

Genetikailag módosított növények hatása a táplálkozásra



„A tudomány eredendően se nem jó, se nem rossz. A tudomány egy lehetőség, amit az ember a saját céljaira használhat.”
(Glenn T. Seaborg)

Tartalomjegyzék

I. Génmódosítás alapjai	2
II. A magok királya, a búza	7
III. Gluténérzékenység	10
IV. Feltüntetések	12
V. Etikai problémák	15
VI. Konklúzió	16
VII. Vajon mit hozhat a jövő?	17
Felhasznált irodalom jegyzéke	18
Képjegyzék	19

Genetikailag módosított növények hatása a táplálkozásra

Tizenegyedik osztályos tanulókként jó tanulási, felkészülési lehetőséget láttunk ebben a biológia versenyben, készülést a jövő évi emelet szintű biológia érettségire. A témaválasztásunk nem egy általános genetikai felvetés, de izgalmas, talán használható és elgondolkodtató, mivel a táplálkozás (így az élethez szükséges alapanyagok), mindennapjaink létfontosságú része.

Hipotézis

Dolgozatunkban a következő felvetést próbáljuk igazolni: *A genetikailag módosított búzának szerepe van a gluténérzékenység általános növekedéséhez, illetve a genetikailag módosított élelmiszerekről az ételmiszerláncok nem tájékoztatnak kellőképpen.*

Módszer

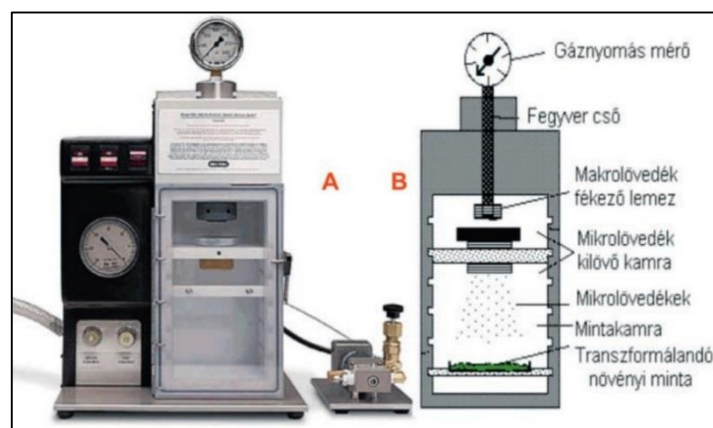
Munkánk elkészítése során igyekeztünk minél szélesebb körű szakirodalomból tájékozódni szakkönyvekből, illetve internetről.

I. Génmódosítás alapjai

A betegséget a genetikailag módosított szervezet (növény) okozhatja, vagyis a GMO (*Genetically Modified Organism*) a géntechnológia az örökítő anyagba (DNS) történő célzott beavatkozás, vagyis olyan növény vagy állat, amely a természetes szaporodási, keresztezési módszerekkel nem jöhetett volna létre.

A nemesítés és a génmódosítás nem egy és ugyanaz. A génmódosítás során megtervezik, hogy milyen tulajdonsággal akarják felruházni az adott élőlényt, ha ez a növény, ennek a növénynemesítéstől eltérően *monogénesnek* kell lennie, mert a *poligénes* tulajdonságok (rövidebb szár, magasabb terméshozam) általában nem vihetők be géntechnológiával. (Nagyon kivételes esetekben két-három gén is bevihető.) Viszont ez az egyetlen gén az élővilág bármelyik fajából származhat vagy akár egy mesterségesen előállított gén is lehet. Jelenleg a legelterjedtebb a *transzgén*, amely valamilyen baktériumból vesznek. Illetve egy másik növényből, esetleg ugyanazon növényből vett génnek a megváltoztatott, mutáns származékai, az úgynevezett *ciszgének*.

1. Beültetendő gén kiválasztása után a következő lépés a molekuláris klónozás (gén előállítás, elszaporítása kémcsőben, laboratóriumi körülmények között). *Escherichia coli neví* (emberi bélbaktériumban) köztes gazdában történik a szaporítás.
2. Ugyanebben a köztes gazdában végzik a gén optimalizálását, módosítását. Például *promóter* (szabályozóelem, amely beindítja a gén működését) vagy más szabályozóelemek kicserélése, hozzáadása.
3. *Jelzőgén* hozzákapcsolása. A kész transzgénikus növényben erre nincs szükség, de le kell tudni választani azokat a sejteket, amelyekbe beépült transzgén. Ezek a jelzőgénbe valamilyen antibiotikummal szembeni rezisztenciát kódolnak, majd hozzáadják az antibiotikumot, így elpusztul az összes olyan sejt, amelybe nem épült be a transzgén. Ezzel a módszerrel megkapjuk a sikeresen transzformált géneket.
4. Soksejtű állatok vagy növények esetében elvileg örökletes változásokat az ivarsejtbe vagy az ivarsejtek egyesülése után kialakuló zigótába való DNS bejuttatásával lehet létrehozni. Ez azonban nem egyszerű, sőt sok faj esetében nem lehetséges a tudomány jelenlegi állása szerint. Ez a probléma a növények esetében viszont elkerülhető, mivel egyes testi sejtekből teljes, soksejtű növény felnevelése lehetséges.
5. DNS bejuttatása a sejtbe: a növények esetében nem egyszerű, hiszen kívülről a kemény, ellenálló sejtfal védi a sejtet. Ezért hatásfoka, sikeressége nem garantált, mivel a sejtet is károsíthatja. Ma már ezt egy *génpuska* nevezetű eszközzel végzik, ami ezt kiküszöböli. A bejuttatandó DNS-t mikroszkopikus méretű fémrészecskék (arany vagy wolfram) felszínén megkötik (abszorbeálják), majd a sejtekbe lövik. Régebben ezt egy baktériummal (*Agrobacterium tumefaciens*szel) oldották meg, mert ha ezzel megfertőződik egy növény, akkor daganatot okoz, és ekkor képes DNS-ének egy részét átadni a megfertőzött növényi sejtbe.



Géppuska

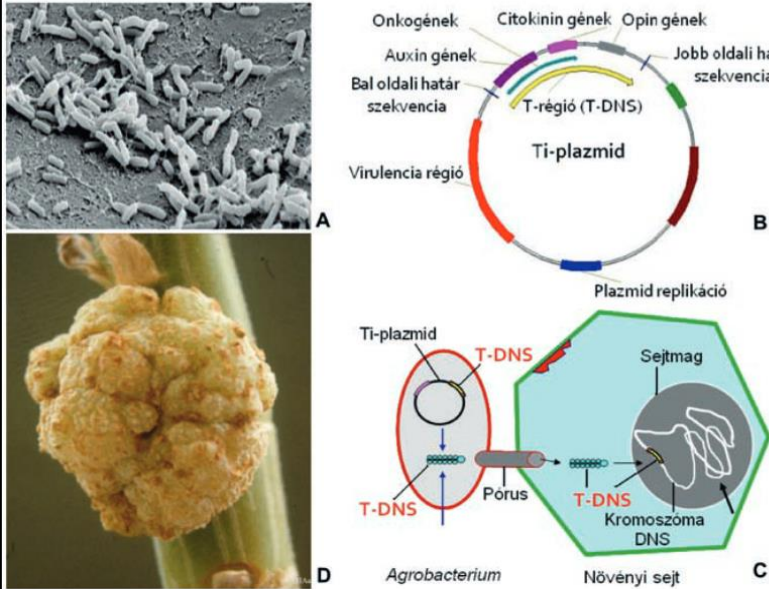
Az *Agrobacterium tumefaciens* (At.) által végrehajtott növényi transzformáció folyamata

A: At. Baktériumok

B: At. tumor indukáló plazmidja (Ti-plazmid). A Ti-plazmid jobb- és baloldali határszekvenciái közötti T-DNS onko- és opingéneket kódol

C: At. baktérium által végrehajtott géntranszfer. A T-DNS (sárgával jelölve) bejuttatása a növényi sejtbe, sejtmagba, majd integrációja a DNS-be

D: A T-DNS átvitelének következménye a rákos sejtburjánzás során a növényen kialakuló golyva



Az At. baktérium felhasználásával végrehajtott közvetett géntranszfer folyamata

A-B: Ti-plazmid beépített transzgénnel, és bejuttatása az At. baktériumba

C: Transzgént tartalmazó At. baktériumok tenyésztése

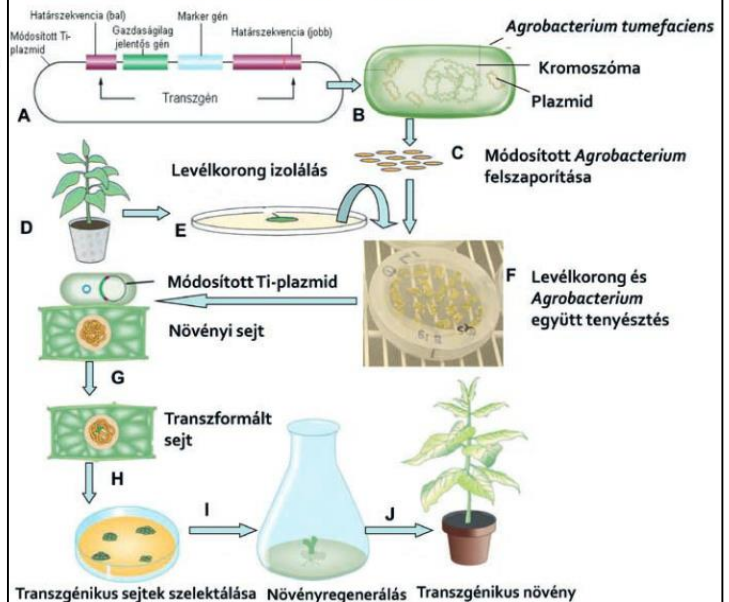
D-E: Transzformálandó növény

F: A transzgént tartalmazó At. baktériumok és a növényi levélkorongok együtt tenyésztése

G: Az At. baktériumok által végrehajtott géntranszfer

H: A sikerrel transzformált transzgenikus sejtek szelekciója a marker gén által biztosított herbicidrezisztenciára

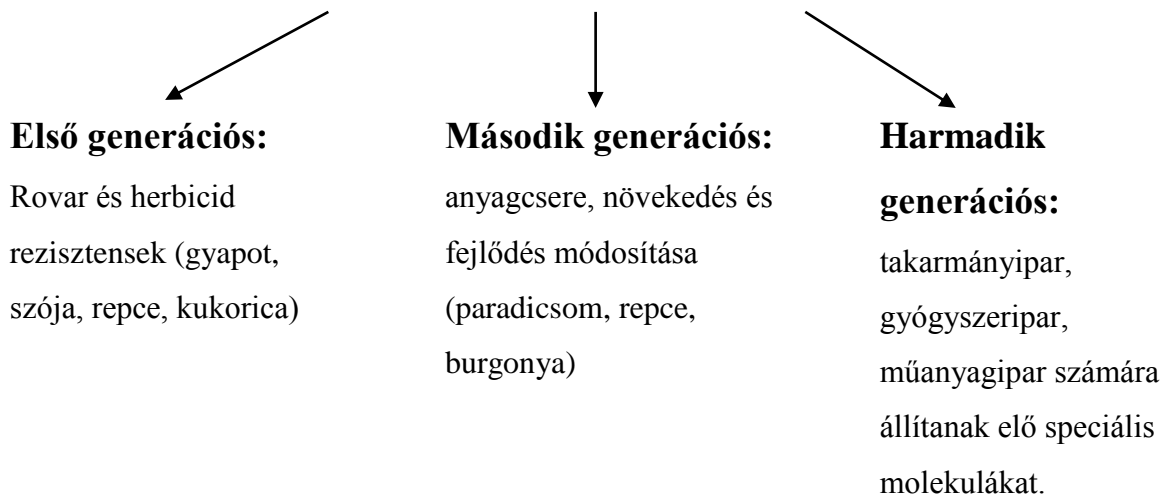
I-J: GM-növény regenerálás a transzgenikus sejtekből



- Az idegen DNS általában lebomlik vagy felhígul, vagyis az osztódások során egyre kevesebb idegen DNS jut át a leánysejtekbe. De egy töredéke azonban integrálódhat a sejt saját örökítő anyagába.
- A kromoszómális DNS-be való beépülés azonban véletlenszerű. Lehetséges, hogy inaktív génbe épül be, így maga a transzgén is működésképtelen lesz. Előfordul, hogy létfontosságú génbe integrálódik, ezáltal elpusztítja a sejtet. Nem kizárt az sem, hogy miután bejutott a gén és működik, végül mégis inkompatibilis a gazdasejt vagy a gazdanövény saját életműködésével. Ha mindezek a feltételek teljesültek, akkor elkezdődhet a növény felnevelése.
- Tesztelések: stabilan öröklődik-e a következő nemzedékben, történik-e bennük más genetikai változás, toxikológiai, allergológiai, környezetvédelmi és élelmiszerbiztonsági megfigyelések, vizsgálatok.
- Forgalomba hozatal.

Ebből a kilenc lépcsős folyamatból jól látszik, hogy mennyire bonyolult és összetett egy ilyen növény előállítása és forgalomba hozatala. De vajon mi a cél, mire is jók valójában ezek a GM-növények?

Fontos megjegyezni, hogy három fő gazdasági csoportja van a transzgénikus növényeknek:



Előnyök:

- Magasabb terméshozam (rovar-és gyomkár kiküszöbölésével)
- Kisebb vegyszerköltség
- Kisebb munkaráfordítás (üzemanyag megtakarítás is)
- Vegyszerek által okozott egészségkárosodás csökkentése
- Kisebb gombafertőzöttség
- Gyógyszertermelés

Hátrány:

- Drága előállítási költség
- Nem ismer hosszú távú hatások
- Nagy szociális és etikai ellenállás
- Piac kisajátítása

Érdekes fejlesztések

Hawaii-szigetek legfontosabb mezőgazdasági terméke a papaja. Megtámadta a gyűrűsfoltosság vírus és majdnem teljes termés kipusztulással fenyegetett, ezért létrehoztak egy új vírusrezisztens fajtát (köpenyfehérjét kódoló gént ültettek bele, így ellenállóvá vált a vírussal szemben).

A WHO szerint évente 250.000-500.000 gyermek vakul meg a harmadik világban és ennek fele egy éven belül meg is hal az A-vitamin hiány következtében. Ennek oka a rizs, amely szinte kizárólagos táplálékuk, nem tartalmazza sem a vitamint sem az előanyagát, a béta-karotint. Kifejlesztettek egy ún. aranyrizst, aminek 72 grammja fedezi egy gyermek teljes napi A-vitamin szükségletét.



Aranyrizs (bal oldalon) és a közönséges rizs (jobb oldalon)

A Monsanto a világ egyik legnagyobb GM- növényekkel foglalkozó cége, kifejlesztett egy Transzformer nevezetű eljárást. Lényege, hogy a farmer által megvásárolt GM-vetőmag F2 utódnemzedéke (termés) steril, tehát csírázásképtelen lesz, azt a gazda vetőmagként nem tudja felhasználni. A terminátor technológia helyett, ezért gyakran a steril mag, TPSmag, V-GURT-fajta megnevezéseket is használják. Ezzel lényegesen befolyásolni tudják a piac alakulását.

II. A magok királya, a búza

Egy vad fűből, az úgynevezett vad alakorból fejlődött a Földön, a legnagyobb területen termesztett kultúrnövény, a búza. Először a Termékeny Félholdnak nevezett területen (Mezopotámiában és a Tigris és az Eufrátesz folyó völgyeiben) nyújtott biztos élelmiszer forrást az ott élő vadászó-gyűjtögető népcsoportoknak. Ez tette lehetővé a letelepedést, ami az évek múltával a mai modern gazdaság kiinduló pontja lett. A termesztés elterjedése nem kevesebb, mint 17 000 évvel ezelőttre tehető. A valamikori magyar nép nomád életmódjának befejezése is a gabonatermesztéssel függ össze, mivel a Kárpát-medencében meglátták a szinte tökéletes lehetőségeket a biztos megélhetéshez, a megfelelő élelmiszer ellátáshoz. Az élet alapját a gabonatermesztés jelentette, ami együtt járt ennek fejlődésével is.

Az emberek tudatosan növelni kívánták a termelést. Mikor a vadbúza beérett és betakarították, arra törekedtek, hogy ne a különálló magokat, hanem szilárdabban a kalászhoz kapcsolódó szemeket gyűjtsék össze. A további szelekciókkal kiválasztott termések kedvező tulajdonságai öröklődtek a következő nemzedékekre.

A növényvilágban a többszörös kromoszóma készlettel rendelkező, tehát a poliploiditás fontos szerepet játszott a kialakulásban. A természetben található növényfajok 1/3-a poliploid. A mesterséges előállítás az őszi kikerics gumójából kinyert kolchicin nevű anyag nyitotta meg. Ez az erős mérge meggátolja a magorsó fonalak működését, tehát a homológ formák nem válnak ketté, így nem követi osztódás a megkettőződés folyamatát.

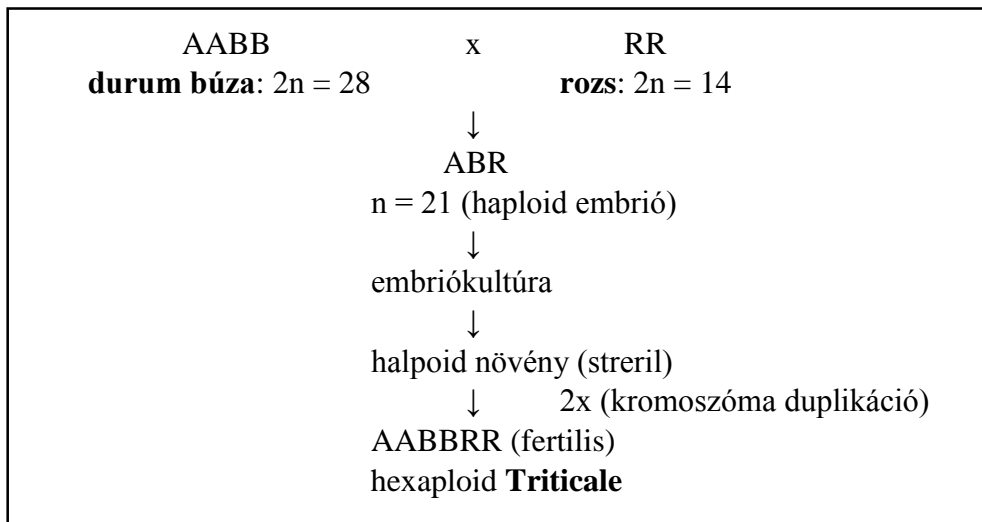
A poliploida nemesítés a diploid elődök genetikai variabilitásának felhasználhatóságát veszi alapul. Két fő csoport van:

1. aneuploidok: egy vagy néhány kromoszómaszámmal tér el az alap kromoszómakészlettől
2. euploidok: az kiindulási kromoszómakészlet egész számú többszöröse
 - a. autopoliploid: csak a saját kromoszómakészletének többszöröse
 - b. allopoliploid: idegen eredetű többlet kromoszómát használ**

Az allopoliploid búza

Túlnépesedés, élelmiszerválság, adósságválság, a környezet kizsákmányolása, vízkészlet rohamos fogyása, éghajlatváltozás, környezetszennyezés... Egytől-egyig a 21. század globális problémái és mégis mind kapcsolódik a gabonatermesztéshez. Vajon mit tehetünk a kiküszöbölés érdekében? Itt fordult a tudomány a génmódosításhoz.

Hogyan is alakult ki a mai legfontosabb gabonanövényünk?



Az ilyen fajta nemesítéseknek különféle célkitűzései voltak.

1. termőképesség növelése
2. termésbiztonság
3. télállóság
4. szárazságtűrés
5. betegség ellenállóság javítása: rozsda- és lisztharmat rezisztencia
6. állóképesség a gépi betakaríthatóság érdekében
7. egyszerre érés
8. pergésmentesség

A magas színvonalú lisztkészítés kulcsa a siker, ennek fejlesztése minőségi és mennyiségi változásokkal jár együtt. A lizin arányának növelésével a fehérjetartalmat, vagyis tápértéket növeljük.

A nemesítésre különféle módszereket alkalmaznak:

- fajta- és fajkeresztezés
- a hibridnemzedék többszöri egyed kiválogatása
- törzstenyészet: a törzseket valamennyi tulajdonságra értékelik és a legjobb törzsek eredményezik az a fajtajelöltet, ami kipróbálás és minősítés után adja a legjobban minősítő fajtát

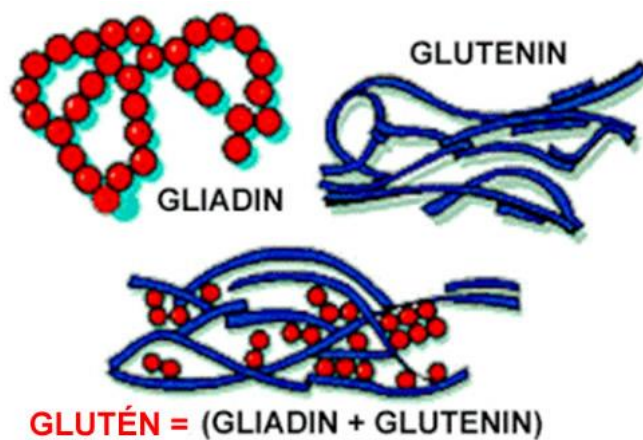
Ilyen módszerekkel jött létre mindennapi kenyерünk fő alapanyaga a *Triticum aestivum*, a búza.



III. Gluténérzékenység

A gluténérzékenység napjainkban jelentős problémát vet fel. Mai tudásunk szerint a Föld népességének mintegy 30-40 %-át érintő betegségről van szó. De vajon van-e köze a genetikailag módosított élelmiszereknek a népegyeget egyre nagyobb számban érintő gluténérzékenységhez?

A glutén két fehérjéből áll: a gliadin és a glutenin. A természetett búza, rozs, árpa magjaiban található meg. Tulajdonságai között említhetjük, hogy vízben nem oldódó, azonban a vizet megköti. Anyagát tekintve kolloid.



A gluténérzékenységért - latin nevén coeliacia vagy gluténsensitiv enteropathia - a vékonybél nyálkahártyájának súlyos elváltozása felel, mely egy immunológiai eredetű gyulladós betegség. Hátterében a gliadinnal szembeni túlérzékenység áll. A beteg szervezete nem képes megfelelő mértékben feldolgozni a gliadint, így az kiváltja az ellenanyag termelést és ezzel az autoimmun válaszreakciót.

Kialakulása leginkább a gyermekkorban jellemző. Kialakulásához két faktor szükséges a genetikai hajlam és a glutén fogyasztás. Amennyiben a faktorok közül csak az egyik van jelen, úgy a betegség nem alakul ki. Ritkább esetben felnőttkorban is kialakulhat bakteriális vagy vírusos fertőzés következtében. Ez a jelenség a *molekuláris mimikrin* alapul. Az 1950-es évekkel összehasonlítva napjainkban négyszeresére nőtt a betegségben szenvedők száma.

Tünetei:

- fogyás
- hasmenés
- fáradtság
- levertség
- felszívódási zavarok: (zsírszéklet, vas, kalcium, vitamin, fehérje)

A gliadin hatására a vékonybél bélbolyhjai pusztulnak, melynek következményeként a felszívódási felület csökken, ezáltal felszívódási zavarok jelentkeznek. Súlyosabb esetekben akár vékonybél-daganat vagy különböző neurológiai betegségek is kialakulhatnak szövődményként.



Normál vékonybél redői (bal oldalon), cöliákiás vékonybél (jobb oldalon)

A cöliákia az orvostudomány jelenlegi állása szerint nem gyógyítható, azonban megfelelő diétával tünetmentesség érhető el. Kezelésként a glutén tartalmú élelmiszerek elhagyását javasolják.

Javasolt élelmiszerek	Nem javasolt élelmiszerek
barna rizs	búzából készült termékek
olajos magvak	sör
gesztenye	kukorica pehely
bébiételek	zabliszt

IV. Feltüntetések

A mai napig nincs tisztázva a helyzet, hogy hogyan hat az emberi szervezetre a genetikailag radikálisan megváltoztatott növényekből és állatokból készült élelmiszerek. Ezáltal joggal felvetődik a kérdés, hogy nekünk, fogyasztóknak milyen opcióink van a tájékozódásra. Lehetőséget kell adni a vásárlóknak, hogy eldönthessék, milyen élelmiszereket kívánnak fogyasztani.

Számos Európai Unió szabályozás írja elő a cégeknek és forgalmazóiknak az adott áru megfelelő jelölési módjait. A legnagyobb hiányossága a rendeleteknek, hogy mind a mai napig nem kell feltüntetni az állati eredetű termékeken (tej, húsfélék, tojás), hogy az állat kapcsolatba kerülhetett genetikailag módosított takarmánnyal, pedig az európai tej-és hústermékeknek 75%-a ilyen. A gyártó a GMO-tartalmat akkor köteles feltüntetni, ha az 0,9%-ban meghaladja az árucikk anyagát. Amennyiben ugyanilyen százalékban technikailag elkerülhetetlen módon került az egyes összetevőkbe vagy magába a gyártmányba GMO anyag, az előállító nem köteles feltüntetni a címkén. Ebből következik az, hogy a génmódosított felirat hiánya nem biztosítja azt, hogy nyomokban nem található GMO benne. Itt egyértelműen a fogyasztók félrevezetéséről van szó, mivel a gyártó minden esetben tud arról, hogy az általa használt anyagok milyen eredetűek.

A valódi kérdés az, hogy a vásárlók vajon figyelik e egyáltalán a címkéket és tisztában vannak-e azzal, hogy milyen határozatlan „múltú” terméket vesznek a családi asztalra.

A magyar Greenpeace 2012-ben kiadott közleménye az ilyen fajta magyar viszonylatokkal foglalkozik. A kiadott GMO kisokos - Élelmiszerkalauz tudatos vásárlóknak című kiadvány-számba veszi azt, hogy a 162 hazai élelmiszergyártó és –forgalmazó közül mely mit garantál a vásárlóinak.

Garantálják a GM-mentességet	Aldi, CO-OP, Lidl, Penny Market, SPAR
Csak saját termékeikre vállalnak garanciát	TESCO
Nem vállalkoznak semmire= feketelista (többszöri megkeresések ellenére se adtak választ)	Auchan, CBA, Csemege Match, G-Roby Centrum, Profi, METRO, Reál

A cégek közül megtagadta a választ:

- Cserpes tejtermékcsalád
- Lipóti Pékség
- Mogyi
- Gyermelyi termékek
- Szamos marcipán desszertek
- Minna, Sissy tejtermékek
- sajtok közül: Medve, Karaván, Mackó és Tihany Válogatás
- üdítők közül: Szobi, a Piroska és a Pölöskei

Tömöri Balázs, a Greenpeace kampányfelelőse elmondta: „Amikor egy génmódosított növényt engedélyeznek az Európai Unióban, nem vizsgálják annak hosszú távú egészségügyi hatásait. A tudatos vásárlás, a biztonságos élelmiszerek fogyasztása saját jól felfogott érdekünk. Ezen kívül azért is fontos, mert pénzünk szavazat: kiadásainkkal a cégeket a jó vagy rossz irányba befolyásoljuk.”

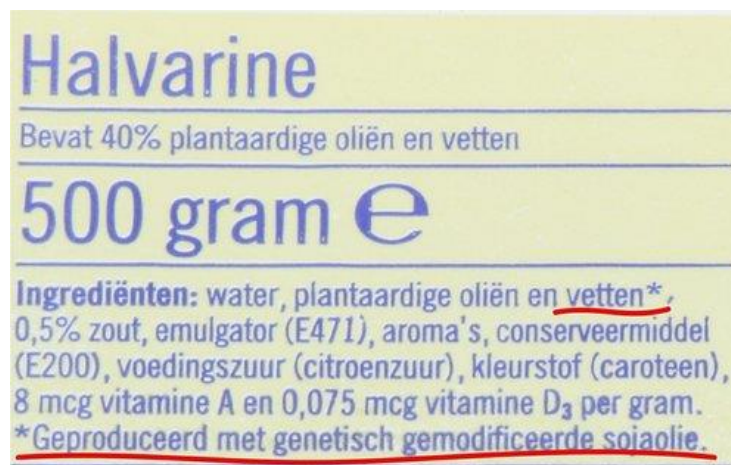
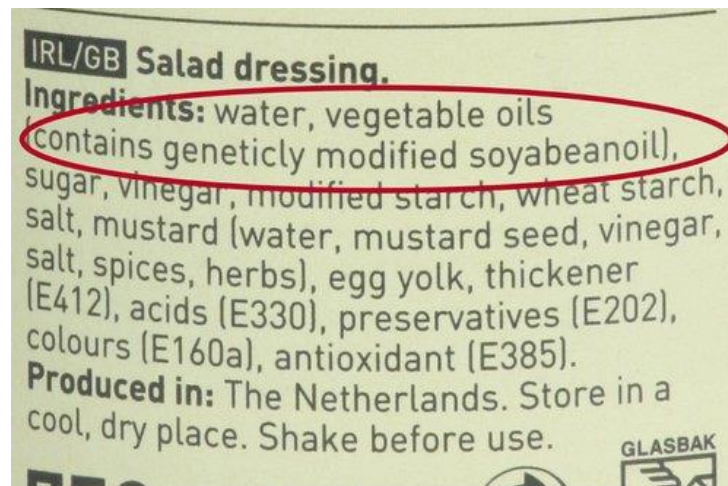
Néhány országban (pl.: Németország, Románia) épp azért vezettek be egy egységes, mindenki számára egyértelmű jelölést. Németországban a rendelkezés mellett előírták a „GMO-mentes” címkék használatát.



„GMO-mentes” címke

Hogyan kéne kinéznie egy megfelelő címkének?

1. A csomagolt vagy a készételek esetében: az összetevők felsorolásánál "genetically modified...", vagy "produced from genetically modified..." jelzés azonos betűmérettel írva



Forgalomban lévő termékek csomagolásán található jelölés

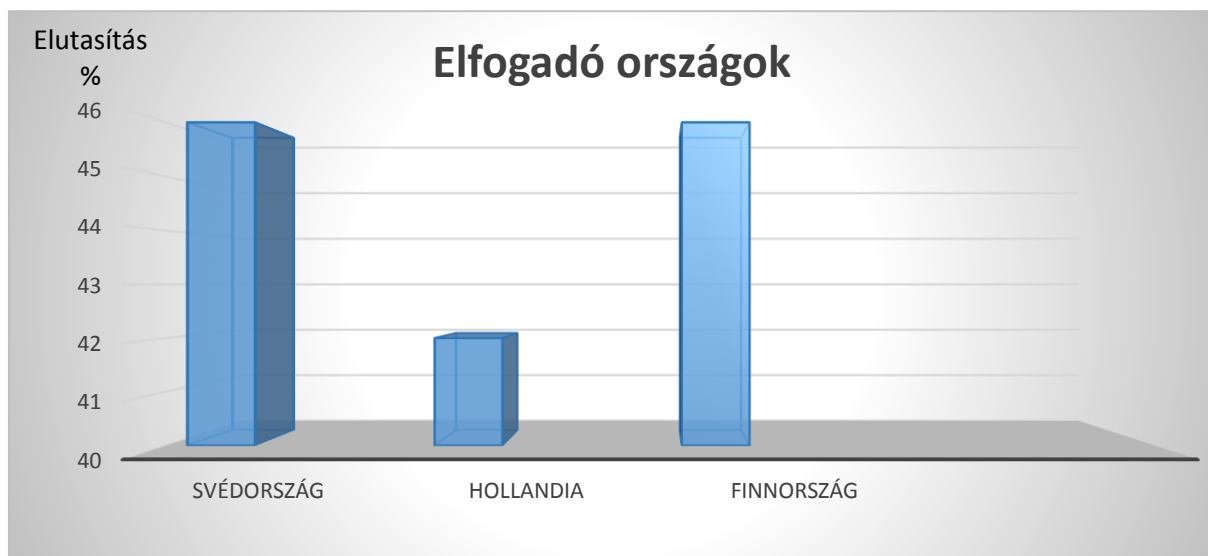
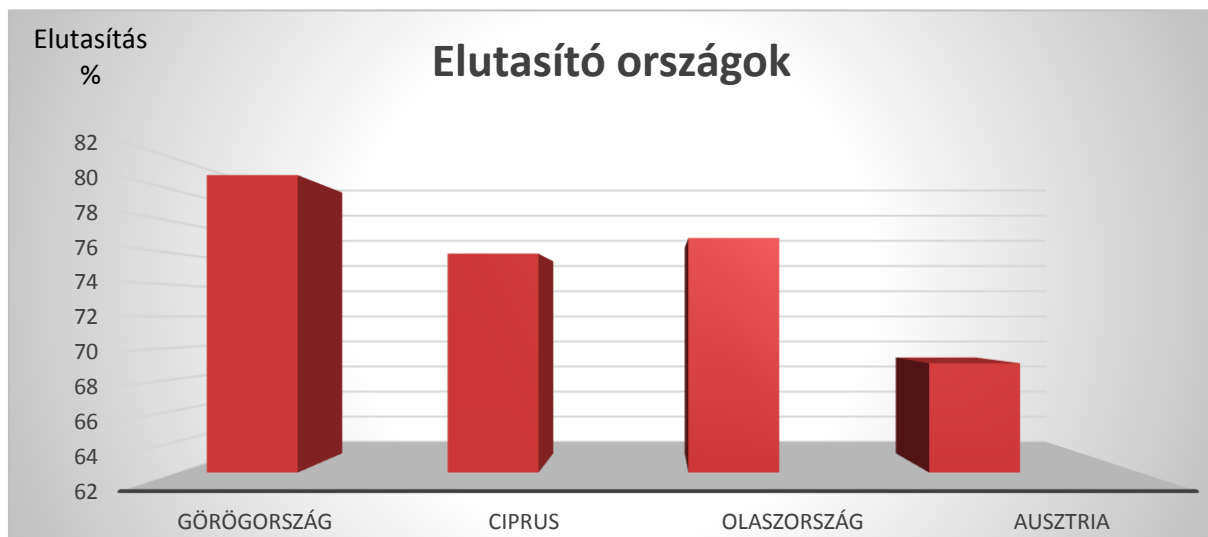
2. A becsomagolatlan vagy nagyon kicsi csomagolással rendelkezőknek: ugyanúgy fel kellene tüntetni a "genetically modified...", vagy "produced from genetically modified..." feliratot egy csatolt címkén vagy konkrétan kiírni a termék alá egy táblára.

V. Etikai problémák

Az élelmiszerek genetikai módosítása számos kérdést, problémát vet fel természeti, etikai, vallási, társadalmi és hosszú távú egészségügyi kérdések szempontjából.

Felvetődik a kérdés, hogy milyen mértékben lehet beavatkozni a természet rendjébe. Hol van az a határ, ami még normálisnak tekinthető? Milyen célból kell, illetve lehet beavatkozni az embernek?

A genetikai módosításról való vélemény országonként változik. Az Európai Uniót tekintve a legnagyobb arányban elutasító országok: Görögország, Ciprus, Olaszország és Ausztria, azonban találunk az ellenkező oldalt képviselő országokat is: Svédország, Hollandia és Finnország. Magyarországon közel azonos vélemény alakult ki, de néhány százalékkal nagyobb arányban gondolnak a negatív hatásaira.



VI. Konklúzió

„Svédországban 1985 és 1987 közt a két év alatti gyerekek közt hirtelen négyszeresére nőtt a cöliákia betegek száma. A "járvány" utólagos elemzése azt bizonyította, hogy a hirtelen megnövekedett cöliakiás betegszám abból fakadt, hogy a közegészségügyi ajánlás a glutén mielőbbi bevezetését javasolta. A következtetések levonása után az ajánlást visszavonták és az újonnan diagnosztizált betegek száma visszaesett.”

„Ezekből a vizsgálatokból egyértelműen arra lehet következtetni, hogy:

1. A megnövekedett gabonafogyasztás fokozott gluténterhelést jelent, aminek hatására olyanok is gluténérzékennyé váltak, akik korábban a kisebb mennyiségekre nem reagáltak betegséggel.
2. Ma már a glutén nemcsak a gabonafélékben, hanem gyógyszerekben, húskészítményekben, chipszekben, vitaminkészítményekben is jelen van rejtett formában.”
3. Drasztikusan megnövekedett gabonafogyasztásnak, valamint a glutén élelmiszeripari és gyógyszeripari felhasználásnak köszönhető, hogy egyre nő a gluténérzékenyek száma.

VII. Vajon mit hozhat a jövő?

Genetikailag módosított élelmiszerekkel kapcsolatban már megkondították a vészharangot. A rövidebb életű házi- és kísérleti állatoknál már bizonyíthatóan kimutathatók a káros hatások: bőrelváltozások, tumorok létrejötte, idegrendszeri problémák.



Kísérleti állatokban kialakult tumoros megbetegedések genetikailag módosított növény (és gyomirtószer) hatására
(GMO: genetikailag módosított növény, R: gyomirtószer)

Az embernek hosszabb az élettartama, mesterségesen fokozottan terhelt faj, a közvetlen hatások ezért talán generációk múlva fognak kiélesedni. A hosszú távú hatásaira jelenleg még nincs elég ismeretünk, az idő múlásával feltehetően újabb és újabb betegségek, egészségügyi problémák fognak jelentkezni a génmódosításnak köszönhetően. Hasonlóan a globális felmelegedéshez, melyben szerepe van az ember önpusztító magatartásának, féltő, hogy ugyanígy a genetikailag módosított fajok hatásaira is csak későn fog ráérezni az emberiség.

Felhasznált irodalom jegyzéke

Ádám György: Biológiai lexikon. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1978. 338-340. o.

Dr. Bánáti Diána, Dr. Gelencsér Éva (szerk.): Genetikailag módosított növények az élelmiszerláncban. Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, Budapest, 2007. 161-164. o.

<http://mkk.szie.hu/dep/genetika/pdf/Heszky/Agroforum3%202011.pdf>

http://mkk.szie.hu/dep/genetika/pdf/Heszky/Tanuljunk_45.pdf

<http://semmelweisfigyelo.hu/hu/abc/l/betegseg/422>

<http://tudatosvasarolo.hu/cikk/genmodositott-vagy-sem>

<http://www.eufic.org/article/hu/artid/Mindennapi-kenyerunk-eredete/>

http://www.gmo-compass.org/eng/regulation/labelling/90.gmo_labelling.html

<http://www.greenpeace.org/hungary/hu/sajtokozpont/Genmodositott-elelmiszerek-a-boltokban-De-melyekben-/>

<http://www.hoxa.hu/?p1=cikk&p2=2489>

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_07_Novenynemesites/ch06.html

<http://www.tenyek-tevhitek.hu/gluten-uj-megvilagitasban.htm>

<https://glutenerzekeny.hu/a-glutenerzekenyseg-okai/>

<https://glutenerzekeny.hu/mi-az-a-gluten/>

<https://www.geneticliteracyproject.org/2014/03/28/do-genetically-modified-foods-cause-gluten-allergies/>

<https://www.organicconsumers.org/campaigns/millions-against-monsanto>

Rédei P. György: Genetika. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1987. 304. o.

Szent István Egyetem Mezőgazdasági-és Környezettudományi Kar Genetika és Biotechnológiai Intézet Növény-nemesítési Csoport (jegyzet)

Venetiare Pál: Génmódosított Növények Mire jók?. Typotex Kiadó, 2010.

Zalatnai Attila: Gyakorlati patológia. Semmelweis Kiadó, Budapest, 2014. 22-23. o.

Képjegyzék

http://glutenmentesnaplo.cafeblog.hu/files/2015/03/gluten_impact.png

<http://tudatosvasarlo.hu/cikk/genmodositott-vagy-sem>

http://www.biokontroll.hu/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=1567:agyomirto-es-genmodositott-kukorica-toxikus-hatasa&catid=113:ervekabiomellett&Itemid=43

http://www.gmo-compass.org/eng/regulation/labelling/90.gmo_labelling.html

<https://glutenerzekeny.hu/mi-az-a-gluten/>