

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních  
zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Vývoj, souvislosti a perspektivy pěstování geneticky  
upravených a "clear field" plodin v kontextu světového  
zemědělství.**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Lucie Němečková**

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

**© 2016 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vývoj, souvislosti a perspektivy pěstování geneticky upravených a "clear field" plodin v kontextu světového zemědělství" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 1. dubna 2016

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Perle Kuchtové, Ph.D., za vstřícnost a pomoc při zpracování této diplomové práce.

# Vývoj, souvislosti a perspektivy pěstování geneticky upravených a "clear field" plodin v kontextu světového zemědělství.

## Souhrn

Zavádění geneticky modifikovaných plodin vyvolává rozporuplné reakce, které rozdělují nejen odbornou veřejnost na dva tábory. Vzhledem k tomu, že řepka, sója a kukuřice patří mezi nejvýznamnější plodiny světa, je vývoji jejich GM odrůd věnována značná pozornost. Na základě dostupných informací byla zpracována komparativní studie zahrnující dopady geneticky modifikovaných odrůd těchto plodin na životní prostředí, zdraví lidí a zvířat a socioekonomickou oblast.

Pěstování geneticky upravených plodin je výhodné především pro společnosti vyvíjející tyto odrůdy a jejich pěstitele. Bylo zjištěno, že ve svém důsledku nebylo dosaženo snížení aplikovaného množství herbicidů, které se předpokládalo. Navíc byl prokázán negativní vliv aktivních látek herbicidů na životní prostředí a zdraví lidí i zvířat. Pozitivní vliv má snížení emisí oxidu uhličitého vlivem méně častých vstupů do porostů. Negativně se projevovalo i zkrmování samotných produktů GM plodin. Velmi riziková je možnost křížení a vzniku odolných plevelů, především u řepky a jejich příbuzných druhů. Často diskutovaná je oblast snížení biodiverzity, které se nepotvrdily ve všech případech. Prokázány byly změny v mikrobiálním společenství v půdě. Problémová je koexistence systému GM plodin s konvenčním zemědělstvím a ještě více se zemědělstvím ekologickým.

V souladu se zjištěnými skutečnostmi je doporučeno řídit se principem předběžné opatrnosti, dodržovat pestrý osevní postup a produkci zacílit na trvale udržitelné zemědělství ověřené časem a zkušenostmi.

**Klíčová slova:** plodiny, řepka, GMO, clear field, pěstování, agro-ekosystém, produkce, životní prostředí, herbicid

# **Development, causalities and perspectives of cultivation of genetically modified and "clear field" crops in context of world agriculture**

## **Summary**

The introduction of genetically modified crops raised controversial reactions that divide not only the professional community into two camps. Considering that rapeseed, soya beans and corn belong to the most important crops of the world, significant attention is given to the development of their GM varieties. Based on available information, a comparative study was compiled involving the effects of genetically modified varieties of these crops on the environment, human and animal health and socio-economic area.

The cultivation of genetically modified crops is profitable especially for companies developing these varieties and for the growers. However it was found that the reduction of the amount of applied herbicides was not achieved as expected. Additionally a negative affect of the active herbicide substances on the environment and human and animal health has been shown. There is a positive impact of the reduction in carbon dioxide emissions due to less frequent entries into the stands. Feeding with GM products also manifested in negative way. There is a very risky possibility of crossing and emergence of resistant weeds, in particular rape and related species as well. The reduction of biodiversity, which is often discussed, was not confirmed in all cases. The changes in the microbial community in the soil have been demonstrated. The coexistence of GM crops with conventional agriculture, and even more ecological agriculture has been shown as problematic.

In accordance with the findings, it is recommended to follow the precautionary principles, to follow the varied crop rotation and to target the production to sustainable agriculture, verified by time and experience.

**Keywords:** crops, canola, GMO, clear field, cultivation, agro ecosystem, production, environment, herbicide

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	Vědecká hypotéza a cíl práce .....	2
3	Literární rešerše .....	3
<b>3.1</b>	<b>Genetické modifikace u polních plodin .....</b>	<b>3</b>
3.1.1	Pravidla při nakládání s GMO a legislativa.....	4
3.1.2	Význam GM plodin .....	7
<b>3.2</b>	<b>Řepka.....</b>	<b>8</b>
3.2.1	Botanická charakteristika .....	8
3.2.2	Využití a pěstování řepky.....	9
3.2.3	GM řepka .....	11
<b>3.3</b>	<b>Kukuřice.....</b>	<b>14</b>
3.3.1	Botanická charakteristika .....	14
3.3.2	Využití kukuřice.....	15
3.3.3	GM kukuřice.....	17
<b>3.4</b>	<b>Sója.....</b>	<b>18</b>
3.4.1	Botanická charakteristika .....	18
3.4.2	Využití sóji .....	19
3.4.3	GM sója .....	20
4	Materiál a metody.....	21
5	Agroenvironmentální a socioekonomické dopady .....	22
<b>5.1</b>	<b>Vliv GM plodin na životní prostředí.....</b>	<b>22</b>
5.1.1	Vliv na půdu a půdní organismy .....	22
5.1.2	Vliv glyfosátu.....	23
5.1.3	Superplevele a rezistentní hmyz.....	24
5.1.4	Tok genů (gene flow) .....	25
5.1.5	Snížení biodiverzity .....	27
5.1.6	Ostatní negativní /pozitivní vlivy .....	28
<b>5.2</b>	<b>Vliv GM plodin na zdraví lidí a zvířat .....</b>	<b>30</b>
<b>5.3</b>	<b>Socioekonomické dopady pěstování GM plodin .....</b>	<b>34</b>
6	Diskuse .....	37
7	Závěr a doporučení.....	40

<b>8</b>	<b>Seznam použitých zkratk.....</b>	<b>42</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>43</b>
	<b>Přílohy.....</b>	<b>52</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>60</b>



# 1 Úvod

V současné době se vynakládá mnoho úsilí k identifikaci genů odolnosti k abiotickým stresům (suchu, zasolení horku, chladu) v rostlinách a jejich transfer do cílových plodin (Weil, 2005). Genetické modifikace se používají také k zvýšení nutričních hodnot plodin, někdy nazývané „druhá generace GM rostlin“. Sem můžeme zařadit zvýšení obsahu esenciálních mastných kyselin v zásobních proteinech v semenech, nebo rostliny s vyššími podíly nenasycených mastných kyselin v jejich olejích. Podle GM Canola: An Information Package (2007) potraviny vyrobené z GM plodin mají zlepšenou nutriční hodnotu, estetický vzhled a delší skladovatelnost a údajně dokážou nakrmit hladovějící lid v rozvojových zemích.

Stöckelová (2008) uvedla, že GMO jsou uskutečnitelné díky globalizaci ale také, že jde o proces, kterým se globalizace uskutečňuje a zdůrazňuje zároveň jejich lokální charakter, kdy se podílí na místním životním prostředí na příkladu GM kukuřice amerického středozápadu, kde navazuje na monokulturní pěstování plodin.

Kritici geneticky modifikovaných plodin upozorňují na možná rizika pro zdraví a životní prostředí, stejně jako převaha nadnárodních korporací ve výzkumu a rozhodování v rozvojových zemích. Pro příznivce GM plodin znamenají kvalitu a udržitelnost právě produkty z nich vyrobené, pro odpůrce GMO jsou to biopotraviny a lokální produkty a potraviny obsahující GMO představují přesně opak a navíc podle nich zemědělství zaměřené na GM plodiny znemožňuje koexistenci s konvenčním a ekologickým zemědělstvím (Stöckelová, 2008).

V EU platí velmi přísná pravidla pro pěstování GM plodin a v současné době se pěstuje jen GM kukuřice MON 810 v sedmi zemích (Španělsko, Česká republika, Rumunsko, Portugalsko, Německo, Polsko a Slovensko) (Řezbová a Škubna, 2012). V USA a Austrálii jsou konzumenti více ochotni akceptovat GM potraviny, než konzumenti v Evropě (GM Canola: An Information Package, 2007).

## 2 Vědecká hypotéza a cíl práce

Cílem práce je zpracovat komparativní studii o možnostech šíření a pěstování geneticky modifikovaných a "clear field" plodin.

Vědecká hypotéza:

Existuje předpoklad, že šíření geneticky upravených plodin a zavádění zjednodušených pěstitelských technologií za účelem prosazení hospodářské efektivity podniků a produkční pěstitelské stability tržních plodin, prospívá biodiverzitě a environmentální stabilitě na úrovni agroekosystémů.

Dále lze důvodně předpokládat, že tyto plodiny významně přispívají k zajištění potravinové bezpečnosti a soběstačnosti na všech úrovních společnosti, zejména pak, že jsou řešením sociálních problémů zejména v zemích třetího světa.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Genetické modifikace u polních plodin

Genetické modifikace u rostlin přináší do šlechtitelských programů to, čeho nelze dosáhnout cestami tradičního šlechtitelství, tedy selekcí, hybridizací, mutagenézí a polyploidii (Novák a kol., 1991). Při klasickém šlechtění se křížení provádí mezi blízkými příbuznými druhy či odrůdami, které jsou nositeli různých forem stejných genů (Ho, 2000). Metody genetického inženýrství dovolují překonat mezidruhovou a dokonce i mezirodovou bariéru (Roudná, 2008). Naopak podle Weila (2005) jsou rostliny geneticky modifikované po celou dobu evoluce a přenos genů do rostlin v podstatě napodobuje přírodní procesy a klasické metody šlechtění. GM plodiny, tedy transgeny, se získávají pozměněním původního organismu vložením nových genů, přenesením jedné konkrétní odrůdové vlastnosti do druhé odrůdy, množováním určitých genů, které jsou rostlině vlastní a někdy jejich vyjmutím z genomu, aby se zabránilo produkování nechtěných látek metodami genetického inženýrství (Zimolka a kol., 2008). Stejný mechanismus se vyskytuje u virů (Stöckelová, 2008). V současné době se stále častěji objevuje pojem cisgeny plodiny. Do těchto rostlin byl přenesen gen nebo více genů z druhů, ze kterých by to bylo možné v přírodě nebo metodami klasického šlechtění (Traušeová, 2015). Genetickými modifikacemi se mohou získat vlastnosti ekonomicky hodnotné a zároveň podpořit další žádoucí vlastnosti, např. zvýšení obsahu mikronutrientů se současnou odolností k suchu (Xu, 2010). Podle Ho (2000) nemohou plodiny, které jsou geneticky modifikovány na odolnost proti chorobám či škůdcům, pomoci zemědělství zbavit těchto problémů, když samo intenzivní zemědělství vytváří podmínky pro vznik nových patogenních organismů.

Jeden z prvních úspěšných pokusů genetických modifikací u rostlin přinesla belgická vědecká skupina roku 1986, kdy vytvořili tabák odolný okusu larvami motýlů (Novák a kol., 1991). A první do praxe uvedenou GM plodinou je rajče, které má inaktivovaný gen pro enzym polygalakturonázu a díky tomu vydrží delší skladování a beze změny chuťových vlastností (Štulík, 1991). Toto rajče Flavr Savr nebylo však příliš úspěšné. Pro tenkou slupku ho nebylo možné přepravovat. Plošně se GM plodiny začaly pěstovat v USA v roce 1996. Z této sklizně se také část dostala do Evropy a to způsobilo první protesty proti GMO, vedené

především organizací Greenpeace (Stöckelová, 2004). I přes odmítavý postoj, se GM plodiny rozšířily rychleji, než jakákoliv jiná zemědělská inovace (Xu, 2010).

S pěstováním GM plodin se začalo v roce 1996 v USA, Číně, Kanadě, Argentině, Austrálii a v Mexiku. V roce 2014 pěstovalo GM plodiny 28 zemí na ploše 181,5 milionů ha, což se rovná stonásobnému zvýšení oproti roku 1996, dalších 39 zemí GM plodiny dováželo (James, 2014). Země pěstující geneticky modifikované plodiny jsou: USA, Brazílie, Argentina, Indie, Kanada, Čína, Paraguay, Pákistán, Jižní Afrika, Uruguay, Bolívie, Filipíny, Austrálie, Burkina Faso, Myanmar, Mexiko, Španělsko, Kolumbie, Súdán, Honduras, Chile, Portugalsko, Kuba, Česká republika, Rumunsko, Slovensko, Kostarika, Bangladéš a Vietnam (ISAA, 2015). Největší výkonnost biotechnologického výzkumu je doménou USA, hned za nimi následuje Čína (FAO, 2002).

V roce 2012 se poprvé stalo, že rozvojové země pěstovaly více GM plodin (54 %), než země průmyslové (Stratilová, 2014). V EU se zatím pěstuje pouze Bt-kukuřice MON 810 firmy Monsanto (Zimolka a kol., 2008). Do roku 2010 byly v EU také povoleny k pěstování GM brambory Amflora pro výrobu škrobu (Evropská komise, 2015).

Genetické modifikace využívané v medicíně (patří sem vývoj inzulínu, růstových hormonů apod.) jsou všeobecně velmi dobře přijímány (Weil, 2005). Tvorba inzulínu patří mezi první biotechnologické produkty, které se využívají v medicíně. Dříve se vyráběl z vepřových a hovězích slinivek, ale postupně se nemohla pokrýt jeho skutečná potřeba (Doubková, 2008). Velký význam mají biotechnologie v léčbě rakoviny. Množství geneticky modifikovaných léčiv se používá pro klinické využití a slouží k terapeutickému ovlivnění leukémií a solidních tumorů (Peková, 2008). Vyvíjí se protinádorové vakcíny, které mají pomoci proti nádorům, které odolávají chemoterapii. Zajímavá je také genová terapie, kde se pomocí metod genetického inženýrství vloží do buněk příjemce nový gen, který umlčí gen zodpovědný za agresivitu nádoru (Peková, 2008).

### **3.1.1 Pravidla při nakládání s GMO a legislativa**

Před uvolněním GMO do prostředí a do oběhu se posuzují možné interakce s ekosystémy a zdravím člověka, jakož i možná hybridizace s planými příbuznými (Hájková a kol., 2005). Při provádění polních pokusů s GM plodinami je nutné dodržovat určité zásady, mezi něž patří např. u GM kukuřice izolační vzdálenost 200 m od konvenčního porostu

kukuřice a 600 m od porostu z ekologického zemědělství, musí se provést obsev konvenční odrůdou kukuřice alespoň osmi řádky, který zachytí pyl z GM odrůdy, po sklizni je nutné zrno rozdrtit a zaorat (Doubková, 2007). Po skončení pokusů následuje monitoring, který spočívá ve sledování místa pěstování a okolí a likvidaci rostlin vzešlých z výdrolu, přičemž doba tohoto monitoringu je u různých plodin různá, zpravidla dva roky (Doubková, 2007).

Je nutné předložit metodiku testování GMO, jednoznačná identifikace, která umožní stanovení GMO od prvovýroby až ke spotřebiteli (Ovesná, 2005). Stanovení transgenních organismů se skládá ze vzorkování, laboratorního zpracování vzorků a analytického stanovení obsahu GMO (Ovesná, 2005). Mezi nejvíce rozšířené metody stanovení GMO a určení jejich nebezpečí patří molekulární diagnostika transgenů (např. PCR), stanovení produktu transgenů (např. ELISA), biologické testy (Kocourek, 2006a).

Legislativa týkající se GMO je v ČR řešena na úrovni EU. V ČR jde o zákon č.78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, který je účinný od 25. 2. 2004 a vyhlášku č. 89/2006 Sb., o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy, účinnou od 20. 3. 2006. Na mezinárodní úrovni je legislativa řešena Cartagenským protokolem o biologické bezpečnosti (CPB) k Úmluvě o biologické bezpečnosti (CBD). Cílem Protokolu je zajistit ochranu a bezpečnost při zacházení, využívání a přenosu živých modifikovaných organismů, které jsou výsledkem moderních biotechnologií a které mohou mít nepříznivý vliv na biologickou rozmanitost (Roudná, 2008). Problematikou GMO se zabývá i Úmluva o přístupu k informacím, účasti veřejnosti na rozhodování a přístupu k právní ochraně v záležitostech životního prostředí - Aarhuská úmluva. Vznikla na konferenci Životní prostředí pro Evropu roku 1998 v Aarhusu v Dánsku a v platnost vstoupila roku 2001 (Kažmierski, 2008).

V USA se při schvalování GM plodin postupuje jako u klasických konvenčních plodin (Stöckelová, 2004). Potraviny obsahující GMO jsou výrobci povinni označovat. Označovat se nemusí, pokud obsahují GMO méně než 0,9 %, což ale neplatí pro GMO nepovolené v EU. Stejně tak se nemusí označovat přídatné a aromatické látky, potravní doplňky, které byly vyrobeny pomocí GM mikroorganismů, jelikož jsou do potravin přidávány v čisté formě a totéž platí pro mléko, vejce a maso od zvířat krměných GM krmivem (Doubková, 2008). Podle Evropské komise (2015) bylo u všech GMO povolených v EU prokázána jejich bezpečnost, s tím, že ke stejnému stanovisku dospěl i EFSA (Evropský úřad pro bezpečnost potravin).

V EU se nesmí pěstovat GM olejninu. V ČR byly zakázány i pouhé polní pokusy s GM řepkou, z důvodu obavy i jen podezření na kontaminaci konvenční řepky, které by znemožnilo vývoz této velmi významné komodity (Stöckelová, 2008). Na evropském trhu se ale s geneticky modifikovanými olejinami, na rozdíl od jiných produktů, setkáváme nejčastěji a to díky GM sóje, která je obsažena ve větší části krmiv pro hospodářská zvířata (Křístková, 2010). V EU je k využití v krmivech a potravinách povoleno 58 GMO, mezi které patří kukuřice, bavlna, sója, řepka olejka a cukrová řepa (Evropská komise, 2015). U nás se jako jediná GM plodina pěstuje Bt-kukuřice. V roce 2010 se na Vysočině pěstovaly GM brambory Amflora na výrobu škrobu, ale v dalších letech bylo jejich pěstování na našem území ukončeno. Množitelské porosty se nacházely ještě do roku 2012 v Německu a ve Švédsku, pak ale společnost Basf pěstování ukončila (Trnková a kol., 2015).

Při žádosti o povolení nové GM odrůdy musí žadatel projít velmi náročným a přísným posouzením. Žadatel obvykle bývá příslušná biotechnologická společnost, ale také dovozce. Ten je povinen předložit dokumentaci, která se vztahuje k prokázání bezpečnosti té dané plodiny (Rakouský, 2008). U potravin se přistupuje k porovnávání s vhodnou srovnávací potravinou, u které byla bezpečnost prověřena dlouhodobě, jde o tzv. ekvivalent shody či srovnávací analýzu (Rakouský, 2008). K celému procesu patří i testy na toxicitu a alergenitu, které se provádějí na zvířatech nebo na simulovaných trávicích soustavách (Rakouský, 2008). Jakmile je GM plodina povolena k pěstování, může se členský stát rozhodnout danou plodinu zakázat či omezit z důvodů, které se týkají environmentálních cílů, zemědělské politiky, územního plánování, využitím půdy, koexistence a veřejného pořádku, přičemž do roku 2015 se směla plodina zakázat pouze z důvodů ohrožení životního prostředí nebo lidského zdraví a to se žádnému státu nepodařilo doložit (Evropská komise, 2015).

Velmi zásadní je otázka koexistence zemědělství produkujícího GM plodiny a konvenčního nebo ekologického zemědělství. Jsou stanovena pravidla, která musí každý zemědělec rozhodnutý GM plodiny pěstovat, dodržovat. Vyskytl se názor, že koexistence těchto odlišných systémů je prakticky nemožný, stejně jako je nemožná koexistence ticha a hluku v jedné místnosti (Stöckelová, 2008). V zemích EU je běžná záležitost tzv. oblastí bez GMO. Může se jednat o státy, regiony, města a obce. Česká republika se vyznačuje tím, že žádnou oblast bez GMO dosud nemá (Stöckelová, 2008).

V souvislosti se zaváděním transgenních plodin vzniká spousta otázek spojených s riziky jejich pěstování, např. přenos transgenů do následných plodin a plevelných

příbuzných rostlin přes opylení a následný vznik interspecifických hybridů (Graef, 2009). Další otázkou je rozvrácení agroekosystémů, která by mohla být způsobena zvýšenou konkurenceschopností GM plodin (Roudná, 2008). Podle Drobníka (2010) neplyne rizikovost organismů z jejich vlastností, ale ze způsobu, kterým byly vyšlechtěny. Protože údajně nejsou dostatečné důkazy o rizikovosti GMO, byl zaveden tzv. princip předběžné opatrnosti. Tento princip se týká pouze GMO a není aplikován na potraviny získané jinými způsoby (radiace, introdukce nových organismů, zavádění neznámých potravin, apod.), které mají průkazně negativní dopad na životní prostředí a biodiverzitu (Drobník, 2010). Na druhé straně konstrukce vektoru, díky které je možné ho začlenit do genomu cílového organismu, zároveň umožní jeho vyčlenění a opětovné začlenění do dalšího organismu (Stöckelová, 2008).

### **3.1.2 Význam GM plodin**

Geneticky modifikované plodiny měly za cíl snižovat celkovou spotřebu pesticidů. Spotřeba pesticidů však klesla i u plodin, které nejsou transgenní v důsledku toho, že jsou pesticidy více biologicky aktivní a užívají se postupně ve stále nižších dávkách (Benbrook, 2012). Ke snižování dávek pesticidů výrazněji docházelo v počátcích zavádění geneticky modifikovaných plodin do pěstebních systémů. Nyní je tomu spíše naopak. Podle Benbrooka (2012) pěstování Bt kukuřice snížilo používání insekticidů výrazně méně v roce 2011, než v roce 1996.

Velkou oblastí zájmu je tvorba herbicid tolerantních odrůd, do jejichž genomu je vpraven gen z bakterie nebo jiných tolerantních odrůd, jehož produkt – enzym, určitý herbicid metabolizuje nebo je schopen ho tolerovat (Hájková a kol., 2005). Dvě třetiny ploch geneticky modifikovaných plodin jsou osázeny právě herbicid tolerantními (Ht) odrůdami (FAO, 2002). Společnosti vyvíjí a nabízí nové Ht odrůdy, které by měly farmářům usnadnit regulaci plevelů – užití pouze jednoho herbicidu, aplikování pouze jedné dávky tohoto herbicidu a snížení množství aktivní látky (Graef, 2009). Ht-plodiny, tedy plodiny tolerantní k neselektivním herbicidům mají tuto vlastnost podmíněnou schopností detoxikovat danou účinnou látku obsaženou v herbicidu nebo schopností vytvářet terčový enzym herbicidního účinku ve velkém množství (Soukup, 2006). Do rostlin jsou nejčastěji vpravovány transgeny

cp4 epsps a GOX, díky kterým jsou odolné ke glyfosátu, nebo geny bar a pat, které podmiňují odolnost k fosfinitricinu (Rakouský a Hraška, 2007). Herbicid tolerantní vlastnosti se u plodin dají dosáhnout metodou selekčního šlechtění („Clear field“ odrůdy) nebo genetickými modifikacemi.

Dalším typem GM plodin jsou tzv. Bt-plodiny. Technologie využívají geny z bakterie *Bacillus thuringiensis*. Tato bakterie se k ochraně plodin používá v zemědělství několik desítek let a v rámci genetických modifikací se používá několik typů genu Cry (Rakouský a Hraška, 2007). Tato technologie chrání plodinu před napadením hmyzími škůdci. Stále častěji se prosazují kombinace obou těchto vlastností, tedy Ht i Bt (Doubková, 2007).

Geneticky modifikované plodiny, jejichž pěstování je výhodné především pro pěstitele, se nazývají GM plodiny první generace a ty GM plodiny, které přináší výhody i pro konzumenty (lepší kvalitativní vlastnosti) se nazývají GM plodiny druhé generace (Frohlová, 2000). Do těchto plodin se vnesou dva a více znaků (Rakouský a Hraška, 2007). Několikanásobný transfer genů do jedné rostliny se nazývá genetické stohování (Transgene Stacking) (Xu, 2010). Mezi GM plodiny druhé generace patří i řepka a sója se změněným poměrem zdraví prospěšných tuků (Anonym, 2012).

## 3.2 Řepka

V ČR bylo k 30. listopadu 2014 oseto řepkou 392 556 ha (Hrbek, 2015). V EU za rok 2013 se jedná o plochu téměř 7 mil. ha. Nejvíce řepky se v roce 2014 vyprodukovalo v Evropě a to 37,9 %, následovala Asie s 30,8 % a USA s 25,4 % (FAO, 2014). Geneticky modifikovaná řepka se v roce 2014 celosvětově pěstovala na 9 milionech ha, což odpovídá 25 % z celkové světové plochy (ISAA, 2015).

### 3.2.1 Botanická charakteristika

Řepka olejná (*Brassica napus* L. var. *napus*) patří do čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) a do rodu brukev (*Brassica*) (Vašák a kol., 2000). S největší pravděpodobností nemá planého předka (Baranyk a kol., 2005). Podle jedné hypotézy vznikla řepka zpětným zkřížením a zdvojením počtu chromozomů druhů brukev řepice (*B. campestris*) a brukev zelná (*B. oleracea*) jako tzv. amfidiploid s 38 chromozomy (Baranyk a kol., 2007). Původ má ve středomořském genovém centru. Existuje ve dvou formách – jarní a ozimá. V západní a



střední Evropě převažuje ozimá řepka díky větší výkonnosti a jarní forma se zde uplatňuje jako náhrada za uhynulou ozimou formu (Baranyk a kol., 2007).

Kořen řepky je mohutný, kulový a je asi z 87 % rozložen v ornici (Vašák a kol., 2000). Lodyha je vysoká 0,5 – 2 m, dolní lodyžní listy jsou lyrovitě peřenosečné a řapíkaté a horní listy jsou vejčité a přisedlé (Novák a Skalický, 2009). Květy v hroznovitém květenství jsou žluté, někdy i světle žluté či bílé a stavěny jsou podle čísla 4. Plodem je dvouřadá šešule s 15 – 20 tmavými semeny, HTS je 4,5 – 5,5 g. Řepka je rostlinou medonosnou, je pokládána za self-fertilní s určitým procentem rostlin self-sterilních, vyžadující cizoopylení (Vašák a kol., 2000).

Vývoj řepky probíhá ve dvou fázích, z nichž první se uskutečňuje na podzim prvního roku – vegetativní fáze (tvorba kořenů, listové růžice a shromažďování asimilátů), a druhá fáze – generativní, kdy se tvoří květenství, květy, plody a semena (Baranyk a kol., 2005, 2007). Ozimá řepka je dlouhodobá rostlina, jarovizace probíhá lépe při krátkém dni.

Velmi významný kvalitativní znak je olejnatost semen, která je podmíněna geneticky a tato vlastnost je řízena větším počtem genů (Zukalová a kol., 2006).

Jako invazivní druh vytváří velké množství pylu a semen (Hájková a kol., 2005).

### **3.2.2 Využití a pěstování řepky**

Ozimá řepka prodělala za posledních padesát let obrovské změny v pěstitelské technologii, kdy se z plodiny širokořádkové minimálně hnojené a chemicky ošetřované, stala velmi intenzifikovanou (Bečka a kol., 2013). V České republice se pěstuje především ozimá forma řepky. Plochy jarní formy této plodiny jsou mnohem menší, v některých zemích má ale větší význam (Zehnálek, 2006). Větší plochy jarní řepky se osévají v Polsku.

Původně se semena řepky uplatňovala při výrobě olejů na svícení a mazání a v mýdlařství (Vašák a kol., 2000). V potravinářství se olej začal využívat později, ale nebyl příliš oblíben pro vysoký obsah kyseliny erukové. To se změnilo zavedením tzv. bezerukových řep (Vašák a kol., 2000). Plochy a produkce řepky v Evropě narůstaly až po roce 1970, kdy vznikly „0“ odrůdy s velmi nízkým obsahem kyseliny erukové, která u původních odrůd zhoršovala chuť i zdravotní vlastnosti oleje (Bečka a kol., 2007a). V České republice vstoupily do popředí „00“ odrůdy řepky po roce 1984, které měly snížený obsah kyseliny erukové a zároveň velmi nízký obsah glukosinolátů, které se podílely na horší chuti a zdravotních vlastnostech řepkových vylisků a šrotů (Bečka a kol., 2007b).

Olej se hodí pro studenou i teplou kuchyni, má vyšší oxidační stabilitu a proto delší trvanlivost ve srovnání s jinými rostlinnými oleji. Ve srovnání se sójovým olejem obsahuje méně nasycených mastných kyselin, které nejsou ze zdravotního hlediska žádoucí (Baranyk a kol., 2007). Co se týká řepkového oleje, má významné konkurenty v palmě olejné a sóje. Větší význam má palma olejná, u které se z 1 ha získá 3,5krát více oleje než u řepky (Bečka a kol., 2007b).

V krmivářství našly uplatnění extrahované šroty a výlisky jako bílkovinná složka v krmných směsích hospodářských zvířat. Do značné míry lze řepkovými šroty nahrazovat šroty sójové, které musí být dováženy (Baranyk a kol. 2007), a navíc je sója z převážné většiny geneticky modifikována.

V neposlední řadě je řepkový olej využíván na výrobu bionafty, náhradu fosilních paliv. Mezi přednosti bionafty patří snadná biologická rozložitelnost, nízký obsah oxidů síry a rakovinotvorných polycyklických aromatických uhlovodíků, nižší kouřivost motorů (Vašák a kol., 2000). Bionaftu získáme přidáním MEŘO (metylésteru řepkového oleje) do motorové nafty. MEŘO vzniká trans-esterifikací řepkového oleje methylalkoholem (Kovář, 2006). Palivo má ale i své nevýhody, mezi něž patří menší výhřevnost, způsobuje tzv. „želatinizaci“ motorového oleje a je méně odolný chladu (Kovář, 2006). Mezi další nevýhody MEŘO patří podle Glatze (2006) vyšší spotřeba paliva a to, že bionafta je rozpouštědlo a ničí laky a těsnění. Mezi negativa nepochybně patří i to, že výroba biopaliv je nákladnější než produkce paliv z minerálních olejů (Zukalová a kol., 2007).

Je výbornou předplodinou pro obiloviny a přerušuje obilní sledy. Má významný potenciál pro čištění – biofumigaci půdy díky 2-fenylethyl isothiokyanátu od řady patogenů. Kroutil a kol. (2006) uvádí, že v polních pokusech, kdy se po řepce pěstovala pšenice, byly houbové choroby potlačeny o 50 – 80 %. Plodiny z čeledi brukvovitých obecně dodávají do půdy velké množství organické hmoty (Kroutil a kol., 2006). Podílí se na zvyšování úrodnosti půdy tím, že získává živiny i z těžko přístupných vazeb a zanechává je v půdě pro následné plodiny. Může se pěstovat i v sírou imisně zatížených oblastech – spotřebuje síry více než jiné plodiny (Vašák a kol., 2000).

### 3.2.3 GM řepka

Řepka olejka je jednou z hlavních plodin, které se geneticky modifikují a je čtvrtou nejpěstovanější GM plodinou na světě (Hájková a kol., 2005). Velké plochy GM řepky jsou v Kanadě. Která se řadí mezi přední producenty semene řepky (Čeřovská, 2006). Nedošlo u ní k tak velkým nárůstům ploch jako u GM sóji a GM kukuřice, protože jde o nejvíce problematickou GM plodinu z hlediska koexistence s konvenčními odrůdami (Baranyk a kol., 2005) a také proto, že EU má odmítavý postoj ke GM řepce a je jedním z důležitých pěstitelů a spotřebitelů této plodiny (Čeřovská, 2006). V EU a tedy ani u nás není GM řepku povoleno pěstovat. Před uvolněním GMO do životního prostředí se musí posoudit možná rizika, která toto uvolnění může přinést a v případě GM řepky je toto velmi komplikované přítomností plevelných příbuzných z čeledi brukvovité, s kterými se může řepka zkřížit a dát vznik „superplevelům“ (Křístková, 2010).

Byla vyvíjena transgenní řepka s upravenými produkčními znaky (jako je tolerance k herbicidu), označované jako input vlastnosti, i s upravenými kvalitativními znaky (např. zlepšená kvalita oleje), tzv. output vlastnosti (Green a Salisbury, 1998). U kvalitativních znaků se jedná především o zvýšení kyseliny olejové až na 89% u *B. napus* a na 73% u *B. juncea*. Dále zvýšení kyseliny stearové až na 30% u řepky typu stearin, která se využívá na výrobu margarínů, a řepka typu laurin se zvýšeným obsahem kyseliny laurové až na 40%, která se hodí pro výrobu detergentů. Řepka se geneticky modifikuje, aby dokázala produkovat i některá léčiva a farmakologicky významné látky, např. krevní antikoagulant – hirudin (Vašák a kol., 2000). Vložení bakteriálního genu došlo ke zvýšení obsahu vitamínu A v semenech, ale zároveň k poklesu obsahu vitamínu E (Smith, 2015).

Herbicid tolerantní je i řepka v tzv. systému Clearfield. Nejedná se o genetické modifikace, ale dosažení tolerance k herbicidu obsahující aktivní složku imidazolinon cestou klasického šlechtění (GM Canola: An Information Package, 2007). Fisher a Tozer (2009) ve své studii porovnávali různé systémy pěstování řepky. Podle této studie vykazuje Clearfield systém vyšší výnosy a celkovou hrubou marži. Naproti tomu při intenzivní závlaze je na tom lépe Roundup Ready řepky. Řepka v systému Clearfield vykazuje také nejnižší koeficient environmentálního dopadu (EIQ), ale Roundup Ready systém vyžaduje o něco méně spotřeby paliva a její pěstování produkuje méně uhlíkových emisí.

Geneticky modifikované jsou odrůdy řepky s obchodním názvem RoundupReady, která je odolná glyfosátu obsaženém v herbicidu RoundUp, a řepka InVigor, známá jako LibertyLink, odolná glufosinátu amonnému (GM Canola: An Information Package, 2007). Do rostlin řepky RoundupReady byly vneseny dva geny z půdní bakterie (Chance, 2009). RoundupReady řepka je vyvinutá společností Monsanto a stejně tak i herbicidy používané na ochranu této odrůdy.

V souvislosti s GM řepkou se lze setkat s označením canola, který vznikl kombinací dvou slov – Canadian (kanadský) a oil (olej). Tato řepka byla vyvinuta v Kanadě a musí splňovat požadavky na složení řepkového oleje – kyselina eruková pod 2 % a obsah glukosinolátů do 30 mikromol v 1 g odtučněné sušiny (Baranyk a kol., 2005).

Podle studie, která byla zpracována pod vedením Canada Council (2005), která byla prováděna formou dotazování se 650 pěstitelů, ze kterých polovina pěstovala transgenní řepku a polovina konvenční odrůdy, bylo klíčovým důvodem pro volbu GM řepky účinnější regulace plevelů, snížení vstupů při ochraně proti plevelům, minimalizace zpracování půdy a možnost dřívějšího zasetí. Důvodem pro odmítání transgenní řepky byla podle studie vyšší pořizovací cena a celkově vyšší náklady na transgenní systémy. Pěstitelé také měli obavy z dopadů GM plodin na vznik odolných plevelů a lidské zdraví (Canada Council, 2005).

Záměrem zavedení Ht řepky do pěstebních systémů byla snížení použité účinné látky, ošetřovat plodiny pouze jednou širokospektrálním herbicidem a tím ušetřit pracovní operaci na polích a snížit riziko utužení půdy pojezdy těžké techniky a erozi (Graef et al., 2007). Výhodou a zároveň i nevýhodou jsou krátká rezidua totálních herbicidů, které sice nezatěžují v takové míře životní prostředí, ale většinou se operace musí opakovat (Vašák a kol., 2000). Pokles v použitých palivech vedl v Kanadě i k poklesu emisí oxidu uhličitého o 94 mil. kg mezi lety 1996 a 2004 (Beckie a kol., 2011). Mezi další výhody Ht řepky má patřit zvýšení výnosů a větší hodnota plodin a užití herbicidů šetrnějších k životnímu prostředí (GM Canola: An Information Package, 2007). Rychlé přijetí GM řepky v Kanadě bylo způsobeno i tím, že se snadněji likvidoval plevel a získávaly se vyšší výnosy, hlavně u jarní řepky, která využívá vláhu z tání sněhu a je odolnější teplotnímu stresu během kvetoucí periody (Beckie a kol., 2011). V Kanadě se také Ht řepka často pěstuje v zaplevelených polích, aby se zredukovala půdní zásoba semen plevelů v následujícím roce (Graef, 2009).

GM kultivary řepky jsou často vyšší a vitálnější, dochází k hustšímu zapojení porostu (Beckie et al., 2011). Podle pokusů Bečky a kol. (2005) byly růstové a výnosové ukazatele GM

řepky (Liberty Link) srovnatelné s konvenčními odrůdami, pouze na podzim měly konvenční odrůdy více listů a delší kořen a naopak GM odrůdy vykazovaly vyšší HTS a olejnatost a obsah glukosinolátů. V tříletých polních a laboratorních pokusech o vlivu hnojení sírou na řepku nejlépe na toto hnojení reagovala právě GM řepka, a to zvýšením výnosu o 17 % (Budzyński a Jankowski, 2006). U řepky je síra významnější než u jiných olejnin, protože je obsažena v plnohodnotných bílkovinách, které jsou primárními metabolity (Zukalová a kol., 2006) a je sice také součástí sekundárních metabolitů – glukosinolátů, ale zvyšování jejich obsahu v řepce hnojení sírou příliš neovlivňuje (Kroutil a Vašák, 2007). V neposlední řadě způsobuje dobré zásobení řepky sírou vyšší využití dusíku z hnojiv a tím i menší kontaminaci půd (Zukalová a kol., 2006).

*Tab. 1 Souhrn pěstebních systémů řepky*

<b>PĚSTEBNÍ SYSTÉM</b>	<b>TOLERANCE</b>	<b>ZPŮSOB ZÍSKÁNÍ VLASTNOSTI</b>
Konvenční řepka (non-GM)	x	Zkřížení dvou rodičů
Clearfield (non-GM)	Imidazol	mutageneze
TT - triazin tolerant (non-GM)	triazin	Tolerance nalezena v hořčici
InVigor	Glugosinát amonný	Vnesení genu z půdní bakterie
Roundup Ready	glyfosát	Vnesení dvou genů z půdní bakterie

*Zdroj: Chance (2009)*

### 3.3 Kukuřice

Kukuřice je po pšenici a rýži nejdůležitější obilninou v lidské výživě a významné uplatnění nachází i v krmivářství, průmyslu a energetice (Zimolka a kol., 2008). Nejrozsáhlejší plochy kukuřice se nachází v USA, ale nejlepší výnosy dosahují v Řecku (Húska, 1997). Jde o prastarou kulturní rostlinu, kterou znali již 4000 let před naším letopočtem Aztékové, Mayové a Inkové a kteří ji také zbožně uctívali (Kozel, 1970). Do dnešní doby není známa její divoká forma, ale s největší pravděpodobností se původně vyskytovala ve Střední Americe, kde je nejvíce jí příbuzných rodů (Zimolka a kol., 2008). Do Evropy se poprvé dostala v období prvních zámořských objevů koncem 15. a začátkem 16. století (Kocián, 2008). Do oblastí jejího pěstování u nás v dnešní době se dostala před více než dvěma sty lety (Piršel, 1970). V roce 2014 byla v ČR oseta kukuřicí plocha 98 749 ha (FAO, 2014). Největší produkce připadá na USA, kde se v roce 2014 podílely na produkci z 51,4 %, následuje Asie s 29,8 % a Evropa s 11,4 % (FAO, 2014). GM kukuřice se ve světě v roce 2014 pěstovala na 55,2 milionech ha. To odpovídá 30 % z celkové produkce kukuřice (ISAA, 2015).

#### 3.3.1 Botanická charakteristika

Patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*), dorůstá výšky 150 – 250 cm, stéblo s početnými kolénky, na kolénkách při bázi vyrůstají četné kořeny (Grau a kol., 1998). Jedná se o jednodomou rostlinu. Samičí květenství je krátce stopkatá palice v úžlabí prostředních a dolních listů, samčí květy se nacházejí ve vrcholové latě (Hoskovec, 2008). Lata kvete dřív než palice o 1 – 5 dní (Skládanka a Vrzalová, 2006).

Řadí se mezi C4 rostliny a je náročná na vláhu a určitou intenzitu světla (Skládanka a Vrzalová, 2006). Kukuřice je teplomilná rostlina a teplotní optimum se pohybuje okolo 20°C (Vrzal a kol., 1995).

Domestikovaná kukuřice již není schopna sama v přírodě přežít a množit se díky pevnému usazení zrn v palici, které jsou navíc kryté listeny (Kozel, 1970).

### 3.3.2 Využití kukuřice

V roce 2009 se podařilo přečíst genom kukuřice (po rýži a sóji) a to znamená zcela nové možnosti v oblasti jejího pěstování a šlechtění (Kačicová a Prokeš, 2014). Kukuřice navíc vyniká výrazným heterózním efektem (Kačicová a Prokeš, 2014). Šlechtění se tedy zaměřuje na tvorbu hybridů. Jsou to dvouliniové hybridy (Sc – single cross), trojliniové (Tc – threeway cross) a čtyřliniové (Dc – double cross) (Húska, 1997).

U pěstování kukuřice převažují dva užitkové směry, a to kukuřice na siláž a na zrno (Zimolka a kol., 2008). Sklizeň kukuřice na zeleno se využívá méně, než na siláž, protože se dosahuje menšího výnosu jak sušiny, tak i živin (Vrzal a kol., 1995). Pěstování kukuřice na siláž je neúspěšnější v řepařských oblastech díky pravidelnějším dešťovým srážkám (Kopecký, 1970). Výhodou kukuřice je, že ze všech u nás pěstovaných plodin tvoří nejvíce biomasy na jednotku plochy a není problém ji pěstovat v monokultuře (Húska, 1997). V našich podmínkách patří k nejlevnějším zdrojům energetické složky krmiv (Šantrůček a kol., 2008). Výnos kukuřice je ovlivňován více faktory. Největší podíl mají agrotechnologické zásahy (Húska, 1997).

Tab. 2 Konvariety kukuřice pravé seté (*Zea mays subsp. mays*)

<b>KONVARIETA</b>	<b>POPIS ZRNA, POUŽITÍ</b>
<b>KUKUŘICE OBECNÁ</b> ( <i>Zea mays</i> convar. <i>Indurata</i> Sturt.)	Okrouhlé zrno
<b>KUKUŘICE KOŇSKÝ ZUB</b> ( <i>Zea mays</i> convar. <i>identata</i> Sturt)	Na vrcholu zrna se po dozrání vytváří jamka ve tvaru zubu
<b>KUKUŘICE POLOZUBOVITÁ</b> ( <i>Zea mays</i> convar. <i>aorista</i> Grebenšč.)	Méně zřetelná jamka na vrcholu, kříženec kukuřice obecné a kukuřice koňský zub
<b>KUKUŘICE PUKANCOVÁ</b> ( <i>Zea mays</i> convar. <i>everta</i> Sturt.)	Sklovité a drobné zrno, vysoký obsah bílkovin. Na výrobu pop – cornu, vloček a krup.
<b>KUKUŘICE CUKROVÁ</b> ( <i>Zea mays</i> convar. <i>saccharata</i> Sturt)	Po dozrání je zrno zvrásnělé, ale sklízí se v konzumní zralosti – okrouhlé. Výroba konzerv, vaření, jako zelenina.
<b>KUKUŘICE ŠKROBNATÁ</b> ( <i>Zea mays</i> convar. <i>amylacea</i> Sturt.)	Vysoký obsah škrobu, nízký obsah bílkovin.
<b>KUKUŘICE VOSKOVÁ</b> ( <i>Zea mays</i> convar. <i>ceratina</i> Grebenšč.)	Pro technické účely, podobná vosku

**KUKUŘICE PLEVNATÁ (*Zea mays* convar. *tunicata* Sturt.)**

Zrno v plevách, nevyužívá se

Zdroj: <http://www.biolib.cz/cz/taxontree/id42736/>

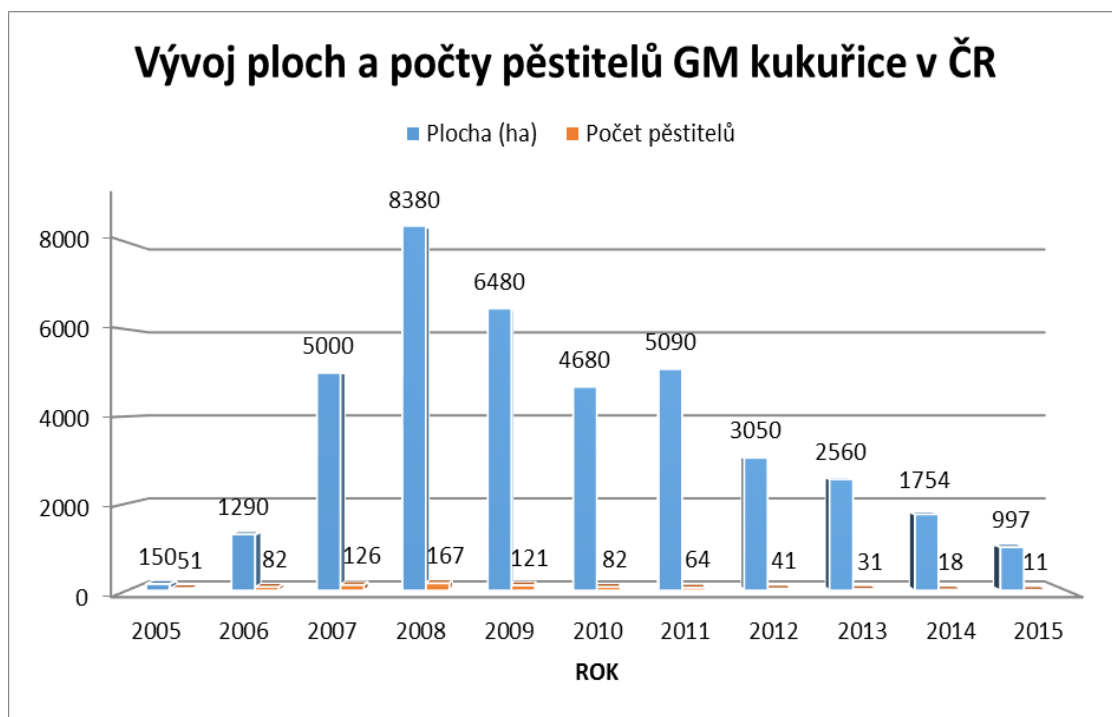
Významným problémem při pěstování kukuřice je její hlavní škůdce zavíječ kukuřičný. Tento škůdce ovlivňuje velikost i kvalitu výnosů, poškozené palice a stébla mohou být zdrojem mykotoxinů (Povolný a Říha, 2007). Na ochranu proti zavíječi se soustředí i nejčastější genetická modifikace této plodiny.



### 3.3.3 GM kukuřice

Geneticky modifikovaná kukuřice je nejčastěji Bt – kukuřice, protože do jejího genomu je vnesen gen z půdní bakterie *Bacillus thuringiensis*. Je to gen, který kóduje protein s insekticidními účinky, delta toxin, která je rostlinnými buňkami produkována trvale (Kocourek, 2006b). Druhou vlastností transgenní kukuřice je odolnost k neselektivním herbicidům, zejména glyfosátu, tedy Ht vlastnosti (Zimolka a kol., 2008). V poslední době začaly nové hybridy vznikat metodami klasického křížení geneticky modifikovaných linií, tzv. „stohování“ genetických modifikací, Gene Stacking (Zimolka a kol., 2008). Transgenní kukuřice je zatím jedinou 100% ochranou proti zavíječi kukuřičnému (Kocourek a kol., 2008). Mimo vysoké účinnosti proti zavíječi, byl pěstiteli potvrzen nárůst výnosu až o 10 % (Zimolka a kol., 2008). Mezi přednosti Bt odrůd patří vyšší a kvalitnější výnosy, absence potřeby použití insekticidů, minimální napadání fuzariózami (Povolný a Říha, 2007). Negativní stránky pěstování Bt odrůd zahrnuje vyšší administrativní zátěž, pozdější dozrávání (rostliny, které nejsou napadeny zavíječem, déle asimilují) a potíže s odbytem produktů z GMO (Povolný a Říha, 2007; Čeřovská, 2007).

Graf 1 Vývoj ploch a počty pěstitelů GM kukuřice v ČR



Zdroj: [http://eaagri.cz/public/web/file/403081/GM\\_plodiny\\_CESKY.pdf](http://eaagri.cz/public/web/file/403081/GM_plodiny_CESKY.pdf) (2015)

GM kukuřice je jediná geneticky modifikovaná plodina, která se pěstuje v České republice a v rámci EU jediná plodina povolená k pěstování ke komerčním účelům (MZe, 2015). Jde o odrůdu MON810 (Evropská komise, 2015). Počátek jejího komerčního pěstování u nás se datuje k roku 2004 (Stöckelová, 2008). V roce 2015 byla pěstována na 997 ha 11 pěstiteli, což znamenalo výrazný pokles oproti např. roku 2008, kdy se pěstovala na 8380 ha 167 pěstiteli (MZe, 2015). Podle MZe (2015) je to způsobeno především minimálním tlakem zavíječe, obchodní a cenovou politikou výrobců osiv a celkovým negativním postojem EU ke GM plodinám. Produkce této geneticky modifikované kukuřice se u nás nepoužívá k potravinářským účelům, ale slouží jako krmivo pro hospodářská zvířata, případně pro výrobu bioplynu a bioetanolu (Trnková a kol., 2015).

## **3.4 Sója**

Pochází ze severu Číny, kde se pěstovala již od 11. století před naším letopočtem (Flohrová, 2001). Sója patří, co do plochy, mezi čtvrtou nejrozšířenější plodinu na světě a řadí se mezi olejninu jako druhá nejvýznamnější (Baranyk a kol., 2010). Náleží jí druhé místo mezi nejvýznamnějšími olejninami světa, hned za palmou olejnou (Štranc a kol., 2012). Na území České republiky se v roce 2014 pěstovala na 7 242 ha (FAO, 2014). Nejvíce sóji se vyprodukuje v USA. V roce 2014 jim náleželo 87,7 % světové produkce (FAO, 2014). GM sója se v roce 2014 celosvětově pěstovala na 90,7 milionech ha, což odpovídá 82 % celkové produkce (ISAA, 2015). V roce 2013 pokrývala GM sója dokonce 100 % plochy v Argentině a Uruguayi (GMO–Compass, 2014).

### **3.4.1 Botanická charakteristika**

Sója luštinatá (*Glycine max*) patří do čeledi bobovité (*Fabaceae*) (Novák a Skalický, 2009). Pěstovaná sója je jednoletá rostlina s křovitým kořenem, jehož postranní kořínky

dosahující do hloubky až 2 m, na kterých se tvoří hlízký díky činnosti bakterie *Bradyrhizobium japonicum* (Baranyk a kol., 2010). Jedná se o krátkodenní rostlinu s vysokými nároky na teplo a vláhu.

### 3.4.2 Využití sóji

Její význam roste nejen v krmivářství, ale i ve výživě lidí. Jako krmivo se využívají pokrutiny, šrot, ale i zelená hmota, a pro vyšší obsah bílkovin je sója dobře stravitelná a ušetří jadrná krmiva (Štranc a kol., 2012). Obsahuje plnohodnotné bílkoviny, a to nejvíc ze všech pěstovaných polních plodin vůbec (Baranyk a kol., 2010). Na rozdíl od masa neobsahuje putrescin a jiné hnilobné látky, které působí nepříznivě na zažívací trakt (Frohlová, 2001, Štranc a kol., 2012). Nevýhodou bílkovin v sóji je jejich horší využitelnost, která se pohybuje okolo 60 % ve srovnání s mlékem, které má využitelnost bílkovin 80 % je to o něco méně, ale dá se navýšit vhodným kombinováním potravin (Bebová, 2016). V semenech sóji se nachází velké množství aminokyselin a zvláštní význam se přičítá těm esenciálním (Štranc a kol., 2012). Ve svých semenech obsahuje kromě bílkovin a aminokyselin i velmi cenný tuk (15 – 20 %), bez obsahu cholesterolu a kyseliny erukové, vitaminy a minerální látky (Flohrová, 2001).

Neméně významné jsou předplodinové a fyto-sanitární vlastnosti sóji. Díky hlubokému zakořeňování a poutání vzdušného dusíku zlepšuje vlastnosti půdy jak fyzikální a chemické, tak i biologické (Baranyk a kol., 2010).

Výnos se ve světě pohybuje kolem 2,3 t/ha (Baranyk a kol., 2010). Co se týká výnosu, patří prvenství Itálii, kde se dosahuje až 3,4 t/ha (Flohrová, 2001).

Produkce sóji vzrostla od roku 1990 čtyřnásobně a to mělo vliv na nárůst používání herbicidů až jedenáctkrát (Heinrich-Böll-Stiftung Praha a Hnutí Duha, 2014).

### 3.4.3 GM sója

Genetickými modifikacemi se u sóji začalo již v roce 1986, kdy se odborníci pokoušeli získat sóju rezistentní k herbicidům (Frohlová, 2001). Roundup Ready Soybeans byla poprvé vyseta v USA v roce 1996 a šlo již o sóju pro komerční účely (Frohlová, 2001). Genetické modifikace u sóji zahrnují rezistenci k jednomu ze dvou širokospektrálních herbicidů, rezistenci k hmyzu z řádu *Lepidoptera* produkcí proteinu Cry1Ac a sóju obsahující vysoké množství kyseliny olejové (ISAA, 2015). Využívá se sója s nižším obsahem nasycených mastných kyselin a vyšším obsahem sacharózy (FAO, 2002).

Mezi hlavní výhody pěstování GM sóji patří podle Barnese (2000) to, že je možné využít minimalizační či bezorebné technologie a tím zabránit erozi půdy, ušetřit palivo a v důsledku toho do ovzduší unikne méně CO<sub>2</sub>. Zavedení pěstování sóji odolné ke glyfosátu vedlo k nahrazení toxičtějších herbicidů právě glyfosátem (Ammann, 2009).

Pro krmení zvířat je v EU zapotřebí 36 milionů tun ekvivalentu sójových bobů za rok, sama EU však produkuje jen 1,4 milionů tun, které jsou ale non-GM, protože se v EU nesmí pěstovat (Evropská komise, 2015).

V roce 2013 Unie dovezla více než 60 % potřeby rostlinných bílkovin v Unii v podobě sóji, přičemž se tento dovoz týká především zemí třetího světa, kde je pěstování GMO zcela běžné, a 90 % pochází ze čtyř zemí, kde se GM sója pěstuje na asi 90 % půdy vyhrazené pro sójové boby - 43,8 % z Brazílie, kde 89 % vypěstované sóji bylo geneticky modifikováno; 22,4 % z Argentiny, kde 100 % vypěstované sóji bylo geneticky modifikováno; 15,9 % z USA, kde 93 % vypěstované sóji bylo geneticky modifikováno; 7,3 % z Paraguaye, kde 95 % vypěstované sóji bylo geneticky modifikováno (Evropská komise, 2015).

## **4 Materiál a metody**

Metodika zpracování komparativní studie spočívala ve sběru dat a studiu odborné literatury sestávající ze článků v odborných časopisech, knih a internetových zdrojů.

Druhá fáze spočívala v analýze zjištěných skutečností a je zpracována do příslušných kapitol této práce. Jednotlivé kapitoly studie byly rozděleny podle oblasti zjišťování vlivů pěstování GM plodin, tedy na vliv na životní prostředí, vliv na zdraví lidí a zvířat a socioekonomické dopady.

## 5 Agroenvironmentální a socioekonomické dopady

### 5.1 Vliv GM plodin na životní prostředí

Je málo informací o vlivu pěstování GM plodin na organismy v zemědělských ekosystémech (Graef et al., 2007). Transgenní rostliny vzbuzují obavy, mezi něž patří překročení mezidruhové bariéry a biologický skok v evoluci druhu (Vašák a kol., 2000). Pro odpůrce GMO představuje tento způsob získávání nových odrůd vytváření nových biologických druhů, které by v přírodě neměly šanci vzniknout (Stöckelová, 2008). Při hodnocení rizik transgenních rostlin pro životní prostředí se musí posuzovat, s jakou pravděpodobností mohou geny uniknout do okolí, jestli je možný vznik rekombinantních organismů, zda jsou schopny v přírodě přežít a dále se šířit (Kocourek, 2006). Dalším problémem je, že nelze předpokládat, že změnou jednoho genu opravdu zůstane pouze u této jedné změny. Vlivem vloženého genu mohou ostatní geny mutovat, zapínat se nebo i vypínat, měnit stupeň exprese nebo tvořit nepředvídatelné množství bílkovin (Smith, 2015).

#### 5.1.1 Vliv na půdu a půdní organismy

Méně zmiňován je horizontální přenos Ht genu do mikroorganismů, který byl prokázán (Graef, 2009) a jehož důsledky se mohou projevit v činnosti půdních organismů a změně biochemických cyklů v půdě. Cizorodá DNA, která je vnesená do transgenních plodin, se může uvolnit do půdního ekosystému, zejména po sklizni, kdy dochází k promíchávání půdy a posklizňových zbytků (Ondreičková a kol., 2010). Z výsledků pokusu o vlivu GM rostlin na půdní bakterie vyšlo najevo, že nedošlo ke změně druhů bakterií, ale jejich množství, což autoři nepřipisují pouze tomu, že pokusná kukuřice MON 810 je geneticky modifikovaná, ale i tomu, že na rostlinu a půdu působily faktory vnějšího prostředí (Ondreičková a kol., 2010). Kocourek a kol. (2008) uvádí, že u Bt-kukuřice pěstované v ČR nebylo zjištěno, že by negativně působila na složení biomasy a nějakým způsobem ovlivňovala spektrum půdních

mikrobů. Stejně tak Carpenterová (2011) uvedla, že byly hlášeny minimální nebo žádné účinky Bt plodin na půdní organismy. Pozitivní vliv vykazuje GM huseníček (*Arabidopsis*), který dokáže dekontaminovat oblasti chemicky znečištěné tím, že do sebe absorbuje toxické látky z půdy (Havel, 2013).

### 5.1.2 Vliv glyfosátu

Glyfosát, který je aktivní složkou herbicidu Roundup, patří mezi první kontaminanty povrchových vod (Clair a kol., 2012). Podle Barnese (2000) se glyfosát odbourává rychleji než jiné herbicidy a v důsledku toho podzemní vody nekontaminuje. Funguje na principu blokáce tvorby enzymů, které v rostlinách vytváří aminokyseliny, a protože živočichové musí aminokyseliny přijímat v potravě, není pro ně toxický (Svobodová a Donátová, 2009). Ammann (2009) uvádí, že vliv glyfosátu na kontaminaci vody, půdy a vzduchu je minimální oproti dříve užívaným herbicidům. Argentinskí vědci zjistili, že kontaminace herbicidy na bázi glyfosátu v běžných dávkách může být toxická pro žížaly, které se podílejí na udržování úrodnosti půdy (H-B-S Praha a HD, 2014). Stejně tak je glyfosát toxický pro žáby a jaterní buňky u kaprů (Hnutí DUHA, 2013). S aplikací herbicidů na bázi glyfosátu jsou spojeny i problémy s větším výskytem houbových chorob. Podle studie je riziko napadení houbovými chorobami dva až pětkrát vyšší (Hnutí DUHA, 2013). V některých typech půd zůstává glyfosát aktivní a na jeho rozkladu se podílí půdní mikroorganismy a to mění chemické prostředí v okolí kořenů a také schopnost vázat dusík (Hnutí DUHA, 2013). To má samozřejmě vliv na spotřebu hnojiv. Podle Benbrooka (2012) bylo prokázáno, že glyfosát poškozuje půdní mikrobiální společenstva, která zvyšují odolnost rostlin vůči patogenům, dále snižuje dostupnost některých minerálních látek a stopových prvků v půdě. Je toxický pro některé mykorrhizní houby a snižuje vázání dusíku v půdě (Ho, 2000). Glyfosát bývá používán i k desikaci různých zemědělských plodin, jako obilí, řepka olejka a slunečnice (Hnutí DUHA, 2013).

### 5.1.3 Superplevele a rezistentní hmyz

Podle Soukupa (2006) neodstraní Ht plodiny některé problémy související s používáním herbicidů, mezi kterými je vznik rezistence a naopak nové problémy mohou vzniknout (zplevelující rostliny s rezistencí). Pravděpodobnost vzniku zplevelujících rostlin s několikanásobnou rezistencí vůči herbicidům, které ztěžují likvidaci plevelů v jiných Ht plodinách, se ukázala jako reálná (Soukup a Holec, 2007). V Kanadě vzrostl počet aplikací herbicidů z průměrně 1,8 na 2 (Graef a kol., 2007). Benbrook (2012) uvedl, že za celkový nárůst v celkovém používání pesticidů asi o 7 % v USA mohou dva důvody: prvním je snížení užívání pesticidů s jinou účinnou látkou, než je glyfosát a druhým důvodem je vznik a rychlé šíření plevelů, které jsou proti glyfosátu odolné. Řešením by bylo snížení plochy, na které se Ht plodiny pěstují až o polovinu (Benbrook, 2012). Tak je reálná šance na úspěch v prevenci vzniku rezistentních plevelů. Vyvíjení nových Ht vlastností je pouze dočasné řešení a např. v Kanadě se projevilo několikanásobnou rezistencí (Graef a kol., 2007).

První plevel odolný glyfosátu se objevil v Austrálii v roce 1996 v řepce a jednalo se o *Lolium rigidum* (Benbrook, 2012). V říjnu 2005 bylo v Austrálii potvrzeno 44 glyfosátu odolných populací *Lolium rigidum* (GM Canola: An Information Package, 2007). Na středozápadě USA se užívá osevní postup Ht kukuřice – Ht sója nebo Ht sója – Ht bavlna, který populace plevelů vystavuje každoročně se opakujícímu selekčnímu tlaku (Benbrook, 2012). Podle Hnutí DUHA (2013) byla v České republice nalezena rezistentní turanka kanadská (*Erigeron canadensis*). GM Canola: An Information Package (2007) uvádí, že přibývá důkazů o výskytu plevelů odolných Triazinu. Ten je obsažen v negeneticky modifikované řepce (TT canola). Atrazin byl z 90% nejpoužívanější herbicid v Austrálii (Chance a kol., 2009). V Evropě je zakázán, protože hrozí kontaminace pitné vody a navíc se atrazin rozkládá pomaleji, než glyfosát (Chance a kol., 2009).

Rod *Erucastrum* je, jak bylo prokázáno, reprodukčně kompatibilní s *B. napus* (McGeoch a kol., 2009). Druhy *Rapistrum rugosum*, *Brassica tournefortii*, *Raphanus raphanistrum* a *Hirschfeldia incana* vykazují také určitý stupeň kompatibility s *B. napus* a všechny se vyskytují ve Fynbos Biome (McGeoch a kol., 2009). Ve Fynbos Biome je herbicidu odolný plevelný druh *Raphanus raphanistrum* a v Austrálii se odolnost k herbicidům vyvinula u *Erucastrum austroafricanum* (McGeoch a kol., 2009).



V USA se vyskytl problém se vznikem rezistentního hmyzu. Stratilová (2014) však uvádí, že na vině nejsou GM plodiny samy o sobě, ale to, že jsou monokulturně pěstovány po několik let rostliny se stejnou genetickou modifikací. Podle Navrátila (2004) není pěstování v monokulturách přirozené pro žádnou rostlinu.

Vzhledem k tomu, že Bt rostliny získaly svou odolnost z půdních bakterií, je nasnadě, že tyto vlastnosti bakterií nejsou náhodné a mají v ekosystému svůj význam. V důsledku pěstování plodin obsahujících tyto biopesticidy může začít vznikat rezistentní hmyz ve velkém měřítku (Ho, 2000).

#### **5.1.4 Tok genů (gene flow)**

Nejvíce rizikovou plodinou z hlediska úniku genetických modifikací křížením s planými či zavlékanými druhy u nás je řepka olejka, která se jen v Evropě může křížit se 14 dalšími druhy (Mahelka a Krahulec, 2005). Některé případy zkřížení řepky s blízkými příbuznými druhy byly prokázány experimentálně, je však diskutabilní plodnost těchto kříženců a životaschopnost potomstva (Baranyk a kol., 2005). Několik zplanělých a nejméně jeden přirozený druh příbuzný řepce byl nalezen jako převládající a velmi blízko polí s řepkou ve Fynbos Biome v Jižní Africe (McGeoch a kol., 2009). Řepka a příbuzné druhy jsou známé intra- a interspecifickým přenosem genů, hybridizací a zaplevelováním (McGeoch a kol., 2009). Populace zplanělých plodin, jako je řepka olejka, slunečnice či rajče ukazují, že i transgenní rostliny se mohou v budoucnu chovat nezávisle na člověku (Mahelka a Krahulec, 2005). Nejmenší riziko v tomto ohledu představuje kukuřice, která ztratila disperzní mechanismy, a proto zde není ani minimální pravděpodobnost šíření semen a jejich přežívání v půdě a k hybridizaci může dojít jen u rostlin v kulturních porostech (Soukup a Holec, 2007). Toto se týká pěstování kukuřice u nás. Zcela odlišně se musí situace ohledně přenosu genů posuzovat v oblastech výskytu původních forem kulturních rostlin (Soukup a Holec, 2007)

V České republice probíhaly do roku 2001 registrační a předregistrační zkoušky geneticky modifikované řepky olejky ozimé, s tolerancí k herbicidu fostinotricinu (glufosinátu amonnému) s geny pro samčí sterilitu a obnovení plodnosti – insert MS8RF3 a s genem pro samčí sterilitu – insert MS8 (Hájková a kol., 2005). Plochy se následně monitorovaly z důvodu předpokladu hybridizace s plevelnými příbuznými druhy. Monitoroval se výskyt GM řepky,

kteřá vzešla z vřdrolu z předešlých let a také výskyt transgenu *bar*, který je bakteriálního původu, u plevelů blízce příbuzných řepce (Hájková a kol., 2005). Z výsledků PCR analýzy vyplynulo, že perzistence semen transgenní řepky v půdní zásobě trvala čtyři roky a v některých případech i pět let po skončení pokusu a k cizosprášení transgenní řepky s plevelnými druhy podle vzorků nedošlo (Hrubý a kol., 2006). Rostliny GM řepky z vřdrolu se objevily pouze na těch lokalitách, které nebyly ošetřeny vhodným postemergentním herbicidem (Břřza a kol., 2004). Pokud se semena dostanou do hlubších vrstev půdy, mohou zde přečkat i několik let a za určitých podmřnek se může šířit do okolních ekosystémů (Hájková a kol., 2005). Drtivá většina plevelné řepky se v polích objevila v sezoně ihned následující po pěstování GM řepky (Beckie a kol., 2011). Některé studie naznačují, že plevelná GM řepka zůstává na místě mnohem déle, než plevele, které nenesou transgeny, i 8 – 10 let (Graef, 2009).

Rozptyl semen z transgenní řepky a vertikální přenos genů může s největší pravděpodobností způsobit její výskyt v následné plodině (Beckie a kol., 2011). To vyžaduje další opatření, jako vývin nových Ht plodin či delší časové úseky mezi plodinami (Graef, 2009).

Přenos genů z transgenní řepky do plevelných příbuzných může mít řadu negativních dopadů. Může se zvýšit invazivnost některých rostlinných druhů, zlepšit životaschopnost v plevelných druzích díky propůjčení transgenních vlastností (např. odolnost k suchu) (McGeoch a kol., 2009). Geny nepůsobí izolovaně a při přenosu do jiných organismů se musí počítat s tím, že se budou projevovat neočekávaně a s jinými vedlejšími účinky (Ho, 2000).

Na druhou stranu, aby došlo k hybridizaci, musí geny překonat spoustu bariér. McGeoch a kol. (2009) mezi nimi uvádí, že si rostliny musí být geograficky co nejbližší, musí se jim shodovat období kvetení, musí být spolu reprodukčně kompatibilní a vzniklé hybridy musí být životaschopné a plodné. Podle Chance a kol. (2009) je úspěšné křřžení řepky možné spíše v umělých podmínkách a málo pravděpodobné v přírodě. Při monitoringu geneticky modifikované řepky v ČR nebyly zaznamenány případy hybridizace této řepky s plevelnými příbuznými druhy, nelze to však chápat jako nemožnost horizontálního přenosu genů v rámci čeledi *Brassicaceae* (Hájková a kol., 2005). Nicméně hybridizace mezi zástupci rodu *Brassica* bývá pravidelně hlášena a u druhů vyskytujících se v oblasti Fynbos Biome (Jižní Afrika) byla alespoň jedna tato překážka překonána (McGeoch a kol., 2009). Odpůrci GM plodin namítají, že je rizikové vnášet cizorodou genetickou informaci do organismů, které jsou schopny tyto

přenést vertikálně na potomstvo či horizontálně do jiného organismu. Podle Soukupa a Holce (2007) jsou tyto obavy oprávněné, protože není možné zcela předvídat chování těchto uměle vytvořených organismů ve volné přírodě. Krahulec (2004) uvádí, že by se možné úniky GM plodin do krajiny neměly posuzovat na základě výsledků maloparcelkových pokusů, protože při velkoplošném pěstování se plodiny potkávají s úplně jinými populacemi potenciálně křížitelných rostlin za jiných ekologických podmínek. Stejně tak může vlivem klimatických podmínek dojít ke shodě v kvetení u rostlin, které za běžných okolností kvetou v rozdílnou dobu.

Problémem u řepky bývají sklizňové ztráty, které podle Budzyňského a Jankowského (2008) představují v suchých letech asi 4,9 % a ve vlhkých letech 13,3 %, to znamená výskyt plevelné řepky v množství od 3 430 do 9 300 rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Výskytu řepky v následujících letech po sklizni se podle Hájkové a kol. (2005) dá předejít ponecháním semen na povrchu půdy, oddálením agrotechnických zásahů (podmítka, použití herbicidů) a pěstování konkurenčních a úzkořádkových rostlin v dalších letech.

### **5.1.5 Snížení biodiverzity**

Vzrůstá obava o pokles biodiverzity a snížení již tak úzkého výběru pěstovaných plodin. Největší obavy se týkají vytlačení přirozených plodin GM plodinami a snížení diverzity krajových odrůd (Hancock, 2011). Podle Beckie a kol. (2011) rozdíly v plevelných populacích před zavedením a po zavedení GM řepky ukazují, že geneticky modifikovaná řepka nezpůsobuje snížení diverzity plevelů. Podle Manniona a Morse (2012) na základě polních a laboratorních pokusů, nedošlo ke změnám v environmentálních procesech a komponentech.

O GM řepce ve Fynbos Biome v Jižní Africe se diskutuje kvůli zdejšímu významnému centru biodiverzity a endemických druhů, které by rozšíření invazivních transgenních plevelů mohlo ohrozit (McGeoch a kol., 2009). Mezi nejhorší scénáře rozšíření GM plodin patří jejich expanzi do oblastí, které nejsou v současné době a pro klasické plodiny vhodné (Mannion a Morse, 2012). Rozsáhlé plochy se sójou v Jižní Americe se podílejí na likvidaci jedinečné divočiny cerrado, kde se vyskytuje na deset tisíc rostlin, mravenečník, jaguáři, pásovec a vlk hřivnáč (H-B-S Praha a HD, 2014). Naopak podle Stratilové (2014) jsou GM plodiny zodpovědné za menší odlesňování krajiny díky tomu, že mají vyšší výnosy a zaberou tak menší plochy.

Likvidace plevelů v transgenní řepce vede k přežívání menšího druhového množství rostlin, které slouží jako potrava a úkryt užitečných a necílových organismů (Graef, 2009). Změny v druhovém složení plevelných rostlin může v konečném důsledku ovlivnit i býložravce, opylovače a predátory (Graef a kol., 2007).

Často se uvádí, že GM plodiny nejsou nebezpečné samy o sobě, ale negativní dopady má technologie pěstování spojená s jejich pěstováním. Kukuřice pěstovaná konvenčním způsobem měla podle Kocourka (2006a) negativnější vliv na biodiverzitu, než pěstební technologie využívající GM kukuřici. Vzhledem k tomu, že GM plodiny zvyšují efektivitu pěstování, může jimi být oseta menší plocha, aby se dosáhlo stejného výnosu jako u konvenčních plodin a ušetřená plocha pak může posloužit pro rozvoj biodiverzity ve formě refugií (Kocourek, 2006a). Také Mannion a Morse (2012) uvádějí, že správnou pěstitelskou praxí se dá u GM plodin ovlivnit rozšiřování rezistentních plevelů a hmyzu.

### **5.1.6 Ostatní negativní /pozitivní vlivy**

Mezi přímé agro-environmentální důsledky pěstování GM řepky a transgenních plodin obecně, patří snížení počtu bezobratlých (Graef a kol., 2007). V případě Bt-toxinu byl v laboratorních podmínkách prokázán negativní vliv na parazitoidy a predátory housenek můry *Helicoverpa armigera* a některých zástupců rodu *Spodoptera* a *Agrotis* z důvodu akumulace toxinu v jejich tělech (Kocourek, 2006b). Naopak žádný vliv pyl z Bt-kukuřice neměl na dravé ploštice *Orius majusculus* (Kocourek, 2006b).

V Británii v roce 2000 odstartoval tříletý pokus s GM plodinami, tzv. Farm Scale Evaluations. Jednalo se velmi důkladné polní pokusy s řepkou, kukuřicí a řepou, které měly potvrdit nebo vyvrátit hypotézu, že není rozdíl mezi pěstováním srovnatelných konvenčních plodin a plodin v systému GM (Firbank a kol., 2003). Konkrétně se zaměřili na dopady na hmyzí a rostlinné populace. Nulová hypotéza byla vyvrácena. Pokud šlo o řepku a řepu, výsledky dopadly ve prospěch konvenčních odrůd, naopak v případě GM kukuřice mělo být její pěstování šetrnější, toto tvrzení ovšem ve výsledku bylo znehodnoceno skutečností, že konvenční kukuřice byla ošetřována atrazinem, zakázaným ještě před skončením pokusů pro svou škodlivost (Stöckelová, 2004). Ekologická organizace (Friends of the Earth, 2003) navíc přišla s tvrzením, že byli někteří živočichové z pokusů vyloučeni a že pyl s GM plodin se dostává na mnohem větší vzdálenosti, o čemž si nechali udělat studii (Stöckelová, 2004).

Tab. 3 Zjištěné negativní důsledky pěstování GM plodin na životní prostředí

SLEDOVANÝ JEV	POČET CITACÍ	ODKAZ NA LITERATURU
Ovlivnění půdy a půdních organismů	3	Graef (2009), Ondreičková a kol. (2010), Kocourek a kol. (2008)
Vliv glyfosátu	7	Clair a kol. (2012), Heinrich-Böll-Stiftung Praha a Hnutí DUHA (2014), Hnutí DUHA (2013), Benbrook (2012), Ho (2000)
Vznik superplevelů a rezistentního hmyzu	8	Graef a kol. (2007), GM Canola: An Information Package (2007), Soukup a Holec (2007), Benbrook (2012), McGeoch a kol. (2009), Hnutí DUHA (2013), Ho (2000)
Tok genů	5	McGeoch (2009), Hájková a kol. (2005), Graef (2009), Ho (2000)
Snížení biodiverzity	2	Graef (2007, 2009)
Ostatní negativní vlivy	2	Graef a kol. (2007), Kocourek (2006b)

## 5.2 Vliv GM plodin na zdraví lidí a zvířat

„Výhodou“ geneticky modifikovaných Ht plodin je, že se mohou herbicidy ošetřovat kdykoliv během vegetace. Glyfosátem se nemohou ošetřovat běžné konvenční plodiny v aktivním růstu, a proto byla rezidua v potravinách velmi vzácná. Ale např. u transgenního ječmene a pšenice, které se někdy ošetřují i ke konci vegetace na podporu sklizně, u chleba upečeného z tohoto obilí byla rezidua glyfosátu objevena v poměrně velkém množství oproti množství jiných pesticidů (Benbrook, 2012). V Mississippi a Iowa dvě třetiny až sto procent vzorků vzduchu a srážkové vody testovaných v letech 2007 – 2008 obsahovaly glyfosát (Benbrook, 2012). Aplikace herbicidů v pozdější fázi vegetace povedou k obsahu reziduí v siláži nebo píce a to v konečném důsledku znamená obsah glyfosátu v mléce, mase a ostatních živočišných produktech (Benbrook, 2012). V rostlinách se glyfosát dostane do listů, plodů a semen. Nedá se omýt a nerozkládá se omytím ani varem a v potravinách zůstává rok a déle i při úpravě usušením či zmrazením (Čítková, 2015). Protože se glyfosát využívá často, je mu spousta lidí vystavována pravidelně, ale skutečné působení glyfosátu a tedy dlouhodobý vliv příjmu malých dávek, se nezkoumalo (H-B-S Praha a HD, 2014). Clair a kol. (2012) zjistili, že už při nižších netoxických dávkách Roundupu nebo glyfosátu (1 ppm), dochází ke snížení produkce testosteronu u krys o 35%. Lékaři přišli na to, že glyfosát je toxický pro lidské buněčné kultury, včetně embryonálních a placentálních buněk a také způsobuje změny v hormonálním systému člověka (H-B-S Praha a HD, 2014). V Bolívii vedlo intenzivní užívání glyfosátu ke vzniku rezistentních plevelů a z tohoto důvodu zdejší zemědělci začali používat herbicidy, které např. způsobují vážné poškození zraku (Vítková, 2013). Pesticidy, které jsou na bázi glyfosátu patří mezi nejčastější příčinu vzniku onemocnění u pracovníků provádějící postřiky (Ho, 2000).

Byly prováděny pokusy na zvířatech, které dokázaly, že 15 - 30 % glyfosátu se vstřebá do těla, pokud jsou konzumovány potraviny vyrobené z ošetřovaných plodin (Hnutí DUHA, 2013). Herbicidy, obsahující glyfosát jsou genotoxické, to znamená, že narušují schopnost buňky správně kopírovat DNA a dělit se, to může způsobit genetické mutace a vyšší výskyt rakoviny (H-B-S Praha a HD, 2014). V Ekvádoru a Kolumbii, kde se glyfosát využívá k likvidaci ploch s kokou, dochází v době ošetření polí k nárůstu genetických vad a množství potratů (H-B-S Praha a HD, 2014). Podle testování vzorků moči dobrovolníků z 18 zemí světa má 60 %

testovaných Čechů v moči stopy glyfosátu (Hnutí DUHA, 2013). V poslední době se více diskutuje o škodlivosti AMPA (kyseliny aminomethylfosfonové), která vzniká rozkladem glyfosátu v půdě. AMPA je údajně toxičtější než glyfosát (Hnutí DUHA, 2013).

V březnu roku 2015 zařadila IARC (Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny) glyfosát do seznamu karcinogenních látek jako potenciální karcinogen pro člověka na základě studií zkoumajících vliv glyfosátu na laboratorní zvířata (Čapounová, 2015).

Kocourek (2006a) uvádí, že GM kukuřice může mít na zdraví člověka příznivý vliv díky tomu, že má nižší obsah mykotoxinů. Navíc jsou podle Rakouského a Hrašky (2007) Bt plodiny zdravější a více bezpečné pro pěstitele z důvodu méně časté aplikace pesticidů. Každopádně, pokud si mají zvířata vybrat mezi GM krmivem a tím běžným, dochází k vyhýbání se konzumaci GM krmiv, což bylo sledováním potvrzeno u hospodářských i volně žijících zvířat (Smith, 2015). Navíc se zjistilo, že Bt toxin není tak neškodný jak se původně zdálo. Vazquez a kol. (1999) ve své studii uvedli, že Bt toxin způsobil u myši prudkou systémovou imunitní reakci. Stejně tak Smith (2015) tvrdí, že je Bt toxin v GM plodinách škodlivější než postřik, protože je rostlinami produkován v tisícinásobné koncentraci a neustále a navíc má i jinou formu bílkoviny.

Phipps (2009) uvedl, že ve studiích srovnávající chemické složení krmiva pro drůbež a dojné krávy, nebyly zjištěny žádné rozdíly mezi krmivem obsahujícím GM složku a krmivem vyrobeným z konvenčních plodin, stejně jako se podle těchto studií neprokázal vliv GM krmiv na plodnost, zdraví a produkci masa a vajec u drůbeže. Kvůli nedostatkům v evropských pravidlech se maso, mléčné výrobky a vejce vyrobené s využitím GM krmiv ze sóje prodávají bez patřičného označení (H-B-S Praha a HD, 2014).

Další diskutované téma z oblasti obav o lidské zdraví je vznik rezistence vůči antibiotikům. Řepka špatně integruje do svého genomu cizorodou DNA, a proto se využívá selekčních markerových genů, které na selekčním médiu umožní růst jen transformovaným buňkám a právě k tomuto účelu se využívají geny rezistence vůči antibiotikům (Boszorádová a kol., 2010). Při odstraňování těchto genů, ukázala PCR analýza, že z třiceti analyzovaných rostlin, byla pouze jedna tzv. „marker-free“ (Boszorádová a kol., 2010). Podle Chance et al. (2009) není v Roundup Ready řepce gen rezistence obsažen. Gen rezistence *nptII* je v InVigor řepce, ale nevyskytuje se v semenech, proto se nemůže objevit v potravinách a krmivech (Chance et al., 2009). Nicméně EU zakázala schvalování GMO, které nesou geny s rezistencí

vůči antibiotikům (Stöckelová, 2008). Ve Velké Británii byla zamítnuta kukuřice, která obsahovala marker gen, který řídí rezistenci na antibiotikum ampicilin (Ho, 2000).

Odpůrci GM plodin se obávají, že neexistují a ani nejsou vyvíjeny metody, prokazující bezpečnost potravin vyrobených z transgenních rostlin (Chance a kol., 2009).

Lidé často říkají, že nechtějí konzumovat cizí DNA. Phipps (2009) uvádí, že konzumujeme DNA z různých zdrojů a že je to pro lidské zdraví bez rizika, vzhledem k dlouhé historii jeho konzumace. Během trávení potravy dochází k rozkladu DNA na jednotlivé báze a jejich vstřebávání a je lhostejno, zda se jedná o GM potravinu či ne (Stratilová, 2014). Jinde se uvádí, že proces rozkladu DNA trávením u dobytka není úplný a je možný její transfer přes střevní stěnu do periferní tkáně a tím její přítomnost v potravinách pocházejících z těchto zvířat (Phipps, 2009). Ve studii zaměřené na přežití virové DNA ve střevech bylo zjištěno, že se dokonce dlouhé úseky dostávají neporušené přes střevní stěnu do krve (Ho, 2000). Smith (2015) tvrdí, že při konzumaci GM sóji dochází k přenosu DNA do střevních bakterií a také, že může DNA trávení přestat v neporušeném stavu, nebo se přenášet z matky na plod přes placentu. Nicméně dále Phipps (2009) uvádí, že záleží na citlivosti metody detekce DNA v mase, mléce a vejcích a vysvětluje tím rozpory ve výsledcích studií prováděných různými autory.

RR sója byla na alergenicitu zkoumána ještě před jejím uvolněním k pěstování. Při přenosu genu z para ořechů do sóje bylo potvrzeno, že by lidé alergičtí na tyto ořechy na GM sóju reagovali stejně a zároveň se zde prokázalo, že dochází k přenosu alergenních bílkovin (Nordlee a kol., 1996). Vědci v Evropě a Koreji zkoumali, zda jsou alergici citliví na nově vnesený enzym CP4-enolpyruvylšikimát-3-fosfát syntázu (CP4 EPSPS) nebo na alergeny, které sója obsahuje i bez genetické modifikace a nezjistilo se, že by vnesený enzym způsoboval alergie sám o sobě (Petr, 2007). Naproti tomu Smith (2015) uvádí, že ve studii prováděné společností Monsanto je důkaz o tom, že RR sója obsahuje až o 27 % více inhibitoru trypsinu, který oproti trypsinu z konvenční sóje tak spolehlivě nepodléhá denaturaci při tepelné úpravě. Jedná se o dobře známý alergen obsažený v sóji. Ho (2000) uvedla, že alergenicita rostlin souvisí s proteiny, které používají na svou obranu proti škůdcům a chorobám. Z tohoto vyplývá, že GM plodiny budou alergie vyvolávat častěji než běžné plodiny.

V roce 2005 se v Británii objevila část tajné studie firmy Monsanto, ve které krmili jednu skupinu laboratorních potkanů GM kukuřicí a druhou skupinu běžnou kukuřicí, kde



první skupina krmená GM krmivem měla významné změny krevního oběhu a zmenšené ledviny (Anonym, 2012).

Experimentálně byla jedna skupina gravidních koz krmena GM sójou a druhá sójou pocházející z konvenčního zemědělství. Po porodu byla mláďata krmena mlékem od matek a poté porovnávány obě skupiny. Bylo zjištěno, že mláďata matek krmených GM sójou, měla o 20 % nižší váhu a menší vzrůst, mléko těchto matek mělo méně proteinů i tuků a kolostrum obsahovalo méně imunoglobulinů (Tudisco a kol., 2015).

V Německu byl zaznamenán úhyn 12 krav krmených kukuřicí Bt 176. Společnost Syngenta, která tuto odrůdu vyvinula, zemědělce odškodnila, svůj podíl viny na úhynu krav však nepřiznala a vzorky tkání, které měly být analyzovány, zmizely (Smith, 2015). Odrůda byla následně z trhu stažena.

Tab. 4 Zjištěné negativní důsledky pěstování GM plodin na zdraví člověka

SLEDOVANÝ JEV	POČET CITACÍ	ODKAZ NA LITERATURU
Rezidua glyfosátu v potravinách	3	Benbrook (2012), Čítková (2015)
Stopy glyfosátu ve vzduchu a srážkové vodě	1	Benbrook (2012)
Negativní vliv GM krmiv na zdravotní stav pokusných a hospodářských zvířat	6	Anonym (2012), Tudisco a kol. (2015), Clair a kol. (2012), Čapounová (2015), Ho (2000), Smith (2015)
Negativní vliv glyfosátu na lidské zdraví	7	Heinrich-Böll-Stiftung Praha A Hnutí Duha (2014), Hnutí DUHA (2013), Vítková (2013), Ho (2000)
Přenos cizorodé DNA do masa zvířat nebo střevních bakterií	2	Phipps (2009), Smith (2015)
Rezistence vůči antibiotikům a vznik alergií	5	Boszorádová (2010), Ho (2000), Smith (2015), Nordlee a kol. (1996)
Škodlivost Bt toxinu	2	Vazquez a kol. (1999), Smith (2015)

### 5.3 Socioekonomické dopady pěstování GM plodin

Odolné plevele nutí zemědělce, aby reagovali zvýšením dávek herbicidů, zvýšením počtu jejich aplikací, použitím herbicidů s jinými účinnými látkami, hlubokým zpracováním půdy, kterým pohřbí semena plevelů a ručním pletím (Benbrook, 2012). Všechny tyto operace jsou navíc a samozřejmě zvyšují celkové náklady na produkci transgenních plodin.

V USA se firmy na výrobu pesticidů těší rekordním ziskům a šíření rezistentních plevelů a hmyzu otevírá nové příležitosti k zisku (Benbrook, 2012).

Údaje, které souvisí se zvýšením výnosů, jak u GM řepky, tak i u konvenční řepky, jsou rozporuplné a uvádí zvýšení nebo snížení u obou (Graef a kol., 2007).

Problémem je i obava z ovládnutí trhu s osivy a herbicidy několika málo společnostmi. Americké Monsanto si v 70. letech patentovalo herbicid Roundup (na bázi glyfosátu) a po vypršení licence si své zákazníky pojistilo vyvinutím Roundup Ready plodin.

Jejich pěstování je však podmíněno tím, že zemědělci smí užívat pouze herbicid vyráběný Monsantoem (Čítková, 2015). Díky novým biotechnologiím v zemědělství jsou likvidováni ekologičtí zemědělci a tím i diverzita, kterou zajišťovali pěstováním pestré skladby plodin (Ho, 2000).

GM plodiny ani nemohou pomoci hladovějícím lidem po celém světě. V roce 1973 byly do USA ze zemí, kde je nejvíce lidí postižených hladem, exportovány potraviny (Ho, 2000). U podvyživených lidí není podle stejné autorky možné jejich zdravotní stav zmírnit změnami genů monokulturně pěstovaných plodin.

*Tab. 5 Zjištěné negativní důsledky pěstování GM plodin v socioekonomické oblasti*

<b>SLEDOVANÝ JEV</b>	<b>POČET CITACÍ</b>	<b>ODKAZ NA LITERATURU</b>
<b>Zvýšení nákladů na plodinu</b>	1	Benbrook (2012)
<b>Ovládnutí trhu jedinou společností</b>	3	Čítková (2015), Heinrich-Böll-Stiftung Praha a Hnutí Duha (2014), Vítková (2013)
<b>Snížení výnosů řepky</b>	1	Benbrook (2012)
<b>Vytlačování drobných rolníků a lidí z chudých zemí</b>	5	Heinrich-Böll-Stiftung Praha a Hnutí Duha (2014), Vítková (2013), Ho (2000)
<b>Ztížený prodej potravin obsahující GMO</b>	1	Kocourek a kol. (2008)
<b>Politické spory</b>	1	Stöckelová (2008)

Obří plochy se sójou v Argentině, Paraguay a Brazílii vytlačují drobné rolníky, což dokládá pokles farem ze 421 tisíc na 270 tisíc mezi lety 1998 a 2008 (H-B-S Praha a HD, 2014). Přes polovinu odvětví se sójou ovládají pouhá dvě procenta podniků a drobní rolníci obhospodařují pouze tři procenta půdy, na které se sója pěstuje (H-B-S Praha a HD, 2014). Vzhledem k tomu, že sója slouží především jako krmivo pro hospodářská zvířata, je na vině i velká spotřeba masa, která se v rozvinutých zemích stále zvyšuje. Z důvodu produkce krmiva dochází k odlesňování krajiny, nezdravým vztahům mezi politiky a nadnárodními společnostmi produkující GM plodiny, zvyšováním chudoby a podlamování zdraví venkovského obyvatelstva v jihoamerických státech (Vítková, 2013).

Podle neziskových organizací pěstování sóji a kukuřice na jihu USA posunují chov dobytka do více odlehlých míst, kde zvyšují tlak na domorodé obyvatelstvo (H-B-S Praha a HD, 2014).

Mezi rizika ekonomická se řadí i následný ztížený prodej výrobků z geneticky modifikovaných plodin a tím i jejich export do EU (Kocourek a kol., 2008).

Spory kvůli GMO se objevují i v politice, a to jak v rámci jednotlivých států, tak i mezinárodně. V roce 2003 státy, které vykazují největší produkci GM plodin (Spojené státy, Argentina, Kanada), podaly žalobu na faktické moratorium ve schvalování GM plodin v EU, které podle nich představovalo zabraňování volnému obchodu (Stöckelová, 2008). Rozhodnutí padlo až v roce 2006 a bylo rozhodnuto v neprospěch EU, s tím, že všechny body žaloby nebyly uznány, ale ve skutečnosti došlo ke zrušení moratoria ještě před vynesením rozhodnutí WTO (Stöckelová, 2008).

## 6 Diskuse

Bylo původním záměrem zavádění GM plodin nakrmení hladovějících, ochrana plodin před škodlivými činiteli a celkový prospěch pro lidstvo, nebo klamání veřejnosti spolu se zajištěním vysokých výnosů pro farmáře a tím i výdělků pro velké nadnárodní firmy, ovládajících trh s GM plodinami? Mnoho autorů uvádí, že GM plodiny nemohou zachránit hladovějící (Ho, 2000; Smith, 2015). Lappe a kol. (1998) zjistili, že 78 % všech dětí trpících podvýživou žije v zemích, disponujících přebytky potravin. Slibované výnosy se také nenaplnily. Podle mnoha studií výnosy GM plodin vykazovaly naopak nižší parametry, než u klasických odrůd (Benbrook, 2012; Smith, 2015).

Jak lze dokázat bezpečnost potravin vyrobených z GM plodin? V USA FDA schvaluje GM plodiny na základě výzkumů, které realizují sami tvůrci těchto plodin (Smith, 2015). Tento průběh schvalování je však běžný i v Evropě. Je možné věřit tomu, že jsou tyto výzkumy objektivní? Podle Lacey (2015) neexistuje testovací metoda, která by dokázala zhodnotit účinky geneticky modifikovaných potravin na lidské zdraví poté, co se objeví v potravinovém řetězci a že ani nevidí důvod, aby se tyto potraviny vůbec na trh dostaly.

V USA je benevolentní přístup spotřebitelů k potravinám obsahujících GMO způsoben především nevědomostí. Pouhých 26 % lidí si tam myslí, že někdy jedli GMO a čím více toho lidé o problematice vědí, tím méně těmto potravinám důvěřují (Smith, 2015). Přitom je všeobecně známo, že právě v USA se potraviny s geneticky modifikovaných surovin konzumují ve větším množství.

Převažují při pěstování GM plodin záporné či kladné stránky? V souhrnu se dá říci, že kladné stránky zahrnují oblast technologickou a kvalitativní, záporné stránky se projevují v socioekonomické oblasti (Křístková, 2011).

Pokud jde o sníženou spotřebu pesticidů, jsou výsledky rozporuplné. Někteří autoři uvádí, že došlo ke snížení spotřeby pesticidů (Klümper a Quaim, 2014), existují ale i studie, které naopak dokazují, že spotřeba pesticidů vzrostla (Benbrook, 2012; Graef a kol., 2007). Výhodou těchto technologií zůstává snížení počtu vstupů na pole s těžkou technikou a tím i snížení emisí oxidu uhličitého (Beckie a kol., 2011).

Vlivem rozrůstání se ploch s GM plodinami přichází o svá pole a obživu drobní rolníci, prohlubuje se chudoba a sociální rozdíly mezi lidmi (H-B-S Praha a HD, 2014; Vítková, 2013).

Rozporuplné výsledky jsou i v oblasti vlivu biotech plodin na zdraví lidí a zvířat. Zatímco Phipps (2009) nenašel žádné rozdíly mezi zdravím a produkcí zvířat krmených GM krmivy a zvířaty krmenými krmivy z konvenčního zemědělství, Tudisco a kol. (2015) uvedl malé přírůstky u mláďat koz krmených mlékem od matek přijímajících GM krmivo a Smith (2015) dokonce zmiňuje záhadné úhyny krav po zkrmení Bt kukuřice.

Glyfosát, který je aktivní složkou herbicidů (především RoundUpu) užívajících se v porostech Ht plodin, by měl být podle výrobců neškodný pro člověka a životní prostředí. Nebude to tak docela pravda, když Hnutí DUHA (2013) provádělo výzkumy na prokázání glyfosátu v moči a pozitivní výsledek se objevil u 60 % testovaných Čechů. Problémem je, že se nedá omýt a ani zničit varem (Čítková, 2015), byl objeven ve srážkové vodě a vzduchu (Benbrook, 2012). Nyní je glyfosát na seznamu potencionálních karcinogenů (Čapounová, 2015). EFSA (2015) nedávno zveřejnila, že je nepravděpodobné, že glyfosát způsobuje karcinom u člověka.

Bývá zmiňováno, že riziko nepředstavují GM plodiny jako takové, ale spíše technologie spojená s jejich pěstováním (Kocourek, 2006a; Mannion a Morse, 2012). Často bývají tyto plodiny pěstovány několik let za sebou, nebo jen s nepatrným odstupem, díky časté aplikaci herbicidů dochází ke snižování biodiverzity jak rostlinných, tak živočišných společenstev. Naopak podle Kocourka (2006a) je v porostech GM kukuřice větší biodiverzita, než na konvenčně obhospodařovaných plochách.

Když se mluví o biotechnologiích v zemědělství, téměř nikdy není vynechána zmínka o obavách ze vzniku superplevelů a nechtěnému přenosu genů. V této oblasti představuje nejmenší riziko kukuřice, která v našich podmínkách nemá vhodné příbuzné druhy a navíc již ztratila disperzní mechanismy (Soukup a Holec, 2007). Naopak nejvíce riziková je řepka olejka, která se velmi snadno kříží a přenos genů byl dokázán i experimentálně (Mahelka a Krahulec, 2005). Riziko je ještě znásobeno velkým počtem plevelných druhů, se kterými se řepka může zkřížit. Otázkou zůstává životaschopnost jedinců takto vzniklých (Baranyk a kol., 2005). Nicméně semena řepky perzistují v půdě 4 roky (Hrubý a kol., 2005) a při zanesení do hlubších vrstev i déle. S otázkou vzniku superplevelů souvisí i problém s nárůstem spotřeby herbicidů, který je dokázán (Benbrook, 2012; Graef a kol., 2007). První plevel odolný glyfosátu byl objeven v Austrálii (*Lolium rigidum*) a v České republice se také objevil (*Erigeron canadensis*) (Benbrook, 2012; Hnutí DUHA, 2013). Jako odpověď na tyto problémy přišlo

vyvíjení nových Ht vlastností, které se ale podle Graefa a kol. (2007) projevilo několikanásobnou rezistencí. Stejný problém představuje výskyt rezistentního hmyzu.

Výsledky studií zaměřených na ovlivnění půdního života pěstováním GM plodin se také liší. Podle Graefa (2009) byl vliv těchto plodin na půdní živočichy prokázán horizontálním přenosem genů do mikroorganismů. Naopak u Bt kukuřice nedošlo k žádnému negativnímu ovlivnění života v půdě (Kocourek a kol, 2008; Carpenterová, 2011). Jinde se uvádí, že nedošlo ke změně druhů půdních bakterií, ale jejich množství, které se snížilo (Ondreičková a kol., 2010).

Jako pozitivní stránku u Bt kukuřice lze zmínit, že jde o jedinou a 100% ochranu proti zavíječi kukuřičném (Kocourek a kol., 2008) a je uváděno i zvýšení výnosu (Zimolka a kol., 2008).

Podle některých autorů se zavádění GM plodin do agroekosystémů ničí původní cenné biotopy (Heinrich-Böll-Stiftung Praha a Hnutí Duha, 2014), naopak podle jiných dochází k menšímu odlesňování krajiny díky osázení menší plochy z důvodu vyšších výnosů (Stratilová, 2014).

Je otázkou, zda změněné vlastnosti plodin dokáží vyřešit problémy se suchem nebo jinými klimatickými podmínkami, či chorobami a škůdci. Samo intenzivní zemědělství dnešní doby poskytuje podmínky pro neustálou selekci nových a nových patogenů a zhoršuje podmínky v životním prostředí (Ho, 2000).

Jako východisko se ukazuje rozšiřování ekologického zemědělství, které pěstování GM plodin a používání syntetických hnojiv a pesticidů vylučuje. Výsledky mnoha studií ukazují, že produkty ekologického zemědělství neobsahují více mykotoxinů, než produkce konvenčního zemědělství, která je ošetřována množstvím chemických pesticidů (Čapounová, 2015).

## 7 Závěr a doporučení

Výsledky studie přinesly zjištění, že GM plodiny přináší jak rizika, tak určité výhody, přičemž rizika jsou stále převažující. Mezi pozitivní stránky tohoto pěstebního systému lze zařadit snížení emisí oxidu uhličitého, méně přejezdů po pozemku a tím i menší utužování půdy. U Bt kukuřice jde o vyšší biodiverzitu v porostech a vyšší výnosy a samozřejmě ochrana proti zavíječi kukuřičném, který je v konvenčním zemědělství téměř neřešitelný, tedy v případě jeho přemnožení.

Mezi velká rizika patří přenos genů a vznik superlevelů, které nebude možné díky získaným vlastnostem GM plodin zvládnout, nehledě na to, že budou dále utlačovat přirozenou vegetaci a tím i živočichy, kteří jsou na ni vázáni. Tento problém se týká především GM řepky, která se nejnanežněji kříží s plevelnými příbuznými.

Problémem je koexistence GM plodin s konvenčními plodinami a ekologickým zemědělstvím. Nelze úplně zabránit přenosu pylu a jiných disperzních částic pomocí větru nebo hmyzu. Tím poté dochází ke kontaminaci produkce a zejména u ekologického zemědělství jde o vážný problém, který může zemědělce připravit o zisk a zlikvidovat živnost.

Pozornost si zaslouží výsledky studií, zkoumající vliv produktů z GM plodin na zdraví zvířat. Nelze přehlédnout závažné zdravotní obtíže, které leckdy končí i smrtí. Přinejmenším zvláštní je shoda s uváděním GM plodin na trh a vyšším výskytem alergií a jiných civilizačních chorob.

Prokázáno je riziko neustálého používání herbicidů na bázi glyfosátu v porostech Ht plodin. Byl nalezen ve vodě, v půdě i ve vzduchu. Nejenže se této látky nelze zbavit omytím, či vařením, ale navíc se kumuluje v těle, což bylo zjištěno jeho přítomností v moči dobrovolníků. V poslední době se mluví o ještě více nebezpečné látce AMPA, která vzniká rozkladem glyfosátu v půdním prostředí.

Na posouzení, zda je pěstování plodin v tomto systému a konzumace produktů z nich vyrobených bezpečné či nikoli, doba dvaceti let velmi krátká. Navíc, existuje příliš mnoho bílých míst v našich znalostech a vědomostech a neprozkoumaných skutečností. Mnohé účinky a dopady nejsou předpokládány, mnohé nejsou raději zkoumány vůbec, protože o výsledky zjištění, které by mohly bránit možnému dalšímu rozvoji trhu s geneticky



modifikovanými plodinami, včetně produktů pevně svázaných s jejich pěstováním, majitelé těchto patentovaných odrůd nestojí. Vložili příliš mnoho prostředků a úsilí do programu vývoje spojených s očekáváním jistoty budoucích přínosů a zisků.

Za krátký časový úsek nelze přesně určit co se děje s tak složitým systémem jako je lidské tělo a ekosystémy, na nichž je existence člověka závislá a narušení jejich služeb by mohlo být v některých oblastech fatální.

V každém případě si naši pozornost zaslouží zemědělství, které je trvale udržitelné trvale udržitelné formy hospodaření, neohrožující zdraví lidí, zvířat a rostlin a produkující zdravé potraviny. Zemědělství méně závislé na neobnovitelných zdrojích, stabilní, environmentálně šetrné, zajišťující bezpečnou potravu a krmiva v dostatečném množství pro všechny své konzumenty, jehož prioritou není pouze tvorba zisku na úkor většiny.

Je méně rizikové vyhnout se technologiím, které jsou nepředvídatelné ve svém budoucím chování při úniku do životního prostředí, než mít zajištěnou úrodu plodin, o které především v Evropě, málokdo jeví zájem. Návratem k pestrému osevnímu postupu lze dosáhnout potlačení škodlivých činitelů na snesitelnou mez i bez mnohdy neúnosných nákladů na patentovaná osiva a ostatní produkty s tím související.

Evropa by měla vyvinout úsilí, aby se vyhnula přijímání diktátu nadnárodních firem vynucujících si prostřednictvím vnučených dohod, jejichž součástí je i výhradní postavení na trhu s komoditami, na kterých jsou závislé životy mnoha evropských konzumentů.

## 8 Seznam použitých zkratek

- **CBD** – Úmluva o biologické rozmanitosti (Convention on Biological Diversity)
- **CPB** – Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti (Cartagena Protocol on Biosafety)
- **CP4 EPSPS** – CP4-enolpyruvylšikimát-3-fosfát syntáza
- **Dc** – double cross
- **EFSA** – Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority)
- **EIQ** – koeficient environmentálního dopadu (Environmental impact quotient)
- **FDA** – Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (Food and Drug Administration)
- **GMO** – geneticky modifikovaný organismus
- **HT** – herbicid tolerantní
- **HTS** – hmotnost tisíce semen
- **IARC** – Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (International Agency for Research on Cancer)
- **MEŘO** – metylester řepkového oleje
- **MZe** – Ministerstvo zemědělství
- **Non – GM** – organismus, který není geneticky modifikován
- **PCR** – polymerázová řetězová reakce (Polymerase Chain Reaction)
- **Sc** – single cross
- **Tc** – three way cross
- **TT** – triazin tolerant

## 9 Seznam použité literatury

- AMMANN, K. 2009. Biodiversity and Genetically Modified Crops. In. Environmental impact of genetically modified crops. CABI Publishing. 240 – 258. ISBN 9781845934095
- ANONYM. GMO – spása pro lidstvo nebo cesta do pekel? [online]. DSSS-Praha. 7. listopadu 2012. [cit. 2015-10-06]. Dostupné z < [http://www.dsss-praha.cz/news/gmo-spasa-pro-lidstvo-nebo-cesta-do-pek-el-/?utm\\_source=copy&utm\\_medium=paste&utm\\_campaign=copypaste&utm\\_content=http%3A%2F%2Fwww.dsss-praha.cz%2Fnews%2Fgmo-spasa-pro-lidstvo-nebo-cesta-do-pek-el-%2F](http://www.dsss-praha.cz/news/gmo-spasa-pro-lidstvo-nebo-cesta-do-pek-el-/?utm_source=copy&utm_medium=paste&utm_campaign=copypaste&utm_content=http%3A%2F%2Fwww.dsss-praha.cz%2Fnews%2Fgmo-spasa-pro-lidstvo-nebo-cesta-do-pek-el-%2F) >.
- BARANYK, P., BALÍK, J., DOSTÁLOVÁ, J., FÁBRY, A., HUMPÁL, J., KAZDA, J., KOPRNA, R., KUČTOVÁ, P., MARKYTÁN, P., NERAD, D., SOUKUP, J., ŠAROUN, J., ŠKEŘÍK, J., VOLF, M. 2007. Řepka – pěstování – využití - ekonomika. Praha. ProfiPress. 208 s. ISBN 978-80-86726-26-7
- BARANYK, P., BETTNER, V., ČEŘOVSKÁ, M., FÁBRY, A., HŘIVNA, L., KAZDA, J., KROUTIL, P., KUČTOVÁ, P., MARKYTÁN, P., MATULA, J., NERAD, D., PAVELA, R., PLACHKÁ, E., POSPÍŠIL, J., RICHTER, R., ROŽNOVSKÝ, J., ŘÍHA, K., SOUKUP, J., SYPTÁK, K., ŠAROUN, J., ŠIVIC, L., ŠKEŘÍK, J., VOLF, M. 2005. Řepka olejka v českém zemědělství. Komplexní pěstitelská technologie. Praha. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. 161 s. ISBN 80-903464-3-X
- BARANYK, P., SOUKUP, J., BALÍK, J., KAZDA, J., MARKYTÁN, P., ŠAROUN, J., ZELENÝ, V., VOLF, M., HAVEL, J., HÁJKOVÁ, M., LOŠÁK, T., PLACHKÁ, E., VRBOVSKÝ, V., ZEHNÁLEK, P., RICHTER, R., MÁLEK, B., ŠTRANC, P., ŠMIROUS, P., STRAŠIL, Z., ŠKEŘÍK, J. 2010. Olejniný. Praha: Profi Press. 206 s. ISBN 978-80-86726-38-0.
- BARNES, R. L. 2000. Why the American Soybeans Association supports transgenic soybeans. Pest Management Science, 56. 580 – 583.
- BEBOVÁ, M. 2016. Bílkoviny rostlinné versus živočišné. Jóga dnes. 7 (1). 66 - 67
- BECKIE, H. J., HARKER, K. N., LÉGÉRE, A., MORRISON, M. J., SÉGUIN-SWARTZ, G., FALK, K. C. 2011. GM Canola: The Canadian Experience. Farm Policy Journal. Volume 8 (1). 43 - 49
- BEČKA, D., VAŠÁK, J., KROUTIL, P., ZUKALOVÁ, H. 2005. Naše zkušenosti s pěstováním geneticky modifikované řepky ozimé. In: Sborník „Řepka, mák, slunečnice a hořčice“. ČZU. Praha. 80 – 85. ISBN 80-213-1289-0
- BEČKA, D., VAŠÁK, J., ŠTRANC, P. 2007a. Odrůdová agrotechnika – výsledky poloprovozních pokusů 2006/2007. In: Prosperující olejniný 2007. Sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze. ČZU. Praha. 19 – 26. ISBN 978-80-213-1715-4
- BEČKA, D., VAŠÁK, J., ZUKALOVÁ, H., MIKŠÍK, V. 2007b. Řepka ozimá. Pěstitelský rádce. České Budějovice. Kurent, s. r. o. 56 s. ISBN 978-80-87111-05-5
- BEČKA, D., ŠIMKA, J., CIHLÁŘ, P., PROKINOVÁ, E., MIKŠÍK, V., VAŠÁK, J., ZUKALOVÁ, H. 2013. Řepka ozimá. Inovace pěstitelské technologie. Certifikovaná metodika. Praha Česká zemědělská univerzita v Praze. 44 s. ISBN 978-80-213-2382-7
- BENBROOK, Ch. M. 2012. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U. S. – The first sixteen years. [online]. Benbrook Environmental Sciences Europe 2012. Dostupné z <http://enveurope.com/content/pdf/2190-4715-24-24.pdf>

- BOSZORÁDOVÁ, E., MORAVČÍKOVÁ, J., JOPČÍK, M., MATUŠÍKOVÁ, I., LIBANTOVÁ, J. 2010. Příprava marker-free transgenných rostlín repky olejky (*Brassica napus* L.). In: Sb. Nové poznatky z genetiky a šlachtenia polnohospodárskych rastlín", VÚRV Piešťany, (17): 70 – 71. ISBN 978-80-89417-23-0. Dostupný také z [http://www.vurv.sk/fileadmin/CVRV/novinky/Plan\\_podujati/Nove\\_poznatky\\_z\\_genetiky\\_a\\_slachtenia\\_rastlin\\_zbornik.pdf](http://www.vurv.sk/fileadmin/CVRV/novinky/Plan_podujati/Nove_poznatky_z_genetiky_a_slachtenia_rastlin_zbornik.pdf)
- BŘÍZA, J., NIEDERMEIEROVÁ, H., PAVINGEROVÁ, D., ONDŘEJ, M., RAKOUSKÝ, S. 2004. Výsledky monitoringu ploch po pěstování GM řepky. In: Biologická bezpečnost a geneticky modifikované organismy v České republice po vstupu do Evropské unie: Sborník ze semináře konaného v Praze, VÚRV, 24. 11. 2004. Praha, VÚRV. 49 – 54. ISBN: 80-86555-56-9
- BUDZYŃSKI, W. S., JANKOWSKI, K. J. 2006. Vliv hnojení sírou na výnos a kvalitu řepky ozimé. In: Řepka, mák, hořčice 2006. Sborník referátů. ČZU KVR. Praha. 79 - 86. ISBN 80-213-1445-1
- BUDZYŃSKI, W. S., JANKOWSKI, K. J. 2008. Řepka jako zaplevelující rostlina – čím dál větší problém. In: Prosperující olejniny 2008. Sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze. ČZU. Praha. 87 – 89. ISBN 978-80-213-1860-1
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. Impact of transgenic canola on growers, industry and environment. [online]. canolacouncil.org. May 2005. Dostupné z <[http://www.canolacouncil.org/media/504430/17908\\_transgenic\\_canola\\_1.pdf](http://www.canolacouncil.org/media/504430/17908_transgenic_canola_1.pdf)>
- CARPENTER, J. E. 2011. Impact of GM crops on biodiversity. Landes Bioscience. 2 (1). 7 - 23
- CHANCE, H. K. 2009. Information paper on genetically modified canola. A report by the Ministerial GMO Industry Reference Group. Chaired by the Hon Kim Chance MLC. May 2009. P. 83. Dostupné z <[http://archive.agric.wa.gov.au/objtwr/imported\\_assets/content/fcp/gmcrops/ministerial\\_gmo\\_industry\\_reference\\_gm\\_canola.pdf](http://archive.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/fcp/gmcrops/ministerial_gmo_industry_reference_gm_canola.pdf)>
- CLAIR, É., MESNAGE, R., TRAVERT, C., SÉRALINI, G. 2012. A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells *in vitro*, and testosterone decrease at lower levels. Toxicology in Vitro. 26 (2). 269 – 279
- ČAPOUNOVÁ, K. 2015. ČTPEZ: Investujeme do zemědělství bez glyfosátu. [online]. Agris.cz. 27. 3. 2015. [cit. 11. 11. 15]. Dostupné z <<http://www.agris.cz/clanek/187608>>.
- ČEJKOVÁ, D. 2007. Nová generace hybridních řepok společnosti Syngenta nastupuje. In: Prosperující olejniny 2007. Sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze. ČZU. Praha. 109 - 111. ISBN 978-80-213-1715-4
- ČEŘOVSKÁ, M. 2006. Geneticky modifikované plodiny – legislativa a praxe u olejnin. In: Sborník 22. – 23. 11. 2006. Hluk. Praha. SZPO s. r. o. 84 - 90. ISBN 80-87065-00-X
- ČEŘOVSKÁ, M. 2007. Zkušenosti českých pěstitelů s Bt kukuřicí. In: GMO v agroekosystému a jeho okolí. Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze. Květen 2007. 49 - 53. ISBN 978-80-7084-588-2
- ČÍTKOVÁ, Z. 2015. Potraviny z laboratoře. Pravý domácí časopis. 3 (3). 38 – 39
- DOUBKOVÁ, Z. 2007. České zkušenosti s GM rostlinami – přehled polních pokusů. In: GMO v agroekosystému a jeho okolí. Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze. Květen 2007. 36 - 42. ISBN 978-80-7084-588-2

- DOUBKOVÁ, Z. 2008. Geneticky modifikované organismy – využití ve světě a v České republice. In: Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika. MŽP ČR. Praha. 14 - 17. ISBN 978-80-7212-493-0
- DROBNÍK, J. 2010. Moderní šlechtění a potraviny: co potřebujeme vědět o potravinách z geneticky modifikovaných plodin. Praha: Sdružení českých spotřebitelů. 14 s. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 978-80-903930-8-0.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. 2015. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. EFSA Journal 2015. 13(11). Dostupné také z <[http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific\\_output/files/main\\_documents/4302.pdf](http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/4302.pdf)>
- EVROPSKÁ KOMISE. 2015. Otázky a odpovědi týkající se politiky EU v oblasti GMO. [online]. europa.eu. [cit. 13. 11. 2015]. Dostupné z <[europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-15-4778\\_cs.pdf](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-4778_cs.pdf)>
- FAO, 2002. World agriculture: towards 2015/2030. Summary report. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. ISBN 92-5-104761-8. Dostupné také z: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y3557e/y3557e.pdf>>
- FAO, 2014. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION. [online]. fao.org. [cit. 21. 02. 2016]. Dostupné z <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>
- FIRBANK, L. G., HEARD, M. S., WOIWOD, I. P., HAWES, C., HAUGHTON, A. J., CHAMPION, G. T., SCOTT, R. J., HILL, M. O., DEWAR, A. M., SQUIRE, G. R., MAY, M. J., BROOKS, D. R., BOHAN, D. A., DANIELS, R. E., OSBORNE, J. L., ROY, D. B., BLACK, H. I. J., ROTHERY, P., PERRY, J. N. 2003. An introduction to the Farm-Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. Journal of Applied Ecology. 40. 2 – 16
- FISHER, J., TOZER, P. 2009. Evaluation of the environmental and economic impact of Roundup Ready® canola in the Western Australian crop production system Curtin University of Technology (Muresk) Technical Report (11/2009). 32 s.
- FLOHROVÁ, A. 2001. Zkušenosti s pěstováním sóji v zahraničí a v ČR. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. 32 s. Zemědělské informace 19/2001. ISBN 80-7271-088-5.
- FRIENDS OF THE EARTH. 2003. In: STÖCKELOVÁ, T. 2004. Polní pokusy s geneticky modifikovanými plodinami jako místa střetů výzkumu a veřejnosti. Vesmír. 83 (11). 638 – 644
- GLATZ, A. 2006. Využití rostlinného oleje jako paliva v praxi – možnosti a zkušenosti. In: Sborník 22. – 23. 11. 2006. Hluk. Praha. SZPO s. r. o. 38 – 48. ISBN 80-87065-00-X
- GM CANOLA: AN INFORMATION PACKAGE. 2007. Australian Government. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. ISBN 978-0-9757221-8-3
- GMO-COMPASS. 2014. Genetically modified plants: Global Cultivation Area. Soybean. [online]. gmo-compass.org. June 10, 2014. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z <[http://www.gmo-compass.org/eng/agri\\_biotechnology/gmo\\_planting/342.docu.recommend.html](http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/342.docu.recommend.html)>
- GRAEF, F., STACHOW, U., WERNER, A., SCHÜTTE, G. 2007. Agricultural practice changes with cultivating genetically modified herbicide-tolerant oilseed rape. Agricultural Systems. Volume 94. Issue 2. 111 – 118.

- GRAEF, F. 2009. Agro-environmental effects due to Alfred cultivation practices with genetically modified herbicide-tolerant oilseed rape and implications for monitoring. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. Volume 29 (1). 31 – 42. Dostupné z <http://link.springer.com/article/10.1051%2Fagro%3A2007055>
- GRAU, J., KREMER, B. P., MÖSELER, B. M., RAMBOLD, G., TRIEBEL, D. 1998. *Trávy*. IKAR. Praha. ISBN 80-7202-260-1
- GREEN, A., SALISBURY, P. 1998. Transgenic canola. [online]. Australianoilseeds.com. Dostupné z [http://www.australianoilseeds.com/\\_data/assets/pdf\\_file/0017/2708/Chapter\\_8\\_-\\_Transgenic\\_Canola.pdf](http://www.australianoilseeds.com/_data/assets/pdf_file/0017/2708/Chapter_8_-_Transgenic_Canola.pdf)
- HÁJKOVÁ, P., HRUBÝ, J., ČURN, V., ŽALUDOVÁ, J. 2005. Výskyt, přenos a detekce geneticky modifikované řepky olejné (*Brassica napus* L. var. *napus*). In: Sb. *Nové poznatky z genetiky a šlachtenia polnohospodářských rostlín*", VÚRV Piešťany, (12): 127–128. ISBN 80-88790-43-3. Dostupný také z [http://www.vurv.sk/fileadmin/CVRV/subory/Zborniky/Nove\\_poznatky-1-2005.pdf](http://www.vurv.sk/fileadmin/CVRV/subory/Zborniky/Nove_poznatky-1-2005.pdf)
- HANCOCK, J. F. 2011. Factors Influencing the Genetic Diversity of Plant Species and the Potential Impact of Transgene Movement. In: *Environmental Safety of Genetically Engineered Crops*. Michigan State University Press. Michigan. p. 234. ISBN: 9781611860085.
- HAVEL, P. 2013. Strašák GMO z Evropy pomalu mizí. [online]. *vitalia.cz*. 7. 10. 2013. [cit. 7. 11. 2015]. Dostupné z <<http://www.vitalia.cz/clanky/strasak-gmo-z-evropy-pomalu-mizi/>>
- HEINRICH-BÖLL-STIFTUNG PRAHA A HNUTÍ DUHA. 2014. *Atlas masa. Příběhy a fakta o zvířatech, která jíme*. Heinrich-Böll-Stiftung Praha. 72 s. ISBN: 978-80-86834-53-5
- HENG, T., GAO, T. 2012. The study on the stability of agro-ecosystem's productivity. *Source of the Document Advanced Materials Research*, 433-440, pp. 1998-2003
- HNUTÍ DUHA. Roundup všude kolem nás. Proč bychom se měli vyhnout zbytečnému nadužívání glyfosátu [online]. Hnutí DUHA a Centrum pro životní prostředí a zdraví. Červenec 2013 [cit. 24. 8. 2015]. Dostupné z <<http://www.hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/2013/07/roundup.pdf>>.
- HO, M. W. 2000. *Genetické inženýrství. Naděje nebo hrozba?* Nakladatelství Alternativa. Praha. 300 s. ISBN 80-85993-52-X
- HOSKOVEC, L. 2008. *Zea mays* – kukuřice setá. [online]. *botany.cz*. 13. 9. 2008. [cit. 10. 11. 15]. Dostupné z <http://botany.cz/cs/zea-mays/>
- HRBEK, J. 2014. Osevní plochy ozimých plodin pro sklizeň v roce 2015. [online]. *czso.cz*. 26. 1. 2015 [cit. 22. 11. 2015]. Dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/osevni-plochy-ozimych-plodin-pro-sklizen-v-roce-2015-464369ncry>>
- HRUBÝ, J., PSOTA, B., RAKOUSKÝ, S. Monitoring a hodnocení rizika pěstování geneticky modifikované řepky. [online]. *vupt.cz*. 2007. [cit. 17. 9. 2014]. Dostupné z [http://www.vupt.cz/content/files/pub\\_07/hrub\\_07\\_03.pdf](http://www.vupt.cz/content/files/pub_07/hrub_07_03.pdf)
- HÚSKA, J. 1997. *Kukurica*. In: *Speciální produkce rostlinná – I. (Obecná část a obilniny)*. AF ČZU v Praze. Katedra rostlinné výroby. Praha. 158 – 175. ISBN 80-213-0152-X
- ISAAA. 2015. *50 Biotech Bites*. ISAAA: Ithaca, New York, USA. ISBN: 978-1-892456-62-1. Dostupné také z

<[http://www.isaaa.org/resources/publications/50biotechbites/download/50\\_Biotech\\_Bites.pdf](http://www.isaaa.org/resources/publications/50biotechbites/download/50_Biotech_Bites.pdf)>  
>

- JAMES, C. 2014. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Brief No. 49. ISAAA: Ithaca, NY. Dostupné z <<http://www.isaaa.org/resources/infographics/19yearsofbiotechcrops/19%20Years%20of%20Biotech%20Crops%20in%20the%20World.pdf>>.
- KAČICOVÁ, L., PROKEŠ, K. 2014. Strážci pokladu. In: Kukuřice v praxi 2014. Sborník z mezinárodní konference pořádané k 95. výročí založení univerzity v Brně. Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva, s. r. o. ISBN 978-80-7375-937-7
- KAŽMIERSKI, T. 2008. Aarhuská úmluva a geneticky modifikované organismy. In: Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika. MŽP ČR. Praha. 12 - 13. ISBN 978-80-7212-493-0
- KLÜMPER, W., QAIM, M. 2014. A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. PLoS ONE [online]. 2014, 9(11), 1-7 [cit. 2016-03-23]. DOI: 10.1371/journal.pone.0111629. ISSN 19326203.
- KOCIÁN, P. 2008. Kukuřice setá. [online]. Květenacr.cz [cit. 10. 11. 15]. Dostupné z <<http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=689>>
- KOCOUREK, F. 2006a. Identifikace a hodnocení rizik GMO – terminologie a principy metod. In: Přínosy a rizika GMO využívaných v zemědělství a potravinářství ve vztahu k bezpečnosti potravin a k ochraně životního prostředí: sborník ze semináře: Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně, 26. říjen 2005. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. 58 - 65. ISBN 80-86555-84-4.
- KOCOUREK, F. 2006b. 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: sborník ze semináře: Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně, 26. říjen 2005. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. 74 - 81. ISBN 80-86555-84-4.
- KOCOUREK, F., STARÁ, J., FALTA, V., ROTREKL, J. 2008. Metody ochrany kukuřice proti zavíječi kukuřičnému - ochrana genetická, chemická, biologická a agrotechnická. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. 36 s. Metodika pro praxi. ISBN 978-80-87011-90-4.
- KOPECKÝ, O. 1970. Perspektivy a zásady úspěšného pěstování kukuřice na siláž. In: Kukuřice a její význam v zemědělské velkovýrobě z hlediska rostlinné a živočišné výroby. ČVTS pro zemědělství. Veselí na Moravě. 15 - 26.
- KOVÁŘ, J. 2006. Alternativní paliva a jejich problematika: přímé využití RME a FAME. In: Sborník 22. – 23. 11. 2006. Hluk. Praha. SZPO s. r. o. 22 – 30. ISBN 80-87065-00-X
- KOZEL, V. 1970. Přínos kukuřice výrobě píce a obilnin a moderní způsoby skladování kukuřičného zrna. In: Kukuřice a její význam v zemědělské velkovýrobě z hlediska rostlinné a živočišné výroby. ČVTS pro zemědělství. Veselí na Moravě. 33 - 52.
- KRAHULEC, F. 2004. Hra na slepou bábu. Geneticky upravované versus šlechtitelsky upravované plodiny. Vesmír. 83 (11). 646 - 648
- KROUTIL, P., PROKINOVÁ, E., VAŠÁK, J. 2006. Vliv brukvovitých předplodin na pšenici ozimou – tříleté výsledky pokusu. In: Řepka, mák, hořčice 2006. Sborník referátů. ČZU KVR. Praha. 53 – 58. ISBN 80-213-1445-1

- KROUTIL, P., VAŠÁK, J. 2007. Řepka ozimá a různé dávky síry. In: Prosperující olejniný 2007. Sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze. ČZU. Praha. 55 – 58. ISBN 978-80-213-1715-4
- KŘÍSTKOVÁ, M. 2010. Význam olejnin v rámci pěstování geneticky modifikovaných plodin. In: Prosperující olejniný 2010. Sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze. ČZU. Praha. 12 – 15. ISBN 978-80-213-2128-1
- KŘÍSTKOVÁ, M. 2011. Pěstování geneticky modifikovaných plodin v České republice. In: Genetické modifikace v České republice a opatření k zajištění biologické bezpečnosti. Ministerstvo životního prostředí. Praha. 11 -15. ISBN 978-80-7212-566-1
- LACEY, R. 2015. In: SMITH, J. M. 2015. Doba jedová 5. Geneticky modifikované potraviny. Triton. Praha. 528 s. ISBN 978-80-7387-924-2
- LAPPE, F. M., COLLINS, J., ROSSET, P. 1998. World Hunger: Twelve Myths. Grove Press. New York. ISBN 1853834939
- MAHELKA, V., KRAHULEC, F. 2005. Křížitelnost plodin a planých druhů jako potenciál pro únik genetických modifikací. In: Geneticky modifikované organismy: současnost, rozšíření a možné interakce s životním prostředím. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2005. 12 - 14. ISBN 80-86555-80-1.
- MANNION, A. M., MORSE, S. 2012. Biotechnology in agriculture: Agronomic and environmental considerations and reflections based on 15 years of GM crops. Progress in Physical Geography. 36 (6). 747 - 763
- McGEOCH, M. A., KALWIJ, J. M., RHODES, J. I. 2009. A spatial assessment of *Brassica napus* gene flow potential to wild and weedy relatives in the Fynbos Biome. South African Journal Science. Vol. 105, Issue 3/4, p 109 – 115.
- MZe. Geneticky modifikované kukuřice se v ČR vypěstovalo téměř o polovinu méně [online]. bezpečnostpotravin. 19. 8. 2015 [cit. 23. 8. 2015]. Dostupné z <http://www.bezpecnostpotravin.cz/geneticky-modifikovane-kukurice-se-v-cr-vypestovalo-temer-o-polovinu-mene.aspx>
- NAVRÁTIL, O. 2004. Vědci a veřejnost. Polní pokusy s geneticky modifikovanými rostlinami. Vesmír 83 (11). 644 – 646
- NORDLEE, J.A., S.L. TAYLOR, J.A. TOWNSEND, L.A. THOMAS a R.K. BUSH. Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. The New England journal of medicine (USA) [online]. 1996, 334(11), 688 [cit. 2016-02-18]. ISSN 00284793.
- NOVÁK, J., SKALICKÝ, M. 2009. Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Powerprint. Praha. 336 s. ISBN 978-80-904011-5-0
- NOVÁK, B., OPATRŇNÝ, Z., NEČÁSEK, J., NAŠINEC, V., MAREČKOVÁ, H.,GRYNDLER, M., VANČURA, V. 1991. Biotechnologie v zemědělství. Část I. Biotechnologie v rostlinné výrobě. MZe ČR. Praha. 106 s. ISBN 80-7084-036-6
- ONDREIČKOVÁ, K., DRAHOVSKÁ, H., KRAIC, J. 2010. Vplyv geneticky modifikovaných rastlín na pôdne bakterie. In: Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín. Zborník zo 17. vedeckej konferencie, Piešťany: VÚRV, 2010. Piešťany. 154 – 156. ISBN 978-80-89417-23-0



- OVESNÁ, J. 2005. Možnosti stanovení GMO. In: Geneticky modifikované organismy: současnost, rozšíření a možné interakce s životním prostředím. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. 8 - 11. ISBN 80-86555-80-1.
- PETR, J. Geneticky modifikovaná sója a alergie. [online]. osel. 6. 12. 2007 [cit. 23. 8. 2015]. Dostupné z <<http://www.osel.cz/3125-geneticky-modifikovana-soja-a-alergie.html>>
- PHIPPS, R., H. 2009. Safety for Human Consumption. In: Environmental impact of genetically modified crops. CABI Publishing. 278 – 295. ISBN 9781845934095
- PIRŠEL, A. 1970. Perspektivy pěstování kukuřice na zrno v ČSSR. In: Kukuřice a její význam v zemědělské velkovýrobě z hlediska rostlinné a živočišné výroby. ČVTS pro zemědělství. Veselí na Moravě. 3 - 14.
- POVOLNÝ, M., ŘÍHA, K. 2007. Je pěstování geneticky modifikované (Bt) kukuřice v ČR odůvodněné? In: GMO v agroekosystému a jeho okolí. Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze. Květen 2007. 43 - 48. ISBN 978-80-7084-588-2
- RAKOUSKÝ, S., HRAŠKA, M. 2007. Transgenní plodiny – realita a perspektivy. In: GMO v agroekosystému a jeho okolí. Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze. Květen 2007. 18 – 23. ISBN 978-80-7084-588-2
- RAKOUSKÝ, S. 2008. Bezpečnost a zdravotní rizika geneticky modifikovaných plodin, potravin a krmiv z nich vyrobených. In: Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika. MŽP ČR. Praha. 18 - 23. ISBN 978-80-7212-493-0
- ROUDNÁ, M. 2008. Otázky kolem využívání geneticky modifikovaných organismů a mezinárodní pravidla. In: Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika. MŽP ČR. Praha. 5 – 11. ISBN 978-80-7212-493-0
- ŘEZBOVÁ, H., ŠKUBNA, O. 2012. The Role of Transgenic Crops in the Future of Global Food and Feed. Agris on-line Papers in Economics and Informatics. Volume IV (2). 49 – 60. Dostupné také z [http://online.agris.cz/files/2012/agris\\_on-line\\_2012\\_2.pdf](http://online.agris.cz/files/2012/agris_on-line_2012_2.pdf)
- SKLÁDANKA, J., VRZALOVÁ, J. 2006. Kukuřice setá (*Zea mays*). Multimediální učební texty pícninářství. Ústav výživy zvířat a pícninářství MZLU v Brně, Oddělení pícninářství. [online]. [cit. 10. 11. 2015]. Dostupné z [http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html)
- SMITH, J. M. 2015. Doba jedová 5. Geneticky modifikované potraviny. Triton. Praha. 528 s. ISBN 978-80-7387-924-2
- SOUKUP, J. Odrůdy s tolerancí k herbicidům. Kam směřuje vývoj ve světě a u nás? [online]. FAPPZ ČZU. Dostupné z [http://home.czu.cz/storage/53413\\_Soukup\\_velichovsky13.pdf](http://home.czu.cz/storage/53413_Soukup_velichovsky13.pdf)
- SOUKUP, J. 2006. Přínosy a rizika geneticky modifikovaných zemědělských plodin tolerantních k herbicidům. In: Přínosy a rizika GMO využívaných v zemědělství a potravinářství ve vztahu k bezpečnosti potravin a k ochraně životního prostředí: sborník ze semináře: Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně, 26. říjen 2005. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2006. 66 - 73. ISBN 80-86555-84-4.
- SOUKUP, J., HOLEC, J. 2007. Agroekologické aspekty pěstování transgenních plodin. In: GMO v agroekosystému a jeho okolí. Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze. Květen 2007. 24 - 28. ISBN 978-80-7084-588-2

- STÖCKELOVÁ, T. 2004. Polní pokusy s geneticky modifikovanými plodinami jako místa střetů výzkumu a veřejnosti. *Vesmír*. 83 (11). 638 – 644
- STÖCKELOVÁ, T. 2008. Biotechnologizace: legitimita, materialista a možnosti odporu. Sociologický ústav AV ČR. Praha. ISBN 978-80-7330-152-1
- STRATILOVÁ, Z. GMO bez obalu. 2014. 3. aktualizované vydání. Praha: Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin. 32 s. ISBN 978-80-7434-152-6.
- SVOBODOVÁ, A., DONÁTOVÁ, H. 2009. Stanovení glyfosátu a kyseliny aminomethylfosfonové (AMPA) ve vodách metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie s fluorescenční detekcí. *Vodní hospodářství*. 59 (12). 6 – 9
- ŠANTRŮČEK, J., FUKSA, P., HAKL, J., KOCOURKOVÁ, D., MRKVIČKA, J., SVOBODOVÁ, L., VESELÁ, M. 2008. Encyklopedie pěstivařství. ČZU v Praze. 157 s. ISBN 978-80-213-1605-8
- ŠTRANC, P., ŠTRANC, D., ŠTRANC, J. 2012. Sója je významná plodina a komodita. In: *Sója 2012. Sborník ze seminářů s mezinárodní účastí*. ČZU Praha, KRV. 1 – 5. ISBN 978-80-87111-32-1
- ŠTULÍK, V. 1991. Biotechnologie v praxi. Ústředí vědeckých, technických a ekonomických informací. Praha. 191s. ISBN 80-212-0045-6
- TRAUŠKEOVÁ, P. 2015. Působení transgenních řepok v pěstitelských systémech. Diplomová práce. ČZU. FAPPZ. Praha. 79 s.
- TRNKOVÁ, J., HANÁK, J., KŘÍSTKOVÁ, M. 2015. Organizace a kontrola pěstování GM plodin v ČR. MZe. Praha. 33 s. ISBN 978-80-7434-194-6
- TUDISCO, R., CALABRÓ, S., CUTRIGNELLI, M. I., MONIELLO, G., GROSSI, M., MASTELLONE, V., LOMBARDI, P., PERO, M. E., INFASCELLI, F. 2015. Genetically modified soybean in a goat diet: Influence on kid performance. *Small Ruminant Research*. Volume 126, Supplement 1. 67 – 74.
- VAŠÁK, J., BARANYK, P., BARTOŠKA, J., BEČKA, D., BECHYNĚ, M., FILÍPEK, I., KAMLER, F., KUČTOVÁ, P., MATULA, J., MIKŠÍK, V., NERAD, D., NOVÁK, J., NOZDROVICKÝ, L., PAWLICA, R., PRÁŠIL, I., PROKINOVÁ, E., SUŠKEVIČ, M., ŠEDIVÝ, J., TUČEK, P., VINCENC, J., ZEHNÁLEK, P., ZUKALOVÁ, H. 2000. Řepka. Praha. Agrospoj. 321 s. ISBN 80-239-4236-0
- VÁZQUEZ-PADRÓN, Roberto I., Leticia MORENO-FIERROS, Leticia NERI-BAZÁN, Gustavo A. DE LA RIVA a Rubén LÓPEZ-REVILLA. Intra-gastric and intraperitoneal administration of Cry1Ac protoxin from *Bacillus thuringiensis* induces systemic and mucosal antibody responses in mice. *Life Sciences* [online]. 1999, 64(21), 1897-1912 [cit. 2016-02-18]. DOI: 10.1016/S0024-3205(99)00136-8. ISSN 00243205.
- VÍTKOVÁ, Z. 2013. Odvrácená strana masa? Sója. Na maso z EU doplácí Jižní Amerika. [online]. *ekolist.cz*. 7. 11. 2013. [cit. 11. 11. 2015]. Dostupné z <<http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/odvracena-strana-masa-soja-na-maso-z-eu-doplaci-jizni-amerika>>.
- VRZAL, J., NOVÁK, D., KOHOUT, V., ŠTRÁFELDA, J. 1995. Základy pěstování kukuřice a jednoletých pěstiv. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. Praha. 32 s. ISBN 80-7105-097-0
- WEIL, J. H. 2005. Are genetically modified plants useful and safe? *Life*. 57 (4/5), p 311 – 314.
- XU, Y. 2010. *Molecular Plant Breeding*. CABI. Wallingford. p. 734. ISBN: 9781845933920

- ZIMOLKA, J., BALOUNOVÁ, M., CERKAL, R., ČERVINKA, J., DOLEŽAL, P., DVOŘÁK, J., FAJMAN, M., HRSTKOVÁ, P., JÁNSKÝ, J., KŘEN, J., PALÍK, S., POLÁČKOVÁ, J., POLIŠENSKÁ, I., POVOLNÝ, M., PROCHÁZKOVÁ, B., PROKOP, M., RICHTER, R., RYANT, P., ŘÍHA, K., SMUTNÝ, V., TICHÝ, F., VACULOVÁ, K., WINKLER, J., ZEMAN, L. 2008. Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry. Profi Press. Praha. 200 s. ISBN 978-80-86726-31-1
- ZEHNÁLEK, P. 2006. Pokusy ÚKZÚZ pro seznam doporučených odrůd řepky olejky. Výnosové výsledky zkoušení vybraných registrovaných odrůd v ročníku 2005/2006. In: Sborník 22. – 23. 11. 2006. Hluk. 2006. Praha. SZPO s. r. o. 78 - 83. ISBN 80-87065-00-X
- ZUKALOVÁ, H., BEČKA, D., VAŠÁK, J. 2006. Kvalita – řepka – zemědělství. In: Řepka, mák, hořčice 2006. Sborník referátů. ČZU KVR. Praha. 117 - 123. ISBN 80-213-1445-1
- ZUKALOVÁ, H., BEČKA, D., VAŠÁK, J. 2007. Kvalita ozimé řepky a její hospodářský význam. In: Prosperující olejniný 2007. Sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze. ČZU. Praha. 71 – 74. ISBN 978-80-213-1715-4

## Přílohy

PŘÍLOHA 1: Odrůdy GM řepky registrované v EU

NÁZEV ODRŮDY	VLOŽENÝ GEN	VLASTNOST	SPOLEČNOST
ŘEPKA GT73	cp4 epsps a goxv247	Odolnost glyfosátu	Monsanto
ŘEPKA MS8, RF3, MS8xRF3	bar (pat) barnase barstar	Odolnost glufosinátu amonnému Nedostatek životaschopného pylu a samčí sterilita Nedostatek životaschopného pylu a samčí sterilita	Bayer
ŘEPKA T45	pat	Odolnost glufosinátu amonnému	Bayer
ŘEPKA 88302	cp4 epsps	Odolnost glyfosátu	Monsanto

Zdroj: [http://ec.europa.eu/food/dyna/gm\\_register/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm) (2016). Upraveno.

PŘÍLOHA 2: Odrůdy GM kukuřice registrované v EU

NÁZEV ODRŮDY	VLOŽENÝ GEN	VLASTNOST	SPEOLEČNOST
KUKUŘICE (Bt11)	Cry1A(b) pat	Odolnost hmyzu Odolnost glufosinátu amonnému	SYNGENTA
KUKUŘICE (DAS1507 x NK603)	Cry1F pat cp 4epsps	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> a druhů rodu <i>Sesamia spp.</i> Odolnost glufosinátu amonnému Odolnost glyfosátu	Pioneer and Dow AgroSciences
KUKUŘICE (DAS59122)	cry34Ab1 a cry35Ab1	Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> jako <i>Diabrotica spp.</i>	Pioneer and Dow AgroSciences
KUKUŘICE (DAS1507)	cry1F pat	Odolnost evropskému zavíječi kukuřičnému a dalším druhům řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost glufosinátu amonnému	Pioneer and Dow AgroSciences

KUKUŘICE (GA21)	mepsps	Odolnost glyfosátu	Syngenta
KUKUŘICE (MON810)	cry1A(b)	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i>	Monsanto
KUKUŘICE (MON863)	cry3Bb1 nptII	Odolnost hmyzu Selekční marker	Monsanto
KUKUŘICE (NK603)	cp4 epsps	Odolnost glyfosátu	Monsanto
KUKUŘICE (NK603 x MON810)	cp4 epsps cry1Ab	Odolnost glyfosátu Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> ( <i>Ostrinia nubilalis</i> , <i>Sesamia spp.</i> )	Monsanto
KUKUŘICE (T25)	pat	Odolnost glufosinátu amonnému	Bayer
KUKUŘICE (MON88017)	cry3Bb1 cp4 epsps	Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost glyfosátu	Monsanto
KUKUŘICE (MON89034)	cry1A.105 a cry2Ab2	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i>	Monsanto
KUKUŘICE (59122xNK603)	cry34Ab1 a cry35Ab1 pat cp4 epsps	Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost glufosinátu amonnému Odolnost glyfosátu	Pioneer
KUKUŘICE (MIR604)	Cry3A pmi	Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Selekční marker	Syngenta
KUKUŘICE (MON863xMON810xNK603)	cry3Bb1 cry1Ab cp4 epsps nptII	Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost glyfosátu Selekční marker	Monsanto
KUKUŘICE (Bt11xGA21)	cry1Ab pat mepsps	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost glufosinátu amonnému Odolnost glyfosátu	Syngenta
KUKUŘICE (MON863 x MON810)	cry3Bb1 cry1Ab nptII	Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Selekční marker	Monsanto
KUKUŘICE (MON863 x)	cry3Bb1	Odolnost hmyzu	Monsanto

NK603)	cp4 epsps nptII	řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost glyfosátu Selekční marker	
KUKUŘICE (MON88017xMON810)	cry1Ab cry3Bb1 cp4 epsps	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost glyfosátu	Monsanto
KUKUŘICE (MON89034 x NK603)	cry1A.105 a cry2Ab2 cp4	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost glyfosátu	Monsanto
KUKUŘICE (59122x1507xNK603)	cry1F cry34Ab1 a cry35Ab1 pat cp4 epsps	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost glufosinátu amonnému Odolnost glyfosátu	Pioneer
KUKUŘICE (1507x59122)	cry1F cry34Ab1 a cry35Ab1 pat	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost glufisunátu amonnému	Pioneer
KUKUŘICE (MON89034 xMON88017)	cry1A.105 a cry2Ab2 cry3Bb1 cp4 epsps	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost glyfosátu	Monsanto
KUKUŘICE (MIR604 xGA21)	cry3A mepsps	Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost glyfosátu	Syngenta
KUKUŘICE (Bt11xMIR604)	Cry1Ab Cry3A pat	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost glufosinátu amonnému	Syngenta
KUKUŘICE (Bt11xMIR604xGA21)	cry1Ab cry3A pat mepsps	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost hmyzu řádu <i>Coleoptera</i> Odolnost glufosinátu	Syngenta

		amonnému Odolnost glyfosátu	
KUKUŘICE (MIR162)	vip3Aa20	Odolnost hmyzu	Syngenta
KUKUŘICE (MON 87460)	cspB nptII	Redukce sklizňových ztrát způsobené suchem Selekční marker	Monsanto

Zdroj: [http://ec.europa.eu/food/dyna/gm\\_register/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm) (2016). Upraveno.

### PŘÍLOHA 3: Odrůdy GM sóji registrované v EU

NÁZEV ODRŮDY	VLOŽENÝ GEN	VLASTNOST	SPOLEČNOST
SOJA A2704-12	pat	Odolnost glufosinátu amonném	Bayer
SOJA MON89788	cp4 epsps	Odolnost glyfosátu	Monsanto
SOJA MON40-3-2	cp4 epsps	Odolnost glyfosátu	Monsanto
SOJA MON87701	Cry1Ac	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i>	Monsanto
SOJA 356043	gat gm-hra	Odolnost glyfosátu Odolnost herbicidu ALS inhibitoru	Pioneer
SOJA A5547-127	pat	Odolnost glufosinátu amonném	Bayer
SOJA MON87701 x MON89788	cry1Ac cp4 epsps	Odolnost hmyzu řádu <i>Lepidoptera</i> Odolnost glyfosátu	Monsanto
SOJA MON 87705	cp4 epsps FAD2-1A a FATB1-A	Odolnost glyfosátu Vede ke snížení obsahu kyseliny olejové a zvýšení obsahu kyseliny linolové	Monsanto
SOJA MON 87708	DMO	Odolnost herbicidům na bázi dicamba	Monsanto
SOJA MON 87769	Pj.D6D Nc.Fad3	Vede k přestavbě kyseliny linolové na $\alpha$ linolenovou Přestavba $\alpha$ linolenové kyseliny na stearidonovou	Monsanto
SOJA 305423	fad2-1 Glycine max-hra	Vede k navýšení kyseliny olejové a redukci kyseliny linolové Odolnost herbicidu	Pioneer

		ALS inhibitoru	
<b>SOJA BPS-CV127-9</b>	acetohydroxyacid synthase (gen z <i>Arabidopsis thaliana</i> )	Odolnost imidazolům	Basf

Zdroj: [http://ec.europa.eu/food/dyna/gm\\_register/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm) (2016) Upraveno.

PŘÍLOHA 4: Podíl GM řepky na celkové výměře uvedených zemí. 2013.

2013	Pěstování od	Výměra řepky (mil. ha)		Podíl GM řepky (%)
		Celkem <sup>1</sup>	GMO <sup>2</sup>	
Kanada	1996	8,01	7,5	94
USA	1996	0,51	0,5	93
Chile	2002	0,04	<0,1	n.a.
Austrálie	2008	3,27	0,2	n.a.
Svět celkem	1998	36,28	8,2	24

<sup>1</sup>Dle statistiky FAO, sklizňová plocha

Zdroj: <sup>1</sup>FAO, <sup>2</sup>[www.gmo-compass.org](http://www.gmo-compass.org) (2016). Upraveno.



PŘÍLOHA 5: Podíl GM kukuřice na celkové výměře uvedených zemí. 2013.

2013	Pěstování od <sup>2</sup>	Výměra kukuřice (mil. ha)		Podíl GM kukuřice <sup>2</sup> (%)
		Celkem <sup>1</sup>	GMO <sup>2</sup>	
USA	1997	35,481	35,6	90
Kanada	1997	1,48	1,7	98
Argentina	1998	4,86	3,2	80
Paraguay	2012	1,03	0,5	n.a.
Jižní Afrika	1998	3,25	2,4	86
Španělsko	1998	0,44	0,1	n.a.
EU28	1998	18,84	0,1	n.a.
Kolumbie	2013	0,63	<0,1	n.a.
Honduras	2002	0,38	<0,1	n.a.
Filipíny	2003	18,84	0,8	n.a.
Kuba	2008	0,18	0,3	n.a.
Egypt	2008	1,03	0,0	n.a.
Chile	2002	0,14	20,0	n.a.
Brazílie	2008	15,281	12,9	82
Svět celkem	1997	185,67	57,4	32

<sup>1</sup>Dle statistiky FAO, sklizňová plocha

Zdroj: <sup>1</sup>FAO, <sup>2</sup>[www.gmo-compass.org](http://www.gmo-compass.org) (2016). Upraveno.

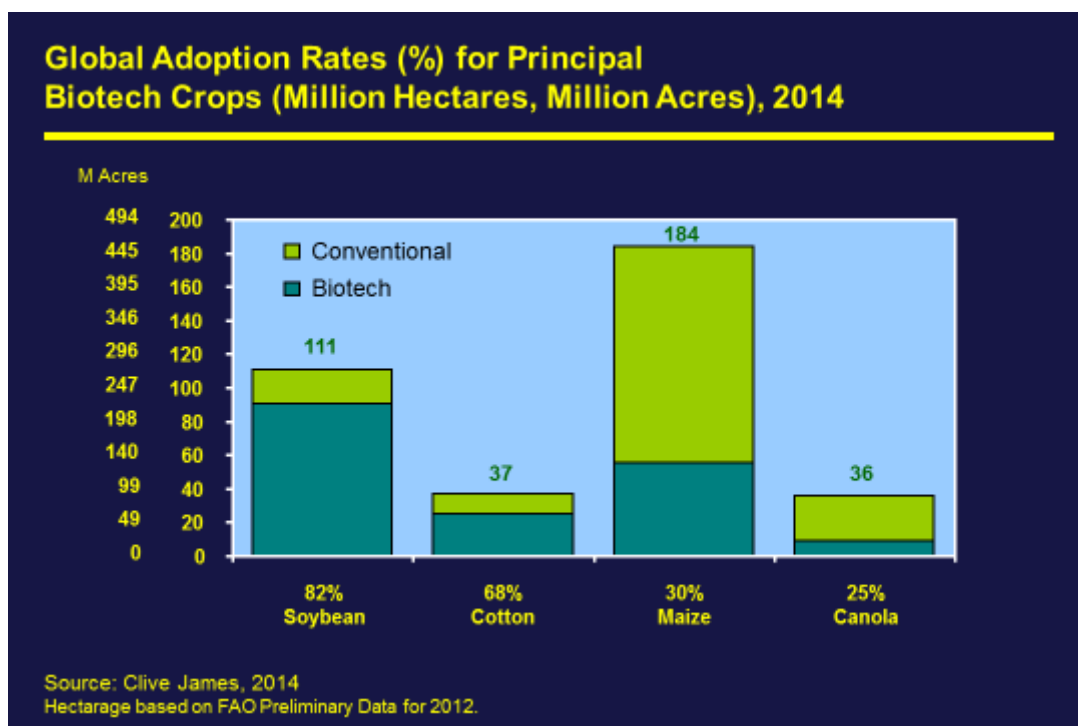
PŘÍLOHA 6: Podíl GM sóji na celkové výměře uvedených zemí. 2013.

2013	Pěstování od <sup>2</sup>	Výměra sóji (mil. ha)		Podíl GM sóji <sup>2</sup> (%)
		Celkem <sup>1</sup>	GMO <sup>2</sup>	
USA	1997	30,86	29,3	93
Argentina	1997	19,421	20,8	100
Brazílie	1999	27,91	26,9	92
Kanada	1997	1,86	1,6	90
Mexiko	2000	0,16	<0,1	n.a.
Paraguay	2004	3,08	3,0	95
Jižní Afrika	2001	0,52	0,5	n.a.
Uruguay	2002	1,051	1,3	100
Bolívie	2008	13,28	1,0	91
Svět celkem	1997	111,63	84,5	79

<sup>1</sup>Dle statistiky FAO, sklizňová plocha

Zdroj: <sup>1</sup>FAO, <sup>2</sup>[www.gmo-compass.org](http://www.gmo-compass.org) (2016). Upraveno.

PŘÍLOHA 7: Srovnání hlavních světových plodin a jejich GM odrůd



Zdroj: <http://isaaa.org/resources/publications/briefs/49/pptslides/default.asp> (2016)

Zleva: sója, bavlník, kukuřice, řepka.

Zelená – konvenční plochy, modrá – plochy GM plodin.

## **Seznam příloh**

PŘÍLOHA 1: Odrůdy GM řepky registrované v EU

PŘÍLOHA 2: Odrůdy GM kukuřice registrované v EU

PŘÍLOHA 3: Odrůdy GM sóji registrované v EU

PŘÍLOHA 4: Podíl GM řepky na celkové výměře uvedených zemí

PŘÍLOHA 5: Podíl GM kukuřice na celkové výměře uvedených zemí.

PŘÍLOHA 6: Podíl GM sóji na celkové výměře uvedených zemí.

PŘÍLOHA 7: Srovnání hlavních světových plodin a jejich GM odrůd