

Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR

Monika Taťáková

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie a mikrobiologie potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Monika TAŤÁKOVÁ**
Osobní číslo: **T07101**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakterizovat geneticky modifikované organizmy.
2. Zaměřit se na legislativu v ČR.
3. Uvést, které plodiny lze v ČR geneticky modifikovat.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] **DANILOVA, S.A.** The technologies for genetic transformation of cereals. *Russian journal of plant physiology*, 2007, 54, 5, 569–581.

[2] **CUSTERS, R., VLIENER, DE E., STOOPS, S., GYSEL, VAN A., VERLEYEN, B.** Průvodce biotechnologiemi. *Biotechnologie v zemědělství a potravinářství*. Praha: Academia, 2006. 104 s. ISBN: 80-200-1350-4.

[3] **Ho, M.W.** *Genetické inženýrství naděje nebo hrozba?* Praha: Alternativa, 2000. 300 s. ISBN: 80-85993-52-X.

[4] **ONDŘEJ, M., DROBNÍK, J.** *Transgenoze rostlin*. Praha: Academia, 2002. 316 s. ISBN: 80-200-0958-2.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Zuzana Lazárková, Ph.D.

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2010

Ve Zlíně dne 15. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Ján Hrabě, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: *TATÁLKOVÁ ARIANA*

Obor: *CHEMIE A TECHNOLOGIE
POTRAVIN*

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně *7.5.2010*

Tatárková

²¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²² zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

²³ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce poskytuje bližší informace o pěstování geneticky modifikovaných (GM) plodin v České republice. V první části je popsána legislativa geneticky modifikovaných organismů (GMO) a s tím související bezpečnost a rizika GM plodin. Dále je bakalářská práce zaměřena na metody genetických transformací a rozdělení transgenních plodin, její hlavní část je však věnována samotnému pěstování a popisu jednotlivých GM odrůd. Na závěr je rozvedeno pěstování Bt kukuřice, neboť to se stalo v posledních letech pro ČR aktuálním a hlavním tématem.

Klíčová slova:

geneticky modifikovaný organizmus, geneticky modifikované plodiny, *Agrobacterium* spp., *Bacillus thuringiensis*, herbicid, Bt kukuřice, Bt-toxin, zavíječ kukuřičný

ABSTRACT

This bachelor thesis provides information on the cultivation of GM crops in the Czech Republic. The first part describes the GMO legislation and related safety and risks of GM crops. Furthermore, bachelor thesis is focused on methods of genetic transformation and distribution of transgenic crops, but the main part is devoted to the cultivation of GM crops and description of GM varieties. In conclusion, there is elaborated cultivation of Bt corn because it has become current and main topic for the Czech Republic in recent years.

Keywords:

genetically modified organism, genetically modified crops, *Agrobacterium* spp., *Bacillus thuringiensis*, herbicide, Bt corn, Bt-toxin, european corn borer

Tímto bych ráda poděkovala především vedoucí své bakalářské práce Ing. Zuzaně Lazárkové, Ph.D. za řádné vedení mé bakalářské práce, odbornou pomoc, poskytnuté informace a cenné rady pro zpracování této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 GENETICKY MODIFIKOVANÉ ORGANIZMY	10
1.1 LEGISLATIVA GMO.....	10
1.1.1 Nakládání s GMO.....	11
1.1.2 Označování GMO	12
1.1.3 Pravidla koexistence GM plodin.....	13
1.2 BEZPEČNOST A RIZIKA GM PLODIN	15
1.2.1 Instituce dohlížející na bezpečnost potravin	15
1.2.2 Potenciální výhody a nevýhody GM plodin	16
2 TRANSGENNÍ PLODINY	19
2.1 METODY GENETICKÝCH TRANSFORMACÍ ROSTLIN	19
2.1.1 Nepřímé metody transformace	19
2.1.2 Přímé metody transformace.....	20
2.2 ROZDĚLENÍ TRANSGENNÍCH PLODIN	21
2.2.1 Transgenní plodiny s tolerancí k herbicidům	22
2.2.2 Transgenní plodiny s rezistencí k hmyzím škůdcům	23
3 PĚSTOVÁNÍ GM PLODIN	24
3.1 PĚSTOVÁNÍ GM ODRŮD V ČR	25
3.1.1 GM plodiny schválené v ČR pro uvádění do životního prostředí.....	26
3.1.1.1 Brambory	27
3.1.1.2 Kukuřice.....	28
3.1.1.3 Ostatní plodiny.....	29
3.1.2 GM plodiny schválené v ČR pro uvádění do oběhu	30
3.1.2.1 GM plodiny schválené pro dovoz a zpracování v ČR	30
3.1.2.2 GM plodiny schválené pro pěstování v ČR	31
3.2 PĚSTOVÁNÍ BT KUKUŘICE.....	32
3.2.1 Zavíječ kukuřičný.....	32
3.2.2 Bt-toxin	33
3.2.3 Pěstební plochy s Bt kukuřicí v ČR	34
3.2.4 Výhody a nevýhody pěstování Bt kukuřice.....	35
3.2.5 Současní pěstitelé Bt kukuřice	36
ZÁVĚR	38
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	47
SEZNAM OBRÁZKŮ	48
SEZNAM PŘÍLOH	49

ÚVOD

Po staletí lidé experimentovali tím, že křížili rostliny, aniž by ve skutečnosti věděli, co dělají. Mezitím vědci rozšířili znalost některých základních přírodních mechanismů a nyní vědí, který konkrétní gen rostliny či jiného organismu je zodpovědný za určitý znak. Dokonce se jim podařilo izolovat tento konkrétní gen a vpravit jej do šlechtěné rostliny. Tyto nové poznatky získané v molekulární genetice se vědci pokusili aplikovat v praxi, a tak vznikla nová vědní disciplína – genové inženýrství. Snahou genového inženýrství je tedy úprava genetického materiálu organismu tak, aby získal novou vlastnost, nebo naopak, aby byla potlačena vlastnost nežádoucí. Získání nové vlastnosti je dosaženo tím, že je do organismu vnesen cizí gen umožňující tvorbu bílkoviny, která je právě nositelem nové požadované vlastnosti. V případě potlačení nežádoucí vlastnosti se jedná o úpravu genetického materiálu tak, aby se zabránilo tvorbě bílkoviny, která tuto nežádoucí vlastnost nese. Tyto metody jsou obdobné jako klasické šlechtění, avšak zaručují rychlejší výsledek a velký výběr vlastností. Znaky se mohou přenášet i mezi úplně odlišnými organismy, dokonce je možné přenášet do rostlin znaky bakterií nebo živočichů.

Organismy, jejichž genetický materiál je upraven technikami genového inženýrství, nazýváme geneticky modifikované organismy (GMO). V současné době je pozornost veřejnosti soustředěna především na oblast GMO v rostlinné výrobě, což je celkem pochopitelné, neboť produkty rostlinné výroby jsou běžně využívány jako potraviny a krmiva [1, 2, 3].

S rostoucím využíváním genetických modifikací, rostou každoročně i plochy oseté GM plodinami, a to v řadě států světa. V ČR se začaly rozvíjet GM plodiny především po jejím vstupu do EU, kdy se otevřely nové možnosti pro obchodování, dovoz a zpracování GMO. Současně se však ČR musela přizpůsobit společné politice EU a řídit se zákony a pravidly, které platí pro všechny členské státy EU.

Stejně tak jako přinášejí nové technologie pokroky, vznikají i některá rizika s tím spojená. Proto je důležité zaměřit se na to, aby byly vyvíjeny vhodné technologie a aby jejich produkty byly bezpečné pro člověka i přírodu. Problematika GMO je velmi často probírána, a proto je jí neustále věnována intenzivní pozornost. Podstatnou roli v této problematice hraje také informování veřejnosti, neboť je důležité, aby lidé věděli nejen co jí, ale také o čem mluví [1, 2].

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 GENETICKY MODIFIKOVANÉ ORGANIZMY

Informace o stavbě každého živého organismu a jeho fungování je uložena v genech. V přírodě se setkáváme s křížením genů blízce příbuzných druhů nebo jedinců v rámci stejného druhu. Genetické inženýrství však umožňuje přenášet geny i mezi zcela odlišnými druhy a tím dochází ke změně živých organismů způsobem, který by v přírodě nebyl možný. Vědci například vkládají do jahod geny z ryby, do ovoce geny lidské a do DNA rajčat geny z bakterie. Takto vznikají geneticky modifikované organizmy, často označovány zkratkou GMO [4].

1.1 Legislativa GMO

Zásady pro činnosti s GMO jsou v ČR stanoveny zákonem č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organizmy a genetickými produkty ve znění pozdějších předpisů (dále jen zákon č. 78/2004 Sb.), který byl vypracován v souladu s evropskými směrnici týkajícími se genetických modifikací a který zrušil původní zákon č. 153/2000 Sb. Podrobnosti tohoto zákona upřesňuje prováděcí vyhláška č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkách nakládání s geneticky modifikovanými organizmy a genetickými produkty. Zákon stanovuje povinnosti osob, působnost správních úřadů, administrativní postupy při povolování nakládání s GMO a genetickými produkty, včetně informování veřejnosti, dále také uděluje sankce za porušení předpisů v této oblasti [5, 6].

Pro účely zákona č. 78/2004 Sb. se rozumí:

Geneticky modifikovaným organismem – takový organismus (kromě člověka), jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací provedenou některým z technických postupů, jako jsou například techniky rekombinantní nukleové kyseliny vytvářející nové kombinace dědičného materiálu, techniky zavádějící dědičný materiál přímo do organismu příjemce (mikroinjekce, makroinjekce) nebo techniky buněčné fúze;

Genetickou modifikací – cílená změna dědičného materiálu spočívající ve vnesení cizorodého dědičného materiálu do materiálu organismu nebo vynětí části dědičného materiálu organismu způsobem, kterého se nedosáhne přirozeně – např. křížením, šlechtěním [7].

V EU se nesmí transgenní plodiny uvádět do prostředí a nesmí se ani prodávat bez předchozího povolení [1]. V roce 2003 byla publikována tři nařízení Evropského parlamentu a Rady přímo související s problematikou nakládání s GMO.

Jedná se o tyto předpisy:

- nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech, které řeší uvádění potravin a krmiv s obsahem GMO na trh,
- nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1831/2003 o sledovatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a sledovatelnosti potravin a krmiv vyrobených z geneticky modifikovaných organismů a o změně směrnice 2001/18/ES, které stanovuje povinnosti dovozců, zpracovatelů a prodejců GMO schválených pro uvádění na trh a dohledatelnost původu GM potravin a krmiv,
- nařízení Evropského parlamentu a rady č. 1946/2003 o přeshraničních pohybech geneticky modifikovaných organismů, které přejímá Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti, což je smlouva stanovující pravidla přeshraničního pohybu živých modifikovaných organismů [8, 9].

Nařízení platí pro členské státy přímo a nařízení i směrnice jsou doplňovány prováděcími předpisy, zpravidla ve formě rozhodnutí Evropské komise nebo Rady. Po vstupu České republiky do Evropské unie se ČR stala součástí jednotného trhu EU. Schvalování komerčního využití GMO, tedy jejich uvádění na trh, probíhá v EU na úrovni Evropské komise za účasti všech členských států. I Česká republika má tedy možnost vyjadřovat se ke všem žádostem podaných v jiných členských státech [1, 8].

1.1.1 Nakládání s GMO

České právní předpisy rozlišují tři způsoby používání GMO:

Uzavřené nakládání s GMO – nakládání s geneticky modifikovanými organizmy v uzavřeném prostoru, zejména jejich vznik genetickou modifikací, jejich kultivace, uchovávání a zneškodnění. Jedná se o použití GMO v laboratořích, uzavřených sklenících, chovech zvířat a průmyslových provozech.

Uvádění GMO do životního prostředí – pěstování GMO v polních pokusech na přesně definovaném pozemku, podléhající přísným pravidlům.

Uvádění GMO a jejich produktů do oběhu – běžné komerční pěstování GM plodin, výroba, prodej v obchodní síti, dovoz, skladování. Zatím se ve všech případech jedná o geneticky

modifikované zemědělské plodiny, jako jsou kukuřice, bavlník, sója a další. Jedinou výjimku tvoří geneticky modifikované karafiáty s modrou barvou květu [5, 7].

Pro uzavřené nakládání i uvádění GMO do životního prostředí je nutné oprávnění, které je udělováno určitému subjektu a pouze na určitý GM organismus. Pro uzavřené nakládání s nižším stupněm rizika není administrativní procedura tak složitá, oprávnění vzniká na základě oznámení. V ČR dosáhlo povolení k uzavřenému nakládání s geneticky modifikovanými mikroorganismy (GMM), rostlinami nebo laboratorními zvířaty již přes 60 objektů, jsou to především výzkumné ústavy, vysoké školy, nemocnice a kontrolní laboratoře [9].

V případě uvádění do životního prostředí je třeba podat žádost Ministerstvu životního prostředí (MŽP), které dále spolupracuje s Ministerstvem zemědělství (MZe), Ministerstvem zdravotnictví (MZd) a Českou komisí (skupina složená z vědců a odborníků z oborů ochrany zdraví, životního prostředí, zemědělství, mikrobiologie, botaniky) a také s příslušným krajem. Informována je i Evropská komise a ostatní země EU [5, 9].

V České republice již proběhlo několik polních pokusů s modifikovanými plodinami, jako jsou kukuřice a brambory, ostatní žádosti jsou prozatím ve schvalovacím procesu [5].

1.1.2 Označování GMO

Obvykle si lidé chtějí vybrat sami, co budou jíst. K tomu byla přizpůsobena i evropská legislativa, která vyzývá firmy ke striktnímu označování a sledování všech GM potravin a krmiv. Vyžaduje důkladné rozlišování GM potravin od běžných potravin v rámci všech obchodních řetězců [1, 10].

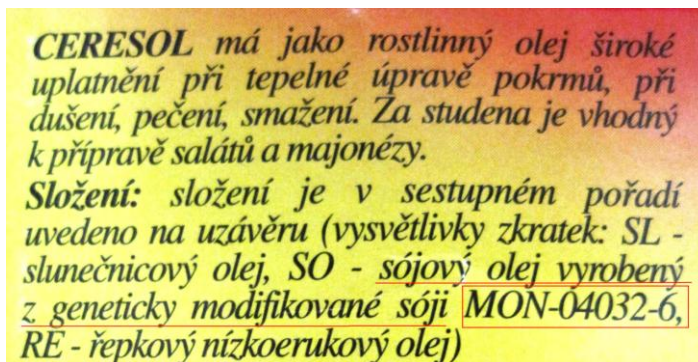
Označování se vztahuje na potraviny, které:

- obsahují GMO nebo z nich sestávají;
- jsou vyrobeny z GMO nebo obsahují složky vyrobené z GMO [11].

Potraviny a krmiva obsahující GMO musí být zpravidla označeny slovy „geneticky modifikovaný“ nebo „vyrobena z geneticky modifikovaného“. Značeny by měly být i takové produkty, jako je olej, ve kterém již nelze přítomnost GM materiálu prokázat ani laboratorní analýzou. V takovém případě značení vychází ze sledovatelnosti neboli dohledatelnosti původu potraviny od zemědělce až ke spotřebiteli. Výjimku v označování tvoří potraviny a krmiva, ve kterých obsah materiálu pocházejícího z GMO nepřesahuje množství 0,9 %. Ve světě jsou pravidla pro označování GM potravin různé. Některé státy, především USA

a Kanada, které jsou současně největšími producenty GM plodin, označování těchto potravin nevyžadují [2, 12].

V současné době se můžeme setkat s označením produktů obsahující GMO v běžných obchodních řetězcích. Jedná se především o výrobky z geneticky modifikované sóji (viz. obr. 1). Na etiketě výrobku by měl být uveden také jednoznačný identifikační kód, který slouží k přesné identifikaci typu modifikace, která byla během šlechtění použita [13].



Obr. 1. Etiketa oleje vyrobeného z geneticky modifikované sóji [vlastní foto]

1.1.3 Pravidla koexistence GM plodin

Zemědělské plochy oseté GM plodinami každoročně narůstají. Současně však narůstají i obavy zemědělců, kteří tyto plodiny pěstovat nechtějí nebo se zabývají ekologickým zemědělstvím. Z tohoto důvodu se stále častěji v EU diskutuje na téma koexistence neboli souběžná existence všech pěstitelských systémů [14].

Různé členské státy se zabývají problémem koexistence různě. Hlavní opatření však vyplývají z doporučení Evropské komise z roku 2003, které se týká metodických pokynů pro vytváření národních strategií a správných postupů k zajištění koexistence GM zemědělských plodin s konvenčním a ekologickým zemědělstvím. Většina členských států EU tyto opatření prozatím neaplikovala. Výjimku tvoří země, které zapracovaly pravidla koexistence do svých zákonů, jako např. Německo, Dánsko a Itálie [15].

V ČR byla vytvořena pravidla koexistence ve třech krocích:

- nejdříve byla v roce 2005 stanovena pravidla pro pěstování GM kukuřice, jako jedna z podmínek pro získání doplňkové platby na vybrané plodiny pěstované na orné půdě;

- současně byly zpracovány podmínky pro všechny pěstitele jakékoliv GM plodiny, a to konkrétně prostřednictvím nového ustanovení novely č. 441/2005 zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství;
- následně byly stanoveny specifické požadavky na plodiny formou vyhlášky č. 89/2006 Sb., o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy [13].

Povinnosti pro pěstitele GM plodin, které stanovuje § 2i výše uvedené novely zákona o zemědělství jsou následující:

- *Informační povinnost před a po zasetí GM plodiny* – každý, kdo se rozhodne zasít GM plodinu, o tom musí informovat jednak úřady státní správy a jednak okolní zemědělce hospodařící v blízkosti pozemku, kde má být GM plodina zasetá. Poprvé informuje pěstitel GM plodiny státní správu i okolní zemědělce s předstihem, a to přibližně 1,5 měsíce před vysetím. Dále pěstitel potvrdí vysetí GM plodiny MZe nejpozději do 30 dnů po zasetí a do 15 dnů po zasetí sousednímu zemědělci. Povinností pěstitele je informovat také MŽP, a to nejpozději do 60 dnů po zasetí [16].
- *Dodržení stanovené vzdálenosti pěstování GM plodiny vůči jinému porostu téže plodiny, která není geneticky modifikována; popř. nahrazení minimální vzdálenosti obsevem* – u kukuřice se jedná o vzdálenost 70 m vůči porostu s klasickou kukuřicí a 200 m vůči porostu s ekologicky obhospodařovanou kukuřicí. U GM brambor se jedná o vzdálenost 10 m vůči jinému porostu s bramborami a 20 m vůči bramborám ekologicky pěstovaným. V případě kukuřice se může povinná minimální vzdálenost nahradit obsevem. Obsev je tvořen kukuřicí, která není geneticky modifikována, avšak po sklizni se označí jako GMO společně s GM kukuřicí [13, 16].
- *Vyznačení místa pěstování GM plodiny* – pěstitelé GM plodin mají povinnost označovat místo pěstování tak, aby bylo možné v terénu odlišit GM plodinu, která se nachází na pozemku se stejnou plodinou, avšak ne geneticky modifikovanou. Není třeba označovat porosty GM plodin cedulemi s nápisem GMO, stačí obecně vyznačit obvod pěstování GM odrůdy [13, 16].
- *Uchovávání údajů o pěstování a dalším nakládání s GM plodinou* – další povinností je uchovávání údajů o pěstování GM plodiny v podniku minimálně po dobu 5 let.

Údaje by měly obsahovat informace o nakládání s příslušnou plodinou včetně nákupu osiva či prodeje sklizeného produktu [16].

Díky pravidlům koexistence by měly být v ČR minimalizovány problémy a konflikty mezi jednotlivými zemědělskými podniky [13].

1.2 Bezpečnost a rizika GM plodin

GMO určené k výrobě potravin procházejí přísným schvalovacím procesem, ve kterém jsou důkladně a všestranně testovány. Zjišťuje se především, zda nedošlo s přenosem požadovaného genu ke změně ve složení zejména částí rostlin využívaných ke zpracování (např. sojové boby, hlízy brambor). Plodiny jsou také testovány na toxicitu, alergenitu a z hlediska výživových vlastností. Aby se zjistilo, zda jsou vlastnosti GM odrůdy ustálené, rostliny jsou pokusně pěstovány několik let v různých přírodních podmínkách. Následně jsou těmito plodinami krmena zvířata. Jen pokud všechny testy dopadnou pozitivně, je možné použít GM plodinu pro lidskou výživu [2].

1.2.1 Instituce dohlížející na bezpečnost potravin

Veřejnost je velmi citlivá na bezpečnost a nezávadnost potravin. Je to způsobeno v důsledku několika afér, jejichž viníkem byla nedostatečná kontrola. Počátkem 21. století vznikají proto různé instituce se zaměřením na kontrolu nezávadnosti potravin.

Dozor nad potravinami u nás zajišťuje evropská úroveň, MZe a MZd. Legislativu tvoří MZe a na kontrole se podílí Česká zemědělská a potravinářská inspekce (ČZPI) a Státní veterinární ústav (SVÚ).

V EU existují dvě instituce, které dohlíží nad nezávadností potravin. Je to Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) a Spojené výzkumné středisko (JRC). Ty v členských státech koordinují akreditované instituce, které testují bezpečnost potravin společným způsobem pro celou EU [1].

Firma, která chce uvést na trh transgenní plodinu, musí podle evropských pravidel požádat příslušnou instituci ve své zemi o povolení. U nás je to MŽP. Žádost je velmi složitá a musí obsahovat údaje o transgenní plodině, vnesených genech, způsobu jejich vnesení a hlavně ověřené protokoly o všech bezpečnostních testech a zkouškách. Žádost pak podstupuje složitou cestu. MŽP ji dá k posouzení České komisi pro GMO a současně ji zašle MZe

a MZd. Pokud souhlasí s uvedením na trh, zašle se návrh komisi EU, která si vyžádá posouzení EFSA a JRC. Pokud je toto posouzení kladné, předloží návrh Výboru členských států, který hlasuje. V případě nerozhodnutého výsledku hlasuje o návrhu ještě Rada ministrů. Konečné rozhodnutí záleží na komisi [1].

1.2.2 Potenciální výhody a nevýhody GM plodin

Názory veřejnosti na genetické modifikace jsou velmi rozdílné a pohybují se od jednoho extrému – veškerý výzkum GM plodin má být zastaven a všechny GM potraviny zakázány – až po druhý extrém – GM potraviny jsou zcela bezpečné a mají velký potenciál zlepšit výživu člověka a jeho zdraví. U většiny lidí se názory na GM potraviny nacházejí někde uprostřed mezi uvedenými dvěma krajnostmi [17].

Je třeba si však uvědomit, že žádná z lidských činností není zcela bez rizik a stejně tak je tomu i u genetických modifikací. Dosud však není znám žádný případ poškození zdraví člověka GM potravinami. Souhrnně lze tedy říci, že pěstování GM plodin má své klady i zápory [18, 19].

Mezi hlavní výhody pěstování GM plodin patří:

- Zlepšování stávajících plodin – zvyšování kvality komerčních odrůd, rychlejší přínos nových odrůd na trh, vyšší výnosy kulturních plodin na téže ploše.
- Uvádění GM rostlin rezistentních vůči hmyzu a herbicidům – zlepšení rezistence proti hmyzím škůdcům, virovým, bakteriálním a plísňovým infekcím.
- Ochrana životního prostředí – nižší spotřeba agrochemikálií.
- Zlepšení nutričních a technologických vlastností rostlinných produktů – zvýšení uchovatelnosti a trvanlivosti, což vede ke snížení plýtvání potravin [19, 20].
- Výroba léků a vakcín.
- Syntéza produktů, které jsou důležitými surovinami pro výrobu detergentů, lubrikantů, papíru apod. [17].

Možné nevýhody a rizika GM plodin:

K hlavním možným nevýhodám GM plodin patří riziko pro životní prostředí a zdravotní rizika.

- **Rizika pro životní prostředí**

Obavy o životní prostředí spočívají nejčastěji v tom, že GMO naruší ekosystém [21]. Z jedné rostliny na druhou se mohou geny přenášet pylem. Tento přenos je možný také mezi kulturními rostlinami a jejich planými příbuznými, což by mohlo vést ke vzniku plevelů, které by se velmi obtížně hubily. Je třeba vyhýbat se takovému křížení mezi kulturní a planou rostlinou, neboť plané rostliny odolné k herbicidu je obtížné vyhubit na poli s plodinou, která je odolná ke stejnému herbicidu. Příkladem mohou být brambory nebo řepka olejná, geneticky modifikované za účelem zvýšení rezistence vůči herbicidům, u kterých vědci zjistili, že se tyto jejich vlastnosti přenesly během jediného vegetačního období i na plevele. Díky tomu vznikly tzv. superplevele odolné vůči herbicidům. Nové geny mohou mít v přírodě nepříznivý vliv na ekologickou rovnováhu. Technika transgenozy se však vyvíjí kupředu a má nový způsob, jak přenosu transgenů pylem zabránit. Transgen se nepřenesse do jaderné DNA, ale do DNA plastidů (např. chloroplastů) a z nich se do pylu nedostane [1, 22].

Druhým rizikem pro životní prostředí je přenos genů do přírody semen. Semena rostlin se šíří z polí, klíčí a vytvářejí rostliny nové. Při šíření transgenních semen se mohou vyvinout velmi životaschopné rostliny a konkurencí vytlačit přírodní druhy, což by představovalo ztrátu přírodních zdrojů. Pravděpodobnost, že nová rostlina přežije, je však malá.

Při sklizni dochází také ke ztrátám části semen a hlíz, z nichž mohou další rok vyrůst nové silnější rostliny. V důsledku své nové vlastnosti by bylo pravděpodobně obtížnější v dalším roce tyto invazivní rostliny odstranit.

Pozornost je nutné věnovat také hubení neškodných organismů. Předpokládá se, že rostliny odolné vůči škůdcům budou ničit pouze škůdce. Je ale možné, že i užitečné organismy žijící na transgenních rostlinách nebo v jejich kultuře, se dostanou do kontaktu s toxinem, který je může za určitých podmínek poškodit. V posledních letech však byly v mnoha evropských zemích, včetně ČR, uskutečněny rozsáhlé polní pokusy, za účelem posouzení vlivu GM plodin na společenstva členovců. V žádné ze zemí nebyl zjištěn negativní dopad

na diverzitu členovců, ani na výskyt přirozených nepřátel. Žádný negativní vliv nebyl prokázán ani na včely a housenky motýlů [1, 23].

- **Zdravotní rizika**

Průnik genů do lidských buněk – jedním z rizik je možnost, že vložený gen pronikne do lidských buněk. Obavy vznikly na základě poznatků německého vědce Doeflera, který zjistil, že jestliže myš zkonzumuje virus s potravou, kousky jeho genů se stanou součástí genů myši. Je však velmi nepravděpodobné, že by byly překonány všechny bariéry proti cizím genům.

Změny v živinách nebo zvýšené množství toxinů – v důsledku přesunu uměle vložených genů do částí rostliny a ovlivnění způsobu interakce mezi jednotlivými geny rostliny, může docházet ke snížení množství živin nebo naopak ke zvýšení množství toxinů v rostlině. Tyto změny by však měly být kontrolovány při hodnocení bezpečnosti GM potravin.

Alergie – geny vložené do rostliny produkují nový protein. Problémem je, že někteří lidé mohou být na tento protein alergičtí. Tento problém se objevil u sóji, do které byl vložen gen z brazilského ořechu za účelem zvýšení výživové hodnoty.

Odolnost proti antibiotikům – existují spekulace o tom, že součástí některých GM potravin je gen, který je zodpovědný za neúčinnost antibiotik při léčbě bakteriálních infekcí u lidí a zvířat [4].

2 TRANSGENNÍ PLODINY

2.1 Metody genetických transformací rostlin

Navzdory širokému spektru možných aplikací genetické transformace rostlin, jsou v praxi tyto transformace stále poměrně obtížným úkolem. Dostupné technologie a postupy používané pro produkci transgenních plodin jsou složité a jejich efektivita je poměrně nízká. Navíc různé odrůdy, dokonce i stejných plodin často vyžadují velmi odlišné metody transformace [24]. I přes tyto obtížnosti byla vyvinuta řada strategií, které umožňují tvorbu transgenních organismů u mnoha rostlinných druhů.

Postup při získávání GM rostlin se dá rozdělit do několika fází:

- 1) izolace genů,
- 2) klonování genů,
- 3) transformace rostlinných buněk,
- 4) detekce GM rostlin,
- 5) kontrola stability procesu transgenozie.

Pro genetické transformace rostlin jsou používány různé přímé i nepřímé metody [24, 25].

2.1.1 Nepřímé metody transformace

Pod pojmem nepřímé metody transformace se rozumí postupy, které využívají jako přenašeče cizorodé DNA takzvaný vektor. Tímto vektorem bývají obvykle specifické bakteriální plazmidy, některé typy retrovirů, transpozómů nebo lipozómů. Nepřímé metody patří mezi starší postup přenosu genetické informace. Nejčastěji jsou jako vektory využívány plazmidy gramnegativních půdních bakterií rodu *Agrobacterium*, zejména *Agrobacterium tumefaciens* a *Agrobacterium rhizogenes* [25].

Transformace rostlin s využitím rodu Agrobacterium

Působení bakterií rodu *Agrobacterium* spočívá v tom, že bakterie přeměňují rostlinné buňky ke svému prospěchu. Dodávají do genetické informace rostlin další geny, které bakterie využívají jako zdroj energie, uhlíku, dusíku a také bakteriím slouží jako induktory přenosu

tzv. plazmidu Ti a Ri. Agrobakterie totiž obsahují kromě hlavní chromozomální DNA také velké plazmidy, které se nazývají Ti u *A. tumefaciens*, *A. rubi*, *A. vitis* a Ri u *A. rhizogenes*. Informace obsažená v plazmidech dává kmenům určité výhody. Plazmidy tohoto typu však disponuje jen část populace agrobakterií. Během studií mechanismu transformace rostlin bylo zjištěno, že jedinými nepostradatelnými úseky pro její přenos do rostlinných chromozomů jsou hraniční úseky T-DNA. Agrobakteriální T-DNA tedy slouží jako vektor pro vnášení cizích genů do dědičného materiálu rostliny.

Transformace rostlin probíhá v několika krocích. Nejprve na rostlinné buňky na agarových médiích působí bakterie *A. tumefaciens* s určitými vektory. Po několikadenní kultivaci se vektorové bakterie usmrtí přidáním antibiotik. Transformované rostlinné buňky pak musí být selektovány na tzv. selekčních médiích. Aby byla umožněna selekce, musí do dědičného základu rostlinných buněk být v T-DNA vpraveny kromě cílových genů také geny sloužící jen k selekci transformovaných buněk. Jedná se nejčastěji o geny pro rezistenci k antibiotiku kanamycinu a další. Často se k těmto genům připojují ještě reportérové geny, jejichž projev lze snadno pozorovat a měřit [26].

2.1.2 Přímé metody transformace

Přímé metody transformace jsou založeny na přímém přenosu cizorodé DNA do jádra akceptorového organismu mechanickým, chemickým nebo elektrofyzikálním způsobem. Pro integraci DNA, která je přímo vnášena do organismu, je charakteristické, že probíhá s využitím enzymů akceptorového organismu [25].

Biolistika

Nejpoužívanějším způsobem přímé transformace rostlin je biolistika. Princip spočívá v navázání DNA na mikročástice vzácného kovu (zlato, platina, wolfram) a v jejich následném včlenění do rostlinných pletiv. Pro tuto metodu se používá tzv. biolistické dělo, které pracuje obvykle na principu stlačeného hélia. To dodává mikročásticím potřebnou energii pro překonání buněčné stěny a pro zasažení chromozomů. Tato metoda byla úspěšně použita i při tvorbě GM jednoděložných rostlin [25].

Další způsoby přímé transformace

Mezi další způsoby přímé genetické modifikace rostlinných pletiv patří i elektroporace, která používá k vnášení DNA do buněk krátké elektrické výboje, resp. mikroinjektáže, kdy pomocí jemných jehel může být roztok DNA vnesen do jádra protoplastu. Dále tyto postupy zahrnují přenosy cizorodé DNA s využitím polyetylenglykolu nebo přenosy pouze organelového genomu. Tyto metody jsou však využívány při praktické tvorbě GM odrůd méně [17, 25].

2.2 Rozdělení transgenních plodin

Transgenní plodiny se mohou vyznačovat velmi odlišnými vlastnostmi, které je činí výhodnými pro pěstitelce, spotřebitele i různá odvětví průmyslu. Často se setkáváme s rozdělením těchto plodin do několika generací:

I. generace plodin: Plodiny patřící do této skupiny se vyznačují přínosy zejména pro pěstitelce. Jedná se o odrůdy, které usnadňují ochranu proti chorobám, škůdcům a plevelům. Dalším přínosem je i větší šetrnost k životnímu prostředí v důsledku zjednodušení dosavadních technologií. Výhodou pro spotřebitele může (ale nemusí) být nižší cena produktu.

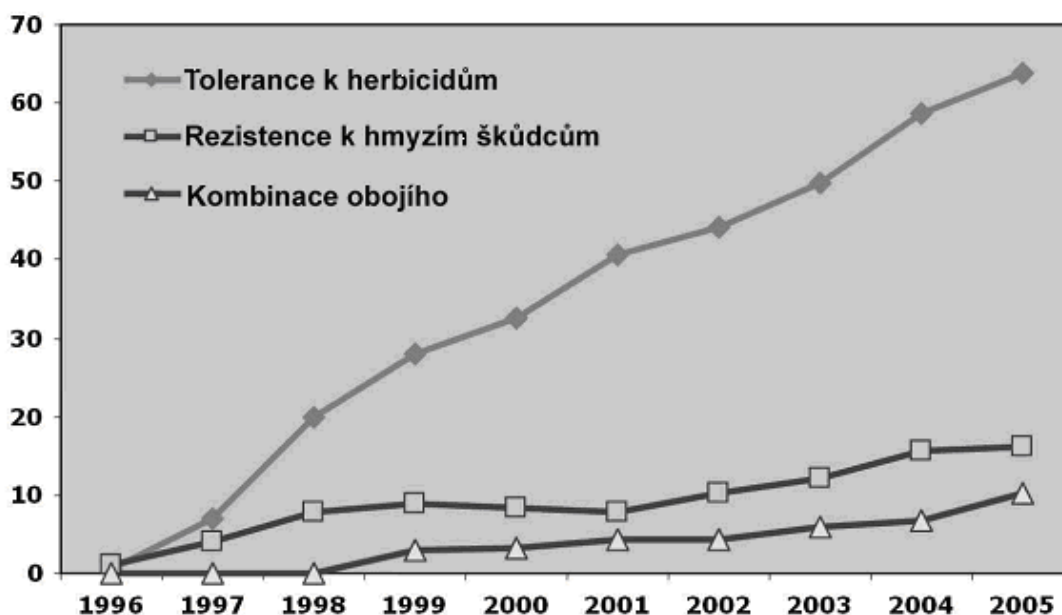
II. generace plodin: Transgenní plodiny rezistentní nebo tolerantní k chladu, suchu, zasození půdy či nedostatku světla. Tato skupina opět představuje výhody pro zemědělce.

III. generace plodin: Transgenní plodiny s vyšší nutriční hodnotou (např. vhodnější složení mastných kyselin, upravený obsah vitaminů apod.) s antikancerogenními a jinými zdravotními a léčivými účinky. Tyto plodiny jsou přímou výhodou pro spotřebitele a někdy mohou být označovány jako plodiny s upravenými výstupními vlastnostmi.

IV. generace plodin: Plodiny pěstované jako ekologicky výhodné suroviny pro některá průmyslová odvětví.

V. generace plodin: Transgenní rostliny užívané jako náhrada fosilních paliv (výroba etanolu a bionafty) [27].

V současné době se nejpěstovanější transgenní odrůdy vyznačují tolerancí k herbicidům a rezistencí k hmyzu. Na obr. 2 je znázorněna celosvětová plocha osetá transgenními plodinami [28].



Obr. 2. Celosvětová plocha osetá transgenními plodinami, rozdělena dle vnesené vlastnosti (v mil. ha) [27]

2.2.1 Transgenní plodiny s tolerancí k herbicidům

Již od počátku zemědělství museli farmáři na svých polích bojovat s plevely. Plevelé ochuzují pěstované plodiny o sluneční záření, vodu a živiny. V agroekosystému jsou plevelé běžnou a trvalou součástí, a proto je každý pěstitel nucen provádět pravidelně regulaci zaplevelení.

V 19. století byly objeveny chemické látky omezující růst plevelů zvané herbicidy. V současném zemědělství převládá ochrana proti plevelům, založená na používání selektivních herbicidů. Tyto herbicidy jsou toxické pro plevely, ale selektivní vůči kulturní rostlině. K regulaci nežádoucí vegetace mimo ornou půdu se často používají neselektivní (totální) herbicidy. Aplikace těchto neselektivních herbicidů je možná jen tehdy, není-li na pozemku již vzešlá plodina, což je například před setím, při regulaci plevelů v mezíporostním období a podobně. Transgenní plodiny, obsahující geny tolerance k určitému herbicidu, se vyznačují schopností tolerovat ošetření neselektivními herbicidy, které by za normální situace působili na veškerou vegetaci, tedy plevely i plodinu [27, 29].

Necitlivosti na herbicidy se dosahuje dvěma způsoby: do rostliny se může vložit gen kódující bílkovinu (enzym), který převádí herbicid na neúčinnou sloučeninu, což je případ necitlivosti na glufosinát. Glufosinát narušuje metabolismus amoniaku, takže se rostlina otráví.

Tyto herbicidy jsou natolik účinné, že s plevelem zničí i kulturní rostliny, což je jejich hlavní nevýhodou. Druhou možností je použití totálního herbicidu glyfosátu, který vyřazuje důležitý enzym v biosyntéze aromatických aminokyselin – to jsou aminokyseliny, které si živočichové nedokáží připravit a musí je přijímat potravou. Bakterie mají analogický enzym, ten však díky určité odchylce ve struktuře není na glyfosát citlivý. Z tohoto důvodu se do rostlin zabudovává gen pro enzym z hojné půdní bakterie – agrobakterie, a ten jako rezerva zachrání rostlinu v přítomnosti glyfosátu. Agrobakteriální transformace jsou považovány za přirozené a poměrně efektivní metody genetických transformací rostlin. Hlavní výhodou je, že v obou případech je původ genů a tedy i bílkovin ze zdroje, na který je člověk zvyklý. V jednom gramu zemědělské půdy se vyskytuje kolem miliardy bakterií, které běžně konzumujeme a dýcháme s prachem [1, 24, 30].

Takové plodiny se pěstují od r. 1996 hlavně v USA, Kanadě a Argentině, jedná se především o kukuřici, sóju, bavlník a řepku [1].

2.2.2 Transgenní plodiny s rezistencí k hmyzím škůdcům

Populace hmyzu může zničit celé pole v několika minutách. Zemědělci proti škodlivému hmyzu bojují rozstřikováním velkého množství insekticidů, avšak některé z nich jsou jedovaté pro jiné živočichy i pro člověka. Existují však ekologicky bezpečnější prostředky, například půdní bakterie *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). Ekologičtí zemědělci používají tuto bakterii již 40 let. *Bacillus* produkuje Bt-toxin, což je bílkovina, narušující střevo některým skupinám hmyzu, hlavně larvám motýlů či housenkám a současně je neškodná pro jiné organizmy (včetně člověka). Jedinou nevýhodou je to, že se Bt na poli dlouhodobě neudrží, například když prší, smyje ho déšť nebo naopak, když svítí slunce, ničí ho záření.

Z bakterie se izolují geny pro Bt-toxiny a vnesou se do plodin. Jejich buňky pak vyrábějí toxin. Jestliže se škodlivý hmyz zakousne do takové transgenní plodiny, uhyne a nemůže ji dále poškozovat, neboť pozřel s tkání stébla Bt-toxin, který je pro tento hmyz jedovatý.

Tato metoda se uplatňuje především u kukuřice, která je odolná vůči zavíječi kukuřičnému, dále se aplikuje také u brambor proti mandelince bramborové nebo u bavlníku proti makadlovce bavlníkové [1].

3 PĚSTOVÁNÍ GM PLODIN

Komerční pěstování GM plodin se začalo vyvíjet v 90. letech minulého století. V roce 1994 byla schválena první GM odrůda. Jednalo se o geneticky upravená rajčata s názvem Flavr Savr, produkovaná v USA. Cílem této modifikace bylo dosažení delší trvanlivosti a čerstvosti rajčete. Vznikly však obavy a debaty ohledně bezpečnosti těchto rajčat, a proto musely být staženy z oběhu [3, 31].

Následoval poměrně rychlý rozvoj komerčního využívání genetických modifikací v zemědělství a s tím související nárůst ploch s GM plodinami, zejména v některých zemích. Plocha osetá GM plodinami vzrostla v letech 1996 až 2000 z 1,7 milionu hektaru na 44,2 milionů. Procentuelně to lze vyjádřit jako vzestup z 0,1 % na 2,9 % světové rozlohy oseté plochy. V roce 2000 se téměř všechny GM plodiny pěstovaly ve čtyřech hlavních zemích – v USA, Argentině, Kanadě a Číně. Zastoupení GM plodin v těchto zemích bylo poměrně úzké. Pěstovala se především sója, kukuřice, bavlna, které společně reprezentovaly 95 % celkové výměry [3, 21, 32].

V roce 2003 pěstovalo GM plodiny více než 7 milionů zemědělců v 18 zemích na téměř 70 milionech hektarů a v roce 2007 zaujímaly plochy oseté GM plodinami téměř 120 milionů hektarů. Z toho čtvrtinu této oblasti představovala GM kukuřice s Bt geny pro rezistenci vůči hmyzu a herbicidům [19, 33].

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. obr. 3). 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, melouny, papája, tykev, čekanka, květák, ananas, banány a jahody [32, 34, 35].

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 zaujímají 50 000ha a více**

Obr. 3. Pěstování GM plodin ve světě v roce 2009 [35]

3.1 Pěstování GM odrůd v ČR

Česká republika disponuje široce rozvinutým zemědělstvím, které dlouhodobě zajišťuje výrobu a přísun hlavních komodit společně s lesním a vodním hospodářstvím, potravinářstvím a všemi dalšími navazujícími obory. Plní úlohu v zásobování obyvatel zdravotně nezávadnými potravinami a současně zabezpečuje péči o přírodní zdroje, krajinu a životní prostředí. Území ČR je velmi členité, je tvořeno jak pohořími, tak rozsáhlými nížinami, značnou část zaujímají i pahorkatiny. Necelou třetinu území pokrývají lesy. Zemědělské

půdy tvoří přibližně 4 244 000 ha, z čehož 6 480 ha (cca 0,15 %) zaujímá GM kukuřice [36, 37, 38].

V ČR je většina GMO povolena spíše pro laboratorní použití. Využívání GMO k výzkumným a laboratorním účelům je v současnosti v ČR poměrně běžné, což vyplývá také z počtu 80 oprávnění vydaných k uzavřenému nakládání. S GM mikroorganismy, buněčnými kulturami, rostlinami a laboratorními zvířaty pracují vědci téměř na všech vysokých školách se zaměřením na přírodní vědy, dále ve výzkumných ústavech, v různých kontrolních zemědělských a potravinářských laboratořích. GM bakterie a kvasinky se uplatňují např. při výrobě enzymů, diagnostik nebo očkovacích látek. Modelové GM rostliny slouží ke zkoumání fyziologických pochodů a selekci žádoucích užitečných vlastností. Oblast těchto biotechnologických aplikací se stále rozšiřuje [12].

Od konce 90. let minulého století probíhají v ČR různé polní pokusy s GM plodinami. Jedná se zejména o kukuřici, brambory a do roku 2002 do této skupiny spadala i řepka. Pěstovat se v ČR, resp. EU, může prozatím pouze Bt kukuřice typu MON810. ČR se řadí k dalším 7 státům EU (Španělsko, Rumunsko, Francie, Portugalsko, Německo, Polsko a Slovensko), které se už setkaly s pěstováním Bt kukuřice. V Rumunsku se v minulých letech kromě Bt kukuřice pěstovala i GM sója tolerantní k neselektivním herbicidům, avšak po vstupu do EU v roce 2007 muselo Rumunsko definitivně upustit od jejího pěstování, neboť tato GM plodina je pro pěstování v EU zakázána. V ČR může být GM sója využívána pouze pro dovoz a zpracování, nikoliv však k pěstování [2, 12, 39].

Jelikož je ČR součástí EU platí pro ni stejný seznam povolených GMO jako pro EU.

3.1.1 GM plodiny schválené v ČR pro uvádění do životního prostředí

V rámci uvolňování GM plodin do životního prostředí je přibližně 260 hlavních znaků, které jsou modifikovány. Jedná se o morfologické i biochemické změny, jejichž cílem je zvýšit užitnou hodnotu nových odrůd. S rostoucím počtem polních pokusů roste i počet GM odrůd uvolňovaných pro účely pěstování. Je velmi pravděpodobné, že během příštích 10 – 15 let se transgenní plodiny stanou nedílnou součástí mezinárodního zemědělství. Schvalování GM plodin pro uvádění do životního prostředí se v ČR řídí zákonem č. 78/2004 Sb. [40, 41].

3.1.1.1 Brambory

V případě brambor zahrnují polní pokusy různé typy modifikací:

Brambor se změněným složením škrobu – geneticky upravený brambor (*Solanum tuberosum subsp. tuberosum*) s obchodním názvem Amflora vytvořili vědci v chemickém podniku BAFS. Transformace byla provedena vložením fragmentu genu *syntetázy* (gbss) škrobu vázané na škrobové zrno, což vede k redukci podílu amyλόzy a k nárůstu množství amylopektinu v bramborových hlízách. Pro transformaci byl použit *Agrobacterium tumefaciens*. Současně však byl vložen gen pro *neomycin fosfotransferázu II* (nptII) z *Escherichia coli*, který způsobuje odolnost proti antibiotikům kanamycinu a neomycinu. Někteří ekologové se obávají, že použití tohoto genu může vést k problémům spojených s rezistencí vůči antibiotikům. Na druhou stranu přírodovědci obhajují bezpečnost brambor tím, že i standardní zdravá potravina v sobě obsahuje miliony podobných bakterií na gram a denně takto konzumujeme miliardy cizích genů, které jednoduše strávíme. Mimo to přechod genů z rostliny do bakterie ještě nikdo nedokázal, nebezpečí přenosu je tedy nereálné. Brambor byl doposud použit pouze pro polní pokusy, avšak konečně po třinácti letech čekání získal povolení k pěstování. Komerčně by se měla Amflora letos začít pěstovat v Německu, Švédsku, Nizozemsku a Česku. Společnost BAFS plánuje pěstovat brambory na produkci semen na ploše celkem 200 až 300 ha, v ČR na 150 ha [12, 42, 43].

Brambor se zvýšeným podílem amylopetkinu – brambor se změněným složením škrobu v hlízách směrem k vyššímu podílu amylopektinu. Tyto brambory byly získány použitím vektorového konstruktů s vloženým fragmentem genu *syntetázy* škrobu vázané na škrobové zrno. Současně se vnáší gen *syntetázy* acetohydroxykyseliny (ahas), který navozuje odolnost plodin k herbicidu imidazolinonu. Gen ahas pochází z genomu *Arabidopsis thaliana* [44].

Brambor se zvýšeným podílem amyλόzy – geneticky modifikovaným organismem je opět brambor vykazující změnu ve složení škrobu v hlízách směrem k vyššímu obsahu amyλόzy. K modifikaci dochází použitím dvou typů blízce příbuzných vektorových konstruktů. Souběžně vpravený selekční gen *syntetázy* ahas, vyvolává odolnost transformovaných pletiv a rostlin k herbicidu idazolinonu [45].

Cílem těchto modifikací je především zjednodušení výroby škrobu, jelikož odpadá nezbytné oddělování obou složek – amyλόzy a amylopektinu. Získané produkty mohou být široce

využívány v papírenském průmyslu, při výrobě lepidel, plastických hmot a ve stavebnictví [12].

Brambor se změnou obsahu cukrů – brambor se změněným obsahem cukrů v bramborových hlízách. Do plodiny byl vnesen úsek T-DNA kódující enzym *fosfofrukto-kinázu*. Odlišné fyzikálně chemické vlastnosti tohoto enzymu zajišťují jeho aktivitu v hlízách skladovaných při nízkých teplotách. Hlízy mají poté snížený obsah rozpustných cukrů [46].

Brambor se změnou odolnosti k plísni bramborové – brambor hlíznatý. Jedná se o soubor plodin, do nichž byl vpraven úsek T-DNA kódující hmyzí inhibitor *proteáz*. Tento inhibitor inhibuje například *proteázu K* nebo *subtilisin* a dá se tedy očekávat, že bude působit i proti *proteázám* patogenů bramboru [47].

Brambor se zvýšenou odolností k *Phytophthora infestans* – k vytvoření brambor odolnějších vůči plísni bramborové (*Phytophthora infestans*) byly vneseny dva geny, které řídí odolnost rostliny, tzv. R-geny. Tyto R-geny specificky rozlišují cílový patogen a vyvolávají obranou reakci v rostlině, a tak ji před infekcí chrání [48].

3.1.1.2 Kukuřice

Kukuřice DP-Ø9814Ø-6 – kukuřice (*Zea mays L.*) tolerantní k herbicidům, jež obsahují glyfosát a k herbicidům inhibujícím *acetolaktátsyntázu*. Genetická modifikace se provádí metodou transformace pomocí *Agrobacterium tumefaciens* [49].

Kukuřice linie GA21 – GM kukuřice tolerantní vůči herbicidní látce glyfosátu.

Kukuřice MON 88017 – vytvořena pomocí transformačního systému bakterií *Agrobacterium tumefaciens*. Vyznačuje se tolerancí ke glyfosátu. Kukuřice rovněž obsahuje modifikovaný protein pocházející z *Bacillus thuringiensis subsp. kumamotoensis*. Díky tomuto proteinu jsou rostliny chráněny proti některým hmyzím škůdcům, u nás především proti bázlivci kukuřičnému [50, 51].

Kukuřice NK603 – kukuřice obsahující gen odvozený od půdní bakterie rodu *Agrobacterium*. Vnesený gen zajišťuje rezistenci ke glyfosátu.

Kukuřice NK603 x MON 810 – je produktem tradičního křížení dvou GM linií NK603 a MON 810. Kukuřice NK603 obsahuje gen pro rezistenci vůči glyfosátu, odvozený od

půdní agrobakterie a MON 810 se vyznačuje odolností vůči hmyzím škůdcům především zavíječi kukuřičnému [52].

Kukuřice MON 89034 x NK603 – kříženec dvou GM rodičovských linií MON 89034 a NK603. Vyznačuje se rezistencí proti škůdcům z řádu motýlů, u nás především proti zavíječi kukuřičnému (MON 89034) a také tolerancí vůči glyfosátu (NK603).

Kukuřice MON 89034 x MON 88017 – hybrid vyvinutý kombinací dvou GM rodičovských linií MON 89034 a MON 88017. Po svých rodičích zdědil vlastnosti jako rezistence vůči škůdcům z řádu *Lepidoptera* (MON 89034), tolerance ke glyfosátu a ochrana proti některým zástupcům řádu brouků, v našich podmínkách především bázlivci kukuřičnému (MON 88017) [53].

Dále jsou v ČR povoleny uvádět do životního prostředí následující odrůdy:

- Kukuřice linie Bt11 x GA21;
- Kukuřice linie Bt11 x MIR604 x GA21;
- Kukuřice linie MIR162;
- Kukuřice linie Bt11 x MIR162 x MIR604 x GA21;
- Kukuřice linie MIR604.

Jedná se o hybridní GM kukuřice, které byly vytvořeny vzájemným šlechtitelským křížením kukuřic linií Bt11, MIR162, MIR604 a GA21. Mezi jejich vlastnosti patří především odolnost vůči některým hmyzím škůdcům (např. zavíječi kukuřičnému nebo bázlivci kukuřičnému) a tolerance k herbicidům obsahujícím glyfosát. Kukuřice MIR162 a MIR604 se navíc vyznačují schopností transformovaných rostlinných buněk využívat manózu jako jediný primární zdroj uhlíku, a to díky enzymu *fosfomanóza izomeráza*, jež kukuřice exprimují [54, 55].

3.1.1.3 Ostatní plodiny

Len setý – transformace se provádí několika způsoby a výsledkem mohou být následující vlastnosti: odolnost k herbicidu fosfintricinu, zvýšení odolnosti rostlin k houbovým chorobám a škůdcům nebo zvýšení schopnosti akumulace těžkých kovů v rostlinách a jejich částech [56].

Slivoň Stanley – obsahuje gen pro obalový protein viru šarky švestky. Cílem je dosažení rezistence vůči virům [3].

Tabák viržinský – do tabáku byl vnesen kvasinkový mitotický aktivátor. Transformace slouží k výzkumným účelům, během kterých se ověřují biologické a morfologické znaky tabáku s transgenem, který ovlivňuje regulaci buněčného cyklu. Sleduje se především rychlost vývoje rostlin a nástup kvetení [57].

3.1.2 GM plodiny schválené v ČR pro uvádění do oběhu

Pod pojmem uvádění do oběhu se rozumí především pěstování za účelem prodeje a zpracování, dále prodej v obchodní síti, skladování, ale také dovoz a zpracování GM produktů. GM plodiny schválené pro uvádění do oběhu si bude každý moci koupit a využívat, avšak za stanovených podmínek [2].

Podle směrnice 90/220/EEC bylo do roku 1998 vystaveno 16 povolení pro uvádění GMO na trh v EU. Poté byl schvalovací proces přerušeno, až do doby přijetí nové legislativy. Povolení vydaná podle směrnice 90/220/EEC pozbyla platnosti v říjnu 2006. Avšak potraviny a krmiva zavedené jako již existující výrobky mohou být dále na trhu, pokud byla v dubnu 2007 podána žádost o obnovení povolení pro uvádění na trh podle nařízení 1829/2003. GMO, u kterých nebyla podána žádost o obnovení, byly staženy z trhu na základě rozhodnutí Komise. Současně však bylo stanoveno přechodné období 5 let, kdy se tyto GMO mohou vyskytovat v minimálních množstvích do 0,9 % jako příměsi [58].

3.1.2.1 GM plodiny schválené pro dovoz a zpracování v ČR

Plodiny, u nichž byla podána žádost o obnovení povolení:

Sójové boby – tolerantní k herbicidu glyfosátu. Podle nařízení 1829/2003 byla v roce 2006 podána žádost zahrnující i pěstování a současně byla podána žádost o obnovení povolení.

Kukuřice linie Bt-11 – kukuřice s kombinovanou modifikací pro odolnost vůči hmyzu (Bt endotoxin) a toleranci k herbicidu glufosinátu amonnému.

Plodiny, u nichž Komise rozhodla o stažení z trhu:

Řepka olejka – jarní (Topas 19/2) – tolerantní k herbicidu glufosinátu amonnému.

Podle směrnice 2001/18/EC byla vydána rozhodnutí pro dovoz a zpracování následujících plodin:

Kukuřice linie NK 603 – tolerantní k herbicidu glyfosátu.

Kukuřice linie MON 863 – odolná vůči hmyzu, bázlivci kukuřičnému.

Řepka olejka linie GT 73 – tolerantní k herbicidu glyfosátu.

Kukuřice linie 1507 – rezistentní vůči hmyzu, zavíječi kukuřičnému a současně tolerantní k herbicidu glufosinátu.

Kukuřice linie MON863 x MON 810 – hybrid s rezistencí vůči dvěma škůdcům, bázlivci kukuřičnému a zavíječi kukuřičnému.

Řepka olejná – samičí linie Ms8, samčí linie Rf3 a hybrid Ms8 x Rf3 – tolerantní vůči herbicidu glufosinátu.

Výjimku ze všech plodin tvoří GM karafiáty se změněnou barvou květu, které slouží pouze pro dovoz řezaných květů:

Karafiát linie 123.2.38 Florigene Moonlite a karafiát Florigene Moonaqua – karafiáty s modrou barvou květu [5, 58, 59].

3.1.2.2 GM plodiny schválené pro pěstování v ČR

Plodiny, u nichž byla podána žádost o obnovení povolení:

Kukuřice linie T 25 – tolerantní vůči herbicidu glufosinátu amonnému.

Kukuřice linie MON 810 – kukuřice s rezistencí vůči hmyzu (Bt endotoxin).

Plodiny, u nichž komise rozhodla o stažení z trhu:

Řepka olejka Ms1Bn x Rf1Bn – hybrid tolerantní k herbicidu glufosinátu amonnému, určený k pěstování pro výrobu osiva, avšak nikoliv pro výrobu potravin nebo krmiv.

Kukuřice Bt-176 – kukuřice s modifikací pro rezistenci vůči hmyzu (Bt endotoxin) a tolerancí k herbicidu glufosinátu amonnému.

Řepka olejka Ms1 x RF1 a řepka olejka Ms1 x RF2 – hybridy tolerantní k herbicidu glufosinátu amonnému [58].

GM plodiny pěstované v ČR:

Jedinou GM plodinou uvedenou v současnosti do pěstitelské praxe je v ČR prozatím pouze Bt kukuřice [39].

3.2 Pěstování Bt kukuřice

Bt kukuřice je transgenní kukuřice linie MON 810, odolná vůči hmyzím škůdcům, která má ve svém dědičném materiálu zabudovaný gen pocházející z bakterie *Bacillus thuringiensis* (Bt). Tento gen kóduje v plodině produkci proteinu, který je pro mnoho hmyzích škůdců toxický a působí v zažívacím ústrojí hmyzu. Bt kukuřice je zaměřená především na hmyzí škůdce řádu motýlů (*Lepidoptera*), jejichž housenky požírají rostliny kukuřice. V podmínkách ČR se tímto způsobem bojuje zejména proti zavíječi kukuřičnému [17, 39].

3.2.1 Zavíječ kukuřičný

Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*) je motýl, jehož housenky způsobují škody především v porostech kukuřice. Tyto housenky škodí vyžíráním otvorů a chodeb ve stéblech a palicích kukuřice. Takto napadené plodiny se často lámou a poléhají, což vede k výnosovým ztrátám na produktu. Housenkami vybudované chodby jsou sekundárně napadány houbovými patogeny, a to zejména houbami rodu *Fusarium*. Tyto houby produkují nebezpečné mykotoxiny, jak pro zdravý člověka, tak pro hospodářská zvířata, a tím snižují kvalitu sklizeného produktu.

Housenky jsou velmi odolné, neboť zimy přežívají ve zbytcích stonků a palic na kukuřičném strništi. Přibližně ve druhé polovině května se začínají kuklit a poté se líhnou první dospělí jedinci. Nálety probíhají ve vlnách a většinou přetrvávají až do konce srpna. Zavíječi vyhovuje teplé a vlhké prostředí a vyskytuje se tedy v nejteplejších oblastech ČR, na jižní Moravě a ve středních Čechách. V posledních letech se však jeho působení na území ČR zvětšuje. Rozšířil se do všech oblastí pěstování kukuřice a stal se tak významným škůdcem [39, 60].

Možnosti ochrany proti zavíječi kukuřičnému:

Přirozená odolnost – odolnost zabezpečují mechanické a fyziologické vlastnosti odrůdy, je však velmi nízká.

Chemická ochrana – aplikace insekticidů na vajíčka, čerstvě vylíhlé housenky zavíječe či dospělé jedince vyskytující se na povrchu rostliny. Účinnost chemického postřiku je také relativně nízká.

Biologická ochrana – vedle chemických prostředků je možné pro postřik aplikovat přípravek, který obsahuje kulturu půdní bakterie *Bacillus thuringiensis* nebo je možno použít biologickou ochranu prostřednictvím kapslí obsahujících chalcidky drobné, což jsou parazitické vosičky ve vajíčkách zavíječe. Poslední možností ochrany je použití Bt kukuřice, do níž byla genetickou manipulací vpravena část genetické informace půdní bakterie *Bacillus thuringiensis*.

Účinnost chemické i biologické ochrany je podmíněna použitím těchto přípravků v období největších náletů. Cílem je zamezení a odstranění snůšek. Sledování náletů zavíječe kukuřičného je u nás prováděno především pomocí světelných či feromonových lapačů [23, 60].

3.2.2 Bt-toxin

Bt-toxin je protein izolovaný z půdní bakterie *Bacillus thuringiensis*, od které kukuřice získala následně označení Bt. Bakterie *Bacillus thuringiensis* byla poprvé objevena v roce 1902 v Japonsku, kde narušila chovy bource morušového. Bakterie tam způsobovala úhyn motýlů. Poté byla v roce 1911 izolována z populace moučných červů.

Jedná se o grampozitivní bakterii, která při sporulaci syntetizuje insekticidní krystalický protein (δ -endotoxin), který má smrtící účinek na hmyz. Tento účinek spočívá v tom, že pokud hmyz pozře společně s některou částí rostliny i δ -endotoxin, pak se tento toxin štěpí při alkalickém pH ve střevě hmyzu v toxickou látku. Molekula vzniká štěpením se naváže na apikální část kartáčovité membrány epitelu střev hmyzu, poté se navázané Bt-toxiny shluknou a dochází k poškození plazmatické membrány a k postupné destrukci střeva. Hmyz pak postupně snižuje příjem potravy a následkem hladovění během několika hodin až dnů hyne. Protože má δ -endotoxin úzkou účinnost, působí jen na cílového škůdce a je zcela neškodný pro obratlovce včetně člověka. První druhy *Bacillus thuringiensis* s účinností proti hmyzu byly izolovány v roce 1987. Poprvé byl Bt-toxin vpraven do tabáku a rajčete, v současné době se vyskytuje již v řadě kulturních rostlin. Ve světě dosud největší plochy zaujímá Bt kukuřice. Bt-toxin není v zemědělství ničím novým, je využíván již několik let. Například v USA se používal déle než 30 let jako bioinsekticid k ochraně plo-

din před více než 300 druhy hmyzu. Jako bioinsekticid jej využívají především zemědělci s ekologickým zaměřením [16, 23, 61].

3.2.3 Pěstební plochy s Bt kukuřicí v ČR

Kukuřice MON 810 byla schválena pro uvedení do oběhu, včetně pěstování, v roce 1998 a v následujících letech byly některé její odrůdy zaregistrovány v katalogu EU. Poprvé se v ČR začala tato kukuřice pěstovat v roce 2005, kdy bylo uváděno, že plochy s Bt kukuřicí zaujímají 270 ha. Jelikož se jednalo o první zkušební rok pěstování, došlo k určitým nepřesnostem, neboť původně uváděný údaj (270 ha) zahrnoval i obsevy prováděné kolem Bt kukuřice a musel být proto upraven na 150 ha čisté osevní plochy. V tomto roce se zabýval evidencí ploch s Bt kukuřicí Státní zemědělský intervenční fond, neboť podmínky pro její pěstování se řadily do systému poskytování doplňkových plateb na plochu. V roce 2006 se plocha s Bt kukuřicí rozrostla téměř pětinasobně, a to na 1290 ha. Od tohoto roku se o evidenci ploch staralo MZe prostřednictvím regionálních zemědělských agentur. V následujících letech se plochy s Bt kukuřicí stále zvyšovaly o 760 %, 288 % a 68 %, až do roku 2008. Současně narůstal i počet pěstitelů. V loňském roce došlo poprvé k poklesu ploch s Bt kukuřicí na 6 480 ha. Odhaduje se, že hlavním důvodem poklesu je problematický odbyt této kukuřice, neboť se musí odlišovat od klasické produkce a označovat jako GMO. Na snížení ploch Bt kukuřice se mohl také odrazit celkový pokles ploch kukuřice na zrno za rok 2009. Konkrétní hodnoty počtu pěstitelů a celkových ploch s Bt kukuřicí jsou uvedeny na obr. 4 [12, 38, 39].

	2005	2006	2007	2008	2009
výměra plochy Bt kukuřice (ha)	150	1 290	5 000	8 380	6 480
meziroční index (%)	-	760	288	68	-23
počet pěstitelů Bt kukuřice (ha)	51	82	126	167	121
meziroční index (%)	-	61	54	33	-28

Obr. 4. Vývoj počtu pěstitelů a ploch osetých Bt kukuřicí v letech 2005 – 2009 [39]

Jelikož se Bt kukuřice vyznačuje odolností vůči zavíječi kukuřičnému, pěstuje se především tam, kde je nejhojněji zaznamenáván výskyt tohoto škůdce. Na počátku pěstování Bt kukuřice byla oseta větší část ploch na Moravě, avšak v dalších letech a v závislosti na výskytu zavíječe převzal vedení v celkových plochách český region. Z pohledu regionů, již od počátku pěstování Bt kukuřice, zaujímá vůdčí postavení Jihomoravský kraj. V rámci českého regionu se kukuřice pěstuje nejvíce ve Středočeském, Plzeňském a Královéhradeckém kraji, naopak nejméně se tato kukuřice ujala v kraji Libereckém a Karlovarském. Podrobnější přehled pěstování Bt kukuřice v jednotlivých krajích je znázorněn v příloze P I [39, 62].

3.2.4 Výhody a nevýhody pěstování Bt kukuřice

K hlavním přednostem pěstování Bt kukuřice patří výhody samotné technologie, a to především jednoduchost a spolehlivost ochrany proti zavíječi kukuřičnému. Výsledkem jsou menší ztráty, a tím i vyšší výnosy produktu, zlepšení zdravotního stavu porostu, menší zaplísňení, případně i méně mykotoxinů, nepolehlé a nepolámané rostliny.

Pozitiva zmiňovaná samotnými pěstiteli jsou nejčastěji technologického, kvalitativního, ekonomického i environmentálního charakteru. Výhody technologického charakteru se projeví zejména v prvním roce pěstování, neboť se jednalo o první ověření předpokládaných výhod v praxi. Do této skupiny patří především spolehlivá ochrana proti zavíječi, pěstování bez chemické ochrany, bez škod při postřiku, bez nutnosti mechanizace (ve vysokém porostu), dále nepoškozený a vyrovnaný porost, delší vegetační doba, snadná sklizeň (bez sklizňových ztrát) apod. S postupem času se dostaly do popředí i výhody kvalitativního charakteru, kdy byl oceněn výsledný efekt nové technologie. Tento efekt zahrnuje zejména vynikající zdravotní stav porostu (vitální rostliny, vyvinuté palice), nižší napadení houbovými chorobami, kvalitnější hygienicky zdravé krmivo, kvalitnější siláž i zdravější kukuřice jako surovina pro potraviny. Dalším důležitým aspektem pěstování Bt kukuřice je i ekonomická stránka, kdy dochází k vyšším výnosům zrna, náklady na ošetření jsou menší. Stále více jsou vnímány i environmentální aspekty, které upozorňují na menší zatížení životního prostředí (bez insekticidů a bez chemie) [39, 62].

Kromě výše uvedených výhod jsou zmiňovány i specifická pozitiva jako například menší poškození černou zvěří, lepší odolnost vůči suchu, přirozené tlumení zavíječe a také jistota dobré sklizně [39].

Pěstování Bt kukuřice je však spojeno i s některými nevýhodami. Pěstitelé jsou především nespokojeni s legislativně-administrativním pozadím, a to zejména z pohledu specifických pravidel, které je třeba při pěstování Bt kukuřice dodržovat. Patří sem například vyplňování velkého množství dotazníků, ohlašovací povinnost, náročnější evidence a s tím související problémy s evidencí, značení porostů, kontroly, složitější předpisy a závazná opatření pro pěstování. Někteří pěstitelé jsou s těmito pravidly smířeni, zatímco jiní je považují za zbytečné a nesmyslné. Z ekonomického pohledu se pěstitelé setkávají s nevýhodami na vstupech i na výstupech produkce. Mezi tyto problémy se nejčastěji řadí vyšší náklady při nákupu osiva, problémy s odbytem, omezený počet kupců, neochota odběratelů, vyšší náklady na administrativu. Tyto problémy nepřímo souvisí i s dalšími nevýhodami sociálního charakteru, které jsou však zmiňovány jen ojediněle a jedná se například o averzi vůči Bt technologii, negativní pohled spotřebitele na GMO nebo negativní reklama v EU [39, 62].

3.2.5 Současní pěstitelé Bt kukuřice

V současné době patří mezi největší pěstitele Bt kukuřice v ČR následující podniky:

Plemenářské služby, a.s. – tento podnik se nachází v Otrokovicích a pěstuje Bt kukuřici již od roku 2006. V tomto roce činila osetá plocha přibližně 20 ha odrůdy TXP939 A-V, v roce 2007 došlo ke zvýšení osevu na 310 ha odrůdy DKC 4442 YG a KURATUS BT a v roce 2008 bylo oseto přibližně 250 ha odrůdou DKC 4442 YG a DKC 3512 YG. Příznivé zkušenosti a hlavně výsledky pěstování vedly podnik k rozšiřování osevních ploch a společnost Plemenářské služby a.s. Otrokovice hodlá i v následujících letech s pěstováním Bt kukuřice pokračovat.

Roštěnice, a.s. – společnost Roštěnice, a.s. pěstuje Bt kukuřici také od roku 2006, kdy bylo oseto 118 ha, následně v roce 2007 373 ha a v roce 2008 561 ha. V roce 2009 bylo v plánu osít 500 ha, což představuje 50 % osevních ploch.

Zemědělská akciová společnost Koloveč – tato společnost pěstuje Bt kukuřici již pátým rokem, neboť v roce 2005 musela odolávat velkému napadení kukuřice zavíječem kukuřičným; z tohoto důvodu se také společnost pro pěstování Bt kukuřice rozhodla. Celkem pěstuje 350 ha kukuřice, z toho 80 % zaujímá Bt kukuřice. Zkušenosti podniku s pěstováním Bt kukuřice jsou velmi dobré a podnik by chtěl v pěstování i nadále pokračovat.

Zemědělské družstvo Mořina – v roce 2005 se zástupci Zemědělského družstva Mořina rozhodli vyzkoušet technologii pěstování Bt kukuřice na svých pozemcích. Provedli pokus na farmě Liteň s 5 ha Bt kukuřice. Ve výsledku výnos těchto 5 ha převyšoval výnos z ostatních ploch, a proto v roce 2006 zvýšili plochu na 20 ha a opět bylo dosaženo vynikajících výsledků. V roce 2008 družstvo Mořina pěstovalo Bt-kukuřici již na 78 % celkových ploch kukuřice, což představuje přibližně 500 ha. Největší přínos této technologie vidí pěstitelé ve výborném zdravotním stavu Bt kukuřice po sklizni a po několikaletých zkušenostech doporučují tuto technologii každému zemědělskému podniku.

Bt kukuřice není prozatím v ČR využívána pro potravinářské účely. Je využívána především takovými podniky, které mají živočišnou výrobu a Bt kukuřici tak mohou zkrmovat ve vlastním zařízení [38, 39].

ZÁVĚR

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

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala především situací v ČR. 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 zjištění, jak u nás pěstování GM plodin probíhá, a které z nich je tedy 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 havarijní 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 potravin.

V ČR je většina GMO využívána spíše pro laboratorní účely a polní pokusy. Pěstovat je povoleno pouze Bt kukuřici, což je současně jediná povolená plodina pro pěstování v celé EU. V letošním roce by však na území ČR mělo začít i pěstování GM brambory Amflory.

Dá se 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.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CUSTERS, R., VLIEGER, DE E., STOOPS, S., GYSEL, VAN A., VERLEYEN, B. *Průvodce biotechnologiemi. Biotechnologie v zemědělství a potravinářství*. Praha: Academia, 2006. 104 s. ISBN 80-200-1350-4
- [2] DOUBKOVÁ, Z. *Geneticky modifikované organismy. Otázky spojené s jejich vznikem a využíváním*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003. 39 s. ISBN 80-7212-259-2. [online] [cit. 2010-2-25]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/1FA2C877A509C648C1256FC00052F6EE/\\$file/oer-publikace_o_gmo-20031119.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/1FA2C877A509C648C1256FC00052F6EE/$file/oer-publikace_o_gmo-20031119.pdf)
- [3] DRÁPAL, J. a kol. *Potraviny na bázi geneticky modifikovaných organismů*. Brno: Vědecký výbor pro potraviny, 2004. 33 s. [online]. [cit. 2010-3-16]. Dostupné z: http://www.chpr.szu.cz/vedvybor/dokumenty/studie/GMO_2003_4_deklas.pdf
- [4] KLIMOČKOVÁ, M., KLOUBEK, M. *Průvodce spotřebitele. Jak nakupovat produkty bez genetické modifikace*. Praha: Greenpeace, 2006. 13 s. [online]. [cit. 2010-2-15]. Dostupné z: <http://www.greenpeace.org/raw/content/czech/assets/graphics/pruvodce-gmo-2.pdf>
- [5] DOUBKOVÁ, Z. Geneticky modifikované organismy pod dohledem – proces schvalování nového GMO. In *Geneticky modifikované organismy*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. s. 26–29. [online]. [cit. 2010-2-14]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/eagri/file/3082/Sbornik_GMO_2006_1_.pdf
- [6] SUKOVÁ, I. *Potraviny nového typu*. Praha: ÚZPI, 2007. 44 s. [online]. [cit. 2010-2-27]. Dostupné z: http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Sukov_PNTweb.pdf
- [7] Zákon č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty. [online]. [cit. 2010-3-12]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/legislativa_a_formulare/\\$FILE/oer-zak_78_2004-20040122.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/legislativa_a_formulare/$FILE/oer-zak_78_2004-20040122.pdf)
- [8] DOUBKOVÁ, Z. Legislativa GMO v EU a ČR. In *Biotechnologie. Jaké zisky přináší svět, co mohou přinášet nám*. Slušovice: Mondon, 2004. s. 26–28. ISBN 80-903108-6-9

- [9] DOUBKOVÁ, Z. *Legislativa v oblasti geneticky modifikovaných organismů*. 2006. [online]. [cit. 2010-3-12]. Dostupné z:
<<http://www.biotrin.cz/czpages/BIOTRIN060315/Doubkova.htm>>
- [10] AZADI, H., HO, P. Genetically modified and organic crops in developing countries: A review of options for food security. *Biotechnology Advances*, 2010, 28, 160–168
- [11] Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech. [online]. [cit. 2010-3-12]. Dostupné z:
<<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:13:32:32003R1829:CS:PDF>>
- [12] DOUBKOVÁ, Z. Geneticky modifikované organismy – využití ve světě a v České republice. In *Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2008. s. 14–17. ISBN 978-80-7212-493-0. [online]. [cit. 2010-3-4]. Dostupné z:
<[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/geneticke_modifikace/\\$FILE/oer-geneticke_modifikace_20100211.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/geneticke_modifikace/$FILE/oer-geneticke_modifikace_20100211.pdf)>
- [13] ČEŘOVSKÁ, M., ŠTĚPÁNEK, M., ŘÍHA, K. Geneticky modifikované organismy pod dohledem – sledování GMO po uvedení na trh. In *Geneticky modifikované organismy*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006, s. 30–35. [online]. [2010-2-18]. Dostupné z:
<http://eagri.cz/public/eagri/pub/e3/0/df/3082_4_Sbornik_GMO_2006_1_.pdf>
- [14] ČEŘOVSKÁ, M. Pravidla koexistence v rostlinné produkci. In *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR – koexistence různých forem zemědělství*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005. s. 56–63. ISBN 80-7084-408-6. [online]. [cit. 2010-2-18]. Dostupné z:
<http://eagri.cz/public/eagri/file/17398/GMO_text.pdf>
- [15] ČEŘOVSKÁ, M. Pěstování geneticky modifikované kukuřice v ČR má svá pravidla. *AGRO*, 2005, 6. s. 62–63. [online]. [cit. 2010-2-19]. Dostupné z:
<http://eagri.cz/public/eagri/file/2581/cerovska_agro_6_2005_1_.pdf>
- [16] ČEŘOVSKÁ, M. Povinnosti pěstitelů geneticky modifikované kukuřice. Jaké povinnosti čekají na zemědělce, kteří se v letošním roce rozhodnou zasít GM kukuřici. *Agromanuál*, 2006, 1, 2. s. 48–50

- [17] SNUSTAD, D. P., SIMMONS, M. J. *Genetika*. Brno: Masarykova univerzita, 2009. 870 s. ISBN 978-80-210-4852-2
- [18] RAKOUSKÝ, S. Bezpečnost a zdravotní rizika geneticky modifikovaných plodin, potravin a krmiv z nich vyrobených. In *Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2008. s. 18-23. ISBN 978-80-7212-493-0. [online]. [cit. 2010-2-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/geneticke_modifikace/\\$FILE/oer-geneticke_modifikace_20100211.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/geneticke_modifikace/$FILE/oer-geneticke_modifikace_20100211.pdf)>
- [19] PRUGAR, J. Transgenní plodiny a bezpečnost potravin. *Výživa a potraviny*, 2004, 6, 59. s. 155–157
- [20] FRANKS, R. J. The status and prospects for genetically modified crops in Europe. *Food Policy*, 1999, 24, 565–584
- [21] LOMBORG, B. *Skeptický ekolog. Jaký je skutečný stav světa?* Praha: Dokořán, 2006. 587 s. ISBN 80-7363-059-1
- [22] Ho, M. W. *Genetické inženýrství naděje nebo hrozba?* Praha: Alternativa, 2000. 300 s. ISBN: 80-85993-52-X
- [23] KOCOUREK, F., ŘÍHA, J. Přínosy a rizika pěstování Bt-kukuřice. In *Biotechnologie. Jaké zisky přináší světu, co mohou přinášet nám*. Slušovice: Mondon, 2004. s. 46–53. ISBN 80-903108-6-9
- [24] DANILOVA, S.A. The technologies for genetic transformation of cereals. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2007, 54, 5, 569–581
- [25] VEJL, P. Geneticky modifikovaný organismus z pohledu genetiky a šlechtění. In *Geneticky modifikované organismy v agroekosystému a jeho okolí*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. s. 3–14. [online]. [cit. 2010-2-21]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/eagri/pub/67/79/44/3065_4_sbornik_GMO_2007_1_.pdf>
- [26] RAKOUSKÝ, S., ONDŘEJ, M. Transgenoze rostlin. In *Úloha geneticky modifikovaných organismů v moderních biotechnologiích (Příručka pro státní úředníky, projekt 34/03, Geneticky modifikované organismy – nové možnosti genetiky)*. 2003, s. 52–75

- [27] HOLEC, J., SOUKUP, J. Pěstování transgenních odrůd polních plodin – stav a perspektivy. In *Geneticky modifikované organismy*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. s. 10–16. [online]. [cit. 2010-3-13]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/eagri/pub/e3/0/df/3082_4_Sbornik_GMO_2006_1_.pdf>
- [28] CHLOUPEK, O., PROCHÁZKOVÁ, B., HRUDOVÁ, E. *Pěstování a kvalita rostlin*. Brno: MZLU v Brně, 2005. 172 s. ISBN 978-80-7157-897-0
- [29] OVESNÁ, J. Geneticky modifikované organismy a jejich možné uplatnění v rostlinné výrobě. In *Pěstování geneticky plodin v ČR – koexistence různých forem zemědělství*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005. s. 3–13. ISBN 80-7084-408-6. [online]. [cit. 2010-2-15]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/eagri/file/17398/GMO_text.pdf>
- [30] DROBNÍK, J. Geneticky modifikované plodiny a jejich postavení ve světě. In *Biotechnologie. Jaké zisky přináší svět, co mohou přinášet nám*. Slušovice: Mondon, 2004. s. 29–40. ISBN 80-90-31-08-6-9
- [31] MYERSON, G. *Donna Harawayová a geneticky upravené potraviny*. Praha: Triton, 2002. 69 s. ISBN 80-7254-268-0
- [32] ROUDNÁ, M. Otázky kolem využívání geneticky modifikovaných organismů a mezinárodní pravidla. In *Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2008. s. 5–11. ISBN 978-80-7212-493-0. [online]. [cit. 2010-2-27]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/geneticke_modifikace/\\$FILE/oer-geneticke_modifikace_20100211.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/geneticke_modifikace/$FILE/oer-geneticke_modifikace_20100211.pdf)>
- [33] GODWIN, D. I., WILLIAMS, B. S., PANDIT, S. P., LAIDLAW, C. K. H. Multi-functional grains for the future: genetic engineering for enhanced and novel cereal quality. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 2009, 45, 4, 383–399
- [34] KÁŠ, J. Geneticky modifikované potravinářské suroviny a potraviny – 10 let na světovém trhu. *Potravinářská revue*, 2005, 2, 1. s. 27–34
- [35] Web stránky ISAAA. *Global Status of Commercialized Biotech / GM Crops: 2009. The first fourteen years, 1996 to 2009*. [online]. [cit. 2010-3-5]. Dostupné z: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/41/executivesummary/default.asp>>

- [36] ANONYM. *Zemědělství v České republice*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR v ČZT, 2002. 36 s. ISBN 80-7084-237-7
- [37] Web stránky Ministerstva zemědělství. 13. 7. 2009 – *Zpráva o stavu zemědělství v ČR za rok 2008*. [online]. [cit. 2010-3-15]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/eagri/ministerstvo-zemedelstvi/materialy-na-jednani-vlady/x13-7-2009-zprava-o-stavu-zemedelstvi-cr.html>
- [38] VORLÍČEK, P. Plochy s geneticky modifikovanou kukuřicí v ČR letos poklesly. *Potravinářský zpravodaj*, 2009, 10, 6. s. 4
- [39] KŘÍSTKOVÁ, M. *Dosavadní zkušenosti s pěstováním geneticky modifikované Bt kukuřice v ČR 2005 – 2009*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2009. 44 s. ISBN 978-80-7084-871-5. [online]. [cit. 2010-3-12]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/eagri/file/42167/Dosavadni_zkusenosti_Bt_kukurice_v_CR_2005_2009.pdf
- [40] VASIL, K. I. The Story of Transgenic Cereals: The Challenge, the Debate, and the Solution: A Historical Perspective. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 2005, 41, 5, 577–583
- [41] KUČERA, L. Proč se pěstují geneticky modifikované plodiny – výsledky polních pokusů. In *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR – koexistence různých forem zemědělství*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Český zemědělská univerzita v Praze, 2005. s. 14–24. ISBN 80-7084-408-6. [online]. [cit. 2010-2-22]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/eagri/file/17398/GMO_text.pdf
- [42] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění GM brambor (Amflora) se změněným složením škrobu do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFKH48H7/\\$file/oe-87886ENV06_BASF_rozhodnuti-20070518.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFKH48H7/$file/oe-87886ENV06_BASF_rozhodnuti-20070518.pdf)
- [43] BOBŮRKOVÁ, E. Brambora, kterou v Evropě nechtěli. *Mladá fronta DNES, Magazín Víkend*, 2010, 21, 67. s. 44–45
- [44] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění GM brambor se zvýšeným podílem amylopektinu ve škrobu hlíz do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFFCZPHX/\\$file/oe-5826ENV06_VURV_rozhodnuti-20060522.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFFCZPHX/$file/oe-5826ENV06_VURV_rozhodnuti-20060522.pdf)

- [45] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění GM brambor se zvýšeným podílem amylozy ve škrobu hlíz do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFFCZUID/\\$file/oer-5092ENV06_BASF_rozhodnuti-20060526.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFFCZUID/$file/oer-5092ENV06_BASF_rozhodnuti-20060526.pdf)>
- [46] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění GM brambor se změnou obsahu cukru v hlízách do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFF2S26Q/\\$file/oer-50525ENV05_VESA_rozhodnuti-20060503.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFF2S26Q/$file/oer-50525ENV05_VESA_rozhodnuti-20060503.pdf)>
- [47] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění GM brambor se změnou odolnosti k plísní bramborové do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFUVNR89/\\$file/oer-2797ENV09_UEB_rozhodnuti-20090512.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFUVNR89/$file/oer-2797ENV09_UEB_rozhodnuti-20090512.pdf)>
- [48] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění GM brambor se zvýšenou odolností k *Phytophthora infestans* do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFKH4EIY/\\$file/oer-4697ENV07_BASF_rozhodnut% C3% AD-20070517.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFKH4EIY/$file/oer-4697ENV07_BASF_rozhodnut% C3% AD-20070517.pdf)>
- [49] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění kukuřice DP-Ø9814Ø-6 s tolerancí k herbicidům do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFPYS0F0/\\$file/oer-17321ENV08_VURV_rozhodnuti_2008_06_06.PDF](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFPYS0F0/$file/oer-17321ENV08_VURV_rozhodnuti_2008_06_06.PDF)>
- [50] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění GM kukuřice linie GA 21 odolné vůči herbicidům do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFEZNAKX/\\$file/oer-43960ENV05_SYNGENTA_rozhodnuti_20060414.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFEZNAKX/$file/oer-43960ENV05_SYNGENTA_rozhodnuti_20060414.pdf)>
- [51] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění YieldGard VTRootworm/RR2TM kukuřice (MON 88017) do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFTA62DG/\\$file/oer-BC_AV_CR_67425ENV08_rozhodnuti-20090202.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFTA62DG/$file/oer-BC_AV_CR_67425ENV08_rozhodnuti-20090202.pdf)>
- [52] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění Roundup Ready® kukuřice 2 (NK603) a hybridu YieldGard® Corn Borer s Roundup Ready® kukuřicí 2 (NK603 x MON 810) do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z:

<[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFJMVC58/\\$file/oe-80723ENV06_MONSANTO_rozhodnuti-20070323.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFJMVC58/$file/oe-80723ENV06_MONSANTO_rozhodnuti-20070323.pdf)>

[53] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění kukuřice MON 89034 × NK603 a kukuřice MON 89034 × MON 88017 do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVUFUVOQY0/\\$file/oe-5992ENV09_VURV_rozhodnuti_20090506.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVUFUVOQY0/$file/oe-5992ENV09_VURV_rozhodnuti_20090506.pdf)>

[54] Web stránky Ministerstva životního prostředí. *Registr povolených GMO – souhrn*. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/_C1256E7F0041C8C2.nsf/gmo-all?OpenView>

[55] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění GM kukuřic Bt11 x MIR162 x MIR604 x GA21, Bt11 x MIR604 x GA21, Bt11 x GA21, MIR162 a MIR604 do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVUFVPBPR/\\$file/oe-4013ENV09_VURV_rozhodnuti_20090430.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVUFVPBPR/$file/oe-4013ENV09_VURV_rozhodnuti_20090430.pdf)>

[56] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění GM lnu do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFKCI04U/\\$file/oe-20955ENV07_Agritec_rozhodnuti-20070504.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFKCI04U/$file/oe-20955ENV07_Agritec_rozhodnuti-20070504.pdf)>

[57] Rozhodnutí MŽP o udělení povolení k uvádění GM tabáku do životního prostředí. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/\\$pid/MZPMVFQJRT6J/\\$file/oe-24722ENV08_UK_PrF_rozhodnuti-20080715.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/$pid/MZPMVFQJRT6J/$file/oe-24722ENV08_UK_PrF_rozhodnuti-20080715.pdf)>

[58] Web stránky Ministerstva životního prostředí. *GMO schválené pro uvádění do oběhu v EU*. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/13626b1b42a4b13dc1256e7e003b3d25/b17043f3aca18d02c1256f86004e9bdc/\\$FILE/oe-schvalene_GMO_EU-20090620.pdf](http://www.mzp.cz/www/env-gmo.nsf/13626b1b42a4b13dc1256e7e003b3d25/b17043f3aca18d02c1256f86004e9bdc/$FILE/oe-schvalene_GMO_EU-20090620.pdf)>

[59] Web stránky Evropa – Food Safety: From the Farm to the Fork. *Community register of genetically modified food and feed*. [online]. [cit. 2010-3-25]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm>

[60] POVOLNÝ, M., ŘÍHA, K. Je pěstování geneticky modifikované (Bt) kukuřice v ČR odůvodněné? In *Geneticky modifikované organismy v agroekosystému a jeho okolí*.

Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. s. 43–48.

[online]. [cit. 2010-3-4]. Dostupné z:

<http://eagri.cz/public/eagri/file/3065/sbornik_GMO_2007_1_.pdf>

[61] ONDŘEJ, M., DROBNÍK, J. *Transgenoze rostlin*. Praha: Academia, 2002. 316 s. ISBN: 80-200-0958-2

[62] ČEŘOVSKÁ, M. Zkušenosti českých pěstitelů s Bt kukuřicí. In *Geneticky modifikované organismy v agroekosystému a jeho okolí*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. s. 49–53. [online]. [cit. 2010-3-22]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/eagri/file/3065/sbornik_GMO_2007_1_.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ahas	Gen <i>syntetázy</i> acetohydroxykyseliny, acetohydroxy acid <i>synthase</i>
Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>
ČZPI	Česká zemědělská a potravinářská inspekce
DNA	Deoxyribonukleová kyselina, deoxyribonucleic acid
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin, European Food Safety Authority
EU	Evropská unie
gbss	Gen <i>syntetázy</i> škrobu, granule-bound starch <i>synthase</i>
GM	Geneticky modifikovaná/ý, genetically modified
GMO	Geneticky modifikovaný organismus, genetically modified organism
JRC	Spojené výzkumné středisko, Joint Research Centre
MZe	Ministerstvo zemědělství
MZd	Ministerstvo zdravotnictví
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
nptII	Gen pro <i>neomycin fosfotransferázu II</i> , <i>neomycin phosphotransferase II</i>
SVÚ	Státní veterinární ústav

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Etiketa oleje vyrobeného z geneticky modifikované sóji [vlastní foto]</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 2. Celosvětová plocha osetá transgenními plodinami, rozděleno dle vnesené vlastnosti (v mil. ha) [27].....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 3. Pěstování GM plodin ve světě v roce 2009 [35]</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 4. Vývoj počtu pěstitelů a ploch osetých Bt kukuřicí v letech 2005 – 2009 [39]</i>	<i>34</i>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: PŘEHLED PĚSTOVÁNÍ BT KUKUŘICE V JEDNOTLIVÝCH KRAJÍCH
ČR V LETECH 2005 – 2009

**PŘÍLOHA P I: PŘEHLED PĚSTOVÁNÍ BT KUKUŘICE V
JEDNOTLIVÝCH KRAJÍCH ČR V LETECH 2005-2009 [39]**

plocha (ha)	2005	2006	2007	2008	2009
Jihočeský	4,02	48,02	133,09	307,86	946,81
meziroční index v %	-	1 195	277	231	308
Jihomoravský	48,86	444,06	1 218,78	2 057,09	1 285,25
meziroční index v %	-	909	274	169	62
Karlovarský	0	0	18,58	0	0,02
meziroční index v %	-	-	-	-	-
Královéhradecký	3,26	186,23	800,71	881,36	1 074,27
meziroční index v %	-	5 713	430	110	122
Liberecký	11,44	0	0	0	0
meziroční index v %	-	-	-	-	-
Moravskoslezský	2,62	70,71	123,60	228,18	143,69
meziroční index v %	-	2 699	175	185	63
Olomoucký	1,80	44,56	61,53	221,83	215,15
meziroční index v %	-	2 476	138	361	97
Pardubický	2,60	81,21	187,45	609,60	402,21
meziroční index v %	-	3 123	231	325	66
Plzeňský	1,00	51,62	607,16	973,62	396,20
meziroční index v %	-	5 162	1 176	160	41
Středočeský (vč. Prahy)	38,49	147,78	944,72	1 626,54	819,16
meziroční index v %	-	384	639	172	50
Ústecký	1,99	56,42	456,17	711,36	758,01
meziroční index v %	-	2 835	809	156	107
Vysočina	0,22	22,8	135,94	228,48	196,79
meziroční index v %	-	10 364	596	168	86
Zlínský	34,42	136,48	313,12	534,41	238,58
meziroční index v %	-	397	229	171	45
Čechy	63,02	594,08	3 283,83	5 338,82	4 593,47
podíl v ČR v %	42	46	66	64	71
meziroční index v %	-	943	553	163	86
Morava	87,70	695,81	1 717,03	3 041,51	1 882,67
podíl v ČR v %	58	54	34	36	29
meziroční index v %	-	793	247	177	62
celkem	150,72	1 289,89	5 000,86	8 380,33	6 476,14
meziroční index v %	-	856	388	168	77