



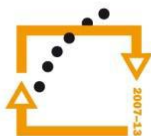
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdelávání  
pro konkurenceschopnost

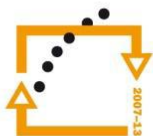
INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

# „Propojení výuky oborů Molekulární a buněčné biologie a Ochrany a tvorby životního prostředí“

Reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/28.0032



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

*„K solidnímu hororu stačí představa české vsi s hejny zimovzdorných papoušků vylétajících na lup z neproniknutelných liánových houštin zimovzdorných okurek a rajčat. A to není zas tak nereálné....“ (Pyšek et Sádlo 2004).*

# Genetické hybridizace

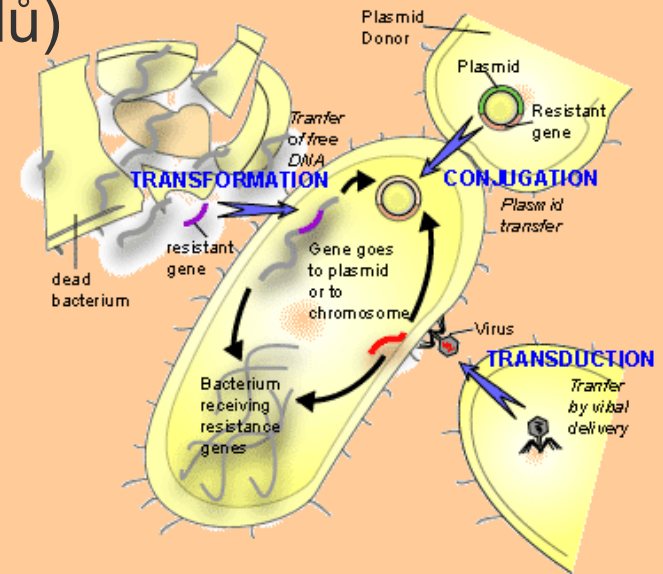
**Přenos genetické informace - důležitý potenciál pro evoluci.**

**Běžně mezi jedinci jednoho druhu – společný genofond (gene-pool).**

- **Dochází k přenosu genetické informace mezi druhy (mezidruhové hybridizaci)?**
- **Co se stane, když dojde k přenosu genetické informace mezi druhy?**
- **Jak často k takovému obohacení o novou genetickou informaci může přirozeně docházet?**
- **Jak je takový proces úspěšný?**
- **Jaké jsou důsledky takových přenosů?**
- **Jaké jsou/ mohou být důsledky přenosů indukovaných člověkem?**

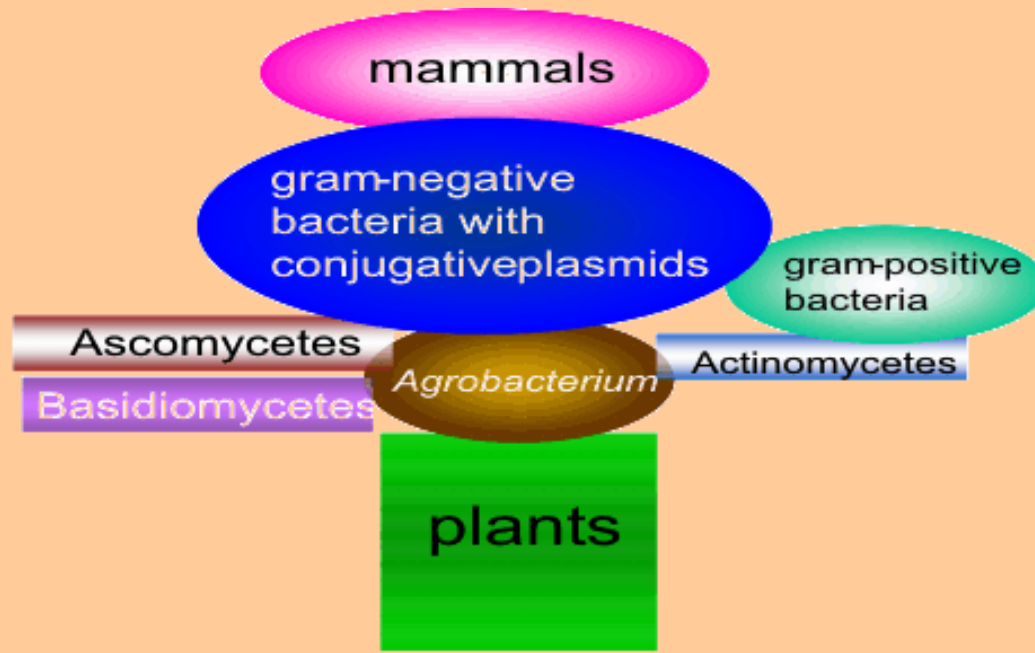
# Horizontální přenos gen. informace

- Evoluce nejen na základě vertikálních přenosů genových rekombinací a nových genetických mutací
- asimilace celých organismů (endosymbióza)
- fúze celých genomů (volná DNA)
- vložení menších genových úseků (transpozony, plazmidy, retrotranspozony, plastidy)
- vložení části genů (nukleotidů)



# Horizontální přenos - Eucaryota

- z bakterie na kvasinky
- ze semiautonomních organel (mitochondrie, plastidy)
- symbiotická bakterie (Wolbachia) → brouk (*Callosobruchus chinensis*)
- rostliny (Raflesiaceae) → genomu jejich parazitů

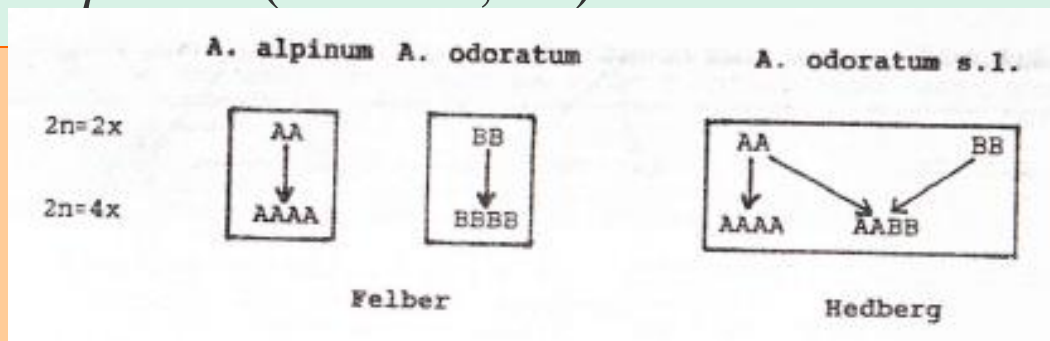


- nové vlastnosti
- metabolické funkce
- patogenita
- virulence
- rezistence

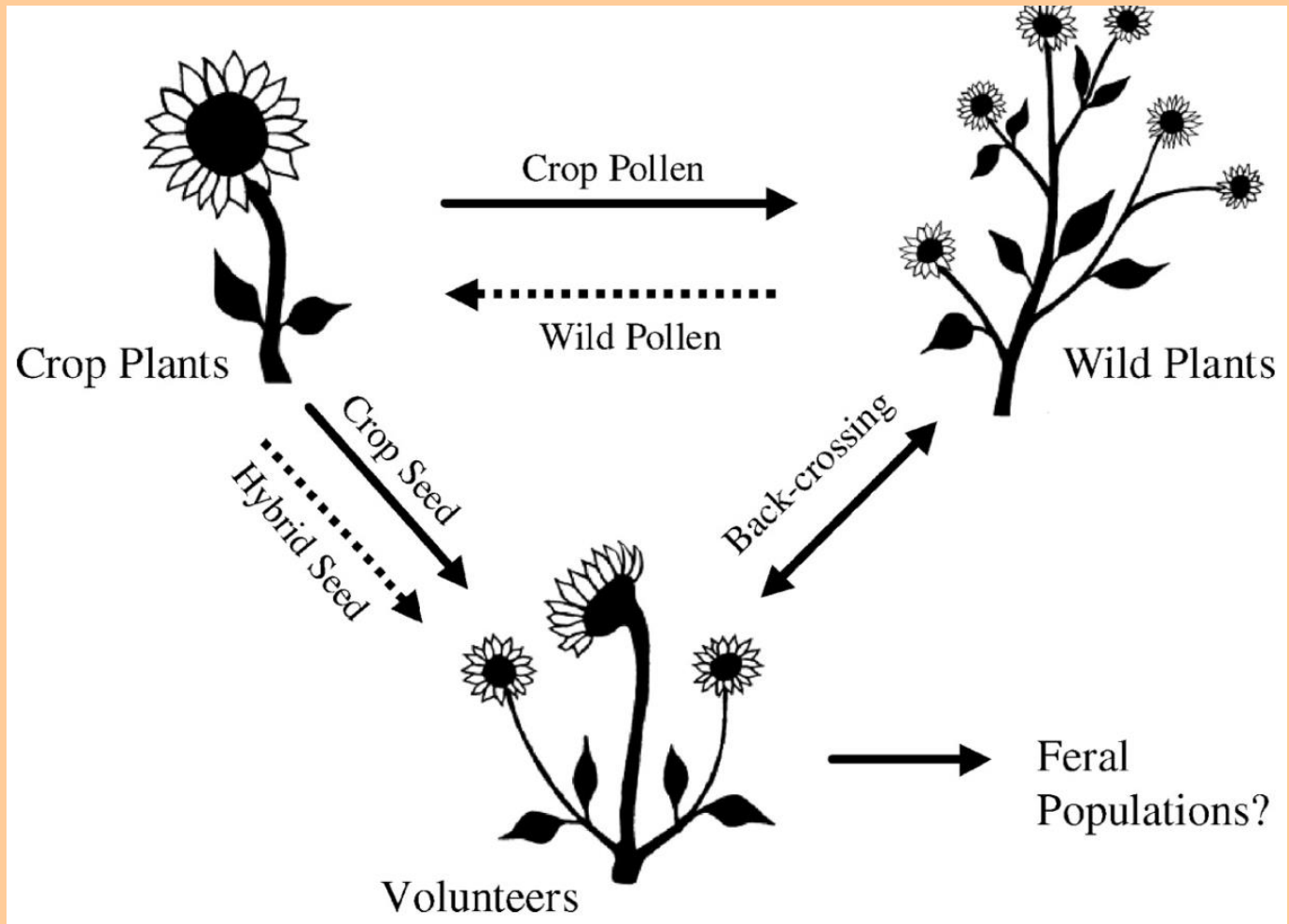
# Příčiny taxonomické obtížnosti trav

- polyploidizace (až 80%)
- dlouhověkost
- plasticita (reprodukce, morfologická, ekologická, fyziologická)
- diferencované typy trav rostou často pohromadě – mezidruhov<sup>á</sup> hybridizace

- *Anthoxanthum odoratum* ( $2n = 2x, 4x$ ) vs. *A. alpinum* ( $2n = 2x, 4x$ )



# Most mezi plodinami a divokými druhy





# Případ violek u Rennerovek

## *Viola lutea* subsp. *sudetica*

- Silně ohrožená C2
- Luční porosty (*Nardion*)
- $2n=48$



## *Viola tricolor* subsp. *tricolor*

- ruderalní i extrémní stanoviště
- vazba na vápencový štěrk
- $2n=26$





# Hybridizace

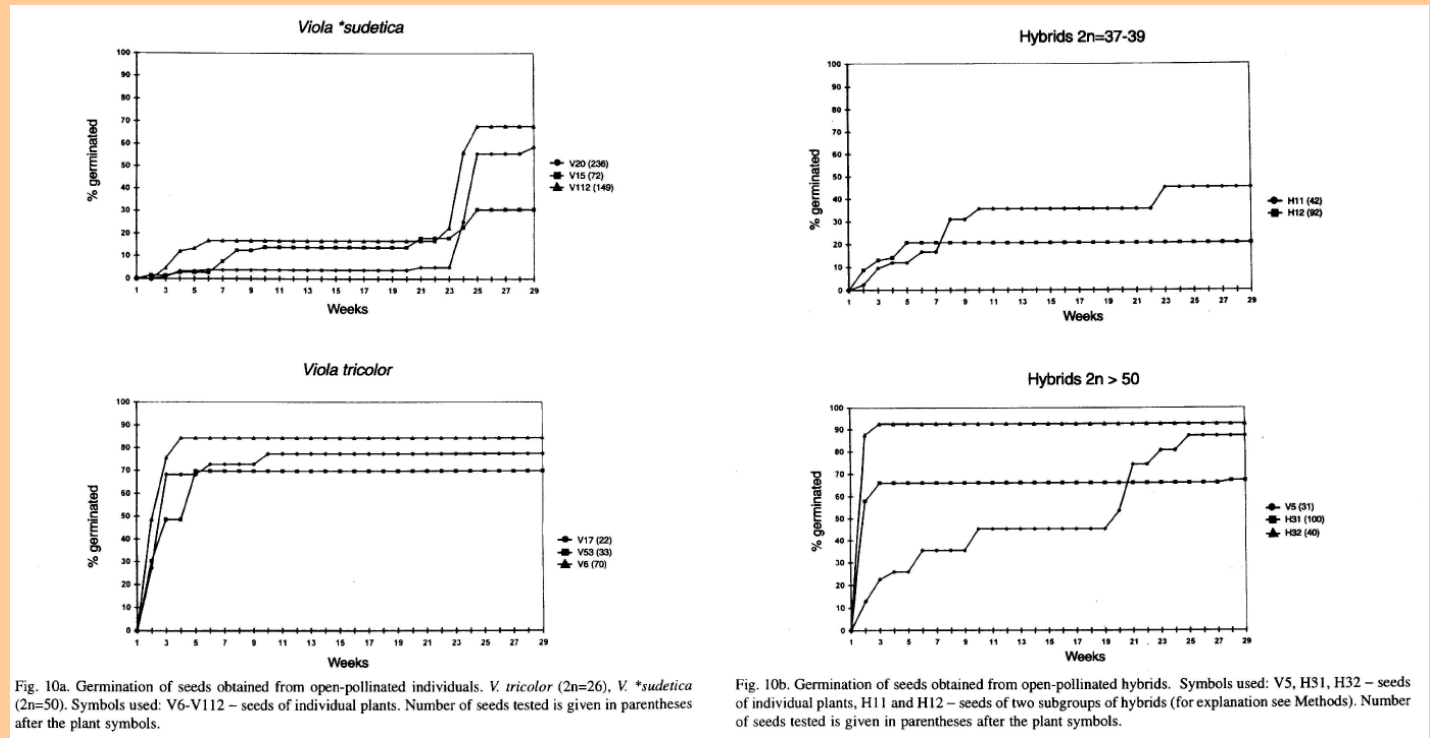
- Nepravidelnosti v meióze - čtyři chromozomové skupiny
- Hybridi 50 – 300 semen, klíčivost 10%
- Počet chromozómů  $2n = 42 - 44$
- Výrazná proměnlivost v barvě květů (tmavě modrá – růžová – žlutá)
- Tvar palistů



# Rychlost klíčení

mateřské druhy

hybridy



# Hybridní roj se znaky neznámými u rodičů

- samosprašnost
- jiná morfologie pylu
- rychlejší klíčení semen
- zvyšování počtu chromozómů  
( $2n=62$ )
- obsazování nových typů  
společenstev



- Zábřana v křížení nemusí být pouze reprodukční
- Druhy nemusí být ohroženy pouze přímou likvidací
- Skrytá genetická eroze
- Procesy probíhající v chráněném území
- Jak moc je akutní u ostatních (chráněných) druhů?

# ...violek je víc



V Krkonoších:

- *Viola* × *wittrockiana* – vznik z *V. tricolor*, *V. lutea*, *V. altaica*
- Snáší i nízké teploty, dlouho kvete
- Křížení s *V. lutea* subsp. *sudetica* zaznamenána u Pece pod Sněžkou



jestřábník oranžový (*Hieracium aurantiacum*)



oměj Stoerckův (*Aconitum* × *cammarum*)



kuklík šarlatový (*Geum coccineum*) - balkán

# Případ *Pinus rotundata*

## *Pinus mugo*

- horní hranice lesa
- S hranice - Krkonoše



+ *Pinus sylvestris*

## *Pinus rotundata*

- S od Alp (endemit stř. Evr.)
- suprakolinní a submont.
- monokormní
- C3





## *Pinus × pseudopumilio*

- Z a J Čechy, Šumava, Slavkovský les, Orlické hory, Krušné hory
- již poč. holocenu



## *Pinus × digenea*

- izolace, vysoušení rašelinišť
  - staré (genotypově čistější) stromy nahrazovány hybridy
- v ČR neexistuje čistá populace *P. rotundata*

Reprezentativní zdroj genofondu v ČR:

1. Slavkovský les, **NPR Kladské rašeliny – Tajga**;
2. Třeboňská pánev, **NPR Červené blato**;
3. Hrubý Jeseník, **NPR Rejvíz**.



**kostřava drsnolité** (*Festuca brevipila*) součást travních směsí  
kostřava nízká (*Festuca supina*)



***Epilobium ciliatum*** (= *E. adenocaulon*) – pův. v S  
Americe, neofyt

*E. alsinifolium* (žabincolistá; C3), *E. anagallidifolium*  
(drchničkolistá; C2), *E. nutans* (nící; C2)



# Genetická homogenizace

- hybridizace ohrožuje původní (vzácné) druhy a malé přirozené populace,
- křížením ztrácí svou identitu
- hybridizace sama může být příčinou invaze
- změny v genomu



# Příklady člověkem zaviněných hybridizací (r. 2000)

Hybrid taxon	Parental species	Region	Conservation concern of hybrid taxon
<i>Adenocarpus</i>	<i>A. foliosa</i> × <i>A. viscosus</i>	Canary Islands	Range expansion
<i>Agrostis</i>	<i>A. stolonifera</i> × <i>A. capillaris</i>	Netherlands	—
<i>Arbutus xandrosterilis</i>	<i>A. unedo</i> <sup>b</sup> × <i>A. canariensis</i>	Canary Islands	—
<i>Argyranthemum</i>	<i>A. frutescens</i> × <i>A. coronopifolium</i>	Canary Islands	Genetic assimilation
<i>Cardamine insueta</i>	<i>C. rivularis</i> × <i>C. amara</i>	Switzerland	Weed
<i>Carex</i>	<i>C. nigra</i> × <i>C. elata</i> , <i>C. aquatilis</i> , <i>C. acuta</i>	Netherlands	—
<i>Carpobrotus</i>	<i>C. edulis</i> <sup>b</sup> × <i>C. chilensis</i>	California	Aggressive growth
<i>Carpobrotus</i>	<i>C. edulis</i> <sup>b</sup> × <i>C. acinaciformis</i> <sup>b</sup>	France	Aggressive growth
<i>Centaurea</i>	<i>C. nigra</i> <sup>b</sup> × <i>C. jacea</i> <sup>b</sup>	USA	Weed
<i>Crataegus</i>	<i>C. monogyna</i> <sup>b</sup> × <i>C. douglasii</i> var. <i>suksdorfii</i>	Oregon	—
<i>Cypripedium</i>	<i>C. candidum</i> × <i>C. pubescens</i>	Iowa	Range expansion
<i>Equisetum</i>	<i>E. fluviatile</i> × <i>E. arvense</i>	Netherlands	—
<i>Eucalyptus</i>	<i>E. risdonii</i> × <i>E. amygdalina</i>	Tasmania	Range expansion
<i>Fallopia</i> × <i>bohemica</i>	<i>F. japonica</i> var. <i>japonica</i> <sup>b</sup> × <i>F. sachalinensis</i> , <i>F. japonica</i> var. <i>compacta</i> <sup>b</sup>	UK	Aggressive growth
<i>Grevillea</i>	<i>G. glabella</i> × <i>G. baueri</i> <sup>b</sup> , <i>G. rosmarinifolia</i> <sup>b</sup> , <i>G. juniperina</i> <sup>b</sup>	Australia	Range expansion
<i>Helianthus annuus</i> subsp. <i>texanus</i>	<i>H. annuus</i> <sup>b</sup> × <i>H. debilis</i>	Texas	Weed
<i>Heracleum</i>	<i>H. mantegazzianum</i> <sup>b</sup> × <i>H. sphondylium</i>	UK	Aggressive growth
<i>Juncus</i>	<i>J. acutiflorus</i> × <i>J. articulatus</i>	Netherlands	—
<i>Lantana</i>	<i>L. depressa</i> × <i>L. camara</i>	Florida	Aggressive growth
<i>Lavandula</i>	<i>L. canariensis</i> × <i>L. pinnata</i>	Canary Islands	Genetic assimilation
<i>Lonicera</i> × <i>bella</i>	<i>L. tatarica</i> <sup>b</sup> × <i>L. morrowi</i> <sup>b</sup>	Eastern USA	Aggressive growth
<i>Lythrum</i>	<i>L. salicaria</i> <sup>b</sup> × <i>L. alatum</i>	Minnesota	Genetic assimilation
<i>Menta</i>	<i>M. aquatica</i> × <i>M. arvensis</i>	Netherlands	—
<i>Opopordum</i>	<i>O. acanthium</i> <sup>b</sup> × <i>O. illyricum</i> <sup>b</sup>	Australia	Weed
<i>Opuntia occidentalis</i>	<i>O. ficus-indica</i> <sup>b</sup> × <i>O. littoralis</i>	California	Weed
<i>Raphanus</i>	<i>R. angustifolius</i> × <i>R. minor</i>	California	Genetic assimilation
<i>Senecio cambrensis</i>	<i>S. squalidus</i> <sup>b</sup> × <i>S. vulgaris</i>	UK	Aggressive growth
<i>Spartina anglica</i>	<i>S. alterniflora</i> <sup>b</sup> × <i>S. maritima</i>	UK, Washington	Aggressive growth
<i>Spartina</i>	<i>S. alterniflora</i> <sup>b</sup> × <i>S. foliosa</i>	California	Range expansion
<i>Taraxacum</i>	<i>T. platycarpum</i> × <i>T. officinale</i> <sup>b</sup>	Yokai (Japan)	—
<i>Tragopogon miscellus</i>	<i>T. dubius</i> <sup>b</sup> × <i>T. pratensis</i> <sup>b</sup>	Idaho	Range expansion
<i>Vaccinium</i>	<i>V. angustifolium</i> <sup>b</sup> × <i>V. corymbosum</i>	Germany	Range expansion
<i>Viola</i>	<i>V. tricolor</i> × <i>V. sudetica</i>	Czech Republic	Range expansion





# GMO

Organismy nesoucí nové kombinace dědičného materiálu vytvořené lidským zásahem, metodami soudobé biotechnologie.



- V ČR upraveno zákonem č. 153/2000 Sb. (od 1. ledna 2001 )
- Změny nebylo dosaženo křížením nebo šlechtěním
- Mikroorganismy, rostliny, živočichy a buněčné kultury
- Nevztahuje se na člověka

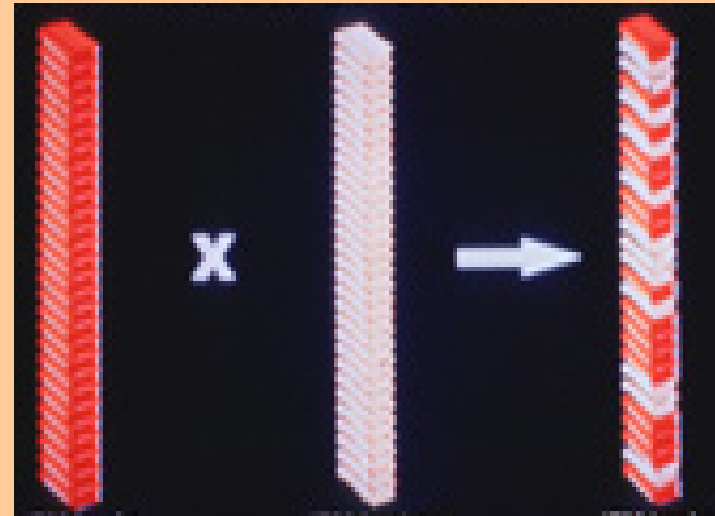
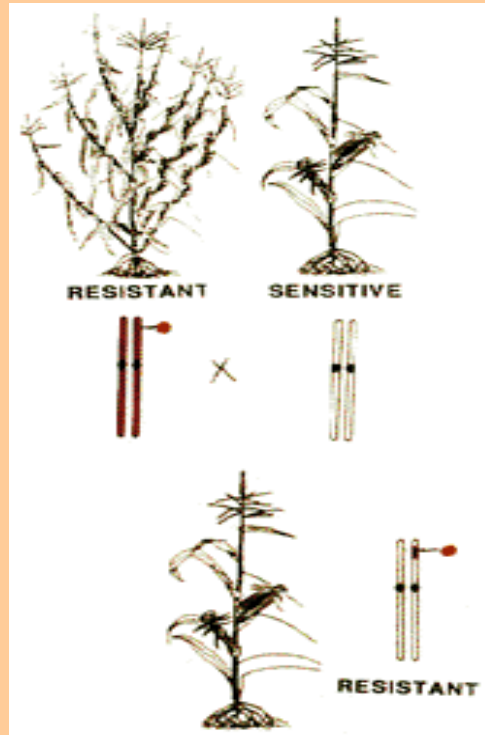
# Světový kontext

- Populační růst
- Omezené zdroje (půda, voda)
- Dostupnost jídla

- Technologické možnosti ke zvýšení produkce
- Podmínky hospodářské a potravinové politiky



# Rozdíl proti šlechtění



1000 Genes in  
Line A

1000 Genes in  
Line B

1000 Genes in  
Hybrid



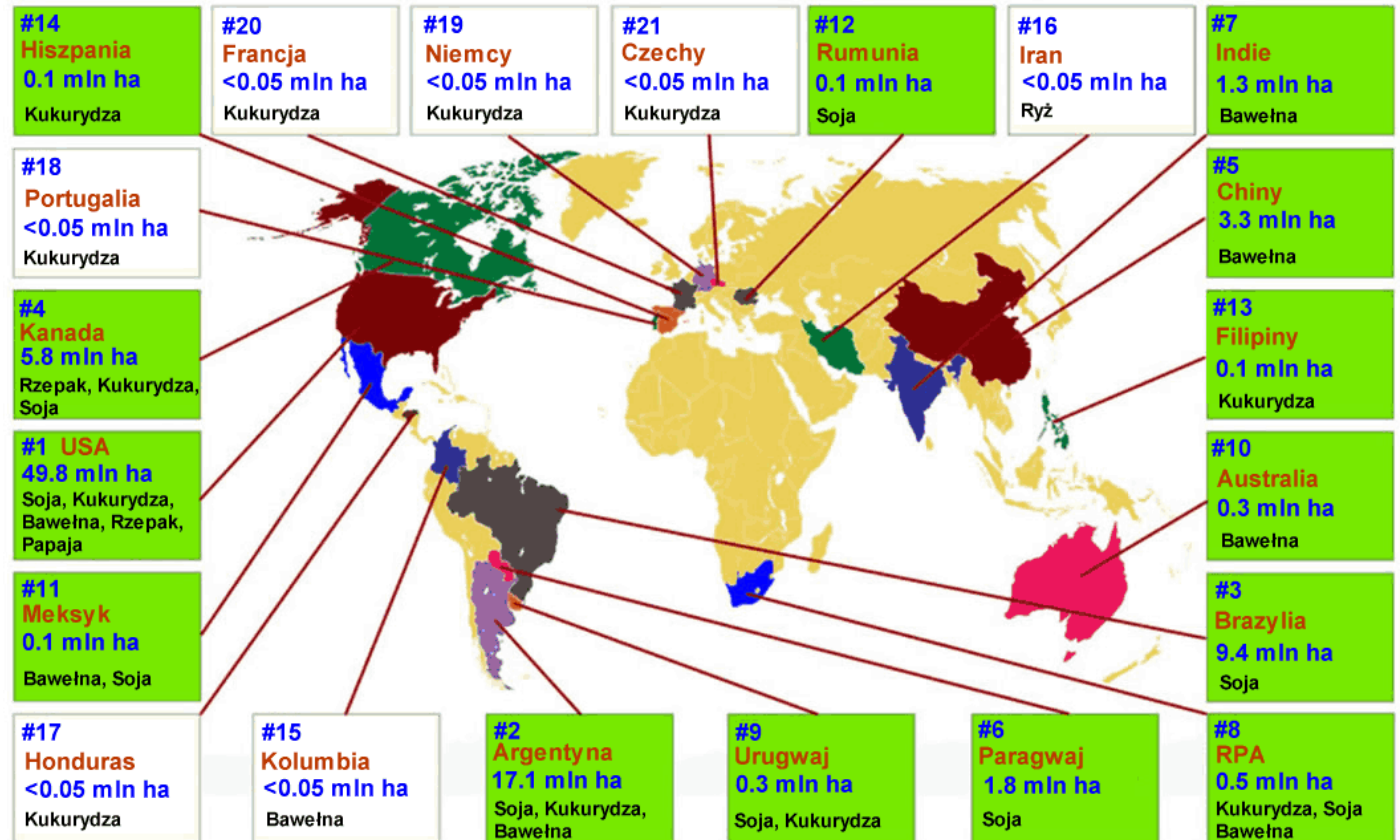


# Význam GMO



- Křížení „nekřížitelného“
- Menší znečišťování prostředí – nižší spotřeba chemikálií
- Levnější produkce – nutriční látky a suplementy, léky, paliva
- Snížení problémů s hladověním
- Pokroková vědecká technologie - je bezpečná a kontrolovatelná; izolovaný gen je možné vložit kamkoliv (× šlechtění)
- Vkládání selekčně výhodných znaků – potřebujeme zvýhodnit zemědělskou plodinu

# Kraje o największym areale upraw GMO w 2005 roku



14 tzw. Mega-Krajów GMO, w których areal upraw jest równy 50 tys. ha lub większy.

Source: Clive James, 2005

Tłumaczenie: [www.BioTechnolog.pl](http://www.BioTechnolog.pl)

# Rizika GMO

- Jednotlivé druhy rostlin se liší od živočichů i od modelových organismů
- Některé druhy se mezi sebou kříží (hybridní roje)
- Přežívají dlouhou dobu (klonalita/ dormance)
- Vnitrodruhová variabilita (mezi-/ vnitropopulační)
- Závislost na podmínkách prostředí (klima)



# Rizika GMO

- Přímý únik a jejich rozšíření – nové invazní druhy
- Únik genů do planých druhů jako důsledek křížení – rezistence vůči herbicidům, chorobám a škůdcům, stresovým faktorům....
- Vznik nových kombinací genů – zcela nové vlastnosti
- Konkurence/ nahrazení místních (původních) druhů – narušení ekosystémových vazeb
- Zvýšení rychlosti ekosystémových procesů/ změn – invaze, vymírání, křížení se zrychlují s narůstajícím počtem jedinců
- Selekčně výhodné znaky za určitých okolností zvýhodňují svého nositele - rezistence obvykle není zadarmo ale....
- Selekčně výhodné znaky se rychle prosadí – plodina i plevel pod stálým působením herbicidu





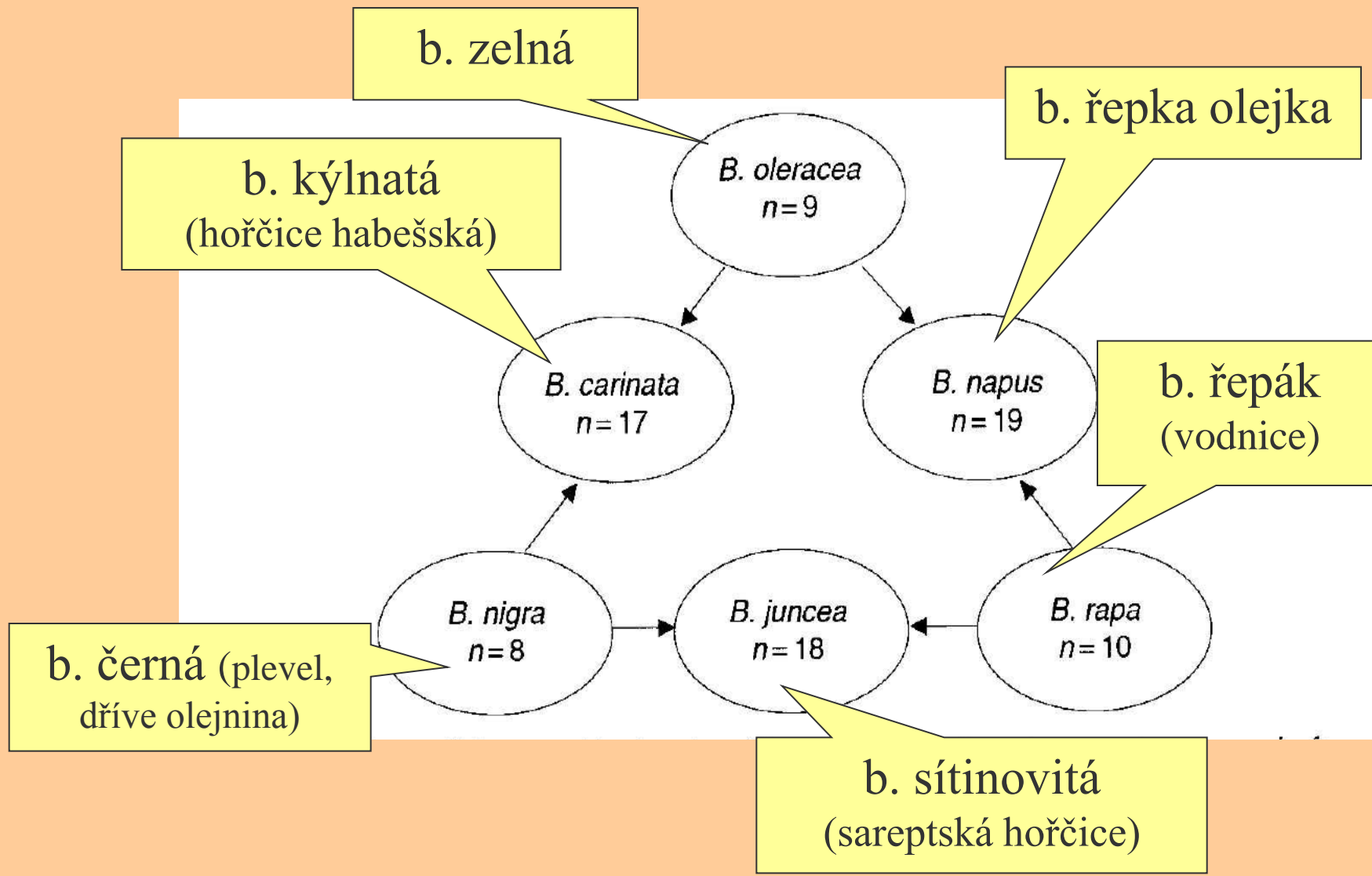
# Rizikové plodiny

- původ zemědělských plodin v Eurasii
- riziko druhů ze S Ameriky není o nic menší
  - příbuzné druhy v našich podmínkách (*Solanum*).
  - jak na přirozených tak ruderálních stanovištích (železnice, smetiště, okraje komunikací či řek).
- plodiny s tendencí ke spontánnímu zplaňování.
- přímý dovoz nezpracovaných produktů plodin z oblastí, kde se používají GMO
- v USA je již vyselektována řada rezistentních plevelů



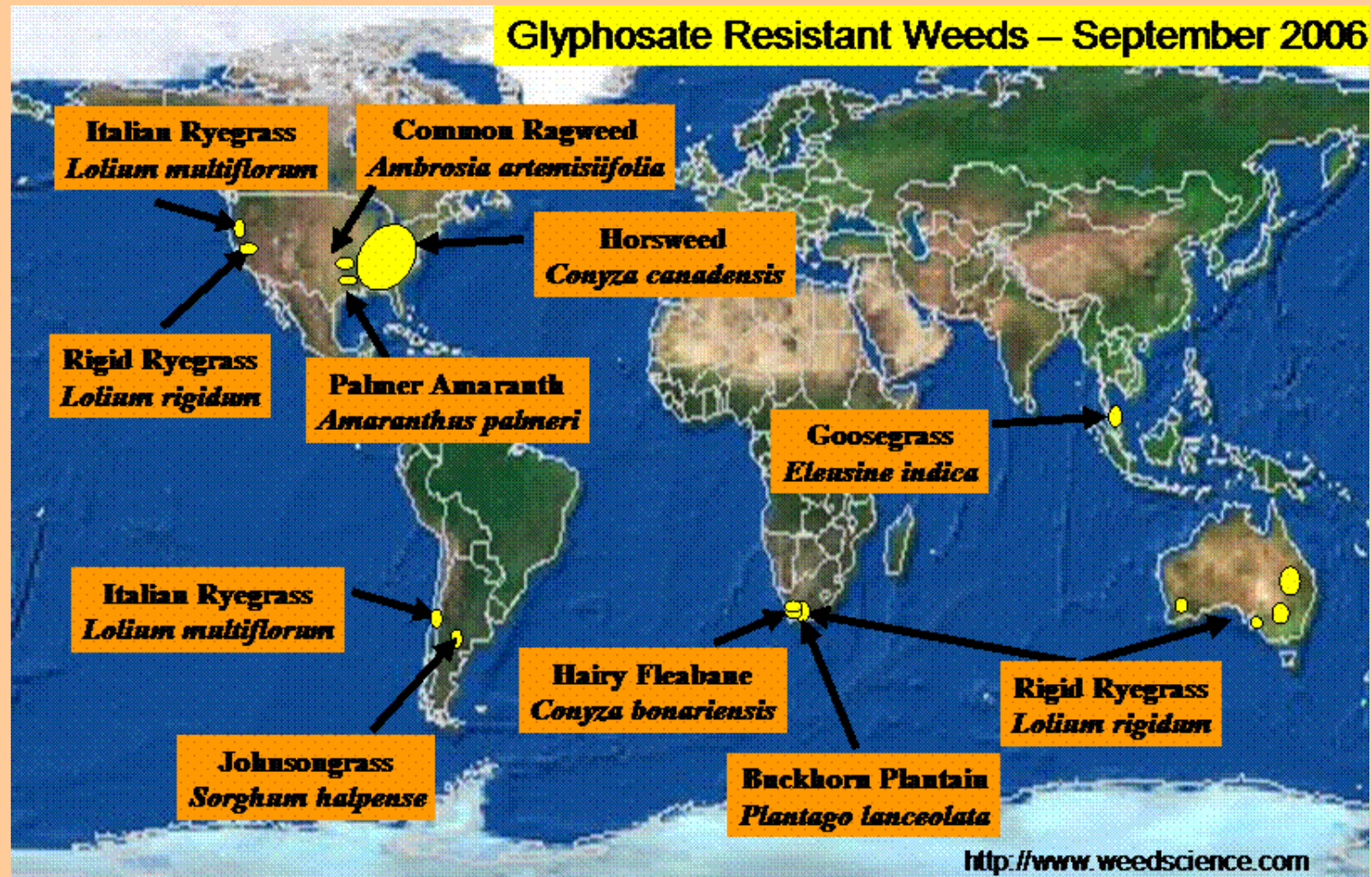
Plodina	Polní plevel	Plevel na rumišťích	Planý druh
<b>Obilniny</b>			
Oves setý ( <i>Avena sativa</i> )	<i>Avena fatua</i>		
Tribus <i>Triticae</i> – u nás křížitelné všechny druhy např. s pýrem			
<i>Agropyron repens</i>			
Pšenice ( <i>Triticum aestivum</i> )			
Ječmen ( <i>Hordeum vulgare</i> )		řada zavlečených druhů	
<i>Panicum miliaceum</i>		plané typy	
Sorghum		plané typy	
Bér ( <i>Setaria italica</i> )		<i>Setaria viridis</i>	
<b>Další plodiny</b>			
Laskavec ( <i>Amaranthus</i> )		řada zplanělých druhů	
Slunečnice ( <i>Helianthus</i> )		řada zplanělých druhů	
Brukev ( <i>Brassica</i> sp.)	<i>Sinapis, Raphanus</i>	<i>Hirschfeldia</i>	
Konopí ( <i>Cannabis sativa</i> )		<i>C. ruderalis</i>	
Chmel ( <i>Humulus lupulus</i> )			planý chmel
Řepa cukrová	planá řepa		
<b>Zeleniny</b>			
Salát ( <i>Lactuca sativa</i> )		<i>Lactuca serriola</i>	
Mrkev ( <i>Daucus carota</i> )		planá mrkev	
Pastinák ( <i>Pastinaca sativa</i> )		planý pastinák	
Pažitka ( <i>Allium schoenoprasum</i> )			planá pažitka
Rajče ( <i>Solanum lycopersicum</i> )			planá rajčata u řek
<b>Pícniny</b>			
Většina trav i jetelovin			většina trav i jetelovin
Vojtěška ( <i>Medicago sativa</i> )		<i>M. falcata</i>	
<b>Ovocné druhy</b>			
Jahodník ( <i>Fragaria</i> )			plané druhy
<i>Ribes</i>		zplanělé typy	plané druhy
Jabloň ( <i>Malus domestica</i> )		zplanělé typy	<i>M. sylvestris</i>
Hrušeň ( <i>Pyrus</i> )			<i>P. pyraeaster</i>
Slivoň ( <i>Prunus</i> )		zplanělé typy	<i>P. spinosa</i>
Víšeň ( <i>Cerasus vulgaris</i> )		zplanělé typy	<i>C. fruticosa</i>







# Rezistencia plevelů



# Rezistence plevelů v ČR

	Species	Common Name	Year	Herbicide Mode of Action
1.	<i>Amaranthus powellii</i>	laskavec zelenoklasý	1989	Photosystem II inhibitors
2.	<i>Amaranthus retroflexus</i>	laskavec ohnutý	1985	Photosystem II inhibitors
3.	<i>Apera spica-venti</i>	chundelka metlice	2005	ALS inhibitors
4.	<i>Chenopodium album</i>	merlík bílý	1986	Photosystem II inhibitors
5.	<i>Chenopodium strictum</i> var. <i>glaucophyllum</i>	merlík tuhý	1989	Photosystem II inhibitors
6.	<i>Conyza canadense</i>	turanka kanadská	1987	Photosystem II inhibitors
7.	<i>Conyza canadense</i>	turanka kanadská	2007	Glycines
8.	<i>Digitaria sanguinalis</i>	rosička krvavá	2005	Photosystem II inhibitors
9.	<i>Echinochloa crus-galli</i>	ježatka kuří noha	1994	Photosystem II inhibitors
11.	<i>Cochia scoparia</i>	bytel metlatý	1996	Photosystem II inhibitors
12.	<i>Poa annua</i>	lipnice roční	1988	Photosystem II inhibitors
13.	<i>Polygonum lapathifolium</i>	rdesno blešník	1982	Photosystem II inhibitors
14.	<i>Polygonum lpersicaria</i>	rdesno červivec	1989	Photosystem II inhibitors
15.	<i>Senecio vulgaris</i>	starček obecný	1988	Photosystem II inhibitors
16.	<i>Solanum nigrum</i>	lilek černý	1999	Photosystem II inhibitors



**cross-rezistence**

