

ROVATVEZETŐ:

Dr. Heszky László *akadémikus*



Az előző, 18. részben bemutattuk a GM-növények termesztésének globális történetét 1994-től napjainkig. A jelenleg is termesztésben lévő GM-kukorica, gyapot- és szójafajták termesztésének ma már több mint egy évtizedes múltja van az Egyesült Államokban. A tartós termesztés pozitív és negatív tapasztalatait adjuk közre ebben a részben.

Tanuljunk géntechnológiául (20.)

Transzgénikus (GM) fajták/hibridek termesztése (IV./3.)

Transzgénikus (GM) fajták termesztésének tapasztalatai az Egyesült Államokban

Dr. Heszky László

SzIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

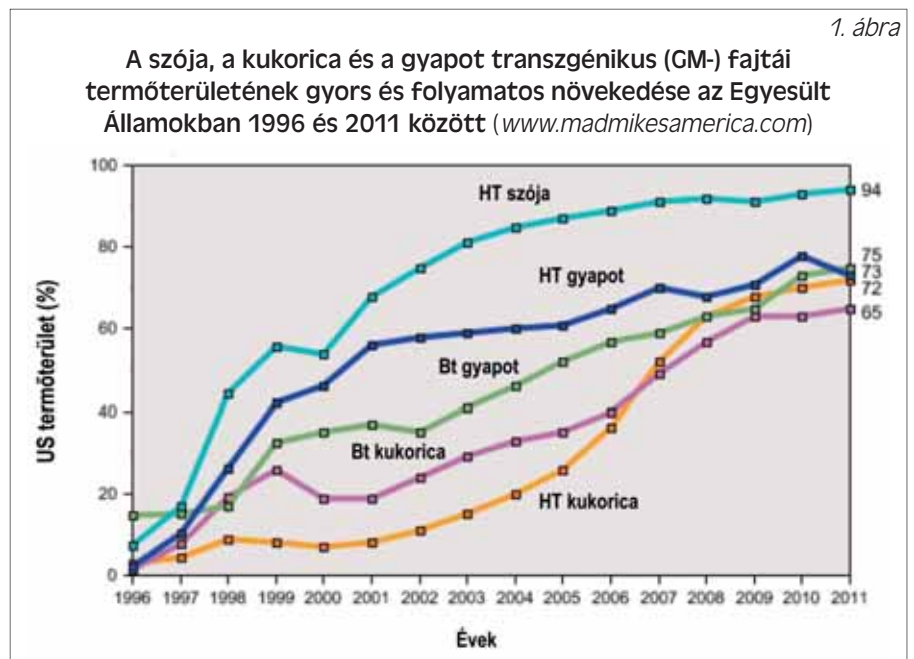
Bevezetés

Az előző részben (AGROFÓRUM 2012. 23, 1.) egy táblázatban és négy ábrán mutattam be a GM-fajták termőterületének növekedését a világon az elmúlt 15 (1996-2010) évben. A növekedés folyamatos volt, és 2010-ben elérte a 148 millió hektárt, ami megközelíti a világ mezőgazdaságilag művelt területének 10 %-át. Ezek az adatok önmagukban is bizonyítják a technológia jelentőségét és alkalmazhatóságát. Ez azonban a felszín. Reális képet csak akkor kaphatunk, ha megvizsgáljuk annak az országnak (USA) a tapasztalatait, ahol a kezdetektől, 1996-tól, termesztettek GM-fajtákat.

A transzgénikus fajták termőterülete az USA-ban jelenleg már megközelítette a 70 millió hektárt, ami azt jelenti, hogy a 148 millió globális terület közel 50 %-a az USA-ban van.

Az elmúlt 15 évben a termőterület meredeken növekedett (1. ábra). Az ábra azt mutatja, hogy a vizsgált 3 növényfaj (kukorica, szója, gyapot)

GM-fajtái, az adott faj termőterületének hány százalékát foglalják el. Az ábra szerint a GM-fajták aránya az adott faj termőterületének százalék-

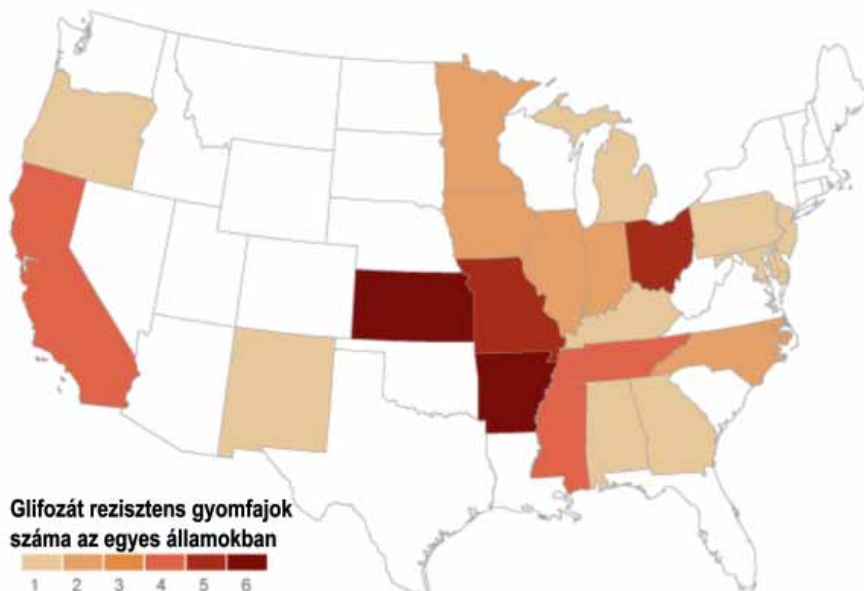


kában, 2011-ben az USA-ban elérte a 94 %-ot a szójánál, 73 %-ot a gyapotnál és 65-72 %-ot a kukoricánál. Ez egyértelműen bizonyítja, hogy a GM-fajták az USA-ban elismerésre méltó karriert futottak be az elmúlt 15 évben.

A kép azonban már nem annyira kedvező, ha elolvassuk az USA Nemzeti Tudományos Tanácsa (*National Research Council*) által megjelentetett összefoglaló értékelést, melyet kivonatosan, csak a lényegét kiemelve mutatok be.

A GMO termesztés tapasztalatai az USA-ban

Az USA Nemzeti Tudományos Tanácsa (*NRC, National Research Council*) a 3. évezred első évtizedének második felében – a nemzeti akadémiákra (*National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine*) alapozva – egy Bizottságot állított fel. A Bizottság feladata a biotechnológia hatásának vizsgálata volt az Egyesült Államok farmszintű gazdálkodására, különös tekintettel a gazdaságosságra és a fenntarthatóságra. A Bizottság tagjai az Oregon, Arizona, Washington, Észak-Karolina, Iowa, Missouri, Nebraska és Kalifornia Államok Egyetemei, valamint a Cornell Egyetem és az USA Mezőgazdasági Minisztériuma (*U.S. Department of Agriculture*) szakértőiből állt.



1. kép Az USA államai, melyekben már megjelentek a glifozátrezisztens gyomfajok. A legfertőzöttebb államok 4-6 rezisztens fajjal: Kalifornia, Kansas, Missouri, Mississippi, Tennessee és Ohio.

(Crops in Crisis – Genetically Modified Seeds and SuperWeeds, www.madmikesamerica.com)

A Bizottság által készített anyagot az NRC „A géntechnológiával módosított gazdasági növények hatása a farmok gazdálkodásának fenntarthatóságára az Egyesült Államokban” (*The Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the United States*) című kiadványban jelentette meg 2010-ben.

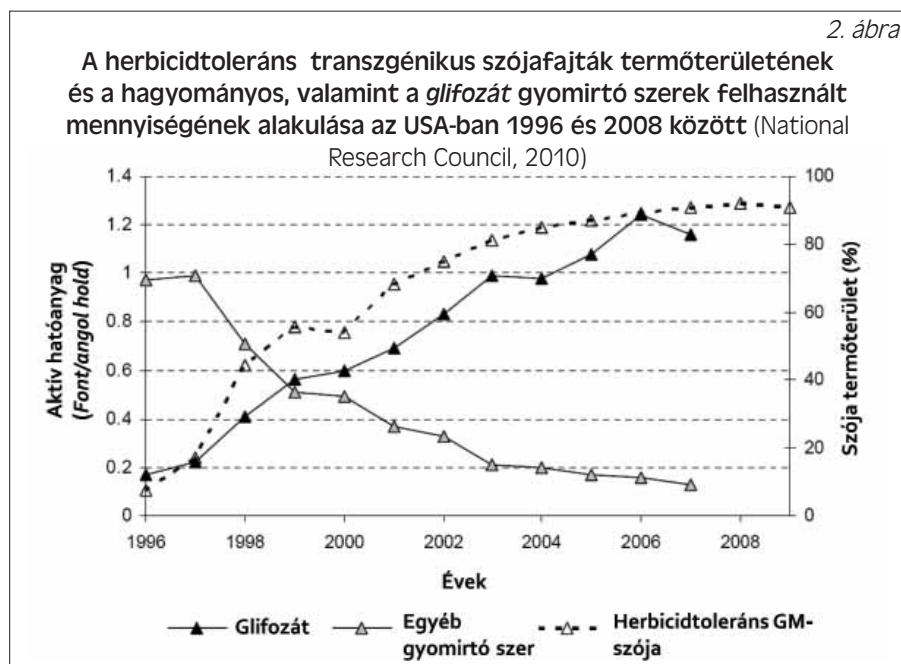
A kiadvány az USA farmereinek szintjén vizsgálta a GM-fajták termesztésének hatékonyságát. Az elemzéseket ezért csak három te-

rületen (környezeti, gazdaságossági és szociális hatások) végezték. A következőkben csak a legfontosabb megállapításokat, következtetéseket és ajánlásokat ismertetem.

I. Környezeti hatások

1./ A glifozátrezisztens GM-fajták alkalmazása során a felhasznált gyomirtó szer mennyisége nem csökkent, mivel a farmerek a korábban használt hagyományos herbicideket glifozátra cserélték (2. ábra). Az ábra a GM-szója esetében kiválóan szemlélteti, hogy a GM-fajták termőterületének növekedésével párhuzamosan, emelkedett a felhasznált glifozát hatóanyag mennyisége is. A hagyományos herbicidek felhasználása pedig folyamatosan csökkent. A szójatermesztésben a GM-technológia megoldotta az addig nehezen kezelhető gyomirtást.

Hasonló tendencia volt megfigyelhető a herbicidrezisztens GM-gyapot esetében is. A kukoricánál már nem volt annyira egyértelmű a glifozátfelhasználás növekedése, ami azzal magyarázható, hogy a kukorica gyomirtása a hagyományos szerekkel is megoldott. A kukoricaöbvenben, figyelemmel a kukorica és szója vetésváltásra, amennyiben mind a két faj GM-fajtáit termeszt-



tették a farmerek, az a *glifozát* folyamatos használatát eredményezte éveken keresztül és megszakítás nélkül.

A *glifozát* gyomirtó szer *domináns herbiciddé válása a földeken ezért idővel csökkentette a gyomirtási hatékonyságát. Ennek legfontosabb oka a glifozátrezisztens gyomok, illetve glifozátra kevésbé érzékeny gyomtársulások megjelenése volt.* A Bizottság szerint az elmúlt 15 évben 8 új *glifozátrezisztens* gyomfaj jelent meg az USA-ban. A rezisztens gyomfajok megoszlását az USA-államaiban – más forrás alapján – a 1. kép tartalmazza.

A herbicidrezisztens gyomok gyors megjelenésének és terjedésének lassítása céljából különböző technológiai megoldásokat javasolnak, mint pl. különböző herbicidek rotációja és eltérő alkalmazási sorrendje, több herbicid keverékének egyidejű kijuttatása, vegyszeres és mechanikai gyomirtás váltakozó alkalmazása, betakarítás során a gyommagszóródás csökkentése, gépek tisztítása stb. Ezek azonban mind költségnövelő tényezők. *A kialakult helyzet arra kényszerítheti a gazdákat, hogy visszatérjenek a korábban alkalmazott gyomirtási technológiákra.*

2./ *A herbicidrezisztens GM-fajták termesztése lehetőséget adott a farmerek számára, hogy a mechanikai gyomirtás helyett – ami rontotta a talaj szerkezetét és növelte az erózió veszélyét – olyan konzerváló talajművelést (conservation tillage) vezessenek be, mellyel megőrizhető a talaj szerkezete, megköthető az esővíz stb.* A környezetkímélő talajművelési mód a „conservation tillage” aránya sokkal nagyobb volt a GM-fajtákat termesztő farmokon, a hagyományos fajtákat termesztő gazdákhöz képest, *mely javította a gazdálkodás fenntarthatóságát. Ez a kombináció (GM-fajta+ konzerváló talajművelés) adja a GMO-termesztés egyedüli, és legjelentősebb pozitív környezeti hatását.*

3./ *A rovarrezisztens GM-fajták termesztése a kukorica és gyapot esetében csökkentette a peszticid felhasználást, ennek oka, hogy a rovarölő szer hatóanyagát maga a GM-növény termeli meg (2. kép).*



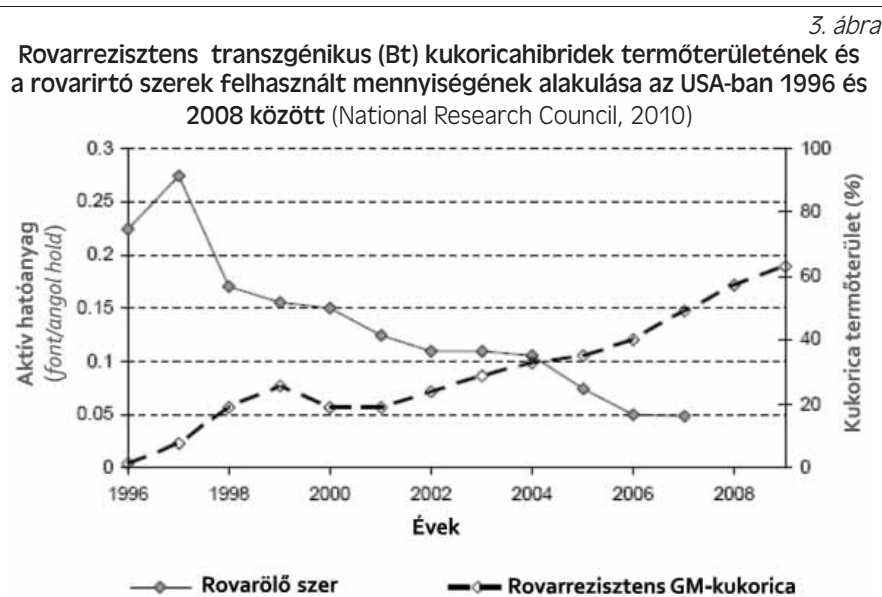
2. kép A rovarrezisztens transzgénikus (GM/Bt) növények maguk termelik meg az adott rovarfaj elpusztításához szükséges rovarölő fehérjét (www.standardusers.org)

A technológia előnye, hogy a GM-növény által termelt „toxin” specifikusan csak a célzott kártevőt pusztítja el. A Bt. (rovarrezisztens) kukoricahibridek termőterülete növekedésének következményeként, 1996 óta folyamatosan csökkent a rovarölő szerek felhasználása (3. ábra).

A technológia hasznosságát – a rezisztens gyomokhoz hasonlóan – a rezisztens rovarok megjelenése csökkentette, ami azonban sokkal lassúbb folyamatnak bizonyult, mint a rezisztens gyomoké. Ennek oka, hogy a rezisztencia recesszív tulajdonság, tehát csak a homozigó-

ta egyedekre nincs hatással a GM-növény által termelt toxin.

A homozigóta egyedek számának csökkentése, illetve a heterozigóták arányának növelése céljából dolgozták ki a „nagy dózis/menedék” (*high dose/refuge-resistance*) termesztési módot. Ennek lényege, hogy a GM-táblában a GM-fajta sorai közé bizonyos távolságra, hagyományos fajtából vetnek sorokat, ahol a nem rezisztens, tehát érzékeny rovarok is tovább élhetnek. A rezisztens homozigóta egyedek ezekkel párosodva heterozigóta utódokat hoznak létre, melyeket a GM-fajta által termelt toxin már el tud pusztítani.



A nagy dózis/menedék technológia betartását a Környezetvédelmi Hatóság (Environmental Protection Agency) írta elő. Ennek ellenére mind a két kukorica-kártevő (kukoricamoly és a kukoricabogár) esetében a rezisztens rovarpopulációk már megjelentek az USA egyes államaiban.

4/ A génáramlás a rokonfajok irányába a vizsgált 3 faj (kukorica, gyapot, szója) esetében nem jelent problémát az USA-ban, az ivaros kereszteződő fajok hiánya miatt. *A GM-fajták termőterületének növekedésével azonban egyre nagyobb problémát jelent a génáramlás az azonos faj hagyományos fajtáira, abban az esetben, ha a farmer a hagyományos fajtákból, GMO-mentes termést, vagy bioterméket akar előállítani.* A Bizottság a probléma megoldása érdekében ezért célszerűnk tartja a még elfogadható GM-tartalom hivatalos meghatározását a hagyományos-, vagy biotermékekben.

II. Gazdaságossági hatások

5/ *A GM-fajtát termesztő gazdák egy része jelentős haszonra tett szert, főleg a GM-termesztés kezdeti időszakában.* A haszon realizálhatósága, illetve mértéke sok tényező függvénye. A GM-vetőmag drágább, mint a hagyományos, mert azt licensz díjak terhelik, melyek célja a GM-fajtákat előállító cégek költségeinek és a profitjuknak a fedezése.

A GM-fajta önmagában nem terem többet, mint a hagyományos fajták, csak abban az esetben, ha a gyomosodás, illetve a rovarkártétel az adott területen jelentős. A GM-fajta új, módosított tulajdonságai csak ez utóbbi esetekben érvényesülhetnek. Ekkor a nagyobb termés viszont növeli a jövedelmet. A rovarrezisztens GM-fajták termesztésekor megspórolható a vegyszer (peszticidek) és a kijuttatás költsége, ami szintén profit növelő tényező. Természetesen ezek kedvező hatása csökken a rezisztens gyomok és rovarok megjelenésével.

A GM-fajták termesztése javítja a terméshozadékot, ami globális méretekben növeli az adott fajban, az adott évben a világon megtermelhe-

tő termés mennyiségét. Ez viszont árcsökkenést eredményezhet, ami ronthatja a GM-fajták termesztésének gazdaságosságát.

A vizsgált időszakban az előzőekben említett gazdasági, az I. pontban említett környezeti, és a III. pontban említendő szociális feltételek, valamint hatások folyamatosan változtak. Emiatt a GM-termesztés kiadásai és bevételei, végeredményben a tényleges haszon, nehezen határozható meg. A Bizottság további kutatásokat, elemzéseket tart szükségesek a folyamatok valós feltárása érdekében.

6/ *A farmgazdálkodás és a munkavédelem egyszerűbbé és rugalmasabbá vált.* A növényvédelmi technológiák egyszerűsödése és kevésbé veszélyes szerek alkalmazása miatt, a gazdának és alkalmazottainak kevesebb időt kell a területen tölteniük, különösen a többgénes GM-fajták (többféle rovarnak ellenálló) termesztésekor. Természetesen ezek vetőmagjai is drágábbak, de ezt kompenzálja a nagyobb és biztonságosabb termés, valamint a növényvédelmi ráfordítások (peszticid és kijuttatás) csökkenése.

7/ *Nem teljesen ismert, hogy a GM-fajták termesztése a jövőben hogyan befolyásolja a termékek árát.* Az a tény, hogy az USA-ban a kukorica, a szója, és a gyapot termőterületének 72-94 %-án már GM-fajtákat termesztnek (1. ábra), csökkentette a farmerek nyereségét, a GM-termesztés kezdeti időszakához képest. Kevés kutatás foglalkozik azzal, hogy a fejlődő országokban való terjedés (globális termesztés növekedése), milyen hatással lesz a világpiaci keresletre, vagy kínálatra, és az milyen mértékben fogja befolyásolni a GM-termékek árát.

8/ *A GM-fajták termesztésének hatása a nem GM-fajtát termesztőkre ismert* (pl. génáramlás), de a kép vegyes és nem alapul adekvát kutatásokra. Az biztos, hogy a GM-kukorica és GM-szója legnagyobb vásárlói az állattenyésztők. Az állattenyésztés költségeinek viszont 50 %-át a takarmányozás teszi ki, ezért *érdekeltek az árak csökkentésében, különösen a GM-fajták vonatkozó-*

sában, figyelemmel azok termesztésének előnyeire.

A GM-kukorica gombás (*Fusarium*) fertőzöttsége – a rovarkártétel hiánya miatt – viszont jóval kisebb, mint a hagyományos kukoricáé, mely növelheti értékét egészségügyi szempontból mind az állattenyésztésben, mind az élelmszer-termelésben.

A rovarrezisztens GM-fajták termesztésének következtében csökken a kártevők mennyisége egy adott területen, ami a nem GM-fajtákat termelő gazdák számára is előnyt jelent. Problémát jelentenek viszont számukra is, a GM-termesztés miatt megjelenő rezisztens gyomok és kártevők.

A legnagyobb problémát a GM-fajtákat használó és nem használó gazdák között a génáramlás és génmegszökés jelenti. A transzgen fizikai keveredés és biológiai génáramlás különböző formáin keresztül juthat át a hagyományos (nem GM) fajtákba. A GM-fajták termőterületének növekedésével ez a probléma megoldhatatlannak tűnik, különösen a biotermékeket előállító, illetve a hagyományos fajtákat termelő gazdák számára, akik a GMO-mentes árujukért prémiumot is realizálni tudnak.

III. Szociális hatások

9/ *Korábbi kutatások eredményei, melyek a különböző új technológiák bevezetése szociális hatásaival foglalkoztak, azt valószínűsítik, hogy a GM-fajták elterjedésének is vannak előnyös és hátrányos következményei.* Sajnos azonban a szociális hatások még a legfontosabb résztvevőkre (GM-fajtát termesztők, GM-fajtát nem termesztők és GM-terméket felhasználók) sincsenek pontosan meghatározva és elemelve.

10/ Nagyon kevés kutatás foglalkozik azzal, hogy *milyen hatással lesz a GM-fajták vetőmagjait előállító cégek koncentrációja és globalizációja, a termesztéssel kapcsolatos előnyökre, a haszonra, a kultúrnövények genetikai diverzitására, a vetőmagárakra, a farmereknek a termesztéssel kapcsolatos döntéseire és lehetőségeire.*

A 20. században az USA vetőmagipara családi tulajdonú kis cégekből állt, amelyek az egyetemi kutatók által nemesített fajtákat szaporították és jutatták a vetőmagpiacra, ahol már akkor is a nagyvállalatok voltak a meghatározó szereplők. A géntechnológia alkalmazásával ezek a vállalatok minden feladatot (nemesítés, szaporítás és kereskedelem) maguk végezték és a termékeiket szabadalommal védik.

A problémát az jelenti, hogy ezek a globálissá fejlődött vállalatok néhány fontos, nagy területen termesztett ún. kozmopolita növényen (kukorica, szója, repce, gyapot) kívül, nem állítottak elő és nem hoztak forgalomba GM-fajtákat a kisebb jelentőségű kultúrnövényekből. Ennek oka, hogy ezekbe való befektetés, figyelemmel a korlátozott kereskedelmi forgalmukra, számukra nem lenne gazdaságos. Az egyetemek és kisebb cégek átvinnék ezt a feladatot, azonban erre nincs lehetőségük a szabadalmi védelem miatt.

Összefoglalva megállapítható, hogy a géntechnológia környezeti és gazdasági előnyökkel és haszonnal járt a transzgénikus fajtákat termesztő farmerek számára az USA-ban. Ez a haszon azonban nem egyforma mértékben jelentkezett és idővel csökkenő mértékű volt.

Az előnyök és problémák a jövőben valószínűleg növekedni fognak a technológia fejlesztésének, új növényfajok, új módosított tulajdonságok bevezetésének és alkalmazásának következtében.

Az Egyesült Államokban ezért széleskörű összefogásra van szükség, melyben fontos szerepük lesz a szövetségi és állami kormányzati hatóságoknak, a magánszektornak, egyetemeknek, farmerek különböző szervezeteinek, állami és magán kutató és fejlesztő intézményeknek, a Bizottság által feltárt és a kiadványban összefoglalt problémák megoldása, valamint hiányosságok pótlása céljából.

A javaslatok megvalósítása esetén a GM-fajták termesztése valóban hasznos lesz mind az előállítók (globális cégek), mind az alkalmazók (gazdák, fogyasztók) számára, és

biztosítani fogja az USA mezőgazdaságának fenntartható fejlődését.

A következő részben a GM-fajták termesztésének európai és hazai helyzetével foglalkozunk.

Forrás:

- 📖 *National Research Council. 2010 The Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the United States. Washington, DC: The National Academies Press.*
- 📖 *James, Clive. 2010. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. 2010. ISAAA Brief. No. 42, ISAAA, Ithaca, NY.*

A kutatás a TÁMOP-4.2.2.B-10/1 „A tehetséggondozás és kutatóképzés komplex rendszerének fejlesztése a Szent István Egyetemen” c. pályázat támogatásával valósult meg.