

GMO - jediná možná budoucnost'?

L'ubica Lacinová
Centrum biovied SAV

Aktuální výzvy II – Uživí planeta lidstvo?
Olomouc 3. 11. 2017

1. princípy genetického kódu a z nich odvodené postupy genetických modifikácií
2. GM plodiny 1., 2. a 3. generácie
3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO
4. environmentálne, spoločenské a etické riziká
5. GMO a legislatíva

1. genetický kód a genetické modifikácie

1866 Gregor Mendel publikuje svoj článok

1909 Wilhem Johanssen „gén“

1910 Thomas Morgan „gény“ sú na chromozómoch

1941 George Beadle a Edward Tatum

jeden gén → jeden enzým

1944 Oswald Avery, Colin MacLeod a Maclyn McCarthy

gény sú súčasťou DNA

1953 James Watson a Francis Crick

štruktúra DNA

centrálne dogma molekulárnej biológie

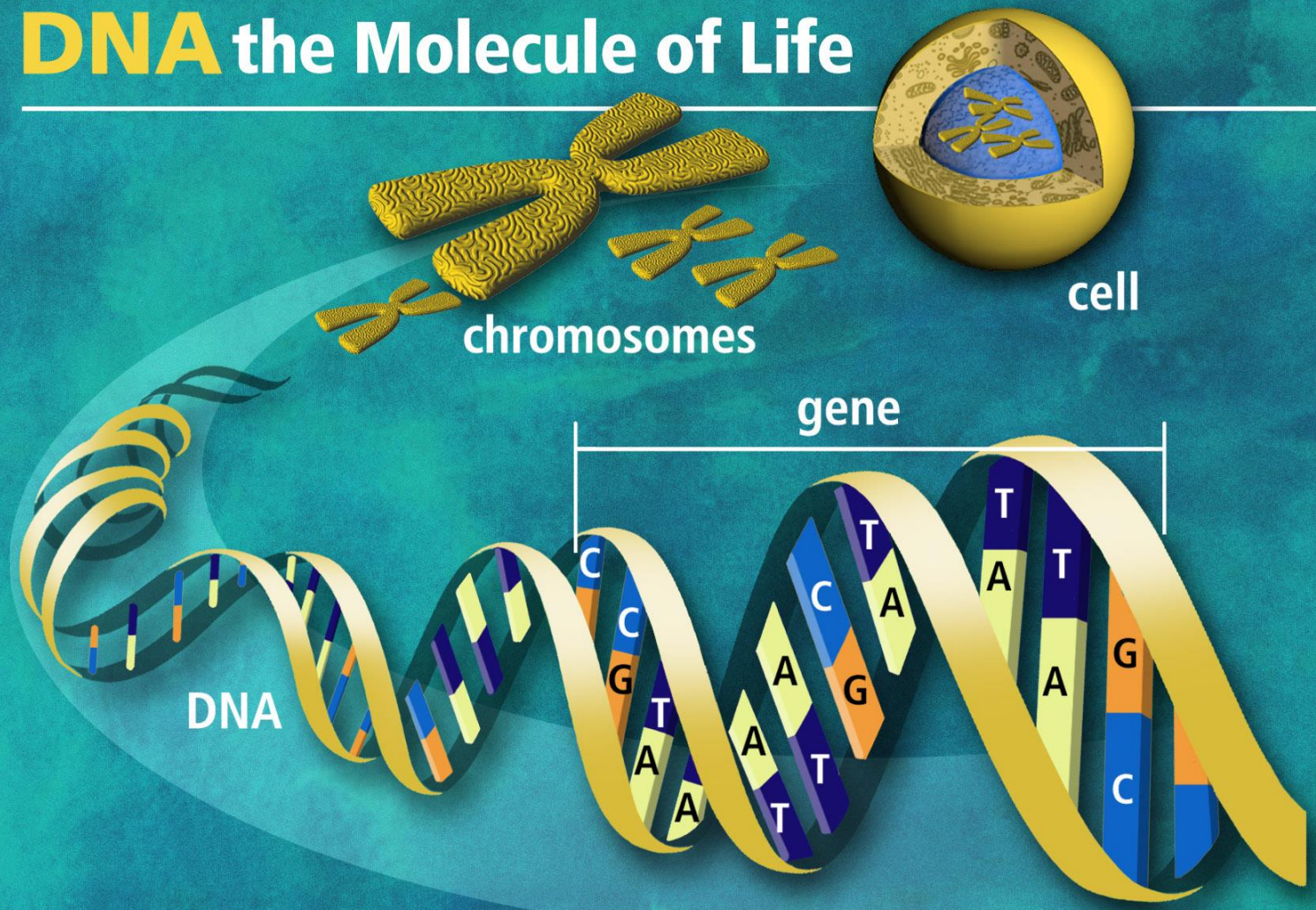
1968 H.O. Smith, K.W. Wilcox a T.J. Kelley

objav restričných enzýmov

2012 Objav CRISPR/Cas9

1. genetický kód a genetické modifikácie

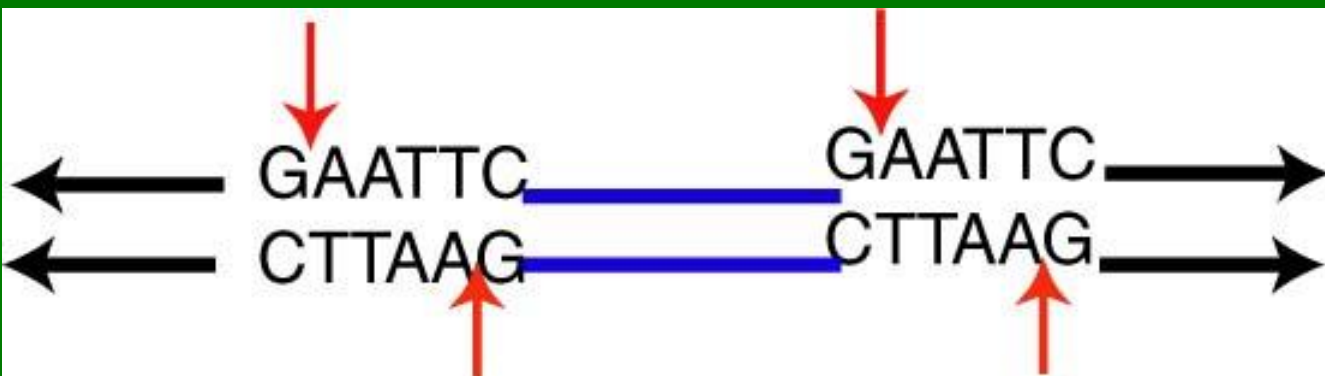
DNA the Molecule of Life



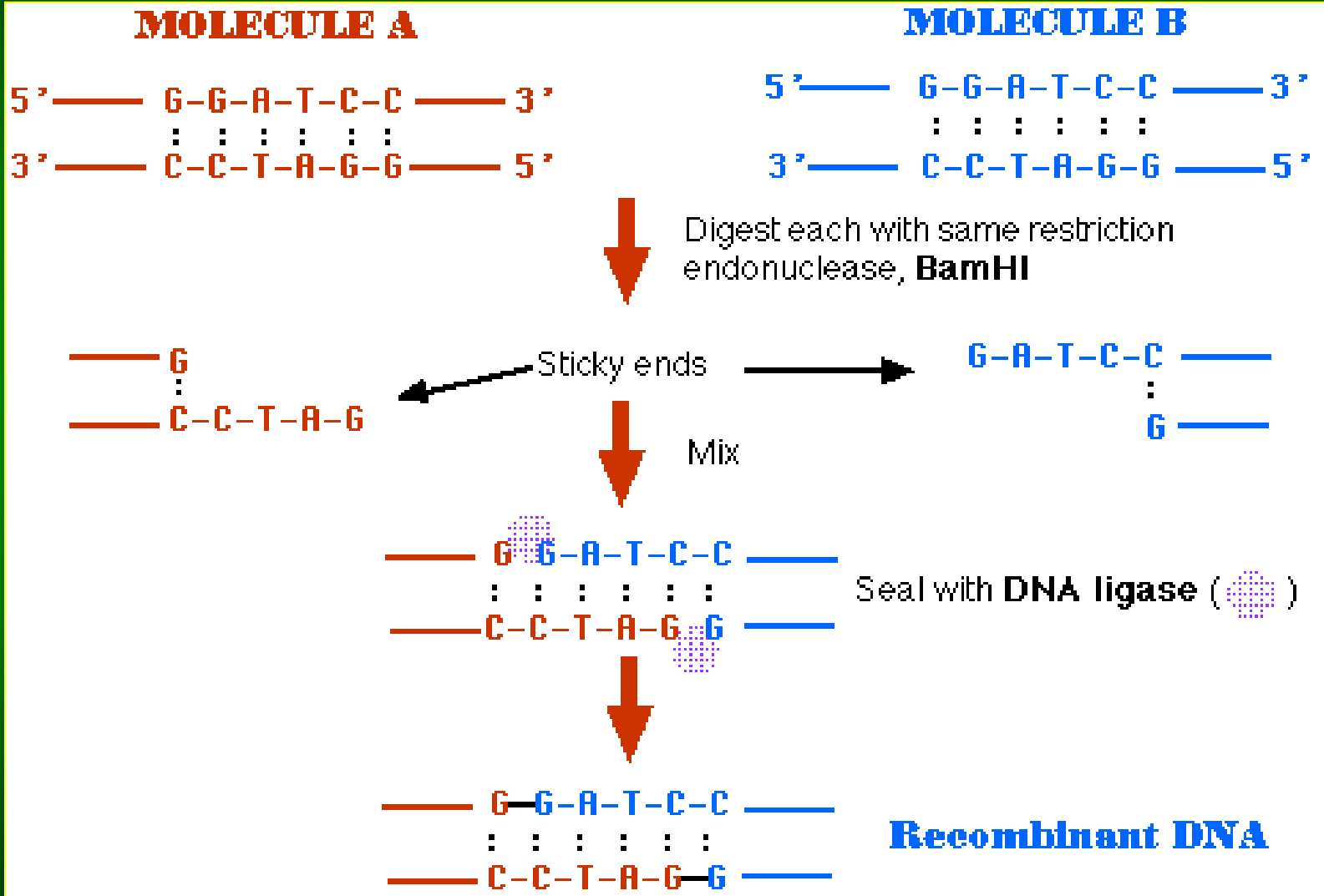
1. genetický kód a genetické modifikácie

Restriččné enzýmy strihajú DNA

EcoRI



1. genetický kód a genetické modifikácie



1. genetický kód a genetické modifikácie

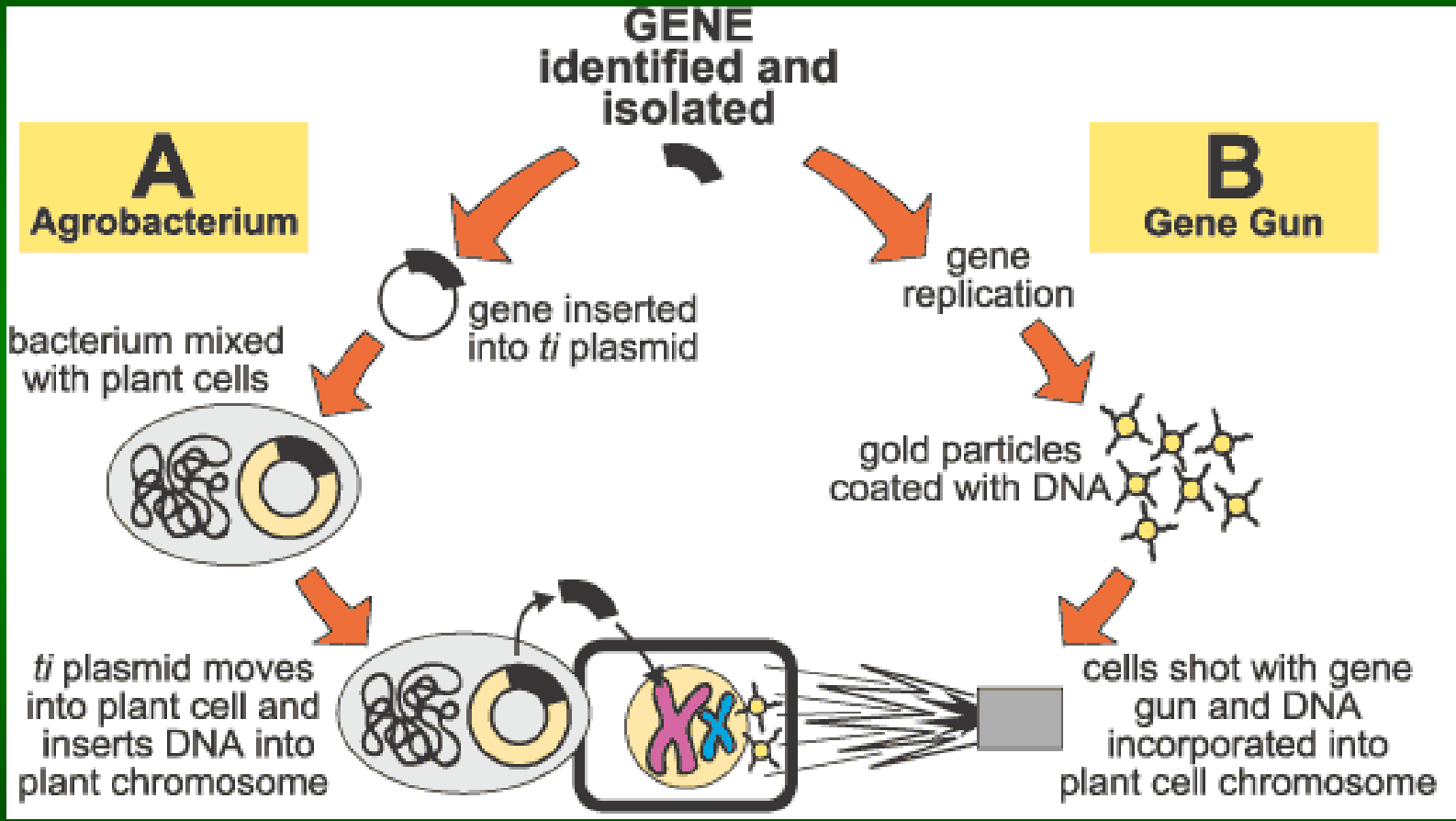


viditeľné / výzorové črty

zdravotný stav

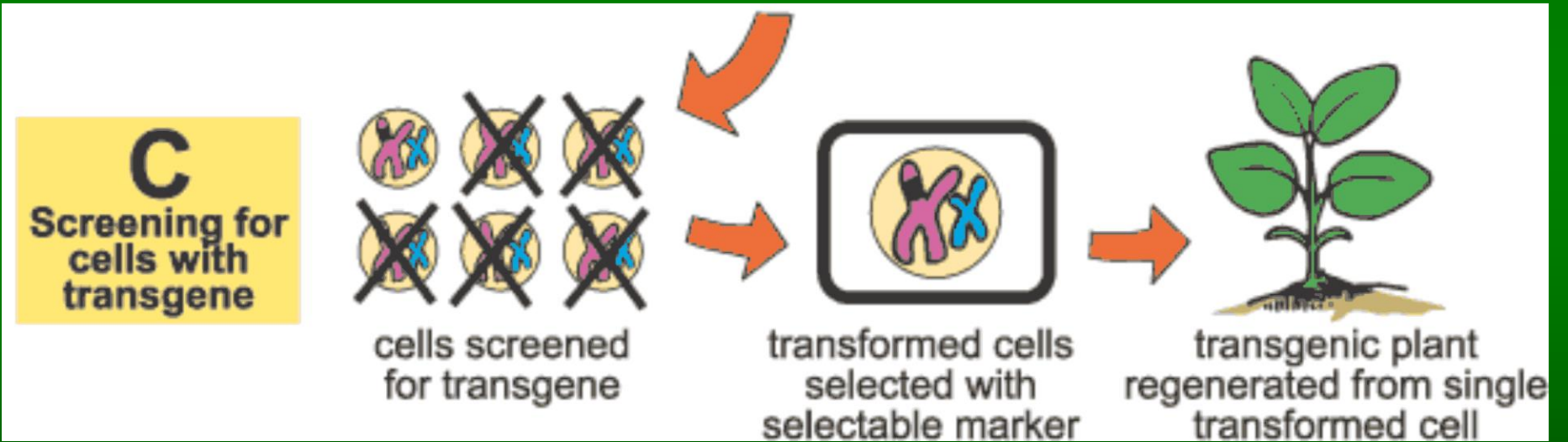
povahové vlastnosti

1. genetický kód a genetické modifikácie

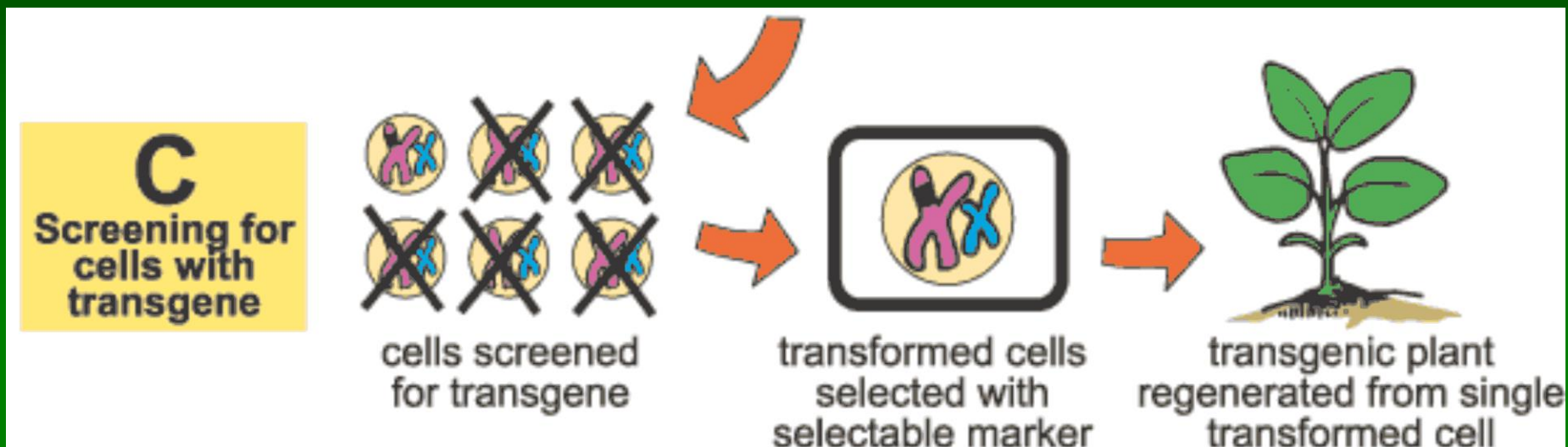


1. genetický kód a genetické modifikácie

veľká dávka antibiotika



1. genetický kód a genetické modifikácie



MON810

kukurica s génom pre toxín z baktérie *B. Thuringensis*

1. genetický kód a genetické modifikácie

CRISPR/Cas9

- editovanie
- knockout
- znížená expresia
- aktivovaná expresia

2. GM plodiny 1., 2. a 3. generácie

Geneticky modifikované rastliny prvej generácie

Orientované na pestovateľa:

- zníženie prácnosti
- zníženie nákladov

Rezistencia voči škodcom

- *Bt* rastliny

Rezistencia voči herbicídom

- Roundup (glyphosate)
- Liberty (glufosinate)

2. GM plodiny 1., 2. a 3. generácie

Geneticky modifikované rastliny druhej generácie

Orientované na spotrebiteľa

- Zjednodušené spracovanie a skladovanie
- zlepšená výživná hodnota
- zlepšená chuť

- „Flavr Savr“
- Canola (repka olejná) so zmeneným obsahom mastných kyselín a zvýšeným obsahom vitamínu E
- Káva alebo čaj bez kofeínu
- Tabak bez nikotínu
- Kvalitnejšie krmivá

2. GM plodiny 1., 2. a 3. generácie

Geneticky modifikované rastliny tretej generácie

Priemyslové produkty (plasty ...)

Enzýmy

Vakcíny

Protilátky

Terapeutické látky

3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO

Geneticky modifikované rastliny prvej generácie

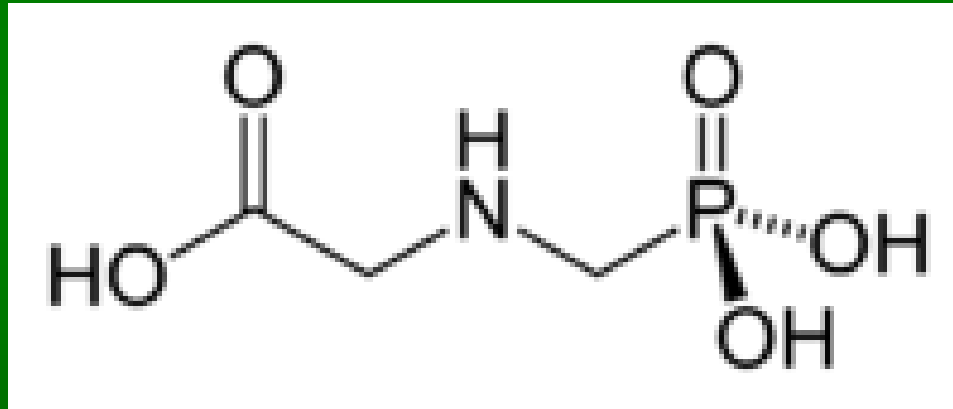
Tolerancia voči herbicídom - Round-up
Liberty

Rezistencia voči hmyzu (Bt-toxín obsahujúce plodiny)

3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO

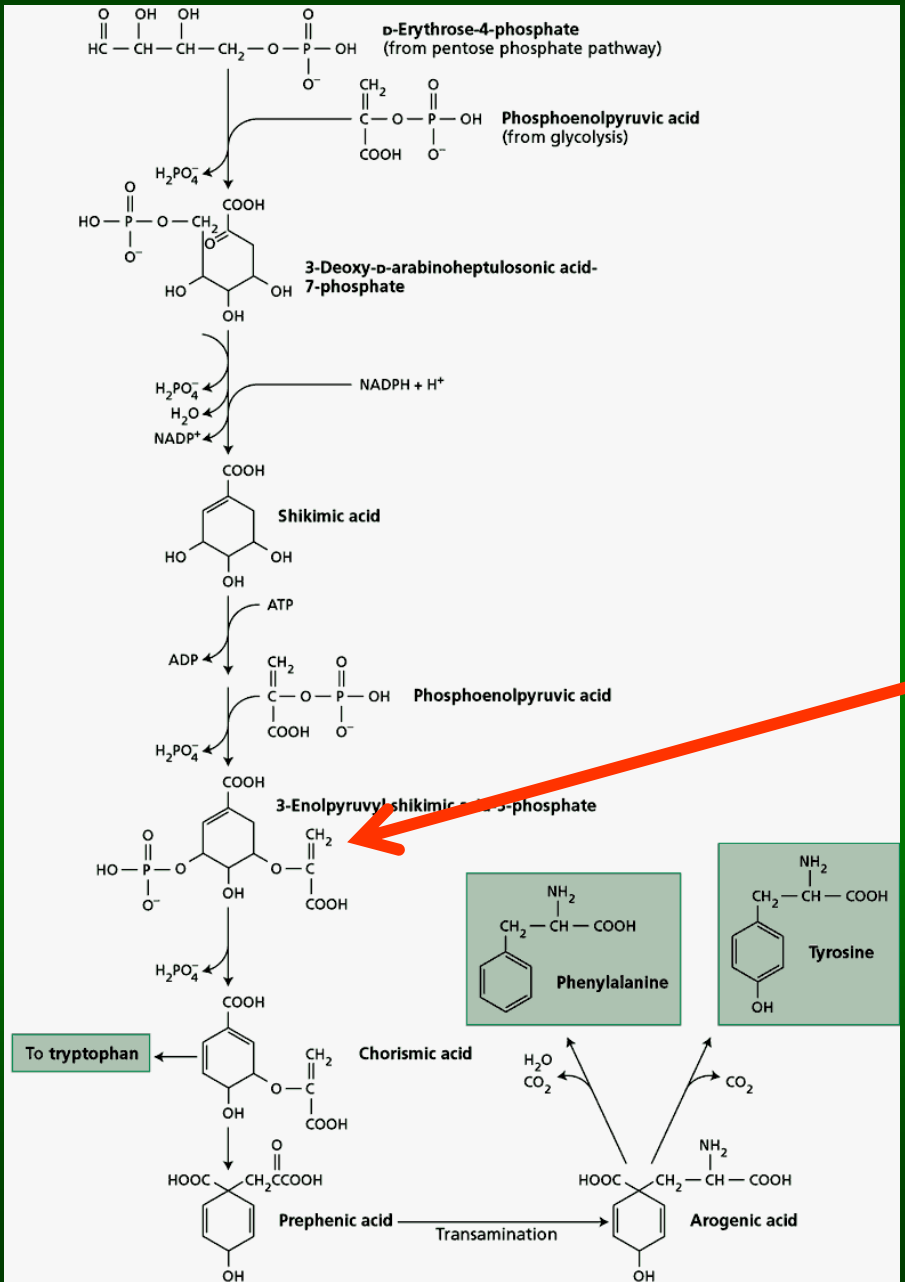
Geneticky modifikované rastliny prvej generácie

Tolerancia voči herbicídom - Roundup - glyfosát



Inhibuje syntézu tyrozínu, tryptofánu a fenylalanínu

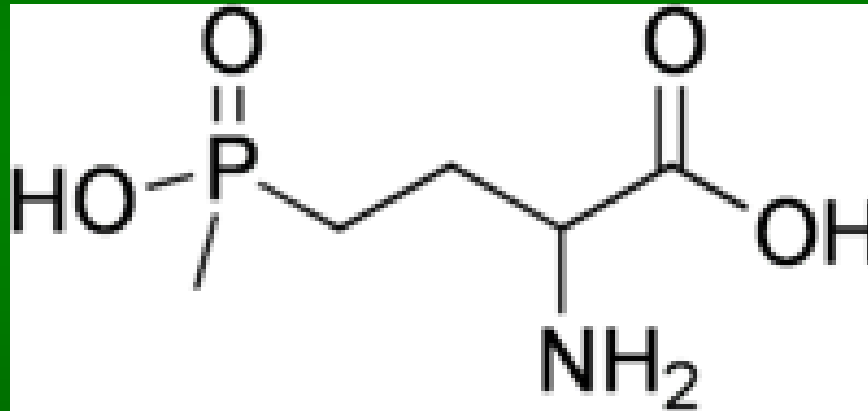
3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO



3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO

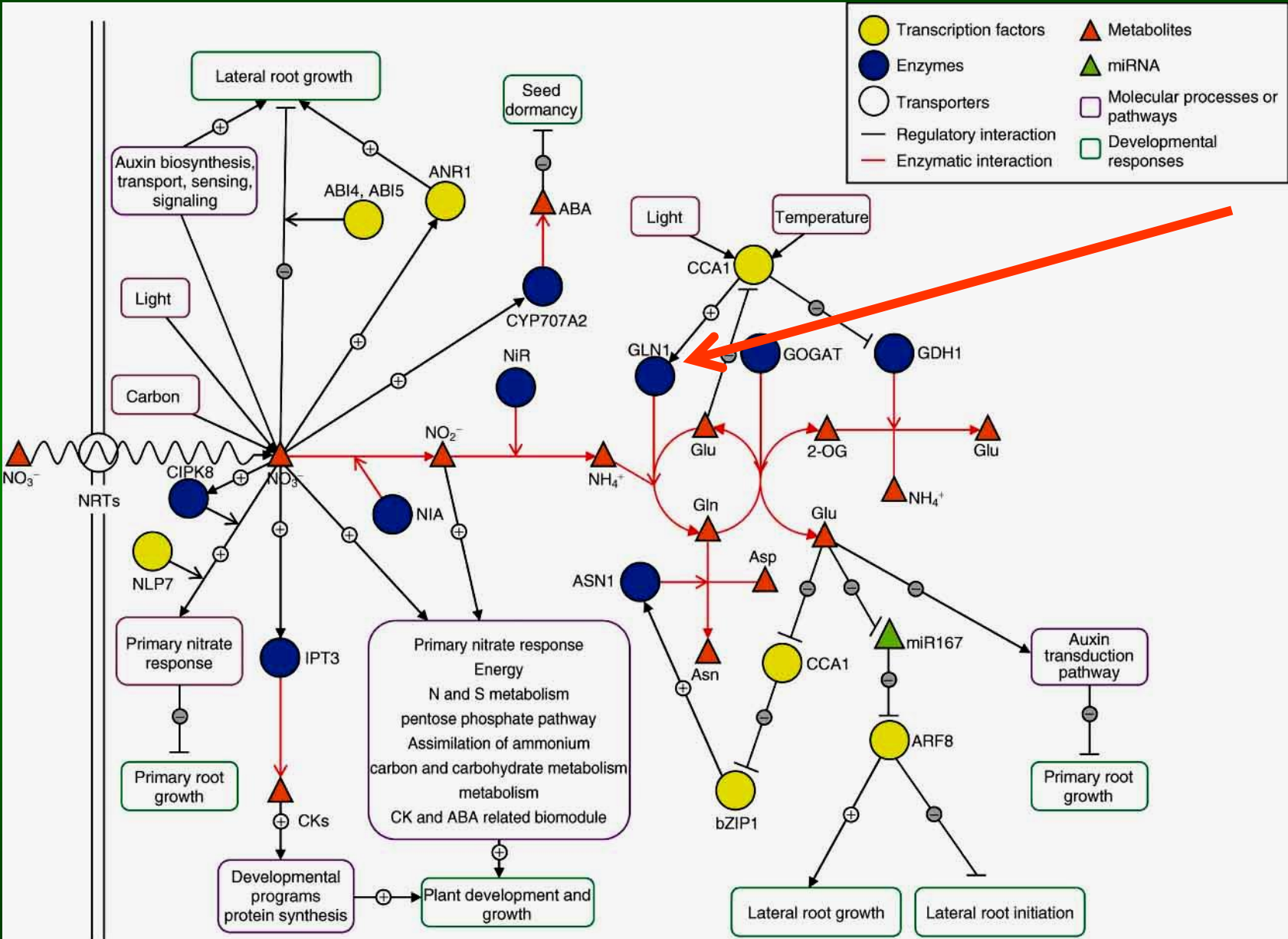
Geneticky modifikované rastliny prvej generácie

Tolerancia voči herbicídom - Liberty - glufosinát



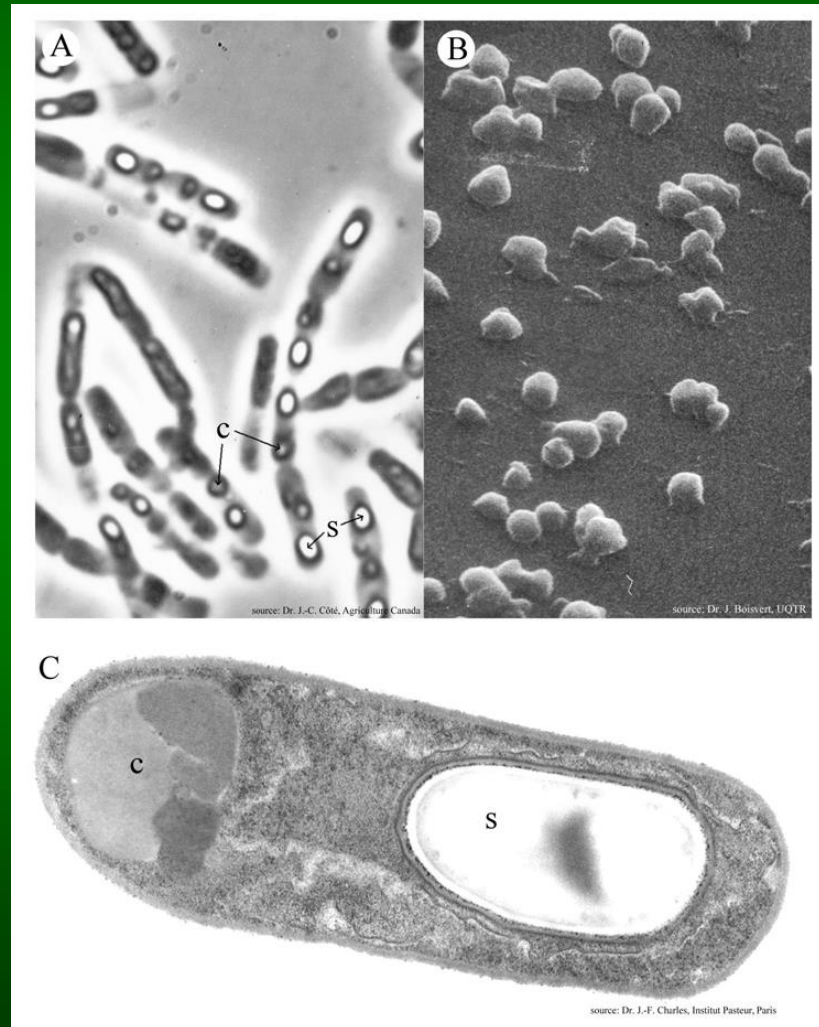
Inhibuje enzým glutamín syntetázu

3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO



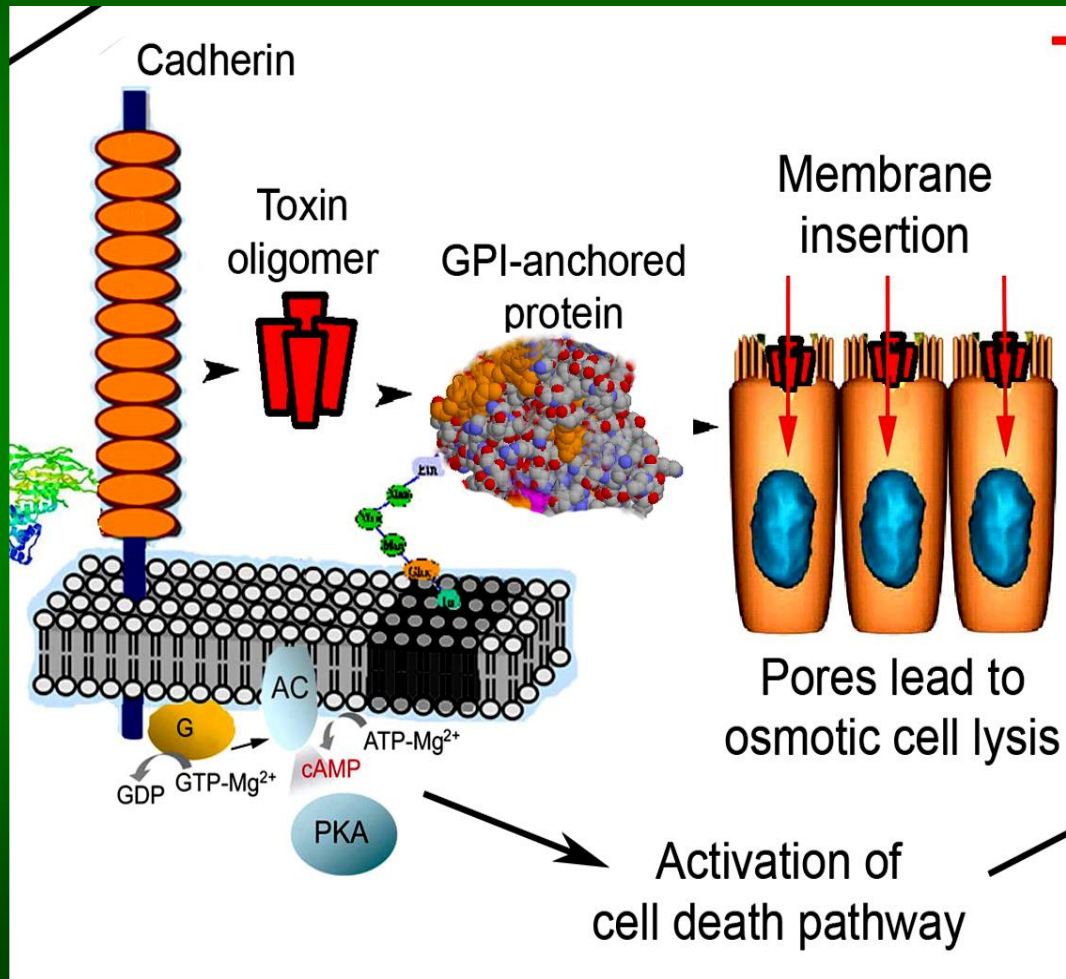
3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO

Rezistencia voči hmyzu (Bt-toxín obsahujúce plodiny)



3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO

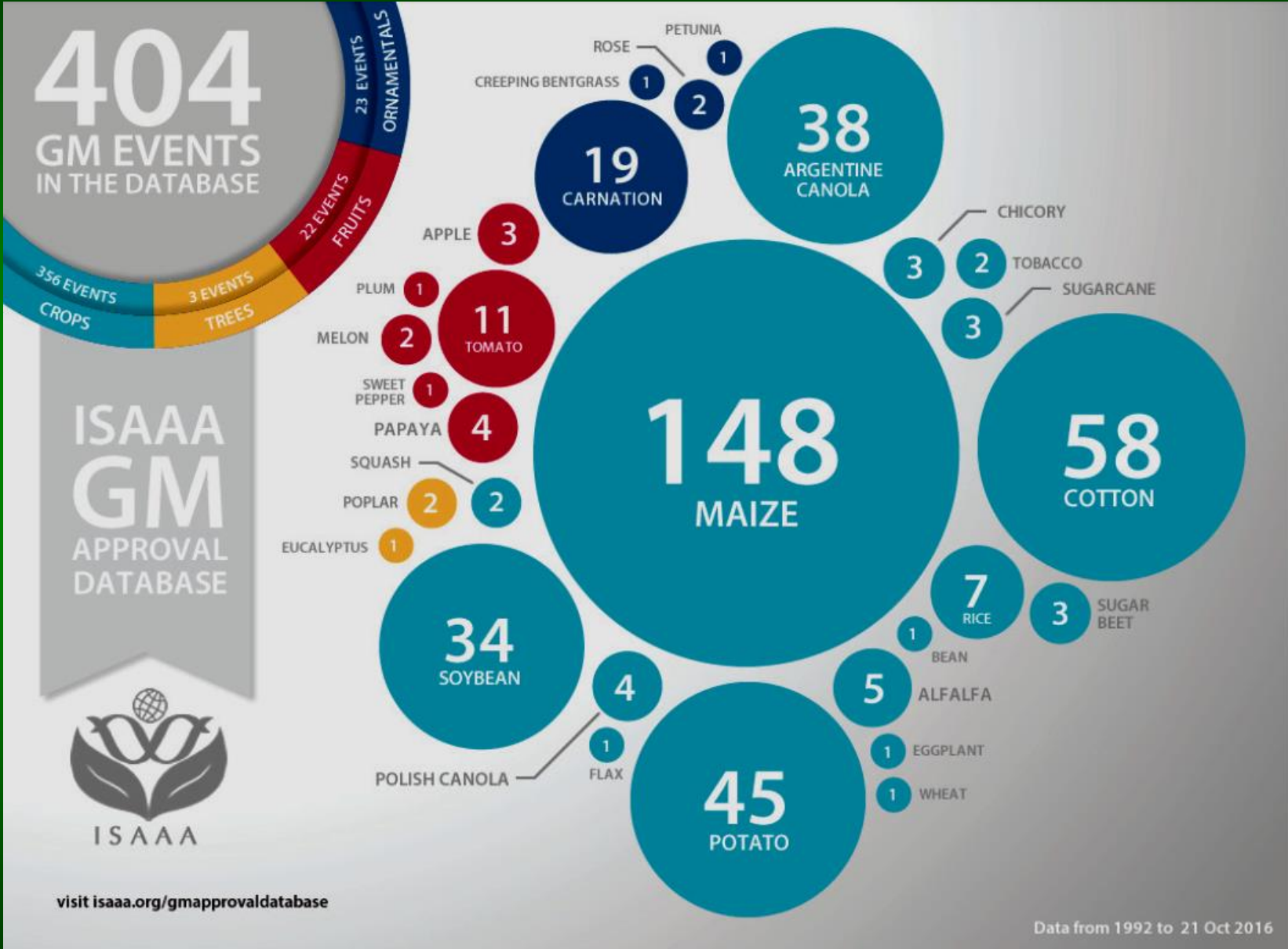
Rezistencia voči hmyzu (Bt-toxín obsahujúce plodiny)



3. Schválené GMO

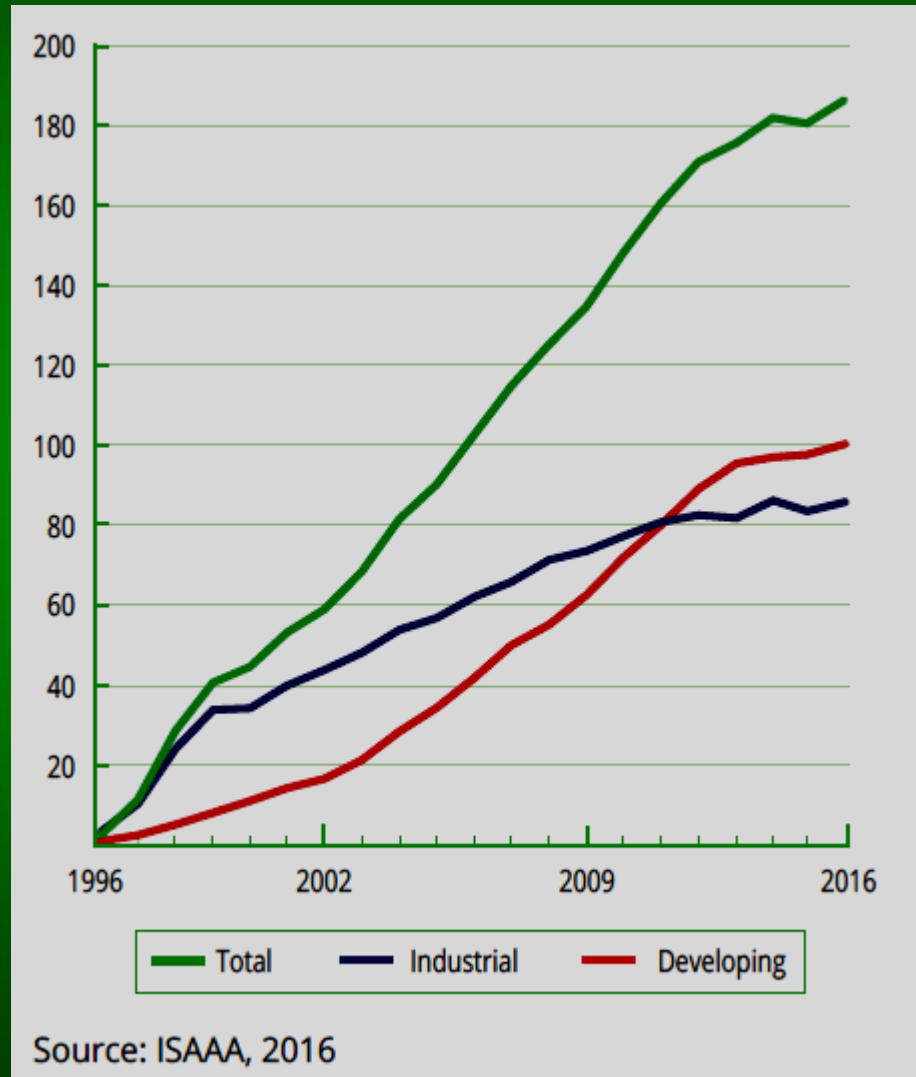


3. Schválené GMO



3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO

Osiata plocha v miliónoch hektárov



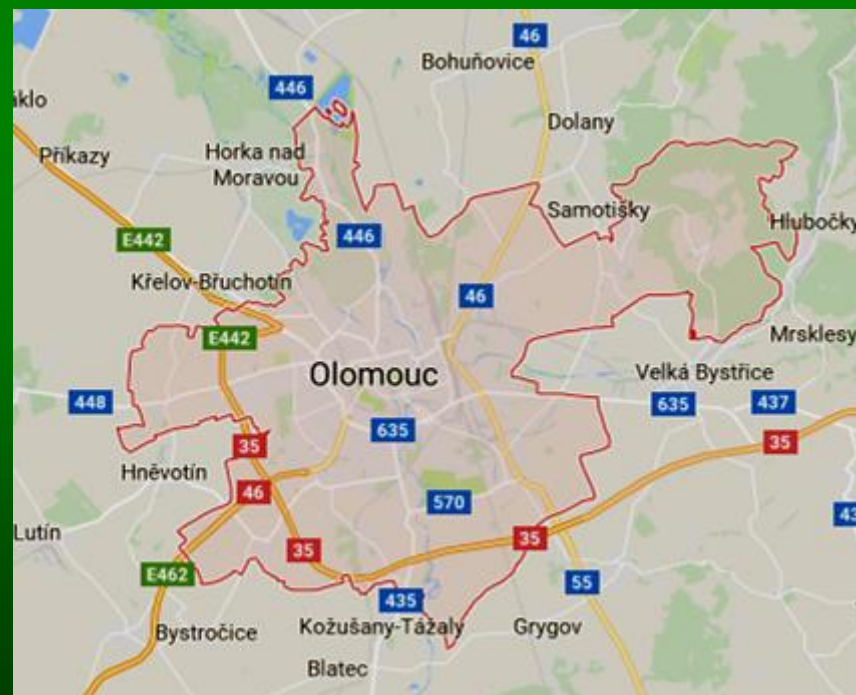
3. V súčasnosti trhovo dostupné GMO

Plocha Českej republiky je cca 7,9 milióna hektárov

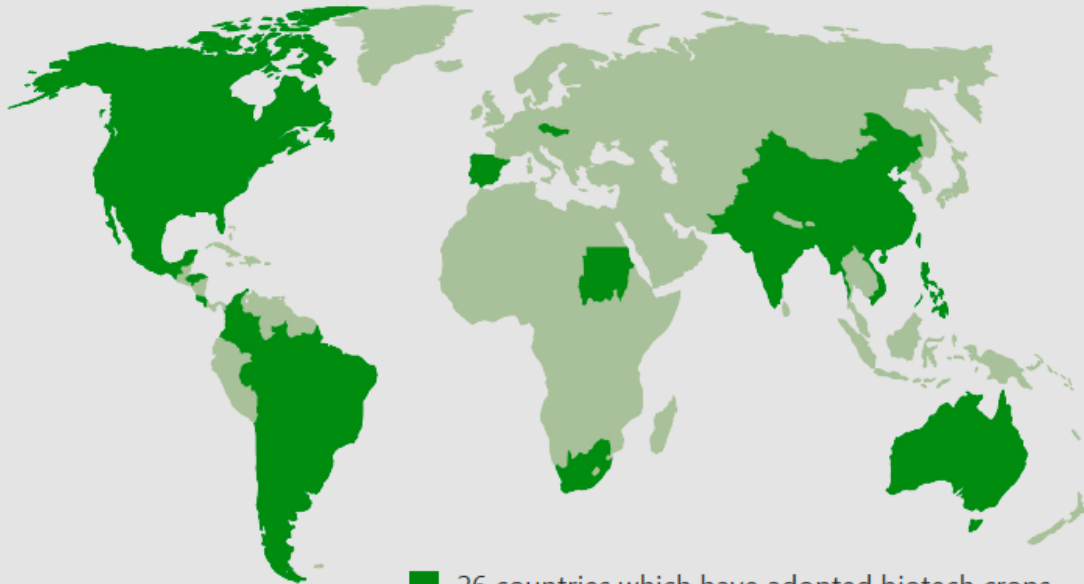
z toho obrábaná pôda je cca 2,6 milióna hektárov

z toho kukurica je cca 230 000 hektárov

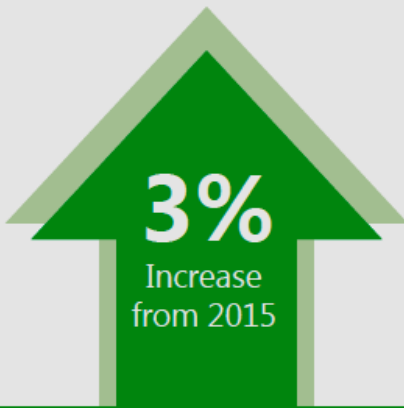
10 300 hektárov je plocha
Olomouca



3. Pestovanie GM plodín vo svete



■ 26 countries which have adopted biotech crops



In 2016, global area of biotech crops was 185.1 million hectares, representing an increase of 3% from 2015, equivalent to 5.4 million hectares.

Source: ISAAA, 2016.

50,000 hectares, or more

1.	USA	72.9 million
2.	Brazil*	49.1 million
3.	Argentina*	23.8 million
4.	Canada	11.6 million
5.	India*	10.8 million
6.	Paraguay*	3.6 million
7.	Pakistan*	2.9 million
8.	China*	2.8 million
9.	South Africa*	2.7 million
10.	Uruguay*	1.3 million
11.	Bolivia*	1.2 million
12.	Australia	0.9 million
13.	Philippines*	0.8 million
14.	Myanmar*	0.3 million
15.	Spain	0.1 million
16.	Sudan*	0.1 million
17.	Mexico*	0.1 million
18.	Colombia*	0.1 million

Less than 50,000 hectares

Vietnam*	Bangladesh*
Honduras*	Costa Rica*
Chile*	Slovakia
Portugal	Czech Republic

* Developing countries

3. pestovanie GM plodín v EÚ (v ha)

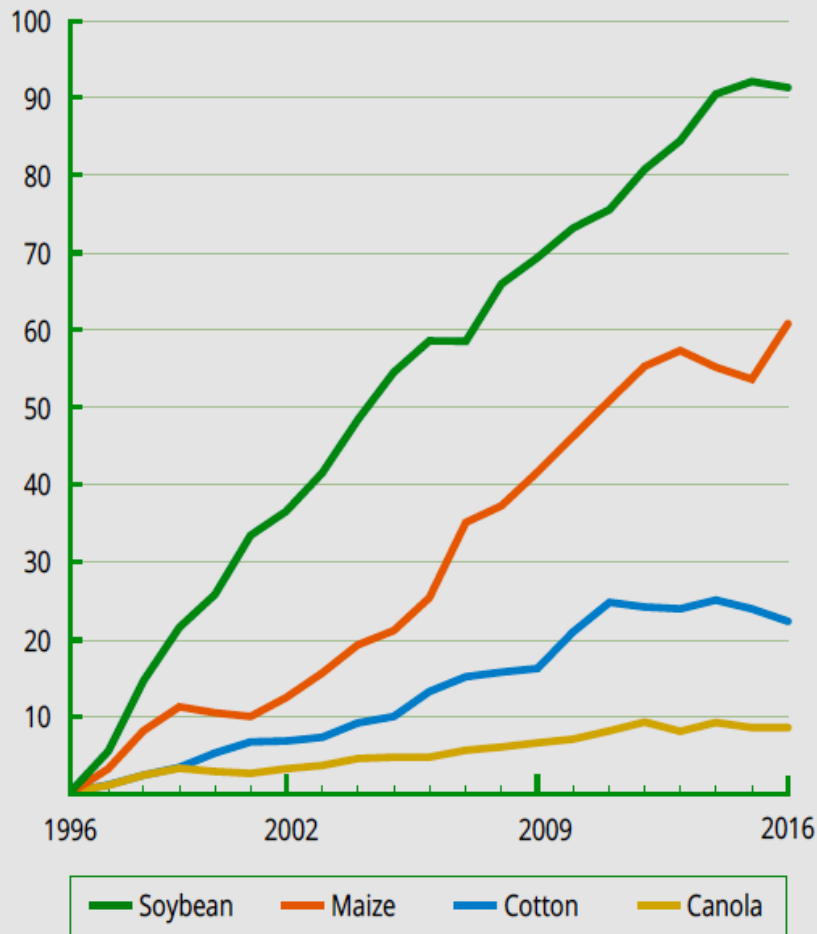
Table 29. Biotech Crop Area in the European Union, 2006-2016

	Country	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Spain	53,667	75,148	79,269	76,057	76,575	97,326	116,307	136,962	131,538	107,749	129,081
2	Portugal	1,250	4,263	4,851	5,094	4,868	7,724	9,278	8,171	8,542	8,017	7,069
3	Czechia	1,290	5,000	8,380	6,480	4,680	5,091	3,080	2,560	1,754	997	75
4	Romania	--	350	7,146	3,244	822	588	217	220	771	3	--
5	Slovakia	30	900	1,900	875	1,248	761	189	100	411	104	138
6	Germany	950	2,685	3,173	--	--	--	--	--	--	----	---
7	Poland	100	327	3,000	3,000	3,000	3,000	N/A	--	--	----	---
	Total	57,287	88,673	107,719	94,750	91,193	114,490	129,071	148,013	143,016	116,870	136,363

Source: ISAAA, 2016

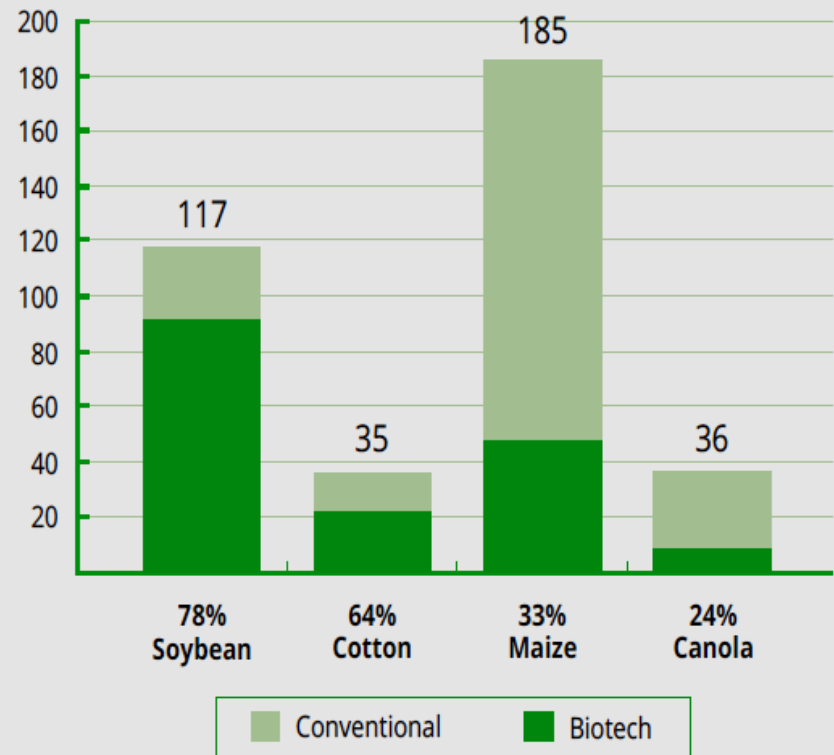
3. V súčasnosti trhovo dostupné GMO

Figure 10. Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2016: by Crop (Million Hectares)



Source: ISAAA, 2016

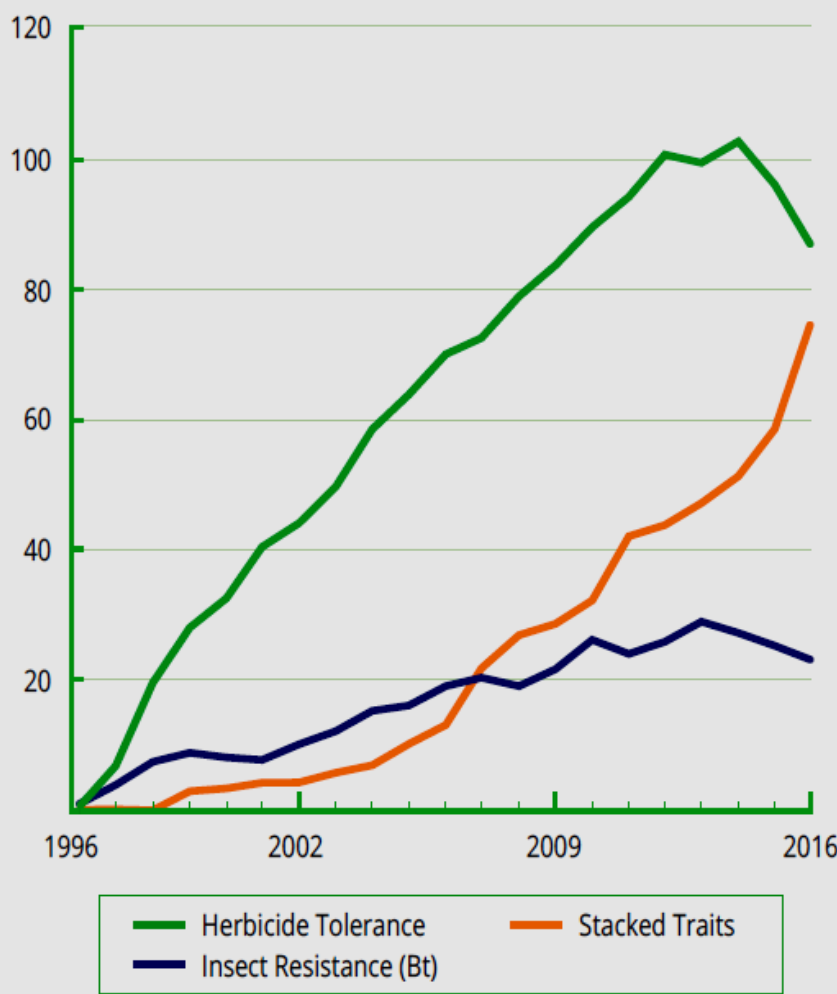
Figure 11. Global Adoption Rates (%) for Principal Biotech Crops, 2016 (Million Hectares)



Source: ISAAA, 2016

3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO

Figure 12. Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2016: by Trait (Million Hectares)



Traits	2015	%	2016	%
Herbicide Tolerance	95.9	53	86.5	47
Stacked Traits	58.5	33	75.4	41
Insect Resistance	25.2	14	23.1	12
Virus Resistance/ Other	<1	<1	<1	<1
Total	179.7	100	185.1	100

Source: ISAAA, 2016

3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO - EÚ

	jedlo/krmivo	iné	pestovanie
Bavlna	12	12	
Kukurica	26	26	1
Klinček			6
Repka olejná	4	4	
Sója	15	15	
Cukrová repa	1	1	

3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO

GM losos s pridaným promóterom pre rastový hormón (Aquabounty)



3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO

Vyvinutý 1989

Prvá žiadosť 1996

Máj 2013 proces hodnotenia v USA ukončený

2016 povolený v Kanade

2017 na trhu

GM losos sa môže páriť s divým lososom

Krista B. Oke, Peter A. H. Westley, Darek T. R. Moreau, and Ian A. Fleming
Hybridization between genetically modified Atlantic salmon and wild brown trout
reveals novel ecological interactions

Proc. R. Soc. B 22 July 2013 vol. 280 no. 1763

3. v súčasnosti trhovo dostupné GMO

„Zlatá ryža“ obohatená o β -karoténom

I. Potrykus, N Biotechnol. 2010 Nov 30;27(5):466-72
problémy s registráciou = zločin proti ľudskosti

Patent: Syngenta ho uvoľnila pre humanitárne využitie

M.J. Haskell, Am J Clin Nutr. 2012 Nov;96(5):1193S-203S.

Ľudský organizmus využije lepšie rastlinné zdroje ako obohatenú ryžu alebo kukuricu

G. Tang et al., Am J Clin Nutr. 2012 Sep;96(3):658-64.

β -karotén v Zlatej ryži je rovnako účinný ako čistý β -karotén v oleji a účinnejší ako špenát.

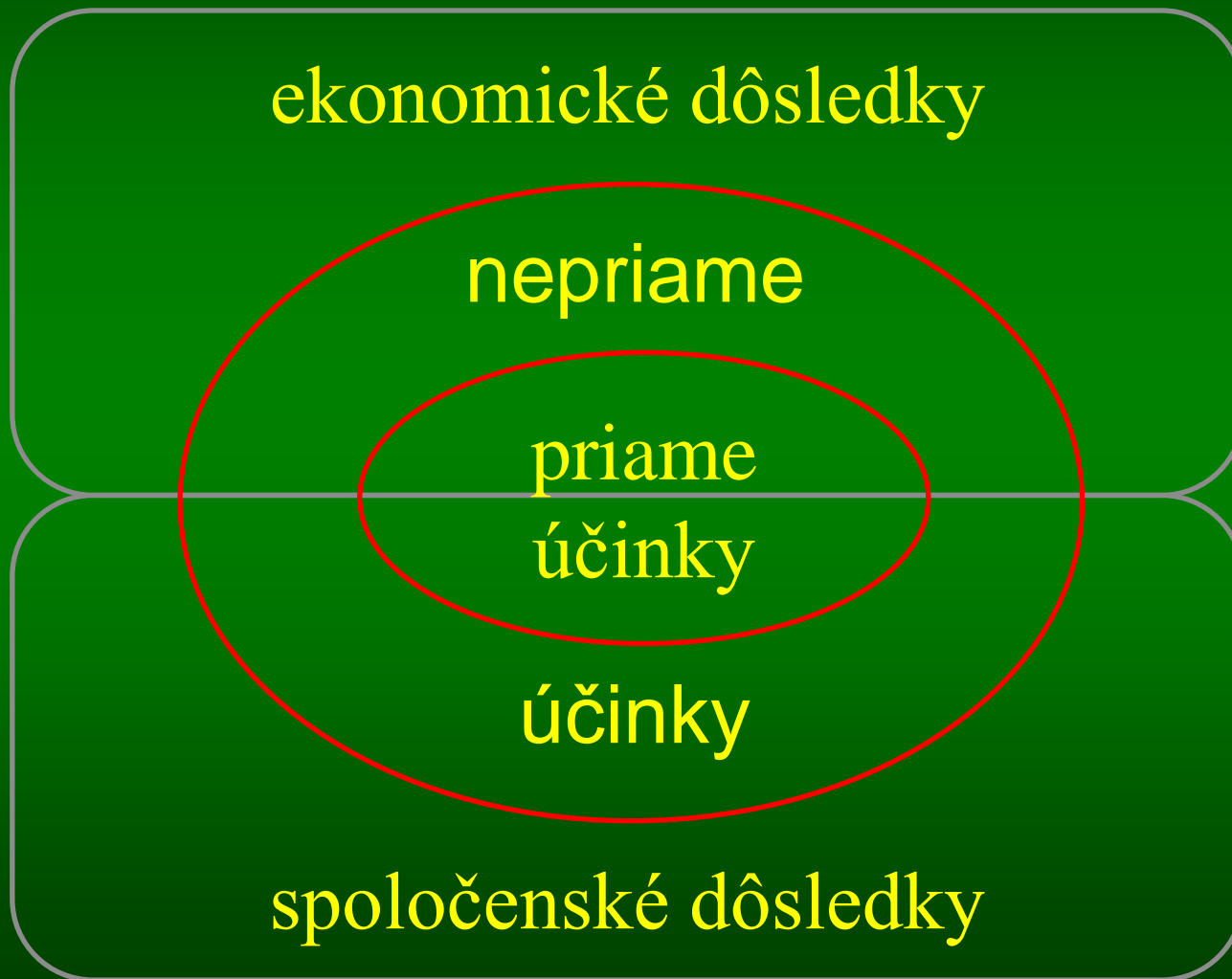
Slabiny štúdie: zdravé deti, bohatá mastná strava

4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Potenciálne riziká:

- ohrozenia ľudského zdravia
- ohrozenia životného prostredia a biodiverzity
- spoločenské ohrozenia
- etické otázky

Odhad rizika: identifikácia rizík
 určenie pravdepodobnosti



Odhad rizika: identifikácia rizík
 určenie pravdepodobnosti

striktná vedecká metóda (GLP, ISO) používaná v
definovanom prostredí



priame
účinky

4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Pre človeka

nové alergie

poškodenia orgánov

nežiadúce účinky neschválených plodín

4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Pre človeka

Effect of Diets Containing Genetically Modified Potatoes Expressing Galanthus Nivalis Lectin on Rat Small Intestine.

Ewen and Pusztai, The Lancet, Volume 354, Issue 9187, Pages 1353 – 1354, 16 October 1999

Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize.

Séralini et al., Food and Chemical Toxicology
Volume 50, Issue 11, November 2012, Pages 4221–4231

Odhad rizika: identifikácia rizík
 určenie pravdepodobnosti

nepriame

**krok za vplyv
samotnej rastliny**

účinky

4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Pre človeka

Potenciálna karcinogenita herbicídu RoundUp

WHO - asi áno

FAO - asi nie

4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Skupina 1	Karcinogénny pre ľudí	120
Skupina 2A	Pravdepodobne karcinogénny pre ľudí	81
Skupina 2B	Možno karcinogénny pre ľudí	299
Skupina 3	Nedá sa klasifikovať ako karcinogénny pre ľudí	502
Skupina 4	Pravdepodobne nie je karcinogénny pre ľudí	1

4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Pre ekosystém

prenos génu na iné rastliny

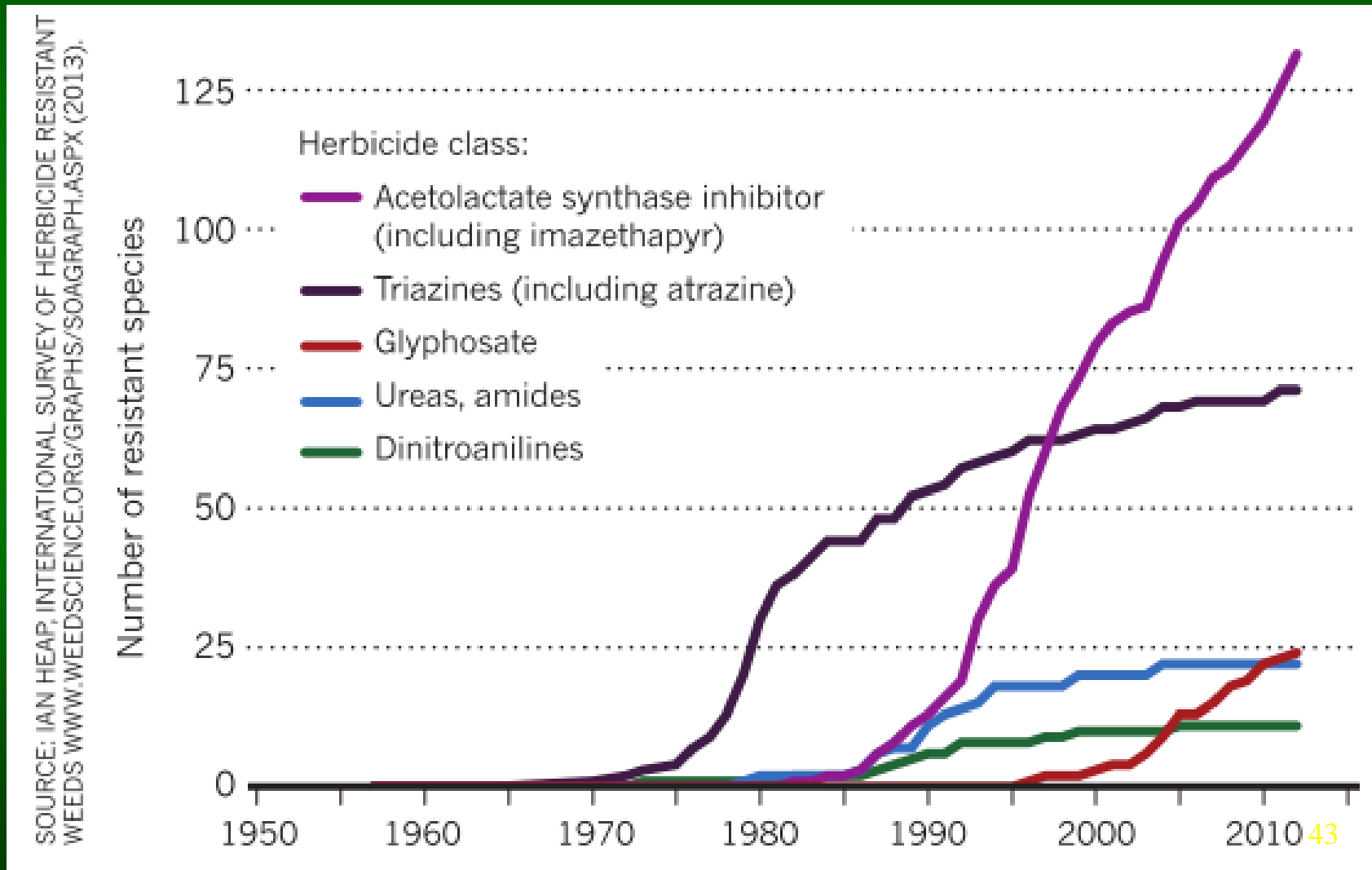
vznik „superburín“ a rezistentného hmyzu

útok na necieľové organizmy

pokles biodiverzity

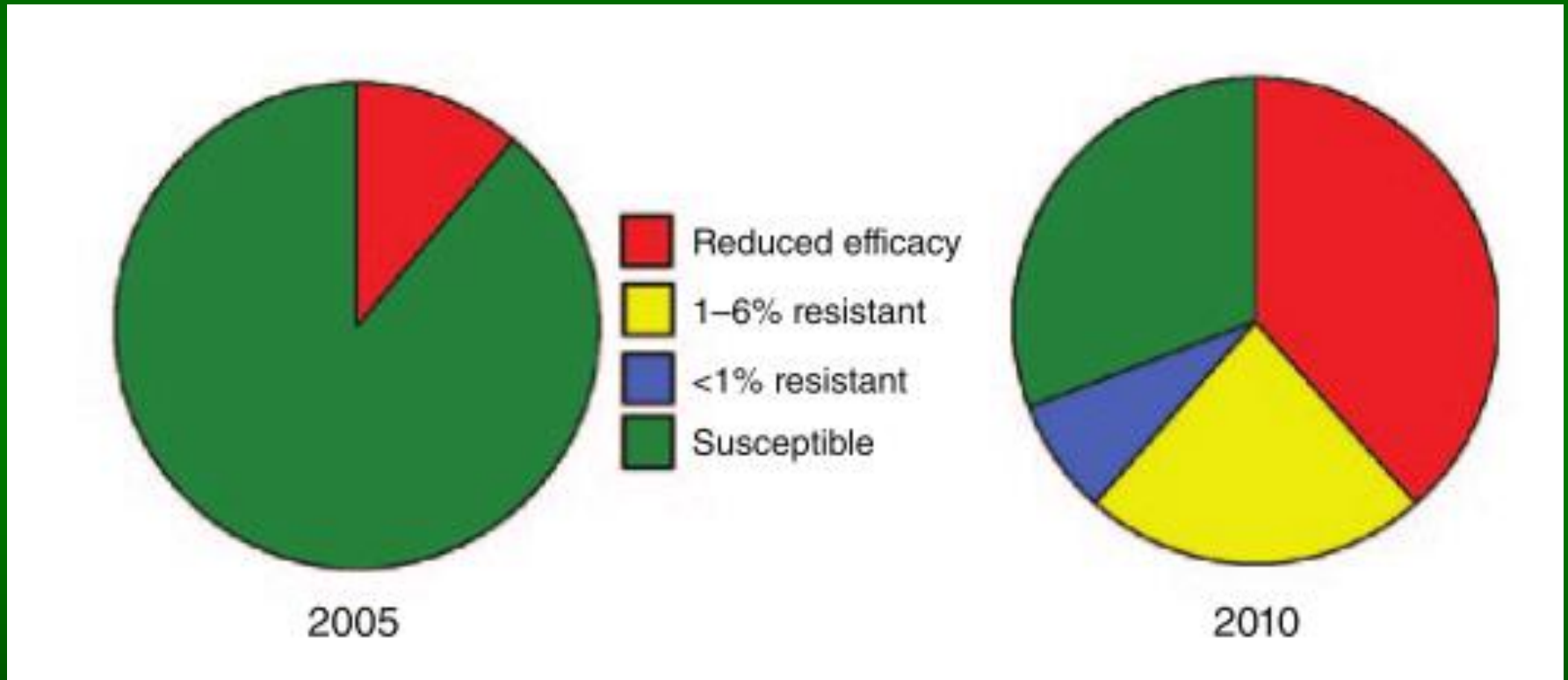
4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Pre ekosystém



4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Pre ekosystém



Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres B. E. Tabashnik, T. Brévault & Y. Carrière *Nature Biotechnology* (2013) 31, 510-521

4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Pre ekosystém



Yanhui Lu et al. *Science* 28 May 2010: Vol. 328 no. 5982 pp. 1151-1154

Mirid Bug Outbreaks in Multiple Crops Correlated with Wide-Scale Adoption of Bt Cotton in China

4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Pre ekosystém



1. Quist, D. & Chapela, I. *Nature* 414, 541–543 (2001)
2. Cleveland, D. A. *et al.* *Environ. Biosafety Res.* 4, 197–208 (2005).
3. Álvarez-Buylla *et al.*, *Molecular Ecology* 18 (4), pp. 750-761 (2009)

Odhad rizika: identifikácia rizík
 určenie pravdepodobnosti

ekonomické dôsledky

nepriame

priame
účinky

účinky

spoločenské dôsledky

4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

Spoločenské

rast monokultúr

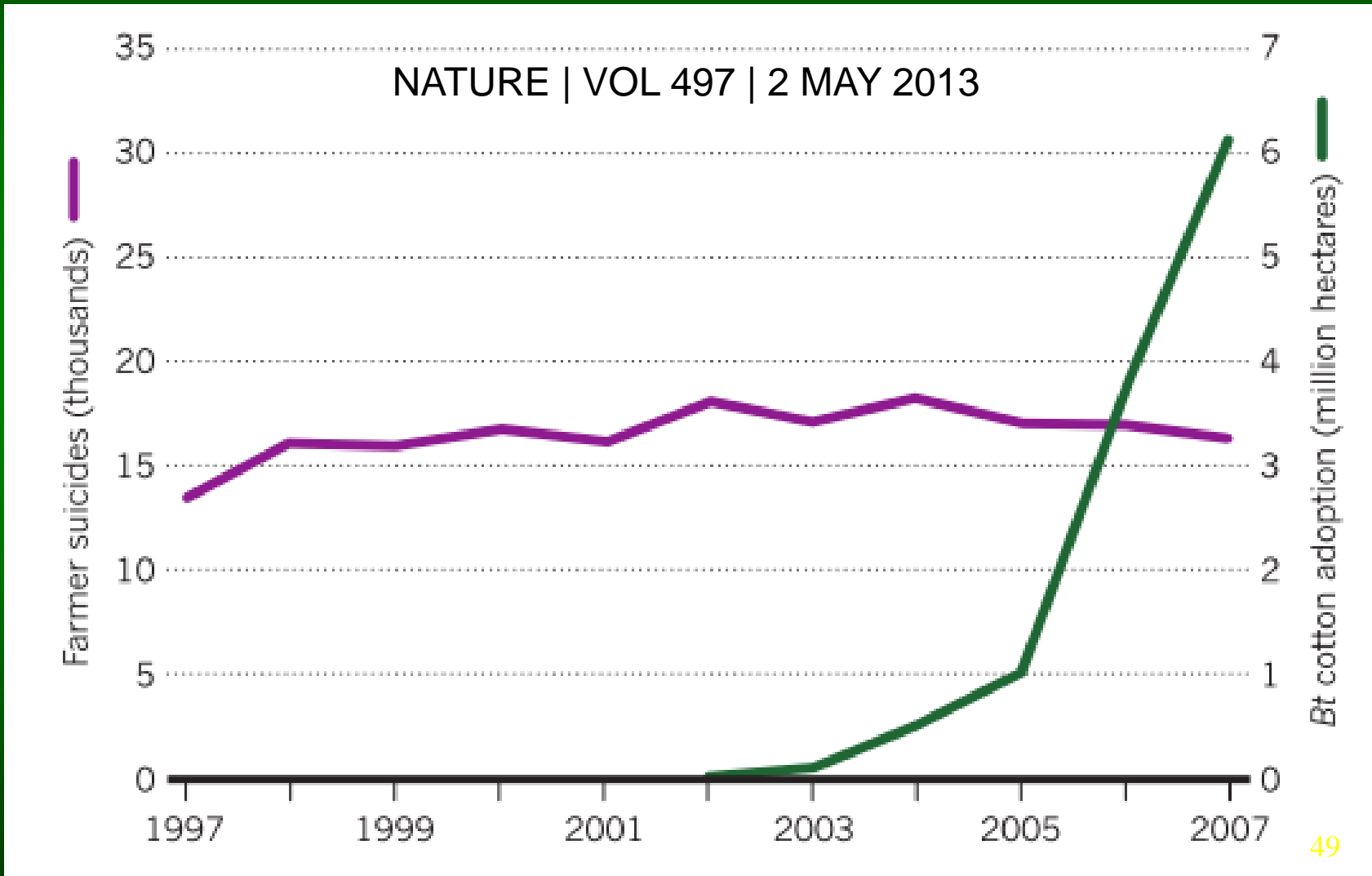
rast cien plodín / potravín

patentované semená

centralizácia produkcie

4. environmentálne, spoločenské a etické riziká

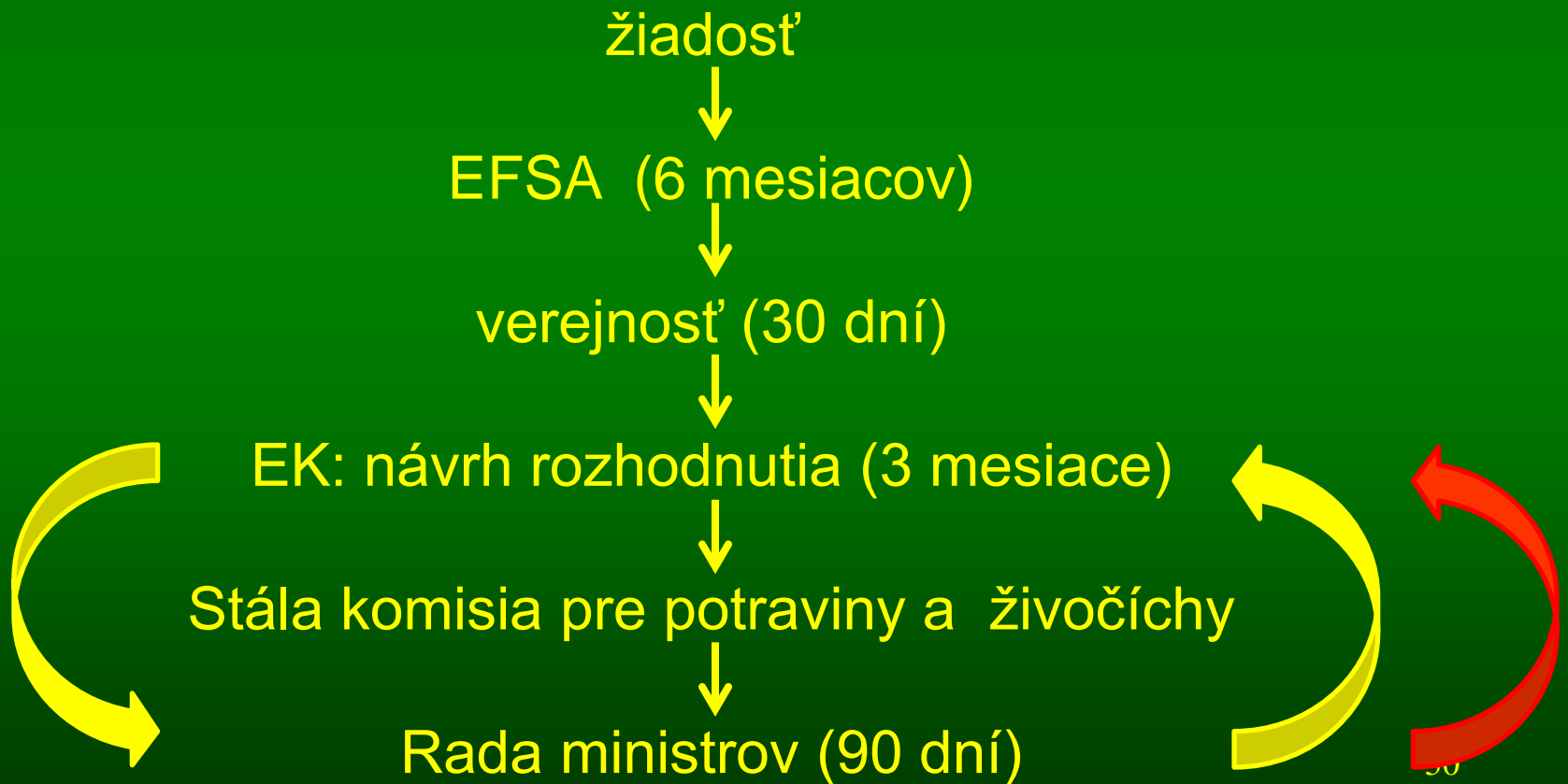
Spoločenské



5. legislatíva

Povolenie: na úrovni EÚ: 1829/2003, 1830/2003, 1137/2008

Budúcnosť: na úrovni členských štátov

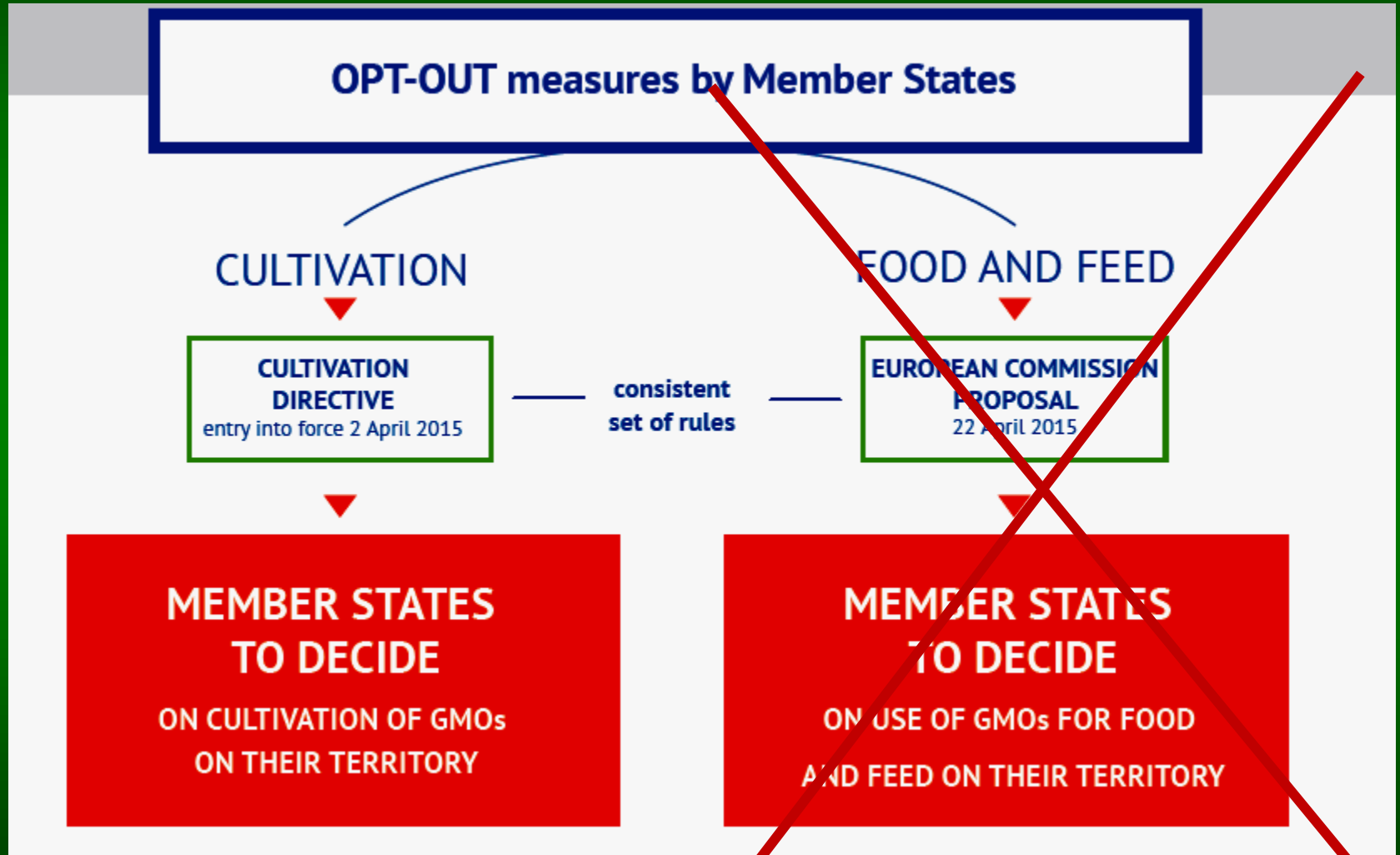


5. legislatíva

Značenie produktov obsahujúcich GMO: vyžaduje EÚ
legislatíva
zahrnuje stopovateľnosť od poľa po policu
prah 0.9%

5. legislativa

Direktiva 2015/412



5. legislatíva

Opt-out:

Rakúsko, Valónsko, Škótsko, Wales, Severné Írsko,
Bulharsko, Chorvátsko, Cyprus, Dánsko, Francúzsko,
Nemecko, Grécko, Maďarsko, Taliansko, Litovsko,
Lotyšsko, Luxembursko, Malta, Holandsko, Poľsko,
Slovinsko

5. legislativa

http://www.mzp.cz/registr_povolenych_geneticky_modifikovanych_organismu

Kontakty Mapa webu English Vyhledat

Ministerstvo životního prostředí



Rizika pro životní prostředí / Geneticky modifikované organismy (GMO) / Registry / Registr povolených geneticky modifikovaných organismů

MŽP
Ministerstvo
Zahraniční vztahy
Legislativa
Pro novináře
Pro veřejnost

TÉMATA
Moravskoslezský kraj
Ochrana ovzduší
Voda
Odpadové hospodářství
Příroda a krajina

Rizika pro životní prostředí

- Geneticky modifikované organismy (GMO)
 - Česká komise pro nakládání s GMO
- ▶ Registry
- Legislativa
- Formuláře a metodické pokyny

Registr povolených geneticky modifikovaných organismů

Registr obsahuje seznam geneticky modifikovaných organismů, s nimiž je možno nakládat na základě udělení povolení MŽP podle zákona č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, ve znění pozdějších předpisů.

[Registr povolených geneticky modifikovaných organismů](#)

- [Souhrnný seznam schválených GMO](#)
- [GMO schválené pro uzavřené nakládání](#)
- [GMO schválené pro uvádění do životního prostředí](#)
- [GMO schválené pro uvádění do oběhu](#)

Kalendář akcí

Akce MŽP a resortních organizací

03.06.2013 - 30.11.2013 - [Soutěž Můj kousek Země](#)

12.06.2013 - 31.12.2013 - [Soutěž Lidé v geoparcích](#)

[Další akce](#)

Akce zaštitěné MŽP

03.06.2013 - 31.12.2013 - [Vzdělávací programy GLOBE a Les ve škole](#)

03.06.2013 - 31.12.2013 - [Soutěž Výrobek - technologie roku 2013](#)

[Další akce](#)



SK  22:10
16. 9. 2013