

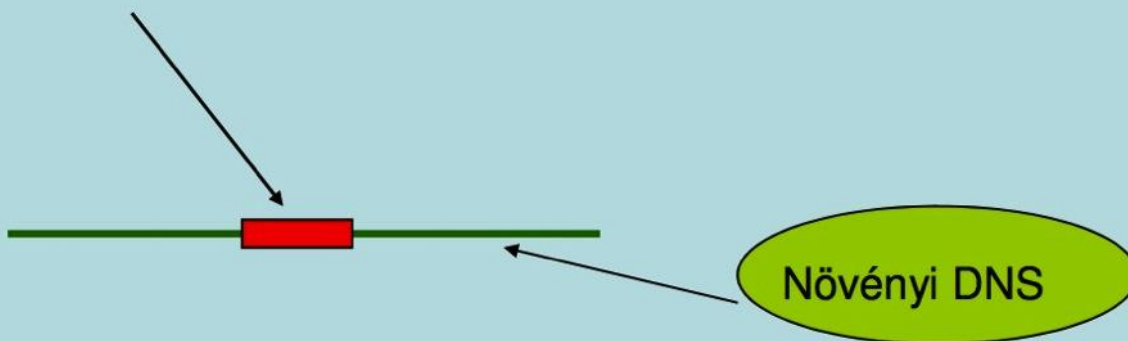
**A genetikai módosítás
növényekben, jelenlegi helyzet,
vizsgálati módszerek**



Mi a GMO?

- ★ **GMO = Genetikailag Módosított Organizmus**
- ★ GMO-nak olyan élőlényt nevezünk, amelynek örökletes állományába **célzott, tervezett módon** bevittek valamilyen DNS-szakaszt, a természetes kereszteződés kikerülésével.

pl. idegen DNS-t építettek be a növény
eredeti DNS-ébe



(Dallmann, 2008)

Mi a GMO?

- ✦ Ha a bevitt DNS idegen fajból származott, akkor „**transzgénikus**”
- ✦ ha közeli rokon fajból, akkor „**ciszgénikus**”
- ✦ ha saját fajból, akkor pedig “**intragénikus**” a neve az így nemesített növénynek vagy állatnak.



Gének és fehérjék

- * A DNS szekvenciák fehérjéket kódolnak
- * A „gén” alapvetően a minden élőlény építőköveit képző 20 féle aminosav összeépítési sorrendjét határozzák meg.
- * A növényekben 20-80 ezer gén található
- * A genetikai módosítás alatt 1-5 gén hozzáadását kell érteni
- * A hagyományos nemesítéssel gyakran több száz gént visznek be nagyságrenddel kisebb pontossággal.



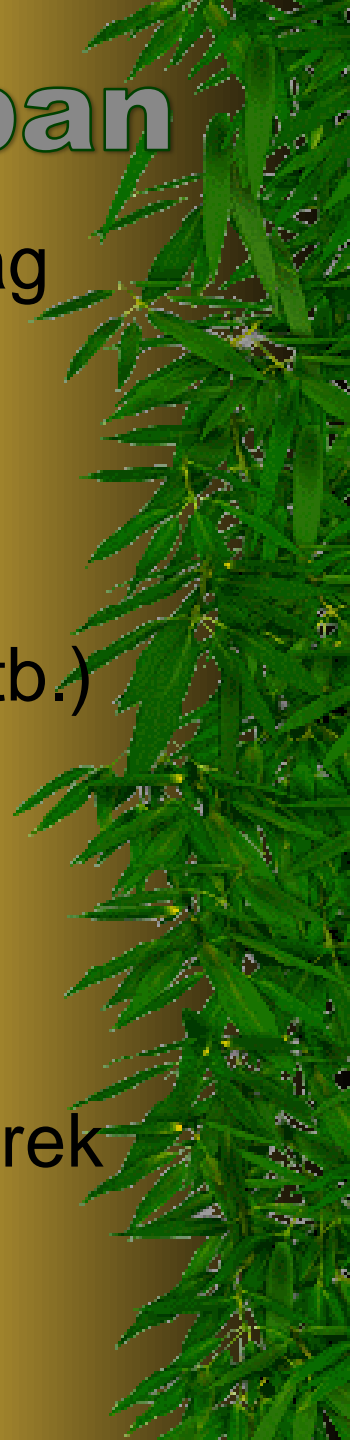
GMO-k a hétköznapiakban

- * EURO bankó – GM gyapotból
- * Sör – GM sörélesztő
- * Sajt – tejoltó enzim (rennin) – GM élesztőből
- * Szennyezett talaj tisztítása – GM baktériummal
- * Mosószer – GM baktériumban
- * Olajszennyeződés – GM baktériumok bontják
- * Inzulin – GM baktériumban
- * Véralvadási faktor – GM baktérium



GMO-k a hétköznapiakban

- ★ Az infarktus utáni vérrögöket oldó hatóanyag
- ★ A vérképzést segítő eritropoetin
- ★ A tüdőtágulás kezelését szolgáló alfa-1-antitripszin
- ★ Számos vakcina (veszettség, hepatitis B, stb.)
- ★ A fájdalomcsillapítók 80%-a, az asztmagyógyszerek 60%-a, a depressziót kezelő hatóanyagok 62%-a, a migrén megszüntetését segítő 52%-a és a skizofrénia kezeléséhez használt gyógyszerek 60%-a is.



GLOBAL STATUS OF COMMERCIALIZED BIOTECH/GM CROPS IN 2018

Global Biotech Crop Area in 2018



191.7 MILLION HECTARES
BIOTECH CROPS

IN **26** COUNTRIES
PLANTED BY **17** MILLION
FARMERS

FASTEST ADOPTED CROP TECHNOLOGY IN RECENT TIMES



www.isaaa.org



[isaaa.org](https://www.facebook.com/isaaa.org)



[isaaa_org](https://twitter.com/isaaa_org)

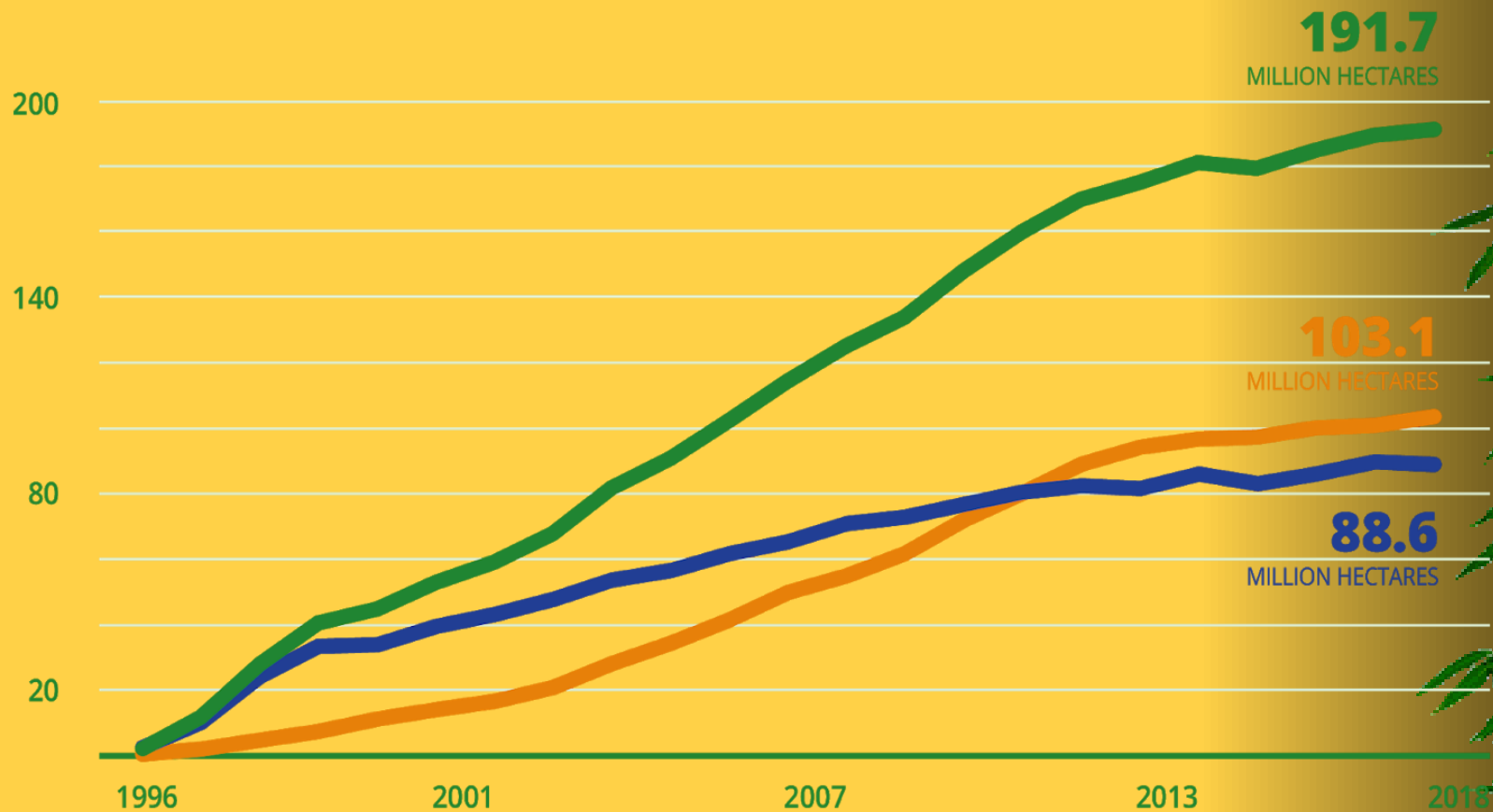


[isaaa_org](https://www.instagram.com/isaaa_org)



[isaaavideos](https://www.youtube.com/isaaavideos)

#ISAAAReport2018
#GMCrops2018



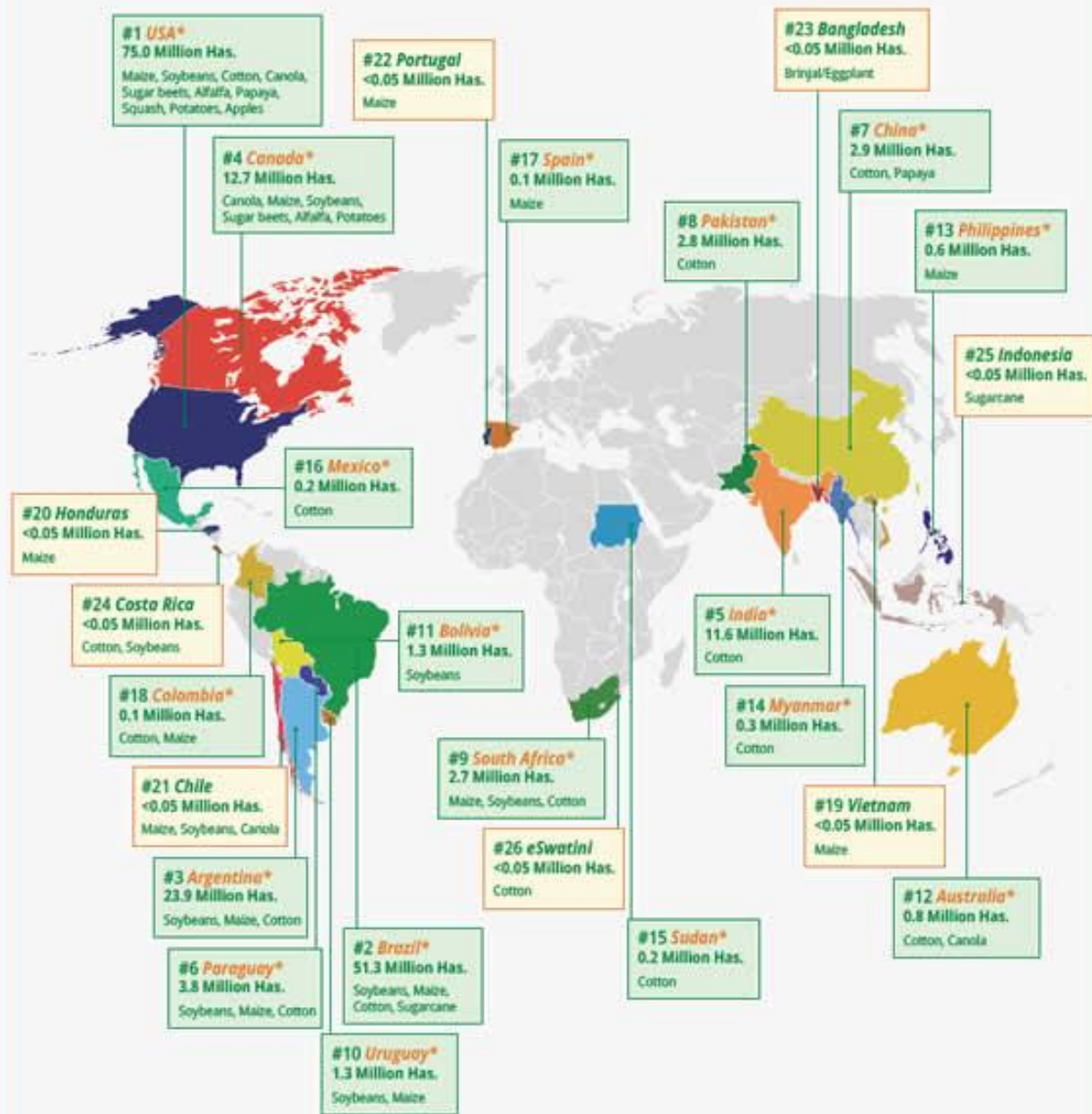
TOTAL BIOTECH CROP AREA IN 2018

BIOTECH CROP AREA IN DEVELOPING COUNTRIES

BIOTECH CROP AREA IN INDUSTRIAL COUNTRIES

ISAAA, 2018

54% DEVELOPING COUNTRIES AND 46% INDUSTRIAL COUNTRIES



*18 biotech mega-countries growing 50,000 hectares, or more, of biotech crops.

Source: ISAAA, 2018



Table 1. Global Area of Biotech Crops in 2018: by Country (Million Hectares)**

Rank	Country	Area (Million Hectares)	Biotech Crops
1	USA*	75.0	Maize, soybeans, cotton, canola, sugar beets, alfalfa, papaya, squash, potatoes, apples
2	Brazil*	51.3	Soybeans, maize, cotton, sugarcane
3	Argentina*	23.9	Soybeans, maize, cotton
4	Canada*	12.7	Canola, maize, soybeans, sugar beets, alfalfa, apples
5	India*	11.6	Cotton
6	Paraguay*	3.8	Soybeans, maize, cotton
7	China*	2.9	Cotton, Papaya
8	Pakistan*	2.8	Cotton
9	South Africa*	2.7	Maize, soybeans, cotton
10	Uruguay*	1.3	Soybeans, maize
11	Bolivia*	1.3	Soybeans
12	Australia*	0.8	Cotton, canola
13	Philippines*	0.6	Maize
14	Myanmar*	0.3	Cotton
15	Sudan*	0.2	Cotton
16	Mexico*	0.2	Cotton
17	Spain*	0.1	Maize
18	Colombia*	0.1	Cotton, maize
19	Vietnam	<0.1	Maize
20	Honduras	<0.1	Maize
21	Chile	<0.1	Maize, soybeans, canola
22	Portugal	<0.1	Maize
23	Bangladesh	<0.1	Brinjal/Eggplant
24	Costa Rica	<0.1	Cotton, soybeans
25	Indonesia	<0.1	Sugarcane
26	eSwatini	<0.1	Cotton
	Total	191.7	





**TOP 5 COUNTRIES THAT PLANTED BIOTECH CROPS
IN 2018 (AREA AND ADOPTION RATE)**

Source: ISAAA, 2018



GLOBAL STATUS OF COMMERCIALIZED BIOTECH/GM CROPS IN 2018

Biotech Crop Adoption in 2018



US AND CANADA

GREW **87.7 MILLION HECTARES** BIOTECH CROPS IN 2018, OR **46%** OF TOTAL BIOTECH CROP AREA



67.25 MILLION HECTARES BIOTECH MAIZE AND SOYBEANS WERE PLANTED IN THE US IN 2018



ADOPTION RATE OF **BIOTECH CANOLA** IN CANADA IN 2018



www.isaaa.org



[isaaa.org](https://www.facebook.com/isaaa.org)



[isaaa_org](https://twitter.com/isaaa_org)



[isaaa_org](https://www.instagram.com/isaaa_org)



[isaaavideos](https://www.youtube.com/isaaavideos)

#ISAAAReport2018
#GMCrops2018

GLOBAL STATUS OF COMMERCIALIZED BIOTECH/GM CROPS IN 2018

Biotech Crops Planted in 2018

MAJOR BIOTECH CROPS IN 2018



SOYBEANS



MAIZE



COTTON



CANOLA



www.isaaa.org



[isaaa.org](https://www.facebook.com/isaaa.org)



[isaaa_org](https://twitter.com/isaaa_org)



[isaaa_org](https://www.instagram.com/isaaa_org)



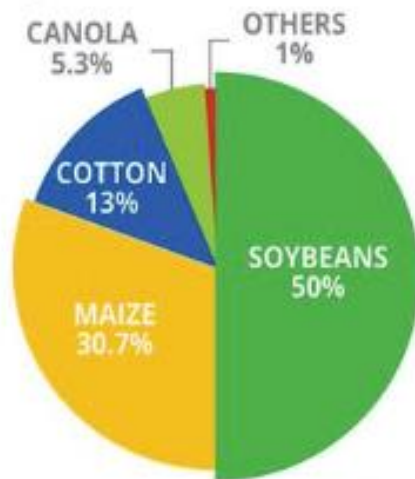
[isaaa/videos](https://www.youtube.com/isaaa/videos)

#ISAAAReport2018
#GMCrops2018

GLOBAL STATUS OF COMMERCIALIZED BIOTECH/GM CROPS IN 2018

Biotech Crops Planted in 2018

MAJOR BIOTECH CROPS



% OF TOTAL BIOTECH CROP AREA



BIOTECH SOYBEANS

HIGHEST ADOPTION WORLDWIDE
50% OF BIOTECH CROP AREA

BIOTECH SUGARCANE

PLANTED IN **INDONESIA**
FOR THE FIRST TIME



OTHER BIOTECH CROPS GROWN IN 2018:



SUGAR BEETS ALFALFA PAPAYA SQUASH EGGPLANT POTATOES APPLES



www.isaaa.org



[isaaa.org](https://www.facebook.com/isaaa.org)



[isaaa_org](https://twitter.com/isaaa_org)



[isaaa_org](https://www.instagram.com/isaaa_org)



[isaaavideos](https://www.youtube.com/isaaavideos)

#ISAAAReport2018
#GMCrops2018

GLOBAL STATUS OF COMMERCIALIZED BIOTECH/GM CROPS IN 2018

Approved Events for Biotech Crops in 2018

70 COUNTRIES
ISSUED



4,349 REGULATORY
APPROVALS
FOR **27** GM CROPS SINCE 1992



MAIZE HAS LARGEST NUMBER
OF APPROVED EVENTS

137 APPROVED
EVENTS IN **35** COUNTRIES



HERBICIDE TOLERANT MAIZE EVENT

NK603 HAS MOST
APPROVALS

61 APPROVALS IN **28** COUNTRIES



www.isaaa.org

 [isaaa.org](https://www.facebook.com/isaaa.org)

 [isaaa_org](https://twitter.com/isaaa_org)

 [isaaa_org](https://www.instagram.com/isaaa_org)

 [isaaavideos](https://www.youtube.com/isaaavideos)

#ISAAAReport2018
#GMCrops2018

STATUS OF APPROVED EVENTS FOR BIOTECH CROPS USED IN FOOD, FEED, PROCESSING, AND CULTIVATION



67 COUNTRIES ISSUED



4,133 REGULATORY APPROVALS FOR 26 GM CROPS SINCE 1992

1,995 FOOD USE

1,338 FEED USE

800 CULTIVATION

JAPAN HAS MOST NUMBER OF APPROVALS
646 APPROVALS



MAIZE HAS LARGEST NUMBER OF APPROVED EVENTS
232 APPROVED EVENTS IN **30** COUNTRIES



HERBICIDE TOLERANT MAIZE EVENT
NK603 HAS MOST APPROVALS
55 APPROVALS IN **26** COUNTRIES

Source: ISAAA, 2017

GLOBAL STATUS OF COMMERCIALIZED BIOTECH/GM CROPS IN 2018

Biotech Crop Adoption in 2018

MORE DEVELOPING COUNTRIES GREW BIOTECH CROPS IN 2018



3 OF THE TOP 5 COUNTRIES GROWING BIOTECH CROPS ARE DEVELOPING COUNTRIES

INDONESIA

PLANTED **BIOTECH SUGARCANE** FOR THE FIRST TIME IN 2018



ESWATINI

PLANTED **BIOTECH COTTON** FOR THE FIRST TIME IN 2018



www.isaaa.org



[isaaa.org](https://www.facebook.com/isaaa.org)



[isaaa_org](https://twitter.com/isaaa_org)



[isaaa_org](https://www.instagram.com/isaaa_org)



[isaaavideos](https://www.youtube.com/isaaavideos)

#ISAAAReport2018
#GMCrops2018

A GM Növények Magyarországon

- ✦ Jelenleg Európában csak két első-generációs GM fajtacsoport (kukorica MON810, burgonya AMFLORA) – termesztése engedélyezett
- ✦ A GM növények termesztését Magyarországon az “1998. évi XXVII. törvény a géntechnológiai tevékenységről” szabályozza.
- ✦ Magyarország az EU csatlakozás idején védzáradékot nyújtott be és nem engedélyezi a két GMO kereskedelmi célú termesztését.



A GM Növények Magyarországon

- ✦ Az érvényben lévő új Alkotmány XX. cikke (2) bekezdése.
- ✦ Kísérleti célból lehetséges szabadföldön – engedély kérés után, a rendszabályok betartásával.
- ✦ Vetőmagpiaci pozíció, GM mentes előny megtartása fontos – Európában 2. legnagyobb kukorica vetőmagexportőr ország vagyunk.
- ✦ Az elsőgenerációs GM növények 20 évvel ezelőtti technológia termékei.



A GM technológia újabb, várható fejlesztései növényeknél

- ★ Az első generációs GM növények esetében a beépített gén minden növényi részben, mindig működik. Ennek megszüntetésére:
 - A transzgén helyspecifikus-
 - időspecifikus-
 - hőmérséklet-specifikus-
 - mennyiségfüggő működtetése
 - A transzgén **ott, akkor, annyira** működjön, **ahol, amikor és amennyire** szüksége van a növénynek.

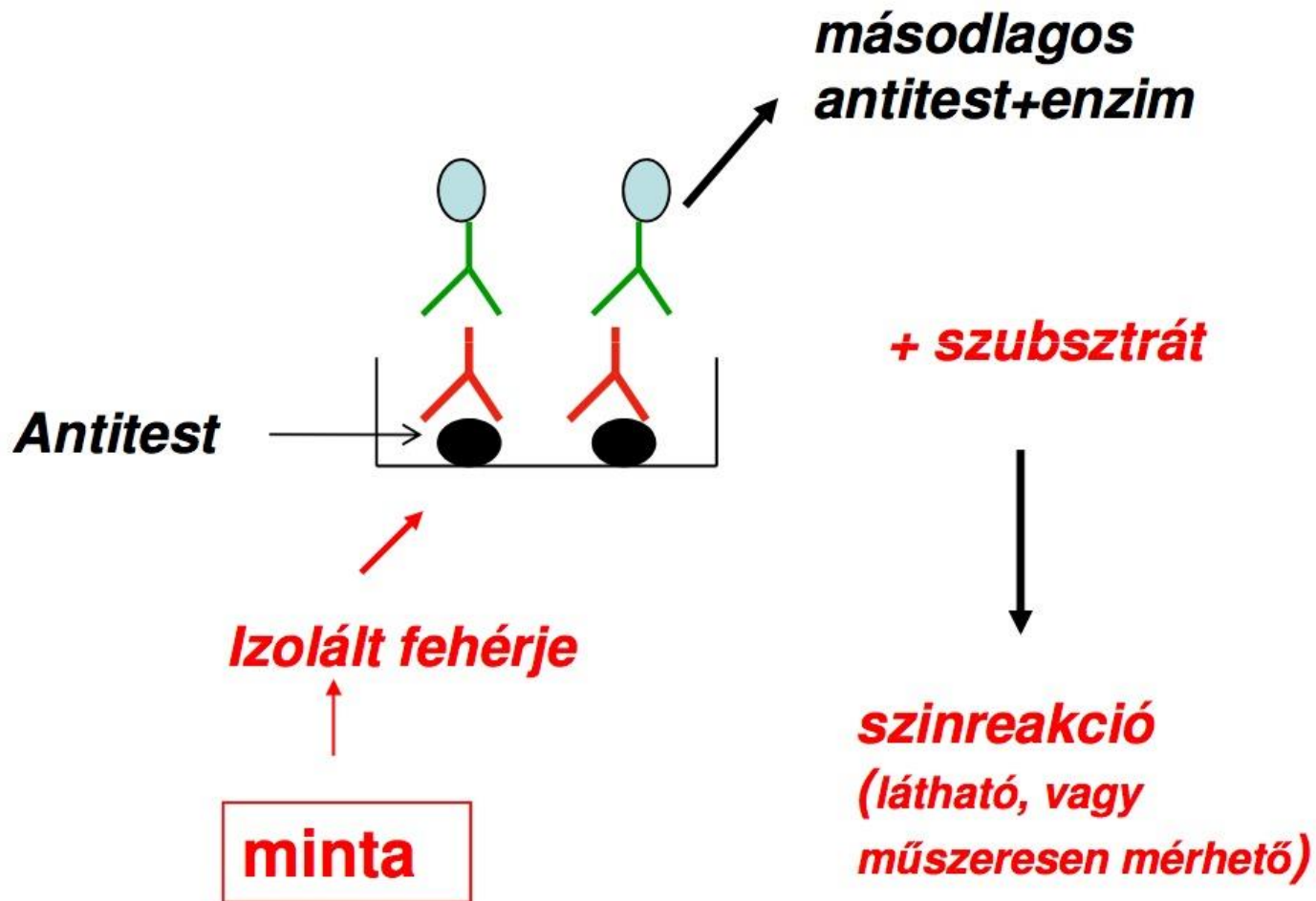


A GMO kimutatás eszközei

- ★ Két legfontosabb módszer:
 - ELISA technika – a fehérjék kimutatására és mérésére
 - PCR technika – a sejt örökítő anyagának, a DNS-nek a vizsgálatára



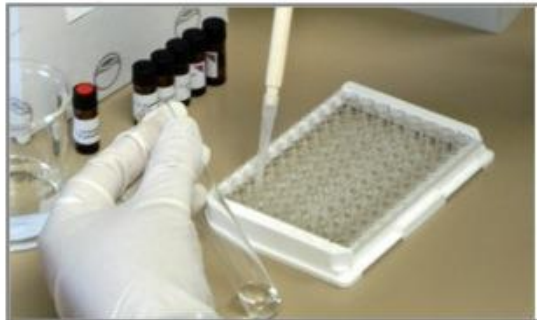
ELISA (Enzyme- Linked ImmunoSorbent Assay) teszt Enzim-immun analitikai eljárás



(Dallmann, 2008)

ELISA teszt

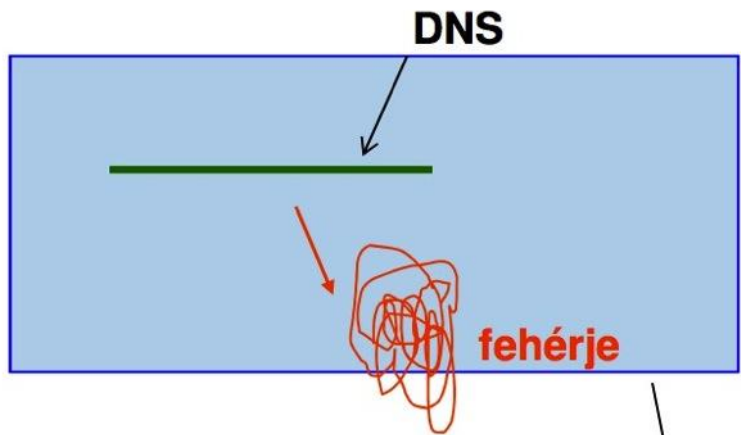
- ★ **Előny:** gyors egyszerű, nem igényel komoly laboratóriumi háttérrel



Hátrány! A fehérje hőérzékeny, ez befolyásolja a kimutatás érzékenységét és megbízhatóságát

(Dallmann, 2008)

Molekuláris biológiai eljárás specifikus DNS kimutatására



sejt



PCR reakció

Lehetővé teszi a DNS
különböző
szakaszainak
felsokszorozását

Molekuláris biológiai eljárás a DNS kimutatására

**PCR
reakció**

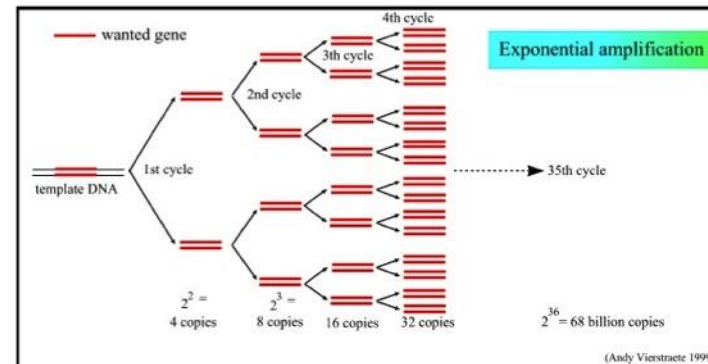
ciklikusan ismételt enzimreakció,
specifikus primerek jelenlétében



Fluoreszcens próba



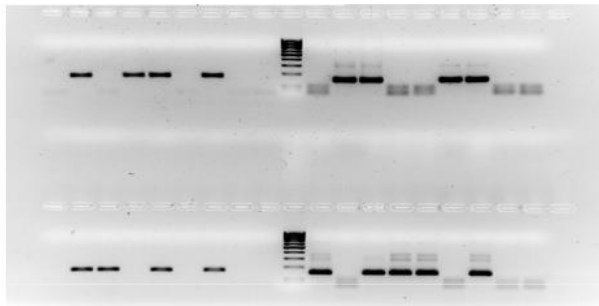
Real-Time PCR



(Dallmann, 2008)

A PCR reakció eredményének kimutatása

Agaróz gélen



Fluoreszcens jel megjelenése alapján



Real Time PCR



(Dallmann, 2008)

GMO tartalom laboratóriumi vizsgálatának általános menete

Laboratóriumi minta

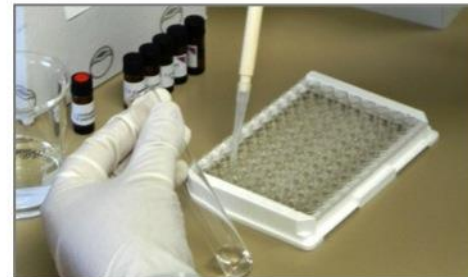
DNS izolálás

Fehérje izolálás

Kvalitatív PCR

ELISA test

Real-time PCR



GMO tartalom laboratóriumi vizsgálatának általános menete

•Minta homogenizálása

•Kvalitatív GMO teszt

negatív

pozitív

GM növény azonosítása

nem engedélyezett

engedélyezett

mennyiségi meghatározás

>0.9%

<0.9%

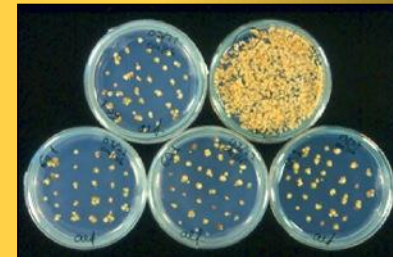
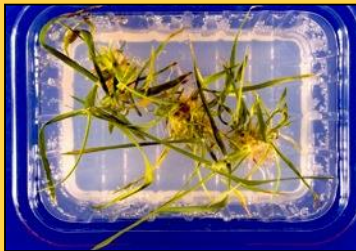
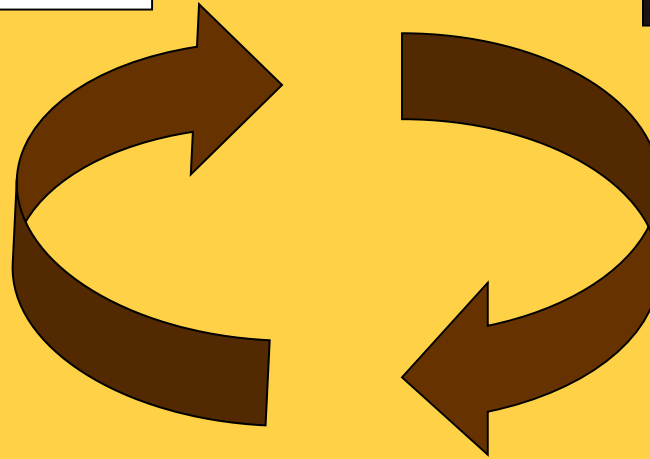
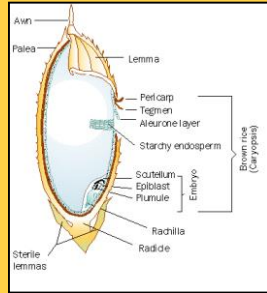
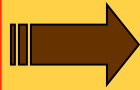
(Dallmann, 2008)

Milyen célból viszünk be idegen gént?

- Gének tudományos vizsgálata
- Hasznos géneket visznek át egyik szervezetből a másikba
- A transzgénikus élőlényekkel kapcsolatos aggodalmakat vizsgálják



Gabonafélék szövettenyésztési rendszere



Növényi géntechnológia alkalmazása

- * **Agronómiai tulajdonságok**
 - **Biotikus Stressz**
 - * **Rovar rezisztencia**
 - * **Betegségellenállóság**
 - vírus, baktérium, gombal, fonálféreg
 - * **Gyomirtószer rezisztencia**
 - **Abiotikus Stressz**
 - * **Szárazság, hideg, meleg, sós talaj, sovány talaj**
- * **Minőségi tulajdonságok**
 - **Nitrogén asszimiláció, Keményítő bioszintézise, O₂ asszimiláció**
 - **Feldolgozhatóság**
 - **Kereskedelmi élettartam**
 - **Reprodukció: szexuális határok, hímsterilitás, magnélküli termés**
 - **Tápanyagtartalom**
 - * **Makro: Fehérje, szénhidrát, zsírok, rost**
 - * **Mikro: Vitaminok, ásványi anyagok, antioxidánsok**
 - * **Káros anyagok: allergének és toxinok eltávolítása**
 - **Íz, illat**
 - **Rost, minőség, szilárdság, természetes színek**
 - **Felépítés**
 - **Dísznövények: szín, kereskedelmi élettartam, morfológia**
- * **Új növényi termékek**
 - **Olajok**
 - **Fehérjék: gyógytápanyagok, terápiás anyagok, vakcinák**
 - **Polimerek**
- * **Megújuló források, Bioüzemanyagok, alapanyag műanyaggyártáshoz**



Biotikus stressz elleni védekezés javítása

* **Rovarrezisztencia**

- Szója, kukorica:, gyapot - Bt. Toxin gén beépítése

* **Betegségellenállóság**

- **Vírusrezisztencia**

- * Dohány TMV rezisztenciája, Burgonya, stb. - köpenyfehérje

- **Baktérium rezisztencia**

- * Paprika lágyrothadás (Xanthomonas) - paprika rezisztencia gének

- **Gombarezisztencia**

- * Gabonarozsda, lisztharmat - kitináz/glükánáz gének

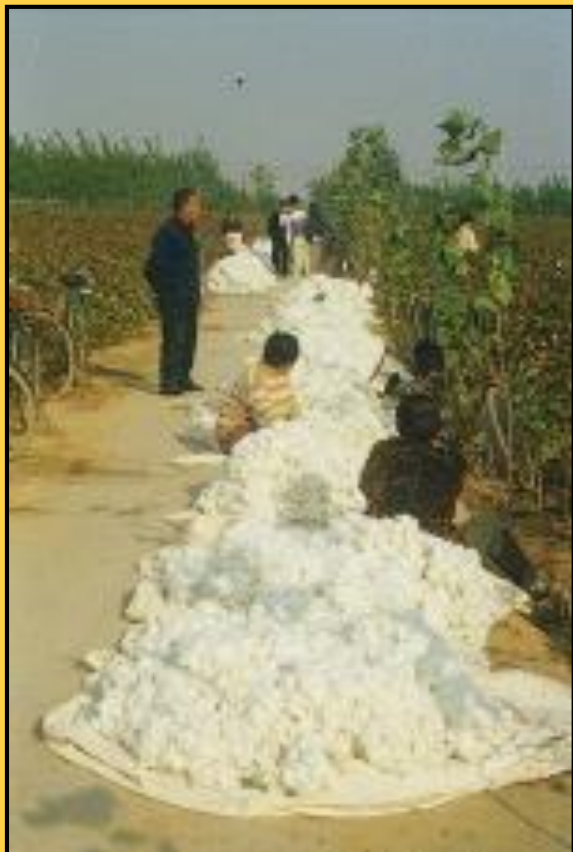
- **Fonálféreg rezisztencia**

- * Rizs, burgonya, sárgarépa - tripszin inhibitor gén

* **Gyomirtószer rezisztencia**

- Kukorica, szója, búza, rizs - Finálé rezisztencia





Bt gyapot Indiában

- Bt gyapot Kínában



- ★ Gyomirtó szer rezisztens repce
Kanadában



- * RoundupReady szója Argentínában és azt USA-ban



Gyomirtószer rezisztencia



Totális gyomirtószerrel (Finálé) kezelt rizs növények.
A: Kontrol, B: Rezisztens állomány

• Abiotikus Stresssz

- **szárazság**

- Gabonafélékben, Burgonyában - cukortartalom fokozó gének

- **hideg**

- gabonafélékben - cukortartalom fokozó gének, sejthártya védelem fokozó gének

- **meleg**

- gabonafélékben - általános stressz védelmi gének

- **sós talaj**



Minőségi tulajdonságok

- * **Nitrogén asszimiláció, Keményítő bioszintézise, O₂ asszimiláció**
 - Sárgarépában, szegfűben, szamócában - fruktóz 2,6 foszfatáz gén
- * **Feldolgozhatóság**
 - Nyárfa cellulóz tartalom fokozása
- * **Kereskedelmi élettartam**
 - Paradicsom, sárgadinnye, alma - pektinbontó enzim gátlás
- * **Tápanyagtartalom**
- * **Reprodukció**
 - Hímsterilitás kialakítása
 - Mag nélküli termés
 - * **Dinnye, narancs**



Minőségi tulajdonságok

- * **Tápanyagtartalom**
 - * **Mikro: Vitaminok, ásványi anyagok, antioxidánsok, stb.**
 - Arany rizs - karotin, vas
 - * **Makro: Fehérje, szénhidrát, zsírok, rost**
 - Búza, rizs - sükérfehérje gének
 - Repce, napraforgó - olajösszetétel megváltoztatása
 - * **Káros anyagok: allergének és toxinok eltávolítása**
 - Antibiotikum rezisztencia
- * **Íz, illat**
 - Gyümölcsök, zöldségfélék
- * **Rost, minőség, szilárdság, természetes színek**
 - Cellulóz tartalom megváltoztatása
- * **Felépítés**
- * **Dísznövények: szín, kereskedelmi élettartam, morfológia**



AZ ARANYRIZS (GOLDEN RICE)

Ingo Potrikus és munkatársai (Svájc) 4 egymást segítő gént épített be a rizsbe, így az béta-karotint termel. Ehhez 77 szabadalmat használtak fel. Minden szabadalom tulajdonosa ingyen rendelkezésre bocsátotta szellemi tulajdonát.



Precursor geranyl geranyl diphosphate Added

- **Phytoene synthase (from Daffodil) → phytoene, the first precursor in the biosynthetic pathway leading to the production of beta-carotene**

- **Phytoene desaturase A és B (bacteria)**

- **Lycopene cyclase (from Daffodil) → β-carotene**

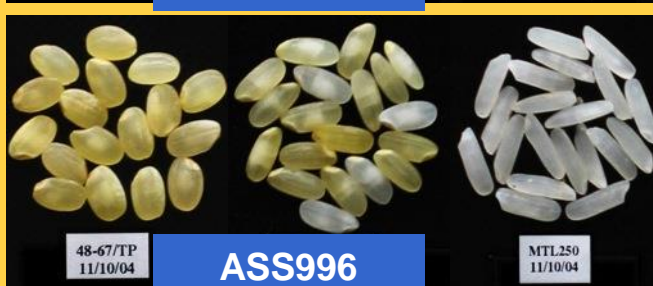
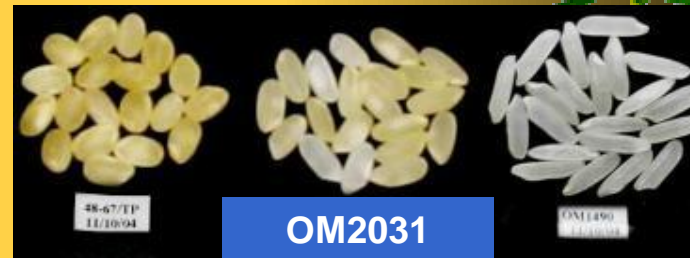
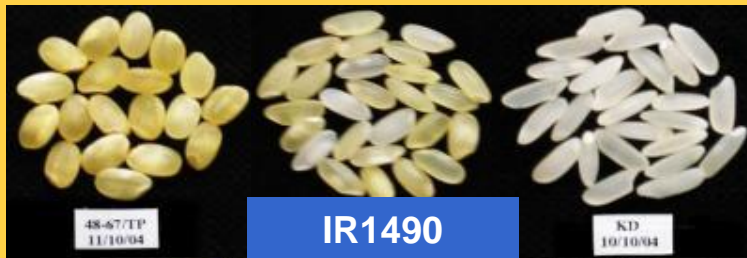
Iron - Ferritin, an iron-rich bean storage protein

- **phytase, an enzyme that breaks down phytate making Fe available**

- **reabsorption of iron, a gene for a cystein-rich metallothionein-like protein also been engineered into rice**

Az "arany rizs" tulajdonságot számos dél-ázsiai rizs fajtába beépítették, közöttük a "magas vastartalmú", az "aromás" és a "minőségi" fajtákba is

Tran Thi Cuc Hoa, Cuu Long Delta Rice Research Institute, Canton, Vietnam.



Megnövelt termésmennyiség

- Megnövelt nitrogén asszimiláció
- Megemelt cukor anyagcsere
- Megnövelt hozzáférhető Oxigén
- Módosított fotoszintézis



Transzgénikus Kontrol



Bioreaktorok

- * **Olajok**

- **Megváltoztatott telítettségű és összetételű zsírsavak**

- * **Fehérjék**

- **Enzimek - Észteráz (nyúl májából) búza endospermiumban**
- **Vakcinák**
 - **Hepatitis B v. banánban**
 - **Cholera toxin B. v. rizsben (saját eredményeink)**

- * **Polimerek**

- **“Műanyaggyártás”**



Banánban megtermelt vakcinák



Hepatitis B vírus ellen transzgénikus banánnal



A GM technológia újabb fejlesztései növényeknél

- * Kloroplasztisz GM növények előállítása
 - A beépített gén a zöld színtest önálló genetikai anyagába (plasztom) kerül
 - A plasztom **a sejtmagi kromozómáktól független** öröklődést mutat
 - A plasztom (és a beépített transzgén is) szigorúan anyai öröklődést mutat – tehát **a virágporral nem jut át más növényekbe**
 - A **sejtenként csaknem 10.000 génkópia** a leghatékonyabb élő bioreaktorot biztosíthatja (lásd gyógyszer hatóanyagtermelés)



A GM technológia újabb, várható fejlesztései növényeknél

- ★ RNS alapú géncsendesítési technológiák elterjedése
 - Ebben az esetben a beépített “transzgén” alapján a növény már **nem termel új fehérjét**, a termelődő RNS molekulák meglévő növényi gének működését módosítják



GENOM EDITING

- ★ Igen jelentős előrehaladás történt a növényi gének, genomok irányított szerkesztésében
- ★ ZFN - Zink-finger nukleázok
- ★ TALE - transcription activator-like effectors
- ★ CRISPR/Cas9 módszer
- ★ Génspecifikus mutációk indukálása oligonukleotidokkal (ODM)



Köszönöm a hallgatóság türelmét!

