Fári Miklós Gábor

Génmódosított növények és növény-biotechnológia Debrecenben

Bevezetés

Miközben városunkban a 21. század első évtizedének egyik legjelentősebb műszaki-tudományos története, a munkahelyteremtő és nagy hozzáadott értéket előállító gyógyszeripari és műszaki high-tech iparágak előre törése zajlik, vajon merre tartanak Debrecenben a mezőgazdasági high-tech ágazatok, mint pl. a biotechnológia, azon belül pedig a növényi géntechnológia fejlesztése és alkalmazása?

A modern technika, a korszerűsítésben lévő gépek, eszközök mellett vajon a 21. századi természettudományos ismeretek új eszközei miképpen szolgálják a térség gazdáit? Az írni-olvasni éppen most tanuló indiai, kínai és brazil gazdák – részben kedvezőbb ökológiai és agrárpolitikai-financiális körülmények között, több mint egy évtizede – a kezükbe vették az új biotechnológiai eszközöket, és – önellátásuk biztosítását követően – fokozatosan kiszorítanak bennünket a korábban nehezen kiharcolt hagyományos piacokról. A magyar mezőgazdaság versenyképessége – számos pozitív változás ellenére - nem minden területen kiemelkedő.

A növény-biotechnológia különösen azért érdemel kitüntető figyelmet, mert az un. „GM növények vita" határozottan érinti térségünk gazdáit, képzési központjait, kutatóit, még ha erről a közvélemény eddig nem is tud részletesen.

Aktualitás

2009. augusztus 03-án a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centrumának elnöke, *Nagy János* egy. tanár családias ünnepség keretében jelentette be, hogy megalakult a Mezőgazdaságtudományi Kar új Kertészettudományi Intézete, és ennek részeként a Növényi Biotechnológiai Tanszék. Miközben az esemény egy apró lépés a helyi közösség számára, ugyanakkor valószínűleg nagy ugrás lehet az intézmény jövője tekintetében: nyolc évi előkészület után Debrecen központtal hivatalosan is megszületett a „Magyar Növény-biotechnológiai Háromszög" (Budapest-Szeged-Debrecen) keleti nódusza. A világszínvonalon felszerelt, egyebek között géntechnológiai

kutatásokat is végző, alább bemutatásra kerülő laboratóriumok a 2005-ben átadott Élettudományi Épületben találhatók, és a szerteágazó külföldi kapcsolatok ápolása mellett aktívan bekapcsolódtak a hazai mezőgazdasági biotechnológiai vérkeringésbe.

1. ábra: A GM növények kutatásának helyszíne Debrecenben az új Élettani Központ és Nemzeti Könyvtár

A géntechnológia fejlődése, eredményeinek felhasználása, különösképpen a növényeknél napjainkban kétségtelenül az érdeklődés középpontjában áll, szakmai, politikai és ideológiai vitákat váltva ki világszerte. Nemzetközi tapasztalat szerint úgy tűnik, hogy ez a tudomány nagyobb sebességgel halad előre, mint a jogalkotók és/vagy az etikai normák megfogalmazói, továbbá a civil társadalomnak a biotechnológiáról alkotott általános ismeretei. Ezeknek a dilemmáknak a részletes, elemző bemutatása nem tárgya ennek a dokumentumnak, hiszen más forrásokból elegendő és szakszerű információhoz juthatunk. A jelen tanulmány közvetlen célja az idézett esemény kapcsán felhívni a figyelmet a növényi GM-kutatás debreceni helyzetére és perspektíváira, szem előtt tartva a globális folyamatokat, rendszer-szemléletet, hálózatosodást – a tudománytörténet tapasztalatait is figyelembe vevő szintetizáló távolságtartással.

Globális folyamatok és a zöld biotechnológia szerepe a Világ élelmiszertermelésében

Az ENSZ élelmiszeripari szervezete, a FAO szerint a 21. század első évtizedének végén a világ új és az eddigieknél globálisabb mezőgazdasági forradalmat él át, nem elhanyagolható ellentmondásokkal terhes környezeti,

ideológiai-politikai és posztmodern műszaki-gazdasági-természettudományos folyamatok tengerében. Úgy tűnik, hogy az élelmiszertermelés átalakulását kísérő gondok elől már nem tud elrejtőzni a civilizáció egyetlen mai és jövőbeli polgára sem: a következő évtizedekben a Világ átlagos élelmiszertermelését a jelenlegi évi 5 milliárd tonnáról legalább 7,5 milliárd tonnára kell növelni. Az OECD 2006-os előrejelzése szerint az emberiség lélekszáma 2015-ben meghaladja majd a 7,2 milliárd főt. Az évi 1,1%-os népességnövekedési ütem következtében pedig egy hektár termőterületről átlagosan már öt főt kell táplálni. A gondokat növeli az a tény is, miszerint az öntözésre is alkalmas édesvíz készletek felhasználása az északi féltekén is korlátokba ütközik a következő évtizedekben, a globális klímaváltozás jelei egyre inkább beigazolódni látszanak. A termőterület tovább már nem növelhető, miközben a világ mezőgazdaságának hagyományos természettudományos erőforrásai, genetikai tartalékai egyre kevésbé képesek fenntartani az élelmiszertermelési potenciál növekedése iránt mutatkozó globális igényeket, hozzátéve újabban a zöldenergia/biomassza-élelmiszer problémakör által generált nehézségeket is. Az élelmiszer ismét „fegyver" lett; de *Malthus* 1797-es jóslatának beteljesedésétől azért nem kell tartanunk.

A zöld, vagy mezőgazdasági biotechnológiának köszönhetően ugyanis a tudományos kutatás új és hatékony eszközei álltak az élelmiszertermelés fejlesztésének szolgálatába. A nemzetközi kihívások szintjén gondolkodó, cselekvő szakemberek, és szervezetek részvételével folytatott természettudományos kutatás-fejlesztés, azon belül pedig a mezőgazdasági biotechnológia kutatása és alkalmazása a világ népességének mintegy felét kitevő, fiatalodó lakosságú államok egy részében integrálódik elfogadott eszközként az élelmiszertermelés szinte minden ágába (Kína, India, Brazília, USA, stb.). Úgy tűnik azonban, hogy az öregedő kontinens, Európa, illetve az EU-25 a biotechnológiai alkalmazást, kiemelten pedig a géntechnológiát illetően óvatos, és kivár. Ugyanezen térség akadémiai intézményei – köztük hazánk is – a zöldbiotech módszerek kutatásában-fejlesztésében, továbbá az oktatásban-képzésben a világelsők között vannak. A zöld biotechnológia elterjedése a fenti folyamatok ismeretében visszafordíthatatlannak tűnik.

Paradigmaváltás

A természettudomány állandó, és egyre gyorsuló fejlődésben van. Az új tudás, ismerethalmaz az alapja a termelési, technológiai versenyképességnek, mely mozgatja az emberi civilizációt. Napjainkban a tudományos evolúció nagy folyamatai visszafordíthatatlanul elérték az élő eszközökkel termelő nagy rendszereket, mint amilyen például a mezőgazdaság is. Ez a változás feszültségek nélkül nem válhat a mindennapok részévé. Az új tudás, technológia, mint

2. ábra: Drasztikusan fogy a növénytakaró - 50 éves erdők rönkjeinek égetése Magyarországon a 19. század technikájával (2008). Új mezőgazdasági nehézipar születik - évi 6 millió tonna koncentráltan előállított, megújítható növényi biomassza hiányzik a hazai szektorból.

„új paradigma” könyörtelenül kiszorítja a régit, és annak a helyére lép. A gépkocsi kiszorította a hintót, a traktor a szekeret. A kis műhelyben kézműves módon előállított automobil gyártást felváltotta a taylorizmus, a futószalag, majd a robot. 1902-ben Rio de Janeiro polgárai fellázadtak a szanitécek ellen, mert be akarták oltani őket, miközben Anglia királynéja – több mint száz évvel korábban, a 18. század végén – elsők között beoltatta a királyi család gyermekeit Jenner védőoltásával. H_1N_1 influenzatörzs megjelenése korában senki nem kérdőjelezi meg e változások jogosultságát. Az un. növényi GM-vita éppen olyan, mint a fenti példák. Száz év múlva a tudománytörténészeken kívül vélhetően senki nem fog emlékezni már erre a vitára, a paradigmaváltás be fog fejeződni a mezőgazdaságban is. A növényi „genom”, örökletes anyag irányított, precíz, kémiai „sebész” eszközökkel, biomérnöki munkával végzett átalakítása és azt követő hagyományos nemesítése éppen olyan módszer lesz, mint ma a háromdimenziós marógép munkája, vagy az autót összeszerelő roboté a gépészmérnök kezében.

A biotechnológiai forradalom – a hazai véleményektől, szándéktól és akarattól függetlenül – folytatja a világ mezőgazdaságának gyökeres átalakítását, ezt a folyamatot néhány számadattal világítjuk meg. A világon 2008-ban több mint 130 millió hektáron termesztettek géntechnológia közbeiktatásával nemesített növényeket. Az Európába importált mintegy 40-45 millió tonna takarmány 90%-a GM-eredetű, ám a felhasznált mintegy 450 millió tonna alapanyagból készített keverékek 90-95%-ban tartalmaznak GM-összetevőket. Becslések szerint (hivatalos hazai statisztika nem áll rendelkezésre) a

Magyarországra behozott mintegy 800 ezer tonna szójadara 100%-a GM-eredetű. Az importált, GM-növényekkel termelt szójafehérje piaci ára tonnánként néhány ezer forinttal olcsóbb, mint a GM-mentesé. Külföldi összehasonlító adatok szerint, az un. „első generációs" (pl. növényvédőszer-felhasználást csökkentő) GM-növények (kukorica, szója, repce és gyapot) hektáronként elérhető átlagos, gazdáknál maradó bevétel-többlete 50 és 100 USD között alakul. Hazai adat nem áll rendelkezésre.

Módszerek és tények a GM növények első hazai alkalmazásairól

Talán nem ismert az olvasónak, de a fentiek alapján világossá válhat, hogy napjainkban a genetikailag módosított növények, állatok létrehozása a szakemberek számára nem tekinthető technikai csodának. Erre a tényre mind a Fejlett Világ, mind a Fejlődő Világ a saját érdekeik, szempontjaik szerint válaszolnak, nem ritkán homlokegyenesen eltérő következtetést levonva. Bonyolítja a helyzetet, hogy Magyarországon, Európához hasonlóan, a tudomány emberei is legalább három táborra oszthatók: a feltétlen ellenzőkre, az óvatosakra és a feltétlen támogatókra.

Módszerek

A növényi GM technológia lényege ugyanaz, mint bármely más organizmussal végzett géntechnológiai folyamaté: elsőként izolálnak, és/vagy összeállítanak egy tervezett tulajdonságért felelős DNS-szakaszt, azt felszerelik a működőképességet biztosító, célzott irányító-szabályozó szekvenciákkal, majd ezeket együtt, megfelelő sejtbiológiai eljárások segítségével laboratóriumi úton bejuttatják a recipiens növényi genomba. Az így kialakított új gén a kifejeződés, expresszálás után ellátja a kívánt feladatot: a megtervezett rekombináns fehérjéket kezdi termelni. A fenti szabályozási rendszer, technológia számos részlete ma még alapkutatás tárgya. A GM módszerek a múlt század 70-es éveiben kutató laboratóriumokban kerültek bevezetésre, majd a 80-as évektől ipari alkalmazásuk is megkezdődött. Az első GM növény 1986-ban az USA-ban került forgalomba (Flav^{R}Sav^{R} paradicsom).

A hazai zöld-biotechnológia kialakulása

Az első magyar biotechnológiai program (1984-1989) éppen 25 évvel ezelőtt, a világon elsők között látott hozzá az új tudomány felkarolásához és teremtette, vetette meg a hazai intézményi és személyi feltételek alapjait. Éppen húsz éve, 1989-ben hozták létre Gödöllőn a Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutató Központot, *Balázs Ervin* vezetésével, négy high-tech egységgel, köztük növényi géntechnológiai csoportokkal, ugyancsak az elsők között Európában. Ennek az

intézménynek a növényi GM-csoportját e sorok írója hozta létre és irányította 1990-1998 között. Ám Magyarországon – szakmai előzményként –, közel húsz évvel korábban, már a múlt század hetvenes éveinek elején megalakultak a Szegedi Biológiai Központban azok az első növénygenetikai kutató csoportok, melyek már képesek voltak a növényi sejtbiológia és géntechnológia korai fejlődési időszakában is világszínvonalú eredményeket átvenni és gazdagítani azokat új ismeretekkel. Ebben az időben a világ hat meghatározó növényi genetikai, sejt- és molekuláris biológiai csoportjából kettő volt Magyarországon, Szegeden. Mérvadó külföldi források beszámolói szerint úgy tűnik, hogy a világon az első, bizonyítottan sikeres GM-növény előállítója is innen került ki az akkor Hollandiában kutató *Márton László* személyében, aki úttörő eredményeit a Nature-ben publikálta (transzgénikus dohány előállítása protoplasztokból, Nature, 1979). A módszer újdonságait később a Monsanto kutatója *B. Horsch* is átvette. Az egykori – és részben mai – szegedi kutatók, *Dudits Dénes, Maliga Pál, Kondorosi Ádám, Koncz Csaba* és mások azóta a világon ismert, elismert növénybiotechnológus tudósok lettek. Fontos újabb centrum lett a Gödöllői Agrártudományi Egyetem, ahol *Heszky László* hozott létre és irányít ma is új növénybiotechnológiai iskolát. Habár a növényi molekuláris biológiát és géntechnológiát megalapozó, első hazai fejlődési hullámból az egykori debreceni egyetemi intézmények, az Agrártudományi Egyetem és a Kossuth Lajos Tudományegyetem még kimaradtak, ugyanakkor az *in vitro* növényi szövettenyésztési kutatások Debrecenben is elkezdődtek a múlt század nyolcvanas éveiben *Pepó Pál* részvételével; később a növény- (és állat-biotechnológia) itteni oktatása is megindult. Ez utóbbi terület debreceni kutatása *Jávor Andrásnak* és munkatársainak köszönhetően alakult ki. Érdekességként emlékezzünk meg e helyütt arról is, hogy *Huzella Tivadar*, a Nemzetközi Sejtbiológiai Társaság későbbi elnöke az 1920-as évek végén – a magyarok között elsőként, az amerikai *Gray Ross Harrison* és a Nobel-díjas francia-amerikai *Alexis Carrel* úttörő munkái nyomán – éppen Debrecenben kezdte el az izolált sejtek, szövetek tenyésztését az Orvosi Egyetemen. Ezt a munkát a későbbiekben Budapesten a Pázmány Péter Tudományegyetemen, illetve az Alsógödön felszerelt magán biológiai kutató laboratóriumában folytatta tovább.

Az első hazai GM növények

Hazánkban az első GM növényt lucernából állították elő a múlt század nyolcvanas éveinek közepén Szegeden, az SZBK-ban. Ezt követően a kilencvenes évek elején e sorok írója – többé-kevésbé egy időben más hazai kutatókkal – Gödöllőn, az MBK-ban állított elő GM növényeket kertészeti fajokból (tojásgyümölcs, sárgarépa, paradicsom, paprika). Engedélyezés és szabályozás hiányában az új módszerek alkalmazását Franciaországba, Finnországa és Brazíliába ültették át. A későbbiekben transzgénikus burgonya, dohány, rizs, búza, kukorica, repce,

szója, szegfű, alma, stb. növények születtek hazai laboratóriumokban (Szeged, Gödöllő, Keszthely és Martonvásár). Említést érdemel, hogy vírusrezisztenciát kódoló, TMV köpenyfehérje-génnel transzformált dohányt Debrecenben, az egykori Dohánykutató Intézet debreceni kísérleti kertjében is sikerrel tesztelték a múlt század kilencvenes éveiben (*Balázs Ervin* akadémikus munkája). Magyarországon 1996-ban vette kezdetét a GM növények előállításának, felhasználásának és forgalmazásának törvényi szabályozása. Hazánkban GM-növényekkel – nagyon szigorú engedélyeztetés után –, 2005-ben és 2006-ban összesen 17 kísérleti termesztést folytattak. Ugyanez idő alatt 18 európai országban ennek tízszeresét végezték el.

Növényi biotechnológiai kutatások a Debreceni Egyetem ATC/AMTC-ben (2001-2008)

A DE ATC-ben három évig tartó előkészületi munka (2001-2004) első kézzel fogható eredménye a Nemzetközi Kertészettudományi Társaság (ISHS) keretében Debrecenben megtartott Kertészeti Biotechnológiai Világkonferencia volt (5th IVCHB). Ezen a teljes hazai, és a külföldön élő magyar vezető szakembergárda mellett több mint negyven ország növény-biotechnológusai vettek részt, és vitatták meg – többek között – a növényi géntechnológia legújabb ismereteit. Ezt követően a DE ATC Mezőgazdaságtudományi Kar új, átmeneti elhelyezésre szolgáló növény-biotechnológiai laboratóriumi részt épített fel és rendezett be. Ilyen impulzusok után az NKTH Pázmány Péter Program keretében, a *Fésüs László* akadémikus által vezetett GND-RET (Genomnanotech Regionális Egyetemi Tudásközpont) szakmai koordinálásában, 2004-ben a DEATC hozzákezdett az új, nemzetközileg is versenyképes növényi biotechnológiai kutatócsoportok felszereléséhez, és a szakembergárda kiképzéséhez. E program során a 2005-ben átadott új Élettudományi Központban található *Orsós Ottó Növény-biotechnológiai Laboratóriumban* három új kutatócsoport szerveződött, melyekhez 2006-ban az *Ereky Károly Biotechnológiai Alapítvány* csatlakozott negyedik tagként. Ezek az egységek alkotják a 2009. augusztus 01-én létrehozott *Növényi Biotechnológiai Tanszéket.*

Növények, mint új gyógyszer-előállító molekuláris laboratóriumok

A *Növényi Molekuláris Genetikai Munkacsoportban* elsősorban humán és állat gyógyszeralapanyagok növényi levelekben történő előállításának módszereit és lehetőségeit kutatják. A technológia bizonyos részének elméleti alapját az USA-beli Waksmann Intézet kutatója, *Maliga Pál* (Rutgers University, Piscataway, NJ) magyar származású tudós fektette le az elmúlt évtizedben. A debreceni csoport tagjai az amerikai laboratóriumban sajátították el a módszereket. Tudományos berkekben „molekula farming” néven ismert eljárás lényege, hogy

a növények legfőbb örökletes állományát (sejtmag és kloroplasztisz DNS) alkalmassá teszik új gének befogadására. A így létrehozott un. transzgénikus növények levelei az új fehérjét is „termelik". Tekintettel arra, hogy ez a technológia zárt rendszerben működtethető, a környezet genetikai szennyezése nem áll fenn. Ennek a magas fokú bio-biztonsági szervezésnek is köszönhető, hogy a csoport 2008 végén – elsőként Debrecenben – megszerezte valamennyi hivatalos engedélyt a növényi géntechnológiai módszerek kutatására, felhasználására. Az új fehérjék gyógyszeripari alapanyagokként a korábban alkalmazott eljárásoknál akár lényegesen olcsóbban állíthatók majd elő. Az első kutatási eredmények felkeltették a *Richter ZRt* érdeklődését, és jelenleg szerződéses kutatás keretében gazdasági jelentőségű molekulák termeltetése irányában haladnak a munkák.

Új növényi hatóanyagok, mint az egészségünk őrei

A *Nutraceutical Munkacsoport* meggy, paprika, paradicsom és más fontos kertészeti növényfajok új egészségmegőrző anyagainak izolálásán, továbbá új, egészségjavító táplálékok kifejlesztésén dolgozik. Kiemelkedő eredménynek számít a hazai meggyfajták un. melatonin-tartalmának feltérképezése. A melatonint ifjúság-hormonnak is nevezzük; az emberi szervezet a tobozmirigyben termeli, és befolyással van az alvásunk szabályozására. Kiderült, hogy a magyar meggyfajták a gyümölcsükben koncentrálják ezt a vegyületet, továbbá egyéb egészségvédő jelentőségű speciális színanyagokat is felhalmoznak. A belőlük készített un. meggy-pempő, és egyéb termékek funkcionális élelmiszerként az emberi táplálkozásban, egészségmegőrzésben kaphatnak a jövőben szerepet. A megkezdett kutatások – a DEOEC Farmakológiai Intézettel közösen – a most induló *Agro-Food Regionális Tudásközpon*t keretében folytatódnak, magyar élelmiszeripari vállalatokkal együttműködve.

„Mega"-ültetvények „mini" növényei lombikokban

A *Fito-bioreaktor Munkacsoport* fiatal kutatói ugyancsak az USA-ban kezdték el a legkorszerűbb sejtbiológiai és géntechnológiai módszerek elsajátítását, a magyar származású növényi GM-úttörő, *Márton László* laboratóriumában (University of South Carolina, Columbia, SC). A csoport ugyancsak fiatal fejlesztő mérnökeinek munkáját hazai stratégiai partner, a Prosystem Group-hoz tartozó *Interest Trade Kft* támogatja. A kutatások fő célja az un. „cellulóz-farming" program megvalósítása. A hagyományos úton, illetve részben géntechnológiai módszerekkel tervezett, biotech növényekkel az eddigieknél hatékonyabban előállítható un. agro-cellulóz képezheti a hazai második generációs bio-etanol előállítás alapanyagát, illetve a hazai ipari módszerekkel termelt zöld biomassza-bázis új forrását. A sejtbiológiai módszerek között

megemlíthető a mesterséges úton előállított, un. szomatikus (testi sejtekből származó) növényi embriók ipari léptékű, bioreaktorokban történő szaporítása, tenyésztése, csíráztatása és klónként történő telepítése. Az eljárások nemcsak a hazai ipar számára lesznek hozzáférhetőek, hanem a külföldi térségek üzemei részére is (USA, Európa, Brazília, India és Kína). Az alkalmazott eljárások elméleti és technikai alapját a kétszikű fajokra Magyarországon, az egyszikű növényekre az USA-beli laboratóriumban dolgozzák ki a következő években.

3. ábra: Ipari cellulóz termelés (cellulóz-farming) biotechnológia nélkül elképzelhetetlen: testi sejtekből előállított növényi embriók tömegszaporítása GM biomassza ültetvényekhez

4. ábra: Bioreaktorokkal egy liter táptalajon 10 ezer GM klón-növény állítható elő

Biotechnológia történet – örökségünk, tanulságokkal

A “biotechnológia” szót 1917-ben Ereky Károly magyar mérnök írta le először szakmai közleményben. A 90 évvel ezelőtt, 1919-ben Berlinben kiadott “Biotechnologie” c. könyvében Ereky egy biokémián és biotechnológián alapuló

új tudományos-technológiai kornak az elérkezését jövendölte meg. Ereky 1917 előtti és 1919 utáni munkásságát és életét napjainkig homály fedte. A Debrecenben bejegyzett Ereky Károly Biotechnológiai Alapítvány munkájának is köszönhetően, Magyarországon és Angliában végzett kutatásokból eddig ismeretlen, Ereky-féle "biotechnológiai alapelv" került napvilágra. Ereky 1917 előtti, biotechnológia felé közeledő koncepciójának kiinduló pontját a munka- és üzemszervezéstan, filozófia, közgazdaságtan, biológia és kémia klasszikusainak XIX. század végi, XX. század eleji elgondolásai képezték. Az 1919 után továbbfejlesztett biotechnológia-elvének másik pólusán az atomfizika klasszikusainak szellemébõl táplálkozó, molekuláris kutatások megsejtése található. Elsőként hívta fel a figyelmet arra a fontos körülményre, hogy – többek között – a nukleinsavak és fehérjék kémiai építőkockái az állatokban és a növényekben azonosak; az élőlény az összetett molekulákat, az építőkockákat a „*saját szervezetében előírt üzemterv szerint*"…„*szétszedi*" és „*összerakja*",…*átalakítja saját szervezete alkotórészévé*". Ereky a biológiai alapfolyamatok technológiai jellegű értelmezéséhez a párhuzamot kiterjedt műszaki ismeretei alapján vonta meg. Felkészült műszaki szakemberként ismerte, hogy az elméleti fizika robbanásszerű fejlődése alapozta meg korának műszaki haladását is. Ezt terjesztette ki a biológia területére. 1917 és 1943 között publikált, közgazdasági számításokkal alátámasztott gyakorlati programjainak, szabadalmainak, terveinek célkitűzéseiben a mai, elsősorban a zöld biotechnológiára jellemző, ma is hasznosítható stratégiák találhatók (algák biotechnológiája, fehérjetermelés biotechnológiája, klorofill-biotechnológia, bioszálak mesterséges előállítása, biomassza és cellulóz termelés biotechnológiája, stb.), beleértve a biotechnológia szerepét az emberiség éhinség elleni küzdelmében. Nyolcvanegy évvel Ereky műve után, a Nobel-díjas Norman Borlaugh egyik cikkének címe kísértetiesen egyezik Ereky 1919-es „Biotechnologie" című könyvének zárófejezet-címével. „*We need biotechnology to feed the world*" írta Borlaugh 2000-ben. „*The paper of biotechnology in the feed of the population"* írta Ereky 1919-ben.

Az "*Ereky program*" mellett a biotechnológus-mérnökök magyar úttörőjének szakmai örökségét ápoló Alapítvány másik tudománytörténeti programja a "*Romokon virág*" sorozat, melynek keretében feldolgozásra kerülnek azoknak a hazai biológus-biotechnológus uttőrőknek a munkái is, akik jelentőset alkottak, ám az utókor elfelejtette azokat. Poszthumusz portré készült eddig Ereky Károly mellett *Orsós Ottóról* (a növényi szövettenyésztés uttőrője), *Galambos Máriáról* (az orchideák *in vitro* aszimbiótiukus csíráztatásának úttőrője), *Geschwind Rudolfról* (a rózsa hidegtűrés, rezisztencianemesítés úttőrője), *Paál Árpádról* (a növényi hormonkutatás úttőrője) és *Pohl Ferencről* Debrecen egykori főkertészéről, canna-nemesítőről.

Döntések és nyitott kérdések

Az új, paradigmaváltó biológiai folyamatok tartalmi megértése az átlag gazda ismeretét, tudását ma még meghaladja, nem beszélve az egyelőre kevésbé tájékozott lakosságról. Ma, részben ezért, a közvélemény részéről inkább biotechnológia, géntechnológia, végső soron – némi túlzással – tudományellenes a hangulat (lásd pl. az USA-beli *F. Fukuyama* írásait), mint tudománybarát, és tág helye maradhat a nem szakmai alapú manipulációknak. A politika és a sajtó korszakformáló jelentősége a korrekt GM-vita és tájékoztatás érdekében ma is nélkülözhetetlen (lásd pl. a Rockefeller Foundation egykori elnökének, a fejlődő világ rovartani kutatásait feltámasztó angol *G. Conway* tudományos írásait). A hazai kutató műhelyek teszik a dolgukat; úgy tűnik, hogy a gazdák és a fogyasztók egyre nagyobb figyelemmel és érdeklődéssel várják a döntéshozók korrekt, valóságot tükröző, előre mutató álláspontját, megnyugtató cselekedeteit (lásd pl. *Zöld Biotechnológia* c. folyóirat, Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület kiadása). Az aktuális tájékozottság érdekében ugyanakkor fontos figyelemmel kísérni a természet iránt ugyancsak joggal aggódó, előremutató civil mozgalmak közléseit is, különösen pedig a hazai ökológiai termesztőket tömörítő szervezet, a *Biokontrol Hungaria* bizonyos szakmai anyagait is. A szabályozást és ellenőrzést érintő kérdésekben felkészült szereplők részvételével folytatott többoldalú párbeszéd folytatása – GM növény ügyben is – maradéktalanul szükséges.

A múlt század hetvenes-nyolcvanas éveiben még az egy főre jutó mezőgazdasági exportban világ-dobogós Magyarország mezőgazdasága ma a versenyképességét helyreállító rekonstrukcióra, tudásalapú vérátömlesztésre, műszaki és természettudományos high-techre vár. Ez az átalakulás két évtized óta objektív igény, ám a közgazdasági és természettudományos-műszaki feltételrendszerek egyre bonyolultabbak lettek. Úgy tűnik, nem elég kitalálni új módszereket, azokat el is kell tudni adni, azaz be is kell tudni vezetni. Jó példa erre a zöld biotechnológia magyarországi története.

Az élénk viták ellenére joggal várható, hogy a zöld biotechnológia a közeljövőben a hazai szántóföldeken is bizonyíthat – a környezet károsítása nélkül, hasonlóan a környező országokhoz (Szlovákia, Románia). Ezt a körülményt az *Agrárgazdasági Kutató Intézet* által 2007-ben összeállított és az érintett mérvadó szakmai körökben megvitatott alapos tanulmánya is előre vetíti (*Bánáti D., Popp J. és Potori N., „A GM növények hazai alkalmazásának egyes közgazdasági és szabályozási kérdései*”).

A Debrecenben megkezdett kutatások addig a hivatalos engedélyek által szabályozottan, ellenőrzötten folytatódnak a laboratóriumok biztonságos feltételei között. Mindezeknek köszönhetően a Debreceni Egyetem AMTC részt vállal a (GM növényeket is magába foglaló) zöld biotechnológia felsőfokú

oktatásában és továbbképzésében is. Amint lehetőség lesz rá, – a módszerek kockázatának figyelembe vételével, a jelenlegi európai túlszabályozás mérséklődése után – az intézmény is tovább lép. A DE AMTC szakemberei felkészültek a hazai növényi GM léptéknövelés tudományos követelményeinek eleget tenni. Ebben kiemelten kezeljük a növényi GM-technika biomedicinális alkalmazását (molekula farming), továbbá a 21. századi, fenntartható mezőgazdaság új nehéziparát, a zöldbiomassza termelést és felhasználást (cellulóz-farming). Valljuk, hogy a külföldi – a jelenlegi tiltások miatt is különösen monopolhelyzetben lévő – kutatásokkal a gyakorlatban egyenrangú félként csak így vehetjük fel a versenyt. Becslések szerint ma 100 nagyüzemi körülmények között gazdálkodó hazai szakember közül 70-75 várja a GM növényeket, és kész felkészülni a technológia gyakorlati bevezetésére, a szigorú szabályozási feltételek biztonságos betartása mellett is.

„Sapere aude” – „Merj tudni”
Horatius mondása, melyet Kant a felvilágosodás jelmondatává emelt.