

Új rovatunk, a *Biotechnológia*

Tovább léptünk.

Új rovat indításával szeretnénk lapunk tartalmát és Olvasóink ismereteit bővíteni. Korunk egyik meghatározó tudományága a biotechnológia, amelynek eredményei a mezőgazdaságban is megjelentek, ezért jogos lehet az igény, hogy időnként az Agroforum is beszámoljon egy-egy új eredményről, tájékoztatást adjon az idén jubiláló, huszonöt éves hazai biotechnológiai kutatás eredményeiről, nem mellőzve a nemzetközi kitekintést sem.

A rovat vezetésére, a szakmai körökben elfogulatlan és elismert Heszky László akadémikust kértük fel.

Heszky László



Agrármérnök (Gödöllő 1967), genetikából (GATE 1971) és növényélettanból (ELTE 1979) doktorált, a biológiai tudományok kandidátusa (1979), a biológiai tudományok doktora (1990), az MTA levelező tagja (1998), az MTA rendes tagja (2004). 1985-től a SZIE Genetika és Biotechnológiai Intézetének egyetemi tanára, a Növénytudományi Doktori Iskola vezetője. 1967-től 13 évig dolgozott a magyar génbank intézetében Tápiószelén, ahol létrehozta a burgonya gyűjtemény *in vitro* génbankját. 1980-tól 5 évet dolgozott a MÉM-ben ahol az agrárkutatások irányításában vett részt és 1984 és 1986 között ő készítette a Minisztériumi és Minisztertanácsi előterjesztéseket a Mezőgazdasági Biotechnológiai Központ alapítására. A Szent

István Egyetemen 25 éve oktatja a növénybiotechnológia diszciplínát graduális és posztgraduális képzésben, egyben a Mezőgazdasági Biotechnológus Mester (MSc) szak alapítója és vezetője. Közel 200 tudományos és népszerűsítő publikációja mellett, munkatársaival a *Springer Agricultural Biotechnology* sorozat 4 kötetében írt önálló fejezetet és társszerzővel 3 magyarnyelvű könyvet írt a mezőgazdasági, illetve a növényi biotechnológiáról. 11 doktorandusza védett sikerrel. Társnemesítője az első magyar biotechnológiai eredetű fajtának (rizs DÁMA, 1992). Hazánk képviselője a növénybiotechnológia nemzetközi szervezetében, az IAPB-ben (*International Association for Plant Biotechnology*).

Biotechnológia és növénytermesztés a XXI. században

Mottó:

„Meg kell tanulnunk együtt élni a DNS-ről szerzett tudásunkkal”

James D. Watson

A *Biotechnológia*-rovat indításának indokai és céljai

A modern mezőgazdaság és az azt szolgáló tudományok az elmúlt évszázadok során igyekeztek a maximumot kihozni azokból a szántóföldi, kertészeti, erdészeti fajokból, melyeket őseink választottak az evolúció adta kínálatból. Azonban nem tették meg azt a kicsi, de mégis óriási lépést, mely a növények képességének mesterséges megváltoztatását tette volna lehetővé. A XXI. század elején ez a tudományos lehetőség már adott. A molekuláris és sejtszintű megközelítésen alapuló biotechnológia különböző technikai lehetővé

teszik, hogy a növények működését vezérlő genetikai programot, az élet információját hordozó molekula, a DNS-szintjén változtassuk meg az emberiség (a mezőgazdaság) igényeinek megfelelően. Ez a növényi biotechnológia lehetősége és stratégiája a XXI. században.

Szakmailag tehát ez a tény, és a cikkben a következőkben írt eredmények és lehetőségek a biotechnológia egyre növekvő szerepét és jelentőségét prognosztizálják a következő évtizedekben. A „*Biotechnológia*” rovat indítása ezért is időszerű és indokolt, mind a döntéshozók, mind a gazdálkodók számára. A rovatban folyamatos tájékoztatást kívánunk adni a növény-biotechnológia és géntechnológia hazai és nemzetközi helyzetéről, eseményeiről, fontosabb híreiről, beleértve a legfrissebb kutatási és fejlesztési eredményeket, de

nem elhallgatva az esetleges kockázatokat és rizikótényezőket sem.

Paradigmaváltás szükségessége a biológiai alapokban

A növénytermesztés biológiai alapjait a termesztett klónok, fajták és hibridek jelentik. Ezeket a növénynemesítők állítják elő. A növénynemesítés módszertani lehetőségei – a legfontosabb kultúrnövény-fajok esetében – a XXI. század elején már kimerülőben vannak. Közvetve ezt bizonyítja, hogy 1990 és 2002 között a gabonatermelés éves növekedését (0,5-0,8 %) a világ népességének növekedése már jelentősen meghaladta (1,5 %/év). A potenciálisan megtermelhető termésemből (100 %) globális méretekben viszont 42 % veszendőbe megy a fajták gyenge

biotikus és abiotikus rezisztenciája miatt (12 % a gyomok, 20 % a betegségek és 10 % a rovarkártevők). Ezt a kedvezőtlen helyzetet csak súlyosbítja, hogy az 1 főre jutó termőterület, mely 1961-ben még közel 0,5 ha volt, 2025-re 0,16 ha-ra csökken. Végül is egynegyed labdarúgópálya területen kell megtermelni 1 földi lakos 1 éves élelmiszer-szükségletét. A XXI. században tehát *szinttörtésre van szükség*, melynek letéteményese a XX. század molekuláris biológiai forradalmának eredményein alapuló biotechnológiai módszerek kidolgozása és alkalmazása az új fajták előállításában.

XXI. század – a biotechnológia korszakának kezdete

A földi élet információját hordozó molekula, a DNS elsődleges szerkezetének (Watson és Crick 1953) leírása óta eltelt fél évszázad alatt 44 tudós kapott Nobel-díjat, akiknek kutatási eredményei közvetlenül vagy közvetve hozzájárultak a DNS-sel kapcsolatos ismereteink bővüléséhez. Az elmúlt 50 évben megtudtuk, hogy a földön élő valamennyi szervezet, így a növények és az állatok összes tulajdonsága is, a sejtek örökítő anyagában, a DNS-ben van kódolva.

Ma már tudjuk, hogy a DNS-ben és géneiben tárolt genetikai információ, az adott egyed minőségi és mennyiségi tulajdonságain kívül tartalmazza a sejtek és azok együttesének, a szervezet működésének programját, beleértve az anyagcsere-folyamatokat, az ontogenezist, a növekedést és a fejlődést, valamint a szaporodást is, továbbá a biotikus és abiotikus stresszekkel szembeni védekezési reakciók programját, az állatok és az ember esetében az immunrendszer működésének, sőt bizonyos mértékig a magatartásra és a viselkedésre vonatkozó információkat is stb. Lassan helytálló lesz az a szállóige, hogy „*Ismerd meg önmagadat, ismerd meg géneidet!*”.

Mindezeket leegyszerűsítve talán nem túlzás azt állítani, hogy a termesztett növényeink is a bennük (genomjukban) lévő géneik termékének tekinthetők. Fogalmazhatunk úgy is, hogy egy növényfajta csak

azokkal a tulajdonságokkal rendelkezik, melyek géneit a genomja (sejtmagban lévő DNS) tartalmazza. Folytatva ezt a gondolatsort, *azt a teljesítményt vagy képességet, melynek génei hiányoznak egy növényfajtából, a termesztő semmiféle technológiai trükkel sem tudja produkálni, ahhoz az adott fajtát fel kell ruházni az adott tulajdonság géneivel! Erre ad lehetőséget – többek között – a biotechnológia és a géntechnológia*, bizonyítva óriási lehetőségeit és jelentőségét a jövő mezőgazdaságában.

Növény-biotechnológia fő területei

Az *in vitro* és molekuláris módszereket alkalmazó biotechnológia az a tudomány, mely képes lesz a XXI. század globális kihívásainak megfelelni. A növényi biotechnikák három fő területre oszthatók:

- ▶ **ivaros és ivartalan szaporodás biotechnikái**, melyek *in vitro* sejt- és szövettenyésztési módszereket jelentik és az *in vitro* (kémcsőben, lombikban) nemesítés alkalmazza,
- ▶ **molekuláris (DNS szintű) biológiai és genetikai technikák**, melyek a klasszikus módszerek hatékonyságát javítják, és a molekuláris nemesítés alkalmazza,
- ▶ **génátviteli technikák**, más néven **transzgenikus technikák** a géntechnológia, a molekuláris (DNS) transzformáció, vagy genetikai mérnökség módszereit jelentik és a transzgenikus nemesítés alkalmazza. Termékei a GM- (genetikailag vagy géntechnológiával módosított) fajták, más néven transzgenikus fajták. A géntechnológia tudományos szempontból az emberiség óriási teljesítményének tekinthető, mellyel az emberi civilizáció fejlődésének egy új korszakába lépett.

Ivaros és ivartalan szaporodás biotechnikái

A XX. század biotechnológusai kidolgozták a növényi sejtek, szövetek és különböző szervek életben tartását, tenyésztését mesterséges

táptalajon, *in vitro* steril feltételek között. Lehetővé vált intakt növények felnevelése izolált és tenyésztett testi sejtekből, szövetekből és szervekből, továbbá ivarsejtekből és ivarszervekből. Ezek a módszerek lehetővé tették a növények ivaros és ivartalan szaporodási folyamatainak befolyásolását és módosítását. A sejt és szövettenyésztési módszerek egy részét sikerrel használták fel a mezőgazdaságban új fajták előállítására, melyek közül a következő megközelítések érdemelnek említést:

Sejtszintű mutánsizolálással (steril táptalajon tenyésztett növényi sejtek szelektálása) állítottak elő herbicidrezisztens (SUMO – *szulfonilurea*, IMI – *imidazolinon*) kukorica- és napraforgó-hibrideket, melyek hazánkban jelenleg is köztermesztésben vannak.

Hímivarsejtből (pollenből) felnevelt haploid növények rediploidizálásával (diploid kromoszómaszám visszaállítása) homozigota diploid (DH) fajtákat állítottak elő hazai nemesítők is, pl. rizsből (DAMA), búzából (GK Délibáb, Mv Magdaléna stb.), repceből (hibrid szülővonalak).

In vitro génbankok létesültek, melyekben lehetővé vált a vegetatív úton szaporított növények genetikai tartálékainak tartós megőrzése steril táptalajon hajtástenyésztetekben, pl. tápiószelei *in vitro* burgonya génbank.

Steril vegetatív mikroszaporítással napjainkban több százmillió vírusmentes szaporítóanyagot állítanak elő a világon (merisztéma és hajtástenyésztetekben stb.), különböző kertészeti (zöldség, gyümölcs, szőlő stb.) és dísnövényekből, erdei fajokból stb.

A lombikbébi programhoz hasonlóan lehetővé vált a **növények mesterséges zigótáinak előállítása**, az izolált növényi hímivarsejtek és petesejtek *in vitro* fúziójával.

Embrió kultúrákban (lombikban táptalajon) távoli fajok hibridjeit lehetett előállítani a hibridembriók abortálásának kizárásával.

Protoplasztok fúziójával (sejtfal nélküli növényi sejtek egyesítésével) szomatikus hibrid (testi sejtek hibridjei) és cibrid (kevert citoplazmájú hibridek) növények, továbbá

szomaklónok (*in vitro* testi, más néven szomatikus sejtekből regenerált növények) állíthatók elő. A virág és levél színében, alakjában és mintázottságában eltérő szomaklón típusokat sikerrel használják fel új dísznövényfajták előállítására.

A **mesterséges mag** várhatóan a XXI. század egyik szintáttörést jelentő biotechnológiai módszere lesz. A kutatások nagyon biztatóan haladnak néhány növényfajnál, de a fontosabb kultúrnövények esetében még számos problémát kell megoldani a széleskörű alkalmazáshoz. Jelentősége óriási, mert lehetővé teszi, hogy a különböző növények vetőmagját – beleértve a jelenleg még vegetatív úton szaporított növényeket is – fermentor üzemekben állítsák elő.

Molekuláris biológia és genetika technikái

Az elmúlt évtizedekben a molekuláris biológiai forradalom új felfedezései olyan műszerek és módszerek kifejlesztését eredményezték, melyekkel lehetővé vált a növények életét és működését meghatározó genetikai program (DNS) információjának megismerése, sőt megváltoztatása is. Genom projektek alakultak és alakulnak a legfontosabb kultúrnövények (kukorica, búza, rizs, nyár, lucerna, paprika, paradicsom stb.) sejmagi DNS-ében, a 4 bázis (Adenin, Timin, Citozin és Guanin, vagy 4 betű: ATGC) sorrendje által kódolt genetikai információnak, és a 25-35 ezer gén funkciójának megismerésére. Az előbbi **strukturális genomanalízisnek** az utóbbi **funkcionális genomanalízisnek** nevezzük.

Napjainkban gyorsan terjed a molekuláris növénynevelés, mely a legújabb molekuláris biológiai módszereket használja fel a klasszikus növénynevelés különböző módszerei hatékonyságának javítására. Az új molekuláris technikák lehetővé teszik:

- ▶ **molekuláris (DNS) ujjenyomat készítésével**, a klasszikus módszerekkel előállított fajták molekuláris jellemzését és azonosítását,
- ▶ **a molekuláris markerre alapozott szelekció** lehetővé teszi, közvetlenül a fenotípust meghatáro-

zó génekre, sőt allélekre (génváltozatok) történő közvetett szelekciót, ezzel a hagyományos szelekció hatékonyságának jelentős javítását,

- ▶ **a QTL-analízis** (mennyiségi/kvantitatív tulajdonságokat meghatározó gének keresése) adja kezünkbe mennyiségi tulajdonságok kialakításában résztvevő gének azonosításának lehetőségét,
- ▶ **a pedigré analízissel** bizonyítható a fajták eredete és származása, valamint azonosíthatók a hibridek szülővonalai,
- ▶ **a molekuláris visszakeresztelés (back-cross)** lehetővé teszi az azonosított gének átvitelét egyik fajtából a másikba, géntechnológiai módszerek felhasználása nélkül.

Géntechnológia

A transzgenikus megközelítés lényege, hogy a növények életfolyamatait vezérlő, genetikai programot mi magunk változtatjuk meg a mezőgazdaság, a fogyasztó, a kereskedelem és a feldolgozóipar stb. igényeinek megfelelően.

A kultúrnövényeket kb. 25-35 ezer gén határozza meg. A gén géntechnológiai szempontból olyan programcsomagot jelent, mely a tárolt információk szempontjából szerkezeti és működési egységet alkot. A géntechnológia alkalmazása során ilyen programcsomagokat (transzgén) kell átvenni egyik élőből a másikba. Mivel a földi élet információja a különböző élőekben (ember, állat, növény, baktérium stb.) azonos molekulában (DNS), azonos elvek szerint, azonos kód felhasználásával van programozva, az átvitt gén (transzgén) bármilyen élőből (ember, állat, növény, vírus, rovar stb.) származhat. Egyetlen kritérium van, hogy a transzgént növényben működő szabályozó régiókkal kell ellátni.

Az átviendő gént nevezzük **transzgénnek**, a transzgén átvitelét a növényi sejtbe nevezzük **transzformációnak**, vagy **géntranszfernek**. A transzformált sejtből regenerált növény, mely már minden sejtjében tartalmazza a transzgént nevezzük **GM** (genetikailag módosított, géntech-

nológiával módosított) vagy **transzgenikus növénynek**. Magát az egész folyamatot pedig **géntechnológiának**, vagy molekuláris transzformációnak hívjuk.

Az első transzgenikus növényt 1983-ban állították elő és 10 évvel később, 1994-ben már köztermesztésbe került az első genetikailag módosított (GM-) növényfajta az USA-ban (később puhuló paradicsom). Jelenleg a herbicidtoleráns és rovarrezisztens kukorica, szója, repce, gyapot GM-fajtáinak és hibridjeinek vetésterülete 125 millió ha a világon. Természetesen több százra tehető azon géntechnológiai kutatási irányzatok száma, melyek valamilyen gazdaságilag értékes módosítást céloznak meg a kultúrnövényekben. Ezek közül egyre több kerül szántóföldi kipróbálásra.

Az emberiséget szolgáló legfontosabb géntechnológiai fejlesztések közül a következők érdemelnek figyelmet:

Technológiát javító stratégiák

- ▶ Herbicidrezisztens GM-növényfajták (gyomirtás megoldása minden kultúrnövénynél);
- ▶ Hímsteril GM-növényfajták (hibridizáció felhasználása minden kultúrnövénynél);
- ▶ Abiotikus (szárazság, hő, só, hideg stb.) rezisztens GM-növényfajták (termeszethatósági határ bővítése az adott fajnak).

Környezetbarát stratégiák

- ▶ Rovarrezisztens GM-növényfajták (vegyszerhasználat és költségek csökkenése);
- ▶ Bioremediáció GM-növényfajtákkal (talajok nehézfém-, vegyszer-stb. mentesítése);
- ▶ Baktérium- és gombarezisztens GM-növényfajták (vegyszerhasználat és költségek csökkentése).

Humanitárius stratégiák

- ▶ Vitamint (A, E) termelő, ehető GM-növényfajták (hiányos táplálkozás leküzdése);
- ▶ Allergén fehérjék termelésében gátolt GM-növényfajták (életminőség javítása);
- ▶ Fehérje- és aminosav-tartalomban javított élelmiszer- és takarmány GM-növényfajták, (hiányos táplálkozás leküzdése, takarmányérték javítása).

Fogyasztókat szolgáló stratégiák

- ▶ Színében (virág, gyümölcs stb.) módosított GM-növényfajták (piacképesség javítása);
- ▶ Ízében (pl. cukortartalom) módosított GM-növényfajták (piacképesség javítása);
- ▶ Magnélküli (gyümölcs) GM-növényfajták (piacképesség javítása);
- ▶ Nem puhuló gyümölcsöket termelő GM-növényfajták (szállíthatóság, tárolhatóság javítása);
- ▶ Lassan érő gyümölcsöket termelő GM-növényfajták (tárolhatóság javítása).

Emberiség egészségét szolgáló stratégiák

- ▶ Egészségesebb élelmiszereket biztosító GM-növényfajták (omega-3-zsír, fitoszterol);
- ▶ flavonoidok, lycopin, fruktán, trehalóz, vas stb. -tartalom növelése, az életminőség javítása);
- ▶ Vitaminokat termelő (C, A stb.) transzgenikus növényfajták (hiányos táplálkozás megszüntetése, életminőség javítása).

Ipari termelést szolgáló stratégiák

- ▶ Alfa-amilázt termelő GM-növényfajták (üdítőital gyártás, szeszipar stb.);
- ▶ Nagy olajsavas (HO) GM-növényfajták (biodízel-gyártás, növényolajipar stb.);
- ▶ Nagy keményítő és cukortartalmú GM-növényfajták (bioalkoholgyártás, szeszipar stb.);
- ▶ Ehető vakcinát termelő GM-növényfajták (gyógyszeripar);

- ▶ Gyógyászati fehérjéket (interferon, enkefalin, szérum albumin stb.) termelő GM-növényfajták (gyógyszeripar).

Nem szabad azonban elfelejtenünk, hogy a nagyszerű eredmények és a látványos fejlődés ellenére a géntechnológia kutatása és fejlesztése csak néhány évtizedre tekint vissza. Mondhatjuk azt is, hogy a növényi géntechnológia még gyerekcipőben jár. Ennek következtében túlzás lenne azt állítanunk, hogy a jelenlegi GM-fajták tökéletesek. Ez a tény szükségessé teszi a **rizikótényezők** vizsgálatát, különös tekintettel az **élelmiszerbiztonság**, a biodiverzitás- és a környezetvédelem, valamint a biotermesztés és hagyományos termelés biztonsága (**koegzisztencia**) szempontjából.

A magyar kutatóintézmények is kiveszik részüket a géntechnológia hazai és nemzetközi kutatásaiból. Számos originális fejlesztés (MTA SZBK Szeged, MBK Gödöllő, SZIE Gödöllő stb.) mellett gazdaságilag jelentős gének beépítésére is sor került különböző kultúrnövényekbe: búza herbicid-tolerancia, sikértartalom, szárazságtűrés (GK Kft. Szeged, MTA MgKI Martonvásár, MTA SZBK Szeged), burgonya vírus- és baktérium-rezisztencia (MTA NKI, Budapest, VE MGK Keszthely, MBK Gödöllő), dohány vírus-rezisztencia (MBK Gödöllő), szegfű vázaélettartam (SZIE Gödöllő), alma tárolhatóság,

rezisztencia (SZIE Gödöllő, MTA NKI Budapest), nyár bioremediáció (SZIE Gödöllő), rovar-rezisztens kukorica (MTA MgKI Martonvásár) stb, melyek zártrendszerű, illetve szabadföldi kipróbálása folyamatban van. Nélkülözhetetlenek a GM-növények termesztésének rizikótényezőivel kapcsolatos kutatások is (MTA NKI Budapest, SZIE Gödöllő).

Az új rovatban természetesen a hazai biotechnológiai eredményekről és eseményekről is folyamatosan számot kívánunk adni.

Utószó

Az emberi természet sajátja, hogy használja mindazon ismereteket és eszközöket, melyek rendelkezésre állnak. Az emberiség története során mindig is ezt tette. A biotechnológiával sem lesz másképp. Ezért, figyelemmel a növényi biotechnológia és géntechnológia rendkívüli tudományos és gazdasági jelentőségére és a ma még nem kellően feltárt rizikótényezőkre, a jövőben olyan GM-növényfajtákat kell előállítani, melyek a világ népeinek konkrét igényeit elégítik ki, a civilizáció fejlődését szolgálják, továbbá veszélytelenek az emberiségre és a természetes élővilágra. *Hosszú távon nem tehetünk mást, mint elfogadjuk James D. Watson Nobel-díjas professzor ajánlását „Meg kell tanulnunk együtt élni a DNS-ről szerzett tudásunkkal”.* ■

ASYSTANT

flottafelügyelet hangyszorgalommal

- Hagományos GPS adatok,
- Speciális mezőgazdasági kimutatások készítése,
- Üzemanyagszint folyamatos mérése + betankolás kontroll,
- Riasztások küldése,
- Gyors megtérülés,

Kérje ingyenes helyszíni bemutatónkat!

Tel: 06-30/ 38-38-384
06-30/ 98-66-656

www.asystant.hu

