



Akademie věd  
České republiky

Poslanecká sněmovna parlamentu ČR  
3. května 2017

# **Použití transgenoze při šlechtění rostlin- je třeba se obávat?**

**Mgr. Tomáš Moravec, PhD.,**

***Ústav Experimentální Botaniky AV ČR  
Laboratoř virologie  
Praha***

# **Modifikování genomů rostlin v průběhu staletí**

# Modifikování genomů rostlin v průběhu staletí



Počátky zemědělství  
~9000 př.n.l.



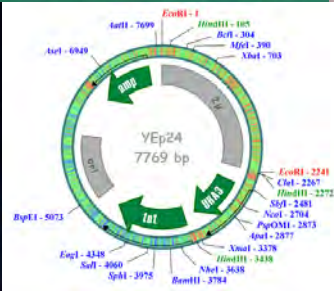
Mendel  
1866



Watson&Crick  
DNA 1953



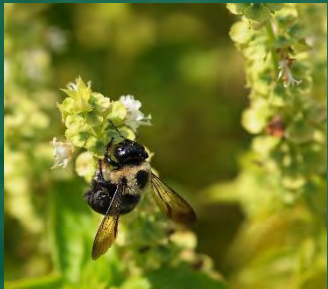
Borlaug  
Nobel, 1970



rekombinantní  
DNA, 1973



GM-tabák  
1983



Cíle šlechtitelů zůstávají po staletí stejné  
Mění se techniky pro jejich dosažení  
Zvyšují se naše znalosti a možnosti  
Zvyšuje se přesnost, rychlost a předvídatelnost  
Snižuje se vliv náhody



# Modifikování genomů rostlin v průběhu staletí



**Dnešní plodiny byly vytvořené člověkem pouze pomocí výběru x času**

# Modifikování genomů rostlin v průběhu staletí



**Selekční tlak (zemědělec) dokáže zásadním způsobem změnit genom rostlin**

# *Modifikování genomů rostlin v průběhu staletí*



*Brassica oleracea*

- *Rostlina z jižní a západní Evropy*
- *Roste především na útesech a vápencových skalách*
- *Historické záznamy o pěstování z dob antiky*
- *Dnes bychom si bez ní naši kuchyni snad nedokázali představit*
- *Dokonce nezbytná pro české národní jídlo*

# Modifikování genomů rostlin v průběhu staletí

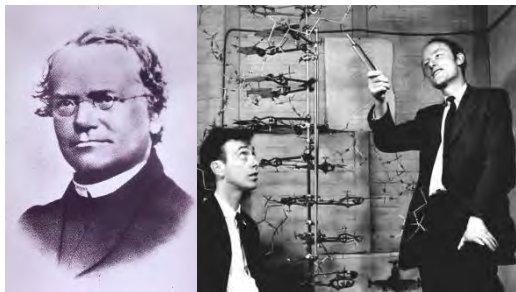


*Brassica oleracea*



**Selekcce je velmi mocnou  
šlechtitelskou metodou !!**

# Modifikování genomů rostlin - 20. století



*Znalosti genetiky, chemie,  
fyziky přinesly nové metody*



*Triticale*



*Mezidruhová hybridizace, mutageny*

*Hybridní osivo*



*In vitro techniky*



*Ionizační záření*



*Transgeneze (GMO)*



**Co je to vlastně G.M.O.?**

# Co je GMO?

Rostlina má několik desítek tisíc genů (karet)

Možných kombinací je „nekonečno“

Moderní plodiny prošly intenzivním šlechtěním, další změny většinou negativní

**Výchozí kombinace genů**

**Klasické křížení**

Nelze většinou zohlednit všechno

Některé vlastnosti se zlepší ostatní naopak

**Mutageneze**

Geny se náhodně poškodí, vyhledá se „vhodně“ poškozená rostlina

**Transgenoze (GMO)**

Použije se požadovaný gen z jiného druhu, zbytek genomu beze změny

**Cisgenoze (GMO?)**

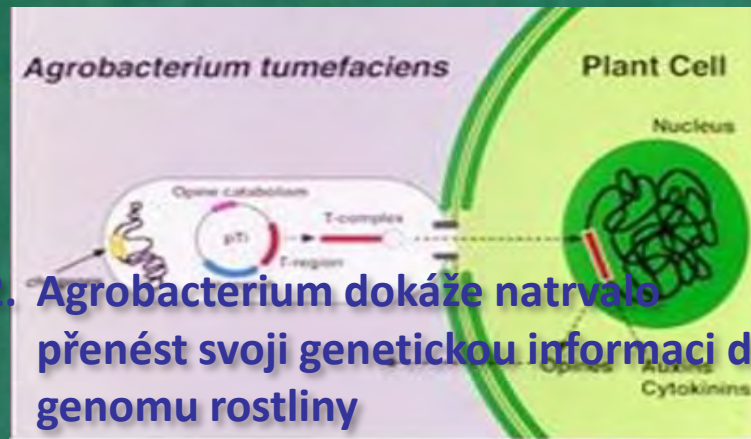
Použije se požadovaný gen ze stejného druhu, zbytek genomu beze změny



# Jak vzniká GMO (transgenní) rostlina



1. Bakterie rodu *Agrobacterium* jsou přírodními genovými inženýry již miliony let



2. *Agrobacterium* dokáže natrvalo přenést svoji genetickou informaci do genomu rostliny



3. Z „transformované“ buňky vzniká nejprve kalus



4. Z jediné buňky vypěstujeme celou rostlinu

První transgenní rostliny vytvořené člověkem jsou sladké brambory, cca 6000 př n.l.  
První transgenní rostliny vytvořené vědomě člověkem byly vypěstovány v roce 1983 +/-



# **Rizika spojená (nejen) se šlechtěním GMO plodin**

# Porovnání rizik šlechtění „konvenční“ vs. GMO



**Konvenční  
šlechtění**



**GMO**

- **Aktivace/zvýšení koncentrací alergenů**
- **Šíření do prostředí, invazivita**
- **Patentování, duševní vlastnictví**
- **Korporátní kontrola, síla korporací**
- **Narušení obchodu**

|                                        |                                       |
|----------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Střední</b>                         | <b>Nízké</b>                          |
| <b>Nízké (závisí na vlastnostech)</b>  | <b>Nízké (závisí na vlastnostech)</b> |
| <b>Není podstatný rozdíl</b>           | <b>Není podstatný rozdíl</b>          |
| <b>Souvisí s investiční náročností</b> | <b>Vysoké investice díky regulaci</b> |
| <b>Nízké</b>                           | <b>Účinná mimotarifní bariéra</b>     |

*Existuje mnoho dalších námitek, u většiny není technika šlechtění relevantní*



# Příklad regulace– ochrana přírody

- *Řepka olejná (*Brassica napus*) má v Evropě mnoho příbuzných plevelů, se kterými se může křížit*
- *pyl se šíří větrem na dlouhé vzdálenosti*
- *velký výdrol-sklizňové ztráty*
- *semena si zachovají klíčivost 10-15 let*
- *mohou vznikat superplevele!!!*

*GM řepka s tolerancí k herbicidu nemá v EU šanci na povolení pro pěstování*

*I z vědeckého hlediska je takováto opatrnost na místě.*





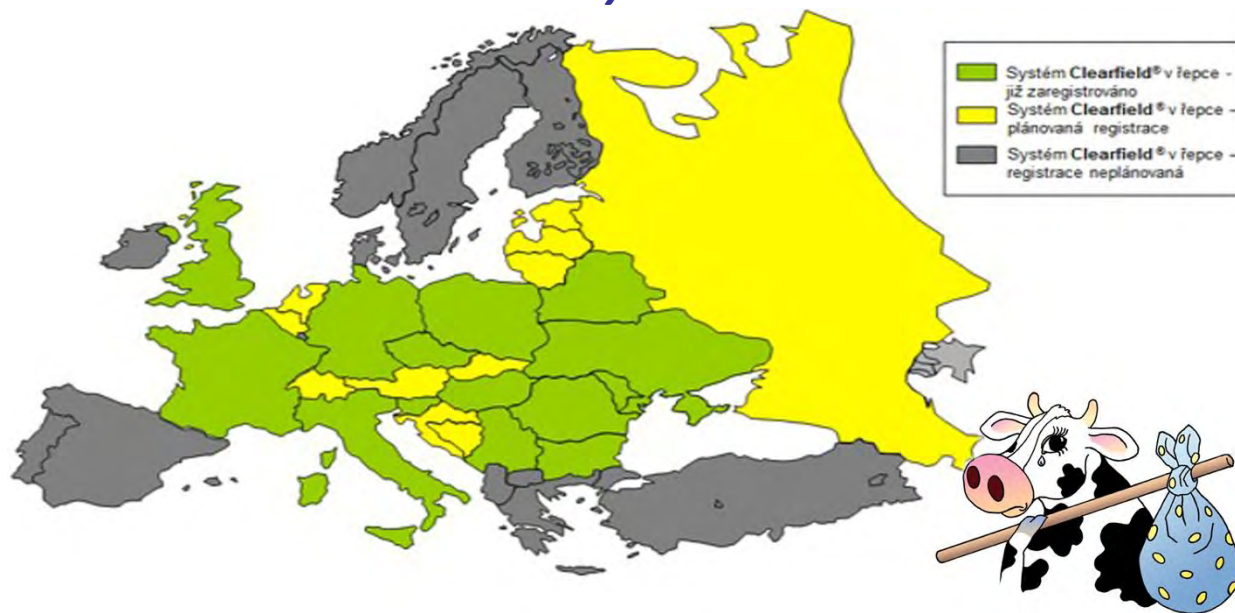
# Příklad regulace– ochrana přírody

*Překvapivě řepka s tolerancí k herbicidu je v mnoha evropských zemích již registrována pro pěstování!!*

*Tato odrůda s rezistencí k imidazolinovým herbicidům byla vytvořena **chemickou mutagenézí***

*Není potřeba zjišťovat, které všechny geny byly zmutovány  
Žádná analýza dopadů na prostředí, krmné studie atd. se nekonala*

*Jediný důvod pro analýzu bezpečnosti je způsob šlechtění,  
nikoliv vlastnosti nové odrůdy*





## Regulace GMO: přestává být zřejmé co je GMO a co nikoliv!!!

2007- založena pracovní skupina pro určení, které techniky  
spadají pod GMO regulaci

2011- JRC vydalo závěrečnou zprávu  
zatím nedošlo k rozhodnutí na úrovni Komise

Jde o tyto techniky :

Cisgeneze včetně intrageneze;

Cílená mutageneze oligonukleotidem (ODM)

Zinkové prsty, TALEN;

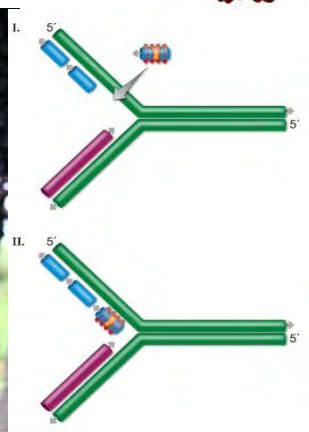
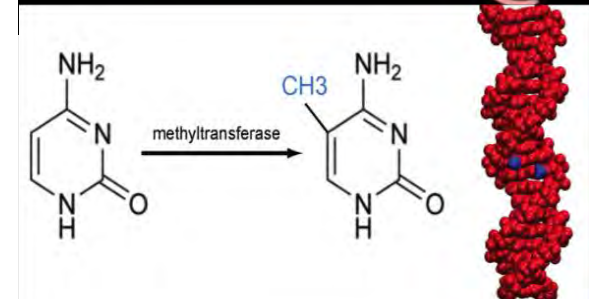
roubování; Agro-infiltrace;

RNA-dependentní DNA methylace (RdDM);

Zpětné křížení;

v létě 2013 se objevila nová revoluční metoda **CRISPR/Cas9**,  
která ještě nebyla ani posuzována a jistě brzy budou další  
velmi obtížné nebo nemožné metody detekce !!

**Jak se budou vyvíjet nové techniky , bude i regulace založená  
na použité technice vždy zastarávat,!!!**



# Závěry

- *Člověk modifikuje genomy plodin od počátků civilizace, cíle zůstávají, techniky se mění*
- *Novější techniky jsou zpravidla rychlejší, cílenější a přesnější*
- *S přesností se snižuje riziko nepředvídaných nežádoucích dopadů,*
- *Technika transgenoz je regulována mnohem důkladněji než starší techniky, díky tomu je pouze omezeně použitelná a jen pro velké nadnárodní koncerny*
- *Regulace plodin s novými vlastnostmi dává smysl, neměla by však být závislá na použité technice*
- *Nové techniky genové editace nebude možno regulovat současnými pravidly pro GMO*



Akademie věd  
České republiky

[moravec@ueb.cas.cz](mailto:moravec@ueb.cas.cz)

**Děkuji za pozornost**



# Is GM food safe?

if an overwhelming majority of experts say something is true, then any sensible non-expert should assume that they are probably right

version 2



The American Association for the Advancement of Science is an international non-profit organization. AAAS serves some 261 affiliated societies and academies of science.

"The science is quite clear: crop improvement by the modern molecular techniques of biotechnology is safe."



The National Academy of Sciences is a non-profit organization in the United States. It is the premier scientific body in the United States.

"To date more than 98 million acres of genetically modified crops have been grown worldwide. No evidence of human health problems associated with the ingestion of these crops or resulting food products have been identified."



The American Council on Science and Health is a non-profit group of scientists dedicated to ensuring that important public policies related to health and the environment have a sound scientific basis.

with the continuing accumulation of evidence of safety and efficiency, and the complete absence of any evidence of harm to the public or the environment, more and more consumers are becoming as comfortable with agricultural biotechnology as they are with medical biotechnology.



The premier body of physicians in the United States

"There is no scientific justification for special labeling of genetically modified foods."

Bioengineered foods have been consumed for close to 20 years, and during that time, no overt consequences on human health have been reported and/or substantiated in the peer-reviewed literature."



England's top medical society, the Royal Society of Medicine is an independent educational organisation for doctors, dentists, scientists and others involved in medicine and health care.

"Foods derived from GM crops have been consumed by hundreds of millions of people across the world for more than 15 years, with no reported ill effects (or legal cases related to human health), despite many of the consumers coming from that most litigious of countries, the USA."



**American Dietetic Association**

The Academy of Nutrition and Dietetics is the world's largest organization of food and nutrition professionals.

We support biotechnology as a means for improving plant health, food safety, and sustainable growth in plant productivity.



The World Health Organization (WHO) is the directing and coordinating authority for health within the United Nations system.

"No effects on human health have been shown as a result of the consumption of GM foods by the general population in the countries where they have been approved."



The European Commission (EC) is the executive body of the European Union

"The main conclusion to be drawn from the efforts of more than 130 research projects, covering a period of more than 25 years of research, and involving more than 500 independent research groups, is that biotechnology, and in particular GMOs, are no more risky than e.g. conventional plant breeding technologies."



The American Society for Cell Biology is an international community of biologists dedicated to advancing scientific discovery, advocating sound research policies and improving education.

"Far from presenting a threat to the public health, GM crops in many cases improve it. The ASCB vigorously supports research and development in the area of genetically engineered organisms, including the



The ASM represents over 42,000 microbiologists worldwide.

"The ASM is not aware of any acceptable evidence that food produced with biotechnology and subject to FDA oversight constitutes high risk or is unsafe. We are sufficiently convinced to assure the public that plant varieties and products created with biotechnology have the potential of improved nutrition, better taste and longer shelf-life."



The Science Source for Food, Agricultural, and Environmental Issues

CAST is a non-profit organization composed of scientific societies and many individual scientists, company, nonprofit, and associate society

"over the last decade, 8.5 million farmers have grown transgenic varieties of crops on more than 1 billion acres of farmland in 17 countries. These crops have been consumed by humans and animals in most countries."



Federation of Animal Science Societies

Representing the American Dairy Science Association, the American Society of Animal Science, and the Poultry Science Association members.

"Meat, milk and eggs from livestock and poultry that consume GM biotech feeds are safe for human consumption"



Society of Toxicology

Creating a Safer and Healthier World by Advancing the Science of Toxicology

professional and scholarly organization of scientists from academic institutions, government, and industry representing the great variety of scientists who practice toxicology.

"Scientific analysis indicates that the process of GM food production is unlikely to lead to hazards of a different nature than those already familiar to toxicologists. The level of safety of current GM foods to consumers appears to be equivalent to that of traditional foods."



The Union of German Academies of Sciences and Humanities is an umbrella organization for eight German academies of sciences and humanities.

"In consuming food derived from GM plants approved in the EU and in the USA, the risk is in no way higher than in the consumption of food from conventionally grown plants. On the contrary, in some cases food from GM plants appears to be superior in respect to health."



American Society of Plant Sciences is a professional society devoted to the advancement of the plant sciences.

"The risks of unintended consequences of this type of gene transfer are comparable to the random mixing of genes that occurs during classical breeding. The ASPS believes strongly that, with continued responsible regulation and oversight, GE will bring many significant health and environmental benefits to the world and its people."



The Crop Science Society of America (CSSA) is a prominent international scientific society dedicated to the conservation and wise use of natural resources to produce food, feed, and fiber crops while maintaining and improving the environment.

"The Crop Science Society of America supports education and research in all aspects of crop production including the judicious application of biotechnology."



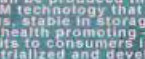
The SIVB has one of the largest groups of crop geneticists and biotechnologists in the world among its membership.

"All crop and animal products that result from biotechnology are demonstrated to be safe as non-engineered versions of that plant or animal product, prior to their use by the public"



The French academy of science is resolutely committed to the advancement of science and has advised government authorities in those matters and issues deemed within its remit.

"All criticisms against GMOs can be largely rejected on strictly scientific criteria."



"Foods can be produced through the use of GM technology that are more nutritious, stable in storage, and in principle health promoting—bringing benefits to consumers in both industrialized and developing nations."



The International Seed Foundation facilitates the international movement of seed, related know-how and technology.

"The safety of genetically modified plant varieties is ensured through most rigorous and comprehensive of regulatory and quality assurance systems."



The International Society of Africa Scientists (ISAS) is a non-profit organization with the aim of solving the technical problems facing countries primarily in Africa and the Caribbean.

"Africa and the Caribbean cannot afford to be left further behind acquiring the uses and benefits of new agricultural revolution."



Consensus statement on GMO's, representing 14 Italian scientific societies.

"GMOs on the market today, having successfully passed all the tests procedures necessary to authorization, are to be considered the basis of current knowledge, safe for use human food and animal feed."



The Indian National Science Academy, the Chinese Academy of Sciences, the Mexican Academy of Sciences and the Third World Academy of Sciences.



The International Council for Science (ICSU) is an international non-governmental organization devoted to international cooperation in the advancement of science. Its members are national scientific bodies and international scientific unions.

"Currently available genetically modified crops – and foods derived from them – have been judged safe to eat, and the methods used to test them have been deemed appropriate."

- 30-let výzkumu
- 1800 + recenzovaných vědeckých publikací 2002-2012
- důkaz bezpečnosti nelze nikdy podat
- nebyla nalezena principiálně nová rizika specifická pro GMO
- v konkrétních případech (Bt kukuřice, ..) nebyly nalezeny negativní dopady na prostředí nebo spotřebitele
- vědecký konsensus je srovnatelný s názorem na globální oteplování

The scientific consensus around the safety of genetically modified foods is as strong as the scientific consensus around climate change. These foods are subjected to more testing than any other, and everything tells us that they're safe.

# Regulace GMO plodin

| Smysl                      | Současný stav)* | Zákaz pěstování "GMO" | Zákaz dovozu "GMO"              | Reg. založená na vlastnostech |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Ochrana prostředí          | nefunguje       | beze změny            | 0                               | zlepšení                      |
| Ochrana spotřebitelů       | nefunguje       | beze změny            | beze změny                      | zlepšení                      |
| Ochrana ekonomických zájmů | ±               | zhoršení              | přesun živočišné výroby mimo EU | zlepšení                      |

)\* kombinace značení a de-facto zákazu pěstování