

A KUKORICA ROVAR-REZISZTENCIA JAVÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

Marton L. Csaba

MTA ATK Mezőgazdasági Intézete, Martonvásár



**MTA Mezőgazdasági
Kutatóintézete**

2017. október 24.

Dr. Marton L. Csaba

A búza, kukorica és a rizs vetésterülete, termésátlaga és összes termése a Világon (2000)

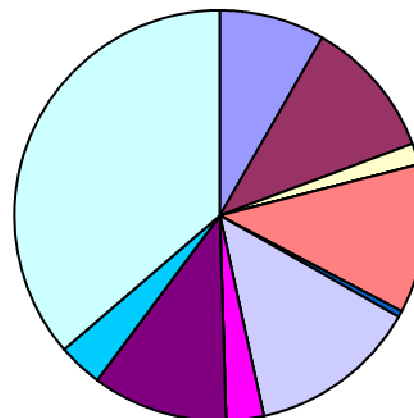
	Terület M ha	Átlag t/ha	Termés M tonna
Búza	215	2,7	590
Kukorica	140	4,4	605
Rizs	153	3,9	602

World production of the main „energy” crop (1000 MT, 2014/2015)

	2013	2014/2015	Changing
Corn	988,57	990,09	+1,52
Wheat	715,13	721,12	+5,98
Rice	476,56	475,48	-1,08
Barley	145,24	139,12	-6,12
Sorghum	59,61	61,58	+1,98
Soybean	285,01	311,2	+26,19
Rapeseed	71,09	70,31	-0,78
Sunflower	42,87	40,19	-2,68
Palm oil	59,60	63,29	+3,69
Σ	2843,68	2872,38	+28,72

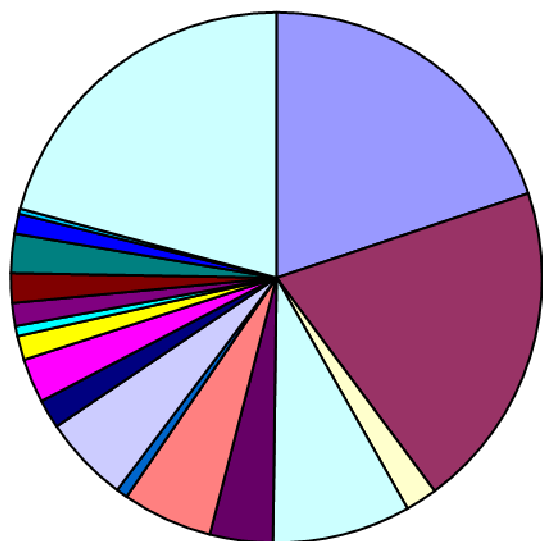
A búza, kukorica és a rizs vetésterülete a Világon (2015)

AREA MILLION HECTARES
WHEAT (219.72)



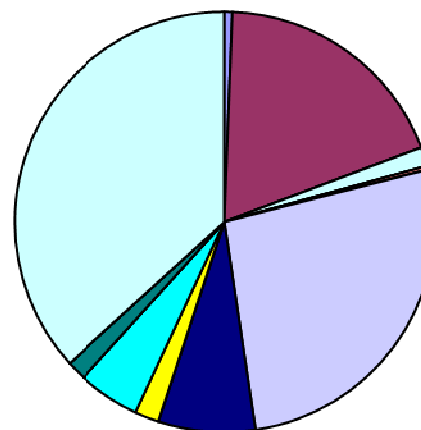
- USA
- CHINA
- S.A.M. ARGENTINA
- S.A.M. BRAZILIA
- MEXICO
- EUROPEAN UNION - 28
- HUNGARY
- INDIA
- INDONÉZIA
- UKRAINE
- PHILIPPINES
- VIETNAM
- RUSSIA
- S.AFRICA
- NIGERIA
- ETHIOPIA
- TURKEY
- OTHERS

AREA MILLION HECTARES
CORN (177.06)



- USA
- CHINA
- S.A.M. ARGENTINA
- S.A.M. BRAZILIA
- MEXICO
- EUROPEAN UNION - 28
- HUNGARY
- INDIA
- INDONÉZIA
- UKRAINE
- PHILIPPINES
- VIETNAM
- RUSSIA
- S.AFRICA
- NIGERIA
- ETHIOPIA
- TURKEY
- OTHERS

AREA MILLION HECTARES
RICE (160.33)

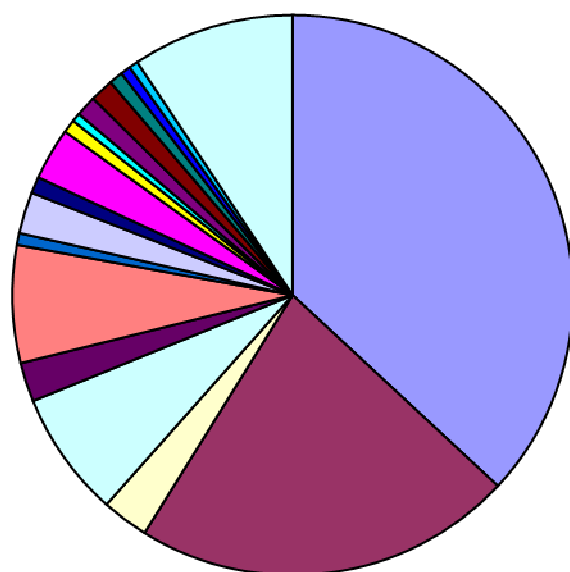


- USA
- CHINA
- S.A.M. ARGENTINA
- S.A.M. BRAZILIA
- MEXICO
- EUROPEAN UNION - 28
- HUNGARY
- INDIA
- INDONÉZIA
- UKRAINE
- PHILIPPINES
- VIETNAM
- RUSSIA
- S.AFRICA
- NIGERIA
- ETHIOPIA
- TURKEY
- OTHERS



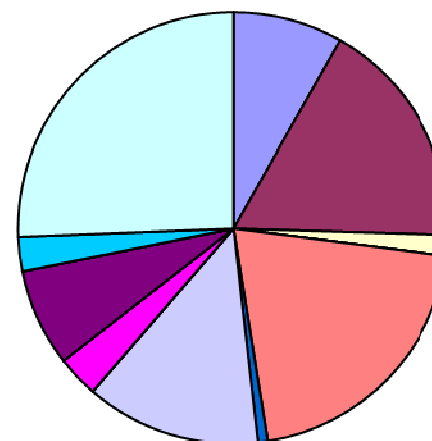
A búza, kukorica és a rizs összes termése a Világon (2015)

TOTAL PRODUCTION MILLION MT
CORN (962.83)



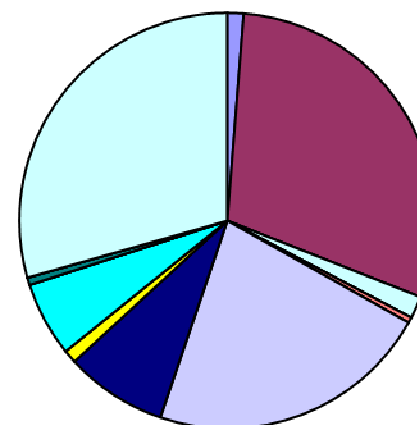
- USA
- CHINA
- S.AM ARGENTINA
- S.AM BRAZILIA
- MEXICO
- EUROPEAN UNION - 28
- HUNGARY
- INDIA
- INDONÉZIA
- UKRAINE
- PHILIPPINES
- VIETNAM
- RUSSIA
- S.AFRICA
- NIGERIA
- ETHIOPIA
- TURKEY
- OTHERS

TOTAL PRODUCTION MILLION MT
WHEAT (706.38)



- USA
- CHINA
- S.AM ARGENTINA
- S.AM BRAZILIA
- MEXICO
- EUROPEAN UNION - 28
- HUNGARY
- INDIA
- INDONÉZIA
- UKRAINE
- PHILIPPINES
- VIETNAM
- RUSSIA
- S.AFRICA
- NIGERIA
- ETHIOPIA
- TURKEY
- OTHERS

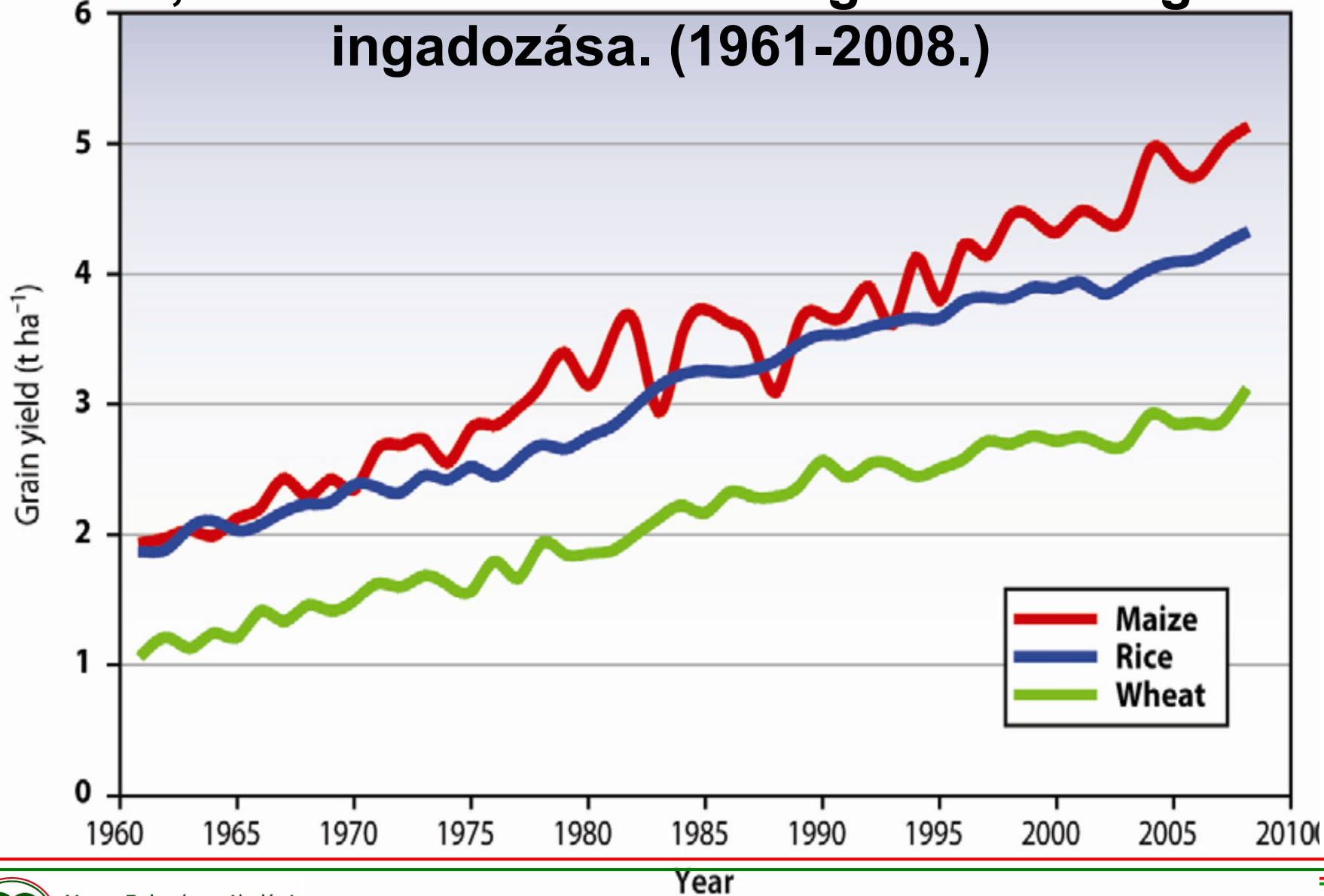
TOTAL PRODUCTION MILLION MT
RICE (473.10)



- USA
- CHINA
- S.AM ARGENTINA
- S.AM BRAZILIA
- MEXICO
- EUROPEAN UNION - 28
- HUNGARY
- INDIA
- INDONÉZIA
- UKRAINE
- PHILIPPINES
- VIETNAM
- RUSSIA
- S.AFRICA



A búza, a rizs és a kukorica világ termésátlag éves ingadozása. (1961-2008.)



Termés potenciál

- **Egy növényfajta termése**
- -adaptált környezetben
- -korlátlan tápanyag ellátással
- -korlátlan vízellátással
- -kártevők és
- -kórokozók nélkül
- */napsugárzás+hőmérséklet+növényállomány/*



Elméleti termés potenciál

- **25 t/ha** (absz. száraz) (Tollenaar 1983)
- Átlagos napi sugárzás
- Fotoszintézis mértéke $0,067 \text{ mol CO}_2/\text{mol photon}$ (vagy fotoszintetkikusan aktív beeső sugárzás 4,4 %-os konverziója biomasszába)
- Teljes fényintenzitás jul.1.-szeptember 30.
- 50% harvest index
- 10% gyökér

Rekord termések (USA)

(abszolút száraz termés)

- Michigan 1970' eleje: **19,7 t/ha**
- Illinois **15 év átlaga** (1970-80') :**14,5 t/ha**,
19,6 t/ha csúccsal 0,41 ha-on
- Quebec 1999: **19,4 t/ha**
- Indiana 2000: **20,9 t/ha**

Enying 2010: 18,4 t/ha



Limitáló tényezők

Víz

Tápanyag

Gyom

Kártevő

Kórokozó

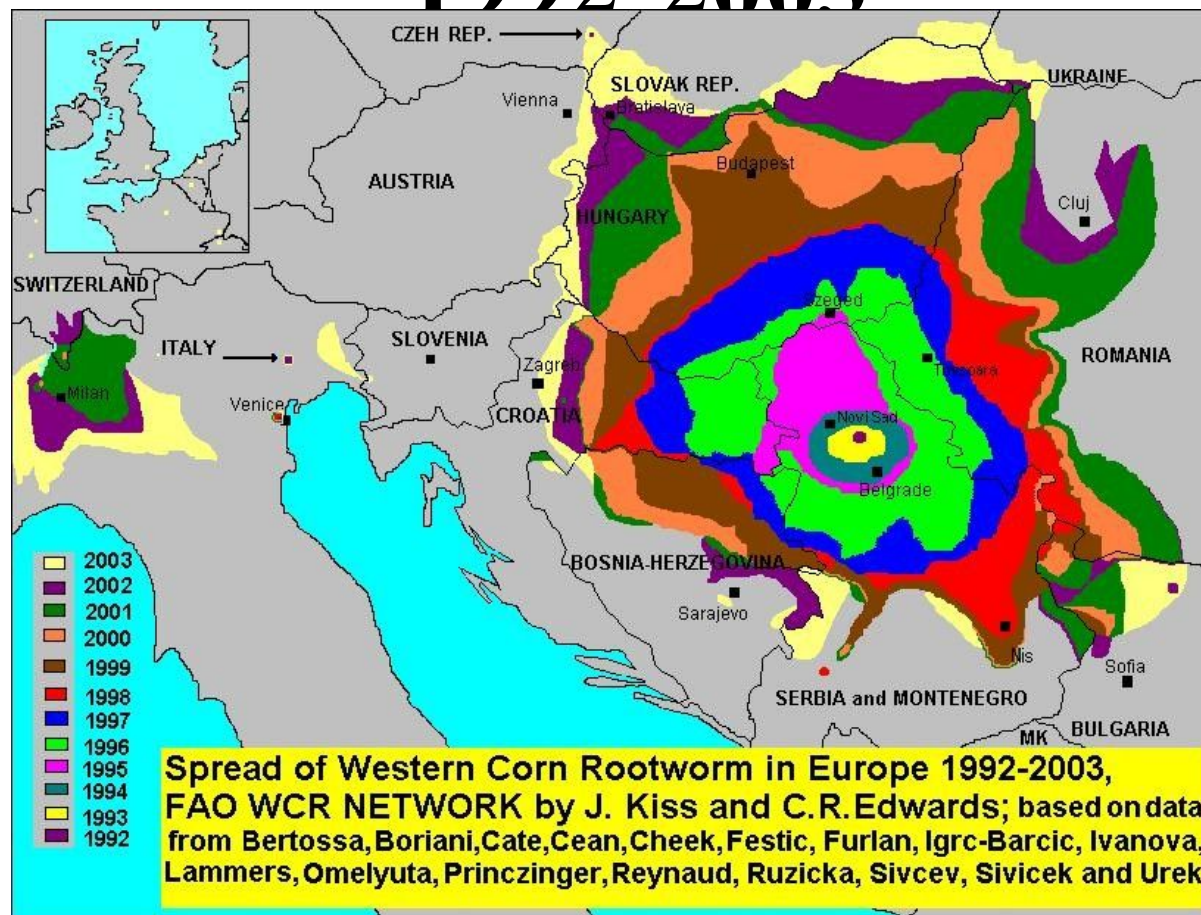
Stressz: bármi, ami korlátozza a forrás
elérését vagy hasznosulását



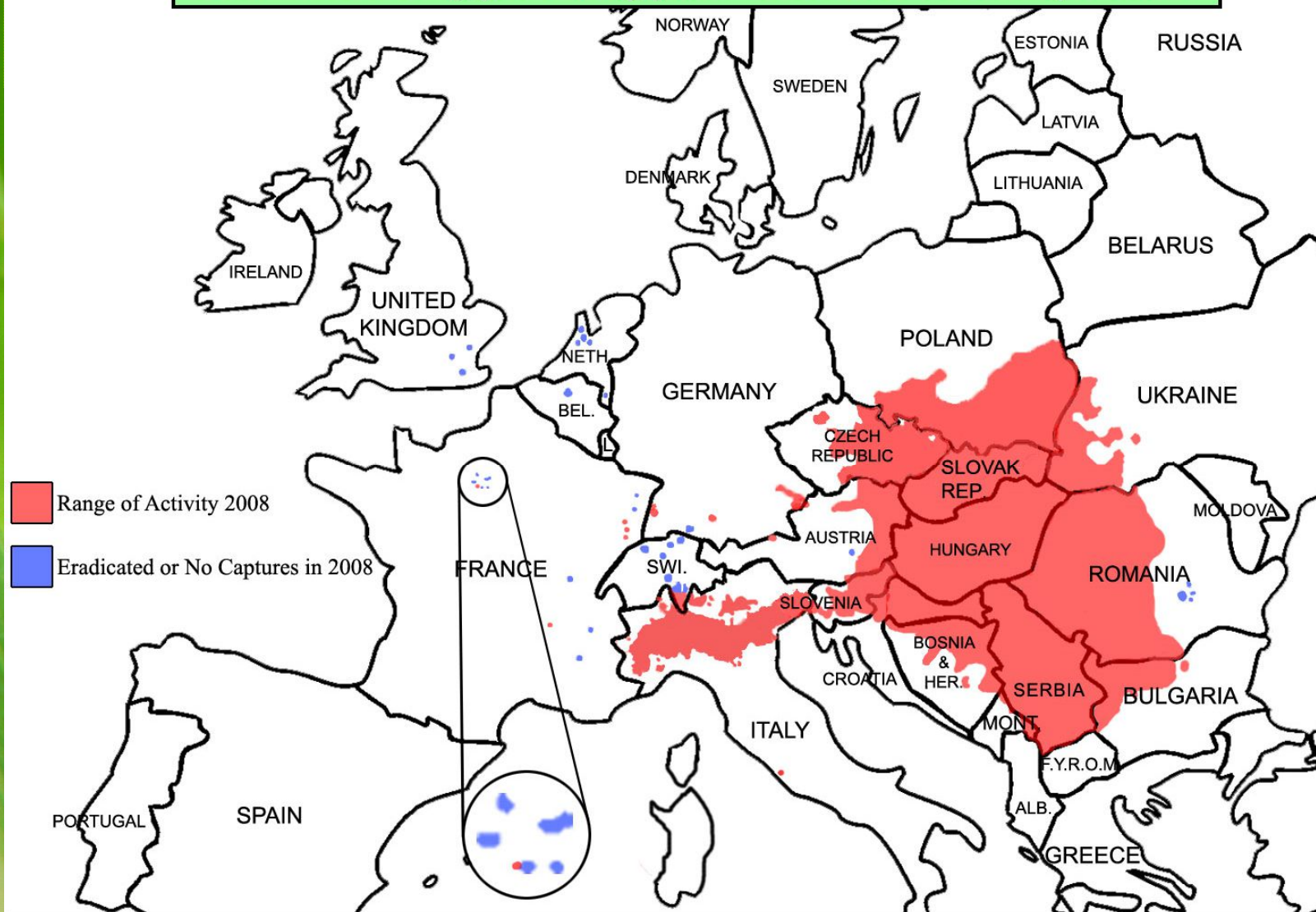
Termés-csökkenés kukoricában (Oerke 2005)

- a gyomnövények 40,3%, **13%-ról 10,5%**
 - az állati kártevők 15,9%, **12,4%- 9,6%**
 - a növénypatogén gombák 9,4%,
 - a vírusok 2,9%,
 - növénybetegségeké (kórokozók és vírusok együtt) **9,4%-ról 11,2%**
-
- **Elméleti – gyakorlati érték**

A KUKORICABOGÁR TERJEDÉSE EURÓPÁBAN 1992-2003

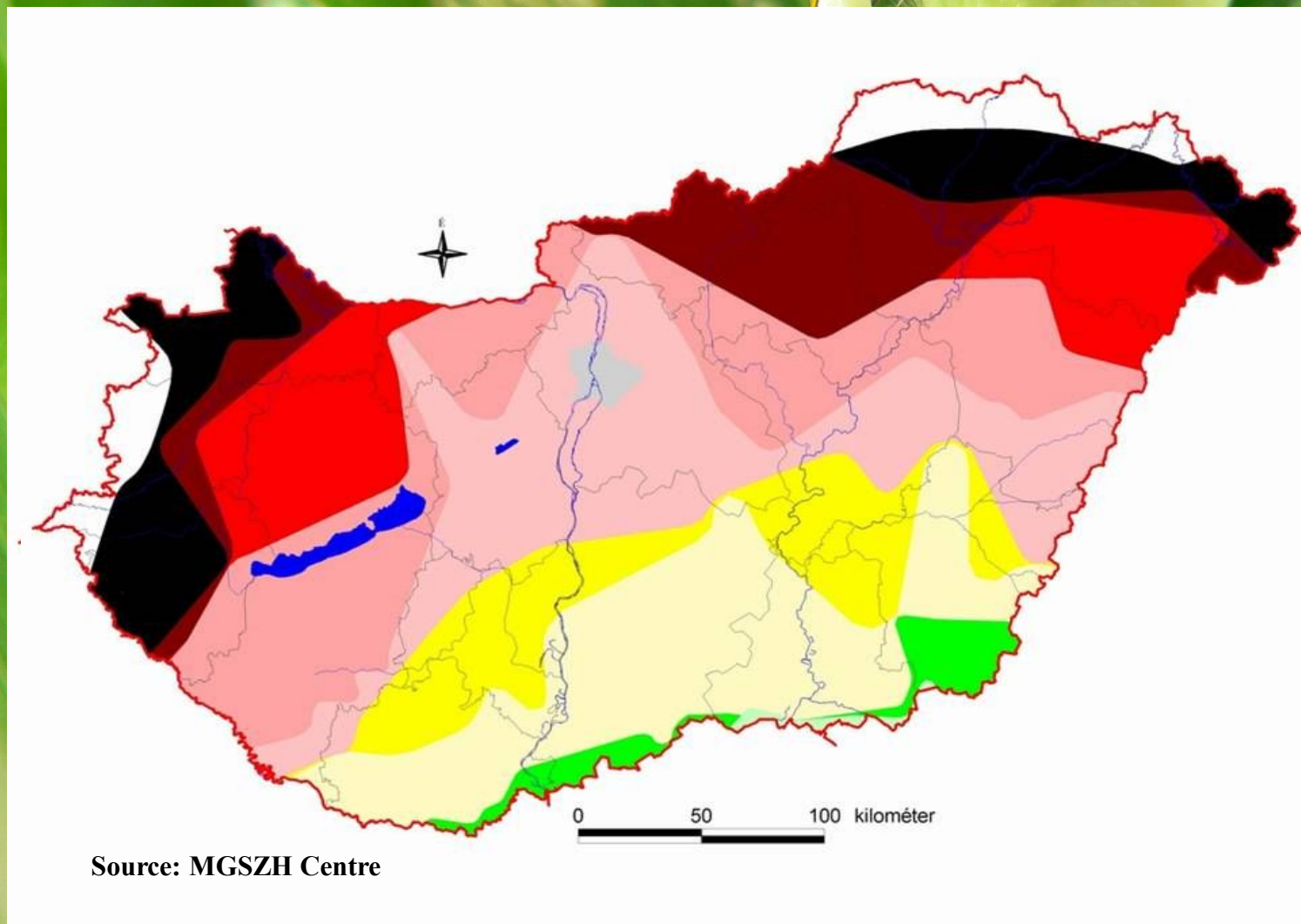


Diabrotica virgifera virgifera LeConte in Europe 2008



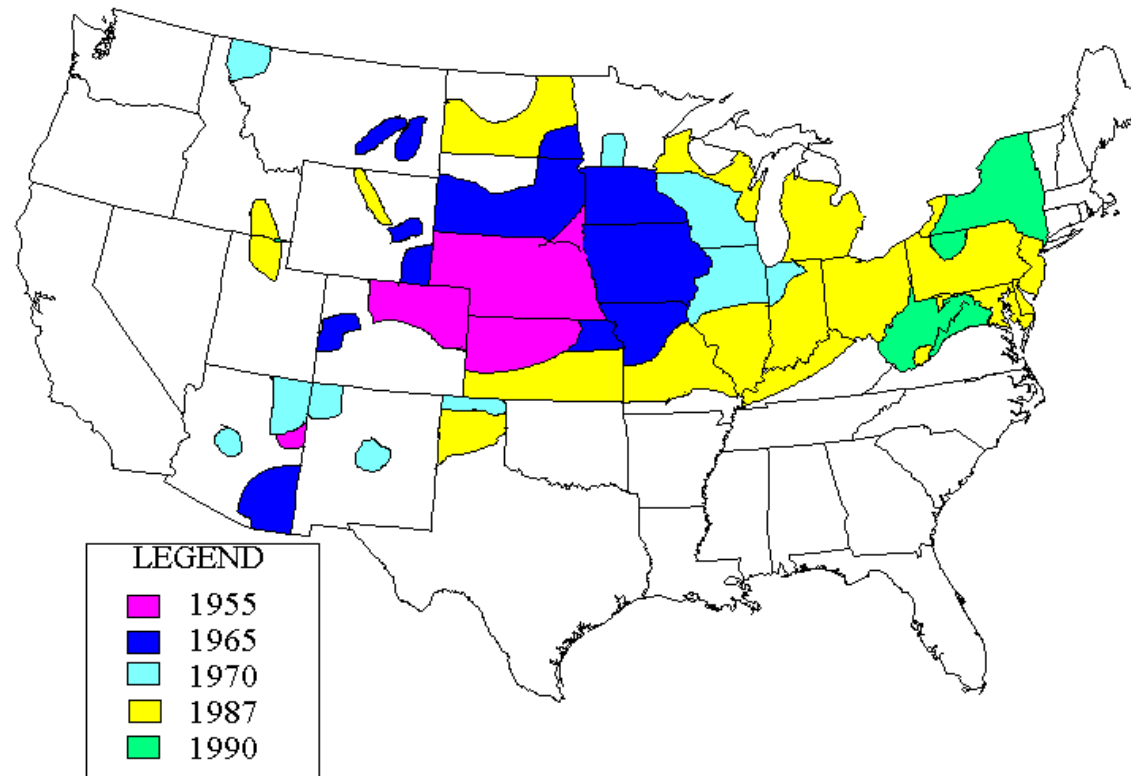
IWGO by C.R. Edwards and J. Kiss, based on data from Baufeld, Bažok, Bertossa, Boriani, Cean, Cobos, Cota, Eyre, Furlan, Grabenweger, Ivanova, Karic, Kubik, Konefal, Konstantinova, Markotić, Melnik, Palmieri, Potting, Ripka, Schaub, Sivcev, Streito, Urek, Vahala, Van Eester, and Záruba

Kukoricabogár terjedése (*Diabrotica virgifera virgifera*) Magyarországon (1995-2003)



2003
2002
2001
2000
1999
1998
1997
1996
1995

Kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*) az USA-ban



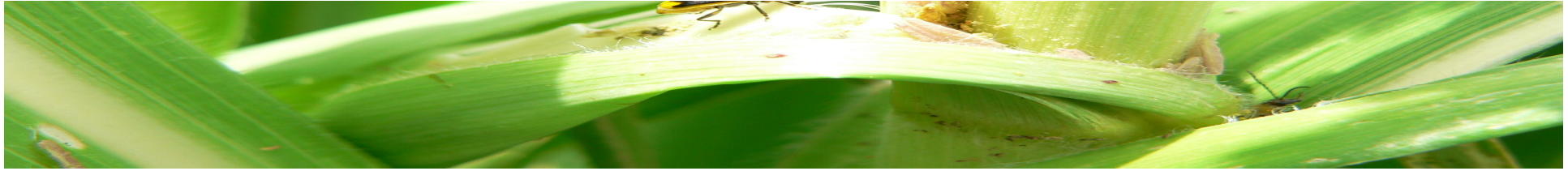
Source: Modified from Chiang 1973, Krysan & Smith 1987

***Diabrotica v. virgifera* lárva (WCR) gyökér kárkép**



Diabrotica v. virgifera imago (WCR) kártétele kukoricán





- **USA gazdák éves vesztesége kb. 1 milliárd dollar**
- **> 36 millió ha a kukorica vetésterülete az USA-ban**
- **Évente átlag ~ 7millió ha terület kezelt talajfertőtlenítővel (2003-ig)**
- **Kukoricabogár rezisztens GMO kukorica bevezetése 2003-ban**
- **~12M ha kezelt terület (GMO, talajfertőtlenítés, és rovarölőszeres csávázás)**

Diabrotica Statisztika, H

- 1,2 millió ha kukorica vetésterület
 - ~ 9 millió tonna termés, értéke 1 milliárd \$
- 0,24 millió ha kezelt terület
 - Talaj fertőtlenítés
 - Vetőmag csávázás
 - Légi permetezés
 - Egyéb
- **Károsítás mértéke**
- **Termés veszteség: 5-10%?? Nincs pontos adat**
- **Növényvédelem költsége > 20 millió \$**

Hektáronkénti veszteség

USA: $200 + 800 \text{ M \$} = 1.000 \text{ M \$} / 36 \text{ M ha} = 30 \text{ \$/ha}$

Mo.: $20 + 80 \text{ M \$} = 100 \text{ M \$} / 1,1 \text{ M ha} = 100 \text{ \$/ha}$

Az integrált védekezés lehetőségei

Vetésváltás (vetésforgó rezisztens biotípus)

Vegyszeres védekezés

- vetőmag csávázás
- talajfertőtlenítés
- talajműveléssel egybekötött rovarölőszeres kezelés
- tojásrakó imágók számának gyérítése

Vetőmag (rezisztencia nemesítés)

Vetésváltás

Előnye:

- olcsó
- egyszerűen tervezhető
- hatékony (jelenleg)

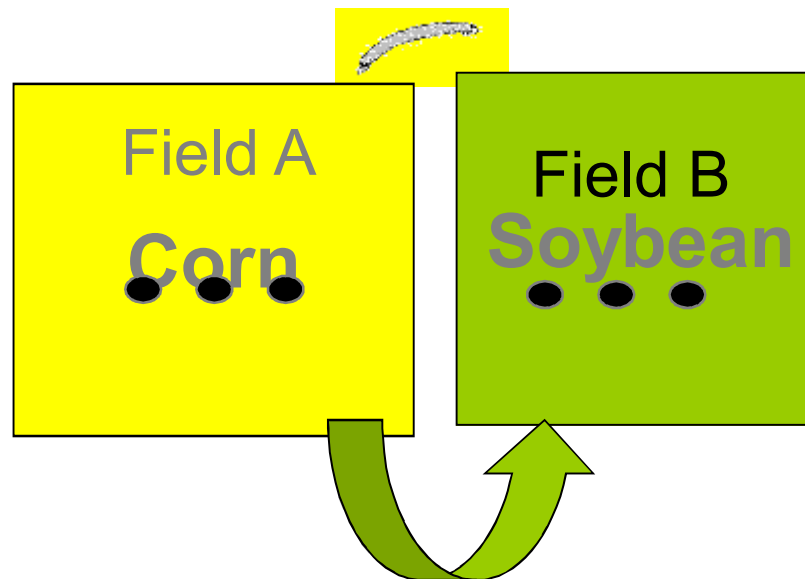
Hátránya:

- szója és lucerna biotípusok
- gyengébb jövedelmezőségű kultúra

Vetésforgó Rezisztencia

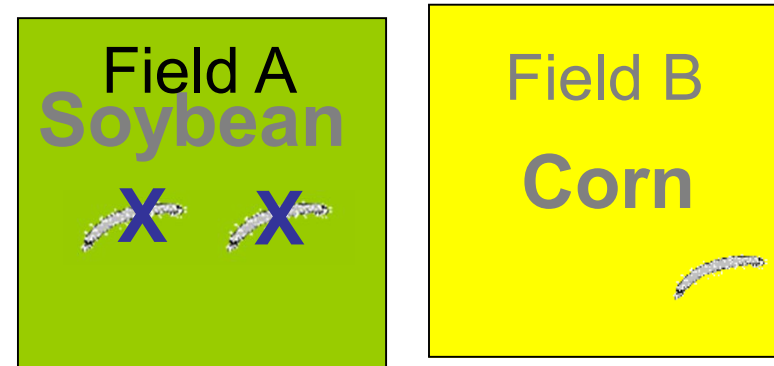
1.Év

Imágó elhagyja a kukoricát,
Tojást rak a szójában



2.Év

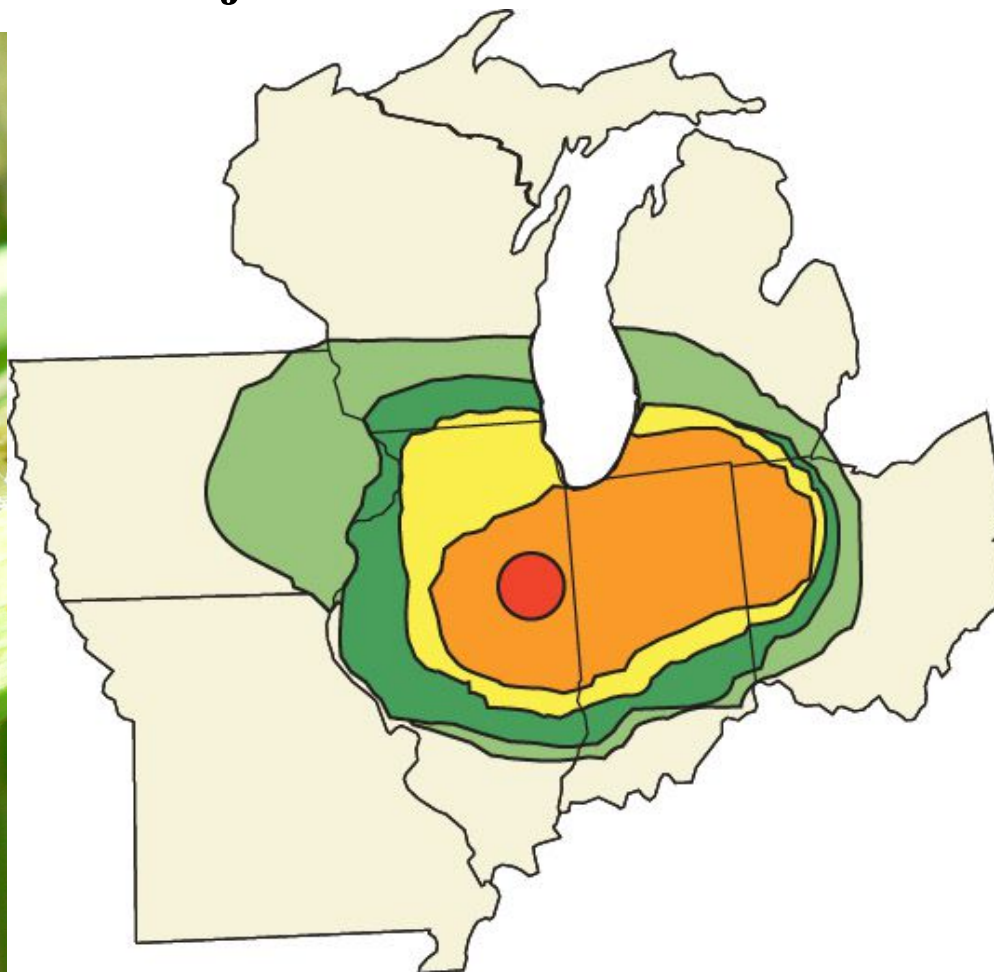
Tojás kikel, a lárva
károsítja az 1. éves kukoricát



Western Corn Rootworm - 2006

Szója változat terjedése évenként

- = 1991
- = 1998
- = 2004
- = 2005
- = 2006



Inszezticid I.

☐ Lárva ellen:

- ☐ csávázás (tiametoxam, imidakloprid, etc.)
- ☐ talaj fertőtlenítés (karbofuran, teflutrin, etc.)

☐ Imágó ellen:

- ☐ légi (lambda cihalotrin, klorpirifos, etc.)
 - ☐ földi (tiakloprid, zeta-cipermetrin, etc.)
- } permetezés

Inszezticid II.

Előny:

- Hatásos védelem erős fertőzöttség esetén is

Hátrány :

- drága (a kezelés költsége kb 1 tonna termés)
- speciális gépigény
- időjárás és talaj állapot függő kezelés

- a rovar populációban rezisztencia alakulhat ki

D. virgifera Control – Iowa (2006)

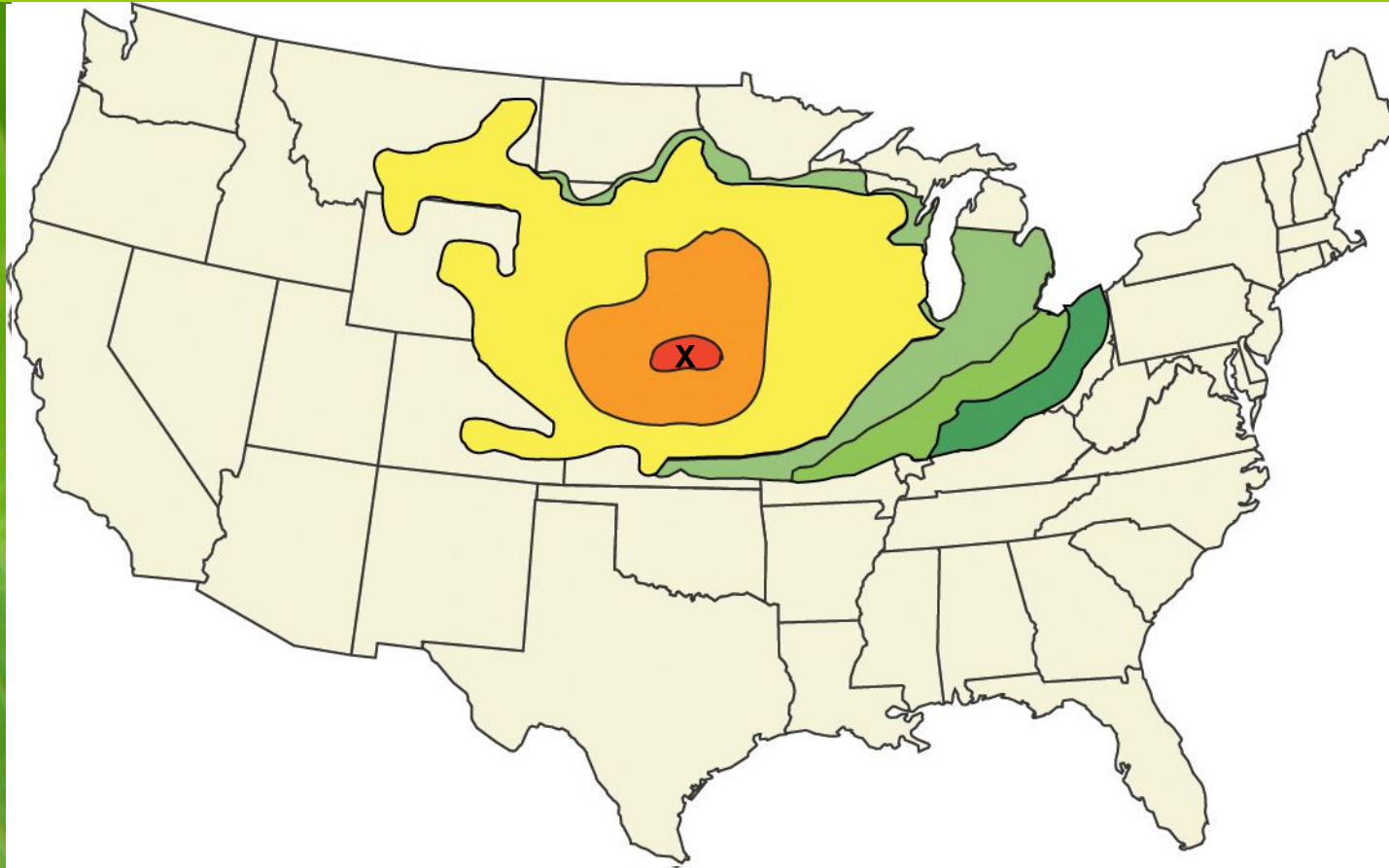
4,900,000 h. maize in Iowa

- 4,000,000 h.
 - rotated with soybean
 - *D. virgifera* not a problem
- 900,000 h. maize
 - monoculture (maize after maize)
 - insecticide used on 80 % (720,000 h.)

J.J. Tollefson (2007)

Cyclodiene Rezisztencia terjedése - 1978

Western Corn Rootworm



X = First identified in 1959

Source: USDA, 1978



Gazdanövény Rezisztencia Mechanizmusai

- ❑ **Antibiozis:** kedvezőtlen hatások a rovar biológiájára
- ❑ **Non-preference (Antixenozis):** búvóhely, tojásrakás, táplálkozás
- ❑ **Tolerancia:** eltűri a károsítást, regenerálódó képesség

Tolerancia

**“növekedés, reprodukálás,
sérülés gyógyításának a
képesége bizonyos
szintig,
a fogékony növényhez
hasonló rovar populáció
méret megtartásával”
CSAK növényi válasz**

Toleráns kukorica

- ❑ Hagyományos nemesítés
- ❑ toleráns kukorica:
 - ❑ megdőlés ellenálló
 - ❑ csökkent termés veszteség
- ❑ NEM GMO

Rezisztencia értékelési technikák

- gyökérdőlés
- gyökér kártétel bonitálás
- gyökérellenállás
- gyökér méret
- regenerálódás
- **termés**

Bonitálás 2-szer: Junius vége, Szept. közepe

Gyökér dőlés értékelése



- **előnyei:**

- fontos a termelőnek

- fiziológiai veszteség –csökkent fotoszintézis

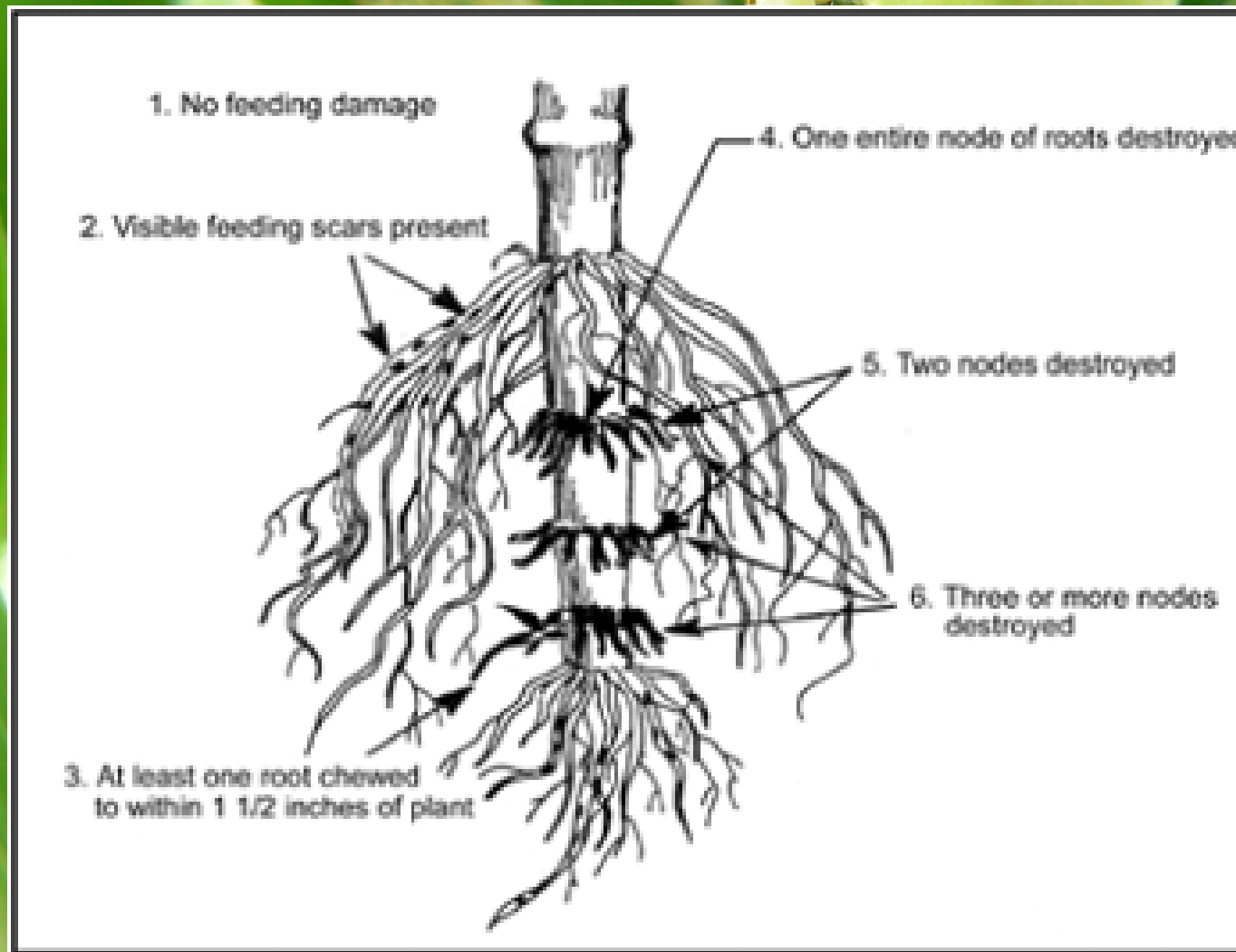
- betakarítási veszteség

- szignifikáns korreláció a termésveszteséggel

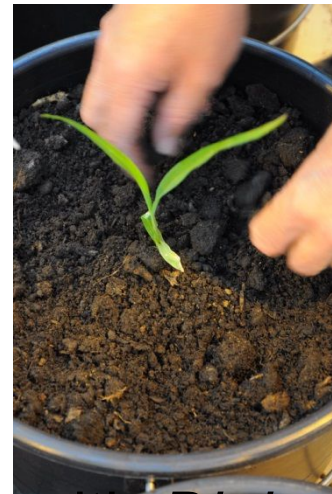
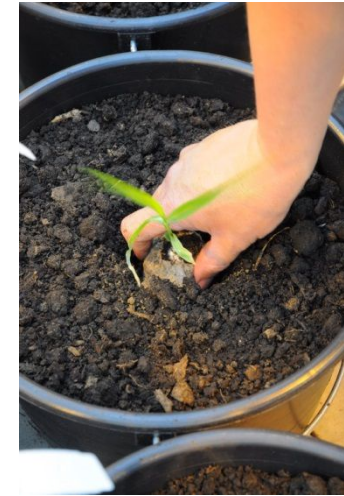
- **hátránya:**

- függ a környezeti hatásoktól

„Iowa skála” a gyökérvártétel bonitálásához



Testing CRW resistance II.

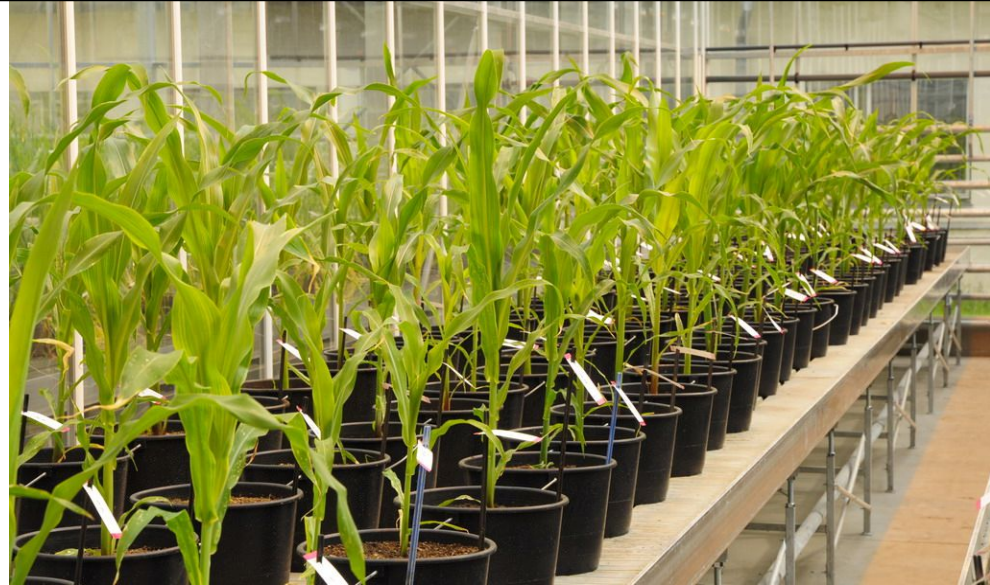


Provoking root infestation with *Diabrotica* eggs

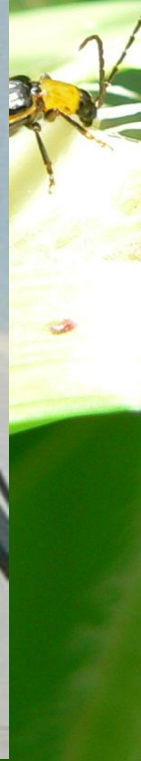
2017. október 24.

Dr. Marton L. Csaba

Growing GM plants in greenhouse II.



Gyökér ellenállás mérés Martonvásár (2008)





Gyökér ellenállás

- **Jelentős genotípusos különbségek**
- **variábilis tulajdonság; gyors, hatékony technika nagy mennyiségű nemesítési anyag tesztelésére (Rogers, et al., 1977)**

Gyökér méret és regenerálódás

- A rezisztencia természete = tolerancia
- jelentős genotípusos különbség
- a gyökérellenállás és dőlés magyarázata
- nemesítéssel javítható



Antibiosis

- “those adverse effects on the insect life history which result when the insect uses a resistant host-plant variety or species for food”
- ultimately – fewer insects



Rezisztens növény

☐ Természetes:

- ☐ jelenleg nem ismert WCR rezisztens kukorica
- ☐ Vannak toleránsabb fajták, morfológiai okok miatt: növényi tulajdonságok (erősebb szár, nagyobb gyökértömeg)



Rezisztens transzgénikus növény

- ❑ kukorica transzformálása Cry3 génnel
- ❑ Cry3BB toxin termelés
- ❑ Lárva elpusztul emésztési problémák miatt
- ❑ rezisztens hibrid ellenáll a lárva kártételnek

GMO kukorica

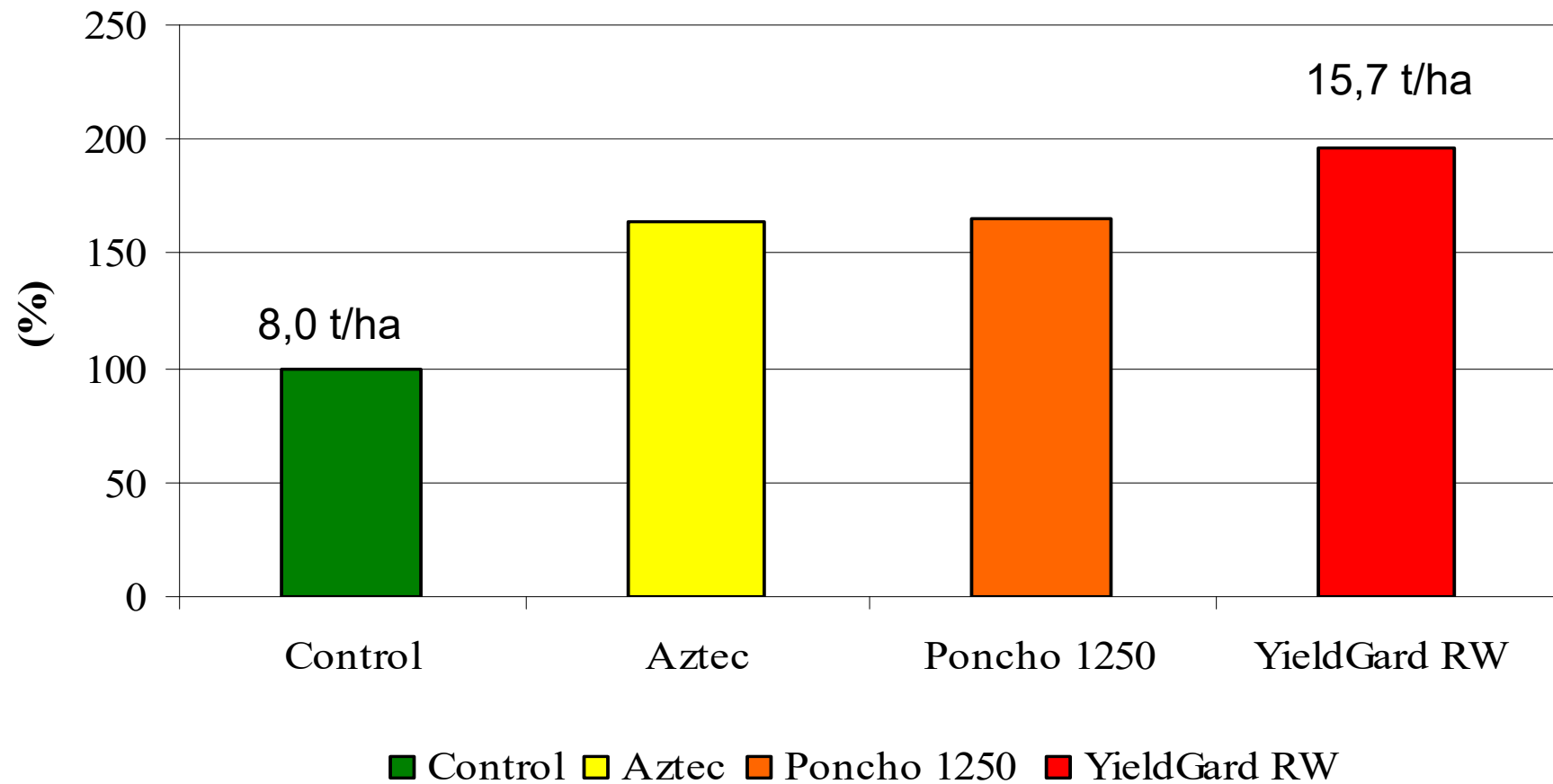


GMO kukorica

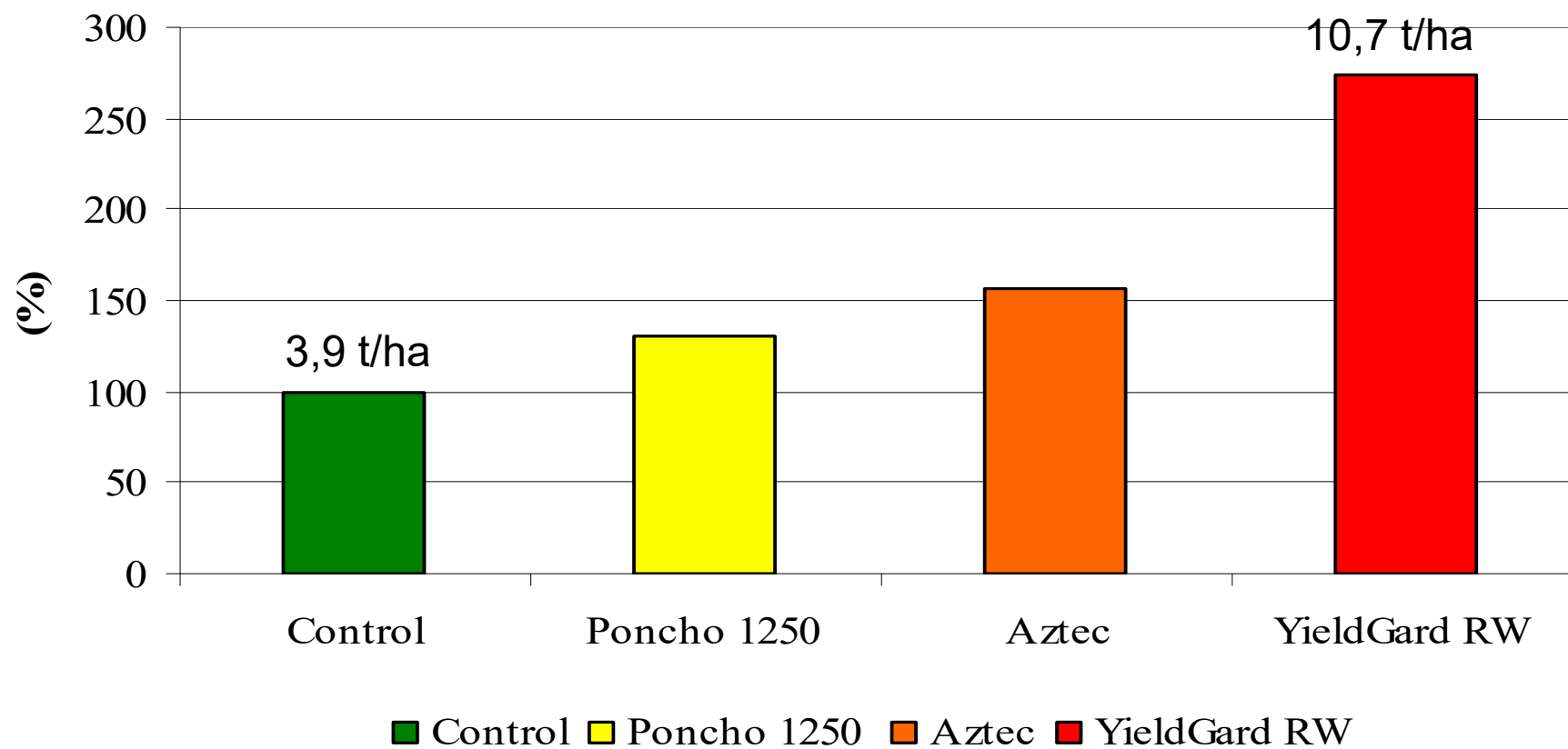
Transzgénikus Hibrid



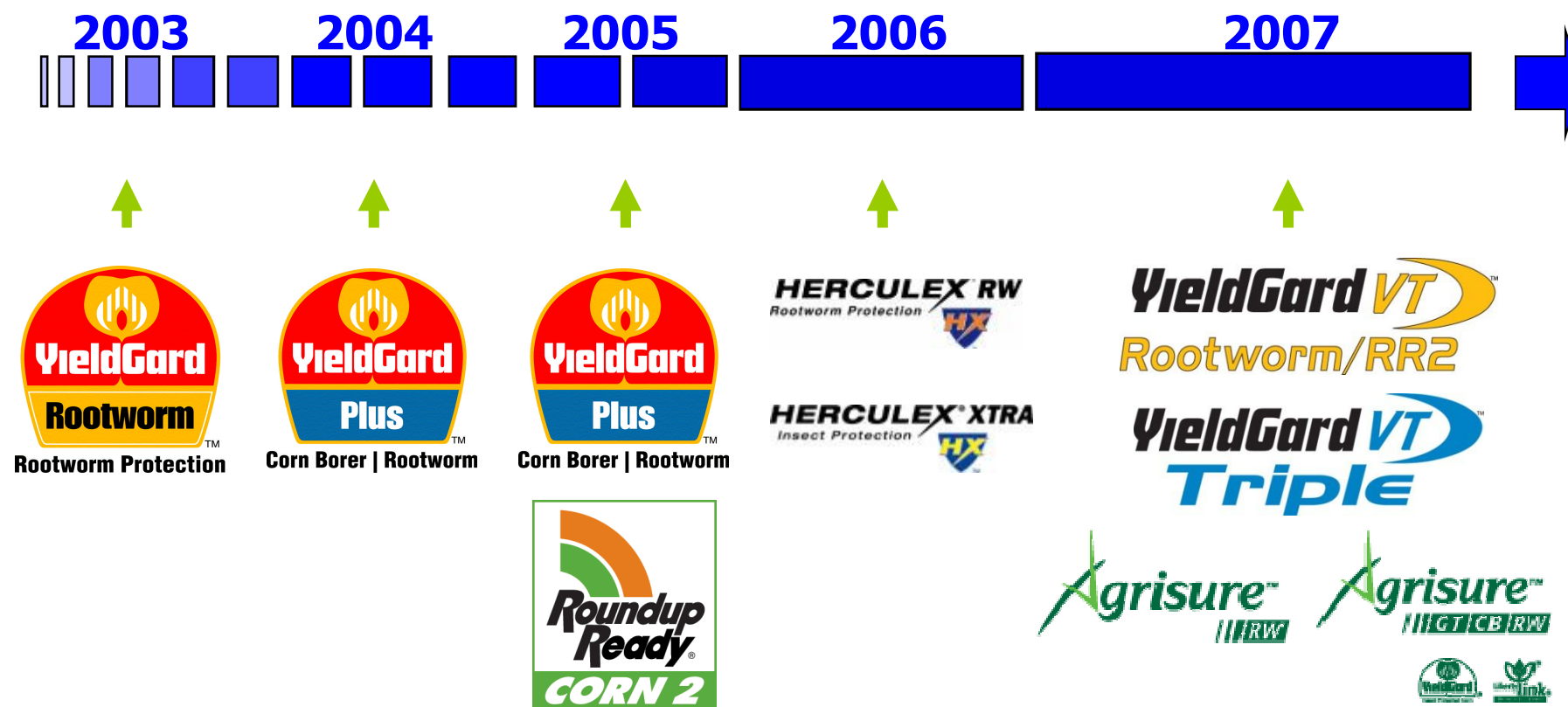
Termés csapadékos helyen (a kontrol %-ban) 2005



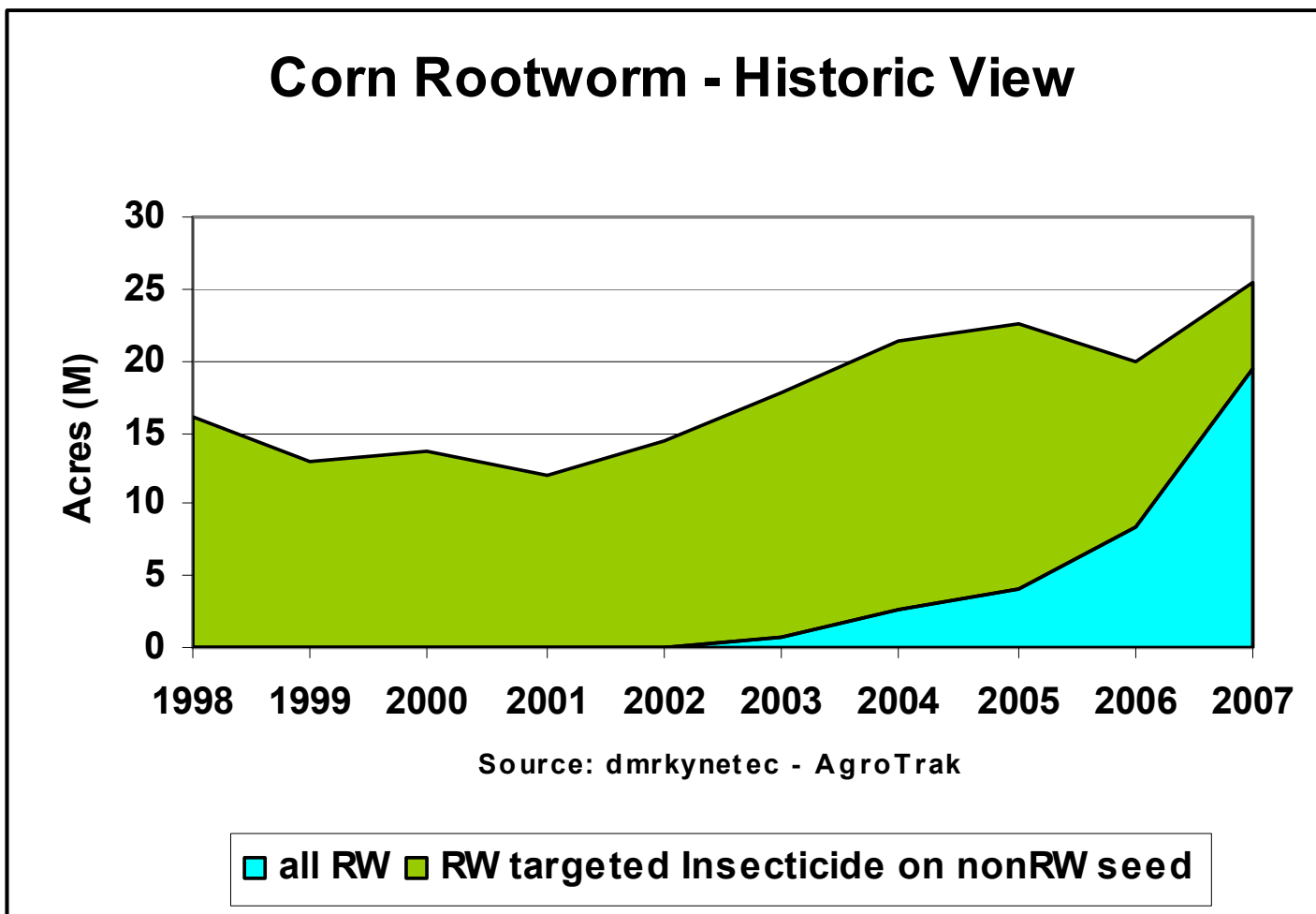
Termés száraz helyen (a kontrol %-ban) 2005



Kukoricabogár rezisztens kukorica használata az USA-ban



A kukoricabogár rezisztens kukorica csökkenti a talajfertőtlenítés területét



Insect Resistance Management (IRM)

Cél: A toxinnal szembeni rezisztencia kialakulásának késletetése

■ **Sikeres IRM terv:**

- Biztosítja az egyszerű kivitelezést a szántóföldön.
- Igényli a termelő képzését.
- Hatékony monitoring programot igényel.

■ Sikeres IRM terv biztosítja a tulajdonság tartósságát, értékének fenntartását.

IRM Terv

A termelőknek „refuge” területet kell vetniük .

- „Refuge” terület szabályozása:
 - „Refuge” mérete: Minimum 20%
 - „Refuge” elhelyezése: A transzgenikus kukorica mellett, vagy azon belül.
 - „Refuge” terület védhető inszekticiddel lárva kártétel csökkentése céljából
 - „Refuge” fajta: Hagyományos; Moly rezisztens, & Roundup Ready.
 - „Refuge” alakja: Blokkokban; sávosan;
 - „Refuge in the bag”

A WCR rezisztens kukorica előnyei-hátrányai



■ Előnyök

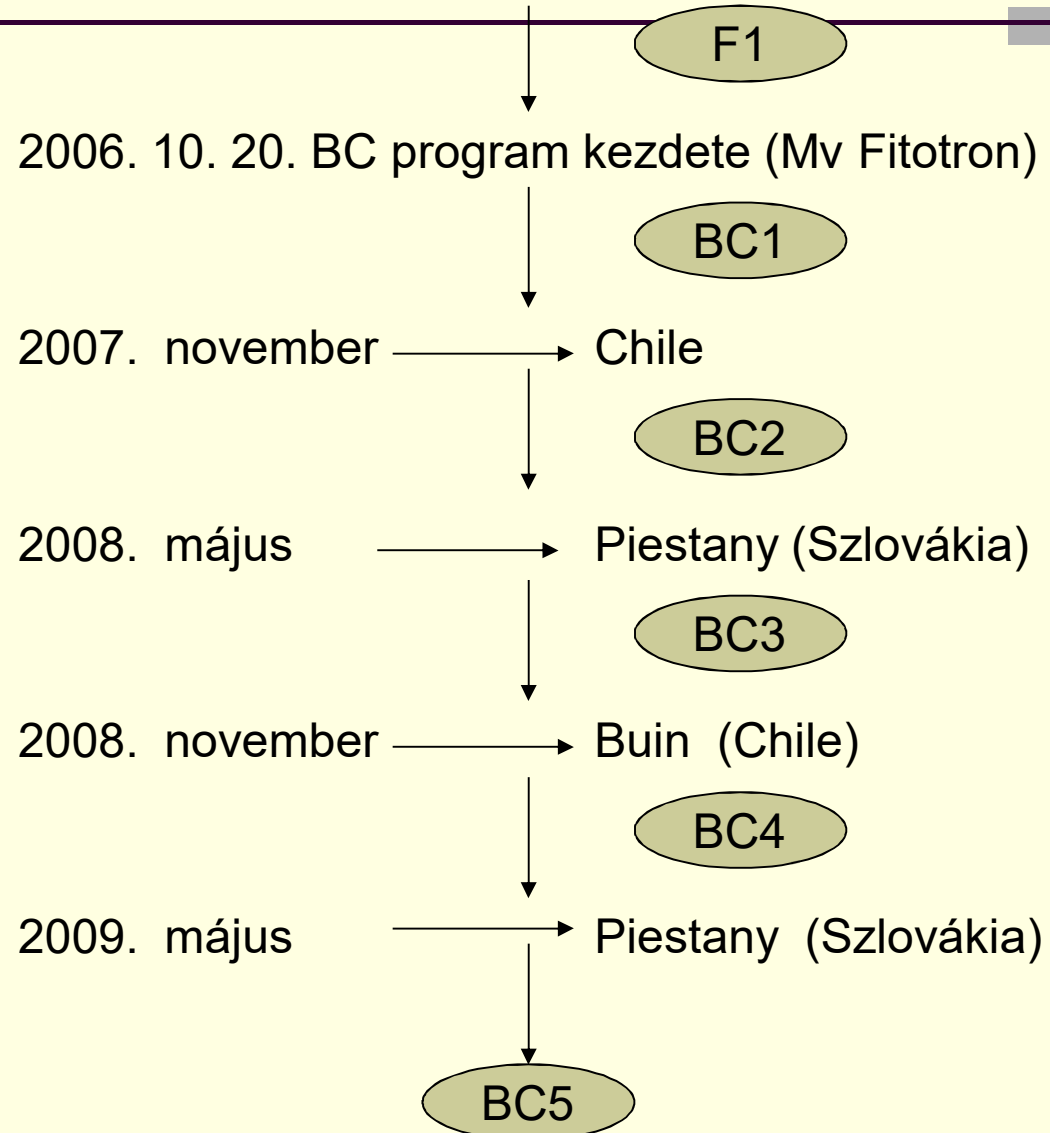
- Biztonságos védekezés
- Kisebb környezet terhelés (víz, energia..)
- Szűk spektrum
- Hosszú hatástartam
- Erősebb szár, gyökér
- Jelentős terméstöbblet

■ Hátrányok

- Rezisztencia szint növekedés, „IRM”
- „Refuge” vetés

Martonvásári törzsek átalakítása 2006-

16 Mv*GMO F1 előállítás





Fitotron, Martonvásár

Kukorica *in vivo* transzformáció





Kukorica *in vivo* transzformáció





Kukorica *in vivo* transzformáció



Chilei téli generáció 2008-2009 (GMO program)





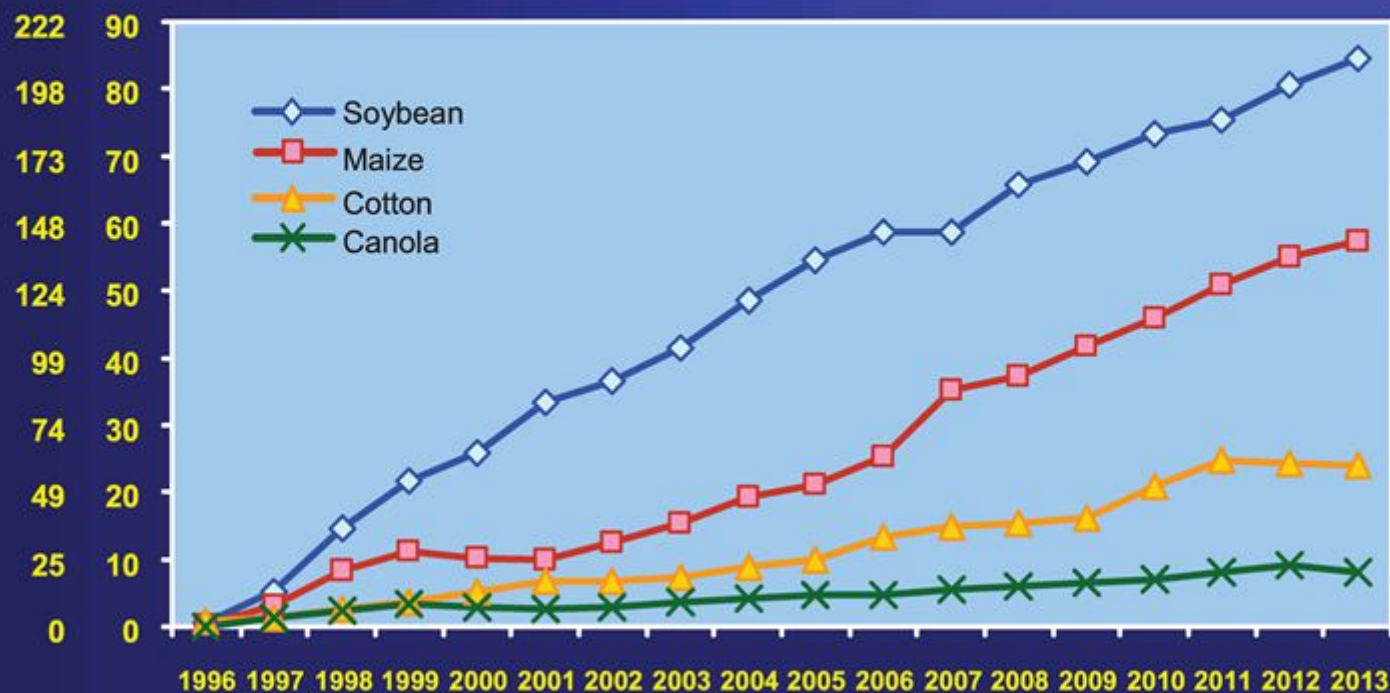
Következtetések

- **A hagyományos nemesítésnek vannak lehetőségei**
- **A rezisztencia a tolerancián alapszik**
- **A gyökérelenállás hatékony eszköz**
- **A transzgénikus kukorica hatékonyabb védelmet ad**

Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2013: By Crop (Million Hectares, Million Acres)



M Acres

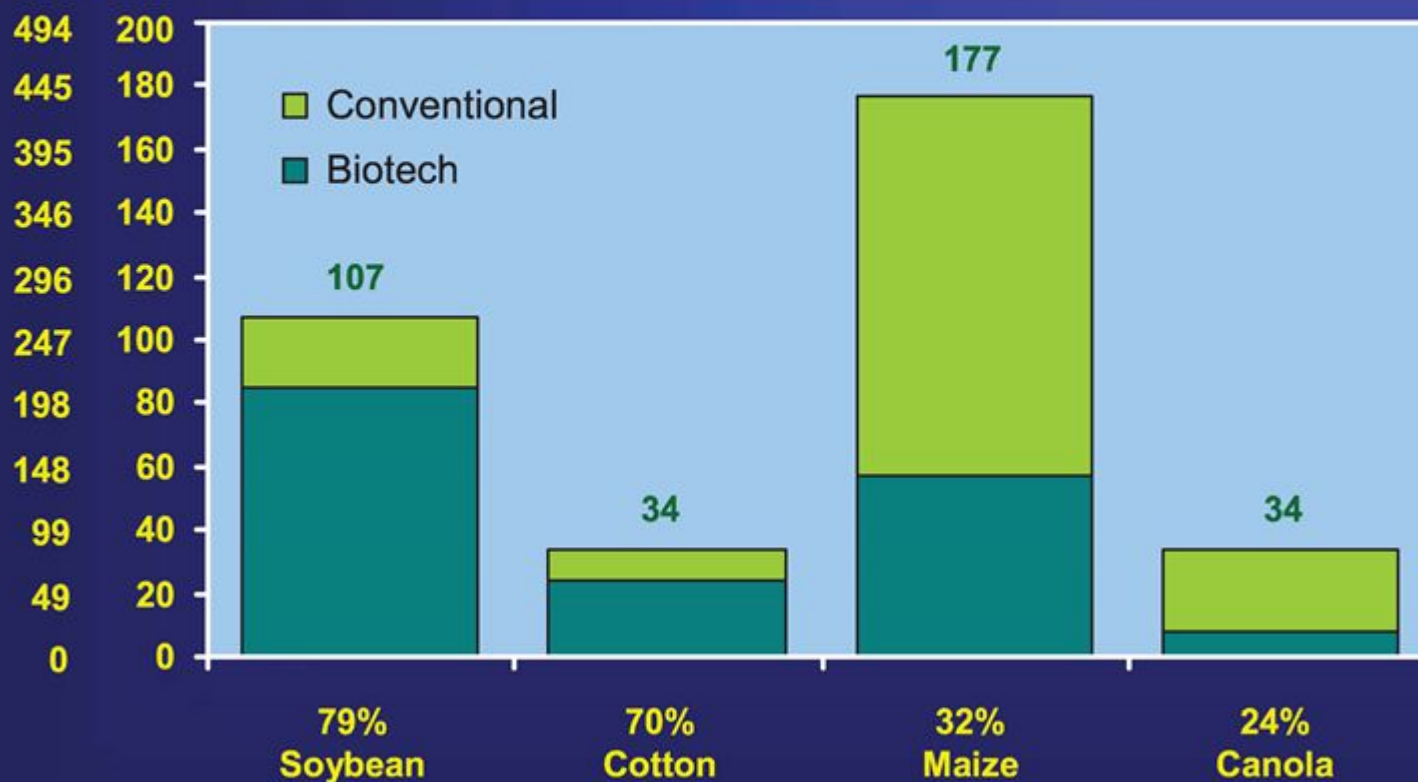


Source: Clive James, 2013

Global Adoption Rates (%) for Principal Biotech Crops (Million Hectares, Million Acres), 2013



M Acres



Source: Clive James, 2013



MTA Mezőgazdasági
Kutatóintézete

179.7 MILLION HECTARES BIOTECH CROPS

FASTEST ADOPTED CROP TECHNOLOGY IN RECENT TIMES

2 BILLION HECTARES OF BIOTECH CROPS PLANTED IN ~28 COUNTRIES SINCE 1996



COUNTRIES GROWING BIOTECH CROPS

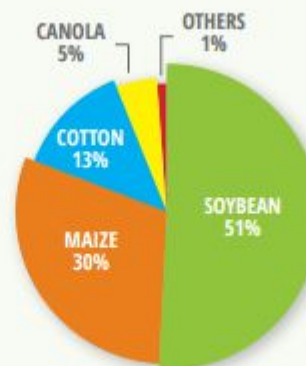
20 DEVELOPING 8 INDUSTRIAL

TOP 5 COUNTRIES GROWING BIOTECH CROPS: (AREA IN MILLION HECTARES)



FIRST COMMERCIAL PLANTING OF STACKED BIOTECH MAIZE IN VIETNAM

MAJOR BIOTECH CROPS



HERBICIDE TOLERANCE is the dominant trait deployed in SOYBEAN, MAIZE, CANOLA, COTTON, SUGAR BEET & ALFALFA

CONTRIBUTION OF BIOTECH CROPS TO FOOD SECURITY, SUSTAINABILITY & CLIMATE CHANGE



INCREASES CROP PRODUCTIVITY
MORE AFFORDABLE FOOD

REDUCES AGRICULTURE'S ECO-FOOTPRINT
LOWERS PESTICIDE USE
DECREASES CO2 EMISSIONS

CONTRIBUTES TO ALLEVIATION OF POVERTY AND HUNGER
BETTER LIVELIHOODS FROM HIGHER YIELD

phics-....pdf

B51-Infographics-....pdf

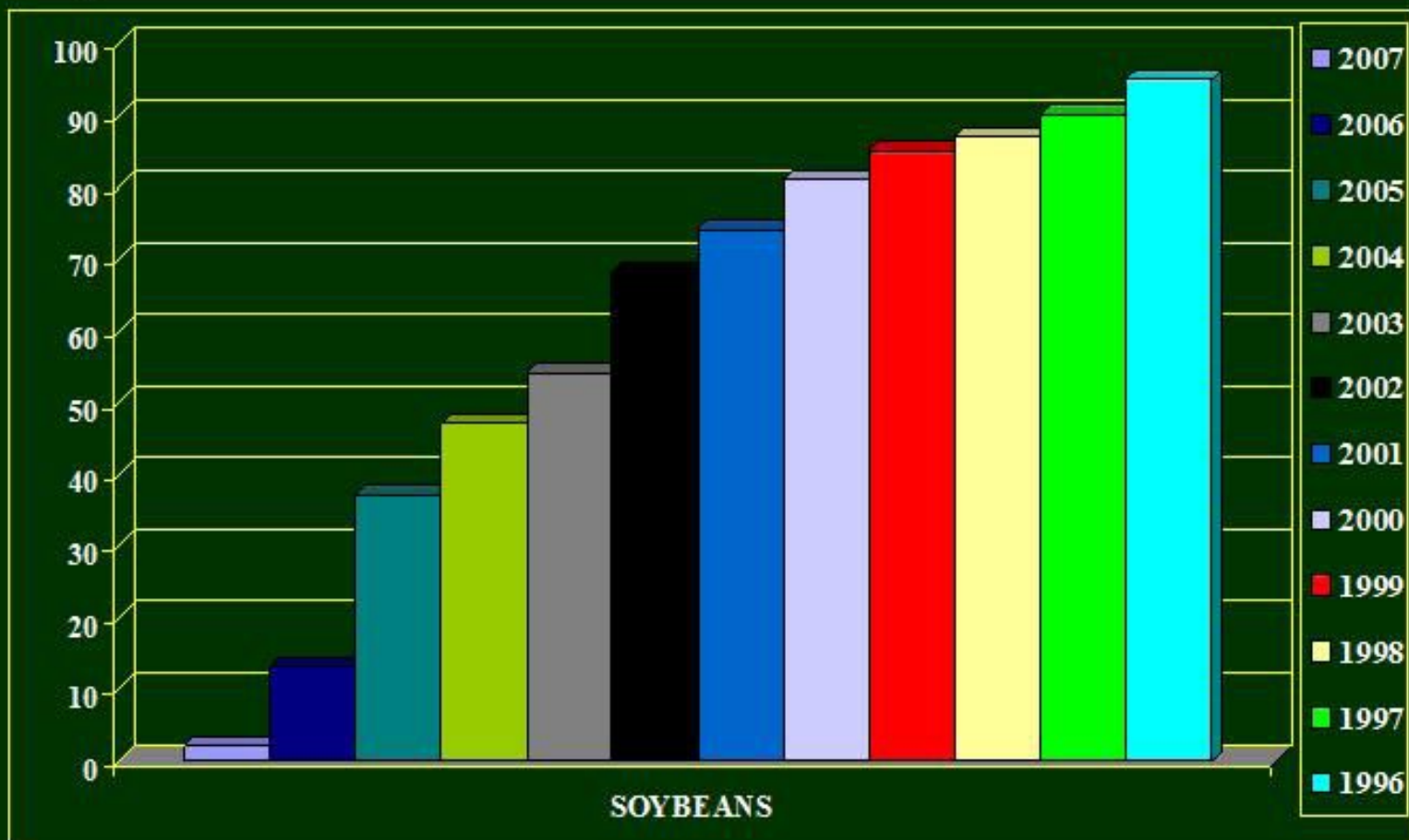
Infographics_ Glo....html

Screenshot Added
A screenshot was added to your

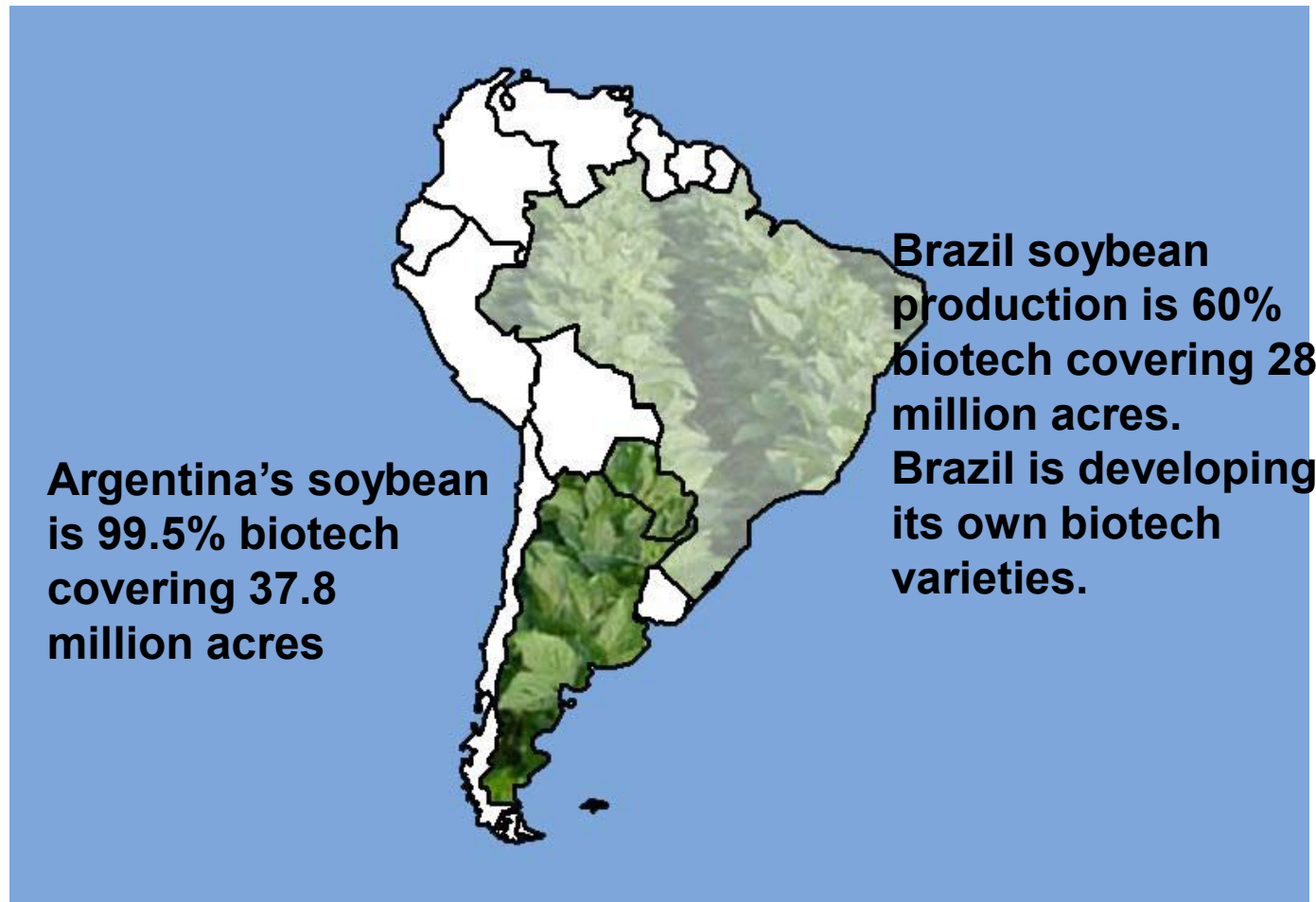


HU

Percentages of U.S. acres planted to biotech varieties



Brazilia & Argentina



Gyomirtás Glyphosattal



A transzgénikus kukorica jövője

- Szárazságtűrés
- Nitrogen hatékonyság
- Nagy Lysine tartalmú kukorica
- Nagy olajtartalmú kukorica
- Anthrachnose Tolerancia
- Steril alapú vetőmag előállítás

Magyarország Alaptörvénye* *(XX. cikk)*

(2011. április 25.)

- (1) Mindenkinek joga van a testi és lelki egészséghez.
- (2) Az (1) bekezdés szerinti jog érvényesülését Magyarország **genetikailag módosított élőlényektől mentes**
- **mezőgazdasággal, az egészséges élelmiszerekhez és az ivóvízhez** való hozzáférés biztosításával, a munkavédelem
- és az egészségügyi ellátás megszervezésével, a sportolás és a rendszeres testedzés támogatásával, valamint
- a környezet védelmének biztosításával segíti elő.
- *10662 M A G Y A R K Ö Z L Ö N Y • 2011. évi 43. szám*

Genome editing technologies are a type of genetic engineering leading to the targeted modification of the genome of interest via the **insertion, deletion or replacement** of specific DNA sequences [1]. Amongst these, CRISPR/Cas9 is certainly the most promising and plant researchers have quickly realised its importance as its use is applied to several plant species [2, 3].



Köszönöm a figyelmet!

A kutatásainkat a KUKBOGMV-OM-00063/2008 NKTH
Jedlik Ányos pályázat támogatta



Acceptance of GMO in Hungary

- **Legal situation: & 86/2006 Coegsistance**
- **Parlament parties agreement**
- **Moratorium on MON 810**
- **Consumers**
- **Producers: export 20-30 %**
- **Seed producers: export 50 %**
- **Research**

Preferencia

**“növényi tulajdonságok és a rovar kölcsönhatása, mely eredményeként egy adott növényt, vagy fajtát a rovar táplálkozásra, tartózkodásra, vagy tojásrakásra használ”
alacsonyabb fertőzöttség**

Tolerancia



- “növekedés, reprodukálás, sérülés gyógyításának a képessége bizonyos szintig, fogékony növényhez hasonló rovar populáció méret megtartásával”
- **CSAK** növényi válasz

Tolerance



- “an ability to grow and reproduce itself or to repair injury to a marked degree in spite of supporting a population approximately equal to that damaging a susceptible host”
- **ONLY** plant response