

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA
ÚSTAV KRAJINNÉ A APLIKOVANÉ EKOLOGIE



Potenciál a rizika geneticky modifikovaných plodin

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Dr. Milada Šťastná

Vypracovala:
Pavla Svobodová

Brno 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Potenciál a rizika geneticky modifikovaných plodin** vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: 20. 7. 2015

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí své práce paní doc. Ing. Dr. Miladě Šťastné za vstřícné a odborné vedení a čas, důležité rady a připomínky při psaní práce.

ABSTRAKT

Tato práce řeší problematiku geneticky modifikovaných plodin z hlediska hospodářského, environmentálního a etického. Cílem této práce je seznámit čtenáře s riziky a potenciálem geneticky modifikovaných plodin u nás v České republice i ve světě s důrazem na silné a slabé stránky a vlastnosti těchto plodin. Zvolené téma jsem zpracovala pomocí literární rešerše a zdokumentování aktuální situace. V řešení bylo použito metody srovnávací, vyhodnocena aktuální situace a provedena analýza. Přínosem této práce je shrnutí informací o geneticky modifikovaných plodinách. Na základě zjištěných údajů si čtenář může odvodit představu o rozvoji a vlivu geneticky modifikovaných plodin na lidstvo, zvířata a životní prostředí.

Klíčová slova:

Genetické modifikace, vývoj, rezistence, legislativa, druhová diverzita rostlin

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the issue genetically modified crops in terms of economic, environmental and ethical. Purpose of this work is present potential risks of genetically modified crops here in the Czech Republic and in the World, with highlighting strengths and weaknesses and characteristics of these crops. The chosen topic I have solved through a literature review and document the current situation. The solution was used comparative methods and it was evaluated assessing the current situation and analysis. The contribution of this bachelor thesis is a summary of information about genetically modified crops. Based on the collected data, the reader may infer vision for the development and impact of GM crops on humans, animals and the environment.

Key words:

Genetic modification, evolution, resistance, legislation, plant species diversity

OBSAH

1	ÚVOD.....	6
2	CÍLE BAKALAŘSKÉ PRÁCE.....	7
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	8
3.1	LEGISLATIVA GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN	8
3.2	GENETICKY MODIFIKOVANÉ PLODINY SCHVÁLENÉ PRO UVÁDĚNÍ DO OBĚHU EVROPSKOU UNÍÍ.....	9
3.3	GENETICKÉ MODIFIKACE PLODIN	10
3.4	DRUHY GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN.....	13
3.4.1	<i>Geneticky modifikovaná kukuřice</i>	<i>13</i>
3.4.2	<i>Geneticky modifikovaná pšenice.....</i>	<i>13</i>
3.4.3	<i>Geneticky modifikovaný ječmen.....</i>	<i>14</i>
3.5	OZNAČOVÁNÍ A DOHLEDATELNOST GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN.....	14
3.6	MEZINÁRODNÍ PRÁVNÍ NÁSTROJE O GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODINÁCH	15
3.6.1	<i>Mezinárodní úmluvy.....</i>	<i>16</i>
3.6.2	<i>Další mezinárodní smlouvy související s genetickými zdroji a biodiverzitou:</i>	<i>16</i>
3.6.3	<i>Mezinárodní organizace.....</i>	<i>17</i>
3.7	VÝZNAM GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN.....	18
3.7.1	<i>Vlastnosti geneticky modifikovaných plodin.....</i>	<i>18</i>
3.8	ZDOKUMENTOVÁNÍ AKTUÁLNÍ SITUACE.....	20
3.8.1	<i>Identifikace silných a slabých stránek z hlediska hospodářského a etického.....</i>	<i>23</i>
4	MATERIÁL A METODIKA	28
4.1	METODA KOMPARATIVNÍ (SROVNÁVACÍ).....	28
5	VÝSLEDKY A DISKUSE	29
5.1	KOMPARATIVNÍ (SROVNÁVACÍ) METODA.....	29
5.2	ZÁPORY GENETICKY MODIFIKOVANÝCH POTRAVIN	30
5.3	ETICKÉ HLEDISKO	31
6	ZÁVĚR	32
7	POUŽITA LITERATURA A ZDROJE.....	34
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	38

1 ÚVOD

Za posledních padesát let se široce rozšířilo využití genetických modifikací jako prostředků technické vyspělosti člověka. Tato technologie přinesla pokrok v medicíně, zemědělství, potravinářském průmyslu, ve využití při sanacích a dalších oborech. Aplikace genetických modifikací může vést ke zvýšení výnosu, bezpečnosti potravin, snížení agrochemie a spotřeby vody v zemědělství a snížení tlaku na půdu. Díky tomu můžeme zajistit energetické plodiny z obnovitelných zdrojů, lepší možnosti zdravotní péče, nová léčiva. Na druhé straně jako všechny nové technologie, které představují potenciální negativní dopady na biologickou rozmanitost, rizika pro lidské zdraví a za určitých podmínek těžké sociálně-ekonomické důsledky. Proto použití této technologie musí být založeno na principu předběžné opatrnosti a být přísně regulováno. Tato bakalářská práce obsahuje rešerši této problematiky, skutečností a názorů o jiném využití genetických úprav a biologické bezpečnosti a opatření přijatých na globální, regionální i národní úrovni. Práce se odráží od osobních názorů odborníků v dané oblasti. Je určena především pro studenty a širokou veřejnost.

Jednotlivé příspěvky se zabývají historickým vývojem geneticky modifikovaných rostlin, jejich techniky použití a přijímáním opatření na mezinárodní úrovni, stejně jako se současným používáním geneticky modifikovaných organismů na celém světě a v České republice. Zdravotní rizika geneticky modifikovaných plodin a výrobky z nich jsou analyzovány vzhledem k jejich potenciálním rizikům, bezpečnosti zdraví lidí a zvířat, potravin a krmiv, byla přijata opatření na národní a evropské úrovni v oboru označování a dohledatelnosti potravin. Zvláštní pozornost je věnována hodnocení rizik geneticky modifikovaných rostlin uvolněných do prostředí, které byly vzaty v úvahu přírodní variabilitu populací v různých podmínkách prostředí, možnost udržitelného přežití semen, další nezbytnosti a dlouhodobé sledování a problémy vyplývající z různých taxonomických terminologií. Jedna část práce se zaměřuje na testy zvířat, které v laboratorních podmínkách při testech řízeně požíly geneticky modifikovanou plodinu v rámci oboru výzkumu, biomedicíny, zemědělství, výrobě nových materiálů a jejich perspektivní způsoby použití.

2 CÍLE BAKALAŘSKÉ PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo:

- Zpracování literární rešerše týkající se problematiky geneticky modifikovaných plodin. Jejich definice, pěstování, využití, označování, dohledatelnost, národní i mezinárodní legislativa, úmluvy a organizace.
- Identifikace slabých a silných stránek geneticky modifikovaných plodin z hospodářského i etického hlediska, včetně dostupných příkladů, jejich význam, vlastnosti a rezistence vůči škůdcům a chorobám.
- Zdokumentování aktuální situace týkající se geneticky modifikovaných plodin, jejich potenciál a rizika, včetně vybraných vlastností
- Vyhodnocení získaných informací, jejich analýza a formulace závěrů.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Legislativa geneticky modifikovaných plodin

V rámci České republiky je nakládání s geneticky modifikovanými organismy upraveno zákonem č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a produkty. Byl nahrazen zákonem č. 153/2000 Sb. a vstoupil v platnost 25. 2. 2004 (MŽP, 2013). Zákon stanoví v souladu s právem Evropského společenství - práva a povinnosti osob a působnost správních orgánů při nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty. Podle zákona č. 78/2004 Sb. se rozumí: (zákon č. 78/2004 Sb.)

Geneticky modifikovaný organismem – takový organismus (kromě člověka), jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací, tj. cílenou změnou dědičného materiálu způsobem, kterého se nedosáhne přirozeně např. křížením nebo šlechtěním;

Genetickým produktem – jakákoli věc obsahující jeden nebo více geneticky modifikovaných organismů, která byla vyrobena nebo jinak získána bez ohledu na stupeň jejího zpracování a je určena k uvedení do oběhu;

Uzavřeným prostorem – prostor ohraničený fyzikálními zábranami, popřípadě v kombinaci s chemickými nebo biologickými zábranami, které omezují kontakt geneticky modifikovaných organismů nebo genetických produktů s lidmi, zvířaty a životním prostředím. Nakládáním s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty se pro účely tohoto zákona rozumí:

Uzavřené nakládání s GMO – jedná se o pěstování, uchovávání, ničení, zneškodňování či jakýmkoli jiné způsoby použití GMO v uzavřeném prostoru (laboratoři), přičemž tyto GMO nejsou schválené pro uvádění do oběhu;

Uvádění GMO do životního prostředí – GMO do životního prostředí mimo uzavřený prostor, nejde-li o geneticky modifikované organismy schválené pro uvádění do oběhu;

Uvádění GMO nebo GM produktů do oběhu – za které se považuje jejich úplatné nebo bezúplatné předání nebo nabídnutí jiné osobě, nejde-li o předání nebo nabídnutí výlučně za účelem uzavřeného naklá-

dání nebo uvádění do životního prostředí osobě oprávněné k tomuto způsobu nakládání (Zákon č. 78/2004 Sb.).

Cílem zákona je stanovit povinnosti fyzických a právnických osob tak, aby byla zajištěna ochrana zdraví člověka a zvířat, životního prostředí a biologické rozmanitosti. Dále návrh zákona stanoví postup udělování oprávnění k nakládání s geneticky modifikovanými organismy a produkty, systém kontroly nad dodržováním zákona a systém evidence uživatelů i geneticky modifikovaných organismů a produktů.

Vzhledem k tomu, že oblast genetických modifikací se rozvíjí velmi vysokým tempem a dosud nejsou potvrzeny či vyvráceny všechny potenciální dlouhodobé účinky geneticky modifikovaných organismů, vychází zákon z principu předběžné opatřnosti a je v něm obsaženo ustanovení umožňující v případě potřeby rozhodnutím správního úřadu pozastavit nebo ukončit nakládání s geneticky modifikovaným organismem.

Vydávání správních rozhodnutí v oblasti nakládání s geneticky modifikovanými organismy je podle zákona v působnosti Ministerstva životního prostředí, které při rozhodování přihlíží ke stanoviskům Ministerstva zdravotnictví, Ministerstva zemědělství a České komise pro nakládání s geneticky modifikovanými organismy a produkty. Kontrolu nad dodržováním ustanovení zákona vykonává Česká inspekce životního prostředí ve spolupráci s dalšími kontrolními správními úřady. Také zákon č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty byl novelizován, a to zákonem č. 346/2005 Sb. Na pěstitele GMO se ale i v tomto případě vztahují další zákony (Příloha č. 1) a jsou pro něj také závazné informace uvedené v technickém průvodci k osivu, který se zpětně odkazuje současnou aktuální legislativu (MŽP, 2013)

3.2 Geneticky modifikované plodiny schválené pro uvádění do oběhu Evropskou unií

Podle legislativy ES 1829/2003 o potravinách a krmivech bylo v Evropském registru geneticky modifikovaných potravin a krmiv zapsáno 12 schválených geneticky modifikovaných odrůd obilnin (Příloha č. 2). Avšak ve světě se pěstují i jiné GM obilniny, v EU se jedná jen o registraci GM kukuřice většinou určené pro krmné účely s výjimkou odrůd Bt 11, DAS1507, GA21, NK60 a MON863 které je možno použít i pro účely potravinářské.

Evropská komise uveřejnila na svých internetových stránkách přehled 26 geneticky modifikovaných produktů schválených pro použití v 25 členských státech EU (Valíčková, 2013). Tímto zveřejněním se Komise snaží předejít případným nesrovnalostem či nedorozuměním, ke kterým by mohlo dojít

v souvislosti s nedávným importem neschválené GM kukuřice Bt10 firmy Syngenta z USA do Španělska a Francie (KVASNIČKOVÁ, 2005).

Produkty uvedené v příloze č. 3 lze legálně prodávat v zemích EU. Podle komisaře EU pro zdraví a ochranu spotřebitelů Markose Kypriana se ale v současné době mnoho z těchto výrobků nenachází na trhu EU. V České republice jsou schváleny zatím jen dvě odrůdy GM kukuřice, jež pocházejí od firmy Monsanto. První odrůdou je kukuřice linie NK603 odolná proti herbicidu glyfosátu, je však schválena jen k uvádění do životního prostředí a oproti druhé odrůdě jí není možné použít pro komerční účely. Druhou odrůdou je GM kukuřice MON810 s transgenem proti zavíječi kukuřičnému, která je povolena v ČR uvádět do oběhu, ale na rozdíl od jiných zemí, zatím se využívá jen pro krmné účely (MŽP, 2013).

3.3 Genetické modifikace plodin

S genetickými modifikacemi potravin rostlinného i živočišného původu začal člověk před tisíci lety, když se z lovce stal zemědělcem. Není pochyb o tom, že naši předci byli úspěšnými chovateli a pěstiteli, a také byli schopni podstatně zvýšit kvalitu i kvantitu zemědělské produkce. Přes nemalé úspěchy v posledních desítkách let stávající techniky neumožňovaly kombinovat vlastnosti rostlin různých druhů. To se podařilo jen v mimořádných případech, jako např. u Tritikale (kříženec pšenice a žita). Moderní biotechnologické metody (označované též jako genové inženýrství), založené na nedávných objevech molekulární biologie a genomiky, mezidruhový přenos vlastností umožňují a tím dávají možnost ohromné perspektivy v řadě lidských činností. Snahou genového inženýrství je úprava (modifikace) genetického materiálu (DNA) tak, aby získal novou vlastnost nebo minimalizoval nežádoucí vlastnosti. Získání nové vlastnosti je dosaženo vnesením nového (cizího) genu (tj. části DNA z jiného organismu) umožňujícího vytvoření nové bílkoviny, která je nositelkou nové vlastnosti. Metody genového inženýrství spočívají v tom, že se v laboratoři přenesou jeden nebo několik genů, tj. dědičných informací pro jednu, maximálně dvě vlastnosti, z jednoho organismu do druhého. Tímto způsobem je možné přenášet geny mezi zcela odlišnými organismy, například z ryby do jahody, z bakterie do kukuřice, z člověka do bakterie (DOUBKOVÁ, 2003).

Výroba potravin, často i jen potravinářských surovin, je jen jednou ze škál možností, které tyto nové biochemické přístupy nabízejí. Přestože se stala jednou z nejčastěji diskutovaných oblastí moderních technologií. Někteří aplikaci novodobých biotechnologií v zemědělství propagují a vítají, další ji striktně ztracují a odmítají. Na druhou stranu je možno přijmout fakt, že všechny nové technologie a postupy mají logicky nedostatky, které je nutno dalším výzkumem postupně minimalizovat až odbourat úplně. Z těchto

rizik je plně opodstatněný požadavek usměrnění a kontrolu nad zaváděním nových technologií (KUBÍČEK, 2006).

Problematika geneticky modifikovaných organismů (GMO) rostlinného původu je v současné době omezena zatím na relativně malý počet zemědělských komodit, které mají vazbu k potravinářství. Především je to hořčice sója, kukuřice, brambor, rýže, pšenice, ječmen, slunečnice, cukrovka a rajčata. Převážně se jedná o modifikace představující tolerance k určitému specifickému herbicidu nebo odolnost proti hmyzím škůdcům, případně o kombinaci těchto vlastností (KÁŠ, 2005).

Zatím majoritně jsou pěstovány komodity, jejichž modifikace jsou zaměřené na zlepšení nutričních či technologických vlastností, např. sója s vysokým obsahem kyseliny olejové nebo laurové, rajčata s prodlouženou skladovatelností, brambory s vysokým obsahem škrobu, atd. Z hlediska potravinářského vycházíme především s přidanou nutriční hodnotou např. zvýšení obsahu antioxidantů, vyšší obsah vitamínů či provitaminů, barviv a dalších nutričně či technologicky významných látek. Rozpracovaných je řada dalších projektů, které budou pro spotřebitele mnohem atraktivnější (jako například potraviny podporující trávení, zvyšující prevenci vůči kardiovaskulárním onemocněním či s lepší chemickou skladbou pro diabetiky). Takové aplikace mohou v blízké době podstatně podpořit růst ekonomiky zemědělské produkce a docílit zemědělce k tomu být zcela nezávislí na dotacích, neboť jim pomůže k vysokým ziskům z malé plochy (O'BRIEN a HENRY, 2000).

První zemí, která pěstovala transgenní plodinu pro komerční využití byla Lidová republika Čína začátkem 90. let. Byl to tabák rezistentní k virům. V USA firma Calgene získala jako první povolení pro pěstování GM plodiny jako potraviny, bylo to rajče Flavr Savr se zpožděným dozráváním roku 1994 (ŘEPKOVÁ, 2013).

Jedinou plodinu, kterou lze v rámci Evropské Unie na území České republiky pěstovat komerčně je kukuřice linie MON 810, která je odolná vůči hmyzím škůdcům. Byla schválena pro pěstování a uvedení do oběhu v roce 1998 a některé její odrůdy byly zaevidovány ve společném katalogu Evropské Unie. Poprvé v České republice byla kukuřice MON 810 pěstována komerčně roku 2005 a roku 2008 dosáhla osetá plocha 8 380 hektarů. Produkce je z největší části využívána jako krmivo přímo pěstitelům nebo je zpracována na bioplyn.

V zemích Evropské Unie nelze pěstovat geneticky modifikovanou sóju tolerantní k herbicidu Roundup, ale s velkou pravděpodobností se vyskytuje v dovážených krmivech. Můžeme se s ní také setkat v olejích vyráběných ze sóji (ROUDNÁ, 2008).

V České republice se mohou pěstovat produkčně jen takové geneticky modifikované plodiny, které prošly přísným schvalovacím procesem na úrovni Evropské unie. Ten zahrnuje i vyhodnocení případných rizik geneticky modifikovaných plodin pro zdraví lidí a zvířat i životního prostředí. Odrůdy musí být zapsané do Státní odrůdové knihy a v rámci ČR dále i do Společného katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin v Evropské unii (KŘÍSTKOVÁ, 2011).

Od roku 2005 se v ČR pěstují geneticky modifikované plodiny. První povolenou plodinou byla Bt kukuřice odolná vůči zavíječi kukuřičnému, jehož škodlivost se projevila v mnoha regionech z hlediska ekonomického zatížení. Díky Bt kukuřici není nutno používat prostředky chemické a biologické obrany, protože si vytváří svůj vlastní rostlinný insekticid. V roce 2010 byly schváleny k pěstování rovněž geneticky modifikované brambory Amflora s upraveným obsahem škrobu, které jsou určeny k průmyslovému využití. Česká republika je jednou zemí v Evropské unii, kde se pěstují obě tyto geneticky modifikované plodiny. Ve srovnání se světem je pěstování geneticky modifikovaných plodin v Evropské unii okrajovou záležitostí, což je zdůvodněno tím, že stále přetrvává negativní pohled na zemědělské využívání biotechnologií (OTÁHALOVÁ, 2011).

Česká republika se při posuzování geneticky modifikovaných plodin řídí následujícími zásadami:

- Přiměřeně uplatňuje princip předběžné opatrnosti
- Postupuje podle principu případ od případu
- Rozhodnutí o nakládání s geneticky modifikovaným materiálem nesmí narušovat mezinárodní obchod spojený s možnými sankcemi vůči členským zemím EU

Česká republika nenařizuje, zdali pěstovat rostlinu klasickou nebo geneticky modifikovanou odrůdu plodin. Je to výhradní právo a volba každého pěstitel.

Pro problematiku geneticky modifikovaných plodin je základním kompetentním orgánem Ministerstvo životního prostředí, konkrétně pak Česká komise pro nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty. Oblast produkčního pěstování geneticky modifikovaných plodin a bezpečnost potravin spadá do kompetence Ministerstva zemědělství a jeho Vědeckého výboru pro geneticky modifikované potraviny a krmiva a také Komise geneticky modifikovaných organismů (EAGRI, 2012).

3.4 Druhy geneticky modifikovaných plodin

3.4.1 Geneticky modifikovaná kukuřice

Geneticky modifikovaná kukuřice oproti nemodifikované je mnohem odolnější vůči klimatickým a půdním podmínkám a pesticidům. Snaha o přípravu transgenní kukuřice byla zaznamenána už počátkem osmdesátých let, avšak její příprava nebyla příliš úspěšná. Až v roce 1987 se to změnilo díky panu Kleinovi, který vyvinul technologie mikroprojektilového bombardování neboli genového děla, což vedlo k prvním úspěchům. Od té doby byly transformační technologie vyvíjeny zrychlujícím se tempem. V dnešní době se však transgenní kukuřice připravuje především nepřímo metodou transgenose, a to pomocí bakterií (BRIEN a HENRY, 2000)

Ve světě se geneticky modifikovaná kukuřice, jako nejvíce rozšířené GM obilniny, pěstuje pro komerční účely celkem cca 27 odrůd. Prozatím mezi tyto odrůdy patří především odrůdy rezistentní vůči hmyzu a herbicidům, a také jsou vyvíjeny i nové (např. pro zvýšenou produkci škrobu). V České republice je zatím pro komerční účely využívána jen jedna odrůda, a to Bt – kukuřice od firmy Monsanto MON810 (KÁŠ, 2004)

Odpůrci zavádění Bt – kukuřice poukazují zejména na možnost poškození užitečného hmyzu a na druhé straně rychlejšího vzniku rezistentních forem škůdců. Strategiemi proti vzniku druhé eventualy se zabývá již řada odborníků a firmy zřejmě vyvíjejí další systémy, které umožní ochranu proti škůdcům na odlišné bázi. Uvádí se však, že ekonomický přínos Bt plodin je vzhledem k nižším ztrátám na výnosech vysoký (OVESNÁ, 2000).

3.4.2 Geneticky modifikovaná pšenice

V rámci České republiky je pšenice velmi významnou plodinou, ale přesto se zde její modifikované odrůdy zatím nepěstují. V roce 1997 byl protokol pro její první účinnou transformaci patentován firmou Novartis. Tento patent je platný v USA i v evropských zemích, i když v Evropě žádná z těchto odrůd dosud nebyla schválena pro uvádění do životního prostředí. Tyto transgenní odrůdy jsou dále rozvíjeny především společnostmi Novartis a Monsanto. Nejznámější jsou odrůdy odolné vůči herbicidům a houbovým patogenům. Zdokonaluje se zejména odolnost vůči fuzáriovému vadnutí, které způsobuje hospodářské ztráty. Toxiny produkované tímto parazitem jsou pro člověka značně škodlivé. Pracuje se rovněž na odrůdách s pozmeněným spektrem zásobních bílkovin, zejména *Triticum durum* a studuje se možnost změny složení škrobů.

Výzkum genetických modifikací pšenice, pomocí molekulární biologie v laboratořích a pokud možno následně vývoj dalších odrůd, bude zcela nepochybně dále pokračovat, protože tato technologie má do budoucna značné výhody a hlavně ekonomický význam (BRIEN a HENRY, 2000).

3.4.3 Geneticky modifikovaný ječmen

Jako poslední ze všech významných obilnin byl transgen ječmene připraven v roce 1994 Wanem a Lemauxem, a stal se tak poslední z nejvíce na světě rozšířených obilnin, pro které byly metody transformace vyvinuty. Tak jako u mnoha rostlin, šlechtění či křížení klasického „nemodifikovaného“ ječmene je omezeno obtížnější transformací jeho genů. I tak byly získány odrůdy se zvýšenou odolností vůči pesticidům a chorobám, což vedlo k nárůstu výnosů a zlepšení kvality ječného zrna pro výrobu potravin a krmiv. Také byly prováděny genetické modifikace ječmene pomocí přímé transformace i nepřímé pomocí bakterie *Agrobacterium tumefaciens*, ale zatím však jejich výsledky nebyli stoprocentně dostačující, a proto i nadále probíhá výzkum (BRIEN a HENRY, 2000).

Vědci z University Wageningen připravili novou metodu získávání rezistentních geneticky modifikovaných užitkových rostlin. Do těchto rostlin se na rozdíl např. od transgenní kukuřice nevnáší geny z cizích druhů. Vědci se domnívají, že takto pozměněné obiloviny by mohly být pro spotřebitele vhodnější. Výzkumy jsou zaměřeny na deaktivaci tzv. „genů náchylnosti“ nebo „S-genů“ přesnými manipulacemi. „Tyto dědičné znaky zodpovídají za to, že v napadené rostlině choroba skutečně propukne“, tvrdí Dr. Yuling Bai z wageningské univerzity.

Prvního úspěchu dosáhli vědci u padlí na ječmeni. U odrůdy odolné vůči padlí se jim podařilo určit gen náchylnosti a jeho pozici v genomu. Příslušný gen nyní chtějí deaktivovat i v jiných odrůdách. Příští cílovou chorobou je plíseň bramborová.

Vědci také identifikovali další „S-geny“, s jejichž pomocí chtějí zabránit propuknutí např. virových chorob. Nejprve však musí podrobit nově vyvinuté odrůdy testům na možné vedlejší účinky, které mohou mít deaktivované „S-geny“ při pěstování (AGRIS, 2010)

3.5 Označování a dohledatelnost geneticky modifikovaných plodin

Potraviny a krmiva, které obsahují geneticky modifikovanou složku, či jsou z geneticky modifikovaných plodin vyrobené, musí být dle nařízení Evropské Unie označeny „geneticky modifikovaný...“ nebo „vyrobena z geneticky modifikovaného...“ (ROUDNÁ, 2008)

3.6 Mezinárodní právní nástroje o geneticky modifikovaných plodinách

Nežádoucí změny životního prostředí a v něm žijících organismů v posledních desítkách let vyvolaly vrcholná jednání a vedly k opatření na mezinárodní úrovni, které se používají do opatření jednotlivých zemí. Tyto opatření se týkají nejen životního prostředí, ale také do oblasti zemědělství, vědy, ekonomiky a kultury.

Poprvé, kde se na mezinárodní úrovni řešila tato problematika, byla světová konference OSN o lidském životním prostředí ve Stockholmu v roce 1972. Přelomovým jednáním se stala konference OSN o životním prostředí a rozvoji (UNCED) kde byly přijaty významné environmentální smlouvy v Rio de Janeiro v roce 1992. Po deseti letech od přijetí se potvrdily závěry na zasedání Světového summitu o udržitelném rozvoji prokázaly důležitost genetických zdrojů pro lidstvo (WSSD, Johannesburg, 2002). V přijatém implementačním plánu tento summit požaduje mimo jiné jednání o mezinárodním režimu zaručujícím rovnoměrné a spravedlivé rozdělování přínosů získaných z využívání genetických zdrojů (ROUDNÁ a DO-TLAČIL 2007).

Nejvýznamnějším právním nástrojem se považuje Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti (CPB) k Úmluvě o biologické rozmanitosti (CBD) přijat v roce 2000 a v platnost vstoupil v září roku 2003. Cílem Protokolu je zajistit ochranu a bezpečnost přes hranice států při manipulaci, používání a transportu modifikovaného materiálu, který je výsledkem moderních biotechnologií a nadále mohou mít negativní vliv na ochranu biologické rozmanitosti. Protokol je založen na principu předběžné opatrnosti z důvodu nedostatečných zkušeností a krátkodobé praxe s genetickými modifikacemi. Uplatnění principu vyžaduje specifika v postupech analýz a odhadů, posuzování vlivů na životním prostředí v souvislosti s určitými činnostmi a plánovanými zásahy. Závisí na nich vydání rozhodnutí o schválení či zamítnutí plánovaného zámeru. Tento princip je uplatňován v situacích, kdy nejsou podloženy a prozkoumány vědeckými podklady, dalšími důkazy a jistotou. Všeobecně je používán od sedmdesátých let dvacátého století a je promítnut i v dalších mezinárodních smluv vztahujících se na životní prostředí, tak je i propojen do mnoha vnitrostátních právních předpisů.

Dalším právním nástrojem se zabývá Úmluva o přístupu k informacím, účasti veřejnosti na rozhodnutí a přístupu k právní ochraně v záležitostech životního prostředí (Aarhuská úmluva) a po druhém zasedání byl přijat speciální dodatek, (květen 2005) který podrobněji popisuje pravidla přístupu k informacím a účasti veřejnosti v rozhodovacím procesu při uvolňování geneticky modifikovaného materiálu do prostředí a jejich uvádění na trh.

V současnosti se jeví poměrné rozdíly mezi geografickými oblastmi a jednotlivými státy, pokud se jedná o praktické plnění Aarhuské úmluvy a plnění jejich tří oblastí, tj. přístupu k informacím v oblasti geneticky modifikovaných druhů (včetně labellingu – označování), účasti veřejnosti při přijímání rozhodnutí a přístupu k právní ochraně a všech událostí a záležitostech týkajících se geneticky modifikovaných druhů. Problémy s uplatňováním mají především některé státy východní Evropy a střední Asie (především státy bývalého Sovětského svazu) z důvodu absence státní legislativy, případně její neuplatnění v praxi. Ve většině se to týká států a nevládních organizací, které ve větší míře prosazovaly přijetí dodatku k Aarhuské úmluvě, avšak důkazem vývoje sám o sobě vnitrostátní problémy v těchto zemích řešit nemůže. Nejlepší situace z popsaných oblastí je v možnostech přístupu k informacím. Ve státech, kde přetrvávají problémy, převážně střední Asie, byla proto vybudována střediska Aarhuské úmluvy, jejichž snahou a cílem je umožnit komunikaci a propojení mezi státními orgány a širokou veřejností (ROUDNÁ, 2008).

3.6.1 Mezinárodní úmluvy

Mezi hlavní nástroje na mezinárodní úrovni patří úmluva o biologické rozmanitosti (Convention on Biological Diversity – CDB) a Mezinárodní smlouva o genetických zdrojích rostlin pro výživu a zemědělství (Internacional Treaty Plant Genetic Resources for Food and Agriculture - ITPGRFA) v oblasti genetických zdrojů zemědělských plodin (ROUDNÁ a DOTLAČIL, 2007).

3.6.2 Další mezinárodní smlouvy související s genetickými zdroji a biodiverzitou:

- Úmluva o mezinárodním obchodu ohroženými druhy volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (CITES; UNEP, PŘIJETÍ 1973, vstup v platnost 1975)
- Mezinárodní úmluva o ochraně nových odrůd rostlin (UPOV- 1968, revize 1972, 1978, 1991)
- Úmluva o ochraně světového kulturního a přírodního dědictví (UNESCO, 1972)
- Úmluva o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva (Ramsarská úmluva, UNESCO, 1971, vstup v platnost 1975)
- Úmluva o ochraně stěhovavých druhů volně žijících živočichů (Bonnská úmluva; UNEP, sjednána 1979, vstup v platnost 1983)

- Úmluva o ochraně evropských plane rostoucích rostlin, volně žijících živočichů a přírodních stanovišť (Bernská úmluva, Rada Evropy, sjednána 1979, vstup v platnost 1982)
- Rámcová úmluva o ochraně a udržitelném rozvoji Karpat (UNEP; sjednána 2003, vstup v platnost 2006)
- Evropská úmluva o krajině (Rada evropy, sjednána 2000, vstup v platnost 2004)
- Rámcová úmluva o změně klimatu (Framework Convention on Climate Change – FCCC; přijetí 1992, vstup v platnost 1994) a k ní příslušející Kjótský protokol (1997, vstup v platnost 2005)
- Úmluva o boji proti desertifikaci (Convention to Combat Deserfitacation – CCD; přijetí 1994, vstup v platnost 1996)
- Mezinárodní smlouvy představují právě závazné dokumenty. Povinnost plnění závazků z nich vyplívajících na sebe berou jednotlivé smluvní strany - státy a eventuálně další sdružení (například evropská Unie) prostřednictvím ratifikace (ROUDNÁ a DOTLAČIL, 2007).

3.6.3 Mezinárodní organizace

V mezinárodním měřítku se nejčastějšími otázkami ohledně stavu zdrojů a přístupu ke genetickým zdrojům zabývají především organizace: OSN pro výživu a zemědělství (FAO), Program OSN pro životní prostředí (UNEP), organizace zabývající se právy duševního vlastnictví a souvisejícími aspekty- Světová organizace pro duševní vlastnictví (WIPO) a její Mezivládní výbor pro genetické zdroje, tradiční znalosti a folklór (IGS), Mezinárodní unie pro ochranu nových odrůd rostlin a další (ROUDNÁ, 2008).

3.7 Význam geneticky modifikovaných plodin

3.7.1 Vlastnosti geneticky modifikovaných plodin

Geneticky modifikovaná plodina má oproti klasicky pěstovaným druhům určité vlastnosti, které ji dělají lepší a odolnější vůči mnoha vlivům.

Rezistence k herbicidům, škůdcům a virům, stresovým faktorům, chladu a suchu, zasolení.

Prvním šlechtitelsky významným úspěchem bylo vnesení transgenů pro odolnost rostlin vůči herbicidům. Plevel má významný negativní podíl na kvalitě plodiny a výši výnosů. Je to důsledek konkurence mezi plodinou a plevelem při získání látek potřebných k životu rostliny a světla. Plevelé jsou také zdrojem různých škůdců. Aplikace herbicidů je tedy nezbytná. Herbicidy jsou chemické látky, které narušují určité procesy (metabolické, biochemické) v rostlině a tím ji poškozují. Jsou toxické pro rostliny. Řada těchto procesů probíhá v chloroplastech, a tím je často ovlivňována fotosyntéza.

Problémem využití herbicidů je selektivní eliminace jen plevele a nepoškození kulturní plodiny. To je klasickými přístupy vyřešeno jen v některých případech, například jednoděložné vs. dvouděložné rostliny. Navíc řada herbicidů je zátěží pro přírodní prostředí. Vyřešení tohoto problému nabízejí genetické modifikace. Využívají se herbicidy nové generace, které jsou sice velmi účinné, ale účinkují jen na rostliny, ne na živočichy, a rychle se v prostředí rozkládají, aniž by zanechávaly škodlivé zplodiny. Byly známy dříve, než byly vytvořeny účinné transgenní rostliny, ale nedaly se použít pro ochranu před zapelevelením, protože působily na všechny rostliny, tedy i na kulturní odrůdy, které mají chránit; jsou to herbicidy totální (ŘEPKOVÁ, 2013). Ze všech geneticky modifikovaných pěstovaných plodin je 54 % rezistentních vůči použití herbicidům (FERRY, 2009).

Teprve po vnesení transgenů pro necitlivost k těmto herbicidům do rostlinných genomů kulturních druhů jsou tyto účinné a bezpečné herbicidy k dispozici pro ošetřování transgenních plodin. V praxi to znamená, že místo několikanásobného postřiku různými herbicidy se rostlina ošetří tímto novým herbicidem pouze jednou nejvýše dvakrát. Celkové množství herbicidu se snižuje, sníží se ekonomické náklady, lidská práce a sníží se produkce skleníkových plynů. Vše je prospěšné pro životní prostředí.

Rezistence k hmyzím škůdcům byla využita vnesením syntetizovaného genu δ -endotoxinu do genomu bramboru (*Solanum Tuberosum*) a byla zjištěna vysoká rezistence k mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*). Transgenní brambory s vysokou odolností k mandelince bramborové mají jakostní a výnosové parametry stejné a mikrobiální populace zůstává na transgenních rostlinách se liší nepatrně od standardních odrůd. U tabáku se v chloroplastech dosáhlo díky zvýšení δ -endotoxinu zvýšení proteinů

v listech. Díky transgenu nyní existuje *kukuřice (Zea mays)* odolná vůči zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*). Další geny jsou vhodné pro navození odolnosti vůči hád'átkům a broukům.

Roku 1985 byla vyslovena hypotéza, podle které hostitel, u něhož dochází k expresi určitých sekvencí nukleových kyselin patogena, se může stát rezistentní k tomuto patogenu. Hypotéza byla poprvé potvrzena roku 1996 u tabáku. Transgenní rostliny s genem pro plášťový protein byly rezistentní k viru tabákové mozaiky. V současnosti se projev transgenů pro plášťový protein považuje za obecně působící mechanismus odolnosti k odpovídajícímu viru. Zdrojem transgenů pro plášťové proteiny jsou viry. Rostliny brambor byly v polních pokusech úspěšně testovány v rezistenci vůči viru X. Další pokusy se provádí s rezistencí k viru Y a viru svinutky listů brambor. Přítomnost bílkoviny v rostlinné buňce působí odolnost proti tomu typu viru, z něhož pochází gen, a proti virům příbuzným. Plášťový protein je zabudován do buněčné stěny rostliny a brání vniknutí dalších virových částic se stejným plášťovým proteinem. Stupeň ochrany závisí na konstrukci chimérického genu a na místě začlenění v rostlinném genomu.

K odstranění oxidativního stresu se využívá antioxidantů, genů, kódujících látky enzymatické i neenzymatické povahy, které mají schopnost odstraňovat kyslíkové radikály. Příkladem je superoxid-dismutáza; gen z tabáku byl vnesen do genomu vojtěšky.

Další vlastností je odolnost vůči dehydrataci je možné řešit prostřednictvím změn ve složení lipidů plazmatické membrány. Včleňuje se gen izolovaný ze sinice a změny ve spektru mastných kyselin prostřednictvím enzymu delta-desturázy, který tento gen kóduje. Dochází k menším ztrátám vody.

Výhodou je také rezistence k zasolení – díky proteinu v rostlinách, který vycytává sůl a ukládá ji v oddělených kompartmentech uvnitř rostlinných buněk. Pokud je soli hodně, bílkovina nestačí všchnu sůl zabudovat a volná sůl přítomná v rostlině naruší normální biochemické pochody v buňkách, a rostlina usychá. Bylo vytvořeno geneticky modifikované rajče, které vytváří více proteinu transportujícího sůl, a to rostlině dovoluje růst a produkovat plody i v případě, že je zalévána 50x slanější vodou než je běžné. Rajče odolává vodě, která obsahuje třetinu solí vody mořské.

Rajče je obecně považováno za citlivé k chladu. Díky expresy transkripčního faktoru z rodiny AP2/EREBP způsobuje zvýšenou toleranci k chladu, oxidativnímu stresu a vodnímu deficitu u rajčete a řepky olejky. Další geny se vkládají vůči stresovým faktorům (ŘEPKOVÁ, 2013).

3.7.1.1 Význam transgenů pro budoucnost

Současné transgenní odrůdy rostlin se označují jako transgenní odrůdy první generace. Obsahují transgeny, které zvyšují výnos a jsou tedy především v zájmu zemědělců. K uznání jako odrůdy jsou již

vybaveny transgenní logii, budou mít přidanou hodnotu pro spotřebitele ve formě zvýšeného obsahu vitamínů nebo dalších typů látek prospívajících zdraví, nebo konečně nové typy rostlin pro průmyslové využití. Zatím však nikde jako odrůdy uznány nebyly (ROUDNÁ, 2008).

Dále transgenní odrůdy hrají stále větší roli v pěstování rostlin, a to se zrychluje s rychlými pokroky v technice genomu a nových skutečností v oblasti genetických studií. Pokrok v genetice posouvá dále výzkum každý den na celém světě. Vědci v mnoha oborech využívají data o genetice a zlepšují vlastnosti rostlin a diagnostikují prognózy a léčky rakoviny a dalších vážných nemocí (KUMAR, 2014).

3.8 Zdokumentování aktuální situace

V současné době se GM plodiny pěstují celkem ve 25 státech. Mezi největší pěstitele patří USA, Brazílie a Argentina, za nimi následuje Indie, Kanada, Čína, Paraguay, Jižní Afrika, Uruguay, Bolívie, Filipíny, Austrálie, Burkina Faso, Španělsko a Mexiko. V menší míře (tj. na méně než 0,1 milionů hektarů) se pěstují GM plodiny v Chile, Kolumbii, Hondurasu, České republice, Portugalsku, Rumunsku, Polsku, Kostarice, Egyptě a Slovensku (viz. tab. č. 1). Nejčastěji pěstovanou plodinou je sója, za ní následuje kukuřice, bavlník a řepka. Existují také GM odrůdy řady dalších plodin, jako brambor, rýže, pšenice, slunečnice, cukrovka, rajčata, tykev, čekanka, květák, melouny, papája, ananas, banány a jahody (ROUDNÁ, 2008).

Pořadí	Země	Plocha (mil. ha.)	Plodina
1*	USA	64,0	Sójové boby, kukuřice, bavlník, kanola, dýně, papája, vojtěška, cukrová řepa
2*	Brazílie	21,4	Sójové boby, kukuřice, bavlník
3*	Argentina	21,3	Sójové boby, kukuřice, bavlník
4*	Indie	8,4	Bavlník
5*	Kanada	8,2	Kanola, kukuřice, sójové boby, cukrová řepa
6*	Čína	3,7	Bavlník, rajče, papája, paprika
7*	Paraguay	2,2	Sójové boby
8*	Jižní Afrika	2,1	Kukuřice, sójové boby, bavlník
9*	Uruguay	0,8	Sójové boby, kukuřice
10*	Bolívie	0,8	Sójové boby
11*	Filipíny	0,5	Kukuřice
12*	Austrálie	0,2	Bavlník, kanola
13*	Burkina Faso	0,1	Bavlník
14*	Španělsko	0,1	Kukuřice
15*	Mexiko	0,1	Bavlník, sójové boby
16	Chile	<0,1	Kukuřice, sójové boby, kanola
17	Kolumbie	<0,1	Bavlník
18	Honduras	<0,1	Kukuřice
19	Česká Republika	<0,1	Kukuřice
20	Portugalsko	<0,1	Kukuřice
21	Rumunsko	<0,1	Kukuřice
22	Polsko	<0,1	Kukuřice
23	Kostarika	<0,1	Bavlník, sójové boby
24	Egypt	<0,1	Kukuřice
25	Slovensko	<0,1	Kukuřice

***15 největších pěstitelů GM plodin, jejichž plochy zaujmají 50 000ha a více**

Obrázek č. 1: Pěstování GM plodin ve světě, 2009 (TAŤÁKOVÁ, 2010)

Každoroční zpráva o geneticky modifikovaných plodinách ve světě vydávaná nevládní neziskovou organizací ISAAA (the International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications) udává, že ani v roce 2014 nedošlo k zastavení růstu celkových ploch, na nichž se geneticky modifikované rostliny pěstují. Ze 175 miliónů hektarů pěstovaných zhruba 18 miliony farmářů v 28 zemích v roce 2013 se plochy vyšplhaly na 181 miliónů hektarů v roce 2014 (BIOTRIN, 2015).



Graf. č. 1: *Plochy geneticky modifikovaných plodin stále rostou* (OSEL, 2004)

Poprvé se začal v Bangladéši pěstovat lilek typu Bt, který byl schválen v říjnu 2013 a oset v lednu 2014. Místní farmáři si ho velice oblíbili a přijali pro svoji zemědělskou činnost. Dále došlo v USA ke schválení geneticky modifikovaných brambor typu Innate a geneticky modifikované vojtěšky typu KK179 se sníženým obsahem ligninu. Úspěchem zpětinásobení své plochy v USA (z 50 tisíc hektarů v roce 2013 na 275 tisíc hektarů v roce 2014) také dosáhla geneticky modifikovaná kukuřice odolná vůči suchu.

Za téměř 20 let užívání geneticky modifikovaných plodin zpráva ISSA opakovaně poukazuje na zaznamenané přínosy – např. o 37% snížení použité pesticidů, v průměru o 22% zvýšení výnosů a o 68% nárůst pěstitelských zisků (BIOTRIN, 2015).

V rámci České republiky je GM plodina využívána pro polní pokusy a pro pěstování Bt kukuřice MON810 (TAŤÁKOVÁ, 2010).

3.8.1 Identifikace silných a slabých stránek z hlediska hospodářského a etického

3.8.1.1 Vliv geneticky modifikovaných plodin na člověka a zvířata

V rámci zdraví člověka i zvířat hrozí nebezpečí možných toxických látek pro organismus způsobujících toxicitu či alergické reakce, které se nečekaně projeví po požití plodin v různém množství (ROUDNÁ, 2008).

Avšak výzkum geneticky modifikovaných organismů se prudce rozvíjí, protože jsou jednou z možností, jak v budoucnu zajistit pro lidstvo dostatek potravin. Při pěstování geneticky modifikovaných plodin není nutno používat pesticidy, takže je šetrnější k životnímu prostředí. Výsledkem mnohaleté činnosti vědeckých ústavů je závěr, že geneticky modifikované plodiny ani potraviny nejsou nebezpečné. Přesto se o nich v různých médiích objevují zavádějící a nepřesné informace (EAGRI, 2013).

Zajištění zdraví a bezpečnosti z hlediska možných zdravotních rizik v problematice geneticky modifikovaných plodin je nejdůležitějším cílem veškerého hodnocení, které v současnosti řídí řádně propracovaný mezinárodní systém kritérií mezinárodní zdravotnickou organizací (WHO) a Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). Byla navržena v principu tak, aby pokryla všechna bezpečnostní rizika nově vyvinutých geneticky modifikovaných plodin. Zahnuje především posouzení nové plodiny a vhodnou srovnávací plodinou, jejíž bezpečnost byla prověřena dlouhodobě. Jejím cílem je zjistit míru totožnosti a rozdílů s léty prověřenou standardní plodinou. I minimální rozdíly jsou pak předmětem dalšího zkoumání, porovnávání a hodnocení bezpečnosti.

Bezpečnost geneticky modifikovaných plodin ve vztahu ke zdraví člověka a zvířat se v rámci Evropské Unie posuzuje zdravotní nezávadnost plodin (ROUDNÁ a DOTLAČIL, 2008).

3.8.1.2 Vliv geneticky modifikovaných plodin na životní prostředí

V procesu křížení je možný vznik nežádáných plevelů či volně rostoucích rostlin, které mohou být podobné či příbuzné kulturním rostlinám s rozdílem odolnosti vůči stresovým faktorům či chorobám a škůdcům. Dalším rizikem pro životní prostředí a jeho fungování ekosystému je snížení biodiverzity (biologické rozmanitosti) například v zemědělské produkci nahrazení obsáhlejšího spektra kulturních druhů za menší množství druhů geneticky modifikovaných kultivarů (ROUDNÁ, 2008).

Silnou stránkou je dědičný materiál změněný genovou technologií, která patří mezi jednu z metod šlechtění. Díky tomu vykazují geneticky modifikované plodiny některé znaky, které běžné rostliny v přírodě nemají. Genetické šlechtění zajistí rostlinám vylepšené vlastnosti, které jsou přírodního, nikoliv

syntetického původu. Příkladem je odolnost proti škůdcům, extrémním výkyvům počasí nebo tolerance vůči chemickým přípravkům. Tyto vlastnosti znamenají úsporu u nákladů, zvýšený výnos, zkvalitnění produkce a větší šetrnost k životnímu prostředí. Právě pro svoje výhody se pěstování geneticky modifikovaných plodin stal o ve světě nejrychleji rozšířenou technologií (EAGRI, 2013).



Obrázek. č. 2: Geneticky modifikovaná kukuřice (KOUKAL, 2008)

3.8.1.3 Vliv geneticky modifikovaných plodin z etického hlediska

Zdravotní vliv dlouhodobé konzumace geneticky modifikovaných potravin na lidech nebyl nikdy sledován a studie na zvířatech vedly k celé řadě těch nejzávažnějších zdravotních poškození. U zvířat, která konzumovala různé geneticky modifikované potraviny, byl prokázán růst potenciálně kancerogenních buněk a poškození imunitního systému, u potomků potom zmenšení mozku a zhoršení funkce jater, nevyšvětlitelné anomálie, problematická těhotenství a zvýšení úmrtnosti (SLIMAKOVÁ, 2014).

ECEAE (Evropská koalice za ukončení pokusů na zvířatech) kritizuje použití zvířat ve francouzské studii o kukuřici a herbicidu Roundup. Výzkumníci z univerzity v Caen krmili potkany geneticky upravenou kukuřicí, která byla po dobu dvou let stříkaná herbicidem Roundup. Experiment zopakoval v podstatě dřívější výzkum, který dříve neprokázal žádné riziko pro člověka. Francouzští vědci pokus stále opakovali, dokud se u potkanů nevyvinuly rakovinné nádory velkých rozměrů, které vedly k mnohačetným poškozením orgánů a předčasné smrti u 50 % samců a u 70 % samic.

Fotografie potkanů (viz obrázek. č. 3) s tělesnými nádory velkých rozměrů se objevily ve článku publikovaném v časopise Food and Chemical Toxicology (Potravinářská a laboratorní toxikologie). Podle Brit-

ského koordinačního výboru pro výzkum rakoviny (UKCCCR) „by nádor obvykle neměl přesáhnout 5% standardní tělesné hmotnosti zvířete v případě použití zvířete pro běžné nádorové testy, nebo 10% u zvířat zapojených v terapeutických experimentech (10 % váhy obvykle představuje podkožní nádor s průměrem 17 mm u 25 g těžké myši, nebo 35 mm u 250 g těžkého potkana).“ Americká komise pro péči a používání zvířat (IACUC) uvádí, že: „Velikost nádoru by u dospělých potkanů neměla přesáhnout 4 cm.“

Nádory u zvířat v tomto pokusu dosáhly délky nejméně 7 cm a na obrázku č. 3 jsou vidět dva z těchto obřích nádorů na obou stranách těla.

Mnoho vědců tento výzkum velmi kritizovala ze statistických důvodů, protože potkani, kteří byli použiti, jsou na rakovinu se zvyšujícím se věkem náchylní sami o sobě. ECEAE se domnívá, že by pokusy měly posuzovány také z důvodů špatných životních podmínek pro zvířata.

Vědecká pracovnice Dr. Katy Taylor z ECEAE uvádí: „ECEAE je zděšena tímto pochybně provedeným a krutým pokusem. Výzkumní pracovníci nechali potkanům narůst obrovské nádory, které mnohokrát přesahují povolenou výši podle ustanovených směrnic dobrých životních podmínek pro zvířata. Je nepřijatelné, že jsou zvířata zneužívána kvůli diskuzím o bezpečnosti geneticky modifikovaných potravin. Tento pokus neměl být vůbec povolen, byl pouhým opakováním dřívější studie. Příval kritiky této studie poukazuje, jak nespolehlivé jsou testy bezpečnosti na zvířatech a jak slabé jsou kontrolní mechanismy, které mají zabránit více pokusů a utrpení zvířat.“ (POKUSY NA ZVÍŘATECH, 2012)



Obrázek. č. 3: Výsledky aplikace genu kukuřice do potkanů (POKUSY NA ZVÍŘATECH, 2012)

Biotechnologické společnosti tvrdí, že Food and Drug Administration (FDA) vyhodnocovala působení geneticky modifikovaných potravin. Přijala však pouze tvrzení výrobců, že jsou modifikované potraviny totožné jako tradiční potraviny. Podle mnoha průzkumů by většina koncových spotřebitelů preferovala potraviny bez genetické modifikace, největší část konzumentů si také přeje označování modifikovaných potravin. Kvůli silnému odporu ze strany výrobců modifikovaných potravin však není v USA dovoleno tyto potraviny patřičně označovat.

Pracoviště, která nakládají s geneticky modifikovanou rostlinou, musejí splňovat náročná kritéria. „Pokud chce nějaká laboratoř tyto rostliny připravovat, je potřeba, aby splnila mnoho přísných podmínek. Pro nakládání s geneticky modifikovanou plodinou se musí získat oprávnění z ministerstva životního prostředí,“ říká Jiří Doškař, který je také odborným poradcem pro nakládání s genetickými modifikacemi za Masarykovu univerzitu. Při přípravě geneticky modifikované plodiny se dodržuje tzv. princip předběžné opatrnosti. „Vše, co se týká nakládání s GMO, je opravdu důkladně zvažováno, jsou brána v úvahu i teoretická rizika, která se musí ověřit, například ohrožení pracovníků nebo negativní vliv na životní prostředí,“ říká Doškař (POLČÁKOVÁ, 2010)

Pyly geneticky modifikovaných rostlin jsou z polí, kde se pěstují, přenášeny na okolní pole a znečišťují tradiční a organické odrůdy. Na příklad v Mexiku jsou už dnes všechny tradiční odrůdy kukuřice znečiště-

ny geny z geneticky modifikovaných semen. Genetické inženýrství tím ohrožuje celé organické zemědělství a namísto přispění k řešení hladu, který sužuje některé části světa, zvyšuje závislost zemědělců na patentovaných a terminovaných semenech (SLIMÁKOVÁ, 2015).

Jiří Maška uvádí, že kvůli alkoholu česká vláda zavedla prohibici, kvůli genetickým modifikacím, které možná v dalších letech ovlivní desítky, možná spíš stovky tisíc lidí, je stále ticho po pěšině. Genetické modifikace ruku v ruce s mobilní telefoní, se jeví být nejhroznější epidemií v dějinách lidstva. Jak vědci z České republiky uklidňují veřejnost, protože se nic neděje a vše jsou jenom fámy a konspirace a vědci dávají příslušným kapitolám různé názvy. Není tomu bohužel tak a v poměrně značné míře se to týká například i vegetariánů, veganů a dalších skupin.

Geneticky modifikovaná, upravená už samozřejmě není jenom kukuřice, ale také další zelenina a ovoce, například rajčata. Dále geneticky modifikované složky se do lidského těla dostanou také v sóji, mnoha druhích olejů (smaží se na nich téměř ve všech fast foodech včetně vietnamských a čínských restaurací). Dalším příkladem je krmení zvířat pěstovaných na maso, zejména pak kuřat. Konzumací geneticky modifikované potraviny ovlivňují lidské tělo. To je dokonale propojeno a ukládá vše, co nemůže zpracovat a co by ho poškodilo do bočních zásob. Ty se postupně množí v oblasti žlučníku a jater. Když jsou plná, začínají se játra nabývat, tzv. zvětšovat. Podobně jako otrávená játra alkoholikova, nebo narkomana. V některých případech začnou nejprve tučnět. Důsledkem toho se zvětšuje cholesterol, neboť je nezbytný pro obalení cizorodých látek. Kdo začne v té chvíli jíst léky na snížení cholesterolu, pravděpodobnost jeho brzkého úmrtí prudce roste. Postupně začíná tělo ukládat pouzdra cholesterol s jedovatým geneticky modifikovaným materiálem do jiných částí těla. Primárně jde pravděpodobně o oblast žeberní. Jde o tzv. tukové buňky, cysty, později samozřejmě nezhojné, ale častěji zhoubné nádory (OSUD, 2012).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Metoda komparativní (srovnávací)

Podle Váňové (2009): „Princip této metody vyplývá z jejího názvu. Komparativní neboli srovnávací metoda, je jednou z hlavních a nejdůležitějších metod ve společenských vědách. Při použití této metody dochází ke srovnání dvou, popřípadě více jevů, mezi kterými hledá badatel společné i naopak odlišné jevy. Této metody se hojně využívá a to nejen v pedagogice, ale například také sociologii, ekonomii, politologii aj.

Pojem analýza pak v obecné rovině vyjadřuje rozložení celku na elementární částice, sloužící lepšímu pochopení dané problematice. V kontextu pojmů komparativní analýza, se pak jedná o dekompozici určitého jevu a jejich porovnávání se snahou o vyvození závěrů vedoucích k možnosti zisku inspirace a zlepšení původního stavu. Cílem komparativní analýzy bývá identifikace podstatných porovnávaných proměnných, určení jejich souvislostí odlišností a hledání možných příčin a vysvětlení těchto shod, či naopak rozporů.“

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1 Komparativní (srovnávací) metoda

Problematika geneticky modifikovaných plodin nemá mnohaletou historii, proto srovnávám spíše aktuální data.

Srovnáním vycházím k přínosům využití geneticky modifikovaných plodin ve výzkumu, protože se může lépe probídat postata některých nemocí, ale z hlediska etického je to pro pokusná zvířata život ohrožující či usmrcovací pokus. Ve farmaceutickém průmyslu je podpořena výroba účinnějších léků a zlepšení léčebných postupů díky geneticky modifikovaným plodinám, avšak ne vždy jsou tyto výrobky úspěšné a účinné. Z hlediska agronomického jsou přínosem odolné geneticky modifikované rostliny vůči herbicidům, škůdcům, parazitům, infekčním chorobám a stresovým faktorům, ale i to má nevýhody účinnosti v 54 % např. u herbicidů. Další výhodou je využití transgenních rostlin pro rozvojové země trpící hladem, avšak rizika spojená s alergickými reakcemi a nedostatečnou dobou bádání a posouzením, zda jsou bezpečné v této oblasti, jsou na místě. Na závěr bych uvedla snížení zatížení životního prostředí, kdy není třeba používat stejné množství či větší než u nemodifikovaných plodin, tím se ušetří i na pohonných hmotách spojené s produkcí skleníkového plynu CO₂ vypuštěného do ovzduší, i když geneticky modifikované plodiny a její oblast je nejčastěji kritizována.

Z metody komparativní vycházení výsledky záporného charakteru z hlediska etického, avšak z hlediska vývoje genetického inženýrství a přísných kontrolních i právních nařízení není lidská populace přímo ohrožena.

K diskusi europoslanec za ČSSD Pavel Poc uvádí že „Stát může přijít a říct, že má nějaké konkrétní obavy, přestože pro ně v tuto chvíli nejsou žádné vědecké důkazy, a nechce, aby se zde byly obavy,“ vysvětluje a dodává: „Věda je základ. Ale jestliže něco nechceme, tak to nemusíme chtít, i když věda říká, je to bezpečné.“ (ROZHLAS, 2015).

Dle Zbyňka Havránka, tiskového mluvčího za Greenpeace: "Vývoj je geneticky modifikovaných plodin je stále v raném stádiu. Netvrdíme jednoznačně, že GMO mají negativní dopad, chybějí nám dostatečné testy. Jsme proto proti jejich vypouštění do životního prostředí. Hrozí tím narušení ekosystému, zamoření jiných polí s tzv. běžnými plodinami či biopotravinami. Odmítáme rovněž udělování patentů na rostliny a živočichy. Život není lidským majetkem. Do budoucna navíc hrozí, že několik firem bude kontrolovat většinu základních potravin." Dále Prof. Jaroslav Drobník, předseda společnosti Biotrin, organizace pro šíření informací o moderní biotechnologii: "Evropa zůstává v odporu vůči geneticky modifikovaným plo-

dinám nyní značně osamocena. Odpor vůči transgenním organismům ale lze rozčlenit do několika bodů. Za prvé - chybný marketing: firmy se zaměřily na bezprostředního odběratele – zemědělce a přehlédly spotřebitele. Za druhé - psychologie: Evropan je konzervativní a zemědělství včetně kulinářství je obvykle součástí národní identity. Za třetí - politika: odpor ke geneticky modifikovaným plodinám se stal výhodným pro politický vliv a ke sbírání hlasů voličů. A na konec - importní bariéra proti dovozu levných zemědělských produktů ze zámoří (USA, Kanady, Argentiny) " (BEZPEČNOST POTRAVIN, 2004).

Dle Roudné (2008):: Geneticky modifikovaná plodina, je rostlina, která se většinou vizuálně neliší od nemodifikované, i když prošla technologií genetické modifikace a má vlastnosti, které se u nemodifikované plodiny nevyskytují. Tento vývoj k modifikacím dospěl s klasického šlechtění rostlin. Je to vyšší stupeň, díky kterému máme možnost kontrolovaně kombinovat či vkládat geny do plodin a tím dosáhnout k ideálním vlastnostem a odolnosti vůči škůdcům a chorobám oproti nemodifikovaným.

Dle Ing.Bc. Zuzaně Stratilové z odboru bezpečnosti potravin MZe, konstatuje mj.: "Naši zemědělci nevnímají GMO jako hrozbu, oni jsou naopak od politiků docela o nových šlechtitelských metodách informováni. Jsou ale tlačeni trhem, který jim nedává příliš prostor na zvolení si metody pěstování. Např. rakouští odběratelé požadují deklaraci, že zvířata nebyla krmena GM krmivem, také odbyt na českém trhu je s označenými krmivem jako GMO problematický a jelikož konkurence je vysoká, tak raději rozumný farmař zvolí cestu nejmenšího odporu a GM rostlinám se vyhne nebo si GM krmiva zkrmí v rámci své farmy anebo přejde na ekologické zemědělství, kde má zajištěny dotace, a své bioprodukty prodá za vyšší cenu. Marketing - bioprodukty = zdravá strava - už pustil kořeny u českých spotřebitelů, což dokládá zvýšení odběru těchto produktů každým rokem, zatímco GMO má stále nálepkou GMO = Frankenstein food. Že je pravda úplně někde jinde, se nám daří objasňovat jen pomalu." (OPATRŇY, 2014)

5.2 Zápory geneticky modifikovaných potravin

Zápory Geneticky modifikovaných plodin mají též i značné socio-ekonomické důsledky. Genetická modifikace plodin je i finančně náročná na výrobu, a také dostupnost takového osiva je pak značná problém pro rozvojové země. Navíc, aby se laboratořím vrátily náklady vynaložené na výrobu, je daná modifikace chráněná patentem, tím pádem není možné si nechat část úrody na další výsadbu. Pěstování geneticky modifikovaných plodin utlačuje i ekologické zemědělce v určité blízkosti, jejich výroba by nadále už nebyla v souladu se zásadami produkce bioproduktů. Jako další negativum uvádím možnost šíření geneticky modifikovaných plodin samovolně pomocí větru či opylovačů. Pokud dojde ke křížení s nemodifiko-

vanou rostlinou, jejich potomci jsou s velkou pravděpodobností odolní proti postřikům, jako jejich geneticky modifikovaný předchůdce. Zde nastává komplikace, jak se s touto nežádoucí rostlinnou populací vypořádat. Zemědělci jsou nuceni používat novější a drastičtější pesticidy, čímž samozřejmě narušují i biodiverzitu, která těmito zásahy klesá, protože postřiky a pesticidy působí na okolní prostředí.

5.3 Etické hledisko

Z hlediska etického jsou pokusy na zvířatech vnímány jako nepřirozené a veřejnost nechce, aby k takovýmto pokusům docházelo. Ovšem měla by si uvědomit, že možnost, aby nedocházelo k nakažení například virem HIV, je velice veliký přínos. Dalším názorným a v praxi využitelným příkladem je transplantace. V celém světě je velký nedostatek vhodných dárců, a proto vědci testují na transplantaci prasečí orgány. Přirozeně by lidský organismus reagoval bouřlivou imunologickou reakcí, proto musí dojít ke genetické úpravě prasečích orgánů. Princip funguje na vložení lidských genů do prasečích, či odstranění prasečích genů. Jsou k dispozici oba typy, avšak stále nedochází k transplantacím jejich orgánů člověku, jelikož prasata mají sobě vlastní retroviry, které se dědí a existuje jisté riziko v přenosu na člověka. Ovšem jako dočasné řešení na dny či týdny se tyto orgány použít dají.

„Hraní si“ s genomy ať už živočichů, rostlin či mikrobusů je i otázka etiky. Lidská populace by si ovšem měla uvědomit, že už pouhou domestikací v minulosti docházelo k výběru vhodných genů a nyní, když věda pokročuje dopředu, je logické, že se lidstvo snaží najít řešení na nedostatek potravy v rozvojových zemích a různé nemoci.

6 ZÁVĚR

Pěstování GM plodin patří v současnosti stále k nejvíce probíraným tématům široké veřejnosti. Názory a postoje lidí k těmto technologiím jsou různé. Na jedné straně se setkáváme s vstřícným a kladným hodnocením, zatímco na straně druhé to jsou odpůrci jakýchkoli genetických modifikací, kteří rozšiřují nedůvěru ke GMO. Obvykle není snadné pro obyčejného člověka orientovat se v takové spoustě často protichůdných informací a vytvořit si tak svůj vlastní názor.

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala především situací v Evropské unii a České republice. Seznámila jsem se s legislativou GMO, poznala jsem bezpečnost a možná rizika GMO, hlavní výhody a nevýhody pěstování GM plodin. Důležité pro mne bylo také zjistit, jak u nás i ve světě pěstování GM plodin probíhá, a které z nich je povoleno pěstovat.

Legislativa zaměřená na GMO je v ČR velmi důkladně zpracována. Zahrnuje zákony a vyhlášky týkající se nakládání s GMO, jejich uvádění do životního prostředí, uvádění do oběhu a označování. Dále zde nalezneme způsoby hodnocení rizika i havarijný plán. Všechny tyto uvedené záležitosti naznačují, že veškerá manipulace s GMO je v ČR pod přísným dohledem a nehrozí tedy riziko nežádoucího průniku GMO do prostředí. Co se týče výhod a nevýhod GM plodin, největším přínosem je pravděpodobně rychlejší produkce kvalitních plodin a plodin odolných vůči hmyzu a herbicidům. Naopak největší obavy se týkají ohrožení životního prostředí a ohrožení zdraví člověka. V souvislosti s tím je však nutné podotknout, že doposud nebyl zaznamenán žádný případ poškození zdraví člověka v důsledku spotřeby GM plodiny či z ní vyrobené potraviny či výrobku.

V ČR je většina GMO využívána nejčastěji pro laboratorní účely a polní pokusy. Je povoleno pěstovat pouze Bt kukuřici, což je současně jediná povolená plodina pro pěstování v celé EU.

Lze předpokládat, že se pěstování GM plodin bude neustále rozvíjet, a to nejen v ČR, ale po celém světě. Už nyní se stávají GMO stále více běžnou součástí potravin a krmiv, své využití však nacházejí i v jiných odvětvích, např. ve farmacii k výrobě léčiv a jedlých vakcín, dále také ve škrobárenském, textilním nebo papírenském průmyslu.

Vzhledem k tomu, že GMO nabízejí široké spektrum nových možností a výhod, dospěla jsem k závěru, že by měl výzkum i vývoj GMO i nadále pokračovat, avšak za současného provádění přísných kontrol a bezpečnostních opatření stanovených legislativou.

Jednoznačná odpověď na otázku, zdali jsou geneticky modifikované potraviny nebezpečné či nikoli neexistuje jednoznačná odpověď, a však jako většina jevů ve společnosti má své kladné i záporné strany. Zda-li jsou geneticky modifikované potraviny prospěšné pro zdraví či ne záleží na konkrétní technologii a kon-

krétním výrobku. Z výsledků vyplynulo, že klady geneticky modifikovaných organismů spočívají především ve zvětšení produkce, lepších životních strategiích, mají možnost lépe odolávat vlivům prostředí a v neposlední řadě mohou napomáhat člověku ve výrobě lepších, někdy i levnějších produktů, jako jsou například ve farmaceutickém průmyslu léčiva. Tím, že geneticky modifikované plodiny mají vlastnost lépe odolávat škůdcům bez použití pesticidů a postřiků, se stávají méně náročné i pro půdu.

7 POUŽITA LITERATURA A ZDROJE

AGRIS, 2010: *Geneticky modifikovaný ječmen s rezistencí vůči padlí* [online] dostupné z:< <http://www.agris.cz/clanek/166118>> [cit. 2015-07-15].

BEZPEČNOST POTRAVIN, 2004: *Geneticky modifikované plodiny jsou na náš trh* [online] dostupné z:< <http://www.bezpecnostpotravin.cz/geneticky-modifikovane-potraviny-jdou-na-nas-trh.aspx>> [cit. 2015-04-20].

BIOTRIN, 2015: *Každoroční nárůst ploch s geneticky modifikovanými plodinami ve světě pokračuje.* [online] dostupné z:< <http://www.biotrin.cz/kazdorocni-narust-ploch-s-gm-plodinami-ve-svete-pokracuje/>> [cit. 2015-07-15].

ČESKÁ POZICE, 2012: *Česko coby trojský kůň pro geneticky modifikované potraviny* [online] dostupné z:< http://ceskapozice.lidovky.cz/cesko-coby-trojsky-kun-pro-geneticky-modifikovane-potraviny-pt3/tema.aspx?c=A120102_123258_pozice_42426> [cit. 2015-04-31].

DOUBKOVÁ, Z., 2003, *Geneticky modifikované organismy - otázky spojené s jejich vznikem a využíváním.* Praha: Ministerstvo Životního prostředí, 39 s. ISBN 80-7212-259-2.

EAGRI, 2013: *Geneticky modifikované organismy mohou v budoucnu zachránit lidstvo před hladem* [online] dostupné z:< <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/gmo-geneticky-modifikovane-organismy/geneticky-modifikovane-organizmy-mohou-v.html>> [cit. 2015-04-01].

FERRY N, GATEHOUSE A, 2009 *Environmental impact of genetically modified crops.* Cambridge, MA: CABI, , xv, 424 p. ISBN: 978-1-84593-409-5

ISAAA, 2015:.. *Global Status of Commercialized Biotech / GM Crops: 2009. The first fourteen years, 1996 to 2009.* [online] Dostupné z: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/41/executivesummary/default.asp> [cit. 2010-07-05].

KÁŠ, J. únor 2005 *Geneticky modifikované potravinářské suroviny a potravin – 10 let na světovém trhu. Potravinářská Revue*, roč. 2, č. 1, s. 27 – 34.

KŘÍSTKOVÁ M., 2009: *Dosavadní zkušenosti s pěstováním geneticky modifikované Bt kukuřice v ČR 2005-2009.* Praha: Ministerstvo zemědělství, 48 s. ISBN: 978-80-7084-871-5 [online] dostupné z:< <http://www.osud.cz/vedci-priznavaji-ano-geneticky-modifikovane-plodiny-vas-pomaluzabijeji>> [cit. 2015-04-01].

KOUKAL M., 2008: *Jsou geneticky modifikované organism (GMOs) pro lidstvo nadějí, či zkoukou?* [online] Dostupné z: <http://21stoleti.cz/2008/12/19/jsou-geneticky-modifikovane-organismy-gmos-pro-lidstvo-nadeji-ci-zhoubou/> [cit. 2010-07-05].

KUBÍČEK J., 2006 *Geneticky modifikované obilniny – perspektiva českého zemědělství a potravinářství.* Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 71 s.

KUMAR, S., 2014 *Bioinformatics in agriculture.* Canadam, 1st edition., 429 p. ISBN 9781771880039.

KVASNIČKOVÁ A., 2005, *Geneticky modifikované produkty na trhu EU* [online]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/cze/euroinformace/article.asp?id=57161&cat=2219&ts=2ec46> [cit.2015-07-15].

MŽP, 2013:.. *Legislativa o GMO* [online]. 2015, Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/narodni_legislativa_gmo [cit. 2015-07-20].

OPATRŇY, 2014: *VĚDA: Geneticky modifikované potraviny ve snĚmovnĚ* [online]. DostupnĚ z:< http://neviditelnypes.lidovky.cz/veda-geneticky-modifikovane-potraviny-ve-snemovne-f8q/p_veda.aspx?c=A140429_093149_p_veda_wag> [cit. 2015-07-12].

O'BRIEN, L., HENRY, R. J. 2000: *Transgenic Cereals*. St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists., 340 s. ISBN 1-891127-22-5.

OSEL, 2004: *Geneticky modifikované rostliny* [online] dostupnĚ z:<<http://www.osel.cz/soubory/kabinet/462/pc-franken.pdf>> [cit. 2015-04-01].

OSUD, 2012: *Vědci přiznávají: Ano, geneticky modifikované plodiny vás pomalu zabíjejí* [online] dostupnĚ z:< <http://www.osud.cz/vedci-priznavaji-ano-geneticky-modifikovane-plodiny-vas-pomalu-zabijeji>> [cit. 2015-04-01].

OTÁHALOVÁ V., 2011 [online] dostupnĚ z:< *Geneticky modifikované obiloviny* <https://theses.cz/id/5ukiqb/?furl=%2Fid%2F5ukiqb%2F;lang=en> [cit. 2015-08-01].

OVESNÁ J., 2000: Genetické modifikace obilnin. *Agromagazín*. červenec 2000, roč. 1, č. 5, s. 14 – 16. ISSN 1212-6667

POKUSY NA ZVÍŘATECH, 2012: *ECEAE kritizuje kruté pokusy s geneticky modifikovanou kukuřicí na potkanech* [online] dostupnĚ z:< <http://www.pokusynazviratech.cz/novinky/eceae-kritizuje-krute-pokusy-s-geneticky-modifikovanou-kukurici-na-potkanech.htm>> [cit. 2015-04-01].

POLČÁKOVÁ, 2010: *GMO- Geneticky modifikované organismy* [online] dostupnĚ z:< <http://www.veda.muni.cz/tema/1843-tema-gmo-geneticky-modifikovane-organismy#.VUEY2iHtmkp> /> [cit. 2015-04-01].

ROUDNÁ, M., 2008 *Genetické modifikace - možnosti jejich využití a rizika*. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 48 s. ISBN 978-80-7212-493-0.

ROZHLAS 2015: *Evropská unie zpřísnila pravidla pro pěstování geneticky modifikovaných plodin* [online] dostupné z:<<http://www.rozhlas.cz/zpravy/ekonomikavevropska-unie-zprislila-pravidla-pro-pestovani-geneticky-modifikovanych-plodin--1443124>> [cit. 2015-04-12].

SLIMÁKOVÁ M., 2015: *Geneticky modifikované potraviny* [online] dostupné z:< <http://www.margit.cz/encyklopedie/geneticky-modifikovane-potraviny/>> [cit. 2015-04-01].

STŘEDNÍ ŠKOLA ZEMĚDĚLSKÁ A VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA CHRUDIM, 2011: *Geneticky modifikované plodiny očima ekologa a včelaře* [online] dostupné z:< <http://www.szes.chrudim.cz/projekty/veda/clanek5/>> [cit. 2015-04-12].

TAŤÁKOVÁ 2010: *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR*, bakalářská práce, UTB ve Zlíně, fakulta technologická, 49 s.

TECHNET 2013: *Proč se bojíme modifikovaných plodin? Rajčata nám chutnala* [online] Dostupné z:< http://technet.idnes.cz/geneticky-modifikovane-plodinydn2/veda.aspx?c=A131216_122147_veda_mla > [cit. 2015-04-01].

VALÍČKOVÁ J., 2013: *GMO potraviny*, bakalářská práce, Mendelova univerzita v Brně, 54.s.

VÁŇOVÁ, M., 2009 *Srovnávací pedagogika* Praha: Univerzita Jana Amose Komenského, 72 s. ISBN 978-80-86723-68-6

ZÁKON Č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>
CDB	úmluva o biologické rozmanitosti (Convention on Biological Diversity)
DNA	Deoxyribonukleová kyselina, deoxyribonucleic acid
EU	Evropská unie
GM	Geneticky modifikovaná/ý, genetically modified
GMO	Geneticky modifikovaný organizmus, genetically modified organism
ITPGRFA	Mezinárodní smlouva o genetických zdrojích rostlin pro výživu a zemědělství (Internacional Treaty Plant Genetic Resources for Food and Agriculture)
mil.	Milion/y
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
Sb.	Zákon sbírky
UNCED	konference OSN o životním prostředí a rozvoji
UNESCO	Organizace OSN pro výchovu, vědu a kulturu , United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USA	Spojené státy americké, United States of America
UTB	Univerzita Tomáše Bati

Přílohy

Příloha č. 1 Zákon o zemědělství, předpis č. 252/1997 Sb. Par. 2i

Uvádí pěstování geneticky modifikované odrůdy vlastníkoví povinnost:

(1) Fyzická nebo právnická osoba, která hodlá pěstovat geneticky modifikovanou odrůdu¹⁶⁾ na dílu půdního bloku, je povinna informovat o záměru pěstovat tuto geneticky modifikovanou odrůdu uživatele dílu půdního bloku, nacházejícího se ve vzdálenosti stanovené pro jednotlivé plodiny vyhláškou, od dílu půdního bloku, který užívá a na kterém hodlá pěstovat tuto geneticky modifikovanou odrůdu, a to v rozsahu a ve lhůtě stanovené pro jednotlivé plodiny vyhláškou před předpokládaným zahájením jejího pěstování.

(2) Fyzická nebo právnická osoba, která pěstuje geneticky modifikovanou odrůdu¹⁸⁾ na dílu půdního bloku, je povinna

a) dodržovat stanovenou minimální vzdálenost pěstování této geneticky modifikované odrůdy od místa pěstování odrůdy téže plodiny, která není geneticky modifikovanou odrůdou, a od místa pěstování geneticky modifikované odrůdy s odlišným jednoznačným identifikačním kódem¹⁷⁾,

b) dodržovat stanovenou minimální vzdálenost pěstování této geneticky modifikované odrůdy od místa pěstování odrůdy téže plodiny pěstované v režimu ekologického zemědělství podle zvláštního právního předpisu⁴¹⁸⁾,

c) informovat o zahájení pěstování geneticky modifikované odrůdy uživatele dílu půdního bloku, který se nachází ve vzdálenosti stanovené pro jednotlivé plodiny vyhláškou, od jí užívaného dílu půdního bloku, na kterém zahájila pěstování této geneticky modifikované odrůdy, a to nejpozději do 15 dnů ode dne zahájení jejího pěstování,

d) informovat písemně Fond o zahájení pěstování této geneticky modifikované odrůdy, a to nejpozději do 30 dnů ode dne zahájení jejího pěstování, v rozsahu stanoveném vyhláškou,

e) uchovávat nejméně po dobu 5 let údaje o pěstování geneticky modifikované odrůdy na dílu půdního bloku v rozsahu stanoveném vyhláškou.

(3) Povinnost dodržovat stanovenou minimální vzdálenost pěstování geneticky modifikované odrůdy¹⁶⁾ podle odstavce 2 písm. a) a b) může fyzická nebo právnická osoba splnit obsetím této geneticky modifikované odrůdy stejnou plodinou, která není geneticky modifikovaná, v rozsahu stanoveném pro jednotlivé plodiny vyhláškou, a která se při sklizni považuje za geneticky modifikovanou.

(4) Ministerstvo pro jednotlivé plodiny, u nichž jsou pěstovány geneticky modifikované odrůdy¹⁶⁾, vyhláškou stanoví

- a) vzdálenost mezi díly půdních bloků, podle odstavce 1 a odstavce 2 písm. c),
- b) lhůtu před předpokládaným zahájením pěstování geneticky modifikované odrůdy plodin podle odstavce 1,
- c) rozsah poskytování informací podle odstavce 1 a odstavce 2 písm. d),
- d) minimální vzdálenosti pěstování geneticky modifikované odrůdy podle odstavce 2 písm. a) a b),
- e) rozsah uchovávaných údajů podle odstavce 2 písm. e),
- f) rozsah obětí stejnou plodinou, která není geneticky modifikovaná, podle odstavce 3.

(5) Ministerstvo údaje o místě pěstování geneticky modifikované odrůdy poskytuje Ministerstvu životního prostředí prostřednictvím evidence využití půdy podle uživatelských vztahů (dále jen „evidence využití půdy“) vedené podle § 3a. (<http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100047869.html>) 30.3. 2015

4a) Zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby).

4am) Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění zákona č. 320/2002 Sb.

16) Zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby), ve znění zákona č. 444/2005 Sb., zákona č. 178/2006 Sb., zákona č. 299/2007 Sb. a zákona č. 96/2009 Sb.

17) Čl. 3 odst. 4 nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 1830/2003 o sledovatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a sledovatelnosti potravin a krmiv vyrobených z geneticky modifikovaných organismů a o změně směrnice 2001/18/ES, v platném znění.

18) Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění zákona č. 320/2002 Sb.

Příloha č. 2: STAV PĚSTOVÁNÍ OBILNIN V ČR

Seznam registrovaných odrůd, tj. odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ČR (2005):

- _ 67 odrůd ječmene, z toho 44 jarních a 23 ozimních;
- _ 87 odrůd pšenice, z toho 17 odrůd jarních;
- _ 2 druhy pšenice špaldy;
- _ 1 odrůda pšenice tvrdé ozimé;
- _ 17 odrůd tritikale, z toho tři jarní;
- _ 11 odrůd žita, z toho 5 hybridních a jedna krmná;
- _ 16 odrůd ovsa;
- _ 187 hybridních odrůd kukuřice, k zrnovému využití, na siláž i pro oba účely;
- _ 4 odrůdy pohanky (pohanka a proso nejsou v druhovém seznamu);

Příloha č. 3: Tabulka pěstování geneticky modifikované kukuřice v EU

Tab. Pěstování GM kukuřice v EU (ha)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Španělsko	53 200	53 670	75 148	79 269	76 057	76 575	97 325	116 306	136 962	131 537
Portugalsko	780	1 250	4 500	4 851	5 094	4 868	7 723	9 278	8 171	8 542
ČR	150	1 290	5 000	8 380	6 480	4 677	5 091	3 053	2 561	1 754
Polsko	0	100	320	3 000	3 000	3 000	3 900	4 000	0	0
Slovensko	0	30	900	1 900	875	1 248	760	189	100	415
Rumunsko	0	0	350	7 146	3 244	822	588	217	834	770
Francie	500	5 000	21 147	0	0	0	0	0	0	0
Německo	340	950	2 685	3 171	0	0	0	0	0	0
CELKEM	54 970	62 290	110 050	107 717	94 750	91 190	115 387	133 043	148 628	143 018

Pramen: www.transgen.de