

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Rozdílné přístupy k potravinám obsahujícím geneticky  
modifikované plodiny**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Alexander Sorokin**

**Obor studia: Výživa a potraviny**

**Vedoucí práce: Ing. Josef Holec, Ph.D.**

© 2020 ČZU v Praze

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci „Rozdílné přístupy k potravinám obsahujícím geneticky modifikované plodiny" vypracoval samostatně pod dohledem vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání

\_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Chtěl bych touto cestou poděkovat především vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. Josefu Holcovi za vstřícný přístup, odborné vedení a cenné rady.

Zároveň bych také rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu při psaní této bakalářské práce i během celého mého studia.

# Rozdílné přístupy k potravinám obsahujícím geneticky modifikované plodiny

## Souhrn

Bakalářská práce se zabývá zhodnocením rozdílných přístupů k potravinám obsahujícím geneticky modifikované plodiny. V první části jsem se věnoval historii objevu genetických modifikací. Další kapitoly byly věnovány způsobům transgeneze a typům transgenů. Druhy geneticky modifikovaných plodin, jejich podíl na celkové zemědělské produkci a státy s největším zastoupením geneticky modifikovaných plodin jsou tématy další části rešerše. Dále se věnuji geneticky modifikovaným potravinám. Nejdříve se zabývám jejich charakteristikou, následuje hodnocení jejich přínosů a rizik. Pokračuji kapitolou o regulaci geneticky modifikovaných potravin, jež je rozdělena podle oblastí. Nejprve hodnotím přístup ke geneticky modifikovaným potravinám a příslušnou legislativu v USA, dále v Kanadě, v Asii a v EU, kde se zaměřuji na některé členské státy včetně ČR. Následuje hodnocení postojů spotřebitelů ke GM potravinám v USA, EU a ČR. V dalších kapitolách se věnuji světovým organizacím, které se podílejí na regulaci geneticky modifikovaných produktů, jako je OECD, OSN a WTO. Nakonec věnuji pozornost nejdůležitějším mezinárodním smlouvám, které souvisejí s GMO.

**Klíčová slova:** geneticky modifikovaný organismus, transgeneze, geneticky modifikované potraviny, legislativa, sója, kukuřice

# **Different approaches to foods containing genetically modified crops**

## **Summary**

The bachelor thesis deals with the evaluation of different approaches to foods containing genetically modified crops. In the first part I focused on the history of the discovery of genetic modifications. The following chapters were devoted to the methods of transgenesis and types of transgenes. Types of genetically modified crops, their share in total agricultural production and the countries with the largest proportion of genetically modified crops are the topics of the next part of the research. I also focus on genetically modified foods. First I deal with their characteristics, followed by evaluation of their benefits and risks. I continue with the chapter on the regulation of genetically modified food, which is divided by area. First, I evaluate access to genetically modified food and relevant legislation in the US, then Canada, Asia and the EU, where I focus on some Member States, including the Czech Republic. The following is an evaluation of consumers' attitudes towards GM foods in the USA, the EU and the Czech Republic. In the following chapters I deal with world organizations that are involved in the regulation of genetically modified products such as OECD, UN and WTO. Finally, I pay attention to the most important international treaties related to GMOs.

**Keywords:** genetically modified organism, transgenesis, genetically modified food, legislation, soya, corn

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Rešerše</b>	<b>9</b>
3.1	Geneticky modifikované organismy	9
3.1.1	Historie objevu genetických modifikací	9
3.1.2	Způsoby transgeneze rostlin	9
3.1.3	Typy transgenů	10
3.2	Druhy geneticky modifikovaných plodin	11
3.2.1	Podíl transgenních plodin v zemědělství	12
3.2.2	Největší hráči v produkci geneticky modifikovaných plodin	12
3.3	GM potraviny a krmiva	15
3.3.1	Podíl transgenních plodin v zemědělství	15
3.3.2	Potravinářská aditiva	15
3.3.3	Geneticky modifikovaná krmiva	16
3.3.4	GM potraviny a krmiva v ČR	16
3.4	Bezpečnost potravin a plodin	17
3.4.1	Přínosy GM plodin a potravin	17
3.4.2	Rizika GM plodin a potravin	19
3.5	Regulace GMO	21
3.5.1	USA a GMO	21
3.5.2	Kanada a GMO	22
3.5.3	EU a GMO	23
3.5.4	Regulace GMO v dalších zemích	32
3.6	Postoj spotřebitelů ke GM potravinám	33
3.6.1	Spotřebitelé a GM potraviny v USA	34
3.6.2	Spotřebitelé a GM potraviny v EU	34
3.6.3	Spotřebitelé a GM potraviny v ČR	35
3.7	Světové organizace a regulace nakládání s GMO	35
3.7.1	Organizace pro evropskou spolupráci (OECD)	35
3.7.2	Organizace spojených národů (OSN)	35
3.7.3	Světová obchodní organizace (WTO)	36
3.8	Mezinárodní smlouvy	36
3.8.1	Úmluva o biologické rozmanitosti	36
3.8.2	Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti	36
3.8.3	Aarhuská úmluva	36
<b>4</b>	<b>Závěr</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>Seznam použité literatury</b>	<b>40</b>

# 1. ÚVOD

Technika genetické modifikace se využívá téměř padesát let. Za tu dobu se záběr jejího využití značně rozšířil. Geneticky modifikované zemědělské plodiny se pěstují od roku 1996. Od roku 1996 se výměra osevní plochy, využitá transgenními plodinami, zvětšila asi sedmdesátkrát.

Využití genetické modifikace je široké. Genové inženýrství nachází uplatnění v lékařství, výzkumu, průmyslu i zemědělství. Jednou z možností využití je také produkce potravin.

Vnášení genů do rostlinných genomů probíhá dvěma způsoby. První způsob je využití upravených půdních bakterií. Druhá cesta je přímé vnášení DNA do rostlinných buněk.

Počet transgenů v rostlinách, které jsou povolené jako odrůdy, jde maximálně do desítek. Není mnoho typů GM rostlin s různými transgeny. Mezi transgeny vede snášenlivost k herbicidům, toxicita pro odolnost vůči škůdcům, v menší míře se používají transgeny vůči rostlinným virům. Transgeneze přináší značné výhody, někdy ale může i zvyšovat riziko použití geneticky modifikovaných produktů.

Nejvíce pěstovaná geneticky modifikovaná potravina je sója, následovaná kukuřicí. Významné je i pěstování GM bavlníku a řepky. Méně se pěstuje dýně a papája, v roce 2005 přibyla rýže a vajtěška.

Nejvíce se GM plodiny pěstují v USA, dále v Argentině a Brazílii, pak následuje Kanada, Indie a Čína. V EU se pěstuje pouze GM kukuřice. V ČR se nepěstují žádné GM plodiny. Do EU se dováží GM potraviny, které musí být označeny. Krmiva označována být nemusí.

Přísnost legislativy ohledně GMO a GM potravin se liší podle jednotlivých zemí. Nejprísnejší legislativu můžeme najít v EU. Regulace GM produktů probíhá i na celosvětové úrovni.

V jednotlivých zemích se liší i postoj spotřebitelů ke GM potravinám. Tradičně byl nejtolerantnější přístup k těmto biotechnologiím v USA, zatímco v EU převládaly konzervativní názory. Tento model se však postupně proměňuje. V EU probíhá osvěta, kladně měnící přístup ke GM potravinám. V USA naopak nově vzniká povinnost označovat produkty obsahující GMO.

Navzdory mnohdy negativnímu vnímání GMO se dá do budoucna očekávat nárůst využití GM produktů včetně potravin. Důvodem bude, kromě jiného, nárůst světové populace a s tím i navyšující se potřeba potravin. Tu mohou být schopny pokrýt právě GM potraviny.

## 2. CÍL PRÁCE

Hlavním cílem práce bylo zhodnocení rozdílných přístupů k potravinám obsahujícím geneticky modifikované plodiny. Byl porovnáván vztah laické veřejnosti i legislativního aparátu jednotlivých zemí k transgenním potravinám. Cílem práce bylo porovnat postavení geneticky modifikovaných potravin a plodin v USA, v Kanadě, v Evropské unii, se zaměřením na některé členské státy včetně ČR, a v Asii.



## 3. REŠERŠE

### 3.1. Geneticky modifikované organismy

#### 3.1.1 Historie objevu genetických modifikací

Rok 1953 přinesl významný objev prostorového uspořádání deoxyribonukleové kyseliny (DNA) Watsonem a Crickem. Postupem času byla poznávána struktura DNA (genom) různých organismů (Demnerová et al. 2003). Další významný objev přišel v sedmdesátých letech. Tehdy se podařilo izolovat jednotlivé geny a přenést je do buněk jiného organismu. Tím se otevřela možnost změny genetického kódu určitého organismu, což otevřelo prostor pro získání nových vlastností (Drobník et al. 2002). Geneticky modifikované organismy jsou vytvářeny metodami genetického inženýrství (Jermakovová & Kibardin 2011). První Geneticky modifikované kultury se objevily na konci osmdesátých let (Jermakovová & Kibardin 2011). V roce 1996 se do Evropy dostala první zásilka geneticky modifikované kukuřice z USA, kde se tehdy začala komerčně pěstovat (Stockelová 2008).

#### 3.1.2. Způsoby transgeneze rostlin

Vznik genového inženýrství umožnil cílené vnášení genů z jednoho organismu do jiného bez ohledu na jejich příbuznost. Geneticky modifikovaný organismus má dědičný materiál změněn genetickou modifikací. Genetická modifikace označuje cílenou změnu genomu, která nenastala přirozenou rekombinací (Šuta 2007).

Vnášení genů do rostlinných genomů probíhá dvěma způsoby. První způsob je využití upravených půdních bakterií. U rostlin se využívá bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. Druhá cesta je přímé vnášení DNA do rostlinných buněk. Tato metoda se využívá hlavně u cibulovin a obilnin (Drobník et al. 2002).

Bakterie *Agrobacterium tumefaciens* je schopna vnést část DNA svého plazmidu do rostliny a zařadit do rostlinného genomu geny v něm obsažené. V důsledku toho rostlina produkuje růstové stimulatory rostliny. Na rostlině se objeví nádor. Část genetické informace plazmidu, která je zodpovědná za vznik nádorů, se nahradí novou DNA se zvolenými cizími geny. To zabrání vývoji nádoru na rostlině a do genomu rostliny zařadí přidané geny. Bakterie se díky tomu využívá jako nástroj genetické modifikace (Custers et al. 2006).

Všechny rostliny nemohou přijmout plazmid bakterie *A. tumefaciens*. Ke genetické modifikaci těchto rostlin se používají malé částice zlata nebo wolframu, které se obalí DNA s geny, které mají přenést. Pak se tyto náboje vysokou rychlostí vstřelí do rostlinných buněk, kde proniknou jejich buněčnými stěnami. Geny se dostanou jen do několika buněk. Proto se musí jednotlivé buňky s T - DNA nechat vyvinout do celých rostlin (Custers et al. 2006.)

V celkové produkci GM rostlin převládá (63% v roce 2009) pěstování rostlin tolerantních na herbicidy glyfosát nebo glufosinát. Plodiny rezistentní na hmyz, produkující toxiny *Bacillus thuringiensis* (Bt.) tvoří většinu zbývajících podílů na trhu. 1% pěstovaných GM plodin je transgenováno pro odolnost vůči několika virovým onemocněním (Naranjo 2011).

### 3.1.3 Typy transgenů

Není mnoho typů GM rostlin s různými transgeny. Počet transgenů v rostlinách, které jsou povolené jako odrůdy, jde maximálně do desítek. Jedná se o několik typů transgenů (Drobník et al. 2002).

#### 3.1.3.1. Transgeny pro odolnost k herbicidům

Nejvíce se využívají dva typy GM rostlin tolerantních k herbicidům. Jedny jsou tolerantní k herbicidu glyfosátu (Roundup), druhé k herbicidu fosfinothricinu (Drobník et al. 2002). V praxi po aplikaci příslušného herbicidu přežívají na poli pouze GM plodiny (Šuta 2007). Tento typ transgeneze se využívá hlavně u kukuřice, sóji, bavlníku a řepky (Custers 2006).

Glyfosát pro člověka není nebezpečný. Zdraví člověka by bylo ohroženo pouze tehdy, pokud by ho najednou vypil množství potřebné na ošetření půl hektaru plodin. V rostlinách i půdě se Roundup rychle rozkládá. Navíc není jedovatý pro půdní mikrofaunu, pro hmyz a pro další zvířata (Drobník et al. 2002).

Fosfinothricin je u transgenních rostlin s odpovídajícím transgenem používán jako selektivní herbicid, který se aplikuje na list (Drobník et al. 2002).

V současné době je za největší potenciální nebezpečí považováno šíření transgenů do netransgenních sousedních porostů pylem. Neexistuje totiž absolutní samosprašnost a tudíž se možnost přenosu pylu nedá vyloučit (Drobník et al. 2002).

#### 3.1.3.2 Transgeny pro odolnost proti škůdcům

Využívají hlavně geny pro tvorbu Bt toxinu z bakterie *Bacillus thuringiensis*. Ty působí zejména na určité druhy hmyzu (Šuta 2007). *Bacillus thuringiensis* (Bt) plodiny jsou rostliny geneticky modifikované tak, aby obsahovaly endosporové (nebo krystalické) toxiny bakterie, Bt je rezistentní vůči určitým hmyzím škůdcům. V roce 1995 Agentura pro ochranu životního prostředí (EPA) v USA schválila komerční produkci a distribuci plodin Bt: kukuřice, bavlny, brambor a tabáku. V současné době jsou nejčastějšími plodinami Bt kukuřice a bavlna. Toxiny Cry, jsou proteiny vytvořené během sporulace některých kmenů Bt a agregují se za vzniku krystalů. Tyto toxiny Cry jsou toxické pro konkrétní druhy hmyzu patřících k řádu: *Lepidoptera*, *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Diptera* a *Nematoda* (Abbas 2018).

#### 3.1.3.3 Transgeny pro odolnost k virům

Jedná se o GM plodiny, do kterých byly vloženy geny, které pocházejí z genů virových patogenů, vůči kterým je zamýšlena ochrana plodiny (Šuta 2007). Jedná se o perspektivní transgeny, zatím se však uplatňují jen u bramboru, okurky, melounu a papáji. Ve všech případech se jedná o transgeny pro plášťové proteiny virů (Drobník et al. 2002).

Papája je velice náchylná k mnoha typům virových onemocnění. Nejvýznamnější z nich je virus kroužkové skvrnitosti papáji. Ten způsobuje významné škody. Byla vyvinuta transgenní odrůda UH Rainbow, která je proti tomuto viru odolná. Biotechnologové zjistili, že některé rostliny získávají odolnost k některým patogenním virům, když se vloží určitý gen patogenu do rostliny.

Američtí vědci vložily gen pro plášťový protein viru do produkčně významné odrůdy papáji. Takto vzniklá transgenní rostlina se stala odolnou proti viru kroužkové skvrnitosti papáji (Custers et al. 2006).

#### 3.1.3.4. Transgen pro delší skladovatelnost rajčat

Transgeneze zablokovala u rajčat syntézu enzymu, který hydrolyzuje pektiny, jež se účastní měknutí plodů (Drobník et al 2002). Jedním z prvních GM rajčat na trhu byla americká rajčata FlavrSavr (Demnerová et al. 2003). Šťáva z transgenních rostlin byla hustší, měla větší viskozitu a více sušiny, což předčilo očekávání (Smith et al. 1990).

#### 3.1.3.5. Transgeny pro změny složení olejů rostlin

Fyzikálně - chemické vlastnosti olejů a jejich využití je závislé na zastoupení různých olejových kyselin. Vnášením transgenů je možné toto spektrum ovlivňovat. Existují GM odrůdy řepky se zvýšeným obsahem kyseliny laurové a myristové. Tyto oleje se využívají v kosmetice (Drobník et al. 2002).

#### 3.1.3.6 Transgeny pro zvýšenou odolnost

Genetickou manipulací byly vytvořeny rostliny odolné proti fyzikálním stresům. Například byla zvýšena tolerance rostlin proti chladu a solím (Šuta 2007).

Mangrovník, vyskytující se v poloslaných vodách, má gen pro toleranci k soli. Když se tento gen přenesl do jiných rostlin, snášely sůl i tyto rostliny. I střevní bakterie *Escherichia coli* má gen pro toleranci k soli. Bude však ještě potřeba počkat, než se bude moci těchto odrůd běžně využívat (Custers et al. 2006).

### 3.2 Druhy geneticky modifikovaných plodin

Nejvíce pěstovaná geneticky modifikovaná potravina je sója, následovaná kukuřicí. Významné je i pěstování GM bavlníku a řepky. Méně se pěstuje dýně a papája, v roce 2005 přibyla rýže a vojtěška (Drobník 2008).

Mezi zavedenými vlastnostmi vede snášenlivost k totálním herbicidům, toxicita pro škodlivý hmyz, v menší míře odolnost vůči rostlinným virům. Velmi se rozšířila kombinace více těchto vlastností, zejména u kukuřice (Drobník 2008).

Dále existují transgenní odrůdy brambor, cukrovky, čekanky, karafiátů, lnu, melounu, papáji, plaménku, topolu, tykve (Drobník et al. 2002).

Současné GM odrůdy rostlin nemají zatím přímé výhody pro konzumenty. Mají ale výhody pro zemědělce. Projevují se zvýšením výnosu. Využití každého z transgenů pro toleranci k herbicidům a pro odolnost proti chorobám a škůdcům zvyšuje výnos zhruba o 10 %. A to buď při sklizni, nebo snížením ztrát (Drobník et al. 2002).

Obr.1.: Procentuální zastoupení GM plodin na celkové produkci

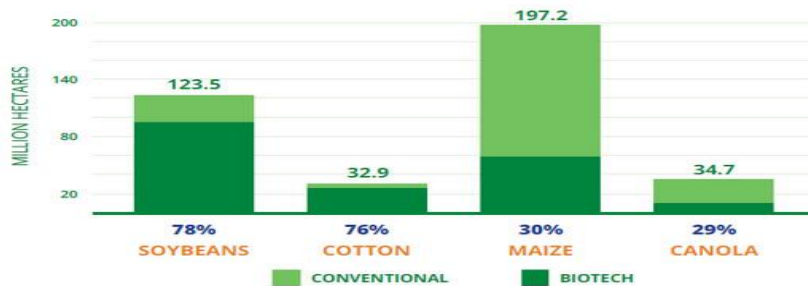


FIGURE 3. GLOBAL ADOPTION RATES (%) FOR TOP 4 BIOTECH CROPS (MILLION HECTARES)

Source: ISAAA, 2018

Zdroj: ISAAA (2018)

### 3.2.1 Podíl transgenních plodin v zemědělství

Geneticky modifikované zemědělské plodiny se pěstují od roku 1996. Od roku 1996 se výměra osevní plochy, využitá transgenními plodinami, zvětšila asi sedmdesátkrát. V roce 2009 se GMO pěstují na zhruba 20 % celkově obdělávané půdy (Jermakovová & Kibardin 2011).

Celkem se pěstují ve 23 státech. Nejvíce se GMO pěstují v USA, dále v Argentině a Brazílii, pak následuje Kanada, Indie, Čína, Paraguay, Jižní Afrika, Uruquai, Filipíny, Austrálie, Španělsko a Mexiko. Na méně než 0,1 milionů hektarů se GMO pěstují v Kolumbii, Chile, Francii, Hondurasu, ČR, Portugalsku, Německu, Slovensku, Rumunsku a v Polsku (Kažmierski et al. 2008). Dle Demnerové et al. (2003) se dá říci, že na americkém kontinentě (hlavně v USA a Argentině) je postoj veřejnosti k produktům obsahujícím GMO velmi vstřícný, v Evropě je naopak přístup konzervativní.

Podle Jermakovové & Kibardina (2011) je největší plocha GM rostlin oseta transgenní sójou, kukuřicí a bavlníkem. GM sója zaujímá plochu 41,4 milionů hektarů, tedy 61 % zemědělské půdy. GM kukuřice zabírá 15,5 milionů hektarů, tj. 23 % zemědělské půdy. GM bavlnu najdeme na 11 % zemědělské půdy, to znamená na 7,2 milionech hektarů. V roce 2016 dosáhla celková světová plocha pěstovaná pomocí geneticky modifikovaných plodin již přibližně 185 milionů ha (Abbas 2018).

Ve státech EU je dosud povolena k pěstování jen geneticky modifikovaná kukuřice (Bt kukuřice) odolná proti zavíječi kukuřičnému. Na území ČR se Bt kukuřice pěstuje od roku 2005. Tehdy ji používalo 52 zemědělců na rozloze 270 ha. V roce 2008 byla rozloha polí osázená Bt kukuřicí již 8 380 ha. Na této ploše se podílelo celkem 171 subjektů (Kažmierski et al. 2008). Od roku 2017 se transgenní kukuřice v ČR již nepěstuje (Semencová 2019).

### 3.2.2 Největší hráči v produkci geneticky modifikovaných plodin

Podle zprávy ISAAA (ISAAA 2018) se plochy GM plodin opětovně navýšily oproti předchozímu roku. V roce 2018 byl zaznamenán nárůst o 1 % ha (tj. o 191,7 milionu hektarů) oproti

roku 2017. Pokles ploch byl prozatím zaznamenán pouze jednou, mezi lety 2014 a 2015, v ostatních letech vždy došlo k nárůstu. V roce 2018 se GM plodiny pěstovaly celkově na 191,7 milionech hektarů půdy. GM plodiny se celosvětově pěstují ve 24 zemích. Dohromady pouze pět zemí obhospodařuje 91 % celosvětové plochy s GM plodinami o celkové rozloze 191,7 milionu hektarů. Na prvním místě v pěstování GM plodin v roce 2018 byly USA na 75 milionech hektarů, následovala Brazílie (51,3 milionu hektarů), Argentina (23,9 milionu hektarů), Kanada (12,7 milionu hektarů) a Indie (11,6 milionu hektarů). Oproti tomu podíl ploch s GMO je v EU mizivý a stále klesá. Nejinak je tomu i v České republice, kde se GM plodiny přestaly úplně pěstovat od roku 2017 (MZE 2019).

### 3.2.2.1 Pěstování geneticky modifikovaných plodin v USA

USA zaujímá první místo v oblasti pěstování geneticky modifikovaných plodin. V roce 2018 byla rozloha biotechnologicky osázené plochy v USA 75 milionů hektarů, což pokrývá 39% celosvětové plochy s geneticky modifikovanými plodinami. Mezi GM plodiny pěstované v USA patří sója (34,08 milionu hektarů), kukuřice (33,17 milionu hektarů), bavlna (5,06 milionu hektarů), řepka (900 000 hektarů), cukrová řepa (491 000 hektarů), vojtěška (1,26 milionu hektarů) a papája, tykve, brambory a jablka (dohromady 1000 ha). Vlivem nepříznivého počasí na začátku jara 2018 došlo k poklesu produkce oproti minulému období (ISAAA 2018).

Na základě údajů z průzkumu USDA procento plochy osázené semeny tolerantními k herbicidům (HT) vzrostlo ze 17 % v roce 1997 na 68 % v roce 2001 a na 94 % v roce 2014. Plocha HT bavlny vzrostla z přibližně 10 % celkové plochy bavlny v roce 1997 na 56 % v roce 2001 a na 98 % v roce 2019. HT kukuřice se v současnosti pěstuje na 90% osevní plochy kukuřice v USA (Dodson 2019).

Od roku 1996 jsou pro kukuřici a bavlnu k dispozici odrůdy odolné proti hmyzu, které obsahují geny z půdní bakterie Bt (*Bacillus thuringiensis*) a produkují insekticidní proteiny. Rozloha Bt bavlny se zvedla z 15 % rozlohy osázené touto plodinou v USA v roce 1997 na 37 % v roce 2001. V současné době je 92 % amerických bavlněných akrů osázeno geneticky upravenými semeny odolnými vůči hmyzu. Plocha kukuřice Bt se navýšila z přibližně 8 % v roce 1997 na 19 % v roce 2000 (Dodson 2019). V USA je také geneticky modifikováno 13 % cuket, tyto cukety mají změněnu odolnost vůči třem virům (Bawa 2013).

### 3.2.2..2 Pěstování geneticky modifikovaných plodin v Brazílii

Do Brazílie byly geneticky modifikované plodiny původně nezákonně dováženy na konci 90. let a oficiálně schváleny v roce 2000. Nyní je povoleno šest druhů GM plodin, ale v praxi se používají pouze tři - sója, kukuřice a bavlna. Ačkoli genetická manipulace má širší cíle, jako jsou farmaceutické aplikace a vývoj biologicky obohacených potravin, v současné době se v Brazílii používají tři typy GM plodin. Jedná se o plodiny rezistentní vůči herbicidům, rezistentní vůči hmyzu nebo s kombinovanou rezistencí. V roce 2014, kdy byl prodej pesticidů v Brazílii nejvyšší, dosáhla pěstovaná plocha GM plodin 42,2 milionu hektarů, což představuje nárůst o 1306,67% oproti 3 milionům hektarům zaregistrovaným v roce 2003 (Almeida 2017).

### 3.2.2.3 Pěstování geneticky modifikovaných plodin v Argentině

Více než na 23 milionech hektarů je v Argentině pěstována sója, kukuřice a bavlna pomocí

biotechnologií (ISAAA 2018). Díky tomu je tato země jednou z předních zemí v oblasti využívání geneticky modifikovaných plodin v zemědělství. Proces využití geneticky modifikovaných plodin začal v roce 1996 zavedením sójových bobů tolerantních vůči glyfosátovým herbicidům a pokračoval nepřetržitě. Dnes je v Argentině geneticky modifikovaná téměř všechna pěstovaná sója, 86 % pěstované kukuřice a 99 % bavlny. Tento proces znamenal pro Argentinu kumulativní hrubý zisk ve výši 72 645,52 milionu USD. Z této celkové částky 65 535,81 milionů USD představovalo sóju tolerantní vůči herbicidům, 5 375 milionů USD připadlo na hmyzu odolnou a proti hmyzu a herbicidům odolnou kukuřici (jednotlivé a kombinované události) a 1 834 milionů USD na bavlnu. Bavlnu pěstují odolnou jen proti hmyzu i proti hmyzu a herbicidům zároveň ( Trigo 2011) .

Tab. 1.: Souhrnná statistika zemí pěstujících Bt bavlnu v roce 2009

země	sklizeň (tis. tun)	plocha (tis. ha)	podíl z celkové plochy (%)	rok první produkce
Argentina	181	430	70	1998
Austrálie	384	200	86	1996
Brazílie	1252	836	14	2005
Burkina Faso	152	420	29	2008
Čína	7076	5300	68	1997
Indie	5117	10 260	87	2002
JAR	8	10	88	1997
Kolumbie	30	38	64	2002
Kostarika	0,2	1		2009
Mexiko	92	70	58	1996
USA	2654	3047	63	1996

Zdroj: Naranjo (2011)

#### 3.2.2.4 Pěstování geneticky modifikovaných plodin v Kanadě

Od poloviny 90. let se v Kanadě komerčně pěstují geneticky modifikované plodiny, jejichž zastoupení se v průběhu let neustále zvyšuje (Smyth 2014) . V roce 2018 se geneticky modifikované plodiny pěstovaly v Kanadě na 12,7 milionech hektarů. Mezi hlavní biotechnologické plodiny se v této zemi řadí řepka, kukuřice, sója, cukrová řepa, vojtěška a jablka. Kanada vysadila v roce 2018 celkem 12,75 milionu hektarů šesti druhů biotechnologických plodin, což je 3% pokles oproti 13,11 milionu hektarů v roce 2017. To zaujímalo 7 % celosvětové produkce biotechnologických plodin. V Kanadě se v roce 2018 osázelo 2,4 milionů hektarů sójou, 1,6 milionů hektarů kukuřicí, 8,7 milionů hektarů řepkou, 15 000 hektarů cukrovou řepou, 4 000 hektarů vojtěškou a 65 hektarů bramborami. Mírný pokles v biotechnologické oblasti byl způsoben snížením osázených ploch sójou, kukuřicí a řepkou. Plochy ostatních biotechnologických plodin, včetně vojtěšky, cukrové řepy a brambor, se v roce 2018 mírně zvýšily. V roce 2018 vláda Kanady schválila tři nové odrůdy jablek (Arctic® Golden Delicious, Arctic® Granny Smith a Arctic® Fuji). Zároveň schválila cukrovou třtinu odolnou vůči hmyzu (ISAAA 2018).

#### 3.2.2.5 Pěstování geneticky modifikovaných plodin v Indii

V Indii se biotechnologické plodiny pěstují na 11,6 milionech hektarů. Jedná se zejména o sóju rezistentní proti hmyzu. Dále se pěstuje bavlna (od roku 2002) a kukuřice (ISAAA 2018).

### 3.3. GM potraviny a krmiva

Jedná se o potraviny a krmiva které obsahují, sestávají z nich nebo jsou vyrobené z geneticky modifikovaných organismů (MZE 2018).

Celosvětově se v produkci potravin stále více prosazuje výroba surovin využívajících geneticky modifikované organismy. Oproti tomu v EU jsou tyto technologie vytrvale odmítány. Proti odmítavým názorům evropských politiků se však stále častěji staví vědecké a právníkové autority i samotní zemědělci. Z tohoto důvodu budou odmítavé názory EU ohledně GMO do budoucna neudržitelné (Havel 2011).

### 3.3.1 GM potraviny

Není možné kvantifikovat celkové dodávky GM produktů do EU (MZE 2018). Na evropském trhu ale není většina potravin geneticky modifikována. V EU se setkáváme pouze s potravinami rostlinného původu získanými z geneticky modifikovaných rostlin. (MZE 2018). Momentálně mohou být jako potravina či krmivo na EU trh uváděny pouze produkty z bavlníku, kukuřice, brambor, řepky, sóji, cukrové řepy. Pak ještě jedna bakteriální a jedna kvasinková kultura (MZE 2018 A).

Ze sóji se získávají boby, olej a mouka. Samotné boby se nemohou využít jako potravina, ale i jako krmivo je jejich využití omezené. Důvodem je obsah antinutrientů (jako je trypsin inhibitor a lektiny), které se inaktivují až teplem (Drobník 2003). Bushel (tj. 35,2 l) bobů obsahuje 21,8 kg mouky, která je bohatá na bílkoviny, a 5 kg oleje (Drobník 2007). Sójový protein se přidává do uzenin jako zdroj bílkovin, sojový lecitin se používá jako emulgátor (Gate2Biotech 2007). V průmyslu se používá rafinovaný sójový olej, z něž se vyrábí lecithin, glycerol, mastné kyseliny a steroly (Drobník 2003).

Z kukuřice se k potravinářským účelům používá asi 10 % produkce, vyrábí se z ní glukózový sirup a v menší míře také olej (Drobník 2003). Dextrin a maltodextrin pocházející z GM kukuřice se používá jako plnidlo nebo stabilizátor při výrobě uzenin. Z GM kukuřice se také vyrábí různé produkty na bázi škrobu (Gate2Biotech 2007).

V celosvětovém měřítku se vývoj biotechnologií nezaměřuje pouze na rostlinné komodity, ale také na potraviny živočišného původu. Jedná se o tilápii či lososa. GM tilápie je již v oběhu na Kubě (MZE 2018 A). Rychle rostoucí losos byl ve Spojených státech povolen jako potravina v roce 2015. Geneticky vylepšený losos byl označen názvem „AquAdvantage“ a byl vyroben ve společnosti AquaBounty Technologies v Massachusetts. Oproti běžným lososům produkují tato GM zvířata větší množství růstového hormonu. To způsobuje, že lososi „AquAdvantage“ dosáhnou požadované velikosti už za 18 měsíců. Běžní lososi k dosažení stejné hmotnosti potřebují 3 roky (Mihulka 2015).

Přehled schválených GM potravin a krmiv lze nalézt na stránkách Evropské komise v Registru EU geneticky modifikovaných potravin a krmiv (MZE 2018 A).

### 3.3.2 Potravinářská aditiva

Geneticky modifikovaných mikroorganismů (GMM) se využívá k výrobě mnoha potravinářských aditiv. Důvodem je, že genetické inženýrství je schopno modifikovat mikroorganismy pro produkci různých aditiv mnohem efektivněji než konvenční průmyslové postupy. Procesy genetického inženýrství jsou méně náročné na energii, teplotu, chemikálie a tudíž jsou citlivější k životnímu prostředí. Výroba substancí s využitím GMM se provádí v uzavřených

tancích (fermentorech). V nich jsou zajištěny optimální podmínky pro mikroorganismy. Po ukončení jejich růstu se oddělí požadovaná látka, která se vyčistí od nežádoucích příměsí. Tím se odstraní všechny zbytky původních GMM a jejich DNA, čímž se zajistí bezpečnost potravin. Takto vzniklá aditiva nepodléhají povinnosti značení. (Gate2Biotech 2007).

Sýry, vajíčka a ostatní mléčné výrobky jako takové nejsou sice geneticky modifikovány, ale mohou obsahovat přídavky nebo složky vyrobené prostřednictvím GMM. Upravené buňky plísní produkují enzym chymosin, který sráží bílkoviny mléka na sýřeninu. Efektivita výroby tohoto enzymu je mnohem vyšší než u původní technologie. Beta-karoten a riboflavin také vznikají jako produkty GMM. Sýrům, pudinkům a dalším mléčným produktům dodávají tato aditiva žlutou barvu. V mléčných dezertech, pudincích a krémech se používají emulgátory a zahuš'ovadla získaná z modifikované sójy nebo kukuřice (Havel 2011).

Spousta pekařských výrobků je zpracována také s pomocí genového inženýrství. Kyselina askorbová nebo cystein, které se vyrábějí pomocí genetických modifikací se přidávají do pekařských výrobků kvůli podpoře kynutí nebo křehkosti (Gate2Biotech 2007).

I cukrovinky obsahují aditiva vyrobená pomocí GMM. Sem patří např. aspartam (umělé sladidlo), kyselina citronová, vitamin B2, vitamin C, barvivo beta – karoten, ztužovadlo xanthan (Gate2Biotech 2007).

I v procesu výroby uzenin se využívá genetické inženýrství, jež produkuje různé doplňky. Jedná se o vitamin C pro zachování barvy masa nebo glutamát pro zvýraznění chuti (Havel 2011).

### 3.3.3 Geneticky modifikovaná krmiva

GM krmiva jsou pro evropské zemědělství velmi důležitá. (MZE 2016). Podle Evropského sdružení výrobců krmiv (FEFAC) je 85 % vyrobených krmných směsí v EU označeno jako GM materiál (Gate2Biotech 2007). Dovozy GM plodin jsou pro krmivářský průmysl nezbytné. EU nemá možnost si sama zajistit dostatečné množství bílkovinných zdrojů. FEFAC odhaduje, že EU je závislá na dovozu bílkovinných plodin až ze 77 %. Jako nejdůležitější plodina v evropském krmivářství je udávána sója, která je z 68 % použita jako krmivo pro hospodářská zvířata. EU je ale schopna vyprodukovat ročně necelé 2 % sóji, zbytek potřebného množství je dováženo z Brazílie a Argentiny, což jsou významní producenti GM sóji. Brazílie a Argentina také dodávají EU velké množství kukuřice. Z velké části se jedná o GM kukuřici (MZE 2018). Značné rozšíření biotechnologií v zemích vyvážející krmné suroviny do celého světa, znamená, že v Evropě bude i nadále vzrůstat potřeba geneticky modifikovaných rostlinných komodit. GM krmiva nemají vliv na složení masa (Gate2Biotech 2007).

### 3.3.4 GM potraviny a krmiva v ČR

Česká republika patří se svými 27 výrobky značenými jako GM potravina na první místo v EU, následuje jí Holandsko (18), Estonsko (13), Španělsko (6), UK (3) a Polsko (1). Označení „GM-free“ se hojně používá v Německu, Polsku a Švédsku. Oproti tomu je v Holandsku toto označení dokonce zakázáno. U nás je povoleno, proto čeští producenti olejů (řepkový, slunečnicový) a sójových výrobků (sójové maso, granule, mléko atd.) začali výrazně označovat své výrobky „neobsahuje GMO“ nebo „potravina není geneticky modifikována“ apod. (gate2biotech 2008).

V ČR se lze na trhu nejčastěji setkat s rostlinnými oleji (sójové, řepkové), které jsou z



geneticky modifikovaných rostlin. Ve vývoji či v oběhu se již objevují potraviny geneticky upravené s vyšší nutriční hodnotou, s příznivějším obsahem vitamínů, s vyváženým složením mastných kyselin, s lepší údržností nebo se zvýšeným obsahem nenasycených mastných kyselin omega-3 atd. GM plodiny odolávající abiotickým stresům (jako je např. sucho, chlad, zasolení půd či nedostatek světla) nám v budoucnu mohou pomoci udržet nízké ceny a dostatek potravin (MZE 2018 A).

### 3.4 Bezpečnost potravin a plodin

Pro posuzování zdravotní nezávadnosti geneticky modifikovaných produktů byl vytvořen systém podstatné shody“. Ten slouží k porovnávání rozdílů mezi původní plodinou a její transgenní variantou. OECD vytváří dokumenty, které stručně charakterizují výchozí organizmy. Zatím existují takové dokumenty pro rostliny. Cílem této analýzy je, aby se před uvedením na trh zjistilo, zda je GM produkt stejně bezpečný jako jeho původní, klasická varianta (Ruprich 2006). GM potraviny jsou touto srovnávací analýzou hodnoceny ve dvou úrovních. Nejprve dojde ke spárování GM potraviny a jejího konvenčního protějšku. Poté se posoudí, jestli se charakteristika GM potraviny vejde do rozmezí přírodní variability jejího klasického protějšku, což je odrůda s dlouhou historií bezpečného použití (Ladics et al. 2014). Výsledky ukazují, že šlechtitelské metody ovlivňují genetický materiál více, než genetické modifikace. U GM plodin se nejvíce hodnotí toxické, alergické a nutriční účinky (Ruprich 2006).

#### 3.4.1 Přínosy GM plodin

Pěstování GM rostlin snižuje ekologické dopady zemědělství, přináší ekonomické výhody, snižuje zdravotní obtíže spojené s nedostatečně pestrou stravou a zajišťuje potravu v rozvojových zemích (Stratilová 2012).

##### 3.4.1.1 Snížení spotřeby pesticidů

Podle Phippse & Parka (2002) snížila globálně GM technologie používání pesticidů, přičemž míra snížení se lišila mezi plodinami a zavedenou vlastností. Odhaduje se, že použití geneticky modifikovaných sójových bobů, řepky olejné, bavlny a kukuřice modifikované pro toleranci k herbicidům a geneticky modifikovaných odrůd bavlny chráněných proti hmyzu snížilo používání pesticidů v roce 2000 celkem o 22,3 milionu (mil.) kg. Odhaduje se, že pokud by 50% kukuřice, řepky olejné, cukrové řepy a bavlny pěstované v EU byly geneticky modifikovanými odrůdami, pesticidy používané v EU by se ročně snížily o 14,5 mil. kg pesticidů (4,4 milionu kg aktivní složky). Kromě toho by došlo ke snížení postřiku o 7,5 mil. ha, což by ušetřilo 20,5 mil. litrů nafty a vedlo by ke snížení vypuštěného oxidu uhličitého do atmosféry přibližně o 73 000 t.

##### 3.4.1.2 Ekonomické výhody

Rostlinná biotechnologie je i nadále dobrou investicí pro miliony zemědělců. Náklady, které zemědělci zaplatili za přístup ke GM plodinám v roce 2014 (6,9 miliard USD zaplacených za osiva), se rovnaly 28% celkových zisků (celkem 24,6 miliard USD). Na celém světě dostávali zemědělci v průměru 3,59 USD za každý dolar investovaný do semen GM plodin. Zemědělci v rozvojových zemích obdrželi v roce 2014 4,42 USD za každý dolar investovaný do geneticky modifikovaných osiv (cena se rovná 23% celkových zisků), zatímco zemědělci v rozvinutých

zemích obdrželi 3,14 USD za každý dolar investovaný do geneticky modifikovaných osiv (tj. 32% celkových zisků). Cena osiva je stejná. Vyšší zisk zemědělců v rozvojových zemích ve srovnání s farmáři ve vyspělých zemích odráží slabší úroveň poskytování práv duševního vlastnictví spojené s vyšší průměrnou úrovní výhod v rozvojových zemích (Brookes & Barfoot 2016).

#### 3.4.1.3 Modifikované složení potravin

Genetické modifikace mohou pozitivně ovlivňovat složení rostlinných i živočišných potravin. Řada z nich je již schválena pro komerční použití. Změny složení mohou nastat zvýšením obsahu žádaných látek. Jedná se například o vitamíny, polynenasycené mastné kyseliny, prebiotika a probiotika. Dále lze ovlivnit složení sacharidů nebo aminokyselin. Pomocí genetických modifikací se mohou i snížit látky nežádoucí (Kramkowska et al. 2013).

#### 3.4.1.4 Zlepšení vlastností

V rozvinutém světě není nutriční obsah potravin životně důležitý, protože jednotlivci mají přístup k široké škále potravin, které uspokojí všechny jejich nutriční potřeby. V rozvojovém světě to však často neplatí, protože lidé se často spoléhají na jedinou základní potravinu pro příjem energie. GM technologie nabízí způsob, jak některé z těchto problémů (Key et al. 2008).

Obohacování transgenních potravin v určitých potravinových produktech vede k tomu, že takové potraviny mají často mnohem vyšší užitnou hodnotu než tradiční potravinářské výrobky. Kromě toho poskytují koncentrovaný zdroj nutraceutik nebo látek, které mají vysokou terapeutickou hodnotu a hodnotu pro zdraví, což představuje žádaný efekt. Skupina nutraceutik obsahuje především vitamíny A, C, E, rostlinné pigmenty, nepostradatelné nenasycené mastné kyseliny, alimentární celulózu a pre- a probiotika (Pelczyńska et al. 2013).

#### 3.4.1.5 Zajištění potravy v rozvojových zemích

Zemědělci v rozvojových zemích jsou závislí na drobném zemědělství pro vlastní obživu. Nemohou si dovolit zavlažovat své plodiny, kupovat herbicidy nebo pesticidy, což vede k začarovanému kruhu klesajících výnosů a náchylnosti ke škůdcům. Kromě toho se předpokládá, že se světová populace v příštích 40 letech zdvojnásobí, přičemž většina lidí se narodí v rozvojových zemích. Odhaduje se, že ke splnění těchto zvýšených požadavků na spotřebu potravin musí vzrůst produkce plodin nejméně o 40%. Vzhledem ke klesající úrodnosti půdy a snižujícím se vodním zdrojům jsou technologie GM rostlin jedním z přístupů, které jsou vyvíjeny k potírání těchto problémů. Konkrétně probíhají studie o genetické modifikaci rostlin za účelem zvýšení výnosů plodin nebo přímého zlepšení nutričního obsahu (Key et al. 2008).

Přibližně 19 rozvojových zemí - včetně Indie, Pákistánu, Paraguaye, Brazílie, Bolívie, Súdánu, Mexika, Kolumbie, Chile, Vietnamu, Filipín, Hondurasu a Bangladéše - nyní představuje 53 procent světové výměny GM plodin (Conrow 2018).

#### 3.4.2 Rizika GM plodin a potravin

Skutečné negativní vlivy geneticky modifikovaných rostlin nebyly ještě prokázány. To ale neznamená, že skutečná rizika neexistují (Ondřej & Drobník 2002). Příkladem možných rizik jsou alergenní GMO, toxické účinky GM plodin, zvýšení spotřeby pesticidů u GM plodin, vznik

superplevelů, vznik nových virových chorob, vznik odolnějších škůdců, omezení biodiverzity a sociálně - ekonomické aspekty (Šuta 2007).

#### 3.4.2.1 Alergenní GMO

Existuje možnost alergenní reakce na potraviny připravené z GM plodin. Například po vložení genu paraořechu do sóji se projevily alergické reakce u lidí alergických na paraořech. Tito lidé ale nebyli alergičtí na soju a předtím neměli s její konzumací žádné problémy. Vložený gen paraořechu podle výzkumů genetických inženýrů nekódoval žádný známý alergen (Šuta 2007). Také podle Astwooda et al. (1996) proteiny, které jsou produkty transgenů použitých v dnešních odrůdách, byly testovány na rozložitelnost trávicími enzymy a na alergenní vlastnosti. Ve výsledku se prokázaly jako nealergenní.

#### 3.4.2.2 Vznik rezistentních škůdců

Vývoj rezistence u škůdců může snížit účinnost insekticidních proteinů z *Bacillus thuringiensis* (Bt) produkovaných transgenními plodinami. Přestože většina populací škůdců zůstala vnímavá, byla u některých populací zkoumaných druhů škůdců v současnosti zaznamenána snížená účinnost Bt plodin způsobená rezistencí vyvinutou na poli. Výsledky v terénu podporují teoretické předpovědi, že faktory zpožďující rezistenci, zahrnují recesivní dědičnost rezistence, nízkou počáteční frekvenci alel rezistence a hojně úkryty v jiných než Bt plodinách. Dle výsledků je hodnocení dědičnosti a počáteční frekvence rezistence užitečné pro předpověď rizika rezistence a zlepšení strategií pro udržení účinnosti Bt plodin (Tabashnik et al. 2013).

#### 3.4.2.3 Rezistence na antibiotika

Některé GMO obsahují tzv. markerové geny kódující odolnost vůči antibiotikům (ATB). Tyto geny částečně procházejí nezničený zažívacím traktem člověka. Tlusté střevo kolonizují bakterie. Pokud by tyto bakterie zabudovaly geny rezistence vůči antibiotikům do své genetické informace, přineslo by to vzrůst odolnosti patogenních mikroorganismů vůči ATB. Aby se zabránilo negativním účinkům na zdraví, doporučuje se vyhnout se použití antibiotik jako markerů ve prospěch konkrétních markerových genů, jako je nptII, které nepředstavují žádné riziko pro člověka nebo zvířata (Kramkowska 2013).

#### 3.4.2.4 Toxicita GM plodin.

Existuje množství toxických proteinů, živočišného i rostlinného původu, jejichž klonované geny jsou vnášeny do rostlinného genomu. Takovéto transgenní odrůdy nebudou nikdy pěstovány volně ani nebudou použity jako odrůdy (Šuta 2007).

Celosvětově se diskutuje o bezpečnosti Bt plodin k životnímu prostředí a savcům. V závislosti na výsledcích různých studií o bezpečnosti těchto plodin někteří vědci podporují jejich pěstování. Podle Ondřeje & Drobníka (2002) byla hojně diskutovaná rizika Bt-toxinu pro obratlovce definitivně vyvrácena. Další vědci jsou však stále proti Bt plodinám, protože mohou být nebezpečné pro člověka (Abbas 2018). Bt plodiny mohou způsobit vznik rezistentních populací hmyzu. Selektivita Bt toxinů způsobuje potlačení jednoho druhu škůdce. Mění se spektrum škůdců a původně marginální druh se stane významným (Drobník 2008).

#### 3.4.2.5 Vyšší spotřeba pesticidů u GM plodin

Benbrook (2001) ve své studii uvádí, že plochy s GM sójou i kukuřicí potřebují vyšší dávky herbicidů oproti konvenčním porostům. Přesto se zemědělcům vyplatí pěstování GM plodin, protože organizace hubení plevelů je s nimi jednodušší.

Naproti tomu Naranjo (2011) tvrdí, že během prvních dvanácti let od počátku pěstování geneticky modifikované bavlny se ušetřilo 140 milionů kilogramů chemických pesticidů. V některých oblastech klesl výskyt škůdců citlivých vůči proteinům Cry. Z toho mají prospěch i další zemědělci pěstující neupravenou bavlnu a další plodiny, které napadají stejní škůdci.

#### 3.4.2.6 Vznik superplevelů

Superplevel by mohl vznikat dvojím způsobem. Buď přirozenou mutací a rozmnožením pod tlakem opakovaného používání totožného herbicidu, nebo přenosem transgenu pro HT pylem (Drobník 2008).

#### 3.4.2.7 Vznik nových virových chorob

Podle Mae-Wan Ho (1999) rekombinací vektorů mohou vznikat nové virulentní kmeny virů, hlavně u transgenních rostlin modifikovaných geny virů za účelem rezistence proti virům.

S transgenem pro plášťový protein souvisí dvě možná nebezpečí spojená s infekcí transgenních rostlin dalšími viry. Proti nim není rostlina rezistentní. První riziko spočívá v tom, že se do plášťového proteinu zabalí jiný virus, než který napadl rostlinu. Pak se může přenést na další rostliny. Druhé nebezpečí spočívá v rekombinaci dvou virů. Obě nebezpečí jsou však jen zdánlivá a v praxi k žádným následkům nedochází (Drobník et al. 2002).

#### 3.4.2.8 Omezení biodiverzity

Výskyt plevele na poli zvyšuje výskyt bezobratlých. Na polích s GM řepkou bylo o 80 % méně semen plevelů a s tím i méně bezobratlých. Na polích s GM řepou to bylo o 60 % méně. Pole s GM plodinami mělo menší zastoupení motýlů a včel, protože tam bylo méně nektaru v květech (Šuta 2007)

#### 3.4.2.9 Společensko - ekonomické aspekty

Mezi společensko - ekonomické aspekty patří odliv genetických zdrojů z jihu na sever, vytlačení tradičních technologií a výroby a genetická nestabilita transgenních linií, která způsobuje neúspěchy při pěstování. Zároveň dochází k zhoršení situace drobných zemědělců jako důsledek práv na duševní vlastnictví a dalších omezení spojených s uznáváním osiva (Mae-Wan Ho 1999).

### 3.5. Regulace GMO

Ve světě se navyšuje plocha zemědělské půdy, na které se pěstují GM plodiny. Nejvíce je

rozšířeno pěstování transgenní sóji, která je odolná vůči herbicidu. GM plodiny se pěstují hlavně v USA, Kanadě, Argentině, navyšuje se pěstování v Číně, Indii a dalších oblastech. V zemích EU je povoleno pěstování pouze GM kukuřice. V České republice se v současné době nepěstují žádné GM plodiny. Probíhá pouze několik pokusů na přesně stanovených lokalitách (Doubková et al. 2003)

### 3.5.1 USA a GMO

Americký systém posuzuje organismy podle jejich vlastností, nikoli podle způsobu získání (vyšlechtění). Každý způsob šlechtění je spojen s rizikem nežádoucích vlastností. Bez posouzení těchto vlastností nelze na jeden z nich používat jiná měřítka než na jiný (Drobník et al. 2008). Toto pravidlo bylo zavedeno v roce 1986. Proto se například u transgenní rostliny s genem bakterie *Bacillus Thuringiensis* účinnost na škůdce posuzuje podle zákona o pesticidech. Z tohoto důvodu spadá posuzování GMO v USA pod různé instituce a zákony. Nejvýznamnější z nich jsou Úřad pro ochranu prostředí, Veterinární a rostlinolékařská inspekce Ministerstva zemědělství, Úřad pro bezpečnost práce a zdravotnictví, Federální zdravotní ústav a Správa potravin a léčiv při Ministerstvu zdravotnictví a humánních služeb (Drobník et al. 2002).

Spotřebitelé ze Spojených států si většinou neuvědomují možná rizika spojená s konzumací geneticky modifikovaných potravin. V supermarketech je až 74% geneticky modifikované zeleniny. Farmáři tuto neinformovanost podporují, protože jim jde o odbyt jejich produktů. Objevují se již tendence spotřebitelů směrem k přírodním produktům, u kterých je zaručeno, že nejsou geneticky modifikovány. Dá se tak usuzovat, že spotřebitelé ze Spojených Států jsou částečně ovlivňováni postojem spotřebitelů z EU. Uvidí se, zda se jedná o nástup nového trendu nebo jen o přechodnou módní vlnu (Enkhbayar 2011).

USA nepožadují označování přítomnosti GMO v potravinách (Doubková et al. 2003).

#### 3.5.1.1 Legislativa USA týkající se GMO

##### 3.5.1.1.1 Úřad pro ochranu prostředí (EPA)

Tento úřad posuzuje GMO podle Federálního zákona o insekticidech, fungicidech a rodenticidech. Dále podle Federálního zákona o jedech (Drobník et al. 2002).

##### 3.5.1.1.2 Veterinární a rostlinolékařská inspekce Ministerstva zemědělství (APHIS)

APHIS posuzuje GMO podle Zákona o rostlinných škůdcích a Zákona o virech, sérech a toxinech (Drobník et al. 2002).

##### 3.5.1.1.3 Úřad pro bezpečnost práce a zdravotnictví (OSHA)

Tento úřad posuzuje GMO podle Zákona o bezpečnosti práce a zdravotnictví (Drobník et al. 2002).

#### 3.5.1.1.4 Federální zdravotní ústav (NIH)

NIH vydal směrnice pro práci s rekombinantní DNA, která platí pro uzavřené zacházení s GMO (Drobník et al. 2002).

#### 3.5.1.1.5 Správa potravin a léčiv při Ministerstvu zdravotnictví a humánních služeb (FDA)

FDA posuzuje podle Federálního zákona o potravinách, léčivech a kosmetických přípravcích. Tento úřad vydal v roce 1992 směrnice pro potraviny odvozené od GMO. Tyto směrnice říkají:

- a) potraviny odvozené od GMO podléhají stejným pravidlům označování jako další potraviny a jejich přísady
- b) potraviny odvozené od GMO budou posuzovány podle vlastností, nikoli podle cesty, kterou byly připraveny.
- c) FDA bude posuzovat bezpečnost nových potravinových složek připravených biotechnologiemi stejně, jak posuzuje konvenční přísady (Drobník et al. 2002).

#### 3.5.1.1.5 Označování GMO potravin a krmiv

V USA vznikl nový federální zákon o povinném označování produktů, které obsahují GMO (geneticky modifikovaný organismus), Federální zákon o označování GM potravin vstoupí v platnost 1. ledna 2022. Dopady tohoto zákona v současné době v USA velmi diskutovaným tématem (ISAAA 2019).

#### 3.5.2 Kanada a GMO

Hlavními státními orgány, které regulují oblast GMO, jsou v Kanadě Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Environment Canada (EC), Health Canada (HC) a provinční ministerstva životního prostředí. V dubnu 1995 HC zřídil Úřad pro regulaci boje proti škůdcům (Pest Management Regulatory Agency), který se zabývá produkty s pesticidní funkcí (Drobník 2003).

Standardy pro bezpečnost vzhledem k prostředí připravují společně AAFC a HC a také dohromady dbají o zemědělské produkty. AAFC z hlediska zemědělského (tj. veterinárních léčiv a vakcín, hnojiv, krmiv, plemen zvířat a odrůd rostlin) a HC z hlediska bezpečnosti potravin. V obou případech jde o všechny produkty a všechny potraviny bez ohledu na šlechtitelskou nebo výrobní metodu, jakou byly získány. Volný mezinárodní obchod je zajištěn harmonizací kanadských souborů požadovaných informací s mezinárodními (Drobník 2003)

Hlavními poradními sbory jsou Národní poradní výbor pro biotechnologie (National Biotechnology Advisory Committee), který dává stanoviska ministerstvu průmyslu (Industry Canada) ve všech záležitostech týkajících se biotechnologie a Poradní výbor pro regulaci biotechnologie rostlin (Advisory Committee on Plant Biotechnology Regulation), který je orgánem ředitele odboru rostlinných produktů při AAFC (Drobník 2003).

Směrnice pro vyhodnocování produktů, které jsou částečně ještě ve vývoji, jsou harmonizovány s mezinárodními předpisy. Kde je to možné, dávají přednost opoře v existující legislativě před vytvářením nové. Zaměřují se na vlastnosti produktů, nikoli na způsob přípravy (Drobník 2003).

V Kanadě nejsou GM potraviny v současné době označovány. Poslanci kanadského

parlamentu hlasovali proti povinnému označování geneticky modifikovaných potravin ve druhém čtení návrhu zákona C-291 (o GMO) v Dolní sněmovně dne 17. května 2017. Návrh zákona stanovil, že zákon o potravinách a léčivech bude změněn tak, aby „nikdo neprodával žádné potraviny, které jsou geneticky modifikovány, pokud jeho štítek neobsahuje informace ..., aby se zabránilo podvádění nebo klamání kupujícího nebo spotřebitele potraviny.“ Definice „geneticky modifikovaný“ nebyla v návrhu zákona patřičně popsána, což během druhého čtení vyvolalo obrovskou diskusi. Oponenti argumentovali, že formulace je příliš vágní, ale podporovatelé říkali, že takový mlhavý popis poskytne potřebné rozpětí (ISAAA 2017).

### 3.5.3 EU a GMO

Evropská unie zavedla přesná pravidla pro označování biopotravin, pro GMO i pro GM potraviny. Jejich základem je nařízení č. 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech a upravuje nařízení č. 1831/2003 o označování a sledovatelnosti GMO, potravin a krmiv (Šuta 2007)

GMO i výrobky z GMO se v EU musejí označovat. Právní předpisy pro tuto problematiku jsou velmi přísné. Požaduje se, aby bylo možno dohledat původ potraviny nebo krmiva. A to od producenta až ke spotřebiteli. Označeny musí být krmiva i potraviny, které mají obsah složek z GMO větší než 0,9 % (Doubková et al. 2003).

V Evropské unii se může pěstovat pouze jediná plodina – kukuřice MON810 odolná vůči housenkám zavíječe kukuřičného. Ve významnějším rozsahu ji ale vysévají jen farmáři ve Španělsku (Biotrin 2017).

Do EU je povolen dovoz GM kukuřice, GM sóji, GM bavlníku a řepky. Jiné GM zemědělské plodiny nejsou v EU pro zpracování povoleny. Cukrovka se může dovážet do Evropské unie pouze ve formě již hotových výrobků nebo krmiv (Biotrin 2017).

#### 3.5.3.1 Legislativa EU týkající se GMO

Legislativní proces ES je složitý. Existují různé typy legislativy vydávané Evropským společenstvím. Jedná se o nařízení (regulace), které jsou závazné pro všechny členské státy. Když se vydají, jsou okamžitě zařazeny do jejich národní legislativy bez nutnosti dalších kroků a bez modifikací. Oproti tomu směrnice, které jsou nejčastějším typem legislativy, jsou závazné pro členské státy ohledně výsledného cíle a účinku. Členskými státy ale ponechávají prostor pro zvolení cesty, jak bude tohoto cíle a účinku dosaženo (Ondřej & Drobník 2002). V roce 2015 byl v EU přijat návrh, že pokud bude GMO povolen pro použití v potravinách a krmivech v Evropě, členské státy budou mít možnost rozhodnout, že se k povolení používání konkrétního GMO ve svém potravinovém řetězci nepřipojí (MZE 2015). Ochrannou klauzuli, která neumožňuje pěstování GMO na jejich území, již dříve přijali Rakousko, Bulharsko, Řecko, Německo, Maďarsko, Itálie, Lucembursko a Polsko. Naopak ve Španělsku, Rumunsku, Portugalsku a Slovensku se GM plodiny pěstují. Celkově se jedná o plochu 0,21 % celoevropské výměry orné půdy (Bio - info 2015).

Od roku 1990 vydala ES řadu právních předpisů, které se týkají geneticky modifikovaných organismů. Cílem právní úpravy ES je vytvořit jednotný systém oznamování a povolování používání GMO v uvedených oblastech, při dodržování zásad volného pohybu zboží a spolupráce členských států s Evropskou komisí (Doubková & Roudná 2004).

Legislativa ohledně GMO je široká, nejdůležitější jsou ale dvě direktivy: 90/219/EEC a 90/220/EEC. Tyto směrnice byly vydány 23. dubna 1990 a členské státy měly povinnost zařadit je

do národního zákonodárství nejpozději do 23. října 1991 (Drobník et al. 2002).

Směrnice 90/219/EHS řešila používání geneticky modifikovaných mikroorganismů v uzavřeném prostoru. Byla novelizována směrnicí 98/81/EC. Tato směrnice definuje základní pojmy, rozděluje třídy rizika a stanovuje požadavky na notifikace pro různé třídy uzavřeného nakládání. Ke směrnici jsou vydané další předpisy, které stanovují podrobnější podmínky hodnocení rizika a kritéria bezpečnosti geneticky modifikovaných mikroorganismů (Doubková & Roudná 2004).

Směrnice 90/220/EHS upravovala záměrné uvádění GMO do životního prostředí a k prodeji. 17. října 2002 byla nahrazena směrnicí 2001/18/ES o záměrném uvolňování GMO do životního prostředí. Nová směrnice je přísnější, než ta z roku 1990. Definuje pojmy v oblasti GMO, vyžaduje ustanovení založení národního kompetentního orgánu, stanoví požadavky na obsah notifikací nakládání s GMO, vytváří informační systém k získání dat pro hodnocení rizika a rozhodování včetně systému konzultací s veřejností (Doubková & Roudná 2004)

Speciální problematikou je označování biopotravin, GMO a geneticky modifikovaných potravin. Přesná pravidla pro jejich označování vycházejí z evropského nařízení č. 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech a upravuje nařízení č. 1830/2003 o sledovatelnosti a označování GMO a sledovatelnosti potravin a krmiv vyrobených z GMO a o změně směrnice 2001/18/ES. (Šuta 2007). V obchodech se setkáváme s potravinami označenými jako „GMO free“, „bez GMO“ a „bez použití genových manipulací“. Toto označení nevychází z platné legislativy o GMO. Jde o marketingová sdělení výrobců potravin. U produktů živočišného původu jde o sdělení zavádějící, neboť v EU není pro výrobu potravin povoleno použití žádného zvířete. Proto se GM potraviny živočišného původu v EU nemohou vyskytovat (MZE 2016).

Podle Krutílka et al. (2008) v roce 2007 v EU existovalo až 430 zón bez GMO., v nichž je zakázáno pěstovat tyto plodiny kvůli riziku kontaminace nemodifikovaných plodin nebo osiva přenosem pylu z GM rostlin.

V r. 2017 byla přijata nová legislativa, která nepožaduje po členských státech vědecké důkazy ukazující rizika s pěstováním GMO. Členské státy se mohou samy rozhodnout a určit zóny bez GMO i z jiných důvodů, což jim umožňuje účinně zakázat pěstování GM plodin na jejich území. Země, které GMO pěstují, musí naopak zajistit tzv. přeshraniční koexistenci. Pěstování GMO tak v EU závisí i na socioekonomických podmínkách, odbytu GM produktů nebo souladu s další legislativou. Například ve státech, kde je zakázáno používat některý herbicid (např. glyfosát) nemá smysl pěstovat nebo i schvalovat GM plodiny odolné vůči tomuto herbicidu (Ovesná et al. 2019).

### 3.5.3.2 Legislativní úpravy v některých evropských zemích

Opatření týkající se potravin jsou v EU formulovaná jako Nařízení To znamená, že musí být do členské legislativy přijata doslovně. To je důvodem, proč v regulacích jednotlivých zemí nejsou rozdíly. Oproti tomu organizace praktického provádění záleží na jednotlivých zemích. V analytických metodách průkazu GMO se vyskytuje mnoho odlišností. Sjednocení by měl přinést Evropský úřad pro bezpečnost potravin - EFSA (Drobník 2003).

EFSA poskytuje nezávislé vědecké poradenství ohledně rizik souvisejících s potravinami. Vydává upozornění o již existujících i nových rizicích u potravin. Tato upozornění jsou zdrojem informací pro tvůrce evropských předpisů, pravidel a strategií, a tak pomáhají chránit spotřebitele před riziky v potravinovém řetězci. Úkolem úřadu EFSA je mimo jiné shromažďovat vědecké údaje a poznatky, poskytovat nezávislé a aktuální vědecké informace k otázkám bezpečnosti potravin,



informovat o svých poznatcích veřejnost, spolupracovat s jednotlivými zeměmi EU, mezinárodními organizacemi a jinými zainteresovanými stranami a zajišťováním spolehlivých informací posilovat důvěryhodnost systému EU monitorujícího bezpečnost potravin (Anonym 2019).

Nejlépe propracovanou regulace s nejdelsí historií mají ve Spojeném království (Drobník 2003).

## Spojené království

Na přípravě legislativy ohledně biotechnologií se v Anglii začalo pracovat již v roce 1970. Vzniklo doporučení ustavit Poradní skupinu pro genetické modifikace (Genetic Modification Advisory Group - GMAG) jako prostředek ke sbírání zkušeností a vyhodnocování vývoje v biotechnologii. V roce 1978 vstoupila zákonná úprava v platnost v rámci zákona o bezpečnosti práce z roku 1974. Každý, kdo chce nakládat s GMO, to podle této úpravy musel oznámit GMAG. Tenkrát bylo toto opatření zaměřeno hlavně na ochranu těch, kteří s GMO pracují (Drobník 2003).

Oficiální péče o bezpečnost uvádění GMO do prostředí se objevila až v polovině roku 1980. V roce 1984 se GMAG transformoval na Poradní výbor pro genetické modifikace (Advisory Committee on Genetic Modification - ACGM), který byl poradním orgánem HSC a HSE (Health and Safety Commission a Health and Safety Executive) a příslušných ministrů. Navrhuje zdravotní a bezpečnostní pravidla pro nakládání s GMO a je odpovědný za záležitosti uzavřeného nakládání s GMO. V roce 1989 se legislativa rozšířila uzavřené nakládání nebo nebo nakládání uvádění do prostředí (Drobník 2003).

Současně však Komise EC připravovala direktivy týkající se GMO. Jakmile vstoupily v platnost, prošla úprava nakládání s GMO opět parlamentem UK. Část Zákona o ochraně životního prostředí se stala klíčovým dokumentem pro uvádění GMO do prostředí. GMO se do prostředí uvádělo koncem 80. let stále častěji, proto ACGM zřídil další výbor specializovaný na tyto záležitosti - Poradní výbor pro uvádění do prostředí -ACRE (Advisory Committee on Releases). Rámcem pro jeho činnost je WPA 1990. Vydává stanoviska k žádostem o uvádění do prostředí z hlediska lidského zdraví a ekologické bezpečnosti a postupuje je ministrům pro životní prostředí, zemědělství a zdravotnictví. V případě geneticky modifikovaných mikroorganismů sleduje úprava riziko pro lidské zdraví i pro životní prostředí. Pro větší organismy, tedy rostliny a živočichy, zahrnuje pouze riziko pro lidské zdraví. Jejich riziko pro prostředí je pokryto zvlášť částí 108(1)(a) EPA z roku 1990. Úprava uvádění do prostředí byla zavedena v rámci EPA v roce 1990 a novelizována v roce 1995 v souvislosti s novelizací direktivy ES. GMO se týká i další legislativa: Zákon o léčivech z roku 1968 a 1971, Zákon o ochraně potravin a prostředí s ohledem na pesticidy, Zákon o použití zvířat pro vědecké účely s ohledem na transgenní zvířata a Zákon o zvěři a krajíně s ohledem na zavádění cizorodých organismů (Drobník 2003).

Pod ministerstvem zemědělství pracuje Poradní výbor pro nové potraviny a procesy (Advisory Committee on Novel Foods and Processes - ACNFP), který projednává záležitosti spojené s ozařováním potravin, přípravou nových potravin (včetně potravin s GMO) a potravin vyráběných novými procesy. Pod ministrem zdravotnictví pracuje Poradní skupina pro genovou terapii (Gene Therapy Advisory Group - GTAC), která se zabývá etickými otázkami. Za produkci a import veterinárních, zemědělských a potravinářských výrobků odpovídají společně ministerstva zdravotnictví a zemědělství (Drobník 2003).

Dohled nad potravinami zajišťuje Zákon o bezpečnosti potravin (Food Safety Act 1990), který zakazuje takovou změnu potravin, která by mohla poškodit zdraví konzumenta. GM produkty podléhají stejnému hodnocení jako ostatní potraviny, přičemž zákon o bezpečnosti

potravin obsahuje ustanovení umožňující úpravy vzhledem k novým potravinám. Ještě před vydáním úpravy EU připravil ACNFP dobrovolně směrnice o nových potravinách a složkách potravin platné pro UK (Drobník 2003).

O značení potravin se stará Poradní výbor pro potraviny (Food Advisory Committee). Úprava značení potravin (Food Labelling Regulations 1984) se vztahuje na většinu potravin včetně GM produktů a Poradní výbor shrnuje směrnice pro značení potravin připravených z GMO. Některé jeho návrhy se promítly do úpravy schválené EU. Bezpečnost krmiv zajišťuje meziministerská skupina pro vývoj nových potravin (Inter-Departmental Group on New Food Developments). Prodej krmiv ve Spojeném království se řídí zemědělským zákonem (Agriculture Act 1970) a jeho novelou (Drobník 2003).

Spojené království si zažádalo o zákaz pěstování GM plodin, ovšem jen pro jednotlivé části. Zákaz platí ve Skotsku, Walesu a Severním Irsku, zatímco Anglie pěstování geneticky modifikovaných plodin vítá a povoluje (Pazdera 2015).

## Nizozemí

Holandsko je zemí s velmi pokročilou biotechnologií a rozvinutým výzkumem. Dalo by se předpokládat, že regulace v této zemi nebudou klást překážky vědeckému pokroku. Opak je ale pravdou. Přestože Holandsko nemá zvláštní zákon o genetických modifikacích a jejich problematiku včleňuje do stávajících zákonů, jsou některé jeho úpravy přísnější nežli určuje EU. Regulace GM produktů vychází ze třech principů: bezpečnost lidí a ochrana prostředí, etická měřítko pro použití GMO ve zdravotnictví a ochrana zvířat a ohled na spotřebitele z hlediska kvality a bezpečnosti produktů (Drobník 2003).

Nizozemí je ohledně GM plodin nadále značně konzervativní, proto 3. října 2015 podalo žádost, která jim měla umožnit takové plodiny zakázat pěstovat (Pazdera 2015).

Vláda ustavila mnoho poradních orgánů pro záležitosti rozvoje biotechnologií. Ústředním poradním orgánem pro vládní politiku ve vědě a technologiích včetně biotechnologie je Poradní sbor pro vědu a technologie. Ten bere ve svých doporučeních ohled na politiku v biotechnologiích jiných zemí. Dále se na regulaci GM produktů podílí Národní rada pro zemědělský výzkum, Poradní sbor pro výzkum přírody a životního prostředí, Zdravotnická rada Nizozemí, Ústřední etický výbor zdravotnického výzkumu, Rada pro zdraví a ochranu zvířat, Vládní poradní výbor o zboží a Výbor pro genetické modifikace (Drobník 2003).

Nizozemí si také zažádalo o zákaz pěstování GM plodin (Pazdera 2015).

## Německo

Ústav Roberta Kocha, ministerstvo zdravotnictví, Federální biologické výzkumné centrum pro zemědělství a lesnictví a Federální agentura pro životní prostředí jsou příslušnými orgány státní správy pro regulaci GM produktů. Zastřešujícím zákonem je Gesetz zur Regelung der Gentechnik ("Gentechnikgesetz"). Zákon zřizuje Centrální komisi pro biologickou bezpečnost (Zentrale Kommission für die biologische Sicherheit) při Ústavu Roberta Kocha (Robert-Koch Institute), která je složena z: deseti odborníků v oblasti mikrobiologie, buněčné biologie, virologie, genetiky, hygieny, onkologie a bezpečnostních technik a po jedné osobě z oblasti ochrany práce, hospodářství, ochrany životního prostředí, vědeckých organizací a odborů. V oblasti práce v uzavřeném prostoru jsou příslušné orgány státní správy rozdělené na jednotlivé země. Země pak jmenují své Komise pro genové inženýrství, které odpovídají za dodržování zákona o genovém

inženýrství. Povolování práce je konzultováno s Centrální komisí pro biologickou bezpečnost. Ta klasifikuje, prověřuje a hodnotí bezpečnostní opatření, doporučuje a radí Spolkové vládě a jednotlivým zemím. Souhlas s uváděním GMO do prostředí a na trh dává rovněž Ústav Roberta Kocha po konzultaci s Centrální komisí pro biologickou bezpečnost. Jsou definovány čtyři kategorie rizika pro lidské zdraví a životní prostředí - žádné riziko, velmi malé riziko, střední riziko, vysoké riziko (Drobník 2003).

Německo patří k zemím, které si zažádalo o zákaz pěstování GM plodin (Pazdera 2015).

## Rakousko

Příslušnými orgány státní správy jsou Federální ministerstvo zdravotnictví, sportu a ochrany zákazníků, Federální ministerstvo pro vědu a výzkum a Federální ministerstvo pro životní prostředí, mládež a rodinu. Poradním orgánem je Komise genové technologie a její vědecké subkomise zřízené Federálním ministerstvem zdravotnictví, sportu a ochrany zákazníků.

Cílem rakouské regulace genových manipulací je chránit zdraví od škod, které mohou vzniknout zásahem do lidského genomu, genetickou analýzou člověka nebo působením organismů změněných genetickými technikami (gentechnisch veränderte Organismen) nebo zprostředkovaně působením organismů změněných genetickými technikami na prostředí. Cílem je i ochrana prostředí (hlavně ekosystémů) před působením organismů změněných genetickými technikami - a tím zaručit bezpečnost pro člověka a prostředí. Další cíl je podporovat výzkum, vývoj a využití genetických technologií včetně vytyčení příslušného právního rámce (Drobník 2003).

Německá zákon zahrnuje nejen bezpečnost biotechnologií, ale i lékařské aspekty, například genetickou analýzu člověka a genovou terapii. Tomu odpovídá vymezení platnosti. Části zákona pojednávající o bezpečnosti biotechnologií jsou plně v rámci příslušných direktiv EU. Rizikové kategorie jsou definovány podobně jako v německém zákonu. (Drobník 2003).

Také Rakousko patří k zemím, které si zažádalo o zákaz pěstování GM plodin (Pazdera 2015). V Rakousku vnímají genetické modifikace jako velké riziko ohledně potravin. Rakušané se nejvíce obávají pesticidů a GM plodin (Biotrin 2019).

## Francie

Příslušnými orgány státní správy jsou Ministerstvo zemědělství a ministerstvo životního prostředí. Pro Ministerstvo zemědělství je poradním orgánem Komise biomolekulární genetiky, která zpracovává otázky biologické bezpečnosti a bezpečnosti potravin. Vydává také doporučení pro Stálý technický výbor pro šlechtitelství a rostlinné odrůdy (Drobník 2003).

Požadavky direktiv EU jsou promítnuty do zákona č. 92-654 a dekretu č. 92 - 235 z února 1993. Komise pro uvádění GMO je odpovědná za odhad rizika. Další tři dekrety stanovují pravidla pro uvádění GMO do vnějšího prostředí a na trh, zvláště pro živočichy, potraviny, rostlinolékařství a použití v humánním a veterinárním lékařství (Drobník 2003).

Francie si o zákaz pěstování GM plodin do 3. října 2015 nezažádala (Pazdera 2015)

## Španělsko

Příslušnými orgány státní správy pro nakládání s GMO včetně uvádění do oběhu jsou ministerstvo veřejných prací, dopravy a životního prostředí a ministerstvo zdravotnictví (Drobník 2003).

Španělsko v roce 2015 nežádalo o zákaz pěstování GM plodin (Pazdera 2015). Tato země je totiž jedinou v EU, kde se komerčně pěstuje GM kukuřice MON810 odolná vůči housenkám zavíječe kukuřičného (Venclová 2018).

## Dánsko

Příslušným orgánem státní správy je Dánský úřad pro ochranu prostředí (DEPA). Požadavky direktiv EU se promítají do zákona č. 356 z 6. června 1991 o Prostředí a genetickém inženýrství, doplněný vyhláškami. Novely odráží novely odpovídající EU Drobník 2003).

Dánsko požádalo o zákaz pěstování GM plodin na poslední chvíli 3.10. 2015 (Pazdera 2015).

## Norsko

Příslušnými orgány státní správy jsou Ředitelství pro zásahy do přírody, které zajišťuje expertní stanoviska týkající se geneticky modifikovaných rostlin a živočichů, a Státní úřad pro kontrolu znečištění, který s týmem expertů zpracovává otázky chráněného nakládání s GMO Drobník 2003).

Zákon o genové technologii vstoupil v platnost 2. dubna 1993. Zákon je stručný a kromě jiného dává pravomoc králi vyjmout určité geneticky modifikované organismy z regulací jak pro práci v uzavření, tak pro uvádění do prostředí a oběhu při dovozu. Zákon stanovuje, že povolení k uvádění do oběhu není vyžadováno, pokud je produkt již povolen v jiné zemi EU. Zvláštní povolení i při uzavřené genetické modifikaci je třeba ke genetickým modifikacím zvířat, k přenosu genetického materiálu člověka do zvířat, rostlin nebo mikroorganismů, které se neprovádí v souvislosti s výzkumem identifikace struktury, charakteristiky a funkcí DNA a k produkci a využití geneticky modifikovaných organismů pro komerční účely. K produkci a využití geneticky modifikovaných organismů pro komerční účely je král oprávněn vydat zvláštní úpravu.(Drobník 2003).

Norsko povoluje dovoz GM produktů s povolením, ale neumožňuje pěstování GM plodin (Ovesná et al. 2019).

## Švédsko

Ve Švédsku je dohled nad problematikou GMO a její legislativní ošetření rozděleno mezi množstvím institucí. Pro uvádění do prostředí se jedná o tyto instituce: Národní chemická inspekce (mikroorganismy, nematodi, hmyz a pavouci), Národní rada pro rybníkářství (vodní organismy), Národní rada pro lesnictví (lesní stromy), Národní rada pro zemědělství (ostatní GMO), Úřad pro lékařské produkty (léčiva), Národní potravinářský úřad (potraviny). Koordinační role má Švédský úřad pro ochranu prostředí a Švédský poradní sbor pro genovou technologii (Drobník 2003).

Mezi legislativní úpravy patří Zákon o geneticky modifikovaných organismech (SFS 1994:900) a Nařízení o geneticky modifikovaných organismech (SFS 1994:901) ve smyslu novely 1994:1515, 1995:407 (Drobník 2003).

První zákon ČR o nakládání s GMO byl zákon č. 153/2000 Sb. platný od roku 2001. Ten byl o tři roky později nahrazen zákonem č. 78/2004 Sb. Důvodem byla nutnost korelace s právním systémem EU, do které v témže roce ČR vstoupila, a dále ratifikace Cartagenského protokolu o biologické bezpečnosti. Vztahuje se zejména na artikly, které GMO obsahují, a na organismy schopné reprodukce (Fornůsková 2011). Zákon rozeznává tři hlavní typy nakládání s GMO: 1. uzavřené nakládání, 2. uvádění do životního prostředí, 3. uvádění na trh. Registrace uživatele a GMO probíhá formou zapsání do seznamů. Jedná se o tři typy seznamů: Seznam GMO pro nakládání, Seznam GMO pro uvádění do životního prostředí a Seznam GMO pro uvádění na trh. Zákon občanům zajišťuje odbornou kontrolu ohledně nakládání a použití GMO. Zákon také zajišťuje informování občanů v oblasti GMO (Ondřej & Drobník 2002).

Zákon doplňuje Vyhláška č. 209/2004 ze dne 15. dubna 2004 o bližších podmínkách nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty (Anonym 2020).

#### □ Uzavřené nakládání

Uzavřeným nakládáním se rozumí používání geneticky modifikovaných organismů v laboratořích. Těmito organismy mohou být mikroorganismy, rostliny i laboratorní zvířata. Uzavřené nakládání je podle rizika zařazeno do jedné ze čtyř kategorií. Hodnocení rizika a s tím i zařazení nakládání do kategorie provádí žadatel nebo oznamovatel, který chce nakládat s GMO (Doubková & Roudná 2004).

První kategorie zahrnuje činnost bez škodlivého působení na zdraví člověka, zvířat i životní prostředí. Druhá kategorie představuje činnost s rizikem, jehož následky mohou být odstraněny známými opatřeními. Ve třetí kategorii jsou zahrnuty činnosti, jejichž následky se odstraňují obtížně náročnými zásahy. Ve čtvrté kategorii se následky nedají zcela odstranit (Ondřej & Drobník 2002).

Dosud byly v ČR všechny případy uzavřeného nakládání v první a druhé kategorii rizika. Podle zákona stačilo tedy oznámení, nemuselo probíhat správní řízení (Doubková & Roudná 2004).

#### □ Uvádění do životního prostředí

Uváděním do životního prostředí jsou myšleny hlavně polní pokusy s GM rostlinami na vyhrazených pozemcích. Toto nakládání je vázáno na specifické povolení (Doubková & Roudná 2004).

Pokud jsou transgenní rostliny cizosprašné, je potřeba, aby byl pozemek obklopen obsevem netransgenních rostlin téhož druhu a aby do 400 m od pokusného pole nebyly rostliny stejného druhu. Použité stroje se čistí přímo na poli, transport rostlin a jejich částí probíhá v uzavřených pytlích. Po pokusu se rostliny na poli likvidují mechanicky i chemicky pomocí herbicidů (Ondřej & Drobník 2004).

#### • Uvádění do oběhu

Na rozdíl od předchozích způsobů nakládání není oprávnění vázáno na určitou osobu, ale na zapsané GMO nebo produkt obsahující GMO. S takovým produktem je

povoleno nakládat každému, pokud dodrží podmínky (Doubková & Roudná 2004).

Při uvádění do oběhu jsou nepříznivé vlivy GMO bezpečně otestovány a transgenní rostliny uvedené na trh nepředstavují žádné riziko. Ohlašovací povinnost končí, zůstává jen povinnost označování organismu a jeho produktů. Pokud je příměs geneticky modifikovaného materiálu nižší než 1 %, nemusí se již surovina označovat jako obsahující GMO nebo vyrobená z GMO (Ondřej & Drobník 2002).

#### □ Pěstování GMO v ČR

Na území EU, tedy i v ČR, je pro komerční využití povoleno pěstování jediné GM plodiny, kukuřici, označované též jako Bt kukuřice. V ČR začala pěstovat v roce 2005. Produkce GM kukuřice je většinou využívána jako krmivo pro hospodářská zvířata, méně jako surovina pro výrobu bioethanolu či bioplynu. V ČR se vyprodukovaná GM kukuřice nepoužívá pro potravinářské účely. Celosvětově jsou GM plodiny významnou složkou zemědělské výroby, podíl ploch v EU v rámci světa je však mizivý a stále klesá. Stejná situace je i v České republice, kde podle evidence SZIF plocha geneticky modifikované kukuřice v roce 2016 dosáhla 75 ha, což je o 922 ha méně než v roce 2015. Počet pěstitelů výrazně poklesl na jednoho. Za hlavní důvody poklesu zájmu o pěstování geneticky modifikovaných plodin uvádějí pěstitelé, kteří se zabývají současně živočišnou výrobou, především problematický odbyt mléka, kdy řada mlékáren požaduje, aby dojnice nebyly krmeny geneticky modifikovanými plodinami. Dalšími problémy je podle pěstitelů administrativní zátěž, dodržování koexistenčních pravidel v praxi a odbyt geneticky modifikované kukuřice. Z ekonomického pohledu pěstitelé udávají jako problém vyšší náklady na produkci. Jedná se například o dražší osivo. Stále existují obavy odběratelů z odkupu produktů GM plodin, nebo i zvířat, která takovými plodinami byla krmena. (Kůst & Stehlíková 2016). Od roku 2017 se transgenní kukuřice v ČR již nepěstuje (Semencová 2019)

Tab.2. : Vývoj ploch a počtu pěstitelů GM kukuřice v ČR

**Vývoj ploch a počtu pěstitelů GM kukuřice v ČR**

<i>Rok</i>	<i>Plocha (ha)</i>	<i>Počet pěstitelů</i>
2005	<b>150</b>	<b>51</b>
2006	<b>1 290</b>	<b>82</b>
2007	<b>5 000</b>	<b>126</b>
2008	<b>8 380</b>	<b>167</b>
2009	<b>6 480</b>	<b>121</b>
2010	<b>4 680</b>	<b>82</b>
2011	<b>5 090</b>	<b>64</b>
2012	<b>3 050</b>	<b>41</b>
2013	<b>2 560</b>	<b>31</b>
2014	<b>1754</b>	<b>18</b>
2015	<b>997</b>	<b>11</b>
2016	<b>75</b>	<b>1</b>
2017	<b>0</b>	<b>0</b>

*Pramen: MZe*

Zdroj: Mze (2018)

### 3.5.4 Regulace GMO v dalších zemích

#### 3.5.4.1. Asijské země

Asijské země budou v budoucnu jistě hrát důležitou úlohu ve vývoji nových transgenních plodin, jejich pěstování a vývozu. Jen částečně mohou přebírat plodiny vyrobené hlavně v USA. Jedná se hlavně o Bt - bavlník. Ostatní plodiny si vyvíjejí sami (Drobník et al. 2002).

Regulace použití GMO má na starosti Indický výbor pro zemědělský výzkum, Státní ministerstvo životního prostředí a Biotechnologický ústav. Vyhodnocováním zkoušek se zabývá Výbor pro hodnocení genetických manipulací, který výsledky předává ministerskému Výboru pro schvalování genového inženýrství (Drobník et al. 2002).

V roce 2002 Čína vydala předpisy o nakládání s GMO. Ty celkem odpovídají tzv.

Cartagenskému protokolu. Čína také zakládá Státní výbor pro bezpečnost GMO v zemědělství. Ten se skládá z expertů a hodnotí bezpečnost GMO. Ministerstvo zemědělství zřizuje Úřad pro řízení bezpečnosti. Každá jednotka, která provádí výzkum nebo zkoušení GMO, zřizuje Skupinu pro bezpečnost GMO (Drobník et al. 2002).

Pro regulace použití GMO je příslušným orgánem státní správy Ministerstvo zemědělství, rybnářství a lesnictví a Úřad pro vědu a technologie. Poradním orgánem je Zvláštní výbor pro aplikaci technologií rekombinantní DNA. Produkty GMO musí být značeny a je zakázán dovoz neschválených GMO. Japonsko patří mezi největší dovozce GM plodin. GM produkty dováží hlavně z USA (Drobník 2003).

#### 3.5.4.2 Austrálie

Regulační systém se vyvíjí podle systému Spojeného království. Za bezpečnost pro životní prostředí je odpovědní Poradní výbor pro genetické manipulace (Genetic Manipulation Advisory Committee - GMAC). Tento výbor vydává doporučení jednotlivým ministrům, přeměněn na Úřad pro genové technologie - Gene Technology Authority, GTA (Drobník 2003).

#### 3.5.4.3 Ruská federace

O regulaci GMO se v Ruske federaci stará "Federální zákon o státní regulaci v oblasti genově-inženýrské činnosti". Působnost zákona je omezena pouze pro vztah činnosti v oblasti genového inženýrství k ochraně prostředí a ekologické bezpečnosti. Vylučuje z působnosti vztah k člověku, tkáním a buňkám jeho těla (Drobník 2003).

### 3.6. Postoj spotřebitelů ke GM potravinám

Podle Joffe (2003) je debata o geneticky modifikovaných potravinách často emotivní. Individuální vnímání rizika je podle této studie podloženo sociokulturními a mediálními vlivy. Mallinson et al (2018) provedli studii velkého národně reprezentativního vzorku britských dospělých ohledně přijetí GM potravin. Zjistili, že veřejné přijímání GM potravin má sociální, kulturní a afektivní (pocitové) kontexty. Regresní modely ukázaly, že přesvědčení o posvátnosti jídla a emocionální nechuti ke GM potravinám byly primárně negativní determinanty, zatímco víra v hodnotu vědy a příznivé hodnocení přínosů GM potravin byly sekundárními pozitivními determinanty. Je patrné, že samotné vědecké argumenty o rizicích a přínosech GM potravin pravděpodobně nezmění vnímání GM technologií ze strany veřejnosti.

Podle Ganiere et al. (2006) jsou GM potraviny oproti konvenčním potravinám levnější. Pro spotřebitele je cena potravin důležité kritérium. Díky vyšší ceně konvenčních produktů jsou zákazníci ochotni přistoupit na konzumaci GM plodin (Kim & Fang 2020). Konzumaci GM potravin mohou ovlivnit také názory vědců. Pokud vědci vnímají GM potraviny pozitivně, je vyšší pravděpodobnost, že se lidé nebudou vyhýbat konzumaci GM potravin (Kim & Fang 2020).

Podle Guidettiho et al. (2012) se ukazuje, že rodiče a vrstevníci jsou klíčoví pro ovlivnění postoje mladých lidí k potravinám. Postoj mladistvých je více ovlivněn názory matek a otců, než



jejich vrstevníků (Brosig & Bavorová 2019). Ve studii Brosiga & Bavorové (2019) se analyzují genetické postoje mladých lidí ve třech zemích střední a východní Evropy (Ukrajiny, ČR a Ruska). Protože nebyly provedeny žádné podobné studie, je tato studie explorativní a možnost srovnání jejích výsledků s výsledky z předchozích studií je velmi omezená. Z výsledků této práce vyplývá, že respondenti z Ukrajiny byli v průměru pozitivněji naladěni ke konzumaci GM potravin než respondenti z České republiky. Ruští tazatelé zaujímali nejvíce negativní postoj ke GM potravinám. Podle průzkumu veřejného mínění provedeného v Rusku v roce 2014 více než 80% respondentů podpořilo zákaz geneticky modifikovaných produktů a 82% souhlasilo s tvrzením, že GMO produkty poškozují lidské zdraví (VCIOM 2014).

### 3.6.1 Spotřebitelé a GM potraviny v USA

Zavádění GM plodin v USA začalo v polovině 90. let. Přestože neexistují žádné vědecké důkazy o tom, že by GM potraviny byly škodlivé pro lidské zdraví, existuje ve Spojených státech mezi producenty a spotřebiteli rozdíl ve vnímání přijatelnosti a bezpečnosti biotechnologií. Odpor spotřebitelů proti GM potravinám za poslední desetiletí v USA stoupl. Averse zákazníků vůči GM potravinám vedla k návrhům o označování těchto potravin (Yeh et al. 2019).

V USA probíhala velká diskuze ohledně nového federálního zákona, který vstoupí v platnost 1.1. 2022. Ten uzákoní povinné označování produktů, které obsahují GMO (Biotrin 2020).

V USA byla provedena studie na 1300 spotřebitelích, která měla za úkol zjistit nákupní preference. Výsledky této studie naznačují, že v případě označování potravin mohou zákazníci upřednostňovat potraviny bez GMO. Bylo zjištěno, že pokud se spotřebiteli nejprve nabídne výrobek označen jako „non – GMO“, poptávka po neoznačených potravinách se nezmění. Když se ale zákazníkovi nabídne jako první výrobek označený jako „GMO“, zvýší se poptávka po neoznačených potravinách (Yeh et al. 2019).

V diskusích o povinném označování se obhajuje zaměření na „právo na informace“ spotřebitelů a že společnosti by měly zveřejnit, zda produkt obsahuje nějaké GM složky. Odpůrci povinného označování však tvrdí, že to významně zvýší náklady pro podniky a ceny pro spotřebitele a dojde k nezamýšleným důsledkům. Například vzhledem k tomu, že přítomnost geneticky modifikovaných složek musí být ověřena ve všech fázích výroby, jsou náklady na zavedení povinného označování značné a mohou být přeneseny na spotřebitele za vyšší maloobchodní ceny. Mezi možnými negativními dopady zavedení povinného označování GMO odpůrci uvádějí, že spotřebitelé nesprávně vykládají povinné označování GMO jako varování, že geneticky modifikované potraviny mají vyšší přidružené riziko (Yeh et al. 2019).

Zavedení značení GM potravin bude mít velký vliv na potravinářsko – zemědělský systém USA. 90% produkované kukuřice, sóji a cukrové řepy je totiž geneticky modifikováno. Také 80 % všech zpracovaných potravin obsahuje alespoň jednu složku pocházející z GMO (Leňková & Zdeňková 2019).

### 3.6.2. Spotřebitelé a GM potraviny v EU

Evropská unie v rámci bezpečnosti potravin používá různé nástroje kontroly. Jedním z nich je i tzv. Eurobarometr, který funguje již od roku 1974. Jedná se o sérii průzkumů veřejného mínění

v členských zemích EU v různých oblastech zájmu. Výsledky Eurobarometru pak podávají ucelenou představu o tom, jak lidé vnímají rizika spojená s potravinami. Na seznamu rizik, vnímaných spotřebiteli v EU, se GM potraviny umístily až na osmém místě s 27 %. V České republice byly dokonce předposlední s 18 %. Informace prezentované v médiích, že 90 % Evropanů je proti GM potravinám, tedy neodpovídá skutečnosti. Pouze v Rakousku se GM potraviny ocitly opět spolu s pesticidy na prvních příčkách. V posledních 10 -ti letech jde o významný posun. Dříve GM potraviny v měření Eurobarometru obsadily čtvrtou příčku. Pokud osvěta v oblasti bezpečnosti potravin biotechnologií bude i nadále probíhat aktivně, pak by se mohly GM potraviny v budoucnu u evropských spotřebitelů umístit ještě lépe, nebo tabulku vnímaných rizikových potravin dokonce opustit (Biotrin 2019).

### 3.6.3 Spotřebitelé a GM potraviny v ČR

V České republice jsou obavy lidí ohledně GMO mnohem větší než v USA. Strach lidí z GM plodin dokonce vede lidi k falešným obviněním. Příkladem může být situace z roku 2013, kdy se objevily zprávy o úhynu srnčí zvěře kvůli konzumaci GM řepky. Ta se ovšem v ČR nepěstuje. MZE vydalo zprávu uvádějící jako pravděpodobnou příčinu úhynu nadměrnou konzumaci ozimé řepky, která je pro srnčí zvěř nevhodná (Leňková & Zdeňková 2019).

Ve studii Buchtíka et al. (2016) byl prezentován průzkum veřejného mínění v ČR provedený mezi 1005 respondenty staršími 15 let. Ukázalo se, že více než 80 % respondentů vnímalo GM potraviny jako problém, ale pouze 50% mělo jasnou představu o přesné definici těchto potravin. Většina respondentů uvedla, že se o toto téma nezajímají a že zřídka kontrolují informace o genetické modifikaci uvedené na etiketách potravin. 26% respondentů uvedlo, že by si raději nekoupilo GM potraviny, pokud by je mohlo rozpoznat.

Obavy z GM potravin v průběhu let ale přece jen klesají. Za posledních deset let se na žebříčku rizik, vnímaných spotřebiteli ohledně potravin, posunuly obavy z GMO ze čtvrté na předposlední příčku. Organizace v ČR se snaží veřejnosti problematiku GM potravin přiblížit. Při aktivní osvětě se mohou obavy z těchto potravin ještě zmírnit. (Biotrin 2019).

## 3.7 Světové organizace a regulace nakládání s GMO

### 3.7.1 Organizace pro evropskou spolupráci (OECD)

Hlavním cílem činnosti OECD je podpora ekonomiky. Proto si tato organizace rychle uvědomila, že by rozdílné principy regulací mohly způsobit problémy v oblasti mezinárodního obchodu a hospodářské spolupráce. Proto Ředitelství pro vědu a technologie zřídilo Pracovní skupinu pro biotechnologii. Ředitelství pro životní prostředí pak ustanovilo Skupinu expertů pro regulační dohled v biotechnologii (Ondřej & Drobník 2002).

Směrnice OECD pro aplikaci GMO v průmyslu a životním prostředí připravil Výbor pro vědu a technologie spolupracující s národními experty. Tyto směrnice inspirovaly politiku EU. Stanovovaly zásady velkoobjemové práce s GMO a zároveň i kritéria pro výběr GMO, které je možno použít bez speciálních izolačních opatření. Tyto směrnice byly následovány řadou dalších studií a zásadami bezpečnosti (Ondřej & Drobník 2002).

### 3.7.2 Organizace spojených národů (OSN)

OSN se také věnovala regulacím GMO organismů. V červnu 1992 se v Rio de Janeiru sešla Konference Spojených národů o životním prostředí a rozvoji. Jedním z témat byly i otázky moderní biotechnologie a jejích důsledků pro člověka a životní prostředí. Významným bodem Programů Spojených národů v životním prostředí se stala otázka bezpečnosti biotechnologií. Ta se promítla do Úmluvy o biologické rozmanitosti. Práce na protokolu k Úmluvě o biologické rozmanitosti byla obtížná. Teprve v roce 2000 se za cenu mnoha kompromisů podařilo protokol zredukovat do tzv. Cartagenského protokolu (Ondřej & Drobník 2002).

### 3.7.3 Světová obchodní organizace (WTO)

GMO a z nich vyrobené produkty jsou součástí světového obchodu. Proto stejně jako jiné produkty podléhají jeho pravidlům. U GMO se často stane, že se exportní a importní země dostanou do rozporu. Obecná dohoda o cenách a obchodu dala v roce 1993 základ WTO. Pomocí dodržování různých mezinárodních dohod tato organizace zajišťuje rovné podmínky na světovém trhu (Ondřej & Drobník 2002).

## 3.8 Mezinárodní smlouvy

### 3.8.1 Úmluva o biologické rozmanitosti

Jedná se o rámcovou smlouvu, která v globálním pojetí zahrnuje jako první živé složky v jejich vzájemném působení s prostředím, principy jejich ochrany, stejně jako zásady přístupu k biologickým zdrojům a jejich využívání. Poprvé byla vystavena k podpisu při konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji (UNCED) v červnu r. 1992 v Rio de Janeiru. V platnost vstoupila 29. prosince 1993. Tato smlouva sleduje tři hlavní cíle: ochranu biologické rozmanitosti, udržitelné využívání jejích složek a rovnoměrné a spravedlivé využívání biologických zdrojů. Česká republika smlouvu podepsala v roce 1993 (Demnerová et al. 2003).

### 3.8.2 Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti

Cartagenský protokol je prvním a zatím jediným protokolem vztahujícím se k Úmluvě o biologické rozmanitosti. Poprvé byl vystaven k podpisu v roce 2000 v Nairobi, kde ho podepsala i Česká republika. (Demnerová et al. 2003).

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 ochranu a využívání biologické rozmanitosti. Protokol se zaměřuje hlavně na přenos živých GMO přes státní hranice. Má chránit hlavě ty země, které dosud nemají vlastní předpisy ohledě živých GMO. Protokol respektuje práva jednotlivých států a nebrání ani přijetí přísnějších opatření na národní úrovni. Protokol se nevztahuje na pohyb přes hranice živých GMO určených pro farmaceutické účinky. Touto problematikou se zabývají jiné mezinárodní smlouvy a organizace (Doubková & Roudná 2004).

Při vyjednávání Protokolu bylo třeba řešit několik kontroverzních záležitostí. Patří k nim princip předběžné opatrnosti, otázky lidského zdraví a vazba na obchod (Doubková & Roudná 2004).

### 3.8.3 Aarhuská úmluva

Aarhuská úmluva je mezinárodní smlouva přijatá Evropskou hospodářskou komisí o přístupu k informacím, účasti veřejnosti na rozhodování a přístupu k právní ochraně v otázkách životního prostředí. Byla přijata na čtvrté ministerské konferenci v roce 1998 v dánském Aarhusu. Třemi hlavními pilíři této smlouvy jsou právo na informace o životním prostředí, právo na účast v rozhodování a také právo na právní ochranu v záležitostech týkajících se životního prostředí (Doubková a Roudná 2004).

Úmluva stanoví přesná práva a povinnosti týkající se přístupu k informacím o životním prostředí, včetně lhůt pro poskytování informací a důvodů, na jejichž základě mohou orgány veřejné moci přístup k určitým druhům informací odmítnout (EUR - Lex 2018).

Druhá část úmluvy se týká účasti veřejnosti na rozhodování. Tato účast musí být zajištěna povolovacím řízením v případě určitých specifických činností (hlavně činností průmyslové povahy), které jsou uvedeny v příloze I úmluvy. Konečné rozhodnutí, zda bude tato činnost povolena, musí náležitě zohlednit výsledek účasti veřejnosti (EUR - Lex 2018).

Všechny osoby, které se domnívají, že jejich práva na přístup k informacím byla poškozena (např. žádost o informace opomenuta, nesprávně odmítnuta, nedostatečně zodpovězena), musí mít podle vnitrostátních právních předpisů za určitých okolností přístup k právní ochraně v záležitostech životního prostředí (EUR - Lex 2018).

## 4. ZÁVĚR

Historie vzniku geneticky modifikovaných organismů se datuje od počátku sedmdesátých let minulého století. V současné době mají geneticky modifikované organismy široké využití. Jednou z možností jejich využití je i produkce potravin, a to živočišného i rostlinného původu. Ačkoli genetická modifikace patří mezi metody moderního šlechtění, má mnoho lidí z jejího použití stále velké obavy.

Přístupy k produkci, dovozu i konzumaci geneticky modifikovaných organismů a k potravinám obsahujícím tyto produkty, se liší podle jednotlivých regionů. Obecně by se dalo říci, že Americký kontinent, zahrnující USA, Kanadu i jihoamerické státy, má benevolentnější přístup ke GM produktům. Naproti tomu v Evropě vzbuzují GM potraviny obavy. Asijské státy, včetně Indie a Číny využívají boom rozvoje GM potravin. Důvodem je kromě jiného i strmý nárůst jejich populace a potřeba ji uživit. Zároveň tyto státy využívají pěstování a vývozu GMO k nárůstu jejich ekonomiky.

Lobby amerických firem, produkujících GM osiva, do nedávné doby v Americe omezovalo projev opozičního veřejného mínění. Ještě nedávno, stejně jako v Kanadě, nebyly geneticky modifikované plodiny v obchodech nikterak označovány. To se změnilo teprve v roce 2017. V USA byl přijat nový federální zákon o povinném označování potravin s obsahem GMO. Ten vstoupí v platnost 1.1. 2022. V Kanadě, navzdory pokusům o prosazení nového zákona o označování GM potravin, tato změna parlamentem neprošla. Navzdory těmto změnám v americké legislativě i sílícího povědomí veřejnosti o GMO, má USA v této sféře benevolentní legislativu. Americký systém posuzuje organismy podle jejich vlastností, nikoli podle způsobu získání (vyšlechtění). V USA panuje názor, že každý způsob šlechtění je spojen s rizikem nežádoucích vlastností. Bez posouzení těchto vlastností nelze na jeden z nich používat jiná měřítko než na jiný. Toto pravidlo bylo zavedeno již v roce 1986.

Oproti přístupu USA jsou právní předpisy EU pro tuto problematiku velmi přísné. GMO i výrobky z GMO se v EU musejí označovat. Požaduje se, aby bylo možno dohledat původ potravin nebo krmiva. A to od producenta až ke spotřebiteli. Označeny musí být krmiva i potraviny, které mají obsah složek z GMO větší než 0,9 %. V Evropské unii se může pěstovat pouze jediná plodina – kukuřice MON810 odolná vůči housenkám zavíječe kukuřičného. Ve významnějším rozsahu ji ale vysévají jen farmáři ve Španělsku. V České republice se kukuřice pěstovala do roku 2017. V současné době se v ČR nepěstuje žádná GM plodina. Jedním z důvodů je vyšší cena osiva, dále stále existující obavy odběratelů z odkupu produktů GM plodin, nebo i zvířat, která takovými plodinami byla krmena. Do EU je povolen dovoz GM kukuřice, GM sóji, GM bavlníku a řepky. GM sója je důležitá hlavně pro krmivářství. EU by nemohla být soběstačná v produkci bílkovinných krmiv. Další GM zemědělské plodiny nejsou v EU pro zpracování povoleny. Cukrovka se může dovážet do Evropské unie pouze ve formě již hotových výrobků nebo krmiv.

Opatření týkající se potravin jsou v EU formulována jako Nařízení. To znamená, že musí být do členské legislativy přijata doslovně. To je důvodem, proč v regulacích jednotlivých zemí nejsou rozdíly. Oproti tomu organizace praktického provádění záleží na jednotlivých zemích. V analytických metodách průkazu GMO se vyskytuje mnoho odlišností. Nejlépe propracovanou regulaci s nejdělsí historií mají ve Spojeném království. Přísnou legislativu mají v Nizozemí. V Norsku si hlavní slovo v rozhodování o GM potravinách ponechává král.

Asijské země budou v budoucnu jistě hrát důležitou úlohu ve vývoji nových transgenních

plodin, jejich pěstování a vývozu. Legislativa v Číně odpovídá Cartagenskému protokolu, označování GM potravin je zde také zavedeno. Japonsko patří mezi hlavní dodavatele transgenních produktů.

Regulaci geneticky modifikovaných potravin řeší i různé mezinárodní smlouvy. Mezi nejdůležitější patří Úmluva o biologické rozmanitosti a Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti. Na regulaci s nakládáním GMO se podílejí i světové organizace jako WTO, OECD a OSN. Ty například řeší, aby rozdílné podmínky v importních a exportních zemích ohledně GMO nebyly překážkou obchodu.

V dnešní době je jisté, že navzdory obavám veřejnosti mají GMO budoucnost. Díky rozšířené osvětě ohledně GM potravin, která probíhá na úrovni EU i v ČR, obavy z těchto biotechnologií částečně ustupují. Tento vývoj ve vnímání GM potravin je vzhledem k budoucnosti pozitivní. Značné rozšíření transgenních plodin v zemích exportujících krmné suroviny do celého světa způsobí, že se i v Evropě budou stále více využívat geneticky modifikované rostlinné komodity.

## 5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Abbas MST. 2018. Genetically engineered (modified) crops (*Bacillus thuringiensis* crops) and the

world controversy on their safety. *Egypt J Biol Pest Control* **28**: 1- 12.

Almeida VES, Friedrich K, Tygel AF, Melgarejo L, Carneiro FF. 2017. Use of genetically modified crops and pesticides in Brazil: growing hazards. *Cien Saude Colet* **22**: 3333 – 3339.

Anonym. 2019. Available from: [https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/efsa\\_cs](https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/efsa_cs) (accessed 2019).

Anonym. 2020. Available from: <https://www.zakony.cz/zakon-SB2004209> (accessed 2019).

Astwood JD, Leach JN, Fuchs RL. 1996. Stability of food allergens to digestion in vitro. *Nat Biotechnol.* **14**: 1269 – 1273.

Bawa AS, Anilakumar KR. 2013. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns-a review. *J Food Sci Technol.* **50**: 1035 – 1046.

Benbrook C. 2001. Do GM crops mean less pesticide use? Available from: <http://www.mindfully.org/Pesticide/More-GMOs-Less-Pesticide.htm> (accessed October 2001).

Bio - info. 2017. Evropský parlament dal zelenou pěstování GMO v Evropě. Available from: <http://www.bio-info.cz/zpravy/evropsky-parlament-dal-zelenou-pestovani-gmo-v-evrope> (accessed January 2017).

Biotrin. 2019. Available from: <https://www.biotrin.cz/nova-povoleni-pro-gm-plodiny-v-evrope/> (accessed 2019).

Brookes G, Barfoot P. 2015. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2014. PG Economics. Dorchester.

Brosig S, Bavorová M. 2019. Association of attitudes towards genetically modified food among young adults and their referent persons. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0211879> (accessed 2019).

Buchtík M, Pilecká J, Moravec T. 2016. Česká veřejnost k problematice geneticky upravených potravin. Available from: [https://cvvm.soc.cas.cz/media/com\\_form2content/documents/c2/a2095/f9/OR160923a.pdf](https://cvvm.soc.cas.cz/media/com_form2content/documents/c2/a2095/f9/OR160923a.pdf) (accessed 2016).

Conrow J. 2018. Developing nations lead growth of GMO crops. Available from: <https://allianceforscience.cornell.edu/blog/2018/06/developing-nations-lead-growth-gmo-crops> (accessed June 2018).

Demnerová K. 2003. Geneticky modifikované organismy: otázky spojené s jejich vznikem a využíváním. MZE. Praha.

Dodson L. 2019. Recent Trends in GE Adoption. Available from: <https://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-us/recent-trends-in-ge-adoption.aspx> (accessed August 2019).

Doubková Z, Roudná M. 2004. Legislativní opatření v oblasti biologické bezpečnosti. MZE. Praha.

Drobník J, Ondřej M, Petr J. 2002. Geneticky modifikované organismy v zemědělství. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha.

Drobník. 2003. GMO a bezpečnost potravin: komunikace rizik a legislativa týkající se GMO v různých státech. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha.

Drobník J. 2008. Biotechnologie a společnost. Karolinum. Praha.

Enkhbayar P. 2011. Geneticky modifikované organismy - výhody, zdravotní rizika, legislativa [BSc. Thesis]. Univerzita Karlova v Praze. Praha

EUR - Lex. 2018. Přístup k informacím, účast veřejnosti a přístup k právní ochraně. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128056> (accessed March 2018).

Ganiere P, Chern WS, Hahn D. 2006. A continuum of consumer attitudes toward genetically modified foods in the United States. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 31: 129–149.

Gate2Biotech. 2007. Biotechnologie v potravinářství. Available from: <http://www.gate2biotech.cz/biotechnologie-v-potravinarstvi/> (accessed June 2007).

Gate2Biotech. 2008. Kupují Evropané geneticky modifikované potraviny? Available from: <http://www.gate2biotech.cz/kupuji-evropane-geneticky-modifikovane-potraviny/> (accessed October 2008).

Guidetti M, Conner M, Prestwich A, Cavazza N. 2012. The transmission of attitudes towards food: twofold specificity of similarities with parents and friends. *British Journal of Health Psychology*. 17: 346–61

Havel P. 2011. Dost iluzí! Geneticky upravené krece máme denně na talíři [online]. Available from: [https://ceskapozice.lidovky.cz/tema/dost-iluzi-geneticky-upravene-krece-mame-denne-na-taliri.A111214\\_211446\\_pozice\\_48291](https://ceskapozice.lidovky.cz/tema/dost-iluzi-geneticky-upravene-krece-mame-denne-na-taliri.A111214_211446_pozice_48291) (accessed December 2011).

ISAAA. 2015. Philippines Leads Southeast Asia in GM Corn Production. Available from <https://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/newsletter/default.asp?Date=5/24/2017> (accessed May 2015).

ISAAA. 2018. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2018: Biotech Crops Continue to Help Meet the Challenges of Increased Population and Climate Change. ISAAA Brief No. 54. ISAAA: Ithaca, NY.

ISAAA. 2019. Consumers' Preference to Buy Unlabeled Produce Increases after Exposure to GMO-labeled. Available from: <http://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/article/default.asp?ID=17825> (accessed November 2019).

Jermakovová V, Kibardin GM. 2015. Co pijeme a jíme? Eugenika. Praha.



Joffe, H. 2003. Risk: From perception to social representation. *British Journal of Social Psychology* 42: 55–73.

Kaźmierski T, et al.. 2008. Genetické modifikace - možnosti jejich využití a rizika. MZE. Praha.

Key S, K-C MA J, Drake PMW. 2008. Genetically modified plants and human health. *Journal of the Royal* 101: 290–298.

Kim J, Fang S. 2020. Decisions to choose genetically modified foods: how do people's perceptions of science and scientists affect their choices? Available from: [https://jcom.sissa.it/archive/19/02/JCOM\\_1902\\_2020\\_A01](https://jcom.sissa.it/archive/19/02/JCOM_1902_2020_A01) (accessed 2020).

Kramkowska M, Grzelak T, Czyzewska K. 2013. Benefits and risks associated with genetically modified food products. *Annals of agricultural and environmental medicine* 20: 413–419.

Kůst F, Stehlíková J. 2016. Situační a výhledová zpráva obiloviny. MZE. Praha.

Ladics GS, Budziszewski GJ, Herman RA, Herouet-Guicheney C, Joshi S, Lipscomb EA, McClain S, Ward JM. 2014. Measurement of endogenous allergens in genetically modified soybeans – Short communication. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 70: 75 - 79.

Mae - Wan Ho. 1998. Genetické inženýrství naděje, nebo hrozba? Alternativa. Praha.

Mallinson L, Russell J, Cameron DD, Ton J, Horton P, Barker ME. 2018. Why rational argument fails the genetic modification (GM) debate. *Food Security* 10: 1145–1161.

Mihulka S. 2015. Prvním GM živočichem povoleným v USA k jídlu se stal losos. [online]. Available from: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/prvnim-gm-zivocichem-povolenym-v-usa-k-jidlu-se-stal-losos.aspx> (accessed November 2015).

MZE. 2015. Členské státy mohou svobodněji rozhodovat o použití GMO v potravinách a krmivech. Available from: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/clenske-staty-mohou-svobodneji-rozhodovat-o-pouziti-gmo-v-potravinach-a-krmivech.aspx> (accessed April 2015).

MZE. 2016. Bezpečnost GMO. Available from: [http://eagri.cz/public/web/file/445715/Letak\\_Bezpecnost\\_GMO.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/445715/Letak_Bezpecnost_GMO.pdf) (accessed February 2016).

MZE: 2018. Available from: [https://www.bezpecnostpotravin.cz/stranka/geneticky-modifikovane-organismy-\(gmo\).aspx](https://www.bezpecnostpotravin.cz/stranka/geneticky-modifikovane-organismy-(gmo).aspx) (accessed 2018).

MZE: 2018. Available from: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/kategorie/geneticky-modifikovane-potraviny-a-krmiva.aspx?count=50> (accessed 2018). A

Naranjo SE. 2011. Impacts of Bt transgenic cotton on integrated pest management. *J. Agric. Food Chem.* 59: 5842–5851.

Ondřej M, Drobník J. 2002. Transgenoze rostlin. Academia. Praha.

Pelczyńska M, Grzelak T, Czyzewska K. 2013. Benefits and risks associated with genetically modified food products. *PubMed* 20: 413 - 9.

Phipps RH, Park JR. 2002. Environmental benefits of genetically modified crops: Global and European perspectives on their ability to reduce pesticide use. *Journal of Animal and Feed Sciences* **11**:1-18.

Ruprich J. 2015. Geneticky modifikované organismy. Available from: [http://eagri.cz/public/web/file/17405/Sbornik\\_GMO\\_2006.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/17405/Sbornik_GMO_2006.pdf) (accessed October 2015).

Semencová B. 2019. Znalosti a názory žáků na geneticky modifikované organismy. Znalosti a názory žáků na geneticky modifikované organismy [MSc. Thesis]. Univerzita Karlova v Praze. Praha

Smith TF. 1990. The history of the genetic sequence databases. *Genomics* **6**: 701 – 707.

Smyth SJ. 2014. The state of genetically modified crop regulation in Canada. *GM Crops and Food* **5**: 195 - 203.

Stockelová T. 2008. Biotechnologizace: legitimita, materialita a možnosti odporu. SOÚ. Praha.

Stratilová Z. 2012. GMO bez obalu. MZE. Praha.

Šuta: M. 2007. Biotechnologie, životní prostředí a udržitelný rozvoj, Společnost pro trvale udržitelný život. Praha.

Tabashnik BE, Brévault T, Carrière Y. 2013. Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. *Nature Biotechnology* **31**: 510–521.

Trigo E. 2011. Fifteen years of genetically modified crops in Argentine agriculture. *ArgenBio*. Buenos Aires.

VCIOM—Russian Public Opinion Research Center. 2014. GM Foods: Pro et contra. Available from: <https://wciom.com/index.php?id=61&uid=1010> (accessed 2014)