

*Pepó Pál – Kovácsné Oskolás Henriett –
Tikász Gabriella – Szabó Erzsébet – Tóth Szilárd*

Növénygenetikai és nemesítési kutatások a génmódosítás tükrében

A Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karának Növénytudományi Intézete Pásztor Károly professzor tudományos és oktatói munkájára épülve jött létre, alapvető célja új genetikai anyagok és fajták létrehozása a fenntartható mezőgazdaság és a korszerű agrotechnikák számára. A legfontosabb nemesítési célkitűzések közül kiemelkedik a minőségre, a szárazsághoz való alkalmazkodóképességre, az abiotikus és biotikus stresszrezisztenciákra irányuló nemesítés. A legfontosabb, a gyakorlatban alkalmazott nemesítési eljárások közül meghatározó a ciklusos konvergens keresztezés, a kalászutódsor és a diallél analízis.

Tevékenységünk széleskörű nemzetközi kapcsolatokra épül, amelynek eredményét nagyszámú gabonavonal fémjelzi a biodiverzitás kihasználása érdekében. Az oktatási és kutatási munkák elvégzéséhez jól felszerelt, korszerű növénybiotechnológiai laboratórium áll rendelkezésre. Ismeretes ugyanakkor, hogy a mezőgazdaságban a high-tech ágazatok fejlesztése csak a meglévő, eredményeket produkáló klasszikus növénygenetikai és nemesítési eljárások felhasználásával lehetséges. A géntechnológia önmagában, a konvencionális eljárások támogatása nélkül soha nem hoz számottevő eredményt.

Bármilyen statisztika egyértelműsíti, hogy az elkövetkezendő időben az élelmiszertermelést növelni kell és a keresleti piac igényeit minél nagyobb mértékben ki kell elégténi. Ehhez a biotechnológia és géntechnológia segítséget nyújthat, azonban meg kell állapítani, hogy ezeknek az ágazatoknak a kutatásában és fejlesztésében Európa elmaradásban van Amerikával szemben.

Magyarországon a tudomány emberei egységesen tekintenek a GM növények alkalmazására, függetlenül attól, hogy részesülnek-e a kutatásukra fordított igen nagy összegekből vagy sem. A szemlélet pedig konzekvensen csak az lehet, hogy ha tudományosan igazolható a génmódosított (GM) növények előnye és veszélytelensége a hagyományos-sal szemben, akkor semmi akadálya nincs a termesztetőségének. Mi a magunk részéről nyitottak vagyunk, hogy ezeket a technikákat a gyakorlat eredményességének javítása érdekében felhasználjuk és továbbfejlesszük. A korábbi Agrártudományi Egyetemen a pozitív transzgresszív mutánsok atomenergetikai módszerek segítségével történő indukálását követően a sejtbioológiai és rekombinációs technikák alkalmazása új utakat nyithat meg a kutatásban és az oktatásban egyaránt.

GM növények termesztése és jelentősége

A XXI. században a biotechnológia és a genetikai módosítás modernizálta a mezőgazdaságot, új és korlátlan lehetőségeket tárt fel a tudományos kutatások számos területén. Az új technológiák alkalmazásának segítségével olyan transzgénikus növényeket tudunk előállítani, amelyek forradalmasítják az élelmiszertermelést és jelentős mértékben hozzájárulnak a növényvédelem környezetbarátabbá tételéhez.

Világviszonylatban a repceterületek 20%-án, a kukoricaföldek 25%-án, a szójaföldek 50%-án, míg a gyapotföldek 75%-án már génmódosított növényeket termelnek. A GM növények fő vetésterülete a "fejlődő" országok területére esik. 2009-ben 25 országban 14 millió gazda 134 millió hektáron vetett génmódosítással előállított (GM) növényeket. Ez 7%-os növekedést jelent a 2008-ban regisztrált 125 millió hektárhoz képest.

Természetesen nem hagyható figyelmen kívül az a tény sem, hogy szinte teljesen ismeretlenek a GMO-k környezeti, ökológiai és az egészségügyi hatásai. A genetikailag módosított szervezetek előállítása, kezelése, felhasználása, forgalmazása során legalább olyan óvatosságra van szükség, mint a növényvédőszeres vagy fertőző anyagok esetében. Ezek közül kiemelkednek a környezeti hatások, hiszen a toxint termelő GM (Bt) növény hatással lehet a talajban élő, növényi maradványokat lebontó érzékeny taxonokra.

Továbbá problémát jelenthet a GMO-ból származó génnek más szervezetekre (rokon vagy távolabbi növényfajok) történő átterülése. Elővigyázatosságra int a GMO felhasználásával járó eltérő termesztési gyakorlat, új technológia megvalósítása is. Az USA-ban a GMO-k szabadföldi felhasználásához humán egészségügyi és környezeti kockázatfelmérés készül. Ennek célja nem a biztonságos termesztés bizonyítása, hanem a felvetődő problémák meghatározása a szükséges vizsgálatok és döntéshozatal segítségével. Az engedélyezés folyamán elemzik a génátadás, az új tulajdonság „szóródásának” lehetőségét (új gyomok keletkezése, veszélyeztetett fajok vagy hasznos szervezeteket érő hatások, valamint a géncentrumokban várható következmények szempontjából). Mérlegelik továbbá az ellenőrzés, illetve kockázatsökkentés lehetőségeit.

A transzgénikus növények tudományos és társadalmi megítélése széles határok között ingadozik. A jövőben a fogyasztók számára világosan fel kell tüntetni, hogy melyek a GM-termények és az ezekből készült élelmiszerek. Ehhez olyan GMO vizsgálati módszerek szükségesek, amelyekkel a jogszabályok előírásai megvalósíthatóak. A 37/258. számú rendelet, a Novel Food értelmében „új élelmiszernek” kell tekinteni a génsébezeti beavatkozással létrehozott alapanyagot tartalmazó élelmiszert, amelyhez az esetleges transzgénszekvencia adatait illetve az előállítás módszerét is meg kell adni.

A Mezőgazdasági Biotechnológiai Alkalmazások Nemzetközi Szolgálatának (ISAAA) legfrissebb jelentése szerint ugyancsak számottevő előrelépés mutatkozik mind a négy fő GM növény esetében.

Nem hagyható figyelmen kívül, hogy a 2009-ben GM növényeket választó gazdák 90 százaléka szegénynek mondható, kis területen gazdálkodik a fejlődő országokban. Burkina Faso-ban a GM gyapot vetésterülete 8500 hektárról 115000 hektárra nőtt, ami azt jelenti, hogy a gyapot vetésterületének 29 %-a genetikailag módosított maggal kerül bevetésre. Willy de Greef, az EuropaBio (a biotechnológiai ipart tömörítő szervezet) főtitkára az ISAAA-jelentésére reagálva kijelentette: „Ezek a számok újra a biotechnológia mezőgazdasági gyakorlati alkalmazását igazolják. Ennek alapján évről-évre egyre

több gazdálkodó választja a GM növényeket, a technológia nyújtotta előnyökben bízva. Európa egyelőre kimarad ebből a fejlődésből, és nem profitál a mezőgazdasági biotechnológia nyújtotta előnyökből” (1. táblázat).

1. táblázat: A génmódosított növények vetésterülete világviszonylatban (2009)

Ország	Terület (millió hektár)	GM növény
Egyesült Államok	64	szója, kukorica, gyapot, repce, tök, papaya, lucerna, cukorrépa
Brazília	21,4	szója, kukorica, gyapot
Argentína	21,3	szója, kukorica, gyapot
India	8,4	gyapot
Kanada	8,2	repce, kukorica, szója, cukorrépa
Kína	3,7	gyapot, paradicsom, nyárfa, papaya, édespaprika
Paraguay*	2,2	szója
Dél-Afrika*	2,1	kukorica, szója, gyapot
Uruguay*	0,8	szója, kukorica
Bolívia*	0,8	szója
Fülöp-Szigetek	0,5	kukorica
Ausztrália*	0,2	gyapot, repce
Burkina Faso*	0,1	gyapot
Spanyolország*	0,1	kukorica
Mexikó*	0,1	gyapot, szója
Chile	<0,1	kukorica, szója, repce
Kolumbia	<0,1	gyapot
Honduras	<0,1	kukorica
Cseh Köztársaság	<0,1	kukorica
Portugália	<0,1	kukorica
Románia	<0,1	kukorica
Lengyelország	<0,1	kukorica
Costa Rica	<0,1	gyapot, szója
Egyiptom	<0,1	kukorica
Szlovákia	<0,1	kukorica

Az Egyesült Államokban már a kilencvenes évek második felétől forgalomban vannak GMO-t (genetically modified organism) tartalmazó élelmiszerek. Nem tűnik veszélytelennek az a tény, hogy mindössze csak tíz év telt el az első génmanipulált növények kifejlesztése és köztermesztésbe jutása között, anélkül, hogy az egészségügyi és környezeti hatásaikra vonatkozóan kétséget kizáró vizsgálatokat végeztek volna.

Az Európai Unió 1998-ban GMO-moratóriumot rendelt el, amely 2004-ig megakadályozta a GM-termékek Európába kerülését. Mivel az USA, Kanada és Argentína a Kereskedelmi Világszervezetnél (WTO) beperelte Európát, hogy akadályozza a szabad

kereskedelmet, az EU 2004-ben a tilalom feloldására kényszerült. A *tagországokban jelenleg egyedül a MON810 (kukoricamoly elleni toxint termelő) GM-kukorica szabadföldi termesztése engedélyezett, viszont import útján egyéb GMO-fajták (takarmány és élelmiszer formájában) az EU-ba is eljuthatnak. Egyre erősödik azonban a GM-ellenes tagállamok tábora. Míg az EU lényegében zöld utat adott a génmódosításnak, több ország – köztünk hazánk – is küzd a mentességért (Őri Katalin).*

A transzgénikus növények generációi

Az transzgénikus növényeknek három generációját különböztetjük meg. Az *első generációs transzgénikus növények* az abiotikus és biotikus rezisztencia fokozódását eredményezik anélkül, hogy a növények ideális körülmények között elérhető hozamát növelnék. Bevezetésükkel csökkenthető a herbicidek és a peszticidek használata, ami hasznos a környezetvédelem szempontjából és még a növényvédelmi költségek is megtakaríthatóak. A *második generációs transzgénikus növények* (anyagcseréjükben módosított növények) jelenleg kisebb mértékben terjednek, mint az elsőgenerációs genetikailag módosított növények. A speciális fogyasztói és élelmiszeripari igények kielégítésére hivatottak ezek a transzgénikus növények. Az ipar számára szolgáltatnak alapanyagot a *harmadik generációs transzgénikus növények*. Főként az etanolipar biztosít stabil piaci hátteret számukra.

Fontos, hogy megkülönböztessük az első, második és harmadik generációs GM-növényeket – a köztermesztésbe napjainkban szinte kizárólag az első generációs GM-növények kerültek be. Az első transzgénikus növényt 1983-ban állították elő és 10 évvel később, 1994-ben már köztermesztésbe került az első genetikailag módosított növény az USA-ban, ez volt a jól gépesíthető, tárolható, kemény héjú, későn puhuló paradicsom. Jelenleg a herbicidtoleráns és rovarrezisztens kukorica, szója, repce, gyapot génmódosított fajtáinak és hibridjeinek vetésterülete Magyarország szántóterületének több mint 25-szöröse a világon. Egyre több olyan növény kerül szántóföldi tesztelésre, amelynek valamilyen tulajdonságának tekintetében gazdaságilag értékes módosítást végeznek géntechnológiai módszerek segítségével (pl. kórtani rezisztenciáján átvitele).

Példák a GM növények pozitív megítéléséhez

Hazánkban a transzgénikus növények megítélése változatlan, elfogadásukkal kapcsolatban nincs előremozdulás. A mai globalizált társadalomban, ahol az élelmiszereket nagyrészt ipari körülmények között állítják elő, a fogyasztók elvárják, hogy a termékek teljes mértékben biztonságosak és környezetbarátok legyenek. Sajnos jelenleg teljes bizonyossággal nem mondható ki az, hogy a génmódosított növények ezeknek az elvárásoknak minden tekintetben megfelelnek-e, de ennek ellenkezőjét sem támasztották alá az eddig végzett kutatások, illetve gyakorlati eredmények. Ezeknek az elvárásnak sokak szerint a génmódosított (GM) növények felelnek meg leginkább, míg mások éppen ezekben látják a modern agrártermelés egyik nagy veszedelmét.

A legfrissebb adatok szerint tavaly a világon kis- és nagygazdaságokban összesen 134 millió hektáron termeltek GM-növényeket. Ez a termőterület 1996 óta 80-szoros emelkedést mutat. Az egyik legelterjedtebb genetikailag módosított kultúrnövény faj a szója, amelynek termesztése ma már eléri a 80 százalékos részesedést, és így hosszú

ideje nélkülözhetetlen takarmány és élelmiszer. Magyarországon azonban annak ellenére, hogy az agrár-innováció meghatározó hajtóereje a géntechnológia, az emberek 75 százaléka politikai megerősítéssel ellenzi a génszabványok módosítását. Ennek oka a biológiai, genetikai ismeretek hiányossága, illetve a politikai és ideológiai indíttatás félretájékoztatás, amiben – érthetetlen módon –, igen aktív partner a média.

A kutatóintézeteknek és az egyetemeknek együtt kellene működni a kockázat-felmérési eljárások végrehajtásában, a genetikai beavatkozások veszélyességének vagy veszélytelenségének bizonyításában. A beültetett gének termékeivel kapcsolatban megnyilvánuló veszélyeket, az allergiát és a toxikus hatást is szükséges lenne vizsgálni. A közeli jövőben, amikor a Föld lakossága becslések szerint eléri a 9 milliárd főt, nagy szükség lesz a GM növényekre a népélelmiszeri feladatok ellátásában, ezt a feladatot a konvencionális nemesítéssel előállított hibridek és fajták már nem lesznek képesek ellátni.

GM növények a gyakorlatban

1998-ban a monokultúrás kukoricatermesztés okozta speciális gyomproblémák ellen való védekezés nagy hatékonyságú gyomirtószerek alkalmazásával történt. Erre az időszakra tehető a kukoricabogár jelentős elterjedése is. A vetésváltás, talajfertőtlenítés, csávozás mellett már megjelentek nagyüzemi körülmények között a kukoricabogár ellen védelmet nyújtó GM kukoricák is (YILDGARD, Monsanto). Nagy gyakorlati haszna lehet továbbá a szárazságtűrő, a rovarok ellen védelmet nyújtó, a jobb beltartalmat biztosító és a különböző betegségekkel szemben ellenálló GM növényeknek.

A növényi biotechnológia eredményei az intézetben

Csoportunk növény- illetve szaporítóanyag előállítását végezzük a különböző *Miscanthus* genotípusok és az *Arundo donax* *in vitro* kultúrái segítségével. Mindkét növény nagy termőképességű, ipari és energetikai célokat szolgál, felhasználásuk széleskörű. Szaporításuk esetén az *in vitro* módszerek alkalmazása előnyös, mert rövid idő alatt nagy mennyiségű növényi anyagot lehet előállítani alacsony költséggel. Jelentős eredményeket értünk el az *in vitro* krioprezerváció hatékonyságának javítása és a növényi erőforrások megőrzése terén, biztosítva ezáltal a fejlődés fenntarthatóságát. A gazda-parazita kapcsolatrendszer feltárására folytatott kísérleteink magukba foglalják a különböző eredetű *Striga hermonthica* magvak kondicionálását, a kondicionáláshoz különböző oldatok felhasználását, továbbá az említett reláció *in vitro* körülmények között történő vizsgálatát.

A búza dihaploid (DH) növények előállítása igen sok növénynemesítési programban gyakorlattá vált. A táptalaj ozmotikus potenciáljának optimalizálásával a búza portokkultúra hatékonyságát növelni tudtuk. Eredményeink a táptalaj specifikus hatását bizonyították. A maltóz nagyobb koncentrációja szignifikánsan több zöld növényt eredményezett.

A hagyományos nemesítési eljárással szemben a növény genomjának térképezésére a RAPD analízist részesítettük előnyben. A RAPD analízis eredményei igazolták, hogy a vizsgált vonalak esetében a herbicidrezisztencia (imidazolinon) markerei megjelentek az

utódnemzedék genomjában is. A módszer segítségével a szenzitív tulajdonságok öröklődése is igazolható.

Összegzés

A magunk részéről egyáltalán nem gondolnánk, hogy bármiféle kétség férne a hagyományos módszereket használó növénynemesítők eddig elért eredményeihez. A hagyományos növénynemesítő munka a jövőben sem nélkülözhető, sőt a felelőssége és feladatköre is bővül. Növekszik a nemesítésbe, termesztésbe vonható vadon élő fajok bevonásának jelentősége, megnő a hagyományos fajták és vad rokonfajok felkutatásának és megőrzésének szerepe (*ex situ* génmegőrző tevékenység), továbbá megmarad a konvencionális úton előállított rekombináns fajták jelentősége is.

Nem vitatjuk el azonban azt a tényt, hogy a biotechnológiát napjainkban Magyarországon is tovább kell fejleszteni. A biotechnológiát úgy lehet mindinkább elfogadottabbá tenni, hogy a hozzá kapcsolódó kutatásokat is minél szélesebb kör számára tesszük hozzáférhetővé és támogathatóvá. A kialakult helyzetre való tekintettel szükségesnek tartjuk az egyetemi biotechnológiai kutatás további támogatását. Ugyanez vonatkozik az egyetemi genetikai-növénynemesítési kutatásokra is, amely sajnos soha nem tartozott a támogatott területek közé. Sajnálatos tény, hogy az agrártudományokon belül az említett területek és bizonyos kutatói csoportok alulfinanszírozottsága tovább növeli a meglévő feszültséget. Mi a magunk részéről nyitottak vagyunk az együttműködésre és a biotechnológiában meglévő források minél hatékonyabb felhasználására, ami Debrecenben az eredményesség szempontjából egyre nagyobb kihívást jelent.

Ajánlott irodalom

- PEPÓ, P.-ERDEI, É.-SZABÓ, B. (2009): Változások a transzgénikus növények termesztésében, Agro Napló, 2. szám 26-27p.
- PEPÓ, P. (2006): Hozzászólás az MTA állásfoglalásához a génmódosított, a hagyományos és a biotermesztett növények együttes termesztéséről. Magyar Tudomány, 4: 484-487.
- PEPÓ, P. (2006): GMO - nem sürgős a bevezetésük. Magyar Mezőgazdaság, 61. 27: 2.
- PEPÓ, P., ERDEI, É. KOVÁCSNÉ OSKOLÁS, H. (2005): Genetikailag módosított szervezetek hazánkban. Agrofórum, 16.10: 5-8.
- <http://www.geographic.hu/Civilizacio/2007/02/12>
- <http://www.vitaminsziget.com/cikk.php?id=1533>
- <http://www.mezohir.hu/2008-05/018.html>