

# Vad är "GMO" för dig?



# "GMO" – mer än bara växter!

## Mikroorganismen

Som producerar exempelvis:

**Enzymer**  
**Läkemedel**  
**Tillsatser**

Genmodifiering

"GMO"

## Djur

Exempel:

**Försöksdjur**  
**Läkemedel**

## Växter

## Odlingsegenskaper

exempel:

**Sjukdomsresistens** (bladmögel, svamp)  
**Tolerans herbicid** (Glyfosat, ogräsbekämp.)  
**Torktolerans** (säkrare skörd)  
**Insektsresistens** (ex majsrotbagge)

## Kvalitetsegenskaper

exempel:

**A-vitamin** (Gyllene riset)  
**Stärkelsekvalitet**  
**Oljekvalitet** (Omega-3)  
**Blomfärg** (nejlika)

# "GMO" i Europa?

Träd

Läkemedel

Foder

Kläder

Process-  
hjälpmedel

Livsmedel

Odling



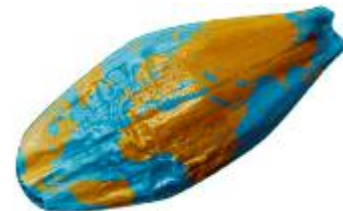
Sammanhanget

# Att möta behov och efterfrågan!

## Växtförädling för att möta kraven

krav från lantbrukare, industri, konsumenter och lagstiftning

- **reducera produktionskostnaderna**  
högre avkastning, minska skördeförluster, sänka odlingskostnader
- **öka skördens värde**  
bättre kvalitet, nya kvaliteter
- **förbättra hälso nytta och/eller reducera hälsorisker**  
t.ex. öka halt vitaminer, antioxidanter / reducera svamptoxiner, tungmetaller)
- **reducera miljöbelastningen från vår matproduktion**  
t.ex. mindre miljöbelastning från användning av växtskyddsmedel, högre avkastning/yta,



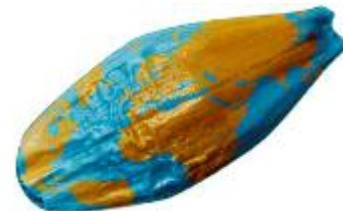
# Att möta behov och efterfrågan!

För att möta framtidens **krav** behövs

**redskap** och **tekniker** för att

lägga till, ändra och “stänga av” **egenskaper**

i våra **lantbruksgrödor!**

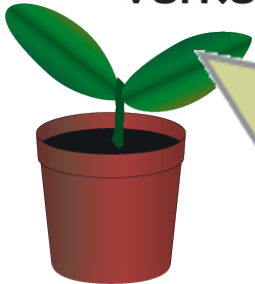


Tekniken

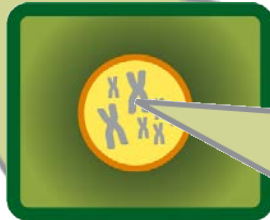


Jordbruks  
verket

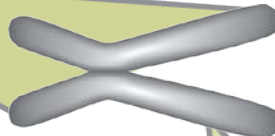
# Från Blad till DNA



Cell



Kromosom



## Protein



Valin

Leucin

Isoleucin

Prolin

### DNA

Lagringsmedia  
för genetisk  
information

Start

ATGCATGACTAAGGCA

Koden läses

3

3

3

**Promotor**  
när, var  
och intensitet

**Terminator**  
...anger slutet  
på genen

**Gen**  
innehåller koden  
för ett protein



# Från Gen till Teknik

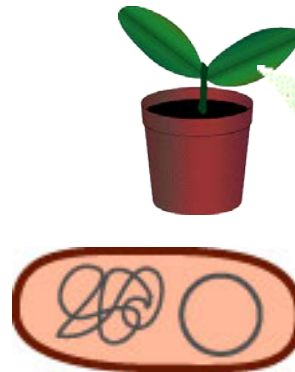
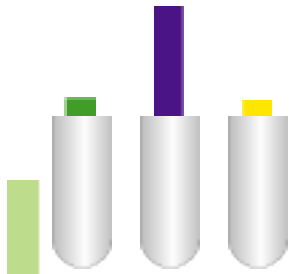
Arvsmassan (DNA-kedjan) isoleras från en organism



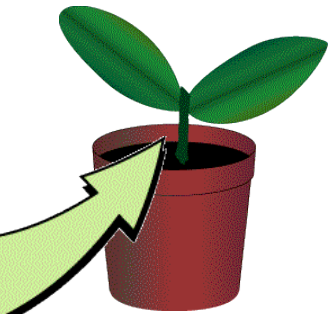
DNA-kedjan klipps med hjälp av "gensaxar" i små bitar



Promotorer, gener och terminatorer isoleras



Transformation



Planta med ny egenskap



*Agrobacterium*

Vektor

Promotor + Gen + Terminator

Genkonstruktion

Verktyslåda

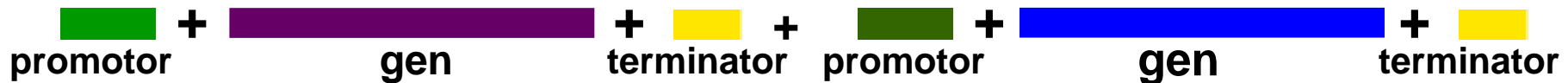
# Växt transformation – “The gene shuttle“

## *Agrobacterium tumefaciens*



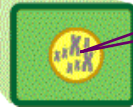
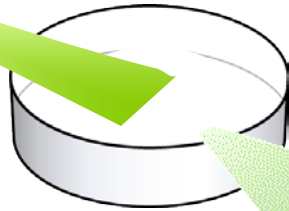
**Egenskapsgen**

**Selektionsgen**

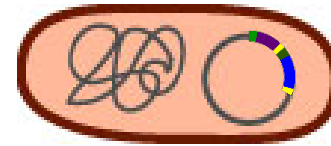


**Genkonstruktion**

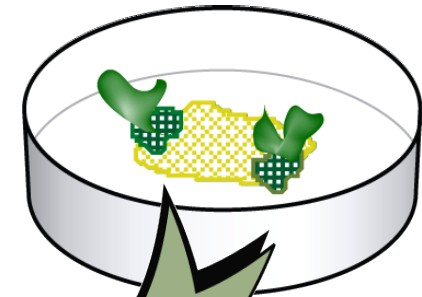
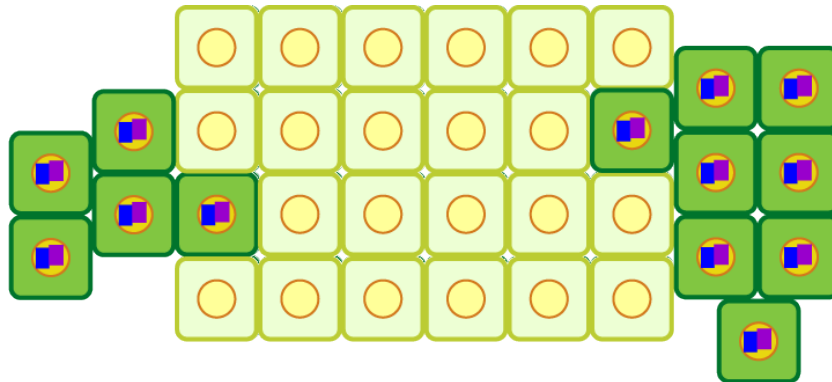
# Växt transformation – Genöverföring



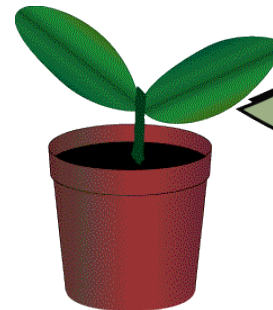
*Agrobacterium*



## Regeneration

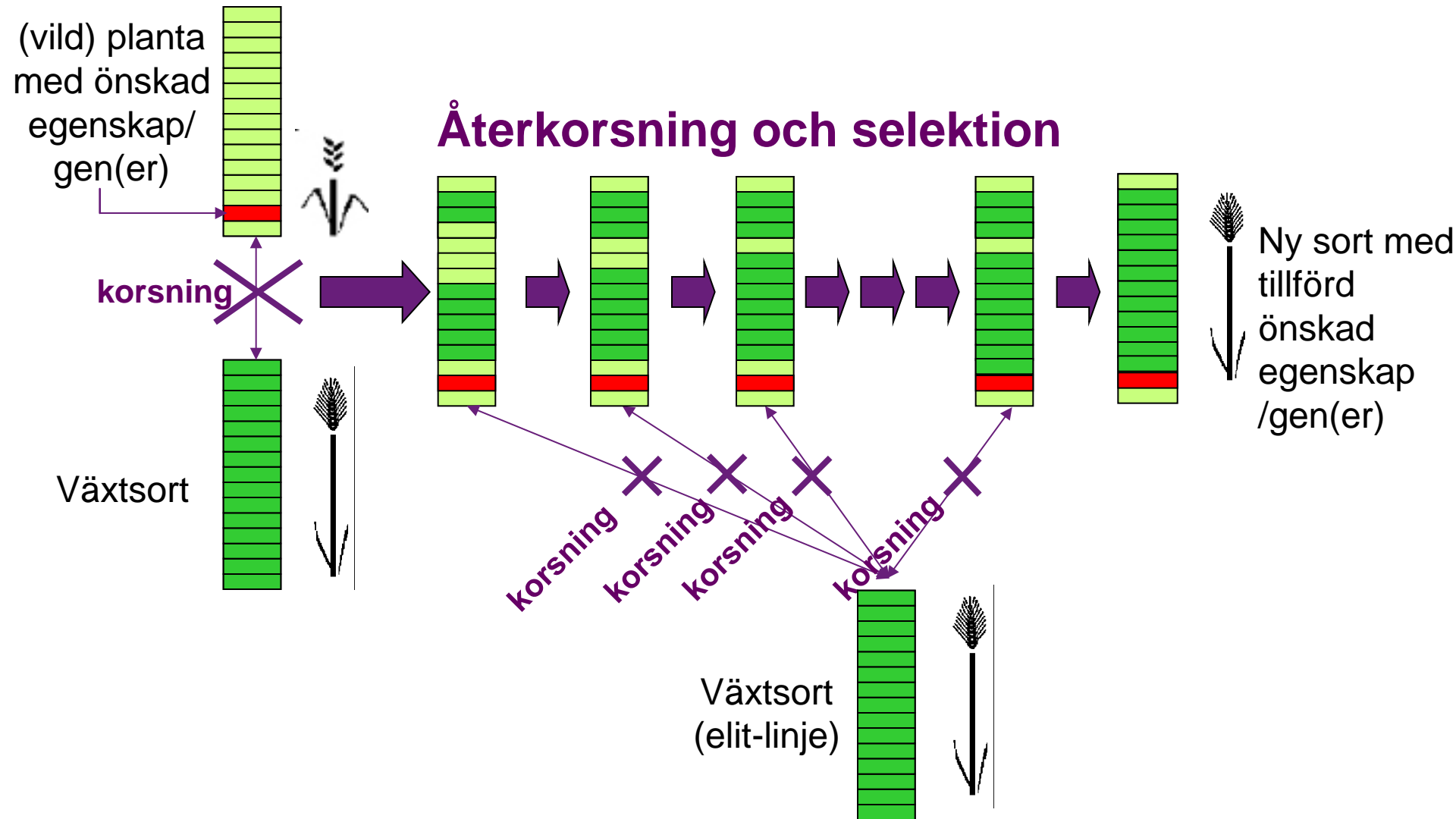


En planta  
med en ny  
egenskap



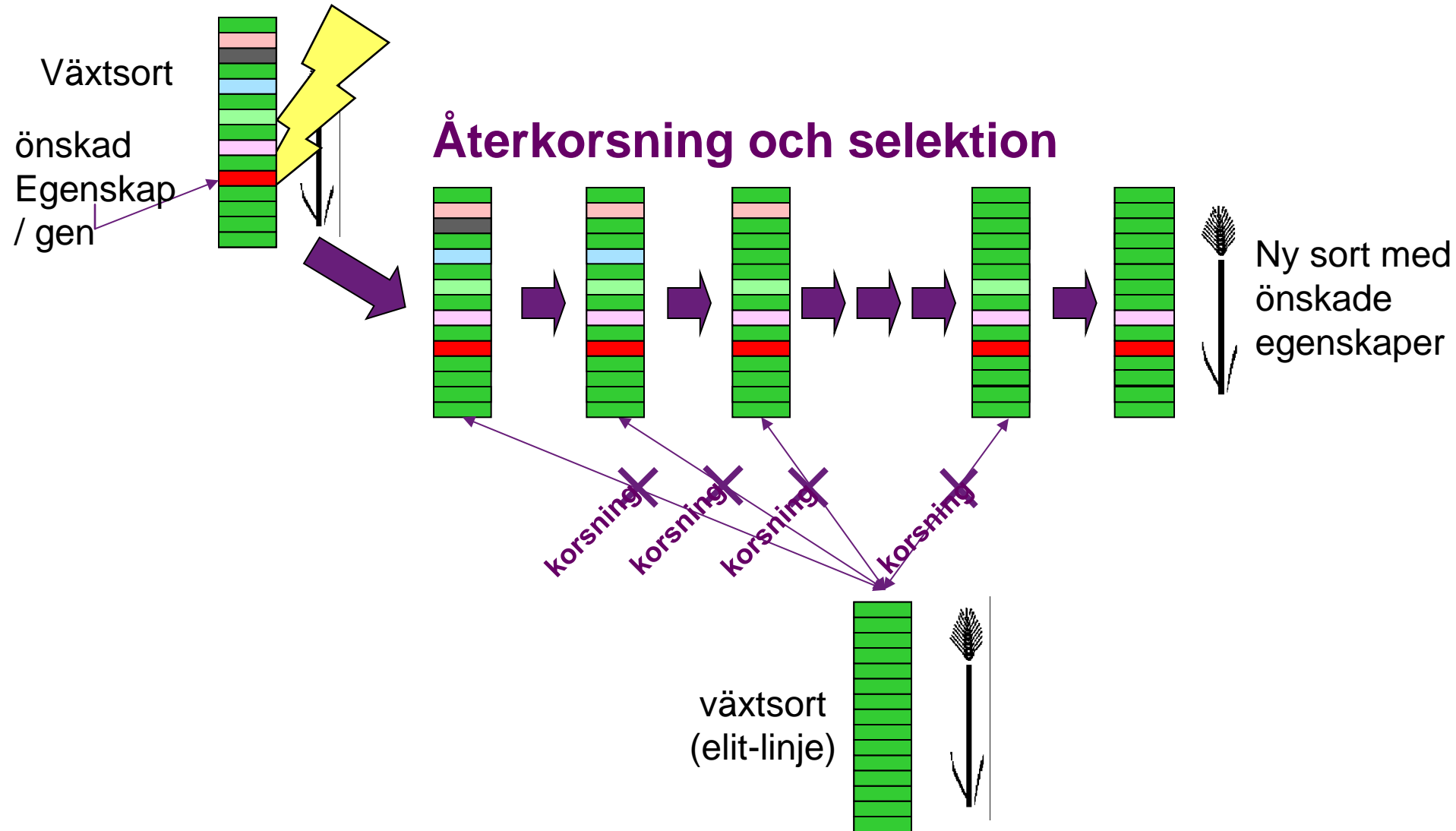
# Växtförädling – korsning

## Konventionell korsningsförädling med återkorsning



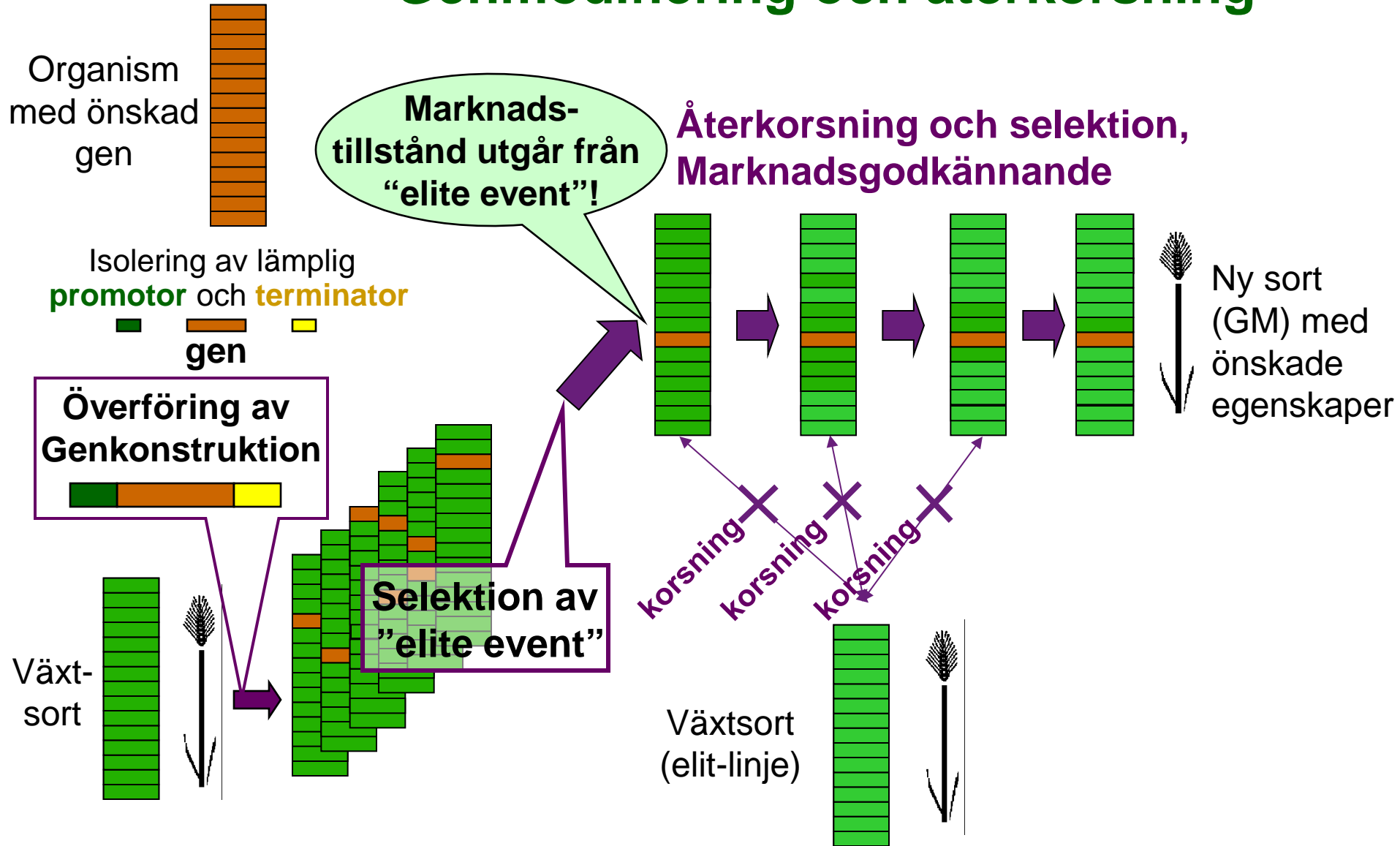
# Växtförädling - Mutation

## Mutationsförädling och återkorsning



# Växtförädling – genmodifiering

## Genmodifiering och återkorsning



# Växtförädling

10-20 år!



Genetisk information

Tillföra genetisk information/variation

Växtförädling

Produktion av utsäde

"omics"

Konventionell förädling

Utvärdera funktion i gröda

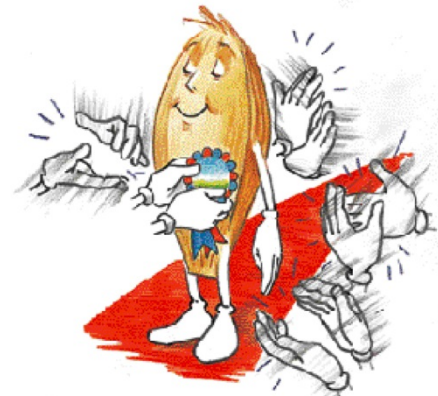
Kombinera (ny egenskap med befintliga egenskaper)

Urval

Utvärdera (laboratorium, växthus, fält)

Egenskap

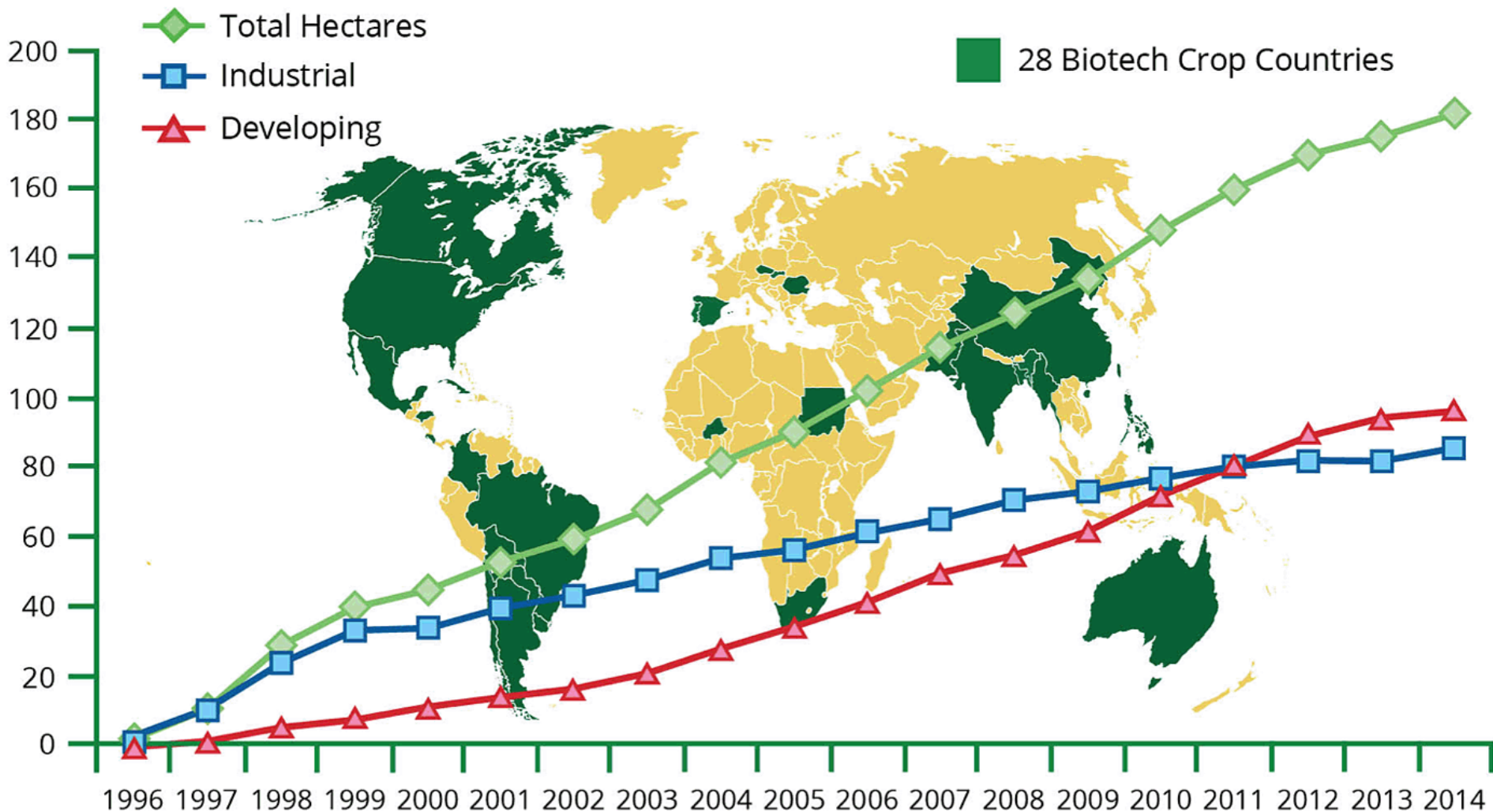
"Efterfrågan"



Nuläget  
globalt



# Total global odling av sorter med GM-egenskaper (milj ha) (1996 – 2014)



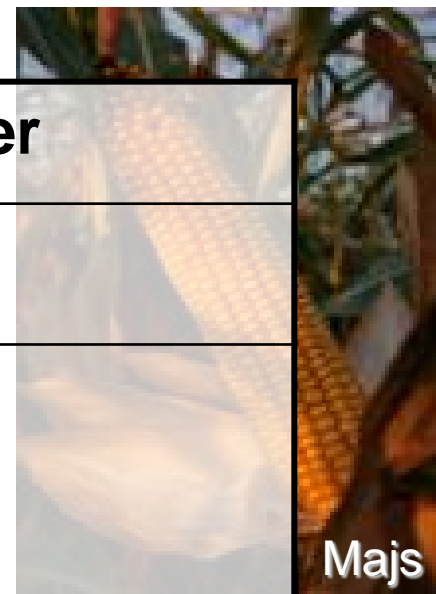
**Totalt 18 milj. Lantbrukare, 181,5 milj ha, ökning 2014, 3,3% (6 milj ha),  
För mer uppgifter se [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)**

# “Stora” grödor med GM-egenskaper på marknaden

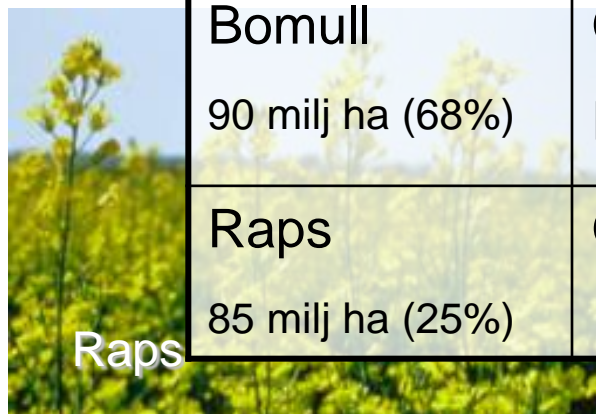


Soja

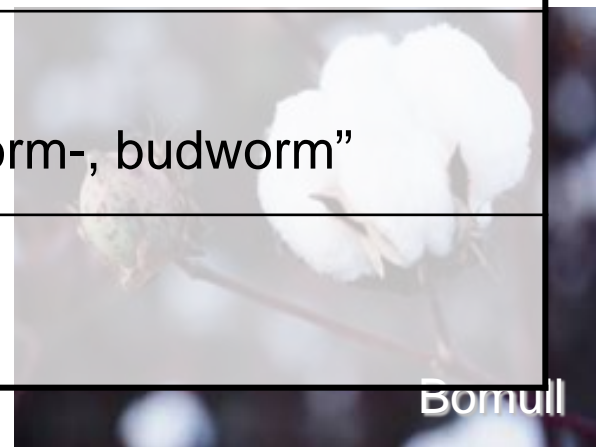
Gröda	Vanligaste GM-egenskaper
Sojaböna 275 milj ha (82%)	Glyfosat tolerans
Majs 450 milj ha (30%)	Glyfosat tolerans Resistens mot Majsmott Resistens mot Majslotbagge
Bomull 90 milj ha (68%)	Glyfosat tolerans Resistens mot “Bollworm-, budworm”
Raps 85 milj ha (25%)	Glyfosat tolerans



Majs



Raps



Bomull

# Resistens Majsmott (Bt)



**Konventionell resistensnivå**



**Förbättrad resistensnivå**

# Resistens Majsrotbagge (Bt)



# Kostnadsfördel med *Bt*-egenskaper i majs

## Majsmott

Utan förbättrad resistens insekticid 0,42 kg a.i. -34,58 \$/ha

### *Bt*-resistens mot majsmott

Teknikavgift -17,29 \$/ha

Ökad skörd ( 0,3 ton x 76,76 \$/ton) 23,03 \$/ha

**Fördel** (ökad skörd + (besparing för insekticid - teknikavgift)) = **40,32 \$/ha**

## Majsrotbagge

Utan förbättrad resistens insekticid 0,57 kg a.i. -37,05 \$/ha

### *Bt*-resistens mot majsrotbagge

Teknikavgift -34,58 \$/ha

Ökad skörd ( 0,47 ton x 76,76 \$/ton) 36,07 \$/ha

**Fördel** (ökad skörd + (besparing för insekticid - teknikavgift)) = **38,54 \$/ha**

# Därför odlar den amerikanska lantbrukaren glyfosattolerant sojaböna

## Bättre herbicidanvändning

- Lägre kostnad, mindre miljö- och hälsofarlig herbicid

## Underlättar plöjningsfri odling

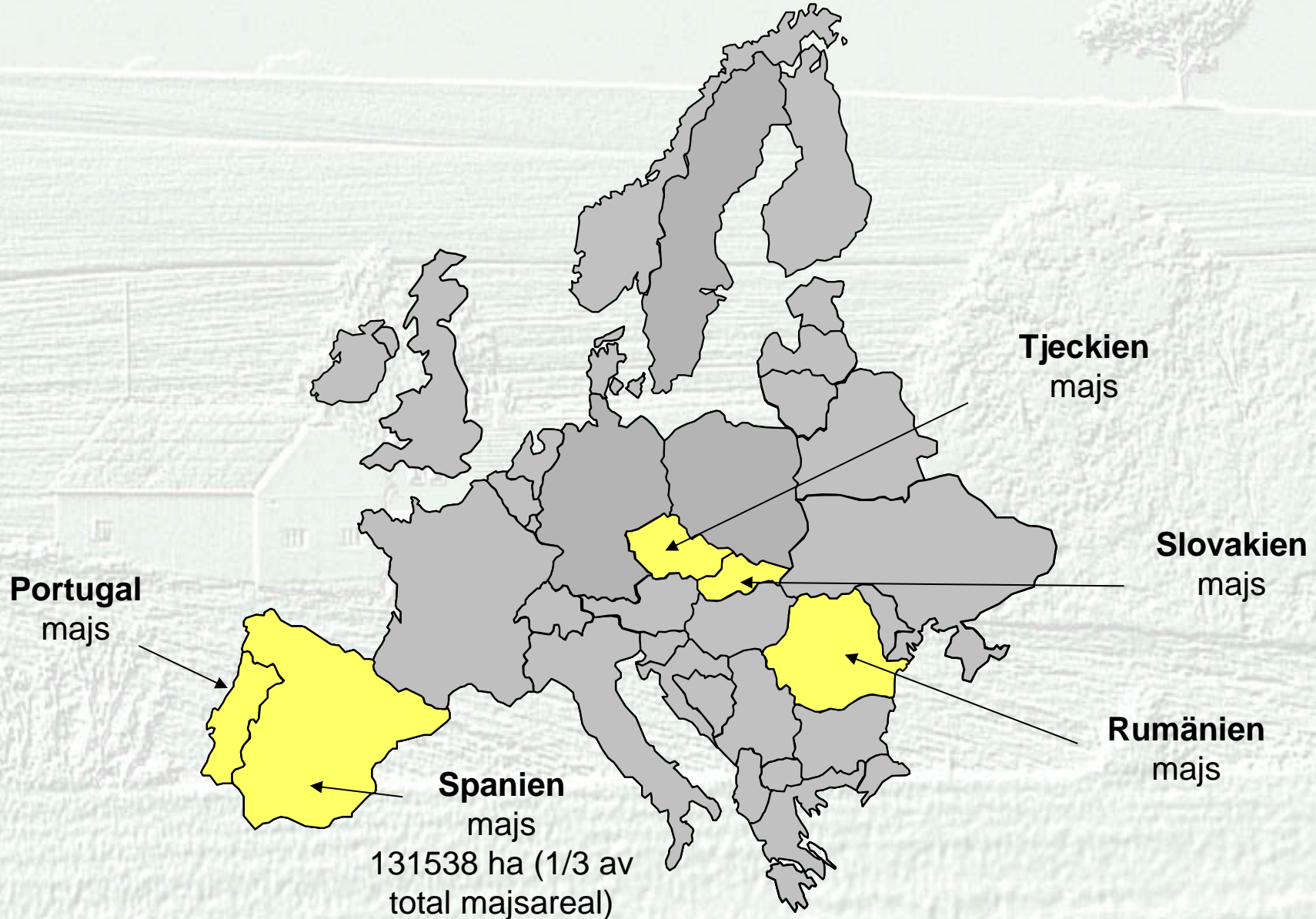
- Färre körningar i fält
- Lägre dieselåtgång, mindre traktorer
- Minskad markpackning
- Bättre vattenhållande förmåga
- Minskad jorderosion
- Färre arbetstimmar
- Minskade CO<sub>2</sub> utsläpp
- Färre giftiga ogräs



Europa!?

# Kommersiell odling av grödor med GM-egenskaper i Europa 2014,

143 016 ha majs (200 olika sorter inom EU med event MON810)





# Fältförsök Sverige 2015

Art	Modifiering	Tillståndsinnehavare
Backtrav	Utslagning av gener	Umeå universitet
Backtrav	Veckning av thylakoidmembran	Umeå universitet
Hybridasp	Ökad tillväxt, torktolerans	SweTreeTechnologies
Hybridasp	Ökad tillväxt	SLU Umeå
Hybridasp	Ökad tillväxt	Umeå universitet
Hybridasp	Ökad tillväxt	SweTreeTechnologies
Hybridasp och asp	Asp som modellsystem	Umeå universitet
Hybridasp	Ändrad vedstruktur	SLU Umeå
Oljekål	Ändrad fettsammansättning	SLU Alnarp
Potatis	Stärkelsekvalitet, oljehalt	SLU Alnarp
Potatis	Förändrad resistens	SLU Alnarp
Äpple och päron	Förbättrad rotningsförmåga	SLU Alnarp

# Resistensförädling mot bladmögel/brunröta

- Under 1900-talet - stora ansträngningar för att korsa in resistens från vilda potatissläktingar
- Arbete med att överföra resistens från *Solanum bulbocastanum* har pågått i mer än 40 år
- Korsningstekniken begränsas av en nära genetisk koppling mellan resistensgenerna och gener för andra oönskade egenskaper

# Resistensförädling mot bladmögel/brunröta



# Resistensförädling mot bladmögel/brunröta

- ◆ Under 1900-talet - stora ansträngningar för att korsas in resistens från vilda potatissläktingar
- ◆ Arbeta med att överföra resistens från *Solanum bulbocastanum* har pågått i mer än 40 år
- ◆ Korsningstekniken begränsas av en nära genetisk koppling mellan resistensgenerna och gener för andra oönskade egenskaper
- ◆ Med genteknik har gener från *Solanum bulbocastanum* överförts till vår odlade potatis
- ◆ Resistensmekanismen "svälter ihjäl svampen" genom egen-inducerad lokal celldöd vid angrepp

# Fältförsök, exempel SE, 2008

(marknadsintroduktion stoppad 2012)

**Transgen  
linje**

**Kontroll  
(modersort)**

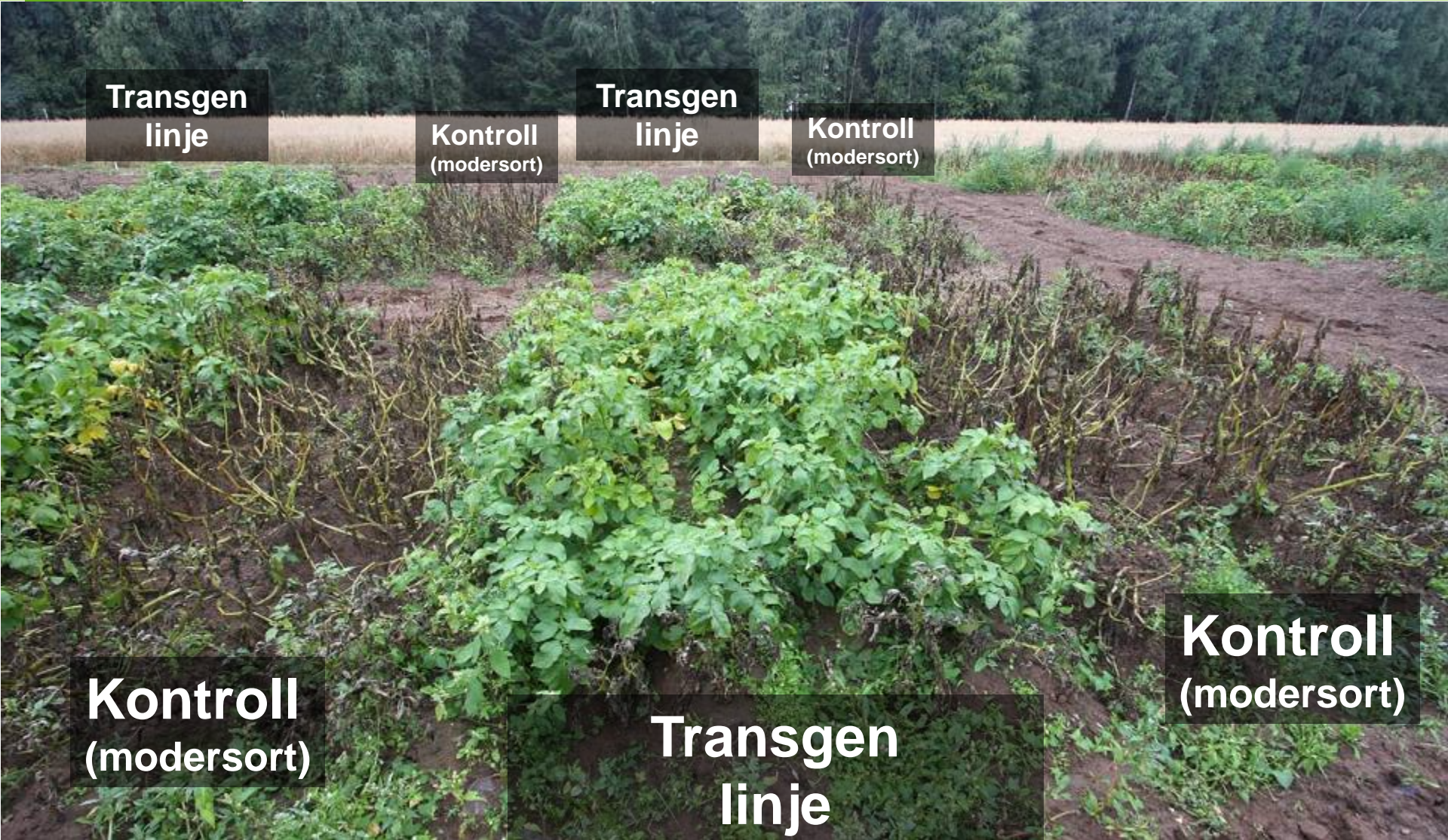
**Transgen  
linje**

**Kontroll  
(modersort)**

**Kontroll  
(modersort)**

**Transgen  
linje**

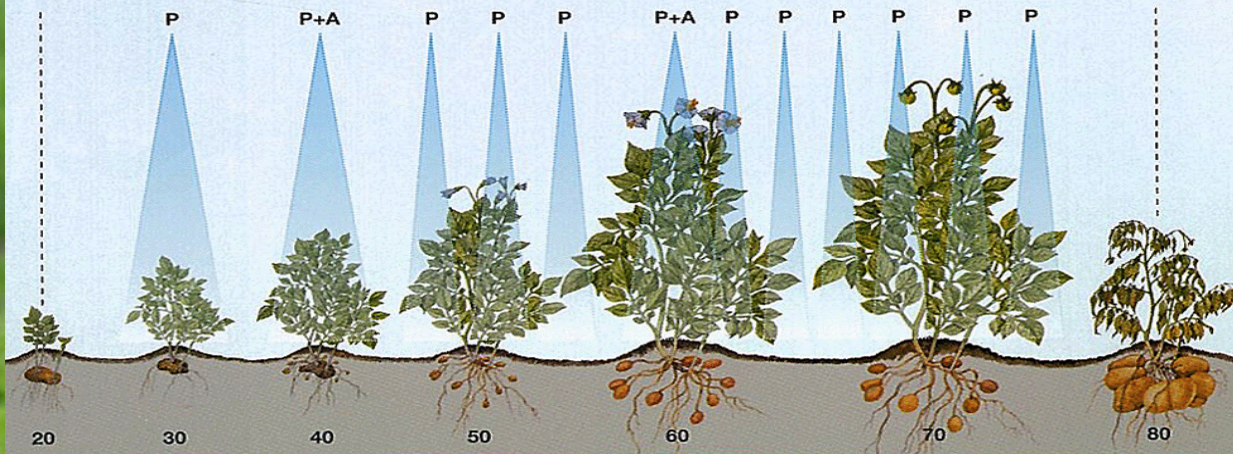
**Kontroll  
(modersort)**



# Olika system för bladmögelsbekämpning

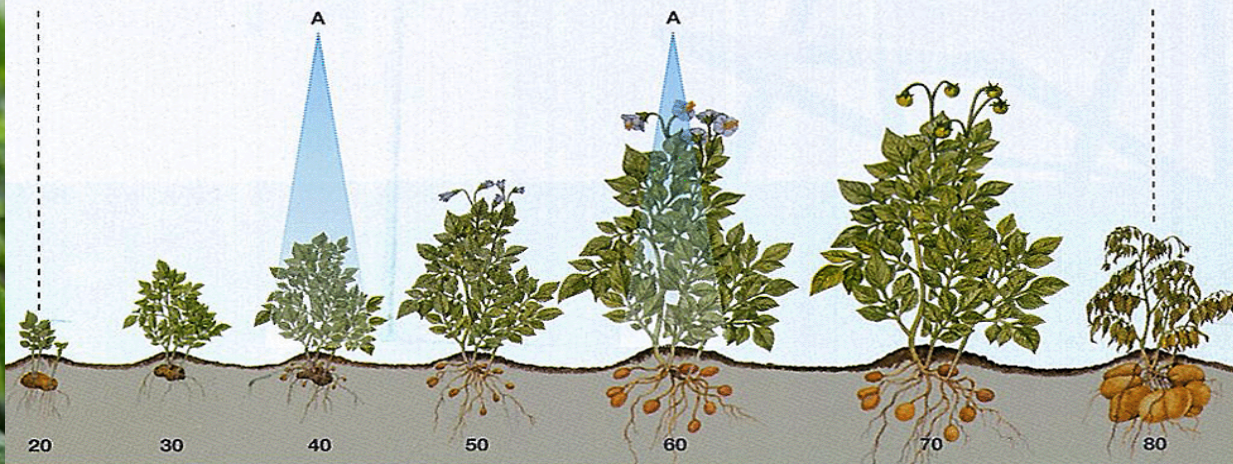
## Fungicide treatments in conventional potatoes

Application against *Alternaria* (A) and *Phytophthora* (P; 5-12 treatments in "normal" years)



## Fungicide treatments in Fortuna (due to lasting *Phytophthora* resistance)

Application against *Alternaria* (A) and *Phytophthora* (P)



Nytta - Risk

# Nytta och risk – alltid närvarande!

**Risk/Nytta = sannolikhet x konsekvens**

## **Miljö- och hälsomässig nytta/risk är knutna till egenskapen!**

- Beror på gröda, odlingsområde, användning,
- Den kan vara direkt eller indirekt
- Gäller alla egenskaper oavsett växtförädlingsteknik



# Debatten

# Debatten – Mer än risk och nytta



Emotionellt ↔ Rationellt

Kvalitet ↔ Pris

Multinationell ↔ Lokal

Naturlig ↔ Konstgjord

Småskaligt ↔ Storskaligt

Etiskt ↔ Oetiskt

Behov/efterfråga ↔ Teknologi/egenskap



# Framtiden!?



# Utveckling och trender

Första sorterna med GM-egenskaper på marknaden

Odlingsarealen ökar snabbt !

Nya egenskaper utvecklas och marknadsförs

Allt fler länder odlar GM-egenskaper, i tidigare användarländer ökar odlingen snabbt

F&U och utbildning ökar globalt

Växtbioteknikföretagen lämnar EU

F&U och utbildning minskar inom EU

Importtillstånd beviljas inom EU, (om än långsamt)

"Defacto" moratorium för odling inom EU !

Nord-Amerika och Europa i forskningsfronten

"GMO" debatten startar i EU



1995

1998

2005

2009

201X