ISK Bioscience (1990)	←Ciba-Geigy ←Sandoz CP ←ICI America (1971) ←Stauffer ←Ishihara (1916) ↑Fermenta	←Ciba-Geigy ↑R. Maag Ag. (1844) ←Zoëcon CP ←Sandoz (1895) ←Velsicol Co. (1931) ←ICI US (1968) ↑Atlas (1912) ←Stauffer (1895) ↑Victor Chem. (1903) ←Fermenta (1985) ↑SDS Biotech (1983)	←Ciba-Geigy (1970) ↑Esso Res. Engin. (1955) ←Zoëcon (1968) ↑Hooker Chem. Co. (1906) ↑Occidental (1920) ←Imperial Chem. Ind. (1926) ↑Chipman of Canada (1928) ←Diamond Shamrock (1967) ↑Showa Denko

2. táblázat: **Jelentősebb mezőgazdasági vegyigyárak ismert előélete**

Cég	Büszkeségeik	Kérdőjelek vezető termékeknél	Botrányok
BASF Corp.	<i>fipronil</i> - természetes ellen, műanyagok		<i>atrazine</i> -gyártás
Sanofi	Aspirin (Bayer), GM-inzulin; vakcina-gyártás	hormon hatású fogamzásgátlók (Bayer)	Bhopali tragédia (Union Carbide); <i>chlordimeform</i> -gyártás (Shering); <i>aldicarb</i> -gyártás (Union Carbide)
E.I. du Pont de Nemours & Co.	Teflon, Kevlar, Pioneer fajtái		<i>lindane</i> (Rhône-Poulence); <i>atrazine</i> -gyártás
The Dow Chemical Co.	műanyagok	<i>glyphosate</i> – generikus gyomirtó; szilikon mell-implantátumok	Vietnámi Háború – dioxin szennyezett Agent Orange; <i>DBCP</i> -gyártás
Monsanto Co.	DeKalb fajtái	<i>glyphosate</i>	Vietnámi Háború – dioxin szennyezett Agent Orange; Plan de Colombia – Roundup Ultra-használat; <i>MON 863</i> – rezisztens kukoricabogár
Syngenta Ag.	bioüzemanyag	<i>glyphosate</i> – generikus gyomirtó	<i>DDT</i> -gyártás (Geigy); <i>aldrin</i> -, <i>dieldrin</i> -, <i>heptachlor</i> -és <i>chlordan</i> -gyártás (Velsicol); dioxin szennyezett Agent Orange (Diamond Shamrock); Rajnai tragédia (Sandoz); <i>chlordimeform</i> -gyártás (Ciba); <i>atrazine</i> -gyártás (Novartis)

A GM-növényekkel kapcsolatos kereskedelmi előny egyébként olyan mértékben nyilvánvaló, hogy minden nemzetközi növényvédőszer-gyártó elindult ebbe az irányba. E folyamat egyik mozgatórugója, hogy a gyártók így elkerülhetik az új növényvédő szerek mára rendkívül hosszadalmassá és költségessé vált engedélyezési folyamatát, s egy régi hatóanyag elképesztően hosszú szabadalmi túlélését biztosíthatják. Ennek következménye viszont az lett, hogy rendkívül lelassult az új, eredeti hatóanyagok fejlesztése, hiszen a rendelkezésre álló K+F pénzt a növényi géntechnológia területébe fektették be. Tíz év alatt (1998-2008) például a BASF 1 milliárd eurót költött géntechnológiára (ez ugyan éves bevételének csupán 2%-a), s a jövőbeli kitörést, a cég vezető termékeit is ezen a területen képzelik el. Terveikben szárazságtűrő és a beltartalmukban módosított növények (lásd AMFLORA¹⁴) szerepelnek.

Észak- és Dél-Amerikában a GM-növények terjedése meglehetősen gyorsasággal el is indult, így 2009-ben a Monsanto/DeKalb 7,4 milliárd \$ értékű (éves értékesítésének 64%-a) GM-vetőmagot adott el, míg a DuPont/Dow/Pioneer érdekkör csupán 4 milliárd \$-nyit.¹⁵ A GM-vetőmagvak európai fogadtatása azonban igen hűvös maradt, máig tíz Európai Unióhoz tartozó ország hirdetett vetési moratóriumot legalább egy genetikai eseményre: Ausztria (1999 – *MON 810*, *MON 863*, *T25*), Magyarország (2005 – *MON 810*), Görögország (2005 – *MON 810*), Lengyelország (2006 – általános), Olaszország (2006 – általános), Franciaország (2008 – *MON 810*), Románia (2008 – *MON 810*), Németország (2009 – *MON 810*), Luxemburg (2009 – *MON 810*) és Bulgária (2010 – általános).¹⁶ Hozzá kell azonban ehhez tennünk, hogy romániai moratórium meghirdetése (újsághírekben való megjelenése) után sem vált gyakorlattá, míg Lengyelország, Olaszország és Bulgária sem konkrét vetési moratóriumot hirdetett, hanem az ország területét GMO-mentes területnek nyilvánította. A GM-növényekkel kapcsolatos kutatásokat általában nem tiltják az Unióban, azonban Görögország ilyen jellegű vetési engedélyeket sem ad ki. Paradox, hogy mindez nem vonatkozik bizonyos fajtacsoportok importjára, feldolgozására, takarmányokba és élelmiszerekbe való keverésére. Igaz ugyan, hogy Európában a felhasználást jól láthatóan jelölni kell a terméken (többnyire takarmányokon), azaz a vásárló tájékoztatása kötelező. Az Unión kívüli országok közül Svájc (2005-ben hirdetett 5 éves általános moratóriumot, amit most hosszabbít), Szerbia (2009-től tiltja a GM-termékek forgalmát is) és Norvégia döntött

¹⁴ Ipari célra készített burgonya-fajtacsoport, amely módosított keményítőtartalma igen magas, így például minőségi papírgyártáshoz jól felhasználható. Az EU-ban vetési engedélye van, de a kapcsolatos engedélyezési eljárást bírósági úton vitatja több tagállam, közöttük Magyarország is.

¹⁵ <http://www.forbes.com/forbes/2010/0118/americas-best-company-10-gmos-dupont-planet-versus-monsanto.html>

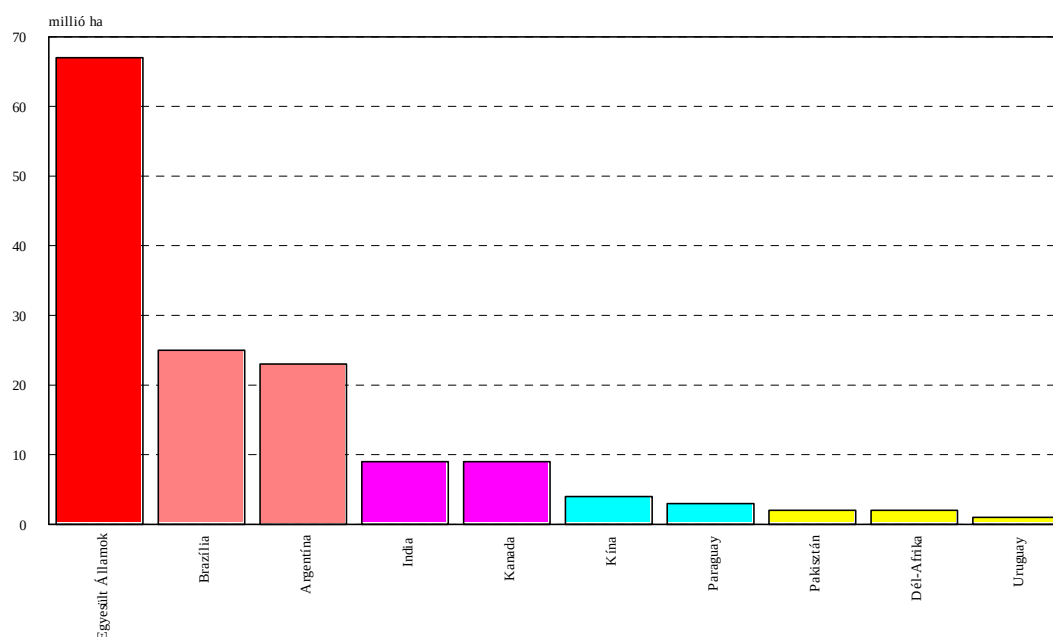
¹⁶ Darvas B. és Székács A. 2010. A géntechnológiai úton módosított növények megítélése az Európai Unió keleti határán. *Biokontrol*, 1: 13-23. – <http://bdarvas.hu/download/pdf/Biokont01.pdf>

úgy, hogy az elővigyázatosság elvét követve nem járul hozzá a GM-növények szabadföldi termesztéséhez.

A fentiek súlyos következményeképpen a New York-i értéktőzsdén (NYSE) szereplő cégek közül például a technológia élharcosának számító Monsanto részvényeinek árfolyama a 2008-as kimagaslóan jó év (átlag 120 \$ = 100%) után 2009-ben 67%-ra, 2010-ben 42%-ra csökkent, s 2011-ben éppen 55%-körül kereskednek a Monsanto papírjaival.¹⁷ Ez tartós és meghatározó trendnek látszik, dacára annak, hogy a GM-vetésterületek növekményét tartalmazzák a fajtatulajdonosok által támogatott ISAAA (*International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications*) statisztikák, melyek a globális vetésterület bővüléséről számolnak be. E szerint a 2008-as vetésterülettel számolva (100%), 2009-ben 5%, 2010-ben 16%-os a növekmény, amiből az utóbbi 148 millió hektár „GM-vetésterületnek” felel meg.¹⁸ Az idézőjelet az indokolja, hogy az ISAAA nyilvántartása ún. genetikai eseményenkénti (*genetical event*) területet tart nyilván, ami nem a tényleges vetésterületnek felel meg, hiszen ha olyan kukoricát vetünk el, amely három genetikai eseményt tartalmaz (pl. molyrezisztens, bogárrezisztens és *glyphosate*-tűrő), akkor azt 3 hektárként tartja nyilván ez a rendszer, miközben a valóságos vetésterület csak 1 hektár. Ma tehát, amikor a többszörös módosítású (*stacked event*) fajták terjednek, nem tudni, hogy a növekvőnek látszó trend valóságos termésterület-bővülést jelent-e, vagy abból fakad, hogy többszörös módosítású fajták léptek be a piacra. További nehézség, hogy a GM-vetésterület az ún. elfogadó országok területén belül bővül csupán, és az ilyen országok száma csekély. A meghatározó termesztő Egyesült Államok után a nagy GM-termesztők között találjuk Brazíliát és Argentínát; a közepesek között Indiát és Kanadát, míg a kis termesztők között Kínát, Paraguay-t, Pakisztánt, Dél-Afrikát és Uruguay-t (1. ábra). Nincs tehát közöttük egyetlen európai ország sem.

¹⁷ <http://finapps.forbes.com/finapps/jsp/finance/compinfo/CIAtAGlance.jsp?tkr=MON>

¹⁸ Clive, J. 2010. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010*. ISAAA Brief No. 42. Ithaca, NY.
– <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/>

1. ábra: *Egy millió hektár fölötti GM-vetésterületű országok*

2009-ben a GM-növényeket tekintve az Európai Unió területén még az előző évhez képest 12%-kal csökkenő területen, 95 ezer hektáron – azaz egy nagyságrenddel kisebb vetésterületen – termesztettek GM-kukoricát (*MON 810*), mint pl. Uruguay termesztési területén. Uruguay egyébként kis termesztőnek minősül ezen a téren. Az összeurópai termesztés a Föld GM-növénytermesztésének mindössze csekély töredéke. Ez a kereskedelmi adat – beleszámítva az egyébként is csekély méretű francia és német termesztés moratóriummal elrendelt beszüntetését – méltán nevezhető az elsőgenerációs, növényvédelmi célú GM-növények legjelentősebb kereskedelmi kudarcának. Európai területén a *MON 810* kukorica 80%-át Spanyolországban (76 ezer ha) vetik. A további termesztők sorrendje: Cseh Köztársaság (6 ezer ha), Portugália (5 ezer ha), Románia (3 ezer ha), Lengyelország (3 ezer ha) és Szlovákia (1 ezer ha). Ez tehát rendkívül tartózkodó fogadtatásnak minősíthető.

A New York-i tőzsde, amely érték- és így várakozáscsökkenést regisztrál, sokkal inkább figyel az európai szkepszisre, mint az elfogadó országokban állított – kérdőjeles – vetésterületi bővülésre. Az európai fizetőképes piac értékítélete – úgy tűnik – lényegesen fontosabb a tőzsdei befektetőknek, mint a fajtatulajdonosok és a velük szoros kereskedelmi kapcsolatban álló fejlődő országok híradásai.

A GM-fajtacsoportok európai engedélyezése

Ahhoz, hogy megértsük, miért lehet feldolgozni és fogyasztani (Európában takarmányozási célra használni) olyan GM-fajtacsoportokat, amelyeknek ugyanakkor nincs vetési engedélyük, ismerni kell az Európai Unió engedélyezés szerkezetét.

Az Európai Unióban 2011 szeptemberében 130 egyszeres és többszörös genetikai esemény halad az engedélyezés útján. Egy-egy ilyen genetikai eseményből nagy termőképességű hagyományos fajtákkal való keresztezéssel fajták tucatjai hasadnak majd ki, ezért nevezzük fajtacsoportnak ezeket. Ezen a ponton válik érthetővé, hogy miért volt érdeke a vegyi vállalatoknak vetőmagvállalatokat venni, hiszen ilyen úton a nemesítők generációinak értékes tenyészanyagaihoz jutottak hozzá. Az Unió engedélyezési szerkezetből 26 egyszeres módosítás emelhető ki (4. táblázat), amelyekből a többségi kombinációk előállnak. Ennek közel fele a kukoricát érinti, ami Magyarország számára kiemelt jelentőségű. A fajtatulajdonosok között vezető a Monsanto, amely a genetikai események felét birtokolja. Jelentős még a Bayer Crop Science, amely voltaképpen az Aventis Crop Science része, ám a túlnyomóan *glufosinate*-tűrő növényeik nem jelentek meg az európai termesztési gyakorlatban. A cég türelmesen várja a számára kedvező pillanatot. A fajtatulajdonosi listán rejtve marad a Du Pont is, amelynek része a Pioneer Hi-Bred, így az általa engedélyezésre benyújtott GM-fajták is. Kétségtelen, hogy ezekhez a fajtákhoz a Dow Agrosiences világcégnek is köze van. Így itt találjuk az első nyilvánvaló kooperációt, amely további cégek között is megvalósul, hiszen a többszörösen módosított fajták között számtalan olyat találunk, ahol a gének szabadalmi joga szerint több nemzetközi cég közös termékéről van szó. Ebből az álláspontból érthető, miért egységes a nemzetközi vállalatok véleménye ezen a területen. Fentiek ellenére érzékelhető, hogy néhány nemzetközi cég fölöttebb óvatos üzletpolitikával közelít az európai engedélyeztetéshez és igyekszik a nevét távol tartani a parázs vitától.

4. táblázat: *Az Európai Unióban engedélyezési folyamatban lévő egyszeres genetikai események*¹⁹

Növény	Dokumentáció tulajdonos	Esemény száma	Engedély	Engedély státusza	Módosítás típusa
Burgonya	BASF Plant Sci. + Amylogen	EF 92-527-1	T,F,V	d	magas keményítő (<i>nptII</i>)
Cukorrépa	Monsanto + KWS Saat	KM-71-4	T	d	<i>glyphosate</i> -tűrő
Gyapot	Bayer Crop Sci.	ACS-GH1-3	T,F	d	<i>glufosinate</i> -tűrő
		MON 531	T	m	molyrezisztens (<i>nptII</i>)
		MON 1445	T	m	<i>glyphosate</i> -tűrő
		MON 15985	T	m	molyrezisztens (<i>nptII</i>)
Kukorica	Bayer Crop Sci.	ACS-ZM3-2	T,F,V	m	<i>glufosinate</i> -tűrő
		MON 603-6	T	d	<i>glyphosate</i> -tűrő
		MON 810	T,F,V	m	molyrezisztens
		MON 863	T,F	m	bogárrezisztens
	Monsanto	MON 88017	T,F	d	bogárrezisztens + <i>glyphosate</i> -tűrő
		MON 89034	T,F	d	molyrezisztens
	Pioneer Hi-Bred + Dow	DAS-1507	T	d	molyrezisztens
		DAS-59122-7	T	d	bogárrezisztens
	Syngenta	MON 21-9	T,F	d	<i>glyphosate</i> -tűrő
		SYN-BT11	T	p	molyrezisztens + <i>glufosinate</i> -tűrő
		SYN-IR604	T,F	d	bogárrezisztens
Olajrepcé		ACS-BN5 x ACS-BN3	T,F	d	<i>glufosinate</i> -tűrő + hímsteril
		ACS-BN8-2	T,F	d	<i>glufosinate</i> -tűrő
	Monsanto	MON 73-7	F	d	<i>glyphosate</i> -tűrő
Szója	Bayer Crop Sci.	ACS-GM5-3	T,F	d	<i>glufosinate</i> -tűrő
		MON 40-3-2	T	m	<i>glyphosate</i> -tűrő
		MON 89788	T,F	m	<i>glyphosate</i> -tűrő
Szegfű	Florigene	Moondust	F	p	kék szín
		Moonlite	F	d	kék szín
		Moonshadow 1	V	p	hosszasan tárolható

Megjegyzések: T – élelmiszer és takarmány célú felhasználásra; F – importra és feldolgozásra; V – vetésre; d – benyújtott dokumentáció; p – termék; m – engedély meghosszabbítás alatt; *nptII* – antibiotikum (kanamycin) ellenálló gént tartalmaz; Bayer Crop Science = Aventis Crop Science; Pioneer Hi-Bred = Du Pont

Az engedélyezett események többsége „gyomirtó-tűrést” (*glyphosate* vagy *glufosinate*) eredményez, míg másik számottevő része ún. *Bt*-növény, amely a *Bacillus thuringiensis* valamelyik *cry*-génjét (*cry1* és *cry2* – molyrezisztens; *cry3* – bogárrezisztens) tartalmazva „rovarrezisztenciát” kölcsönöz a fajtának.

¹⁹ <http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db/>

A kiadott engedélyek szólhatnak élelmiszer és takarmány célú felhasználásra, importra és feldolgozásra, valamint vetésre. Ez utóbbihoz kell csatolni a környezettudományi dokumentációt, amelyet ez idáig sokkal nehezebb volt elkészíteni, mint az élelmiszer-biztonsági dokumentációt. Az engedélyek közül csak négy vonatkozik vetésre (kibocsátásra): burgonya-fajtacsoportok közül ilyenrel rendelkezik az *EH 92-527-1* (AMFLORA néven ismert), kukorica fajtacsoportok közül a *MON 810* (YIELDGARD néven ismert) és *ACS-ZM3-2* (T25 néven ismert), valamint szegfű fajtacsoportok közül a MOONSHADOW 1.

Az európai engedélyezés szakbizottsága az *EFSA* (European Food Safety Authority) GMO-Panelje, amely élelmiszer-biztonságra szakosodott. Ennek ellenére – a szakterületétől eltérően – környezetbiztonsági kérdésekben is szakértői szerepben mutatkozik. Az *EFSA* működését igen sok és súlyos kritika érte, ennek oka, hogy eddig a fajtatulajdonosok állításaitól eltérő független vizsgálati eredményeket egyáltalán nem fogadta el. A nevezett bizottság úgy működik, mintha a tudományos testületek fölötti végső igazságosztó lenne, miközben időszakonként működő, időszakokra kinevezett, változatos tudományos teljesítményt nyújtó tagjai vannak. A hazai szakértői,²⁰ majd tárgyaló²¹ delegációk szakmai véleményei is összeütköztek az *EFSA* GMO-Paneljének véleményével. E vitákat ismerve úgy tűnik, ennek az európai szakértői szervezetnek a tárgyalási módszerei eltérnek attól a normától, ami hazánk számára elfogadható.

Az engedélyek számát tekintve feltűnő, hogy az élelmiszer-biztonsági területen az engedélyek megszerzése sokkal könnyebb, mint a környezetbiztonság területén. Mindeközben hiányzó vagy ellentmondásosak a takarmányozási eredmények, legfőként a haszonállatfajokkal (baromfi, sertés és szarvasmarha) kapcsolatban. Ám még ha sikerülne is megnyugtató eredményeket kapni, a humán táplálkozással kapcsolatos vizsgálatokat, valamint a gasztroenterológiai elemzéseket továbbra is hiányolhatjuk.²² Nem a véletlen műve tehát a gyanakvásnak az a korábban ismeretlen foka, ami a szakterületet körülengi.

²⁰ Darvas B., Székács A., Bakonyi G., Kiss I., Biró B., Villányi I., Ronkay L., Peregovits L., Lauber É. és Polgár A. L. 2006. Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hivatal GMO Paneljének a magyarországi környezetanalitikai és ökotoxikológiai vizsgálatokkal kapcsolatos állásfoglalásáról. *Növényvédelem*, **42**: 313-325. – <http://www.bdarvas.hu/tudomany/okotoxikologia/idn4006>

²¹ Rodics K., Homoki H., Bakonyi G., Darvas B. és Székács A. 2011. Az *EFSA* GMO Paneljének tartott előadások utóélete. 53-67 old. In: Darvas B. és Székács A. szerk. *Az elsőgenerációs géntechnológiai úton módosított növények megítélésének magyarországi háttere*. Magyar Országgyűlés Mezőgazdasági Bizottsága, Budapest – <http://mek.oszk.hu/09900/09933/> 53-67. old.

²² Bardócz Zs. és Pusztai Á. 2010. GM növények táplálkozástudományi látószögből. *Biokontrol*, **1**: 24-32. – <http://bdarvas.hu/download/pdf/Biokont01.pdf>

Az elsőgenerációs GM-növények haszna

Hazánkban gyapottermesztés nem folyik, szója- és cukorrépa-termesztésünk alacsony szintű, ipari burgonya termesztésének igénye jelentős papíripar nélkül a közeljövőben sem valószínű. A GM-szegfű termesztése aligha váltana ki különösebb ellenzést, mivel zárt térben (üvegház) termesztik, és fogyasztásra nem kerül. Marad tehát a GM-olajrepce és a GM-kukorica. Az olajrepce rovarbeporzású növény, ezért a GM- és hagyományos fajták vetésterületét kötelezően elválasztó, ún. izolációs távolság minimum három kilométeres sugarú kör, mivel ez a mézelő méh átlagos gyűjtési távolsága. Tovább súlyosbítja a helyzetet, hogy a növény géncentruma Földközi-tenger melléki, ami a rokon fajok nagy számában nyilvánul meg. Ezek között a keresztbeporzás (lásd később, mint fajhibridek) nagy valószínűség szerint valósul meg (2. ábra) és érinti a termesztett káposztaféléket is. Így valószínűleg ez a növénycsoport az utolsók között lesz, ami az európai ökológusok jóváhagyásával találkozhat. Talán az sem véletlen, hogy ez esetben hímsteril GM-fajtacsoport (ACS-BN5 x ACS-BN3) jelent meg. Ezen az úton jutottunk el a mai viták forrásához, a kukoricához, amely viszont hazánk számára kiemelt növény, hiszen Magyarország – Franciaország után – Európa második legjelentősebb kukoricatermesztője.

Az elsőgenerációs GM-kukoricák növényvédelmi problémákat igyekeznek megoldani. A piac szerinti nagyobb szegmens a *glyphosate*-tűrő kukoricák területe. Ez esetben arról van szó, hogy egy totális gyomirtó hatóanyaggal (*glyphosate*) minden gyomot kiirtunk, csak a GM-fajtánk marad életben. A *glyphosate* jellegzetesen csupán a kultúrnövény kelése előtt (*preemergens*) alkalmazható gyomirtó, ami a *glyphosate*-tűrő növények megjelenésével a kultúrnövény kelése utáni állománykezelésre (*postemergens*) is használhatóvá vált. A kémiai gyomirtásra jellemző, hogy szakszerűtlen használat esetén ún. perzselési kár keletkezik, amelynek akár a termésmennyiségre is hatása lehet. Ezt bizonyosan megelőzi a *glyphosate* kijuttatása esetén a *glyphosate*-tűrő növények alkalmazása. A technológiától csupán annyi termésnövekmény várható, amennyi a perzselési kár elmaradásából származhat. A termék előnye tehát szakképzetlen munkaerő esetében látványos, míg szakképzett munkaerőnél csekély. Kétségtelenül egyszerűsíti a gyomirtás éves gyakorlatát, hiszen egyetlen hatóanyagra alapozhatjuk a kukorica gyommentesen tartását, míg ellenkező esetben több hatóanyagot kellene használnunk, és nagyobb szakértelmet követel a kukoricatáblánk. A káros ökológiai következmények viszont szerteágazók. A *glyphosate*-tűrő növények alkalmazásával Dél-Amerikában terjed a talajművelést minimalizáló művelési mód is, mely gyakorlat hosszabb távon a talajok kihasználását fokozza és leromláshoz vezet.

A „rovarrezisztens” ún. Cry-toxint termelő *Bt*-kukoricák a világpiac kisebb szegmensét adják. Két változatuk van terjedőben.²³ Az egyik csoportjuk tagjai lepkefélék hernyói ellen hatásosak és általában Cry1-toxint termelnek. Legismertebb ezek közül a *MON 810* csoport, amely a kukorica szárában károsító kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) ellen igen jó hatásfokú, viszont a cső károsítása esetén mindig akadnak túlélő rovarok. A csövön károsító kukoricamoly és gyapot-bagolylepke (*Helicoverpa armigera*) hernyói okozta károsítás a táplálkozási sebzés miatt növeli a csőfuzariózis esélyét. A *MON 810* kukoricában tehát csökken a mikotoxinokat tartalmazó fuzáriumos csövek aránya, azonban a GM-fajta nem küszöböli ki ezt a kártételt.²⁴ A molyrezisztens kukoricák termésnövekménye az a kár, amit ilyen módon megelőzünk. Hazánkban ilyen igen ritkán – mondjuk tíz évenként egyszer – fordul elő, mivel a főként rovarélősködőkre (parazitoidokra) épülő természetes szabályozás igen hatékony. Ez az oka annak, hogy nálunk a gazdák nem védekeznek kukoricamoly ellen, míg a további ok, hogy a védekezés időpontjában a kukorica állománykezelése csak helikopterrel lenne megoldható, ám ezen a módon sem elég hatékony a permetlé bejutása a sűrű növényállományba.

A Cry3-toxint termelő kukoricaváltozatok a kukoricabogár (*Diabrotica* sp.) lárvái ellen hatásosak. Ez azt jelenti, hogy az ilyen táblákon előforduló imágókártételek közül a bibe károsítását és így a hiányos megtermékenyülést ez a megoldás sem küszöböli ki. Az alkalmazás kezdetekor azonban a gyökéren károsító lárvák számát jelentősen csökkenti ez a GM-fajtacsoport. A kukoricabogár pillanatnyilag jelentős probléma Magyarországon, de legfőként monokultúrában termesztett kukoricában. A várható termésnövekmény tehát nagyüzemi monokultúrás táblákban a kártétel mértékének megfelelő szintet érhet el.

Lényeges megjegyeznünk, hogy a fajtatulajdonosok reklámszövegeivel ellentétben a növényvédelmi célú GM-növények nem teremnek többet közel izogenikus (anyai) vonaluknál, amelyből kifejlesztették őket. A termésnövekmény egyetlen forrása ugyanis az elkerült kártétel. Ennek mértékét a hazai vizsgálatok 0-5%-ban állapították meg.²⁵ Evidens tehát, hogy a globális élelmiszerhiány megoldására ezek a termékek nem alkalmasak, és a rekordtermés álmáról is le kell mondani azoknak, akik eddig ebben hittek.

²³ Takács E., Lauber É., Bánáti H., Székács A. és Darvas B. 2009. *Bt*-növények a növényvédelemben. *Növényvédelem*, 45: 549-558. – <http://www.ecotox.hu/kutatok/idn131>

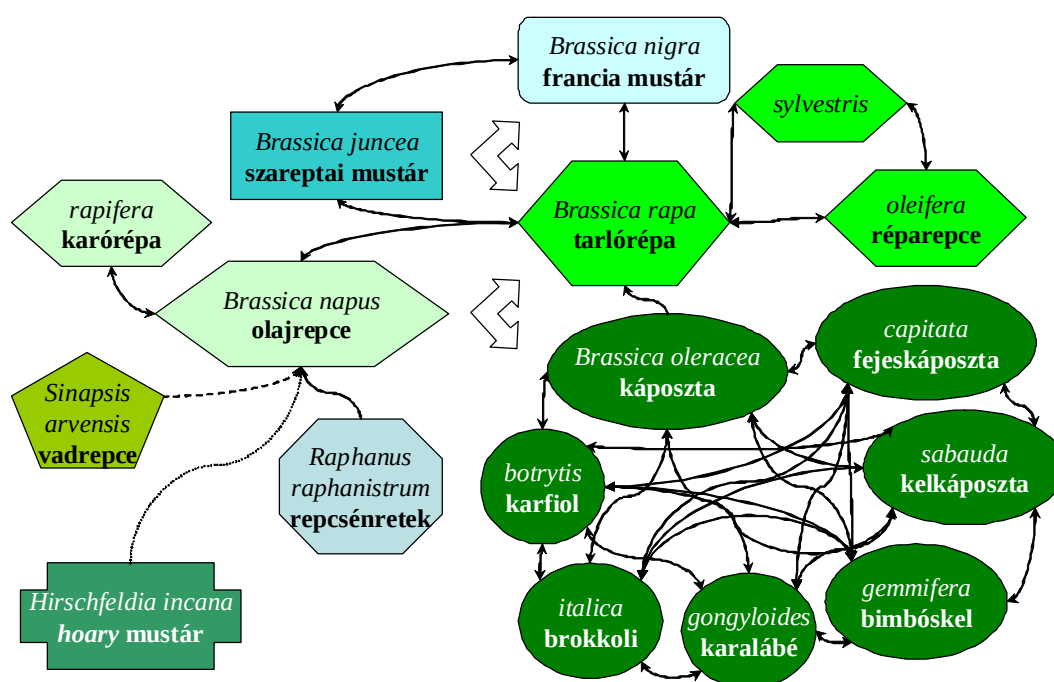
²⁴ Darvas B., Bánáti H., Takács E., Lauber É., Szécsi Á. and Székács, A. 2011. Relationships of *Helicoverpa armigera*, *Ostrinia nubilalis* and *Fusarium verticillioides* on *MON 810* maize. *Insects*, 2: 1-11. – <http://www.mdpi.com/2075-4450/2/1/1/>

²⁵ Füstí Molnár G. 2011. Az állami elismerés előtt lévő géntechnológiai úton módosított fajtákkal végzett hazai fajtavizsgálatok eredményei. 24-26 old. In: Darvas B. és Székács A. szerk. *Az elsőgenerációs géntechnológiai úton módosított növények megítélésének magyarországi háttere*. Magyar Országgyűlés Mezőgazdasági Bizottsága, Budapest – <http://bdarvas.hu/download/pdf/GenetM.pdf>

Az elsőgenerációs GM-növények kritikája

A GM-növények használata során igen fontos probléma a génmegszökés/génáramlás kérdése. Génszökés esetén a transzgén kikerül az emberi kontroll alól. A génáramlás során a transzgén pollen segítségével átkerül valamilyen más növényre (faj- és fajtahibridek). A fajtahibrid-képződésnél a transzgént is tartalmazó pollen átkerül más fajták virágára. A fajhibrid-képződésnél rokonnövények beporzására kerül sor, aminek főként az adott faj géncentrumában nagy az esélye. Erre példa az olajrepe (a tarlórépa és káposzta termesztett fajhibridje) és rokonsági köre (2. ábra). A fizikai génmegszökés során a GM-növény vetőmagja vagy valamilyen reprodukcióra képes szerve (gumó, hagyma, hajtás stb.) a termesztési technológia valamelyik fázisában keveredik a hagyományos fajtával vagy a szállítás során elszóródik és később szaporodási helyzetbe kerül.²⁶

2. ábra: *Az olajrepe közvetlen beporzási hálójá*



Mivel a GM- és nem-GM magvak, szaporítóanyagok, növények ránézésre megkülönböztethetetlenek egymástól, a tényleges keveredés, illetve a mentesség kimutatása csak műszer- és költségigényes módszerekkel lehetséges. A fizikai keveredés megelőzése

²⁶ Heszky L. 2011. A koegzisztencia szakmailag elfogadhatatlan, a gyakorlatban kivitelezhetetlen. 28-33 old. In: Darvas B. és Székács A. szerk. Az elsőgenerációs géntechnológiai úton módosított növények megítélésének magyarországi háttere. Magyar Országgyűlés Mezőgazdasági Bizottsága, Budapest – <http://bdarvas.hu/download/pdf/GenetM.pdf>

párhuzamos művelő eszközök és raktárak kiépítését teszi szükségessé. A hagyományos és GM-növények együtt-termeszthetőségét meghatározó koegzisztencia törvény az egyidejű termesztés problémájával foglalkozik, és alapvető célja a génáramlás/génmegszökés folyamatának a lehetőségek szerinti hatékony megakadályozása. A törvényi szabályozás az ökológiai, a hagyományos és a GM-fajták egyidejű vetőmag- és árutermesztésének feltételeit igyekszik egy adott területen megteremteni úgy, hogy a hagyományos termények maximálisan 0,9%, a biotermények és vetőmagvak 0,0% transzgénarányt tartalmazhatnak. Ám idegenbeporzás esetén a koegzisztencia megvalósítása hosszú távon ökológiai nonszensz, tehát bizonyos transzgének széleskörű, kontrollálatlan elterjedése az első pillanattól fogva megjósolható volt. Erre fontos példa a napjainkban előfordult GM-vetőmagokkal bekövetkezett szennyezés. Ez azt jelenti, hogy idegenbeporzó (szél- vagy rovarbeporzású) növényeknél az országnak az első pillanatban döntenie kell, hogy a termesztés melyik válfaját választja.

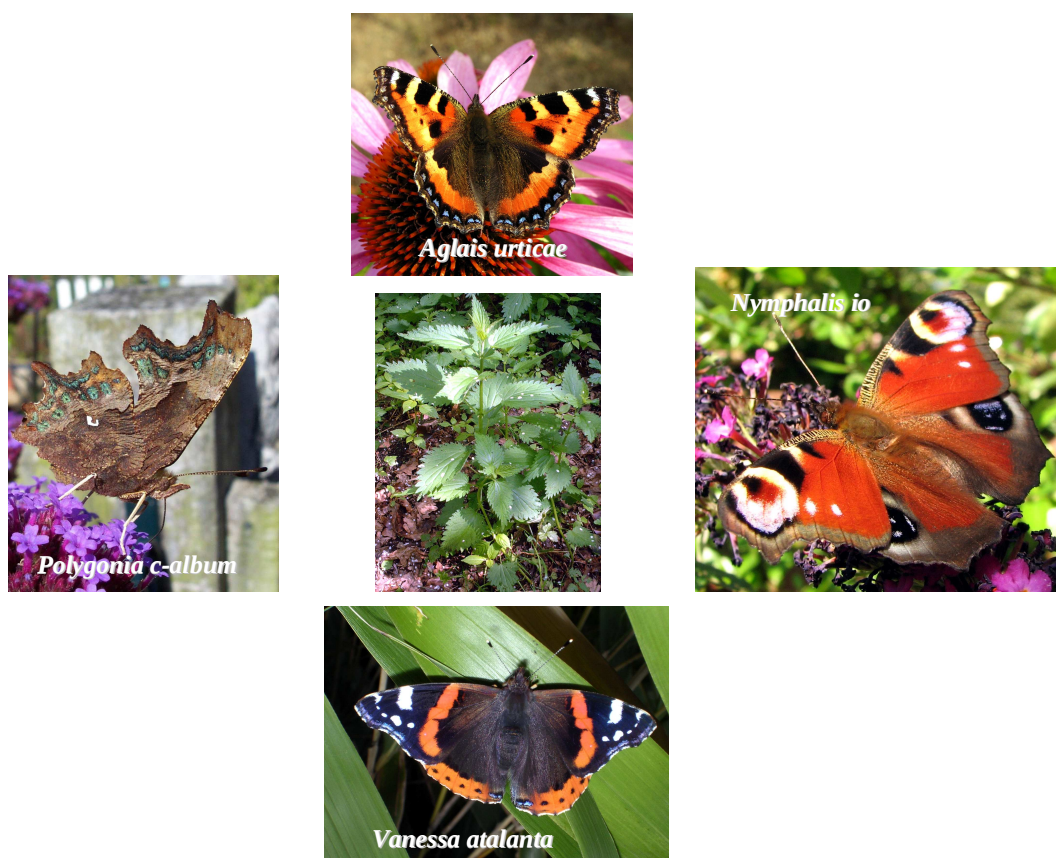
A permetező szerhez képest a *Bt*-növények folyamatos védelmet biztosítanak a célkárttevő ellen. Ez azonban egyszersmind azt is jelenti, hogy a növényben a transzgén kódolt fehérje (például a Cry-toxin) a kártevő megjelenésétől és aktuális népességdinamikai jellemzőitől függetlenül, a növénybe ültetett génkonstrukció és a növény genetikai programja által szabályozott mértékben folyamatosan termelődik, s ezzel állandó környezeti terhelést jelent. Egyes genetikai eseményekben a Cry-toxin szervenkénti eloszlása viszonylag egyenletes, másokban a génkifejeződés szervenként eltérő (pl. *MON 810*).²⁷ A permetezéssel járó okszerű védekezéssel szemben a szakmai felügyeletet nem igénylő folyamatos védelem azzal jár együtt, hogy a növény akkor is termeli a Cry-toxint, amikor arra nincs szükség, és olyan növényi részekben is, ahol fölösleges. A *MON 810* kukoricamoly-rezisztens kukorica például a gyökerében is jelentős mennyiségű Cry1-toxint termel, miközben a kukoricamoly azt nem károsítja. Korántsem optimalizált termékekről van szó, tehát ilyenekkel kapcsolatban megmosolyogtató azokat a csúcstechnológia termékeként jellemezni.

A *Bt*-növények – a vegetatív részek tömegétől függően – nagy mennyiségű Cry-toxint termelnek meg hektáronként, mely a növényi sejtekbe zárva hosszú ideig megmarad. Ennek hatása a tarlómaradvány lebontásában és a talajt alkotó mikrobiális közösség alakításában még nem ismert. Mérések szerint a tarlómaradvánnyal a talajba kerülő Cry-toxin 1-4%-a mérhető még egy év múlva. Ez nagy vegetatív tömeget termelő fajtáknál még mindig tetemes mennyiség lehet, ha a hagyományos biológiai növényvédő szerrel, a DIPEL készítménnyel

²⁷ Székács, A., Lauber, É., Juracsek, J. and Darvas, B. 2010. Cry1Ab toxin production of MON 810 transgenic maize. *Environ. Toxicol. Chem.*, **29**: 182-190. – <http://www.ecotox.hu/scientists/idn133>

kivitt Cry1- és Cry2-toxinmennyiséghez viszonyítunk. A Cry-toxinok felhalmozódására mutatkozik esély, hiszen nagyüzemi viszonyok között a monokultúras kukoricatermesztést gyakran alkalmazzák. A talajban élő egyes ugróvillás-fajok kevésbé fogyasztják a Cry1-toxint tartalmazó kukorica maradványait a hagyományos kukoricához képest, illetve ezen a táplálékon a szaporaságuk is mérséklődik, mely részben magyarázhatja a *MON 810* fajtacsoport lassabb lebomlását.

3. ábra: **Magyarországon a kukoricatáblák szegélyein élő csalánféléken lárvakorban táplálkozó védett lepkéhegyők**



Nem célzott állatok a táplálkozásuk során kerülhetnek kapcsolatba a *Bt*-növények által termelt Cry-toxinokkal. Kiemelkedő problémát jelent a célkártévő rokonsági körébe eső nem célzott fajok érintettsége. A Cry1-toxint termelő növények a pollenszórási periódusban potenciálisan veszélyeztetik a tábla gyomszegélyén élő védett lepkelárvák biztonságos élőhelyeit (hazánkban 213 fajt tartunk nyilván), amennyiben azokra Cry1-toxinartalmú pollenje kiüledik, és hosszabb ideig tápnövényükön marad. Hazánkban 33 faj valamilyen szinten érintett lehet, és közülük is kiemelhetők a kukoricaszegélyen gyakori, csalánféléken lárvakorukban táplálkozó, védett nappali lepkék (3. ábra). A nappali pávaszem (*Nymphalis io*)

Cry1-toxin érzékeny hernyója nevezhető meg, mint modellállat.²⁸ A kukoricaportokokból kiszóródó Cry1-toxintartalmú pollen megváltoztatja az egyes élőhelyek adottságait. Egyfajta növényvédő szeres kezelésként is felfogható, hiszen a Cry-toxint tartalmazó pollen lerontja azoknak a gazdanövényeknek a fogyasztási értékét (mérgezővé téve azokat), amelyekre rákerül. A védett állatokkal kapcsolatban a hazai természetvédelmi törvény nem engedélyezi az élőhely, így a tápnövény minőségének megváltoztatását.

A szubletális behatások hozzájárulhatnak a Cry-rezisztencia és -keresztrezisztencia kialakulásához. Laboratóriumi tenyésztésben modellállaton (*Plodia interpunctella*) már a 10. nemzedék toleránsnak bizonyult a *MON 810* kukorica levélörleményével szemben, mely a *Bt*-fajták várhatóan gyors lejárati idejére utal.²⁹ Ez mind a hagyományos *Bt*-permetezőszerek, mind a *Bt*-növények használhatóságának elvesztéséhez vezethet, hiszen a *MON 810*-re rezisztens lárvák DIPEL készítményre is toleranciát mutatnak. A Cry1-rezisztencia kézbentartására izogenikus vonallal történő 20-50% arányú szegélyvetést ajánlanak a fajtatulajdonosok, ami az érzékeny kártevőnépességet fenntartja. Ez úgyszólván a kártétel állandósulását jelenti, hiszen jelentős területrészen a kártevő „tenyésztése” folyik. Napjaink tudományos ténye, hogy az Egyesült Államokban Iowa állam térségében megjelent a Cry3B-toxinra rezisztens kukoricabogár. Ezt a jelenséget számos tudós pontosan megjósolta.³⁰

A jelenleg takarmányként és táplálékként forgalomban lévő GM-növényeket a lényegi azonosság elve alapján engedélyezték. Ennek alapja, hogy biztonsággal fogyasztható a transzgenikus növény, ha főbb kémiai összetevői (szénhidrátok, fehérjék) az elterjedési területén található fajtaválaszték beltartalmi szórásértékei közé beilleszthetők. Ez különösen zavarba ejtő, ha a GM-vonal az izogenikus vonalához képest szignifikáns beltartalmi eltérést produkál, ami nem is ritka. Az eddigi takarmányozási és táplálkozási vizsgálatok eredményeinek jelentős része – függetlenül a szakmai tartalmuktól – súlyos bírálatokat kaptak. Ezen a területen az egyik legjelentősebb érdekháború folyik.

A *MON 863* Cry3Bb1-toxint termelő kukoricabogár-rezisztens fajtával patkányokon három hónapig folytatott kísérlet eredményeiből – melyek a Monsanto dokumentációjából

²⁸ Darvas B., Csóti A., Gharib, A., Peregovits L., Ronkay L., Lauber É. és Polgár A. L. 2004. Adatok a *Bt*-kukoricapollen és védett lepkefajok lárváinak magyarországi rizikóanalíziséhez. *Növényvédelem*, **40**: 441-449. – <http://www.ecotox.hu/download/pdf/MON810.pdf>

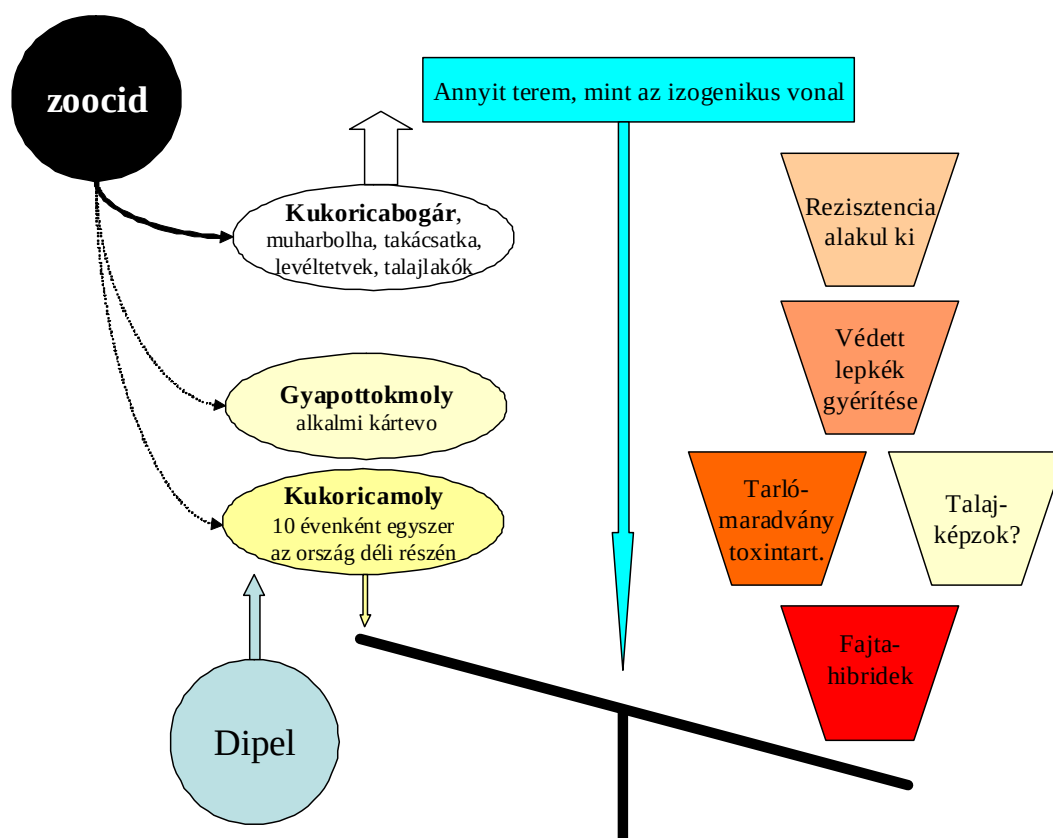
²⁹ Darvas B. és Lauber É. 2007. A Cry1-toxinrezisztenciáról. 64-66. old. In: Darvas B. szerk. *Mezőgazdasági géntechnológia – elsőgenerációs GM-növények*. Magyar Országgyűlés Mezőgazdasági Bizottsága, Budapest. – <http://bdarvas.hu/download/doc/Mezőgazdasagi%20gentekologia.pdf>

³⁰ Gassmann, A. J., Petzold-Maxwell, J. L., Keweshan, R. S. and Dunbar, M. W. 2011. Field-evolved resistance to *Bt* maize by Western corn rootworm. *Plos One*, **6**: E22629 – <http://spectrumseed.com/Rootworm%20Resistance%20to%20Bt%20Corn.pdf>

kerültek nyilvánosságra – kimutatták, hogy a kezelt állatok élettani értékeinek 8%-a eltért a normálistól. Ebből a nőstények májkárosulása a leginkább figyelemreméltó.³¹

2011-ben jelent meg Aziz Aris és Samuel Leblanc cikke,³² amely szerint várandós anyák és magzatjaik vérszérumában a *glufosinate* bomlásterméke a 3-MMPA (*glufosinate*-tűrő fajták), valamint a Cry1Ab-toxin (*MON 810*) is kimutatható volt. Ez azt jelenti, hogy a tápcsatornában ezek a vegyületek nem bomlanak le – mint a fajtatulajdonosok eddig állították – és a méhlepényen is átjutva a magzati vérkeringésben is megjelennek. Az egészségügyi következmények meghatározása a közeljövő feladata, de kétségtelenül súlyos kérdőjel került a korábbiak mellé.

4. ábra: A *MON 810* molyrezisztens kukorica fajtacsoport növényvédelmi/környezettudományi mérlege



³¹ Séralini, G.-E., Cellier, D. and de Vendomois, J. S. 2007. New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 52: 596-602. – http://www.rapaluruquay.org/transgenicos/Maiz/Genetically_Maize.pdf

³² Aris, A. and Leblanc, S. 2011. Maternal and fetal exposure to pesticides associated to genetically modified foods in Eastern Townships of Quebec, Canada. *Reproductive Toxicology* (in press) – http://www.uclm.es/Actividades/repositorio/pdf/doc_3721_4666.pdf

Az előnyök és hátrányok számbavételével esetről esetre mérleg dönt arról, hogy egy GM-fajtacsoport alkalmas-e hazai termesztésre. A *MON 810* esetében nagyon egyszerűen a 4. ábrán foglaltuk össze ezt az állapotot, amiből elég világosan származhat az a következtetés, hogy pusztán a környezettudományi ellenérveket számba véve is sokkal több a hátrány, mint a keletkező előny.

Visszavont GM-fajtacsoportok

A GM-fajtacsoportok rövid gyakorlati szereplése alatt jelentős számú fajta visszavonására került sor (5. táblázat). Közülük leginkább a STARLINK kukorica allergén hatásának ügyét tárgyalta a szakirodalom.³³

5. táblázat: **Legismertebb visszavont GM-fajtacsoportok**

Növény	Fajtatulajdonos	Genetikai esemény	Módosítás típusa	Lejárat év	Ok
Burgonya	Monsanto	NMK-89601-8 (NEWLEAF)	bogárrezisztens (Cry3-toxin)		2001-ben felfüggesztve (EÁ)
Kukorica	Syngenta	SYN-EV176	molyrezisztens (Cry1-toxin)	2007	pollenben mért jelentős Cry1-toxin tartalom (EU)
	Aventis Crop Science	ACS-ZN4-3 (STARLINK)	molyrezisztens (Cry9-toxin)	2000	élelmiszerlánc-szennyezés, allergén (EÁ)
Olajrepe	Bayer Crop Science	ACS-BN4 x ACS-BN1	glufosinate-tűrő + hímsteril	2007	(EU)
		ACS-BN4 x ACS-BN2	glufosinate-tűrő + hímsteril	2007	(EU)
		ACS-BN7 (TOPAS 19/2)	glufosinate-tűrő (<i>nptII</i>)	2007	(EU)
Szegfű	Florigene	FLO-11363-1 (MONSHADOW 2)	hosszan tárolható	2008	(EU)

Megjegyzések: Bayer Crop Science = Aventis Crop Science; EÁ – Egyesült Államok; EU – Európai Unió; *nptII* – antibiotikum (kanamycin) ellenálló gént tartalmaz

Árukezelési hibák a GM-fajták területén

A GM-növények megjelenése óta több olyan esetről tudunk, amikor engedély nélküli termékek kerültek be a takarmány- és élelmiszerláncba. Európában a tofu és a mexikói típusú kukoricacsipszek a leginkább gyanúsított feldolgozott élelmiszerek. Növények közül viszont a rizs emelkedik ki, valamint a Kínában előállított Cry1-toxint tartalmazó fajták, amelyeknek az Európai Unióban nincs engedélyük (6. táblázat).

³³ <http://www.foodallergyangel.com/documents/GMO/StarlinkReport.pdf>

6. táblázat: **Legismertebb takarmány és élelmiszer GM-szennyezések**³⁴

Növény	Fajtatulajdonos	Genetikai esemény	Módosítás típusa	Év	Eset	Egyéb
Kukorica	Syngenta	<i>SYN-BT10</i>	molyrezisztens	2004	takarmányszennyezés (EU)	takarmány
Len	PBI Saskatoon	<i>FP967</i> (TRIFFID)	omega-3	2009	élelmiszerlánc-szennyezés (Németország)	lenmag
Rizs	Bayer Crop Science	<i>LL601</i>	<i>glufosinate</i> -tűrő	2006	Élelmiszerlánc-szennyezése (EÁ, EU)	rizs
		<i>LL62</i>	<i>glufosinate</i> -tűrő	2006	élelmiszerlánc-szennyezése (Franciaország)	rizs
	Kína	<i>KMD1</i>	molyrezisztens	2011	élelmiszerlánc-szennyezése (EU)	rizs
		<i>KEFENG6</i>	molyrezisztens	2011	élelmiszerlánc-szennyezése (EU)	rizskeksz
		<i>XIANYOU BT63</i> (<i>TT51-1</i>)	molyrezisztens	2005	élelmiszerlánc-szennyezése (EU)	rizstészta

Megjegyzések: Bayer Crop Science = Aventis Crop Science; molyrezisztens = Cry1Ab-toxin termelő;
EÁ – Egyesült Államok; EU – Európai Unió

GM-vetőmagszennyezés Magyarországon

A közelmúlt kétségkívül legnagyobb horderejű, a mezőgazdasági géntechnológiát érintő hazai története a GM-vetőmaggal szennyezett vetőmagtétel idej megjelenésének, vetésének, majd megsemmisítésének ügye. A GM-vetőmagszennyezés bekövetkezte – a koegzisztencia gyakorlati megvalósíthatatlansága miatt – előre várható volt, s az események itt is a más országokban korábban bekövetkezett hasonló szennyezési ügyekben tapasztalt forgatókönyv szerint zajlottak. Ilyen GM-szennyezés ugyanis korántsem egyedi jelenség, világszerte számos országban megtörtént már az elmúlt 15 év során, véletlen vagy szándékos kijuttatás formájában, így csak a kukorica esetében Brazíliában, Chilében, az Egyesült Államokban, Mexikóban, Új Zélandon, Európán belül pedig Ausztriában, Franciaországban, Görögországban, Horvátországban, Németországban, Olaszországban, Svájcban és Szlovéniában.³⁵

Az Egyesült Államokból vált ismertté, hogy a 2001-2004 közötti kísérleti termesztés során a Syngenta *SYN-BT11* magját összecserélték a *SYN-BT10* fajtacsoportéval és ez utóbbit 15000 hektáron elvetették. A termény bekerült az európai takarmányláncba is.

2010-ben Németországban, mintegy 2000 hektár hagyományos kukoricában *MON 603-6* (*NK603* néven ismert) szennyezés fordult elő. A konkrét vetőmag tulajdonosa a Pioneer Hi-Bred volt, bár a genetikai eseményé a Monsanto. A szennyezés mértékét ~0,1%-nak találták, ami a mennyiségi kimutathatóság határa. A probléma többrétű: (i) Németország – bár

³⁴ <http://www.saveourseeds.org/en/library/rice-ll601.html>;

<http://www.gmcontaminationregister.org/index.php?content=default>

³⁵ Greenpeace 2007. *GM Contamination Register Report*. Greenpeace International, Amsterdam, the Netherlands. – http://www.greenpeace.hu/up_files/1171551710ge_contamination_report_07.pdf

2006-2008 között pár ezer hektár *MON 810* kukoricát vetett – 2009-ben vetési tilalmat rendelt GM-kukoricára; **(ii)** a *MON 603-6* fajtacsoportra nincs vetési engedélye az Unió területén. Az ügy kapcsán Magyarország is érintett volt, amennyiben egy vetőmagszállítmány hazánkon keresztül érkezett, azonban a termelői helyet jelző szám nem hazánkra utalt. A Pioneer vitatta a németországi kimutatás helyességét és hibás pozitív eredményről beszélt.

A fentiekből kiindulva a vidékfejlesztési miniszter 2011 áprilisában fokozott ellenőrzést rendelt el az Unión kívülről érkező országokból származó vetőmagvakra, de olyan tagországokból származó tételek esetében is, amelyek területén legális vagy változó besorolású a GM-növények vetése. A hatóság által megmintázott tételekben a kijelölt Nemzeti Referencialaboratórium (NRL) mérései során találtak olyan tételeket, amelyekben karfiolmozaikvírus-eredetű promóter (35S) fordult elő, ami jele a GM-fajtáknak. A mérések helyességét egy másik NRL ellenőrizte és eseményspecifikus meghatározásokat is végzett. Kukoricánál a *MON 810* vetőmag volt a leggyakoribb szennyező, de *MON 603-6* is előfordult.

A VM Sajtóirodája június 17-én közölte, hogy a Bólyi Agrokémia Kft. 240 hektáros területén elvetett GMO-val szennyezett vetőmagot kitárcsáztatta. A behozott vetőmag tulajdonosa a Pioneer Hi-Bred volt. A vetőmagok között *MON 40-3-2* GM-magokat találtak, amely fajtatulajdonosa a Monsanto. A *MON 40-3-2* genetikai eseményre nincs vetési engedély az Európai Unióban.

A VM Sajtóirodája július 14-én közölte azt, hogy Chile és Románia azok az országok, ahonnan a legjelentősebb szennyezett kukoricatételek származtak, s közülük is kiemelkedik az a tétel (DKC 3511 kukoricahibrid, H-8-001/0717 fémzár), amit 2008-ban Romániában termesztettek és 2011-es vetésre értékesített a Monsanto. Ezt a tételt kb. 2500 hektáron vetették el.

A Pioneer Hi-Bred vitatta az eredményeket³⁶ mégis együttműködött a magyar hatóságokkal. A tények: **(i)** a hatóság az eredményeket két NRL 8-12 darab mérésére alapozta; **(ii)** nem csak karfiolmozaikvírus-promóter (35S) meghatározás történt, hanem akkreditált laboratóriumban eseményspecifikus azonosítás is; **(iii)** a mérések és ellenőrzésük nemzetközileg elfogadott (validált) módszerekkel történtek.³⁷

Az országon kívülről érkező kismérvű szennyezettség inkább a koegzisztencia lehetetlenségére utal, amit Heszký László már 2004-ben valószínűsített.³⁸ Az Országgyűlés

³⁶ http://nol.hu/archivum/20110709-akar_milliardos_is_lehet_a_gmo-ugy_szamlaja

³⁷ Vajda B. 2011. Reflektálás a mérések hitelességét megkérdőjelező nyilatkozatokra. In Székács A. szerk: *Abs. GMO-Kerekasztal*, 23: 9. – <http://bdarvas.hu/main/idn6030>

³⁸ <http://mkk.szie.hu/dep/genetika/pdf/Heszký/Fenntartasaim%20a%20koegzisztencia%20hazai.pdf>

Mezőgazdasági Bizottságának elnöke viszont a szándékosság kérdését is felvetette.³⁹ Valóban elgondolkodtató, hogy a Monsanto 2011-ben miért 2008-ban (!) Romániában termesztett kukorica-vetőmagot értékesített az országba, mikor abban az évben ott 8000 hektáron vetettek *MON 810* kukoricát és 200 (ez a hazai fele) méteres izolációs távolságot tartanak csupán szükségesnek?⁴⁰⁻⁴¹ Ismert példa, hogy a kezdetben a GM-növényeket nem termelő Brazília 2004-ben adta fel az álláspontját, amikor mérésekkel konstatálta, hogy az argentin határszakaszon a GM-növények előfordulása jelentős.⁴² Ezt az ügy kommunikációja szerint az 1999 óta Argentínán keresztül csempészett GM-vetőmag idézte elő.

Czepó Mihály⁴³ és Mark Buckingham⁴⁴ a Monsanto Hungária Kft. honlapján az alábbiakat tették közzé:⁴⁵ „A Monsanto megkérdőjelezi a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal mérési eredményeit és a növekedőfélben lévő állományok elsietett megsemmisítésének szükségességét.” [...] „Míg Magyarországon nulla tolerancia van, addig az Európai Élelmiszerbiztonsági Hivatal (EFSA) több GM növény fajtát termesztésre biztonságosnak ítélt az Európai Unió területére nézve (beleértve MON 810, NK603, Bt11, TC1507).”

A Mezőgazdasági, Ipari és Környezetvédelmi Géntechnológiai Hatóság (MIKGH) ezzel kapcsolatban a GMO-Kerekasztal 23. ülésén úgy nyilatkozott, hogy a hazai párhuzamos mintákat a Monsanto nem kérte el és a közel 30 GM-szennyezett tétel közül csupán egyet vizsgált. A MIKGH nem kapott számszerűsített eredményt és hivatalos értesítést a Monsanto eredményeiről. A minta szennyezettségének megállapítása egyébként a magyar törvények értelmében a VM által kijelölt hatósági laboratórium tiszte.

A Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület (BZBE) elnöke (egyben az MTA alelnöke) hitelesnek gondolta a Monsanto érvelését és nyilvánosan vont le a következtetéseit a hazai hatósági mérésekről.⁴⁶ A MIKGH-nál azonban nem tájékozódott a hazai mérési módszerekről és elért eredményekről. Vitatta a hazai izolációs távolság mértékét is. A magyar törvény azonban 400 méteres izolációs távolságot ír jelenleg elő. A 2005-ben eltérő elveket vallók⁴⁷ – saját vizsgálatok híján – nem tudták megvédeni az álláspontjaikat. A romániai vetőmag példájából pedig most az is következik, hogy 200 méteres izolációs távolság vetőmag-termesztésnél bizonyosan nem elégséges.

³⁹ <http://hetivalasz.hu/uzlet/tudatos-lehetett-a-szennyez-es-39460>

⁴⁰ <http://www.agroland.hu/?hir=3045>

⁴¹ <http://zoldbiotech.uw.hu/hirlevelek/1001-2.pdf>

⁴² <http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=c0406j>

⁴³ a Monsanto Hungária Kft. termékengedélyezési vezetője

⁴⁴ a Monsanto szóvivője, az EuropaBio tagjaként működő Agricultural Biotechnology Council vezető helyettese

⁴⁵ http://www.monsanto.hu/pdf_fooldal/sajtokozlemen-y-20110716-kukorica.pdf

⁴⁶ http://www.nol.hu/lap/forum/20110726-alkotmanyos_genpanik

⁴⁷ <http://www.matud.iif.hu/05aug/13.html> vs. <http://www.matud.iif.hu/05okt/18.html>

A történetek miatt egyesek szerint Magyarország GMO-mentes státusza veszélybe került,⁴⁸ ez azonban nincs így, hiszen terméshozás előtti kiszántást hajtottak végre.

Kutatás és kutakodás

Miként lehetséges, hogy a GM-növények kérdéseiben ennyire megosztott a hazai szakmai közvélekedés is? Miért védik többen is olyan hevesen a növényi géntechnológia nemzetközi vállalatokhoz fűződő eredményeit? A kutatásban dolgozók számára a magyarázat egészen világos. Ez az egész rumli a K+F-ben megszerezhető pénzről szól. A világban a befektetések jó részét a várakozások mozgatják. A géntechnológia az ezred egyik kiemelkedő tudományos ígérete. Megmozgatja a befektetők és vállalkozók fantáziáját. Nem is olyan régen az Egyesült Államokban a legjobb tőzsdei befektetések a géntechnológia papírai voltak. Egy hatalmas ország ipara startolt rá a *glyphosate* gyártására, amint Kína példája mutatja. Könnyen prioritási listákra kerültek a géntechnológia hívószavai, ahonnan K+F pénzek érhetők el. Mára úgy tűnik, a tervezettek az ígéreték szintjén maradtak. Hazánknak sincs egyetlen eredeti ötletű GM-fajtacsoportja sem.

Minden korszakban álmodtak a kutatók, csak diszkrétebben, mint mostanában. Nem kamera előtt és bedrótozva. Ma gyorsan a kirakatba kerül a szellemi portéka, sőt már esendő vázlata is. Ilyesmit szeretnénk? Valóban elégséges indíték, hogy etetni és gyógyítani kell a népet? Lényegtelen, ha majd a kellően meg nem vizsgált élelmiszerei és gyógyszerei lesznek további betegségeinek okai? Nem féltő, hogy lehajrázzuk saját valóságos tudásunkat? Nézzük hát, miként hat az elszegényített hazai kutatási környezetünkben a kevéske pénz, ami akár a sivatag fölött szemlélődő, eltévedt esőfelhő.

Aligha mondunk újat azzal, hogy a hazai K+F támogatása válságosan mélyre jutott. Az OTKA támogatása GDP-ben mérve a 2002. évi 0,4 ezrelékről 0,2 ezrelékre apadt (2010-ben 5,4 milliárd forint) és a Nemzeti Erőforrás Minisztériumának előrejelzése szerint jó, ha 2015-re eléri a 0,25 ezreléket. A K+F+I támogatására fordított összeg ennek kb. tízszerese 56 milliárd forint (2008). A Kutatási és Technológiai Innovációs Alap kezelője (KTIA) 2011 áprilisától a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal (NKTH) után a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium alatt működő Nemzeti Fejlesztési Ügynökséghez (NFÜ) került. Mindenki arra vár, hogy a permanens átszervezés után majd csak lefut egyszer az önellenőrzés, és végre működni kezd program. Az érzésünk mégis az, hogy programhiba miatt ez a rutin folyamatosan lefagy.

⁴⁸ <http://hetivalasz.hu/uzlet/gen-over-40106>

Az MTA a csökkenő támogatást látva elitmentésbe kezdett. Pár kutatónak, pár témának bizalmat szavazott, a többséget magára hagyta. Összevon, kisegítő háttérrel leépít, intézeteket olcsóbb telkekre telepít, egyszerűen összehúzódik. 2009-ben elindította a *Lendület* programot, amely szerint hét 35-45 éves kutató vehette át a kiemelt kutatástámogatásról szóló dokumentumot. Az MTA erre 2010-ben háromszázmillió forintot szánt, és öt éven át támogatja a nyertest. Az erre fordított összeg 2011-ben megduplázódott, de így is soványka az eredmény. Elégséges lenne ez a katasztrófára méretezett Noé program?

A kirakatban megjelenőkkel szemben az átlagkutatóknak bevételi terve van. Mit is jelent az átlagkutató fogalma? Talán azt, hogy a kapcsolati tőkéje és az önmegvalósító képessége szerényebb. Ő az, aki az egyre mélyülő költségvetési hiányban evickél. A gazdasági tehertétel annál nagyobb, minél kevésbé tud a kutatóintézet a helyzethez alkalmazkodni, illetve minél nagyobb az eladhatatlan kutatások hányada az adott intézményben. Egy kutató számára a közvetlen gazdasági helyzetet azon pályázati rendszerek testesítik meg, amelyeket bevételeihez megcélozhat. Működhetne az állami kutatási megrendelés, amennyiben a kormányhivatalok képesek lennének a hívószavaikat jól megfogalmazni és érvényesíteni ebben a pályázati konstrukcióban. A GM-növényeket illetően azonban bizonyosan nem sikerült ez, hiszen bár 2006-ban a kormánypártok egyhangú állásfoglalásával (53/2006. XI. 29. OGY Határozat) kinyilvánították, hogy a GM-növények hazai mellékhatás-vizsgálatainak elsőbbséget kell biztosítani, de erre a célra semmilyen pályázati kiírás nem született, mint ahogy máig nem teljesen világos, hogy ki is a hazai tudománypolitika irányítója.

Tény, hogy GM-növények mellékhatásainak vizsgálatára 2010-ig, tíz év alatt országosan kb. 70 millió forint támogatás érkezett, ami nagyon alacsony szint. Ugyanezen idő alatt az elsősorban a szegedi–martonvásári K+F kör több mint egymilliárd forintot kapott. És csak az utolsó három évben 30 millió Ft körül nyertek GMO-kkal kapcsolatos ismeretterjesztésre. Tessék végiggondolni, milyen kontraproduktív eredménnyel zárult ez a befektetés, ha Magyarország kormánya az alaptörvény szintjén nyilvánította ki a géntechnológiai úton módosított szervezetektől való elzárkózását. Természetesen ez a kérdés szerintünk is értelmezést és kellő artikulációt kíván.

Térjünk azonban vissza a pályázati rendszerekhez! Az OTKA ún. kíváncsiságvezérelt alapkutatást támogat, míg a jelenleg ismét kohóban izzó NFÜ a teljes K+F+I vertikumát. Az NKTH már a 2010-ben esedékes, 2009-es munkákra vonatkozó támogatásait is jelentős késéssel fizette ki. 2010. év közepén bezárta, és azóta csak most nyitotta ki a kasszáját. A 2010-ben elvégzett munkákat most fizetik. Azok a K+F intézetek, amelyek erre alapozták

működésüket, mára súlyos likviditási gondokkal küzdenek. Előlegeztek, de a csekély pénz is késve érkezik vissza. A hazai kutatóintézetek régen túl vannak tartalékaik felélésén. Egyes intézetek most néha bezárnak – kisebbitik a közüzemi számlákat –, mert az igazgató otthoni munkát rendelt el. Nem árt tudni, hogy az MTA intézetei kb. 50%-os, míg pl. a Vidékfejlesztési Minisztérium kutatói hálózata 60-80%-os költségvetési hiánnyal „működnek”.

A hosszantartó hiány sokféle morális deficittel jár együtt. Az egyik, hogy bármit felvállalunk. Rettegünk az év végi hiánytól. A kutatók többségére jellemző az eltúlzott megfelelni vágyás. Ez könnyen kihasználható. A készítés erőssége arra, hogy pénzt szerezzünk, annál erősebb, minél magasabb pozícióban vagyunk a vezetésben, hiszen egy csoport, egy osztály, egy intézet, sőt az egész tudományos közösség költségvetését kell egyensúlyban tartanunk. Az elnöki pozíciókban arra is gondolnunk kell, hogy mi pörgeti a hazai, esetleg a nemzetközi K+F mókuskerekét. A kapcsolati tőke ebben a vetületben simán veri a szakértelmet. Az etika viszont a görög mitológiában sem találta meg a saját istenét. A felhasználható módszerek korlátlanok, akár a mai valóságshow-kban. A nagy pénzek kijárói között valószínűtlenül sok az idős kutató, akik igyekeznek – legalább a közszereplés szintjén – a tudomány klubszobáit belakni. Ők tanácsalankodnak sokszor az új technológiák élén (tisztelet a kivételnek), és ők azok, akik elmondják a soros álmaikat, ami minden korszakban tilalmas volt a tudósoknak.

Ha nincs az állami (pályázati) kasszában pénz – és most nincs –, akkor fordul a bevételhiányos kutató a vállalatok felé. Sokan meglepődnek talán rajta, hogy a multik és köreik milyen készségesek a döntéshozók piár utaztatásait illetően, ugyanakkor kutatásfinanszírozásra – legalábbis hazánkban – kevésbé hajlamosak. Illetve ekkor pár iratot alá kell írunk, amelyben lemondunk saját kutatási eredményeink szabad felhasználására vonatkozó minden jogunkról. Szinte „semmiség”. Ha arra kerül a sor, csak ki kell kérnünk a gazda írásos engedélyét, és az megüzeni majd, hogy miről akarja, hogy megemlékezzünk. Ő fizet, mi húzzuk neki. Sorokat, strófákat nyugodtan feledés boríthat. Ilyesféle az „ipari kutatás”, amiért a hitele is oly kevés. Valaki majd a „cégnél” eldönti, minek a nyilvánosságra hozása képezi az érdeküket? A többi eredménynek, az alapadatokkal együtt irány a zárt aktatár. Ez a kapcsolat tehát aszimmetrikus, amiben a kutató elveszíti az eredményei fölötti rendelkezési jogát.

Pusztai Árpádnak – van, aki a történetét nem ismeri? – is ezért kellett hosszasan hallgatnia,⁴⁹ de amit mégis elmondott, a kivizsgálás során leírt, azt később nem publikálhatta. A szaklapok nem fogadnak be már ismertté vált eredményeket. Minden kutató tudja ezt, ezért elképesztő, hogy miközben Pusztai Árpádot egyesek azért ítélik meg, hogy idő előtt tájékoztatott, minket éppen azzal vádolnak, hogy a kísérleti eredményeinket nem hozzuk azonnal nyilvánosságra. Viszont ez így is marad. Sem a türelmetlen civilszervezetek, sem az izgatott pro-GM körök kedvéért nem változtatunk azon, ami a saját ítéletünk szerint helyes. Hitelesség és elővigyázatosság. Nos, ez az, ami Pusztai Árpád történetéből a mi kutatói nemzedékünknek tanulság.

⁴⁹ Csontos E. GM-game I-II. A „Pusztai-botrány” hullámverései a nemzetközi és a magyar sajtóvisszhang tükrében. 2011. 2000, 13 (2): 11-36; 13 (3): 3-14. –
<http://xa.yimg.com/kq/groups/16937540/1379419529/name/Csontos1%5B1%5D.pdf>;
<http://xa.yimg.com/kq/groups/16937540/1357629174/name/Csontos2.pdf>

Rövidítések és kifejezések jegyzéke

Bacillus thuringiensis – rovarpatogén baktérium

BZBE – Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület. A növényi géntechnológia érdekképviselőjét ellátó civilszervezet. Az *EuropaBio* tagja.

donor – az adományozó

EFSA – *European Food Safety Authority* (Európai Élelmiszer-biztonsági Ügynökség)

géncentrum – A faj keletkezésének földrajzi helye, amit jelez az alfajok és közeli rokon fajok nagy száma.

genetikai esemény – Az eddig a génbevitel során a kívánt gén véletlenszerűen épül be a faj örökítő anyagának valamely szakaszába. A módosítás tehát egyszeri és megismételhetetlen, ezért azokat a módosításokat, amelyeket az előállító hasznosít, a tulajdonosra és a kísérlet számára visszavezethető betű- és számkombinációval jelöli. Például a *MON 810* a Monsanto cég 810-es számmal jelzett kísérleteiből került ki.

glufosinate – totális hatású gyomirtó hatóanyag (szabadalmasa a Bayer Crop Science)

glyphosate – totális hatású gyomirtó hatóanyag (eredeti szabadalmasa a Monsanto)

GM – géntechnológiai úton módosított

GMO-Kerekasztal – A géntechnológiai úton módosított növényekkel kapcsolatban létrehozott tanácsadó szer.

idegenbeporzás – Az ide tartozó növényeknél az egyed nem porozza be önmagát. A beporzáshoz szükséges pollen (amiből a hímivar sejt alakul majd ki) egy másik egyedtől származik.

ISAAA – A Mezőgazdasági Biotechnológiai Alkalmazások Nemzetközi Akvizíciós Szolgálat (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications), non-profit szervezet, melynek fenntartói részint közszervezetek, így közalapítványok (egyebek között a Rockefeller Alapítvány) és bilaterális szervezetek, részint pedig magánszervezetek, így egyes, a GM-technológiákban érdekelt géntechnológiai cégek.

izogenikus – A befogadó (akceptor) fajta, amely pl. anyai oldalú géneket tekintve megegyező a GM-fajtaival.

K+F – kutatás és fejlesztés

K+F+I – kutatás, fejlesztés és innováció

karfiol-mozaikvírus – A káposztaféléket megbetegítő vírus. Az innen származó promótert a növényi géntechnológiai kiterjedten használja.

mikotoxin – Mikroszopikus gombák által termelt toxikus hatású anyag. Legismertebb képviselőik az aflatoxinok, ochratoxinok és fuzarotoxinok.

promóter – a gén azon része, amely az átírási folyamat beindításával a gén működéséért felelős

szubletális hatás – A halálos dózisonál kisebb felvétel esetén krónikus hatásokból származó tünetek jelentkeznek. Rovaroknál például növekedik a kifejlődéshez szükséges idő, csökken a testsúly, ami a termékenységet csökkenti, és mindez egy természetes népesség életkilátásait rontja.

toxin – Élő szervezet által termelt anyag, amely mérgező hatást gyakorol valamely más szervezetre.

transzgén – Olyan gén, amely távoli fajtából (donor) kerül át a géntechnológiai úton való módosítás során az átalakított szervezetbe (akceptor).

zoocid – állatirtó szer