

Česká zemědělská universita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra rostlinné výroby



Geneticky modifikované plodiny a využití pesticidů

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Perla Kuchtová, Ph.D.

Autor: Taťána Pavlanská Hendrychová

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma "Geneticky modifikované plodiny a využití pesticidů" vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne:

Podpis autora:

Souhrn

Předkládaná práce se pokusí objasnit pojmy nezbytné k pochopení problematiky geneticky modifikovaných plodin, jsou v ní uvedeny názory mnoha odborníků na dané téma. V práci se též nachází stručný pohled do historie genetických modifikací i pohled na jejich vývoj až do současnosti. Jelikož je tento obor poměrně mladý, je práce věnována zejména aktuálnímu stavu na poli nových biotechnologií. V rešerši jsou popsány nejznámější a nejvyužívanější plodiny, kterých se zmiňované úpravy týkají, stejně tak i metody, kterými genetická modifikace vzniká. V neposlední řadě jsou zde uvedeny názory odborníků na význam pesticidů v oblasti genetických plodin.

Dílčím cílem nezbytným pro vytvoření analýzy bylo i zmapování nejrůznějších rizik souvisejících s pěstováním těchto plodin, popis jejich nejvýznamnějších přínosů a následně jejich porovnání. Dále se rešerše věnuje aplikaci geneticky modifikovaných plodin, a to jak na světové, tak na evropské, potažmo české úrovni.

Nezanedbatelná část rešerše je také věnována pěstování GM plodin ve vztahu k pěstování konvenčním a ekologickým způsobem a možnosti koexistence všech těchto systémů. V práci je pak uveden i souhrn legislativních opatření, která mají výše zmíněnou problematiku koexistence zakotvit do evropského, resp. českého práva.

Malým průzkumem je v práci zmapováno také povědomí veřejnosti o geneticky modifikovaných plodinách, a to jednak obecně, jednak z hlediska preferencí při nákupu potravin. V souvislosti s tím je jedna kapitola věnovaná veřejnému mínění ve vztahu ke GM plodinám.

V neposlední řadě tato práce přináší komplexní pohled na geneticky modifikované plodiny a na vývoj užívání pesticidů v těchto pěstitelských technologiích.

Klíčová slova: Geneticky modifikované plodiny, BT kukuřice, HT sója, pesticidy

Summary

The presented thesis attempts to clarify the terms that are essential for understanding of the issues related to the genetically modified crops, it presents opinions of many experts on this particular topic. The thesis also includes a brief insight into the history of genetic modification and insight on their development to the present. Since this discipline is relatively young, the thesis is concerned primarily with the actual situation on the field of the new biotechnologies. In the research, the most famous and the most utilized crops are being described subject to the genetic modification mentioned as well as methods how the genetic modification originates. Last but not least, the thesis includes expert opinions on the significance of pesticides in the field of genetic crops.

A milestone necessary for developing the analysis was a mapping of the various risks associated with growing these crops, the most important description of their benefits and subsequently their comparison. Furthermore, the research examines the application of genetically modified crops, both at global and European level, and the Czech level extension.

Considerable part of the research is also devoted to the cultivation of GM crops in relation to conventional and organic cultivation method and the possibility of coexistence of all these systems. The work is then given a summary of legislative measures related to the above outlined issues of coexistence that should be incorporated into the European and the Czech legislation, respectively.

Through a little research, the public awareness on genetically modified crops in general has been mapped, and furthermore the preferences when buying food. In connection with this, there is a chapter on public opinion in relation to GM crops.

Above all, this work provides a comprehensive view of genetically modified crops and the development of the use of pesticides in the planting technologies.

Keywords: Genetically modified crops, BT corn, HT soybeans, pesticides

Obsah

1.	ÚVOD	7
2.	CÍL PRÁCE	9
3.	LITERÁRNÍ REŠERŠE	10
3.1.	ZÁKLADNÍ POJMY	10
3.1.1.	GENETICKÁ MODIFIKACE	10
3.1.2.	VZNIK GENETICKY MODIFIKOVANÝCH ROSTLIN	11
3.1.3.	UŽITÍ PESTICIDŮ V PĚSTITELSKÝCH SYSTÉMECH GMP	13
3.1.4.	REZISTENCE K HMYZÍM ŠKŮDCŮM	14
3.2.	PLODINY VYUŽITELNÉ KE GENETICKÉ MODIFIKACI	15
3.2.1.	KUKUŘICE (ZEA MAY)	15
3.2.2.	SÓJA (GLYCINE MAX)	17
3.3.	GENETICKY MODIFIKOVANÉ PLODINY A JEJICH APLIKACE	18
3.3.1.	GM SVĚT	19
3.3.2.	GMO V EVROPĚ A ČESKÉ REPUBLICCE	20
3.4.	PŘÍNOSY GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN	22
3.4.1.	HT SÓJA	22
3.4.2.	BT KUKUŘICE	23

3.4.3.	EKONOMICKÉ PŘÍNOSY GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN	24
3.5.	RIZIKA GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN	25
3.5.1.	RIZIKA SPOJENÁ S PĚSTOVÁNÍM HT SÓJI	25
3.5.2.	RIZIKA SPOJENÁ S PĚSTOVÁNÍM BT KUKUŘICE	28
3.5.3.	CENA ROUNDUP.....	30
3.6.	GMO A DALŠÍ PĚSTEBNÍ SYSTÉMY.....	32
3.6.1.	KOEXISTENCE GM PLODIN A NEMODIFIKOVANÝCH PLODIN	32
3.6.2.	RIZIKA PĚSTOVÁNÍ GMO PRO EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLCE	33
3.6.3.	LEGISLATIVA	34
3.7.1.	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ.....	37
4.	DISKUZE	42
5.	ZÁVĚR.....	44
6.	SEZNAM LITERATURY.....	45
7.	SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ.....	51
9.	PŘÍLOHY	54
10.	SEZNAM PŘÍLOH	60

1. ÚVOD

Podle odhadů OSN dosáhl v listopadu roku 2011 počet lidí na Zemi sedmi miliard. Odhaduje se, že na počátku našeho letopočtu žilo na Zemi stopadesát milionů lidí, kolem roku 1830 dosáhl počet jedné miliardy a v roce 1999 šesti miliard. Z krátkého výčtu je patrné, že počet lidí na Zemi se rychle zvyšuje. Pomineme-li ostatní důležité aspekty, tj. nedostatek vody, nerostných surovin atd., zůstává zde otázka, zda může planeta Země lidstvo nadále uživit.

„Výživa i zdraví člověka jednoznačně závisí na rostlinných produktech, v nichž se nacházejí téměř všechny minerální a organické látky nezbytné pro zdravý vývoj jedince. Přitom výživu lidstva zajišťuje relativně velmi malý počet kulturních rostlin – pšenice, kukuřice, rýže a sója. Rostliny jsou na počátku potravinového řetězce, z jehož živočišného článku člověk rovněž získává část potravy“. (Nátr, 2002)

Vzrůstající velikost populace koreluje s vývojem v zemědělství díky průmyslové revoluci. Zavedením pesticidů, umělých hnojiv a díky úspěchům ve šlechtitelství ve druhé polovině dvacátého století se výnosy mnohonásobně zvýšily. (Drobník, 2002)

Podle amerického Úřadu pro studium populace (PRB, 2011) se počet lidí na Zemi od roku 1967 zdvojnásobil. Dle statistiky úřadu vzroste do roku 2023 objem lidstva o další miliardu osob, a to na osm miliard. Díky očekávanému zpomalení růstu by v roce 2050 mělo na planetě Zemi dýchat dohromady 9,6 miliardy lidských bytostí.

Z toho vyplývá, že zabezpečení dostatku potravin pro každého člověka této planety je nejen etickým imperativem, ale v prvé řadě problémem hospodářským a politickým, které nelze vyřešit bez aplikací zcela nových metodických postupů používaných ve šlechtění rostlin. Podle některých autorů mohou situaci řešit především biotechnologie založené na využití transgenoz rostlin. (Nátr, 2002)

Je však nezbytné si při vývoji a následném využívání veškerých nových technologií uvědomit, že kromě na první pohled zřejmých a nepopíratelných výhod mohou leckteré z nich představovat i riziko. Tím spíše, hovoří-li se o technologiích, které mají přímo i nepřímo zajistit obživu lidstva. Kromě otázky, zda nás planeta Země dokáže uživit, je proto na místě si položit další otázku, zda se dokážeme uživit „sami“, když využijeme uměle vyvinutých zdrojů, a do jaké míry tím můžeme ovlivnit zdroje přírodní. Toto téma tudíž nese prvky nejen z ekonomické, biologické a technologické oblasti, nýbrž i z oblasti etické.

2. CÍL PRÁCE

Cílem práce je na základě analýzy dostupných literárních zdrojů zpracovat literární rešerši k vývoji užívání pesticidů v pěstitelských technologiích geneticky modifikovaných plodin a jejich působení na agroekosystém.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

Produkty geneticky modifikovaných organismů jsou již mnoho let součástí našeho života jako léky v humánní i veterinární medicíně, enzymy a pomocné látky při výrobě potravin a krmiv (Heimgartner et al., 2003). Tyto aplikace uzavřené v laboratořích však nebudí a nikdy nebudily tolik diskusí i emocionálních, jako uvolňování GM plodin k pěstování.

3.1. ZÁKLADNÍ POJMY

Rychlý rozvoj genetického inženýrství, tvorba umělých konstruktů a následné užití aplikací s sebou přináší nové pojmy, které nemusí být nepoučenému čtenáři obecně jasné, proto je na místě úvodem této kapitoly základní pojmy osvětlit.

3.1.1. GENETICKÁ MODIFIKACE

Genetická modifikace je změna genetické informace organismu, při které dojde ke změně fenotypového projevu. Získání nových vlastností je uskutečněno vnesením jednoho či více genů s využitím metod genového inženýrství. Základem je příprava rekombinantní DNA a její přenos do organismu. Pro úpravu genetické informace in vitro je zapotřebí nástrojů k izolaci DNA, k jejímu stříhání na specifické sekvence a následné spojování daných úseků navzájem. Restriční endonukleáza je nezbytná ke specifickému štěpení a DNA ligáza ke spojování. Jako přenašeč genů slouží vektor. Vznik transgenního organismu se skládá z několika fází. Nejprve se musí požadovaný gen izolovat z původního organismu, dále se připraví rekombinantní molekula DNA, která se přenesení do genomu organismu. (Snustand and Simmons 2009)

3.1.2. VZNIK GENETICKY MODIFIKOVANÝCH ROSTLIN

Vondrejs (2010) popisuje genově inženýrský přenos jako navazující posloupnost následujících procesů:

Příprava materiálu k modifikaci → izolace DNA, její fragmentace → rekombinace okrajů molekul DNA → rekombinace fragmentů DNA → transport DNA do buněk příjemce → výběr rekombinovaných buněk příjemce, event. selekce těch buněk, které nesou určitou informaci od dárce.

Zjednodušeně lze také postup popsat těmito kroky (Ondřej a Drobník, 2002):

Izolace genu (sekvence DNA) z organismu. Gen se získává z DNA, RNA restričním štěpením, zpětnou syntézou cDNA podle předlohy mRNA nebo programovanou chemickou syntézou DNA. → Příprava rekombinantní DNA. Izolovaný gen se vkládá do DNA vektoru, který slouží jako nosič cizorodých genů do organismu nebo k vytváření kopií genů, většinou jsou využívány plazmidy bakterií, Ti-plazmid infekce a R-plazmid rezistence. Rekombinantní DNA vzniká enzymatickým spojením genu a DNA vektoru pomocí DNA linkerů nebo homopolymerních konců DNA. → Klonování rekombinantní DNA v buňce bakterie. Přenos cizorodého genu do genomu rostliny. Ten je ukutečňován biologickým mechanismem pomocí agrobakterií nebo mechanicky pomocí tzv. vstřelování.

Biologický přenos:

Mnoho transgenních rostlin vzniklo za pomoci půdní bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. Tato bakterie napadá poraněné rostliny, vytváří na nich nádory a včleňuje do nich svou genetickou informaci. Při vstupu bakterie do místa poranění se transformační deoxyribonukleová kyselina T-DNA integruje do genomu rostlinné buňky. Rostlina začne syntetizovat hormony, které způsobí vznik nádoru, a neobvyklé aminokyseliny opiny, které slouží jako zdroj dusíku a uhlíku pro výživu bakterií. Při konstrukci vektorů se využívá tato schopnost T-DNA včleňovat se do cizího genomu a dále se replikovat a exprimovat. Původní

geny T-DNA zodpovědné za tvorbu nádoru jsou nahrazeny novými geny s požadovanou vlastností. Společně s těmito geny jsou připojeny i regulační části pro jejich expresi, které musí být ekvivalentní k recipientní rostlinné buňce. Pomocí T-DNA se vytváří modifikace hlavně u dvouděložných rostlin, u jednoděložných už méně. Přenos se může uskutečnit formou integrovaného nebo binárního vektoru. K infekci Agrobacteriem dochází při ponořování kvetoucí rostliny do roztoku s bakteriemi nebo infekcí rostlinných explantátů na umělých živných půdách. Rekombinací dvou plazmidů vzniká integrovaný vektor. První plazmid obsahuje vložený T-DNA úsek s požadovaným genem - pochází z *Escherichia coli*, druhý je Ti-plazmid neobsahující geny pro hormony způsobující nádor. Konjugací je plazmid z *Escherichia coli* přenesen do agrobakterie, kde se T-DNA homologickou rekombinací začlení do Ti-plazmidu. Tímto vznikne vektor Ti-plazmidu obsahující geny T-DNA i geny viru. Po infekci rostliny se T-DNA s novým genem včlení do genomu rostliny. Také se používá systém binárního vektoru, kde jeden plazmid obsahuje geny virulence a druhý plazmid sekvenci T-DNA s cizím genem.

Mechanický přenos:

Přímá transgenóza – metody:

- **Mikroinjekce** do buněčných jader
Mikroinjekce se aplikují do protoplastů, buňek rostlinných embryí nebo celých pletiv – to je nejúčinnější.
- **Kokultivace** mikrospor nebo pylových láček s exogenní DNA
- **Mikroprojektily**

Nejrozšířenější metodou ze všech zde uvedených jsou právě mikroprojektily. Tato metoda se využívá především u jednoděložných rostlin. Zlaté nebo wolframové kuličky se smíchají s roztokem plazmidové DNA. Voda se odpaří, přičemž plazmidová DNA ulpí na kuličkách. Do pletiv se kuličky jako mikroprojektily vstřelují ve vakuu speciálním přístrojem. Mikroprojektil musí proniknout do jádra a buňka musí tento zásah přežít,

aby došlo k integraci transgenů. Úsek DNA - na rozdíl od transgenů s využitím *Agrobacteria* - je velmi malý. (Ondřej a Drobník, 2002)

3.1.3. UŽITÍ PESTICIDŮ V PĚSTITELSKÝCH SYSTÉMECH GMP

Mezi nejvýznamnější transgeny patří rostliny s tolerancí k herbicidům, protože bez ochrany proti plevelům není možné pěstovat žádnou kulturní plodinu. Tato modifikace přináší snížení spotřeby pesticidů. Mezi nejznámější a nejpěstovanější patří Roundup Ready sója, tj. glyfosát. (Drobník a kol, 2002)

Glyfosát

Herbicid glyfosát blokuje syntézu aromatických aminokyselin tím, že inhibuje enzymatický krok biosyntézy šikimátu. Je to neselektivní postemergentní herbicid působící na všechny rostliny. V rostlině se rychle translokuje z listů do meristemických zón a do plodů, květů a kořenů. Chemicky jde o terciální amin, N-(fosfonometyl) glycin. (Ondřej a Drobník, 2002)

Obchodně distribuován je jako izopropylaminová sůl (N-fosfonometyl) glycinu pod názvem Roundup firmou Monsanto. Jeho herbicidní aktivita je podmíněná inhibicí enzymu 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfátosyntázy (EPSP). Transgen původem z běžné půdní bakterie kóduje téměř stejný enzym, ale díky určitým odchylkám ve struktuře molekuly neustává jeho aktivita ani tehdy, jestliže jsou rostliny postříkány glyfosátem. Takovéto plodiny proto bez poškození přežívají, zatímco plevel odumírá. Roundup se aplikuje ve velice malých množstvích: 0,5 - 2 kg na hektar (tedy 50 - 200 mg na 1 m²).

Roundup je neselektivní systemický herbicid. Jeho funkčnost spočívá nejprve v rozpuštění voskové vrstvičky na listech rostlin, do nichž poté v intervalu 10 - 40 minut proniká, aniž by přitom porušil buňky kutikuly. V listech dále neproniká do buněk palisádového parenchymu, nýbrž mezi buňkami prostupuje rovnou do rostlinného cévního

systému (xylemu a floemu). Během krátkého časového úseku tak do kořenů ošetřené rostliny pronikne relativně velké množství přípravku. Roundup bez problémů účinkuje i na odolné plevele, a to i ve ztížených podmínkách (rosa, chlad), přičemž u něj byly prověřeny vynikající ekotoxikologické vlastnosti. (Monsanto, 2011)

Symptomy poškození rostlin začnou být viditelné po 4 - 7 dnech. Rostliny vadnou, hnědnou a nakonec dochází k úhynu. Glyphosát není na rozdíl od jiných postřiků pro člověka nebezpečný. V rostlinách a půdě se rychle rozkládá a není jedovatý pro půdní mikroorganismy ani pro ostatní živočichy. (Ondřej a Drobník, 2002)

3.1.4. REZISTENCE K HMYZÍM ŠKŮDCŮM

Transgen pro b-endotoxin *Bacillus thuringiensis* s účinkem proti škodlivému hmyzu u Bt kukuřice:

Aby bakterie *Bacillus thuringiensis* získaly entomopatogenní aktivitu, musí být b-endotoxiny rozpuštěny při alkalickém pH ve střevě hmyzu a aktivovány proteázami, které specificky odštěpují C-terminální vysokomolekulární část protoxinu a několik aminokyselin na N-konci. Tím vzniká výsledný menší polypeptid, který je teprve aktivním toxinem. Tento se specificky váže na apikální část kartáčkovité membrány epitelu střev citlivého hmyzu. Po inzerci toxinu dochází k destrukci plazmatické membrány a k postupné destrukci střeva, tj. úhynu. Z tohoto důvodu *Bacillus thuringiensis* není toxický pro člověka ani jiné savce. (Ondřej a Drobník, 2002)

V rámci Bt technologií se v praxi uplatnily další varianty genů Cry odvozené od několika ras *B. thuringiensis*. Obrovskou výhodou této strategie je, že genové produkty genů Cry velmi specificky působí na úzký okruh hmyzích taxonů. Například proti již zmíněnému zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*) je s úspěchem využíván gen cry1Ab, proti bázlivci

(*Diabrotica sp.*) gen cry3Bb1 a proti mandelince (*Leptinotarsa decemlineata*) gen cry3Ca1. (Rakouský a Hraška, 2007)

3.2. PLODINY VYUŽITELNÉ KE GENETICKÉ MODIFIKACI

Sója a kukuřice jsou jediné plodiny, které se mohou v Evropě objevit na obalech s potravinami s označením "Geneticky modifikované". GM kukuřici je také možné pěstovat, GM sóju pouze dovážet. (Drobník, 2007)

3.2.1. KUKUŘICE (ZEA MAY)

Nagy (2006) Kukuřice patří do čeledi lipnicovitých. Je to rostlina jednoletá, jednodomá, různopohlavní s uspořádáním do dvou květenství laty a palice. Je cizosprašná. Na počátcích růstu má velmi slabou konkurenční schopnost, po zapojení porostu rostliny kukuřice účinně konkurují plevelům. Jak uvádí Zimolka (2008) kukuřici ohrožuje široká škála škůdců. Mezi ně patří např. bázlivec kukuřičný, jenž se v Čechách objevil teprve nedávno, první výskyt byl potvrzen v roce 2002. Dále zavíječ kukuřičný (Obr. 1), bzunka ječná, drátovci, květilka všežravá, osenice, sviluška chmelová, třásněnky, atd. První písemné zmínky o kukuřici se datují až po objevení Ameriky v letech 1492 - 1494. Kukuřice patří k plodinám, u kterých není známá jejich planá forma, ale její původ se odhaduje nejspíše ve Střední Americe. Díky své variabilitě, ekologické přizpůsobivosti, vysoké produktivitě a širokému využití se kukuřice v současnosti pěstuje na 5ti světadílech. V Čechách se pěstování kukuřice rozšířilo až na začátku 20. století pro dva hlavní užitkové směry, a to na siláž a na zrno.

Obr. 1 Housenka zavíječe kukuřičného



Dostupné z:

<http://www.uroda.cz/files/image/Rostlinka/Akce/GMO%20Nemecko%20F1_750x500.jpg> (2012)

Využití

Zimolka (2008) uvádí, že kukuřice skýtá obrovskou škálu využití, a to nejen v potravinářském průmyslu, který spotřebovává 21 % produkce, ale i v dalších odvětvích:

- Kukuřice jako zelenina vařená nebo sterilovaná
- Výroba cereálií, snacků, popkornu
- Výroba škrobu, izoglukózy, tuků, olejů jako součást potravinářských výrobků
- Výroba alkoholických nápojů

- Krmivo pro všechny druhy hospodářských zvířat
- Široké využití v průmyslu - stavební hmoty, papír, lepenky, lepidla, bioplasty
- Energetická plodina pro výrobu bioethanolu, bioplynu, biopaliva (Zimolka, 2008)

Z celkového množství světové produkce těchto dvou plodin v roce 2010 je 81 % GM sóji a 29% GM kukuřice. (James, 2010, obr. 1, přílohy,)

3.2.2. SÓJA (GLYCINE MAX)

Rod *Glycine* patří do čeledi bobovitých. Kulturní sója je samosprašná, množí se výhradně semeny. Semena nemají dormantní fázi, proto klíčí prakticky okamžitě, ale protože je sója citlivá na chlad, nehrozí u ní zaplevelení následné plodiny. Sója má malou konkurenční schopnost, proto je plevel v technologii pěstování jedním z velkých problémů. (Štranc a kol., 2010)

Sója je původem z Číny, první zmínky jsou 4 500 let staré. V západní Evropě se objevila v 18. století, přesto evropská produkce činí jen 1 % světové produkce. V USA se sója pěstovala jako krmivo a na siláž od roku 1775. Začátkem dvacátého století (1900 - 1910) se v Evropě začala využívat jako olejnina. Základní kultivar byl vyšlechtěn v roce 1940, záhy její význam roste a začíná období intenzivního šlechtění. V roce 1996 se produkovalo na světě 35 miliónů tun sójových bobů. Z toho USA dodává 69 %, Brazílie 18 %, Paraguay 5 %, Argentina 3 % a Evropa stejně jako Čína kolem 1 %. (Drobník, 2007)

Využití – význam

Sója má velký význam pro výživu vedoucí k dobrému zdravotnímu stavu lidí i zvířat. Obsahuje vysoký podíl bílkoviny, v průměru 36-38%, nové odrůdy však mohou obsahovat i 50% plnohodnotných bílkovin. V dostatečném množství a správném poměru obsahuje

i všechny aminokyseliny a vysoký podíl esenciálních aminokyselin, které opět příznivě působí na zdravotní stav, užítkovost a imunitu zvířat. (Štranc a kol., 2010)

Ondřej a Drobník, (2002) uvádějí široké spektrum využití, Sójové boby je možné konzumovat tepelně upravené nebo jen naklíčené. Používají se pro výrobu speciálních potravin (náhražka mléka), jako například sójové mléko, dezerty, jogurty, zmrzliny, tofu. Až v 60% potravin jsou obsaženy různé produkty ze sóji:

- Sójová moučka se používá do krmných směsí pro hovězí a vepřový dobytek, drůbež a drobné zvířectvo.
- Sójový olej se využívá v potravinářství v teplé i studené kuchyni pro výrobu majonézy, margarínů, šlehačky, atd.
- Texturovaný sójový protein se používá jako náhrada masa.
- Sójové izoláty jako látky bohaté na protein mají využití ve speciálních mléčných produktech
- Lecitin (směs fosfolipidů) se přidává do čokolády, pekařských výrobků a margarínu (Ondřej a Drobník, 2002)

3.3. GENETICKY MODIFIKOVANÉ PLODINY A JEJICH APLIKACE (ZPRACOVÁNO DLE NÁTR, 2002)

Mezi základní a nejpoužívanější skupiny těchto rostlin patří:

- 1. Transgeny pro toleranci k herbicidům** – V porostech těchto rostlin úspěšně aplikovatelné silné herbicidy likvidující plevely bez poškození vlastní kulturní rostliny
- 2. Transgeny pro rezistenci k hmyzím škůdcům** – významné v integrované ochraně rostlin
- 3. Transgeny pro rezistenci k virům** – úprava k odolnosti proti virovým chorobám rostlin

4. Transgenoze pro změněný obsah lipidů v semenech - nové genotypy s vyšší celkovou produkcí i změněnou kvalitou rostlinných olejů

5. Transgenoze pro zásobní proteininy – genotypy s větším obsahem esenciálních bílkovin nebo s větším podílem bílkovinobsahující žádané aminokyseliny, např. lysin, threonin

6. Transgenoze pro prodloužené dozrávání – transgenozí zpomalení průběhu dozrávání

3.3.1. GM SVĚT

Na počátku devadesátých let Čína, jako první země, začala komerčně pěstovat GM tabák a rajče. V květnu roku 1994 byl v USA schválen první produkt pro komerční prodej, a to GM rajče s prodlouženou trvanlivostí Flavr-Savr™. Do konce roku 1995 bylo poskytnuto 35 povolení pro 9 transgenních rostlin v šesti zemích a Evropské Unii; z toho 20 v USA a 8 v Kanadě, což je 80 % z celkového množství (obr. 2, přílohy). Odhaduje se, že více než 3.000.000 akrů geneticky modifikovaných plodin byly vysazeny v roce 1996 v USA pro množení osiva nebo komerční plodiny. (James, 1996)

Hlavní transgenní rostliny schválené pro komerční výrobu v USA v roce 1996 jsou: rajče, BT bavlna, sója s odolností vůči herbicidu (také schválena v Argentině), řepka s upravenou kvalitou oleje, brambory odolné vůči škůdcům. (James, 1996)

Deset let poté jsou GM plodiny pěstovány na 112 mil. ha dvaceti dvou zemí, přičemž největšími pěstiteli jsou USA - 53 %, následuje Argentina, Brazílie, Kanada. Prvenství mezi plodinami má sója - 57 % veškeré produkce, následuje kukuřice - 25 %, bavlna - 13 %. (James, 2006)

Tento trend stále pokračuje. V roce 2011 byly již tyto plodiny pěstovány na 160 mil. ha ve 29 státech. V 17 z nich na více jak 50 tis. hektarech. První příčky stále drží USA s 69 mil.

hektarů, Brazílie s 30,3 mil. hektarů a Argentina s 23,7 mil. hektarů (James, 2011, obr. 3, přílohy).

3.3.2. GMO V EVROPĚ A ČESKÉ REPUBLICĚ (ZPRACOVÁNO PODLE STÖCKELOVÁ, 2008)

První směrnice pro regulaci a nakládání s GMO přijala Evropská unie v roce 1990. Byly to směrnice 90/219EEC pro uvolňování a nakládání s GM mikroorganismy a 90/220/EEC pro uvolňování GMO do životního prostředí.

První vlna celoevropského protestu se zvedla už v roce 1996, v době, kdy první zásilka komerčně pěstované GM kukuřice přistála u břehů Evropy. V reakci na tyto protesty v roce 1999 - 2001 vyhlásili ministři životního prostředí Dánska, Francie, Itálie, Lucemburska, Řecka, Rakouska, Finska, Nizozemí a Švédska v Radě ministrů faktické moratorium pro schvalování GMO. V květnu roku 2003 podaly státy USA, Kanada a Argentina u Světové obchodní organizace žalobu proti EU z důvodu tohoto moratoria. V roce 2006 DSB (Sbor pro urovnávání) rozhodl, že evropské zákazy nakládání s GMO porušily dohody s WTO, a také dohody o sanitárních a fytosanitárních opatřeních. Ovšem moratorium už prakticky skončilo v roce 2003, kdy EU přijala novou směrnici 2001/18/EC o uvolňování GMO do životního prostředí, Nařízení 1829/2003 o GM potravinách a krmivu a Nařízení 1830/2003 o vystopovatelnosti a označování, podle kterých bylo do roku 2006, tedy do doby vynesení rozsudku, schváleno 6 plodin. Přesto si Evropská unie zažádala o dostatek času pro naplnění rozhodnutí WTO z důvodu složitosti a citlivosti problematiky. Část států EU totiž i přes nátlak WTO a EU uplatňuje bezpečnostní klauzuli a národní zákazy k nakládání s určitými GMO. Mezi tyto země, kde se GMO nepěstuje, patří např. Velká Británie, Francie, Itálie a Řecko. Z tohoto vyplývá, že Evropa i přes veškeré snahy není v oblasti GMO jednotná a ani zdaleka nesdílí názor s USA. Ve Francii a Anglii prakticky stále probíhá boj mezi zastánci a odpůrci GMO, který už dávno přešel z linie vědecké do linie politické, sociální a ekonomické.

Situace u nás je o poznání rozdílnější. V České republice výzkumy v oblasti genetiky a modifikace probíhaly od 70. let bez speciální legislativní úpravy a zájmu veřejnosti. Tato situace se změnila v roce 1996 příchodem velkých nadnárodních obchodních společností působících v oblasti zemědělských biotechnologií (Monsanto). Spolu s nimi přišly ze zahraničí i nesouhlasné ohlasy na tuto technologii iniciované hlavně Greenpeace. Rozvoj GMO v České republice tedy na jedné straně ovlivňují nadnárodní společnosti a taktéž importovaný odpor Greenpeace vycházející z celoevropské kampaně a na druhé straně vlivné domácí společenství vědců pracujících v oblasti biotechnologií sdružených v České komisi transgenoz rostlin (vznik v r. 1990), která od roku 1996 funguje jako poradní orgán MŽP. Oficiální status získala až v roce 1999. V období let 1996 - 2000 došlo na území ČR k poměrně rozsáhlým polním pokusům s Roundup Ready cukrovou třtinou (1997, Monsanto), kukuřicí odolnou proti herbicidům Liberty (1997, AgrEvo), BT kukuřicí X0768 Elita (1999, Pioneer Saaten), RR pšenici (1999, Monsanto), Inem (1999, Ústav molekulární biologie rostlin AV ČR a Agritec) nebo brambory (2000, Ústav experimentální biologie AV ČR a Sativa Kerkov). V roce 2001 vstoupil v platnost první zákon 153/2000, který byl připravován už od roku 1996 - jako poradní orgán ČR GMO nahradila ČR transgenoz. Česká legislativa se vyvíjela v kontextu přistupování a vstupu do EU. Přijímaly se zákony, jejichž principy určovala Evropská právní úprava a s výjimkou diskuse politiků v otázce omezení účasti veřejnosti a NNO na schvalovacím procesu a informovanosti a i přes Auvverskou dohodu, kterou ČR ratifikovala v roce 2004, a která tuto účast přímo nařizuje, tyto zákony prošly hladce. Diskuse probíhá na vědecké úrovni a odpor je oproti ostatním zemím malý. To řadí Českou republiku spíše ke státům, které jsou GMO nakloněny. Skutečnost, že se v Čechách produkty obsahující GMO téměř neprodávají, proto není ani tak zásluhou Českých aktivistů-kritiků GMO, jako spíše obchodní politikou nadnárodních obchodních řetězců, které tyto produkty neprodávají z důvodu silného odporu v Evropě. Nicméně nelze úplně popřít zásluhu Greenpeace a Společnosti pro trvale udržitelný rozvoj. V roce 2011 se v ČR pěstovalo na 5.091 ha BT kukuřice. (Stöckelová, 2008)

3.4. PŘÍNOSY GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN

Přínosy, ale hlavně rizika GM plodin jsou především odpůrci často diskutována. Přes veškeré diskuse však stále nejsou některá tvrzení či podezření ani dokázána ani vyvrácena.

3.4.1. HT SÓJA

Herbicid tolerantní sója, jak dokládá James (2010), je jednou z nejrozšířenějších aplikací geneticky modifikovaných plodin. V tomto případě se jedná o toleranci vůči herbicidu Roundup.

V roce 2010 bylo světově oseto sójou 90 milionů hektarů, z toho 80 % byla RR[®] (HT) sója, což představovalo 50 % z celkové plochy pěstovaných GM plodin. (James, 2010) Tohoto velkého úspěchu dosáhla RR[®] sója díky jednoduchosti v ošetření proti plevelům, která spočívá v použití jediného herbicidu, což přináší flexibilitu v organizaci prací na farmách (James, 2006).

Glyfosát, účinná látka herbicidu Roundup (i dalších) umožňuje cíleně vyčistit kontaminované pole od plevelů a dosáhnout tím vyššího výnosu (Vondrejs, 2010). Glyfosát patří k přípravkům s nejnižší toxicitou k živočichům ze všech běžně používaných herbicidů, proto je široce rozšířen a používá se nejenom v HT technologiích, ale i ve městech, rekreačních oblastech apod. (Duke and Powels, 2008). Také pro člověka je tento přípravek při dodržení návodu k použití bezpečný, není karcinogenní, mutagenní a nemá ani jiné nepříznivé účinky na lidské zdraví. (Williams et al., 2000) Obecně platí, že se jedná o ekologicky neškodnou látku. Glyfosát se pevně váže na půdní složky, proto má nízkou pohyblivost v půdním profilu a nedochází ke kontaminaci vod. Také se poměrně rychle rozkládá a nezanechává rezidua v půdě (Duke and Powels, 2008). Kleter et al. (2007) uvádí snížení spotřeby pesticidu o 20 % ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ účinné látky) oproti konvenčnímu způsobu pěstování.

Z dalších přínosů využití HT sóji, jak uvádí Duke (2005), lze jmenovat minimalizaci ve zpracování půdy „Perhaps the most important environmental benefit of these compounds is that they have played a critical role in the movement to reduced-, minimum- and no-tillage agriculture. Loss of top soil due to tillage causes environmental damage that can last for centuries or even longer“. S minimalizací souvisí snížení pojezdů a tím dochází k úsporám nákladů na pohonné hmoty a ušetření práce spojené s orbou. (James, 2006) Díky snížení výdajů na pohonné hmoty se také snižuje obsah oxidu uhličitého v atmosféře - v přepočtu 4,3 mld. kg, což odpovídá odstranění téměř 1,9 miliónu vozů ze silnice na jeden rok. (Brookes and Barfoot, 2005) V neposlední řadě je s minimalizací a úsporou práce úměrná i úspora času. (Dill et al., 2008) Jedním z nejpodstatnějších přínosů této HT technologie je však zvýšení zisků, americké farmy díky biotechnologiím vydělaly v letech 1996-2007 téměř 20 biliónů dolarů. (Brookes and Barfoot, 2009)

3.4.2. BT KUKUŘICE

Druhou nejpěstovanější GM plodinou na světě je v současné době kukuřice. Zaujímá 46 miliónu hektarů, což je 19% z celkové plochy osázené GM pěstovanými plodinami. V současné době se ve světě pěstuje ve třech variantách a jejich kombinacích. Jedná se o BT variantu, HT variantu a BT/BT variantu proti zavíječi a bázlivci. (James, 2010) V Evropské unii je zatím umožněn vstup do oběhu pouze jedné modifikované plodiny BT-kukuřice MON 810, resp. MON 00810-6, odolné vůči zavíječi kukuřičnému. Ten je vážným škůdcem, housenky poškozují listy, a tyto požerky jsou vstupní branou pro mykózní onemocnění, později dochází k lámání stébel a vylamování klasů. (Zimolka, 2008) Jelikož se BT toxin vyskytuje přímo v rostlině a k úhynu škůdce dochází po žíru na rostlině, je tato technologie ze své podstaty preventivní. (Benbrook, 2009) Povolný a Říha (2007) uvádějí, že stébla a palice BT kukuřice nepoškozená žírem se méně lámou, déle asimilují a snižují se ztráty při sklizni. Tím dosahují vyšších výnosů v rozmezí 10-15% ve srovnání s konvenčními hybridy. Saxena a Stotzky (2001) zjistili vyšší obsah ligninu obsaženého v rostlinných pletivech, který opět přispívá k pevnosti

rostliny (nepoléhá), a lepší manipulaci při sklizni. Křístková (2009) poukazuje na zkušenosti pěstitelů BT kukuřice v Čechách, kteří přínosy vidí hlavně na technologické a kvalitativní úrovni, a dále zmiňují výhody ekonomického charakteru. Pěstování bez chemické ochrany snižuje škody vzniklé mechanizací při postřiku, umožňuje vytvářet vyrovnaný porost, s čímž souvisí i snadnější sklizeň. Jako o dalších přínosech hovoří o snížených nákladech na produkci díky úspoře práce a energie a o celkové ekonomické efektivitě. Kocourek (2005) zmiňuje také lepší kvalitu siláže i produktů z BT kukuřice. Tentýž autor poukazuje na dobrý zdravotní stav hospodářských zvířat krmených těmito produkty, a to zejména díky jedincům kukuřice nenarušeným housenkami nebo plísněmi, jež by jinak v rostlinách vytvářely nebezpečné toxiny, které by následně poškozovaly zdraví zvířat.

Jedním z hlavních přínosů je nižší spotřeba insekticidů. Benbrook (2009) uvádí snížení v USA u BT kukuřice cca o 0,112kg aktivní látky na hektar. Nezanedbatelná je také úspora peněz a času spojená s kontrolou škůdců a monitoringem jeho výskytu, která je v ostatních systémech nezbytná pro správné načasování aplikace insekticidu. (Rice and Plicher, 1998)

3.4.3. EKONOMICKÉ PŘÍNOSY GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN

Brookes and Barfoot (2011) se pokusili vyčíslit globální přínos všech pěstovaných geneticky modifikovaných plodin za 14 let (1996 – 2009). Samozřejmě si uvědomují, že se ekonomická výkonnost liší jak mezi regiony, tak mezi samotnými státy, a zemědělské výrobní systémy jsou dynamické a mění se v čase. Vyčíslili proto jednotlivé technologie zvlášť ve všech jednotlivých zemích a došli k závěru, že díky GMP se příjmy v zemědělství zvedly o 64.739 miliónů dolarů. Nejvíc z těchto příjmů profitovaly USA, a to částkou 29.601 mil. dolarů, následuje Argentina 10.3630 mil. dolarů a Čína 9.266,2 mil. dolarů. Nejvyšší zisky díky úsporám přinesla HT sója, konkrétně jde o částku 11.170,3 mil. dolarů pro USA, 9.749 mil. dolarů pro Argentinu, 3.194,8 mil. dolarů pro Brazílii. Tyto 3 státy jsou největšími producenty sóji na světě, jejich příjmy se díky GMP zvedly o 73%. Přes tento velký potenciál

Evropa dále nevyužívá těchto možností a „stojí opodál“. Obavy z nových rizik a lobbistické snahy antibiotech skupin vedly ke složitému a nákladnému zajištění biologické bezpečnosti, bezpečnosti potravin, povinnému označování a vzniku mnoha předpisů. Nadměrná regulace se stala skutečnou hrozbou pro další vývoj a využívání geneticky modifikovaných plodin v Evropě. (Qaim, 2009) Státy EU měly z celkové částky příjem pouhých 149,9 miliónů dolarů. (Brookes and Barfoot, 2011)

3.5. RIZIKA GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN

Pěstování geneticky modifikovaných plodin a biotechnologie obecně provází už od jejich prvopočátku velké obavy veřejnosti i odborníků z rizik, která by s touto problematikou mohla být spojena. Ho (2000) v rozsáhlé publikaci varuje před řadou možných hrozeb, které mohou negativně ovlivnit přírodu, člověka i společnost jako celek. Chloupek (2008) zmiňuje: „Manipulace s vlastnostmi organismů založená na rekombinaci nukleových kyselin vyvolává především etické a emociálně zdůvodněné pochyby“. A právě proto všechny geneticky upravené plodiny určené pro výrobu potravin procházejí přísným schvalovacím procesem, v rámci něž jsou důkladně testovány. Zjišťuje se, jestli změnou v genetické informaci plodiny nedošlo ke změně v jejím složení a výživových vlastnostech. Vzorky se dále testují na alergeny a toxické látky. V první fázi jsou rostliny pěstovány a jejich vliv na okolí je zkoumán na pokusných polích. Poté jsou jimi krmena zvířata. Tento proces trvá několik let a jen v případě, že se v rámci těchto testů neprojeví žádný škodlivý aspekt, je možné plodiny použít pro lidskou výživu. (Doubková, 2003)

3.5.1. RIZIKA SPOJENÁ S PĚSTOVÁNÍM HT SÓJI

Asi nejvíce obav vzbuzuje ochrana rostlin založená na jediném herbicidu – glyfosátu (Benbrook, 2004). Do roku 1996 - za 20 let používání tohoto pesticidu - byl registrován pouze

jeden druh rezistentního plevelu, a to jílka tuhý *Lolium rigidum*. (Powels et al., 1998) Masovým zavedením RR technologie se nástup a vznik rezistence zrychlil. (Benbrook, 2009) Změna agrosystému vedla ke změnám v plevelném společenství, došlo k selektivnímu posunu směrem k méně citlivým plevelům. (Owen and Zelaya, 2005) O dvě dekády později Dill et al. (2008) zmiňuje 12 druhů celosvětově známých plevelů rezistentních vůči glyfosátu. Jako pozitivum uvádí, že je možné s tímto problémem úspěšně bojovat pomocí střídání plodin. Nandula et al. (2005) navrhuje střídání transgenních plodin s plodinami netransgenními, a to včetně zařazení ozimů do osevních postupů. V této souvislosti však Benbrook (2009) upozorňuje na problém amerických farmářů s nedostatkem konvenčního osiva a tlakem biotechnologických firem na používání jejich osiva a využívání zvýhodněných programů, což vede ke střídání RR sóji s kukuřicí rezistentní ke glyfosátu. Tento postup má také svá negativa, jak uvádí Owen and Zelaya (2005), v sóje jako v následné plodině může být kukuřice těžko odstranitelným plevelem, tzv. superplevelem. Jmenované problémy s plevely a superplevely lze řešit několika způsoby: častější aplikací pesticidů, zvýšenou dávkou pesticidů, použitím pesticidů s jinou aktivní látkou, tradičním zpracováním půdy nebo ručním pletím (Benbrook, 2009). Tuesca et al. (2001) v dlouhodobé studii zjistil, že systém zpracování půdy má různý vliv na společenství plevelů a orba patří stále k významným metodám v jejich eliminaci. Tradiční zpracování půdy a použití herbicidů považuje Owen and Zelaya (2005) za neúčinnější v potlačení plevelných společenstev. Benbrook (2009) v této souvislosti zmiňuje zvýšenou spotřebu pesticidů z 1 kg v roce 1996 na 1,85 kg . ha⁻¹ účinné látky) v roce 2008 v technologii RR sóji.

Ho (2000) dále (k již zmíněné zvýšené spotřebě pesticidů) řadí mezi faktory ohrožující zdraví lidské populace a živočichů následná onemocnění dělníků zaměstnaných v zemědělství, která vznikají v důsledku jejich styku s pesticidy, a znečištění potravin a pitné vody. Richards et al. (2005) se domnívá, že glyfosát se nalézá jako kontaminant v řekách, a zbytky pesticidů se tak také mohou dostat do potravního řetězce. Také Coupe et al. (2012) naměřil přítomnost glyfosátu v povodí Mississippi a objevil jej nejen v řece, ale jeho degradované části (aminomethylphosphonic kyseliny) i v dešti a ovzduší po celou vegetační

dobu. Jeho přítomnost tak ovlivňuje nejen pole, kde je aplikován, ale i okolní přírodní prostředí. Také globální pokles diverzity obojživelníků se stává mezinárodním environmentálním problémem, jak ve své studii uvádí Relyea (2005). Při laboratorním pokusu účinku Roundupu na několik druhů žab a pulců zjistil vysokou úmrtnost v řádu hodin u pulců a v řádu dní u mladých žab.

Duke (2005) tvrdí, že jedním z dopadů používání neselektivního herbicidu je snížení biodiverzity ostatních rostlinných a společenství, což může narušit křehkou ekologickou rovnováhu. Pleasants and Oberhauser (2012) ve své studii také poukazují na ohrožení populace motýla Monarcha stěhovavého (*Danaus plexippus*), (Obr. 2), u něhož došlo ke snížení množství nakladených vajíček o 81% v rozmezí let 1999 - 2010. K tomuto dramatickému poklesu došlo z důvodu úbytků rostlin rodu *Asclepias* v zemědělských oblastech používajících HT technologii pěstování plodin, přičemž dané rostliny jsou pro tohoto motýla životně důležité.

Sanchís et al. (2012) uvádí, že i přesto, že má glyfosát nízkou mobilitu v půdě, je schopen dosáhnout úrovně podzemní vody. Richards et al. (2005) zmiňuje negativní endokrinní účinek na farmáře pracující s tímto pesticidem. Zabývá se také překvapivým zjištěním, že Roundup je díky přídavným látkám toxičtější než samotný glyfosát. Navíc, ve vyšších dávkách, které jsou stále pod klasickým zemědělským ředěním, by jeho toxicita dle testů s placentárními buňkami mohla způsobit reprodukční problémy.

Obr. 2 Monarcha stěhovavý



3.5.2. RIZIKA SPOJENÁ S PĚSTOVÁNÍM BT KUKUŘICE

Prakticky od samých počátků provází pěstování Bt kukuřice obavy z možného vzniku hmyzu rezistentního k BT toxinu, čímž by se objevil obrovský problém se závažným škůdcem, protože i v ostatních systémech ochrany proti škodlivému hmyzu se využívá biopesticidních postřiků právě s tímto toxinem. (Ho, 2000) „Transgenní rostliny nezaručují trvalou rezistenci k hmyzu, ale musejí být součástí integrované ochrany rostlin. Hmyz je schopen vyvíjet populace rezistentní k širokému spektru prostředků chemické ochrany“. (Ondřej a Drobník, 2002) Většina mutací hmyzu je na rezistenci k insekticidům recesivní a v heterozygotním stavu citlivá k Bt-toxinu, což znamená, že se tato rezistence na další potomstvo nepřenáší. V praxi se tento problém řeší systémem refugií (útočišť). Jedná o obsev polí geneticky

modifikované plodiny plodinou nemodifikovanou. (Ondřej a Drobník, 2002) Gassmann et al. (2011) ve své studii upozorňuje na nález bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera virgifera*) rezistentního k Bt-toxinu Cry3Bb1 na polích ve státě Iowa a tento recesivní nebyl. „*Genetic analysis of a greenhouse-selected strain found that resistance to Cry3Bb1 maize in western corn rootworm was not a recessive trait.*“ Autor uvádí, že k rezistenci došlo pravděpodobně kvůli nedostatečným plochám refugií, a také v problémových oblastech, kde byl pěstován stejný typ transgenní kukuřice více let za sebou. V souvislosti s tím je potřeba zmínit, že tato refugia zvedají náklady na produkci v některých případech až o 23%, jak uvádí ve své studii Gassmann et al. (2009).

Hilbec et al. (1998) ve svém experimentu zjistila vysokou úmrtnost larev užitečného hmyzu zlatoočka *Chrysoperla carne*, tento predátor je přirozeným nepřítelem škůdce z rodu Lepidoptera. Benbrook (2004) se také zabývá myšlenkou, že případ, v němž dojde k úplnému vyhubení daného škůdce, může dát vzniknout nice (oknu), kterou může obsadit jiný druh hmyzu, a stát se tak potenciálně škodlivým. O několik let později Benbrook (2009) ve své zprávě hovoří o snížení insekticidů díky BT technologii o 14%. Zabývá se však také neukončenou debatou, zda by se mělo do spotřeby počítat i množství insekticidů vyrobených rostlinou nebo pouze „aplikované insekticidy“ jako doposud. Tato čísla by byla velmi rozdílná, a jak sám přiznává, bylo by velice složité stanovit metodiku jejich výpočtu. Saxene a Stotzky (2001) upozorňují na déle trvající rozklad posklizňových zbytků po zaorání slámy kvůli vyššímu obsahu ligninu v rostlině, což má na jedné straně pozitivní efekt pro strukturu horní vrstvy půdy, ale na druhou stranu toxiny obsažené v rostlině zůstávají v půdě déle. Toxicitou se zabývají i další studie.

Vendômois et al. (2009), ve své studii týkající se toxických účinků GM kukuřice uvádí významné účinky GMO na organismus potkanů. Při třech studiích vědci ve třech laboratořích krmili krysy a potkany po dobu 90 dnů kukuřicí linie NK 603 tolerantní k herbicidu Roundup, MON 810 obsahujícímu toxin proti zavíječi a MON 863 obsahujícímu toxin proti bázlivci, přičemž sledovali 80 různých biochemických a váhových parametrů pro jednotlivé orgány,

změny v krvi a moči. Odhalili nové vedlejší účinky GM kukuřice v závislosti na pohlaví a velikosti krmné dávky. Vedlejší účinky se projeví hlavně na ledvinách a játrech, tedy na detoxikačních orgánech, nicméně různé u různých druhů GM modifikace. Taktéž vědci zaznamenali dopady na srdce, nadledvinky, slezinu a krvetvorbu. Tyto testy prokázaly odlišné výsledky u různých hybridů kukuřice, např. u hybridu NK 603 byli senzitivnější samci a negativní vliv dopadal především na ledviny, u hybridu MON 810 se naopak projeví negativní změny převážně u samic, a to zejména v nadledvinkách. V případě hybridu MON 863 byl zaznamenán přibližně stejný negativní vliv na obě pohlaví. Jak autor upozorňuje, tyto látky nikdy nebyly před zavedením GM plodin součástí stravy lidí a zvířat, a proto nejsou známy jejich dlouhodobé účinky na zdraví. Doporučuje tedy provést dlouhodobou studii na chronické toxické účinky.

Na tyto výsledky navazuje Mesnage et al. (2012), který ve své studii zkoumal účinky toxinů z GM kukuřice na lidské buňky. Konkrétně se jednalo o toxiny Cry1Ab (MON810) a Cry1Ac získané z transgenních rostlin a Roundup herbicidu, jehož rezidua kukuřice často obsahuje. Testy probíhaly In vitro na embryonálních buňkách, a to buď jednotlivě, nebo v kombinaci pesticidů. Výsledky jasně prokázaly negativní účinky na lidské buňky a autoři projeví potřebu pokračovat v budoucnu v dalších výzkumech a dlouhodobých sledováních kumulativních účinků na lidský organizmus.

3.5.3. CENA ROUNDUP

V roce 2004 přišel Charles Benbrook se zajímavým shrnutím prvních 9 let pěstování GM plodin a používání pesticidů v USA. Ve zprávě upozorňuje na zvyšování spotřeby herbicidů a vznik rezistentních plevelů. V tu dobu drtivá většina HT plodin byla konstruována na toleranci ke glyfosátu. Obchodní název tohoto herbicidu je Roundup, vyrábí jej firma Monsanto od roku 1972, odtud tedy Roundup Ready (RR) sója, která je nejrozšířenější GM plodinou vůbec. Ve stejném období, možná v přímé reakci na tuto zprávu, vydává shrnutí 9

let z ekonomického a environmentálního hlediska Brookes and Barfood. Ač se autoři shodují v tom, že BT a RR plodiny jsou na světě nejvýznamněji zastoupeny, v ostatních zjištěních se diametrálně rozcházejí. Na začátek je třeba uvést, že Benbrook (2004) se zaměřuje na USA a Brooks and Barfood (2004) se zabývá globálním dopadem. Tito autoři si však uvědomují, že doslova „The economic performance and environmental footprint of the technology at the farm level does vary widely, both between and within regions and countries.“. Výsledkem je jejich shrnutí s názorem na veskrze pozitivní dopad GM technologie ve všech směrech a zemích. Brookes and Barfood (2004) uvádí úsporu v letech 1996 - 97 25 \$/ha, 1998 - 2000 33,9 \$/ha, v roce 2003 73,4 \$/ha, 2004 78,5 \$/ha. Tato čísla zajímavě korelují s Benbrookovými zjištěními ve vývoji cen herbicidů. Zatímco cena Roundupu od roku 1990 vzrostla o 50 – 200 %, v roce 2000 padá až na jednu třetinu ceny z roku 1996 z důvodu vypršení patentu firmy Monsanto na tento pesticid. V roce 2004 nabízí Monsanto další slevy při koupi RR osiva. Jak Benbrook (2004) uvádí: „While glyphosate prices have fallen, use rates have risen, as has the need for farmers to apply additional herbicides to deal with tough-to-control grass weeds and weed species that have attained either tolerance or resistance to glyphosate.“ V prvních třech letech je technologie úspěšná a stačí pouze jeden postřik, od roku 1999 se spotřeba zvedá a je nutno použít i jiných pesticidů, i ty však díky masivnímu obsazení trhu Roundupem zlevnily. Tento vývoj cen měl v počátcích rozšíření RR plodin i přes nárůst spotřeby vliv na rozšíření technologie. Zatímco v roce 1997 je glyfosát až na 5. místě na žebříčku nejpoužívanějších herbicidů v USA se spotřebou 16,2 mil. kg aktivní látky, jak uvádí Aspelin and Grube (1998), o deset let později už je glyfosát nejpoužívanějším herbicidem se spotřebou 82,35 mil. kg aktivní látky. (Grube et al., 2011) V roce 2006 firma Monsanto přichází s novou generací Roundup RReady2Yield™ sóji, která má přinést zvýšení výnosu o 7-11%. (Steiner, 2006) Duke (2005) upozorňuje na souvislost snížení cen ostatních herbicidů se snížením investic do výzkumu, což může být v budoucnu problémem v boji proti plevelům.

3.6. GMO A DALŠÍ PĚSTEBNÍ SYSTÉMY

„Dalším závažným sociálně politickým problémem je nesporně koexistence zemědělství založeného na GMP se zemědělstvím klasickým nebo dokonce ekologickým (organickým). Situace by pochopitelně nebyla tak vyhrocená, kdyby neexistoval systém dotací pro tzv. ekologické zemědělství, a kdyby nebylo odpůrců, kteří modifikované plodiny, často z iracionálních důvodů, odmítají“. Vondrejs (2010)

3.6.1. KOEXISTENCE GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN A NEMODIFIKOVANÝCH PLODIN

S tímto problémem úzce souvisí přenos genu přirozeným způsobem. Jak uvádí Owen and Zealya (2005), došlo k opylení kukuřice na konvenčním poli 30 m vzdáleném od pole s HT kukuřicí a 2% z celkového množství zrn konvenční kukuřice obsahovala transgen pro rezistenci ke glyfosátu. Tím dochází ke kontaminaci zrna určeného pro další zpracování v potravinářství, což vede k problémům s odbytem a finančním ztrátám. Dále uvádí, že maximální vzdálenost pro opylení kukuřice je 200 m, ale v extrémních případech to může být i 500 m. Tento přenos může také způsobit kontaminaci osiva, což v minulosti vedlo k žalobám farmářů biotechnologickými firmami. Zde je uveden jeden příklad za všechny – Monsanto vs. Percy Schmeiser. Tohoto kanadského farmáře firma Monsanto zažalovala v roce 1998 za zneužití patentu, protože detektivové firmy našli na jeho poli RR řepku, kterou podle žaloby nelegálně zasadil, ale nezaplatil za ni. Percy Schmeiser naopak v roce 1999 žaloval firmu Monsanto za genetické znečištění svých polí. První rozsudek v žalobě proti Schmeiserovi hovořil ve prospěch firmy Monsanto, Percy Schmeiser se ale odvolal k nejvyššímu soudu, a ten rozhodl v jeho prospěch, protože nevyužíval výhod RR řepky a na svém poli Roundup jako herbicid nepoužíval. Schmeiserova žaloba skončila v roce 2008 mimosoudním vyrovnáním a slibem firmy Monsanto, že vyčistí jeho pole od RR řepky. (Schmeiser 2008, Stöckelová, 2008). Díky pylu vyprodukovanému GM kukuřicí může dojít ke změně statusu produktu. Dle rozhodnutí evropského soudu je např. med s pylem z GM plodin GM produkt a musí být takto označen, a to i přesto, že neobsahuje geneticky modifikovaný organizmus. Je nutné, aby takový med byl k prodeji schválen jako GM

potravina. Tímto verdiktem skončil spor bavorského včelaře, který nemá s pěstováním GM plodin nic společného. Onen spor vznikl jen proto, že jeho včelín je umístěn v blízkosti polí s GM kukuřicí MON 810. (Zdroj: ÚZEI). Dle nařízení EP a R č. 1829/2003/ES je stanoven limit ve výši max. 0,9 % pro náhodné či technicky nevyhnutelné příměsi GMO v konvenčních produktech či Bio produktech. (Křístková, 2009)

3.6.2. RIZIKA PĚSTOVÁNÍ GMO PRO EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLCE

Dlouhý a Urban (2011) zmiňují irreversibilní genové nebezpečí v kontaminaci přírodního prostředí s neodhadnutelnými následky, kontaminaci potravin umělými genovými kombinacemi, které se v přírodě dříve nevyskytovaly, a v důsledku toho hovoří o ohrožení biopotravin a ztrátě důvěry konzumentů.

Pěstování GM plodin může být pro ekologické zemědělce velkým rizikem. Přenos pylu nebo jakákoli kontaminace nad 0,9% transgenem může při svém odhalení kontrolní organizací pro ekologické zemědělství znamenat pro ekofarmáře ztrátu osvědčení pro bioprodukt, a tím finanční újmu. Zemědělci v důsledku toho hrozí také správní řízení, pokuta a zrušení registrace ekofarmy. (Bioinstitut, 2008)

Kuchtová (2009) také upozorňuje, že ke kontaminaci ekologických produktů může dojít v materiálovém toku od producenta ke konečnému spotřebiteli (během transportu, skladování, zpracování, atd.).

Ho (2000) píše „Transgenní rostliny s biologickými insekticidy urychlují u nejdůležitějších hmyzích škůdců vývoj rezistence na biopesticidy, díky čemuž nemohou ekologicky hospodařící zemědělci tyto osvědčené biopesticidy používat.“

3.6.3. LEGISLATIVA

V Evropské unii, potažmo České republice jsou pravidla koexistence ustanovena v legislativě a jejich cílem je stanovit opatření k minimalizaci potenciálních ekonomických ztrát, které mohou vzniknout smícháním produktů GMO s konvenčními produkty či Bio produkty.

Povinnosti vycházejí ze zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění novel č. 441/2005 Sb. a č. 291/2009 Sb., a následné vyhlášky č. 89/2006 Sb., o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy, ve znění vyhlášky č. 58/2010 Sb., dále ze zákona č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, ve znění pozdějších předpisů, z nařízení Evropského parlamentu a Rady 1830/2003, o zpětné sledovatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a zpětné sledovatelnosti potravin a krmiv vyrobených z geneticky modifikovaných organismů a o změně směrnice 2001/18/ES. (Křístková, 2012)

Na základě výše uvedených předpisů musí pěstitelé GM plodin dodržovat stanovené následující povinnosti:

1. Informovat nejpozději do 1. března o záměru vyšetí Bt-kukuřice sousedního pěstitel (neplatí v případě, že od pozemku, kde bude pěstována Bt-kukuřice, leží do vzdálenosti 140 m pouze vlastní pozemky a zároveň se do 400 m nenachází žádný ekologicky hospodařící zemědělec). Ohlášení nemusí být písemné, ale v případě potřeby lze využít formulář Ohlášení GM plodiny před zahájením pěstování.

2. Dodržet minimální vzdálenost 70 m mezi porostem Bt-kukuřice a jiným pozemkem s nemodifikovanou kukuřicí (popř. obsít klasickou kukuřicí, která se při sklizni považuje za GMO, dle schématu, na němž jeden řádek klasické kukuřice o min. šíři 70 cm kolem Bt-kukuřice nahrazuje 2 m minimální odstupné vzdálenosti – např. při těsně přiléhajících pozemcích s kukuřicí je nutné Bt-hybridy obsít min. 35 řadami klasické kukuřice).

3. Dodržet minimální vzdálenost 200 m mezi porostem Bt-kukuřice a jiným pozemkem s kukuřicí, která je pěstována v režimu ekologického zemědělství.

4. Informovat o vysetí Bt-kukuřice sousedního pěstitele do 15 dnů od zasetí (neplatí v případě, že od pozemku, kde je pěstována Bt-kukuřice, leží do vzdálenosti 140 m pouze vlastní pozemky a zároveň se do 400 m nenachází žádný ekologicky hospodařící zemědělec). Ohlášení nemusí být písemné, ale v případě potřeby lze využít formulář Ohlášení GM plodiny PO zahájení pěstování.

5. Písemně informovat o vysetí Bt-kukuřice místní agenturu pro zemědělství a venkov nejpozději do 30 dnů od zasetí (je možné využít formulář MZe – Ohlášení GM plodiny po zahájení pěstování).

6. Písemně informovat o místě pěstování Bt-kukuřice Ministerstvo životního prostředí ČR nejpozději do 60 dnů od zasetí

7. Po sklizni označit produkt Bt-kukuřice jako „geneticky modifikovaný organismus“ včetně příslušného identifikačního kódu (tyto informace předat písemně odběrateli Bt-kukuřice). Stejným způsobem je nutné označit klasickou kukuřici, která tvořila obsev! Živočišné produkty zvířat krmených Bt-kukuřicí není třeba označovat.

8. Evidovat údaje o nakládání s Bt-kukuřicí a uchovat je v podniku po dobu min. pět let. Konkrétní požadované údaje jsou uvedeny ve vyhlášce č. 89/2006 Sb., o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy. (Křístková, 2010)

3.7. GMO A NÁZORY VEŘEJNOSTI

Veřejné mínění je do jisté míry ovlivněno tlakem různých skupin, ať už jsou to média napojená na univerzity, ve kterých probíhá biotechnologický průzkum, nebo přímo marketingová propagace biotechnologických firem na jedné straně, či aktivisti bojkotující

GMO nejrůznějšími způsoby (např. Greenpeace nebo Děti Země označováním a ničením polí s GMO) na straně druhé. (Stöckelová, 2008) Na otázku, jak se měnil názor na GMO v průběhu času v USA a Evropě, se snažila odpovědět Sylvie Bonny (2007). Jak bylo zmíněno, USA paří mezi největší pěstitele GM plodin na světě, naopak v Evropě jsou plochy o poznání menší (obr. 3). Autorka analyzovala několik průzkumů veřejného mínění, které se lišily koncepcí dotazů, a totiž zda byli respondenti dotazováni na názor na biotechnologie nebo na geneticky modifikované organizmy, a dosáhla různých výsledků. Jak uvádí Stöckelová (2008), povědomí či znalost lidí o této technologii je nízké, a je do značné míry ovlivněno různými zájmovými skupinami. Přesto se Bonny podařilo vyvrátit všeobecně přijímaný názor, že Evropané jsou proti GMO a Američané jsou pro. „We can hardly talk about always favourable Americans and systematically hostile Europeans!“, uvádí. Názory lidí se také měnily v čase. V EU se od roku 1991 do roku 1999 objevují spíše negativní názory, ale v letech 1999 - 2005 se mění alespoň v otázce biotechnologií. V USA naopak dochází od roku 1999 k mírnému poklesu původního optimismu. Od roku 2000 je patrné jisté sblížení názorů obou kontinentů, i když do jisté míry zůstávají stále v něčem rozdílné. (graf 1, přílohy) Gillam (2012) píše ve svém článku o tom, že podle posledního průzkumu 91% z tisíce dotázaných Američanů žádá o označování potravin, které obsahují transgenní plodiny nebo přísady z nich vyrobené. Pouhých 5% dotazovaných se vyjádřilo proti tomu. Lamborg (2006) vysvětluje negativní postoj veřejnosti proti GMO také nedostatkem znalostí dotazovaných a uvádí příklad průzkumu, v rámci nějž si své tvrzení ověřoval. Na otázku, zda je podle respondentů pravdivé tvrzení, že běžná rajčata neobsahují geny, zatímco GM rajčata ano, jen polovina respondentů uvedla, že je věta chybná. Centrum veřejného mínění v roce 2008 vydalo tiskovou zprávu, ve které bylo pěstování geneticky upravených plodin zařazeno mezi globální problémy. Z odpovědí na dotaz na „pěstování gen. upravených potravin“ vyplynulo, že 46 % veřejnosti jej chápe jako „velmi + dosti závažný problém“, 30 % jako „málo závažný + není to problém“, zpráva dále uvádí že tato problematika zřejmě není tolik diskutovaná protože lidé nejčastěji odpovídali „nevím“.

3.7.1. DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Formou dotazníku (Dok. 1, přílohy) na internetovém portálu vyplnto.cz jsem se pokusila zjistit, jaké povědomí mají lidé o základních otázkách týkajících GM plodin v Čechách a jaké jsou jejich preference při nákupu potravin, jaké má veřejnost informace o pěstování a dovozu GMP a zda lidé kupují potraviny vyrobené z GM plodin.

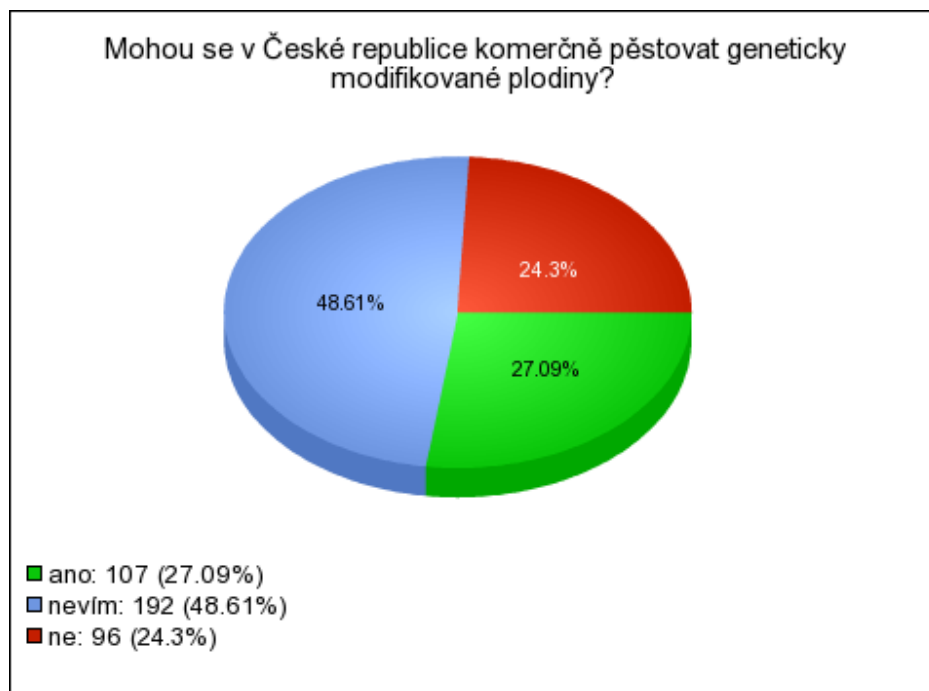
K ověření jsem si stanovila následující hypotézy:

1. Veřejnost neví, že se v Čechách pěstují geneticky modifikované plodiny.
2. Veřejnost neví, že se do Čech dovážejí geneticky modifikované plodiny.
3. Veřejnost nechce nakupovat potraviny vyrobené z geneticky modifikovaných plodin, ale označení nesleduje.

Na dotazník odpovědělo 395 respondentů. Přesto že se jedná o malý vzorek populace a validita výsledků nemůže být zobecňována, má i tento vzorek určitou vypovídající schopnost a doplňuje teoretické předpoklady.

Výsledky:

Ot.č.1: Mohou se v České republice komerčně pěstovat geneticky modifikované plodiny?

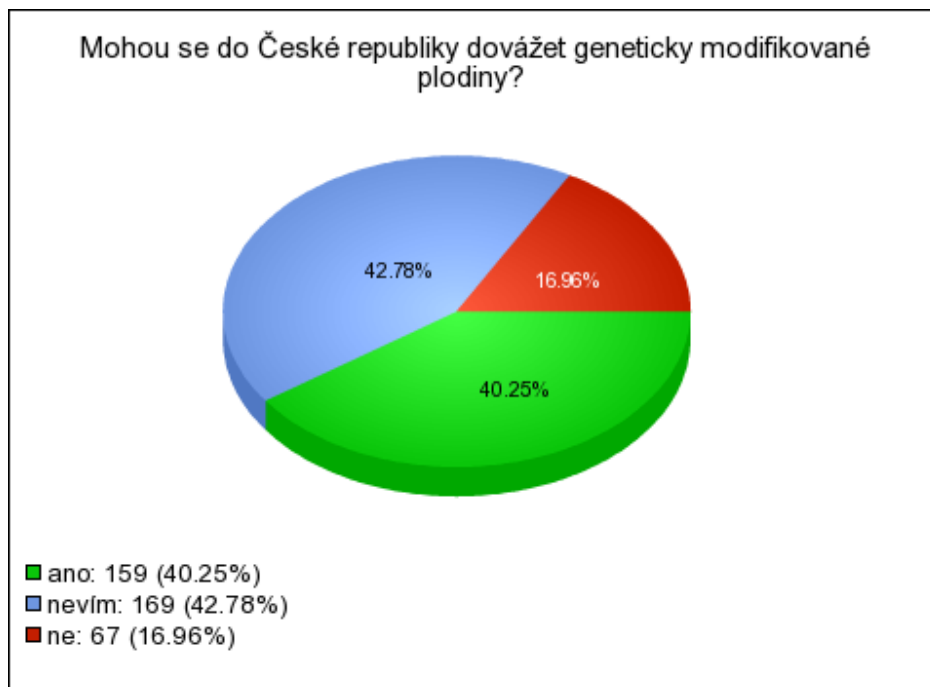


Graf 1: Dotazník, ot. č. 1

zdroj: Taťána Pavlanská

Z grafu odpovědí na první otázku plyne, že pouze 27% dotazovaných ví, že je v ČR povoleno pěstovat geneticky modifikované plodiny. Zbýlých 73% neví, zda je možné tyto rostliny v ČR pěstovat.

Ot.č.2: Mohou se do České republiky dovážet geneticky modifikované plodiny?

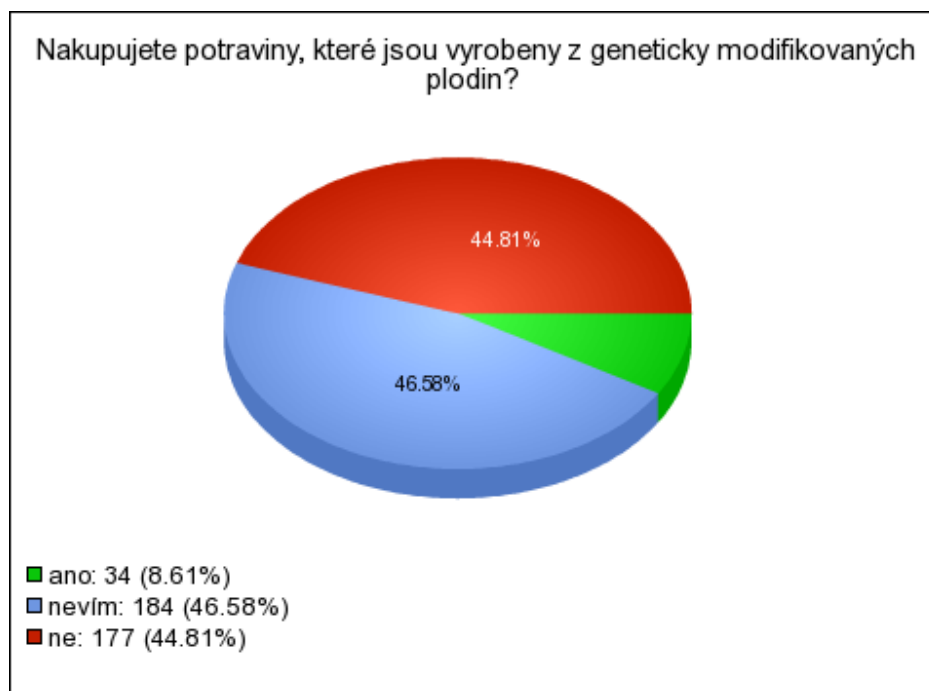


Graf 2: Dotazník, ot. č. 2

zdroj: Taťána Pavlanská

Na otázku, jestli se do České republiky smí dovážet GMP, odpovědělo 40% dotázaných správně, téměř stejný počet lidí na tuto otázku neznal odpověď a jen 17% veřejnosti se mýlilo.

Ot.č .3: Nakupujete potraviny, které jsou vyrobeny z geneticky modifikovaných plodin?

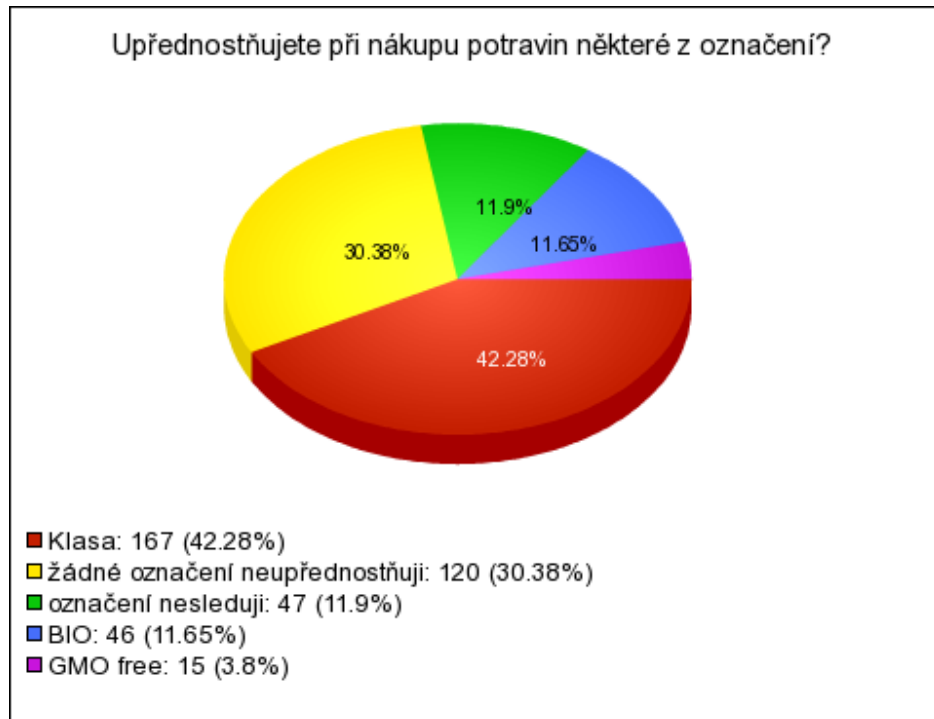


Graf 3: Dotazník, ot. č. 3

zdroj: Taťána Pavlanská

Na otázku, zda respondenti nakupují potraviny vyrobené z GM plodin, odpovědělo 45% dotázaných „ne“, čímž jasně vyjádřili názor, že tyto potraviny nakupovat nechtějí.

Ot.č.4: Upřednostňujete při nákupu potravin některé z označení?



Graf 4: Dotazník, ot. č. 4

zdroj: Taťána Pavlanská

Přestože 45% dotázaných ve třetí otázce odpovědělo, že nekupují potraviny vyrobené z GM plodin, v otázce číslo 4 odpovědělo pouhých 15%, že upřednostňuje označení, které na první pohled zaručuje, že tyto plodiny neobsahuje, a to jsou označení BIO a GMO free.

V tabulce jsou výsledky, které označení upřednostňují lidé, kteří odpověděli, že GMP plodiny nenakupují.

Tabulka 1: Dotazník, doplnění ot. č. 4

Označení	Počet	
Klasa	76	19,24%
žádné označení neupřednostňuji	56	14,10%
BIO	22	5,57%
označení nesleduji	12	3,04%
GMO free	11	2,78%

4. DISKUZE

Plochy GM plodin se za poslední desetiletí rozšířily na všech kontinentech. V této souvislosti je Bonny (2011) pokládá za rentabilní, biotechnologie podle ní ovšem nesplnila očekávaný předpoklad, kterým by mohlo být snížení závislosti zemědělství na chemickém průmyslu, zejména pokud jde o množství používaných herbicidů (Benbrook, 2009). I přesto však Brookes and Barfoot (2011) považují biotechnologie, především z ekonomické stránky, za více než úspěšné.

Zde je uvedeno krátké shrnutí herbicid rezistentní sóji.

Kleter et al. (2007) uvádí ve své studii snížení pesticidů o 20%, naopak Benbrook (2009) poukazuje v průběhu let na zvýšení spotřeby o 159 tis. t. A tak, zatímco Vondrejs (2010) zastává názor, že díky glyfosátu je možné vyčistit pole od plevelů a Opatrný (2009) je toho názoru, že neexistuje, a zřejmě nikdy nebude existovat, plevel či superplevel odolný vůči jakémukoliv dalšímu herbicidu, Benbrook (2009) upozorňuje na rostoucí výskyt plevelů rezistentních vůči této účinné látce.

Podobně i Williams et. al. (2000) se v rozsáhlé studii snaží dokázat, že glyfosát naprosto bezpečný přípravek, Relyea (2005) však tento názor nesdílí, když konstatuje značný pokles počtu populací obojživelníků, který dává do souvislosti s glyfosátem. Richards et al. (2005) navíc upozorňuje na negativní endokrinní účinek na farmáře.

Duke and Powels (2008) jsou přesvědčeni, že glyfosát se rychle rozkládá, má nízkou mobilitu v půdě, a proto nedochází ke kontaminaci vod. Sanchís (2012) nicméně připouští, že se tato látka může dostat do spodní vody a Coupe et al. (2012) dokonce prokázal přítomnost glyfosátu v řece.

Jednou z největších úspor u pěstitelské technologie RR sóji je minimalizace při obdělávání nebo bezorebný systém (Brookes and Barfoot, 2001), který podle nich sice napomáhá snížení emisí oxidu uhličitého v ovzduší, má však i své negativní stránky a to v silnějším tlaku na plevelná společenství a urychlení vzniku už zmíněných rezistentních plevelů (Benbrook, 2009)

Pokud jde o Bt kukuřici, podle Jamese (2010), největším jejím přínosem pro pěstitelskou technologii je vítězství nad nepříjemnými škůdci, ať už jde o zavíječe či bázlivce kukuřičného. V souvislosti s tímto vítězstvím však je nutné říci, že Gassmann et al. (2011) prokázal výskyt rezistentních jedinců bázlivce kukuřičného ve státě Iowa. Některé studie se rovněž zabývají toxickým vlivem na jiné organismy. (Vendômois et al., 2009)

Dle Ondřeje a Drobníka (2002) nicméně ani transgenní rostliny nezaručují trvalou ochranu proti hmyzu, ale tito autoři zastávají názor, že tyto se musí stát součástí integrované ochrany.

Tato diskuse by se dala uzavřít komentářem Terezy Stöckelové (2008), spor o účincích, výhodách či nevýhodách, rizicích či přínosech geneticky modifikovaných organismů na úrovních vědeckých, politických nebo veřejných probíhá již více než deset let, aniž by došlo ke shodám. GMO ale na žádný výsledek „nečeká“, žije si vlastním životem, pyl z geneticky modifikovaných rostlin je unášen větrem, částičky plodin jsou v potravinách.

Navíc, ani aktéři spojení s GMO nečekají. Vyvíjejí nové GMO, prodávají je a prosazují – oponenti je ničí, označují, bojkotují. Také názory veřejnosti se různí, stejně jako lidé. A tak na základě vyhodnocení jednoduchého dotazníku zahrnujícího základní poznatky a informace související s geneticky pěstovanými plodinami je možné konstatovat, že lidé většinou ani

neví, že se v Čechách pěstují a mohou pěstovat některé GM plodiny, pokud by ovšem věděli, jak nenakupovat potraviny vyrobené z geneticky modifikovaných plodin, tak by je 45% lidí nekupovalo.

5. ZÁVĚR

Jak již bylo v této práci mnohokrát zmíněno, HT sója patří k nejpěstovanější geneticky modifikované plodině, ve skutečnosti 90% veškeré obchodované sóji na světových trzích je transgenních. (Bonny, 2011)

Tato práce pokoušela nalézt odpověď na otázku zda biotechnologie mohou být řešením, a (v témž kontextu) zda se dokáže lidstvo uživit v roce 2050. Nejrozšířenější GM plodiny, tak jak se pěstují dnes ovšem jednoznačnou odpověď neposkytují. Technologie HT sóji je postavená na použití herbicidů a tedy závislosti na chemickém průmyslu a proto na neobnovitelných zdrojích. To ovšem neznamená, že jiné GM plodiny a biotechnologie nejsou řešením. GM plodiny nových generací, plodiny s přidanou hodnotou, s odolností proti suchu, zasolení atd. na kterých vědci v současnosti pracují mohou mít za určitých podmínek vysoký potenciál.

6. SEZNAM LITERATURY

- Alexander, C., Aspelin, A., Grube A.H. 1999. Pesticides Industry Sales and Usage: 1996 and 1997 Market Estimates, USEPA, Washington, p. 39.
- Benbrook, C. M. 2004. Genetically Engineered Crops and Pesticide Use in the United States: The First Nine Years, BioTech InfoNet, Technical Paper N. 7, Sandpoint, Idaho, p. 53.
- Benbrook, Ch. M. 2009. Impacts of Genetically Engineered Crops on Pesticide Use in the United States: The First Thirteen Years, Organic Centre, Boulder, p. 14.
- Bioinstitut. 2008. Ekologické zemědělství a GMO, otázky koexistence, Bioinstitut o. p. s., Olomouc, 38 s.
- Bonny, S. 2007. How are opinions about GMOs changing over time? The case in the EU and the USA, in: Proceedings of the 16th International Plant Protection Congress, Glasgow, BCPC, 166-167.
- Bonny, S. 2011. Herbicide-tolerant Transgenic Soybean over 15 Years of Cultivation: Pesticide Use, Weed Resistance, and Some Economic Issues. The Case of the USA. Sustainability, 3(9), 1302-1322.
- Brookes, G, Barfoot, P. 2005. GM Crops: The Global Economic and Environmental Impact—The First Nine Years. AgBioForum, 8(2&3), 187-196.
- Brookes, G., Barfoot, P. 2009. Global Impact of Biotech Crops: Income and Production Effects 1996-2007. AgBioForum, 12(2), 184-208.
- Brookes, G., Barfoot, P. 2011. GM Crops: Global Socio-Economic and Environmental Impacts 1996-2009, PG Economics Ltd, Dorchester, p. 173.

- Coupe, R. H. 2012. Fate and transport of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters of agricultural basins. *Pesticide Management Science*, 68, 16–30.
- Dill, G. M., Cajacob, C. A., Padgett, S. R. 2008. Glyphosate resistant crops: adoption, use and future consideration. *Pesticide Management Science*, 64, 326–331.
- Dlouhý, J., Urban, J. 2011. Ekologické zemědělství bez mýtu, Fakta o ekologickém zemědělství a biopotravinách pro média, Bioinstitut o. p. s., Olomouc, 25 s.
- Drobník, J., Ondřej, M., Petr, J. 2002. Geneticky modifikované organismy v zemědělství. *Zemědělské informace*, 2002(4), 71s.
- Duke, S. O. 2005. Taking stock of herbicide-resistant crops ten years after introduction. *Pesticide Management Science*, 61, 211–218.
- Duke, S. O., Ragsdale, N. N. (Eds.). 2005. Special Issue: Herbicide-resistant crops from biotechnology, *Pesticide Management Science*, 61, 209-325.
- Duke, S. O., Powles, S. B. 2008. Glyphosate: a one-in-a-century herbicide. *Pesticide Management Science*, 64, 319–325.
- Gassmann, A. J., Carriere, Y., Tabashnik, B. E. 2009. Fitness costs of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Annual Review of Entomology*, 54, 147-163.
- Grube, A., Donaldson, D., Kiely, T., Wu, L. 2011. Pesticides Industry Sales and Usage: 2006 and 2007 Market Estimates, USEPA, Washington, p. 41.
- Hammond, B. G., Jez, J. M. 2011. Impact of food processing on the safety assessment for proteins introduced into biotechnology-derived soybean and corn crops. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 711–721.

- Hilbeck, A., et al. 1998. Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla cornea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology*, 27(2), 480-487.
- Ho, M.-W. 2000. Genetické inženýrství - naděje nebo hrozba?, *Alternativa*, 300s.
- Chloupek, O. 2008. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství, *Academia ČMT, Praha*, 307 s.
- James, C. 2006. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2006. ISAAA Brief No. 35. ISAAA, Ithaca, NY.
- James, C. 2010. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010. ISAAA Brief No. 42. ISAAA, Ithaca, NY.
- Kleter, G. A. et al. 2007. Altered pesticide use on transgenic crops and the associated general impact from an environmental perspective. *Pesticide Management Science*, 63, 1107–1115.
- Kocourek, F. 2005. Přínosy a rizika geneticky modifikovaných plodin rezistentních vůči škůdcům in Přínosy a rizika GMO využívaných v zemědělství a potravinářství ve vztahu k bezpečnosti potravin a k ochraně životního prostředí 2005, s. 22.
- Křístková, M. 2009. Dosavadní zkušenosti s pěstováním geneticky modifikované BT kukuřice v ČR 2005 – 2009. *Ministerstvo zemědělství, Praha*, 44 s.
- Křístková, M. 2010. Pěstování Bt-kukuřice ohlaste včas. *Zemědělec*, 18(9), s. 22.
- Křístková, M. 2012. Povinnosti pro pěstitele geneticky modifikované Bt kukuřice, *osobní komunikace, Praha*.
- Kuchtová, P., 2009. Využívání geneticky modifikovaných organismů z pohledu ekologického zemědělství in *Bulletin České společnosti experimentální biologie rostlin, Serifa, Praha*, 14-25.

- Lomborg, B. 2006. Skeptický ekolog, Jaký je skutečný stav světa, Dokořán, Praha, 587 s.
- Mesnage, R., Clair, E., Gress, S., Then, C., Székács, A. and Séralini, G.-E. 2012. Cytotoxicity on human cells of Cry1Ab and Cry1Ac Bt insecticidal toxins alone or with a glyphosate-based herbicide. J. Appl. Toxicol., 2012(2), 98-102.
- Nagy, J. 2006. Maize production, Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 391.
- Nandula, V. K. et al. 2005. Glyphosate-resistant weeds: current status and future outlook. Outlooks on Pest Management, August 2005, 183-187.
- Nátr, L. 2002. Geneticky modifikované plodiny, in Nátr, L. Fotosyntetická produkce a výživa lidstva, ISV nakladatelství, Praha, 338-348.
- Nowack Heimgartner, K., Bickel R., Wyss E. 2003. Organic Farming and Genetic Engineering. Bestellnr. 1207, Dossier, p. 24
- Ondřej, M., Drobník, J. 2002. Transgenoze rostlin, Akademia, Praha, 316 s.
- Opatrný, Z., 2009. Ekologické zemědělství v kontextu s konvenčními a GM technologiemi in Bulletin České společnosti experimentální biologie rostlin, Serifa, Praha, 10-13.
- Owen, M., Zelaya, I. 2005. Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. Pesticide Management Science, 61, 301–311.
- Pleasants, J. M., Oberhauser, K. S. 2012. Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: effect on the monarch butterfly population. Insect Conservation and Diversity, The Royal Entomological Society, p. 10.
- Povolný, M., Říha, K. 2007. Je pěstování geneticky modifikované (Bt) kukuřice v ČR odůvodněné? Geneticky modifikované organismy v agroekosystému a jeho okolí, květen 2007, 49-53.

- Powles, S. B., Lorraine-Colwill D. F., Dellow J. J. and Preston, C. 1998. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. *Weed Science*, 46, 604–607.
- Qaim, M. 2009. The Economics of Genetically Modified Crops, *Annu. Rev. Resour. Econ.*, 2009(1), 665–693.
- Rakouský, S., Hraška, M. 2007. Transgenní plodiny - realita a perspektivy in *Geneticky modifikované organismy v agroekosystému a jeho okolí*, květen 2007, 18-24.
- Relyea, R. A. 2005. The lethal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Applications*, 15(4), 1118-1124.
- Rice, M. E., Plicher, C. D. 1998. Potential benefits and limitations of transgenic Bt corn for management of the European corn borer (Lepidoptera: Crambidae). *Journal American Entomologist*, 44(2), 75-78 .
- Richard S., Moslemi, S., Sipahutar, H., Benachour, N. and Seralini G.-E. 2005. Differential Effects of Glyphosate and Roundup on Human Placental Cells and Aromatase. *Environ Health Perspect*, 113(6), 716–720.
- Saxena, D., Stotzky, G. 2001. BT corn has a higher lignin content than non-BT corn. *American Journal of Botany* 88(9), 1704-1706.
- Sanchís J. et al. 2012. Determination of glyphosate in groundwater samples using an ultrasensitive immunoassay and confirmation by on-line solid-phase extraction followed by liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem.*, 402(7), 2335-45.
- Snustad, D. P., Simmons, M. J. 2009. *Genetika*, Masarykova univerzita, Brno, 870 s.

- Spiroux de Vendômois, J. et al. 2009. A Comparison of the Effects of Three GM Corn Varieties on Mammalian Health. *International Journal of Biological Sciences*, 5(7), 706-726.
- Steiner, J. 2006. Innovating for the Future: World Trends, Seed Traits and Crop Inputs, Presentation at Minnesota Crop Production Retailers, 5 Dec. 2006.
- Stöckelová T. 2008. Biotechnologizace: legitimita, materialita a možnosti odporu, Sociologický ústav AV ČR, Praha, 164 s.
- Štranc, P., et al. 2010. Sója luštinatá, in, Baranyk P. (Eds.), Olejniny, Profi Press, Praha, 137-157.
- Tuesca, D., Puricelli, E., Papa, J.C. 2001. A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Res*, 41, 369–382.
- Veselý, M. 2008. Naše společnost, Sociologický ústav AV ČR, Praha, 3 s.
- Vondrejs, V. 2010. Otazníky kolem genového inženýrství, Academia, Praha, 136s.
- Williams, G. M., Kroes, R. and Munro, I. C. 2000. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. *Regul Toxicol Pharmacol*, 31, 117–165.
- Zimolka, J., 2008. Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press, Praha, 200 s.

7. SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

Anon. Med s pylem GM plodin je GM produkt [online]. Eagri, 15.9.2011 [cit. 2012-14-01]. Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/potraviny/bezpecnost-potravin/geneticky-modifikovane-potraviny-a/med-s-pylem-gm-plodin-je-gm-produkt.html>>.

Anon. Roundup [online]. Monsanto, 2011 [cit. 2012-04-04]. Dostupné z <<http://www.monsanto.cz/ochrana-rostlin-roundup-rapid/>>.

Doubková, Z. (Eds.). Geneticky modifikované organismy. Otázky spojené s jejich vznikem a využíváním [online]. Ministerstvo životního prostředí, 2003 [cit. 2012-3-26]. Dostupné z <[http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/1FA2C877A509C648C1256FC00052F6EE/\\$file/oer-publikace_o_gmo-20031119.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/1FA2C877A509C648C1256FC00052F6EE/$file/oer-publikace_o_gmo-20031119.pdf)>.

Drobník, J. Sója – plodina neznámá (a geneticky modifikovaná) [online]. Sdružení ochrany spotřebitelů, 9. 8. 2007 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z <http://www.spotrebitele.info/potraviny_zdravi/claneke044.shtml?x=200156>.

Gassmann, A. J. et al. 2011. Field-evolved resistance to Bt maize by western corn rootworm [online]. Plos One, 29.7.2011 [cit. 2012-03-30]. Dostupné z <<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0022629>>.

Gillam, C. 2012. Critics of genetically modified crops are making new demands for government mandated labeling to identify foods on grocer shelves that contain ingredients from transgenic corn, soybeans and other crops [online]. Reuters, 27.3.2012 [cit. 2012-04-04]. Dostupné z <<http://uk.reuters.com/article/2012/03/27/us-usa-food-idUKBRE82Q10820120327>>.

James, C. , Krattiger, A. F. Global Review of the Field Testing and Commercialization of Transgenic Plants: 1986 to 1995, The First Decade of Crop Biotechnology [online]. ISAAA, 1996 [cit. 2012-02-23]. Dostupné z <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/01/download/isaaa-brief-01-1996.pdf>>.

James, C. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011 [online]. ISAAA, 2011 [cit. 2012-02-23]. Dostupné z <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.asp>>.

Schmeiser, P. The conflict [online]. Monsanto vs Schmeiser, (n. d.) [cit. 2012-04-02]. Dostupné z <<http://www.percyschmeiser.com/conflict.htm>>.

Schmeiser, P. Schmeiser pleased with victory over Monsanto [online]. Monsanto vs Schmeiser, (n. d.) [cit. 2012-04-02]. Dostupné z <<http://www.percyschmeiser.com/>>.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BT - Transgen pro b-endotoxin *Bacillus thuringiensis* s účinkem proti škodlivému hmyzu

ČK GMO - Česká komise geneticky modifikovaných rostlin a produktů

DNA - deoxyribonukleová kyselina

DSB - Dispute settlement body (Sbor pro urovnání sporů)

EU - Evropská unie

GM - genetická modifikace

GMO - geneticky modifikovaný organizmus

GMP - geneticky modifikovaná plodina

HT- tolerantní k herbicidu

Mze - Ministerstvo zemědělství

MŽP - Ministerstvo životního prostředí

NNO - Nevládní nezisková organizace

PRB - Americký úřad pro studium populace

RNA – ribonukleová kyselina

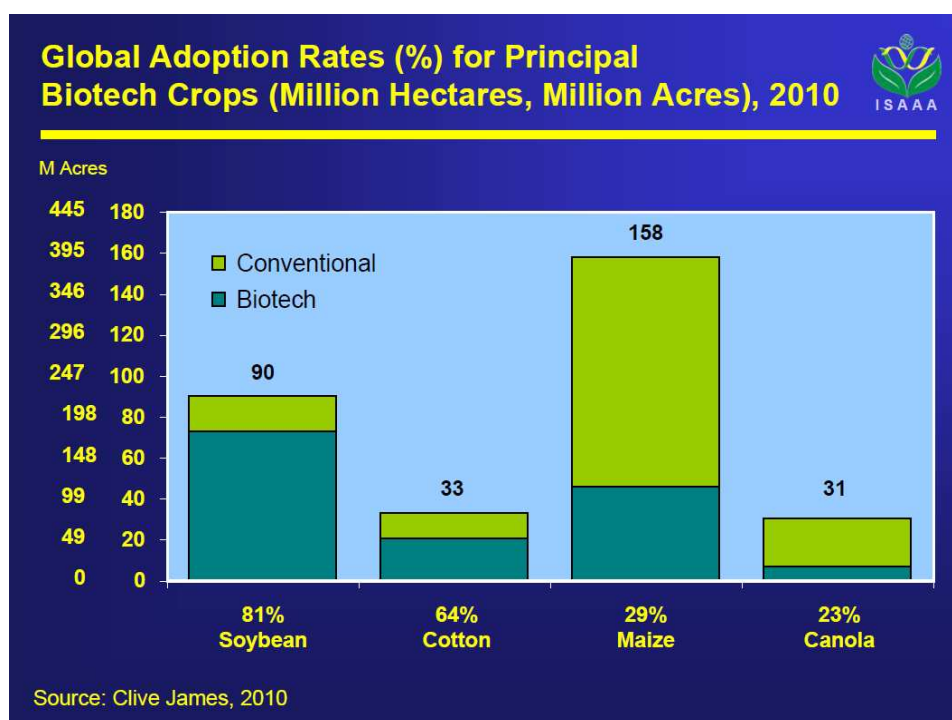
RR – Roundup Ready

T-DNA – konstantí úsek plazmidu Ti bakterie *A. tumefaciens*

WTO - World Trade Organization (Světová obchodní organizace)

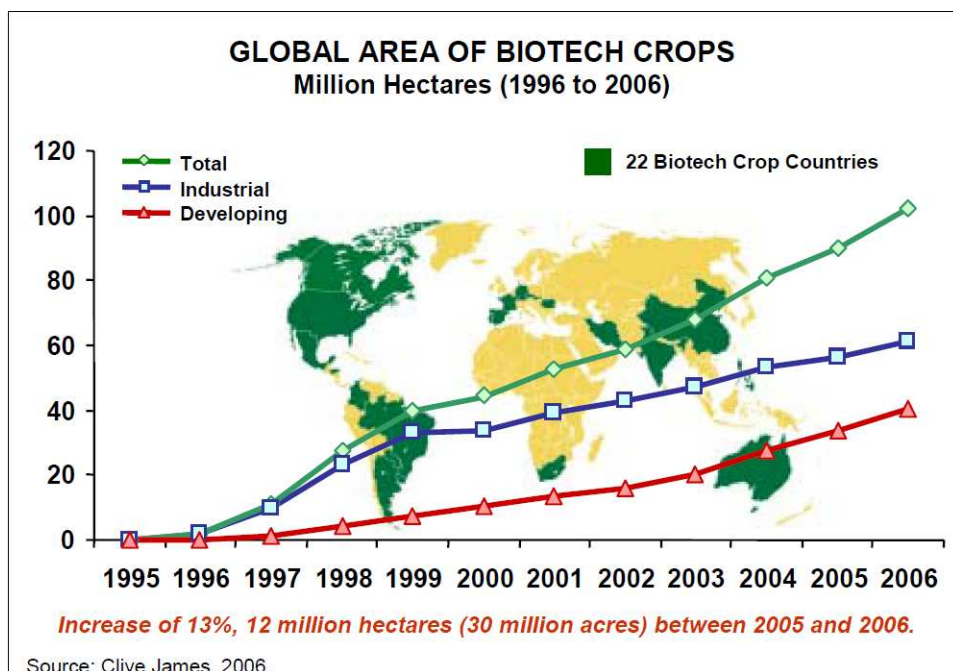
9. PŘÍLOHY

Obr. 1 Světová produkce GM sóji a GM kukuřice



Zdroj: James, 2010

Obr. 2 Vývoj světového pokrytí GM plodin



Zdroj: James, 2006

Obr. 3 Mapa rozložení GM plodin na světě

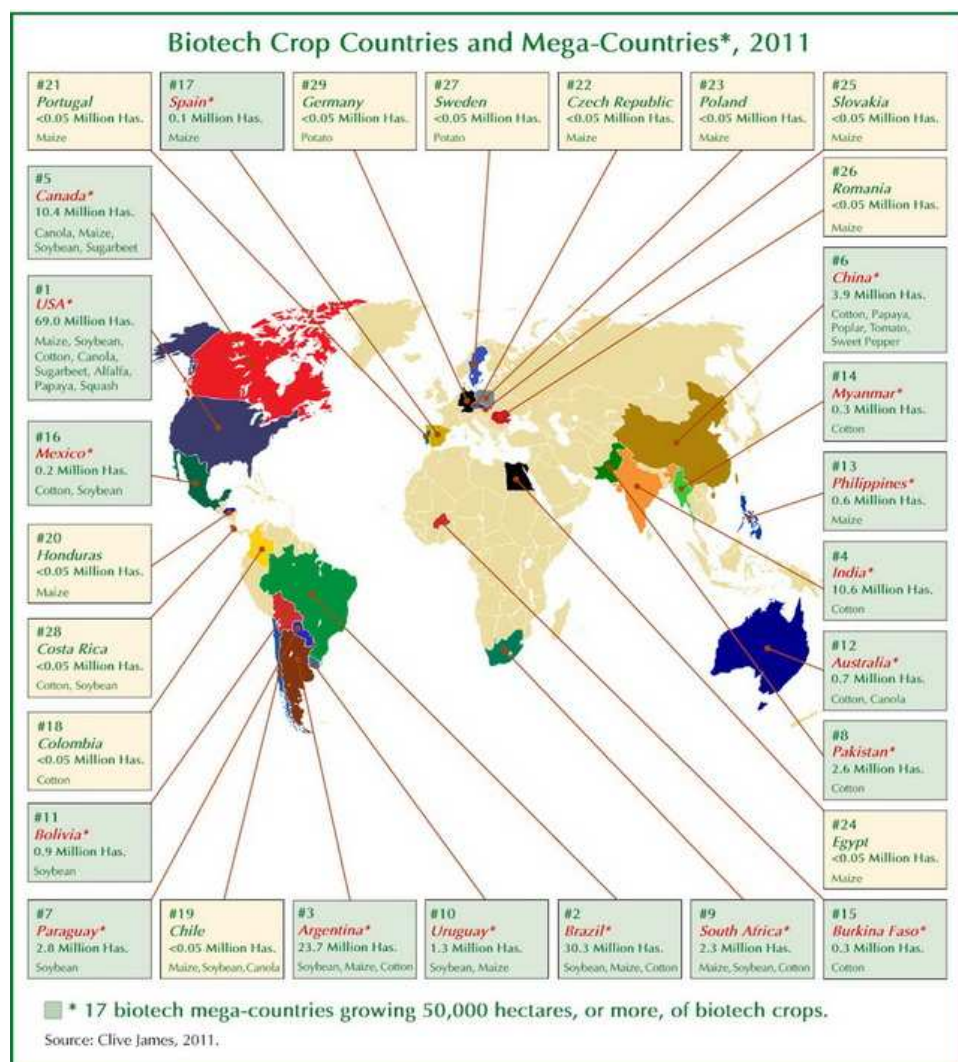
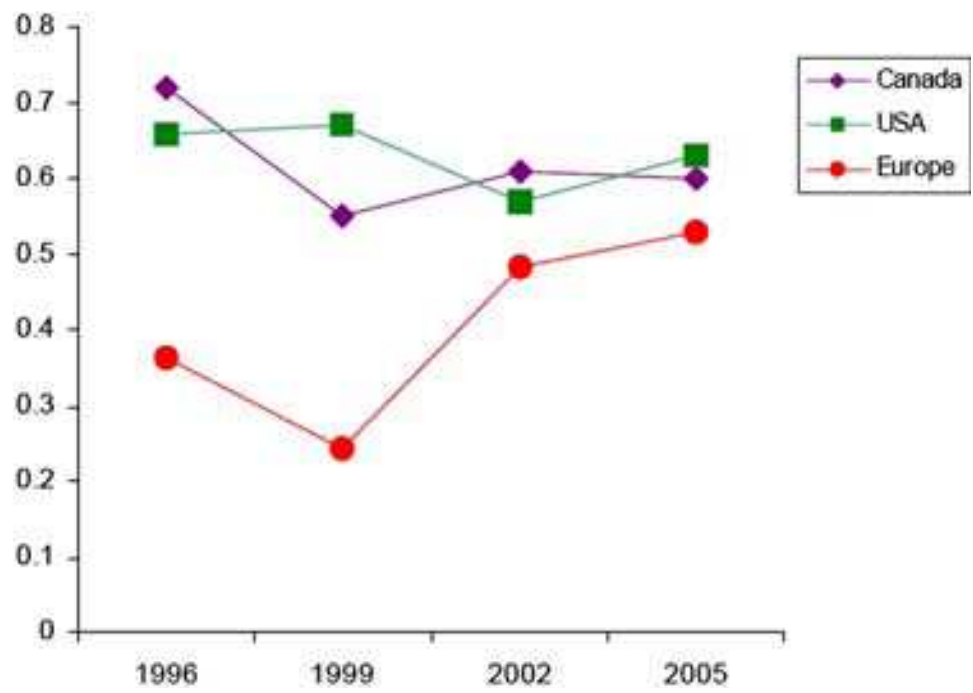


Figure 1. Global Map of Biotech Crop Countries and Mega-Countries in 2011

Zdroj: James, 2011

Graf 5 Názory na GMO ve světě (míra optimismu)



Zdroj: Bonny, 2007

Dokument 1 Dotazník

Dotazníkové šetření

Toto je dotazník týkající se povědomí lidí o geneticky modifikovaných plodinách a jejich preferenci při nákupu potravin. Výsledky tohoto dotazníku budou po zpracování použity k doplnění bakalářské práce Geneticky modifikované plodiny a využití pesticidů.

1. Mohou se v České republice komerčně pěstovat geneticky modifikované plodiny?

ANO

NEVÍM

NE

2. Mohou se do České republiky dovážet geneticky modifikované plodiny?

ANO

NEVÍM

NE

3. Nakupujete potraviny, které jsou vyrobeny z geneticky modifikovaných plodin?

ANO

NEVÍM

NE

4. Upřednostňujete při nákupu potravin některé z označení?

Klasa

GMO free

BIO

žádné označení neupřednostňuji

nesleduji označení

10. SEZNAM PŘÍLOH

Obr. 1 Světová produkce GM sóji a GM kukuřice

Obr. 2 Vývoj světového pokrytí BT kukuřicí

Obr. 3 Mapka rozložení BT kukuřice na světě

Graf 1 Názory na GMO ve světě (míra optimismu)

Dokument 1 Dotazník