

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
Katedra experimentální biologie rostlin

Studijní program: Chemie
Studijní obor: Chemie a biologie se zaměřením na vzdělávání



Adéla Fantová

**EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ V KONTEXTU S POZNATKY MODERNÍ
BIOLOGIE ROSTLIN
- AKTUALIZACE STŘEDOŠKOLSKÉHO UČIVA BIOLOGIE**

ORGANIC FARMING IN THE CONTEXT OF MODERN PLANT BIOLOGY – UPDATING THE
BIOLOGY CURRICULUM IN SECONDARY EDUCATION

Bakalářská práce

Školitel: Prof. RNDr. Zdeněk Opatrný, CSc.
Konzultant: Doc. RNDr. Věra Čížková, CSc.

Praha, 2011

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému školiteli prof. RNDr. Zdeňku Opatrnému, CSc. za vedení práce a odbornou pomoc a konzultantce doc. RNDr. Věře Čížkové, CSc. za cenné rady a pomoc.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci na téma „Ekologické zemědělství v kontextu s poznatky moderní biologie rostlin - aktualizace středoškolského učiva biologie“ zpracovala samostatně pod vedením prof. RNDr. Zdeňka Opatrného, CSc. a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne

.....
Adéla Fantová

ABSTRAKT

Smyslem této práce je seznámit středoškolské učitele a jejich studenty s koncepcí ekologického zemědělství z hlediska poznatků současné vědy, na poli biologie rostlin. První část je věnovaná ekologickému zemědělství, přičinám jeho vzniku a ideologickému podtextu, dále shrnuje a rozebírá jeho výhody a nevýhody. Druhá část je pak zaměřena na biotechnologické zemědělství, využívající šlechtitelských metod genového inženýrství. Možností koexistence, konfrontací a srovnáním těchto dvou přístupů používaných v současném a budoucím zemědělství se zabývá část třetí. Poslední část je věnovaná zařazením této problematiky do současné výuky na středních školách a jeho významu, zahrnuje analýzu učebnic a kurikulárních dokumentů.

Klíčová slova: ekologické zemědělství, biotechnologické zemědělství, genové inženýrství, geneticky modifikované plodiny, transgenní rostliny, koexistence, kurikulum, učebnice, učivo biologie

ABSTRACT

The aim of this thesis is to introduce the concept of organic farming from the point of view of contemporary science in the field of plant biology to secondary school students and their teachers. The first part deals with organic farming, its origins and ideological subtext, further on its advantages and disadvantages are summarized. The second part focuses on biotechnological agriculture which uses breeding methods of genetic engineering. The third part presents possibilities of coexistence and confrontation and comparison of these two approaches used in present and future agriculture. The last part deals with inclusion of this topic into present secondary school education and its significance. It includes analysis of textbooks and curricular documents.

Key words: organic farming, biotechnological agriculture, genetic engineering, genetically modified crops, transgenic plants, coexistence, curriculum, textbooks, biology curriculum

OBSAH

ABSTRAKT.....	3
ABSTRACT.....	3
OBSAH.....	4
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	6
ÚVOD.....	7
1. EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ.....	8
1.1. Základní charakteristika a principy ekologického zemědělství.....	8
1.1.1. Zásady pěstování rostlin v EZ.....	9
1.1.2. Zásady chovu zvířat.....	9
1.2. Vznik a vývoj ekologického zemědělství.....	10
1.3. Ekologické zemědělství v ČR.....	11
1.4. Legislativa.....	12
1.5. Nevýhody ekologického zemědělství.....	13
1.5.1. Ideologie versus experimentální biologie.....	13
1.5.2. Zákaz používání minerálních hnojiv.....	14
1.5.3. Precizní zemědělství.....	14
1.5.4. Zákaz používání pesticidů.....	15
1.5.5. Zákaz používání GMO.....	15
2. ZEMĚDĚLSTVÍ BIOTECHNOLOGICKÉ.....	16
2.1. Moderní biotechnologie rostlin.....	16
2.2. Biotechnologické šlechtění rostlin.....	16
2.3. GM rostliny.....	17
2.3.1. Metodika přípravy GM rostlin.....	18
2.3.2. Přínosy transgenních technik a GM rostlin.....	20
2.3.3. Potencionální rizika GM plodin.....	23
2.3.4. Legislativa GMO.....	24

2.3.4.2. Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti.....	24
2.3.4.3. Legislativa EU	25
2.3.4.4. Legislativa ČR	26
3. EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ A GMO	27
3.1. Legislativa koexistence.....	27
3.2. Biologické paradoxy vztahu EKO x GM.....	29
4. EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ A MODERNÍ BIOTECHNOLOGIE VE VÝUCE NA SŠ	30
4.1. Analýza kurikulárních dokumentů.....	30
4.2. Analýza středoškolských učebnic	31
4.3 Důvody zařazení problematiky EZ a moderních biotechnologií do učiva SŠ.....	33
ZÁVĚR.....	34
PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	35
Internetové zdroje.....	38

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Bt	obsahující gen kódující endotoxin z <i>Bacillus thuringiensis</i>
ČR	Česká republika
DNA	deoxyribonukleová kyselina
EHS	Evropské hospodářské společenství
ELISA	heterogenní enzymová imunoanalýza
EPSPS	enzym 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfátsyntáza
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
EZ	Ekologické zemědělství
GIS	geografický informační systém
GM	geneticky modifikované/á
GMO	geneticky modifikovaný organismus
GPS	globální družicový polohový systém
HT	tolerantní k herbicidům
IFOAM	Mezinárodní federace hnutí ekologických zemědělců
IR	rezistentní vůči hmyzím škůdcům
ISAAA	Mezinárodní služba pro získávání agro-biotechnologických aplikací
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OSN	Organizace spojených národů
PCR	polymerázová řetězová reakce
Ri	indukující tvorbu kořenů
SOŠ	střední odborná škola
SOU	střední odborné učiliště
SŠ	střední škola
T-DNA	tumor indukující deoxyribonukleová kyselina
Ti	tumor indukující
USA	Spojené státy americké
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
VOŠ	Vyšší odborná škola
VRT	variable rate technology

ÚVOD

Zemědělství je jedním z nejvýznamnějších oborů lidské činnosti, který zajišťuje jak výživu lidstva, tak výrobu nejrůznějších surovin biologického původu. V moderním světě se zemědělství člení zejména do tří různých druhů – zemědělství konvenčního, ekologického a biotechnologického.

Konvenční zemědělství vždy jednoznačně převažovalo a převažuje – ačkoliv mělo v kulturní historii lidstva různé podoby a prodělalo zásadní technologický vývoj. Velkovýroba, jím podpořená, s sebou však nutně nesla a nese také různé negativní stránky a rizika – mj. s ohledem na ekologické dopady masivního používání fosilních paliv, minerálních hnojiv, pesticidů.

Jako logická alternativa se tak v průběhu minulých zhruba třiceti let objevilo a rozvinulo tzv. **zemědělství ekologické**. Jako svoje zásadní přednosti deklaruje jednak „ekologický přístup k přírodě a světu“, jednak produkci „zdravých, přírodních“ potravin. Oproti konvenčnímu zemědělství je však, alespoň za současných podmínek, obecně dražší a také méně efektivní. A tedy vyvolávající pochybnosti o tom, zda lze touto cestou uživit rychle rostoucí lidskou populaci.

Tento problém slibuje vyřešit technologie třetí, ekonomicky přijatelná i zdravá – tzv. **zemědělství biotechnologické**, založené na využívání molekulárních – rekombinantních technik ve šlechtění nových typů kulturních plodin. Technik umožňujících v prvé řadě přímý přenos konkrétních, „užitečných“ genů mezi rostlinami, jež jsou sexuálně nekřížitelné. Ale také dovolujících vnášet do rostlin i geny zcela jiného původu – bakteriální, živočišné, ba i lidské, a vytvářet tak rostliny geneticky modifikované (GM), které lze mj. dále pěstovat technologiemi šetřícími okolní ekosystémy.

Nové transgenní technologie jsou dosud částí veřejností i některými odborníky přijímány s rozpaky a nedůvěrou. S konvenčním zemědělstvím v konfliktu nejsou – ale zastánci ekologického zemědělství v nich vidí nikoliv přínos, ale naopak další ekologické riziko a současně ohrožení ekonomiky svého typu hospodaření.

Proto zvláště evropská legislativa složitě řeší otázky tzv. koexistence EKO x GM technologií v praxi. A vědci se snaží vyvrátit odborné námitky té či oné strany na základě moderních poznatků o biologii rostlin.

Předkládaná práce si klade za cíl stručně charakterizovat tento problém formou použitelnou jako základní informace pro středoškolské učitele a studenty. Zároveň pak konfrontuje rozsah této informace s učivem zahrnutým ve stávajících učebnicích pro tyto školy.

1. EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ

1.1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA A PRINCIPY EKOLOGICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ

Ekologické zemědělství je ekologický systém řízení produkce, který podporuje a zvyšuje biodiverzitu, biologické cykly a biologickou aktivitu půdy. Je založen na minimálním používání zemědělských vstupů a postupů řízení, a tak obnovuje, zachovává a zvyšuje ekologickou harmonii (Liebhardt, 2003).

Ekologické zemědělství (EZ) je, jak se často uvádí, staro-nový způsob zemědělství vycházející ze zásad trvale udržitelného zemědělství. Je reakcí na masivní rozvoj tzv. konvenčního zemědělství, které klade důraz především na kvantitu produkce za pomoci minerálních hnojiv a pesticidů, často bez ohledu na možné dopady na životní prostředí. Ideou ekologického zemědělství je naopak snaha hospodařit v co největším souladu s přírodou a s co s nejmenší závislostí na vnějších zdrojích (Šarapatka, Urban a kol. 2003) s důrazem kladeným především na kvalitu produktů, nikoliv kvantitu. Hlavním předpokladem úspěšného ekozemědělství má být důkladná znalost biologických principů a zákonitostí a pečlivá práce.

Mezi hlavními cíli EZ bývají uváděny tyto body, které vychází z pravidel IFOAM:

- Produkce dostatečného množství vysoce kvalitních a nutričně bohatých potravin a krmiv
- Použití pracovních postupů, které jsou v souladu s přírodními systémy a cykly
- Udržení a zvýšení dlouhodobé úrodnosti půdy a její biologické aktivity
- Snaha co nejméně používat neobnovitelné zdroje (suroviny, energie), vůbec nepoužívat minerální hnojiva a pesticidy a naopak používat zdroje obnovitelné, recyklovatelné materiály, využívat místní zdroje, minimalizovat ztráty
- Zajištění optimálních životních podmínek hospodářským zvířatům s ohledem na jejich přirozené potřeby
- Ochrana povrchových a spodních vod před znečištěním, správné hospodaření s vodou, udržení vody v krajině
- Ochrana přírody, biodiverzity a snaha uchovat přírodní ekosystémy
- Udržení tradičního rázu venkova a obnova krajiny, vytvoření pracovních příležitostí, ekonomický a sociální rozvoj zemědělců a venkova
- Produkce dalších nepotravinářských výrobků, které jsou plně biologicky rozložitelné (viz. FAO, 1998)

Jak již bylo zmíněno, jedná se o staro-nový způsob zemědělství. Staro-nový proto, že se dá říci, že takovýmto způsobem hospodařili naši předci a hospodaří tak převážná většina současných, i českých, menších farmářů a zahrádkářů. Neberou při tom ovšem tak striktní ohled na následující tři pravidla, která jsou klíčová proto, aby se to, co vypěstují, mohlo označit přídomkem „bio“.

- **V EZ je totiž zakázáno:**
 - používat minerální hnojiva
 - používat pesticidy
 - používat geneticky modifikované organizmy a z nich vyrobené produkty

1.1.1. ZÁSADY PĚSTOVÁNÍ ROSTLIN V EZ

Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství se řídí mnoha zásadami, které jsou šetrné k životnímu prostředí, chrání biodiverzitu, kvalitu půdy apod. a které vylučují užití podpůrných umělých prostředků (pesticidů, herbicidů, regulátorů růstu).

Při pěstování se dbá na správný výběr rostlin vzhledem k podmínkám daného stanoviště, díky střídání plodin se využívá protikladného působení jednotlivých typů, např. mělce/hluhoce kořenících, raných-pozdních a dalších. Pro ozdravení půdy jsou v osevním postupu vždy zastoupeny jeteloviny či luskoviny, víceleté jetelotravní směsky, využívá se podsevů a přisevů, pěstování meziplodin a co nejdelší vegetační pokryv půdy (Konvalina a kol. 2007). Důraz na druhovou pestrost umožňuje přežití prospěšným organismům, ochrana před škůdci je prováděna biologickými prostředky, rostlinnými přípravky a využitím správné agrotechniky, bez použití pesticidů (Šarapatka, Urban a kol. 2006). Podobně při regulaci plevelů se klade důraz na preventivní opatření, použití mechanických metod bez použití herbicidů, důraz je kladen na správný a pestrý osevní postup. Ke hnojení, které je prováděno cíleně, častěji a v menších dávkách, se používají organická, statková hnojiva, minerální hnojiva jsou zakázána.

1.1.2. ZÁSADY CHOVU ZVÍŘAT

Při chovu zvířat se dbá na zajištění fyziologických a etologických potřeb a celkové pohody zvířat, chov musí odpovídat požadavku na jejich dlouhověkost a dobré zdraví. Není dovoleno užívání stimulačních přípravků a syntetických konzervačních, zchutňovacích, ochranných a jiných umělých přípravků, preventivní užívání antibiotik, hormonálních aj. látek, stejně tak je zakázáno kupírování, zkracování zobáků a jiné poškozování a zákroky

prováděné na zvířatech (viz. Šarapatka, Urban a kol. 2006). Není také dovoleno používat krmiva obsahující GM suroviny.

1.2. VZNIK A VÝVOJ EKOLOGICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ

Od poloviny 19. století, s nárůstem průmyslové výroby a díky značné urbanizaci a zvýšeným nárokům na množství zemědělské produkce, došlo k postupné změně tradičního zemědělství. Zemědělství se zintenzivnilo, začala se masivně užívat průmyslová hnojiva, pesticidy, a další umělé přípravky, zvýšila se mechanizace a specializace, došlo k omezení množství pěstovaných druhů plodin a k nárůstu monokultur, což vedlo ke snižování úrodnosti a kvality půdy, mělo to za následek vyplavování minerálních živin a používaných chemických látek do povrchových a podzemních vod, zvýšení množství odpadu, znečištění prostředí a pokles obranyschopnosti rostlin i zvířat.

Vznik ekologického zemědělství má své počátky po 1. světové válce, kdy si lidé začali uvědomovat nepříznivé dopady intenzivního způsobu zemědělství. Objevily se údaje o poškození půdy častějšími erozemi, o změnách struktury půdy, půdní únavě, okyselení aj., zvýšil se výskyt chorob a škůdců. Celkové negativní změny životních podmínek vedly některé obyvatele k návratu k původním venkovskému – zemědělskému životu bližšímu přírodě.

Počátky ekologického zemědělství jsou spjaty se vznikem tzv. **biologicko-dynamického zemědělství**, za jehož duchovního otce je považován Dr. Rudolf Steiner (1861-1925). Tento styl zemědělství měl určité řekněme filozofické až ideologické základy (antroposofie – viz Heřt, 2002), dbal na kvalitu potravin a produktů, došlo ke změnám osevních postupů, hospodaření s krmivy, kompostování a důraz na použití přírodních statkových hnojiv a používání speciálních biodynamických preparátů.

Dalším zemědělským systémem, který by se dal nazvat „ekologickým“, je tzv. **přírodní zemědělství** rozvíjející se v 1. polovině 20. století. Zastánci toho směru přesídlovali na venkov a snažili se žít nezávisle, samozásobitelským způsobem života, hlavními zásadami bylo hospodaření bez chovu zvířat, vegetariánství, produkce vlastních kvalitních zemědělských produktů a používání přírodních hnojiv.

Po druhé světové válce se pak objevilo tzv. **organicko-biologické zemědělství** spojené se jménem Dr. Müllera. Hlavním přínosem bylo používání mikroorganismů ke zvýšení půdní aktivity a celkově zvýšená péče o půdu, plošné kompostování a rozprostírání hnoje na půdní povrch, neobracení půdy, zákaz používání minerálních hnojiv a pesticidů.

V anglicky mluvících zemích se pak rozvíjelo tzv. **organické zemědělství**, které je nejbližší dnešnímu ekologickému zemědělství. Organičtí zemědělci kladli důraz na význam mykorrhizy, používali především zelená a organická hnojiva, kompostování, osevní postupy, využití meziplodin aj. Podobně v německy a francouzsky mluvících zemích se pak rozvíjelo **biologické zemědělství**.

Ekologický způsob hospodaření postupně nabýval na stále větším významu, i politickém, vzhledem k rostoucí poptávce. V 70. letech minulého století byla založena Mezinárodní federace hnutí ekologických zemědělců IFOAM, s jejímž přispěním bylo v Evropě ekologické zemědělství oficiálně uznáno. V roce 1991 přijala Rada EHS *Nářízení 2092/91 o ekologickém zemědělství a označování zemědělských produktů a potravin*. EZ začalo být dotované, vznikly různé programy na jeho podporu v rámci EU a výrazně se také zvýšil zájem spotřebitelů. (viz. Šarapatka, Urban a kol. 2006)

V současné době je ekologické zemědělství v EU provozováno na téměř 9,3 mil. ha., což představuje asi 1,9 % zemědělské půdy (údaje k roku 2009).

1.3. EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ V ČR

V České republice v současné době hospodaří na celkové výměře téměř 450 000 ha (11% z celkové půdy) přes 3500 ekologických zemědělců.

Tab. 1: Statistika EZ k 31. 12. 2010 (upraveno podle statistických údajů MZe ČR)

Počet výrobců biopotravin	626
Počet ekofarem	3 517
Výměra zemědělské půdy v EZ (ha)	448 202
Podíl EZ na celkové výměře zemědělské půdy (%)	10,55
Výměra orné půdy (ha)	54 937
Výměra trvalých travních porostů (ha)	369 272
Výměra trvalých kultur (sady) (ha)	5 128
Výměra trvalých kultur (vinice) (ha)	803
Výměra trvalých kultur (chmelnice) (ha)	8
Ostatní plochy (ha)	18 054

Rozvoj ekologického zemědělství je i v ČR umožněn díky dotacím, které jsou vyplácené v rámci agro-environmentálních opatření a díky rostoucímu zájmu obchodníků a spotřebitelů o české bio produkty. „Česká republika je lídrem v oboru ekologického zemědělství mezi novými členskými státy EU. Na dotacích speciálně pro ekofarmáře se ročně vyplácí miliarda korun (40 milionů EUR)“ (Urban, 2011).

V porovnání s jinými státy EU však naprostou většinu této produkce představují pastviny – nikoliv ovoce, zelenina, potraviny.

EZ má na starosti především Ministerstvo zemědělství ČR, oddělení Ekologického zemědělství, které zajišťuje garantování, vyplácení dotací, dozor nad EZ atd., úřední kontroly jsou pak prováděny Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (Urban, 2011).

Strategii rozvoje EZ v ČR do roku 2015 udává Akční plán, který schválila vláda na konci roku 2010. Hlavní cíle tohoto programu jsou: nárůst ploch EZ (dosáhnout 15% podíl výměry zemědělské půdy při současném navýšení podílu biopotravin na trhu s potravinami na 3%) a zkvalitnění celého systému, podpora zpracování a marketingu biopotravin, podpora výzkumu a vzdělávání, poradenství a propagace ekologického zemědělství.

1.4. LEGISLATIVA

V České republice, jakožto členském státě EU, má ekologické zemědělství pevná pravidla daná Nařízením Rady Evropské Komise.

V současné době platí v Evropské unii *Nařízení Rady (ES) č.834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) 2092/91*, které vymezuje cíle a principy EZ a na jejich základě stanovuje pravidla hospodaření a podnikání v EZ. Toto nařízení je dále upřesněno prováděcími pravidly *Nařízení Komise č. 889/2008 ze dne 5. září 2008*.

Jako „ekologické“, případně „bio“, lze označovat potraviny tehdy, pokud je alespoň 95 % jeho zemědělských složek původem z ekologické výroby

Základním dokumentem české legislativy, který stanovuje podmínky hospodaření v ekologickém zemědělství a produkci biopotravin, je zákon *242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství a o změně zákona 368/1992 Sb., o správních poplatcích ve znění pozdějších předpisů*, který je v souladu s legislativou EU. Tento zákon se mimo jiné zabývá systémem osvědčování původu bioproduktů a biopotravin, jejich označováním a kontrolou a dozorem nad řádným dodržováním tohoto zákona. Definuje také ekologické zemědělství a to jako *„zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky stanovením omezení či zákazů používání látek či postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamořují životní prostředí nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce, a který zvýšeně dbá na vnější životní projevy a chování a na pohodu chovaných hospodářských zvířat,* (Zákon 242/2000 Sb.).

1.5. NEVÝHODY EKOLOGICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vedle všech již výše zmíněných přínosů však ekologické zemědělství s sebou přináší také četné nevýhody. Oproti konvenčnímu zemědělství klade větší nároky na plochu půdy, zemědělské postupy jsou často pracnější a náročnější, výrazně tak stoupá počet lidí zaměstnaných v zemědělském sektoru a klesá produktivita jejich práce. Technologie EZ jsou proto proti konvenčním výrazně dražší a dražší jsou pak logicky i bioprodukty. Zneškodňování plevelů mechanicky je složitější než aplikace pesticidů a může mít i negativní dopady na biodiverzitu (ničení hnízd ptáků aj.), dochází k výraznému snížení výnosů (až o 20%). Je tedy otázkou, zda je takové zemědělství skutečně trvale udržitelné - v tom smyslu, zda dokáže pokrýt potřeby stále rostoucí populace planety.

V tomto kontextu vznášejí svoje zásadní námitky proti některým pravidlům EZ současná věda o rostlinách, která zpochybňuje zejména striktní zákaz používání minerálních hnojiv, jakýchkoliv pesticidů (vyjma biopesticidů) a zejména pak GM plodin.

1.5.1. IDEOLOGIE VERSUS EXPERIMENTÁLNÍ BIOLOGIE

Základní pravidla současného EZ mají nepopíratelně ideologický základ, vycházející z již zmíněné antroposofické filosofie R. Steinera (Šarapatka, Urban a kol., 2006, Heřt 2002) a daleko méně akceptují poznatky současné biologické vědy. Přední britský rostlinný biolog prof. Trewavas to komentuje slovy: „*Ekologické zemědělství se liší od ostatních běžných forem zemědělství, protože má pevně stanovený ideologický základ a skupiny často hlučných příznivců, kteří obvykle nejsou zemědělci. Jen díky dosavadnímu přebytku produkce potravin a rostoucímu bohatství je na evropské půdě umožněn rozvoj i takovýchto méně efektivních forem zemědělství.*“ (Trewavas, 2004).

Steiner ovšem nevycházel ze zemědělských a vědeckých experimentů, ale z vnitřních vizí - jeho cílem bylo ukázat lidstvu formu zemědělství, která umožňuje nejen výrobu zdravých potravin, ale také dosažení harmonických vztahů v zemědělství a duchovního rozvoje lidstva přes "kosmické síly", zachycené v potravinách (Thunová 1994). Ovšem tato forma hospodaření s vírou v kosmické síly, nemá místo v jakékoliv vědecké diskuzi, je považována za okultní (Kirchmann, 1994).

Následující podkapitoly konfrontují dva ze základních tří "technologických zákazů" z legislativy EZ se současnými poznatky biologie rostlin.

1.5.2. ZÁKAZ POUŽÍVÁNÍ MINERÁLNÍCH HNOJIV

Rostliny, ať již jsou pěstovány “organicky” nebo “konvenčně”, přijímají jako svoji potravu tytéž makro- a mikroelementy. Naprostá většina organických látek, pocházejících kupř. z chlévské mrvy či zaorané rostlinné hmoty, musí být nejprve půdními mikroorganismy rozložena na jednoduché minerální sloučeniny. Rozdíl v rostlinné výživě tedy není v povaze resp. typu základních složek, ale v jejich dodávaném množství a míře jejich využitelnosti rostlinou. Striktní využívání nejrůznějších kompostů není samo o sobě zárukou zdravoti biopotravin – tyto komposty mohou kupř. obsahovat těžké kovy různého původu (třeba i z městských kalů). Použití statkových, spíše než chemických, hnojiv také přispívá ke zvýšenému riziku kontaminace potravin patogenními bakteriemi, mykotoxickými plísněmi, viry či parazity (Beuchat et Ryu, 1997, Kreuzer et Massey 2005). Špatně vyzrálé organické hnojivo (z králikáren, drůbežáren) může být významným zdrojem kancerogenních nitrosaminů – a tedy i organická zelenina pak může obsahovat nadmíru „dusíku“ stejně jako ta konvenční, nebo i víc, protože zkušený konvenční farmář minerálními hnojivy neplýtvá a zbytečně tak také nepoškozuje okolní ekosystém. Sofistikovaným příkladem takového hnojení – ale i závlahy či aplikace pesticidů, je technologie tzv. precizního zemědělství.

1.5.3. PRECIZNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ

Možnou alternativou ke konvenčnímu i ekologickému zemědělství je tzv. precizní zemědělství využívané především v USA, některých Evropských státech a Austrálii.

Precizní zemědělství vychází z prostorové heterogenity pozemků a časové dynamiky procesů tvorby výnosu polních plodin (Hamouz a Soukup, 2006) a je založeno na využití moderních informačních technologií (GPS, GIS - geografický informační systém, senzory, variable rate technology VRT aj.), které pomáhají zemědělcům identifikovat, analyzovat a hospodařit s těmito půdními a časovými rozdíly na poli (Tran, 2005).

„Vývoj aplikační techniky, možnost využití signálu GPS (Global Positioning System) k navigaci a rychlý pokrok v elektronice otevírají možnosti pro lokální aplikaci pesticidů v závislosti na konkrétních podmínkách. To umožňuje snížit náklady na produkci a také omezit riziko znečištění životního prostředí agrochemikáliemi.“ (Hamouz a Soukup, 2006)

Precizní zemědělství tedy umožňuje přesnější a efektivnější aplikaci osiva, vody, chemikálií (Weis, 1996) a hnojiv na základě přesného mapování stavu pole, čímž snižuje negativní dopady zemědělství na životní prostředí.

1.5.4. ZÁKAZ POUŽÍVÁNÍ PESTICIDŮ

Současnou produkci ať potravin nebo technických surovin rostlinného původu lze obecně zvýšit dvojitým způsobem – buď zlepšením schopnosti rostlin vytvořit je, nebo omezením ztrát, resp. zhoršováním kvality již vzniklé biomasy. Tedy – omezením nepříznivých účinků různých „biotických stresorů“ (patogenů, škůdců, herbivorů) na rostlinný organizmus.

To je téměř vyloučeno bez použití různých účinných pesticidů – zejména herbicidů, fungicidů a insekticidů. Protože to vědí i ekologičtí zemědělci, omezili svůj striktní zákaz výjimkou – používáním tzv. biopesticidů (Šarapatka, Urban a kol. 2006), viz kapitola 2.3.2.3.

Je pak nasnadě otázka, co tedy je a co není skutečný „bio-pesticid“? A nejenom to. Můžeme si klást i otázku, jak moc „bio“ jsou nejrůznější přípravky typu různých sirných či měďnatých sloučenin (např. tzv. bordeauxská jícha), které jsou povolené a používané v ekologickém zemědělství.

Trvalým problémem kvality či zdravoti biopotravin či biokrmiv, které nebyly ošetřeny pesticidy, jsou pak jejich i masivní infekce houbovými patogeny. A tím i toxickými či kancerogenními mykotoxiny, odolnými i vůči varu či smažení - proti nimž jsou případná residua standardních fungicidů naprosto bezvýznamná.

"Organic apples may be more prone to contamination by toxins produced by moulds than conventional ones because they are not treated to the same extent with antifungal agents." (Malmauret et al, 2002)

Neexistuje žádný faktický důkaz, který by potvrzoval či vyvracel tvrzení, že biopotraviny jsou zdravější a bezpečnější než potraviny konvenční či naopak (Magkos et al. 2003). Z hlediska zachování dobrého zdraví je důležitější konzumovat zdravou, vyváženou stravu, která je bohatá na ovoce a zeleninu, bez ohledu na to, zda pochází z ekologického či konvenčního zemědělství (Williamson, 2007).

1.5.5. ZÁKAZ POUŽÍVÁNÍ GMO

Jedná se o zčásti ideologický a zčásti komerčně-úcelový zákaz, bez vědeckého, tedy biologického opodstatnění, o jehož paradoxech se zmíní kapitola 3.2.

2. ZEMĚDĚLSTVÍ BIOTECHNOLOGICKÉ

Moderní biotechnologie dnes nabízejí další alternativu v zemědělské produkci. Jedná se o genové inženýrství kulturních rostlin, jehož cílem je vývoj rostlin s unikátními vlastnostmi výhodnými jak pro zemědělce, konzumenty a v konečném důsledku i šetrnějšími k životnímu prostředí.

2.1. MODERNÍ BIOTECHNOLOGIE ROSTLIN

Biotechnologické postupy využívá lidstvo již odpradáвна. Od výroby piva, vína, pečiva, sýrů, atd. přes penicilin, bioplyn až po současné moderní biotechnologické metody práce s rekombinantní DNA.

„Věda našla cestu jak přenášet genetickou informaci pro biosyntézu určité bílkoviny do nepříbuzných organismů, zpravidla jednodušších, vhodnějších pro začlenění do průmyslové technologie. Těmto postupů se říká genové inženýrství nebo rekombinantní technologie.“
(Vodrážka 1992)

Pojem biotechnologie jako takový je poměrně široký. Např. Úmluva o biologické rozmanitosti definuje biotechnologie takto: *„Biotechnologie znamená jakoukoli technologii, která využívá biologických systémů, živých organismů, nebo z nich odvozených biologických systémů k produkci nebo modifikaci výrobků či procesů pro specifické použití“* (134/1999 Sb).

V současnosti jsou nejrůznější biotechnologie využívány v zemědělství, průmyslu, medicíně. Rozvíjejí poznatky a vědomosti z celé řady oborů a disciplín, ať už biologických, chemických a biochemických či technologických a technických a zabývají se jejich praktickým využitím. Uplatňují se v potravinářství, farmacii, zemědělství, lesnictví či ochraně životního prostředí a energetice. Našly také významné použití v ozdravování, rozmnožování a šlechtění kulturních rostlin.

2.2. BIOTECHNOLOGICKÉ ŠLECHTĚNÍ ROSTLIN

Rostliny jsou klíčem k životu na zemi, protože přímo zajišťují 90% lidského příjmu kalorií a 80% příjmu bílkovin (Chawla, 2009).

Rostliny jsou bezpochyby základní lidskou potravou. Člověk během své historie přešel ze sběračského, loveckého a kočovného způsobu života na usedlý zemědělský život. Díky tomu mohlo dojít k nárůstu populace, rozšiřování sídel a rozvoji dalších schopností a dovedností, které člověk získal na základě nových zkušeností.

Při pěstování rostlin začal nejprve vybírat (selektovat) rostliny kvalitnější, s lepšími vlastnostmi a neuvědoměle využíval spontánních genetických změn neboli mutací.

Zprvu empiricky, pravděpodobně již před 10 000 lety ve starověkém Egyptě a Mezopotámii, začal člověk uplatňovat cílené křížení rostlin. Písemné doklady o tom však známe až ze 17. století.

S rozvojem znalostí přírodních věd se začalo rozšiřovat i množství metod používaných ve šlechtitelství. Začala se záměrně využívat vzdálená hybridizace, heteroze, polyploidie a indukce mutací chemickými látkami či ionizujícím zářením (viz Ondřej a Drobník, 2002, Kreuzer and Massey 2005, Halford 2006).

V druhé polovině dvacátého století se začaly rozvíjet technologie tzv. *in vitro*, resp. technologie explantátových kultur. Zahrnovaly mj. přípravu dihaploidních rostlin z mikrosporových či prašnickových kultur, pokusy o tzv. somatickou hybridizaci a nejnověji techniky přímého genového přenosu (transgenoze), vedoucí ke vzniku rostlin geneticky modifikovaných (GM).

„Transgenoze rostlin je vnášení jednoho nebo několika genů do eukaryotního genomu, při kterém dochází k integraci vnesené DNA do chromozomální DNA.“ (Šifner a kol. 1998)

2. 3. GM ROSTLINY

Zákon (78/2004 Sb.) definuje geneticky modifikovaný organismus obecně jako organismus, jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací provedenou pomocí genových technologií.

Geneticky modifikované neboli transgenní rostliny jsou takové rostliny, do kterých byl tzv. parasexuálním přenosem vnesen (přenesen) nepůvodní gen. Jedná se o laboratorní techniku, při které dochází k přenosu genů napříč taxonomickými jednotkami, tedy tzv. horizontálním přenosem. Do rostlin a zvířat se tak mohou dostat nejen geny z jiných rostlin či zvířat, ale i mikrobů, nebo se může dokonce jednat i o vnášení umělých, syntetických genů do rostliny (Chawla, 2009).

Důsledkem vložení cizího genu (DNA segmentu, konstrukt) do genomu příjemce může být i vyřazení nežádoucího DNA segmentu z funkce, tzv. genový knock-out (Morandini and Salamini, 2003, Hughes, 1996, Kváčová a Řehout 2005). Finální úspěšnost genetické modifikace rostlin závisí na dvou klíčových procesech: schopnosti přenosu a integrace DNA do genomu hostitelské buňky a na možnosti regenerace dospělé, fertlní rostliny z transformované buňky.

2.3.1. METODIKA PŘÍPRAVY GM ROSTLIN

Tvorba GM rostlin zahrnuje mnoho jednotlivých kroků. Nejprve je třeba vybrat gen kódující požadované vlastnosti, dále je třeba vhodný gen vyizolovat a naklonovat v bakterii. Po následných úpravách se geny transformují do rostlinného genomu, provádí se selekce rostlin a sleduje se, jak se transgen projevuje. Poté probíhají testy v uzavřených prostorách laboratoří a skleníků a vyhodnocuje se biologická bezpečnost. Následují polní zkoušky, opět biologické hodnocení bezpečnosti a nakonec registrační zkoušky nové GM odrůdy (viz. Kváčová a Řehout, 2005).

Na rozdíl od přípravy transgenních živočichů je příprava transgenních rostlin poměrně jednoduchá, a to díky tomu, že rostlinné buňky jsou pluripotentní. Z individuálních buněk narostlých a manipulovaných v kultuře se dokáží regenerovat celé rostliny (Dale and von Schantz, 2008).

Existují různé metody, jak vložit DNA do rostlinných buněk, můžeme je rozdělit do dvou skupin:

2.3.1.1. Nepřímé metody - zprostředkované cizorodou DNA, tzv. vektorem

Nepřímé metody transgenozy rostlin napodobují v přírodě probíhající děje. Jako případné přenašeče cizorodé DNA (vektory) se užívají specifické bakteriální plazmidy, některé typy transpozónů, lipozómů a retrovirů (Vejl, 2007, Szagi 2010). Nejčastěji jsou využívány plazmidy půdních gram-negativních bakterií rodu *Agrobacterium*: *A. tumefaciens* a *A. rhizogenes*.

Agrobacterium tumefaciens je volně žijící půdní bakterie, která způsobuje nádory rostlin, u kterých došlo k poranění v jejich podzemní části. Pomocí svého plazmidu (plazmid Ti - tumor inducing) je bakterie schopna vnést část DNA, tzv. T-DNA, do rostliny a geny obsažené v plazmidu zařadit do rostlinného genomu. Na základě těchto nově přidaných genů pak napadená rostlina zvýšeně produkuje fytohormony auxiny a cytokininy (Chawla, 2009). Ty podněcují buněčnou proliferaci, v místě infekce vzniká nádor, resp. teratom, v němž bakterie žijí. K jejich výživě mj. slouží látky zvané opiny (Slater et al. 2003).

Agrobacterium rhizogenes obdobně tvoří u napadených rostlin mohutné chomáče krátkých kořínků, tzv. hairy roots (White et al. 1985). Transfekčním agens je Ri (root inducing) plazmid (White and Nester 1980, Moore et al. 1979).

Tento přírodní systém přenosu dědičné informace do rostlinného genomu objevili Chilton et al. (1977) a otevřeli tím tak cestu jeho využití pro vnášení cizích genů.

K přípravě GM rostlin požadovaných vlastností slouží samozřejmě vhodně upravené plastidy, v nichž většina původních bakteriálních genů T-DNA je vyměněna za jiné. Bakterie *Agrobacterium* a zejména *A. tumefaciens* jsou tedy využívány jako **vektory** pro přenos cizorodých genů do rostlinné buňky. Přenos funguje univerzálně, přenášené geny nemusejí být rostlinné, ale mohou být i živočišné, bakteriální, či virové.

Hlavní výhody transformace pomocí *Agrobacterium* jsou především: jednoduchost a přesnost přenosu, vyšší frekvence stabilní transformace, menší počet kopií, menší riziko umlčení exprese transgenů a možnost přenosu větších úseků DNA (Veluthambi et al. 2003).

Úspěšné začlenění transgenů do rostlinného genomu cílové transformované buňky musí být následováno regenerací celé, fertillní, nechimerické rostliny.

2.3.1.2 Bezvektorové neboli přímé metody přenosu genů

Protože přenos genů pomocí *Agrobacterium* není možné použít pro všechny druhy rostlin (lze je využít pro většinu dvouděložných, krytosemenných a některé jednoděložné rostliny), byly zkoumány další metody.

Bezvektorové metody zahrnují přímé fyzikální a chemické metody pro přenášení cizorodé DNA do rostlinných buněk. Potvrdily možnost zavedení „nahé“ DNA do rostlinných genomů (Chawla, 2009) pomocí tzv. biolistické metody nebo cestou elektroporace do izolovaných protoplastů, makroinjekcí, mikroinjekcí, či využitím liposomů. Někdy je vhodné mechanicky narušit povrch transformovaných orgánů – většinou listů - použitím vláken karbidu křemíku, ultrazvuku nebo laseru a usnadnit tak vstup cizorodé DNA do buněk. Zvláště jednoduchou technikou je pouhé namáčení celých květenství, např. *Arabidopsis thaliana*, do vhodných suspensí *Agrobacteria* (Zhang et al., 2006).

Biolistická metoda neboli nastřelování (Gene gun, Partickle gun) je nejčastější a nejefektivnější přímou metodou přenosu genů, která je běžně používána. Používají se při ní wolframové nebo zlaté částice, které jsou pokryty DNA (Slater et al. 2003). Tyto mikroprojektily jsou pak pomocí speciálních zařízení („pistolí“) vstřelovány do rostlinných buněk, kde se DNA následně uvolní a část se jí zabuduje do genomu rostliny. Nevýhodou těchto metod je, že poměrně velká část vložené DNA se nezačlení do rostlinného genomu a je v buňce znehodnocena či deaktivována. Oproti nepřímým metodám dochází také k vyšší frekvenci genetických změn a častějšímu umlčení exprese genů. Hlavním problémem však bývá vznik chimérických rostlin (Sanford, 1990).

Zásadní výhodou je naopak možnost vnášet takto cizorodé geny nejen do *in vitro* pěstovaných buněk a pletiv s následnou regenerací – ale také přímo do orgánů či pletiv intaktních rostlin.

2.3.2. PŘÍNOSY TRANSGENNÍCH TECHNIK A GM ROSTLIN

2.3.2.1. Základní typy komerčně využívaných GM plodin

Moderní šlechtitelské postupy založené na transgenozí rostlin s sebou přináší celou řadu výhod. Jsou v první řadě rychlé, mohou několikanásobně zkrátit klasický šlechtitelský proces (trvajících kupř. u bramboru až 15 let). Hlavně však umožňují přenos genů, které by jiným způsobem přenést nešly, protože rodičovské rostliny nejsou křížitelné (např. kulturní brambor ztratil možnost křížit se s mnohými planými příbuznými).

V současné době se ve světě pěstují hlavně tzv. **transgenní rostliny 1. generace** (Ovesná, 2005), které skýtají výhody především zemědělcům, protože zvyšují jejich výnosy. Jedná se zejména o rostliny rezistentní k herbicidům (**herbicid tolerant - HT odrůdy**) a hmyzím škůdcům (**insect resistance – IR odrůdy**) či k virovým, bakteriálním a houbovým chorobám.

Dalšími možnými transgenními rostlinami mohou být rostliny tolerantní k nepříznivým abiotickým faktorům (sucho, salinita, extrémní teploty, nízké pH), rostliny se zvýšenou trvanlivostí, pylovou sterilitou nebo produkující specifické proteiny, sacharidy či oleje se změněným složením.

Čím dál aktuálnějšími se stávají **GM plodiny tzv. druhé generace**, které kombinují více různých transgenů a **GM plodiny třetí generace** přinášející výhody především spotřebiteli. Jedná se o plodiny s přidáním nutriční hodnotou (tzv. biofortifikované rostliny, např. s vyšším obsahem vitamínů a dalších prospěšných látek), rostliny, kterým byl odstraněn alergen nebo rostliny využívané ve farmakologii (např. tvorba tzv. jedlých vakcín, produkce protilátek). Rostliny mohou být v molekulárním farmářství využívány k syntéze široké palety průmyslově a farmaceuticky významných proteinů, poskytujících nové možnosti v zemědělství a biotechnologických odvětvích (Sarkar, 2009). Mohou tak fungovat jako živé bioreaktory pro levnou výrobu chemikálií a léčiv (Chawla, 2009).

Existuje řada transgenních rostlin syntetizujících vitamíny nebo antioxidanty, které odpovídající netransgenní odrůdy normálně nevytváří. Nejznámějším příkladem je tzv. zlatá rýže profesora Inga Potrykuse, vytvářející β -karoten, prekurzor syntézy vitamínu A – tedy lék proti rané dětské slepotě i dětské úmrtnosti v mnoha rozvojových zemích (Ye et al. 2000, www.goldenrice.org/Content1-Who/who_Ingo.html)

Široké spektrum využití transgenních rostlin a biotechnologií obecně tak může představovat budoucnost při řešení globálních problémů lidstva (změny klimatu, nárůst populace, hlad, problémy spojené s půdou, atd.).

V roce 2009 byly GM rostliny pěstovány na ploše 134 mil. ha. Mezi hlavní pěstitele patří USA (48% světové plochy GMO), Brazílie (16%) a Argentina (16%). Čtyřmi hlavními GM plodinami (rezistentní vůči herbicidům či hmyzím škůdcům) jsou:

sója (77 % celkové plochy plodiny),

bavlna (49 % celkové plochy plodiny),

kukuřice (26 % celosvětové úrody kukuřice)

a řepka (21% celkové plochy řepky)

(*Report on concrete measures to avoid mixing of GM and conventional maize 2010*
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/10/1181>).

Ve světě se dále pěstují transgenní brambor, rýže, pšenice, žito, vojtěška, čekanka, karafiát, psineček výběžkatý, len, meloun, papája, švestka, topol, růže, tykev, paprika a tabák (ISAAA's GM Approval Database).

V Evropské unii je zatím povoleno pěstování transgenní kukuřice a transgenního bramboru. Dále jsou na území EU povoleny potraviny či krmiva a další produkty, které jsou vyrobeny či obsahují GM bavlník, řepku, sóju a cukrovou řepu (viz. http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm).

2.3.2.2. Transgenní rostliny odolné k herbicidům (HT)

Herbicidy se obecně dělí na dva typy tzv. pre a postemergentní. Preemergentní herbicidy se aplikují preventivně do půdy, ty postemergentní až na list, na vzrostlou rostlinu. Výhodou HT rostlin je, že se na ně aplikují pouze vysoce specifické postemergentní herbicidy a to cíleně a v dávkách a typu odpovídajícím skutečné potřebě. Také umožňují přechod na bezorebné hospodaření, což vede k úspoře času a využití zemědělské techniky (úspora paliv) (Rakouský a Hraška 2007), dále umožňují použití snadněji rozložitelnějších a šetrnějších herbicidů a vedou k celkovému snížení jejich spotřeby, ke snížení nákladů na sklizeň a zvýšení její kvality.

Úspěšná produkce transgenních rostlin rezistentních k herbicidům využívá dvě hlavní možnosti jejich ochrany: (1) přidání transgenu, který kóduje protein se změněnou citlivostí k herbicidu a (2) zavedení detoxikačního enzymu (Hughes, 1996).

Nejznámější a nejvíce používané jsou GM rostliny tolerantní k herbicidům: glyfosátu a fosfínotricinu (glufosinát amonium).

Glyfosát je velmi rozšířený širokospektrální (neselektivní) herbicid rychle rozložitelný v půdě, který je údajně účinný proti 76 ze 78 nejhorších plevelů a je prodáván americkou chemickou společností Monsanto pod obchodním názvem **Roundup**. Herbicidní aktivita glyfosátu je důsledkem inhibice biosyntézy aromatických aminokyselin a dalších produktů šikimátové dráhy. Konkrétně glyfosát blokuje enzym 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfátsyntázu (EPSPS) (Slater et al. 2003, Hughes, 1996).

Rostlina odolná vůči glyfosátu obsahuje buď transgen, který způsobuje nadprodukcí EPSPS nebo modifikovaný EPSPS tolerantní ke glyfosátu (Ondřej a Drobník 2002) izolovaný z bakterií, které mutací získaly rezistenci ke glyfosátu - *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* a *Agrobacterium* (Hughes, 1996).

Fosfínotricin (glufosinát) je produkován firmou Aventis pod obchodním názvem **Liberty, Basta aj.**, opět se jedná o širokospektrální postemergentní herbicid. Jeho herbicidní aktivita je výsledkem inhibice glutaminsyntázy (Slater et al. 2003), klíčového enzymu metabolismu dusíku detoxikujícího amoniak na glutamát. Dochází tak k hromadění amoniaku, blokadě fotosyntézy, rozpadu chloroplastů a následnému odumření rostliny.

Transgenní rostlina odolná k fosfínotricinu obsahuje gen (izolovaný ze *Streptomyces hygroscopicus*) kódující fosfínotricin-acetyltransferázu, která přeměňuje fosfínotricin na netoxickou látku (Hughes, 1996).

2.3.2.3. Transgenní rostliny odolné vůči hmyzím škůdcům (IR)

Nejčastěji využívanými IR rostlinami jsou tzv. Bt plodiny, které obsahují geny pro tvorbu tzv. Bt-toxinu z bakterie *Bacillus thuringiensis* (Kreuzer and Massey 2005, Romeis et al. 2008).

Tato bakterie byla objevena v Japonsku v roce 1902, kde způsobila úhyn bource morušového. Bakterie vytváří spory, které produkují velkou krystalickou strukturu složenou z proteinů. Jeden z těchto proteinů je potenciálně insekticidní (je přítomen jako protoxin) a v případě, že larva hmyzu pozře bakteriální sporu, protoxin (delta-endotoxin) se v jejím střevě rozpustí, aktivuje a způsobí proděravění střevní stěny a následný úhyn larvy (Hughes, 1996).

Pěstování těchto transgenních plodin vede k nižší spotřebě energie (není třeba rostliny tak často ošetřovat), nižšímu použití techniky, zkrácení vegetační sezóny, zvýšení kvality a produkci zdravějších a bezpečnějších plodin (Rakouský a Hraška, 2007). Ovšem hlavní výhodou je velmi specifický účinek působící pouze na konkrétní druhy hmyzu. Nebezpečí Bt

plodin pro jiné organismy, např. ostatní hmyz, není prokázáno, pole s Bt rostlinami nejsou ošetřovány insekticidy, takže naopak dochází ke snížení nepříznivých vlivů na životní prostředí.

Jistým paradoxem je, že Bt-toxin je využíván také pro tvorbu tzv. biopesticidů. Preparáty ze spor *B. thuringiensis* či izolovaných krystalů jsou používány jako „ekologické“ pesticidy již půl století (Slater et al. 2003).

„Biopesticidy jsou hojně doporučovány v různých formách alternativního zemědělství, které má všeobecně kritický pohled na GMO. Napadlo někdy ekologické pěstitele, že například jejich eko-jablka mohou být povrchově kontaminována přesně tou samou ‚cizorodou‘ DNA a přesně tím samým ‚cizorodým‘ delta endotoxinem, jaký se vyskytuje u Bt odrůd?“ (Vejl, 2007)

2.3.3. POTENCIONÁLNÍ RIZIKA GM PLODIN

Námítky proti geneticky modifikovaným plodinám (organismů obecně) se dají rozdělit na dvě skupiny. Může se jednat (1) o principiální odmítání moderních biotechnologií na základě osobního přesvědčení či přesvědčení určité skupiny, či (2) o obavy před nepříznivými důsledky GMO a to buď pro ekosystém nebo GMO jako součásti lidské potravy, léčiv či krmiv pro zvířata atd.

Obavy z nepříznivých účinků GM potravin a produktů na zdraví lidí či zvířat jsou pochopitelné, ale ne opodstatněné, protože škodlivost GM produktů či potravin, které jsou na trhu, nebyla nikdy prokázána. Naopak, jak bylo již zmíněno, vývoj transgenních rostlin je zaměřen na rostliny s vylepšenými vlastnostmi, pro konzumenty výhodnými (biofortifikované rostliny).

„K obavě ze zdravotních rizik potravin a krmiv připravených z GMP ovšem neexistují vědecké důvody. I praxe to potvrzuje: jen geneticky modifikované sóji za osm let, kdy se běžně pěstuje, lidé a domácí zvířata zkonsumovali přes 800 milionů tun. Nebyl však dokumentován jediný případ zdravotních problémů spojených s genetickou modifikací.“ (Šprysl, 2001)

Nechtěné šíření „uměle vnesených“ genů z GM plodin, zejména do jejich planých příbuzných, samozřejmě nelze vyloučit. Rizikem pro přírodní ekosystém by však mohly být jen geny skutečně masově zvýhodňující takové transgenní jedince proti původním, netransgenním. Žádné takové příklady však dosud věda nezná a doufejme ani nepozná.

„Transgeny pro rezistenci k herbicidům nepředstavují riziko pro přírodní společenstva (kromě plevelů), živočichy ani člověka. Možnost přenosu tolerance k herbicidům na příbuzné

plevelné druhy přirozeným sprašováním je extrémně nízká. Pokud by snad na určitém území ke vzniku populace určitého druhu plevelů rezistentních k herbicidu přece jen došlo, znamenalo by to jen, že tam bude nutno používat po určitou dobu jiné odrůdy a jiné herbicidy, s odlišným mechanismem účinku.“ (Ondřej a Drobník, 2002)

2.3.4. LEGISLATIVA GMO

„Použití geneticky modifikovaných organismů je regulováno na mezinárodní i národní úrovni právními předpisy koncipovanými na principu předběžné opatrnosti tak, aby odpovídaly požadavkům na zajištění ochrany zdraví člověka a zvířat, složek životního prostředí a biologické rozmanitosti.“ (Doubková, 2006)

2.3.4.1. Princip předběžné opatrnosti

Evropská komise přijala v roce 2000 Sdělení o principu předběžné opatrnosti (*Communication from the commission on the precautionary principle, 2000*). Tento princip je podle něj uplatňován v případech, kde jsou vědecké informace nedostačující, nejasné nebo nejisté a kde existují náznaky, že možné účinky na životní prostředí nebo na zdraví člověka, zvířat nebo rostlin mohou být potenciálně nebezpečné a v rozporu se zvolenou úrovní ochrany.

Prof. Drobník se k principu předběžné opatrnosti vyjadřuje ve své knize *Biotechnologie a společnost*: *„Z formulace je zřejmé, že to budou politici, kdo rozhodne, zda materiál prezentovaný vědci je ‚nedostatečný, nejednoznačný nebo neurčitý‘ a také to budou oni, kdo určí, že zde jsou ‚opodstatněné důvody k obavám, že nejvyšší stupeň ochrany zvolený EU nepostihne možné nebezpečné účinky na přírodu či na zdraví lidí, zvířat nebo rostlin‘. Tato šroubovaná formulace říká, že politici mají kdykoliv otevřenou cestu smést vědecké argumenty ze stolu a ukládat stále restriktivnější opatření.“ (Drobník, 2008)*

2.3.4.2. Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti

Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti k Úmluvě o biologické rozmanitosti je mezinárodní úmluva OSN, která ustanovuje pravidla přeshraničního převozu, přepravy a užití živých modifikovaných organismů vzniklých díky moderním biotechnologiím vzhledem k možným rizikům.

„Jeho podstatou je požadavek, aby pro dovoz GMO musela vydat povolení vládní instituce. EU podporovaná některými rozvojovými zeměmi prosadila, že stát může takovýto dovoz zakázat, aniž k tomu má věcné vědecky podložené důvody.“ (Drobník, 2002)

2.3.4.3. Legislativa EU

Právo EU se problematikou GMO zabývá poměrně hojně. Existuje řada nařízení a směrnic Evropského parlamentu a Rady, které tuto oblast upravují a ustavují relativně přísná pravidla.

Uzavřeným nakládáním a otázkami souvisejícími s bezpečností, ochrannými a bezpečnostními opatřeními při nakládání a zneškodňování GMO (v rámci uzavřeného nakládání) a povinnou administrativou s tím související, se zabývá *Směrnice Rady EU 98/81/ES*. **Zavádění GMO do životního prostředí** upravuje *Směrnice 2001/18/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 12. března 2001 o záměrném uvolňování geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí a o zrušení směrnice Rady 90/220/EHS*, která také přejímá princip předběžné opatrnosti vyplývající z Cartagenského protokolu. Zabývá se hodnocením a řízením rizik, správním postupem při uvolňování GMO do ŽP, povinnostmi s tím spojenými – např. povinností provozovatelů podat oznámení příslušnému orgánu členského státu a značit GMO v tomto oznámení (Na štítku nebo v průvodním dokumentu musí být uvedena slova „Tento produkt obsahuje geneticky modifikované organismy“.), monitorováním, kontrolami či sledovatelností GMO ve všech stádiích uvádění GMO na trh atd.

Evropská unie dále udává **pravidla přeshraničního pohybu GMO** (*Narizení č. 1946/2003*), ustavuje podmínky a otázky vývozu a dovozu GMO přes hranice států a povinnostmi s tím spojenými (oznámení smluvním stranám dovozu, oznámení o tranzitu, povinnosti značení, dokumentace, atd.). Ukládá také povinnosti provozovatelů, dovozců, zpracovatelů a prodejců GMO povolených pro uvádění na trh, povinnost dohledatelnosti původu (sledovatelnosti) a označování GM potravin a krmiv (*Narizení č. 1830/2003*). Zabývá se problematikou povolování potravin a krmiv obsahujících nebo vyrobených z GMO, jejich dohledem a uváděním na trh (*Narizení č. 1829/2003*).

„Geneticky modifikované potraviny a krmiva by tedy měly být povoleny za účelem uvedení na trh Společenství až teprve po vědeckém zhodnocení všech rizik, která mohou představovat pro lidské zdraví a zdraví zvířat, případně pro životní prostředí, přičemž by za provedení tohoto zhodnocení na nejvyšší možné úrovni byl odpovědný Evropský úřad pro bezpečnost potravin“ (*Narizení č. 1829/2003*)

Legislativa EU povoluje tzv. náhodnou příměs GM plodiny – jedná se o 0,9 % obsahu transgenní DNA v daném konvenčním produktu. Pokud je tedy obsah GM příměsi v daném produktu vyšší, musí být značena jako GM.

2.3.4.4. Legislativa ČR

V České republice se nakládání s GMO řídí *zákonem ze dne 22. ledna 2004 č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty*, platném ve znění pozdějších předpisů (č. 346/2005 Sb., 124/2008 Sb., 227/2009 Sb., 281/2009 Sb.), který je založen na principu předběžné opatrnosti a je stanoven v souladu s právem Evropského společenství.

Zákon považuje za nakládání s GMO pouze nakládání s GMO a z nich vyrobenými produkty, které mají schopnost reprodukce a přenosu genetického materiálu. Rozlišuje dále tři způsoby nakládání:

1. **uzavřené nakládání s GMO**, kterým se rozumí vlastní genetická modifikace organismů, jejich pěstování, uchovávání, přeprava, zneškodňování či jiné činnosti v uzavřených prostorech, při kterých jsou GMO používány. (Neplatí pro GMO, které jsou schválené pro uvádění do oběhu.)
2. **uvádění geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí** neboli cílené uvádění GMO do prostředí mimo uzavřený prostor, ale ne do oběhu.
3. **uvádění geneticky modifikovaných organismů nebo genetických produktů do oběhu**: jedná se vlastně o uvedení na trh - dovoz, prodej, skladování, pěstování k prodeji či dalšímu zpracování apod.

Zákon se zabývá správním postupem při povolování nakládat s GMO a genetickými produkty, hodnocením rizika, informováním veřejnosti, ukládá povinnost značení, věnuje se pokutám a nápravným opatřením. Podrobněji pak upravuje jednotlivé typy nakládání, povinnosti oprávněných osob, havarijním plánem a opatřeními při vzniku havárie, stanovuje podmínky vývozu, dovozu a tranzitu, ustavuje správní orgány.

Oprávnění k uzavřenému nakládání a k uvádění do životního prostředí je vydáváno MŽP ČR na základě žádosti konkrétnímu subjektu pro konkrétní typ GMO. Administrativní procedura v případě uzavřeného nakládání s nižším stupněm rizika není složitá, oprávnění vzniká na základě oznámení. U uvádění do životního prostředí je proces již složitější, žádost prochází správním řízením, zapojuje se i veřejnost, odborníci, Ministerstvo zdravotnictví, zemědělství, jsou informovány ostatní členské státy a Evropská komise (Doubková, 2006).

„Vydání povolení k uvádění GMO do oběhu je řešeno na úrovni celé Evropské unie, za účasti všech členských států, Evropské komise i veřejnosti. Schvalovací proces je velmi dlouhý a komplikovaný, protože vydané povolení pak platí pro všechny státy. Nakládat s GMO povolenými pro uvedení na trh může každý, při dodržení podmínek daných povolením (...).

Držitel povolení, ..., je povinen zajistit následný monitoring případných účinků na životní prostředí a zdraví. Zemědělec, který pěstuje geneticky modifikovanou plodinu, o tom musí informovat ve stanovených lhůtách MZe i MŽP.“ (Doubková, 2006)

Bližší podmínky pěstování geneticky modifikovaných odrůd na území ČR pak upravuje *Vyhláška 89/2006 Sb. ze dne 10. března 2006 o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy*, upravena v roce 2010 (58/2010 Sb.). Stanovuje povinné minimální vzdálenosti při pěstování geneticky modifikované odrůdy, rozsah obsetí GM odrůdy stejnou plodinou, která není geneticky modifikovaná, lhůty pro poskytování informací o plánované výsadbě a rozsah informací atd.

3. EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ A GMO

Jak bylo již zmíněno v kapitole 1.1, jednou ze základních norem současného ekologického zemědělství je striktní zákaz pěstování GM rostlin - jako zdroje potravin, krmiv či technických surovin. Ať již byly skutečné příčiny tohoto zákazu jakékoliv, označení „bez GM“ je významnou komerční značkou ekologických „bioproduktů“, pomocí které je ve spotřebiteli již více než deset let pěstován pocit, že pojem „GM-free“ současně znamená bezpečný výrobní postup i produkt, nijak neohrožující lidské zdraví, ani přírodu. Proto se současný certifikovaný ekologický zemědělec (biozemědělec) i legislativně brání možnosti kontaminace GM produkty.

3.1. LEGISLATIVA KOEXISTENCE

V Nařízení Rady (ES) č.834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) 2092/91 se o GMO říká „GMO a produkty získané z nich nebo s jejich použitím jsou s pojetím ekologické produkce a vnímáním ekologických produktů ze strany spotřebitele neslučitelné. Neměly by se proto používat ani v ekologickém zemědělství ani při zpracování ekologických produktů. Cílem je, aby byl výskyt GMO v ekologických produktech co nejnižší. Stávající prahové hodnoty pro označování představují stopy, které souvisejí výhradně s náhodným a technicky nevyhnutelným výskytem GMO (max. 0,9 %)“. A dále: *„Použití GMO je v ekologické produkci zakázáno. V zájmu jasnosti a soudržnosti by nemělo být možné označovat produkt za ekologický, pokud musí být označen jako produkt obsahující GMO, složený z GMO nebo získaný z GMO.“*

Česká legislativa (*Zákon 242/2000 Sb.*) dále zakazuje ekologickým zemědělcům souběžně produkovat stejné suroviny jinou zemědělskou metodou a pokud sousedí s pozemky, které nejsou obhospodařovány ekologicky, udává jim povinnost přijmout opatření, kterými co nejvíce zabráni možným vlivům na vlastní ekologicky obhospodařované pozemky. Zakazuje také pěstování, chov či požívání GMO a produktů z nich pocházejících s výjimkou léčiv a veterinárních přípravků.

Protože nežádoucí přítomnost GMO může zemědělcům, zpracovatelům a obchodníkům s potravinami a krmivy způsobit finanční škodu, bylo (a bude) třeba přijmout pravidla umožňující koexistenci. „Podle podmínek zákona č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství hrozí totiž ekofarmám při prokázané přítomnosti GMO v produktu ekologického zemědělství nejen odebrání certifikátů na produkci, ale i pokuta až do výše 50 000 Kč, nebo zrušení registrace pro ekologické zemědělství“ (Demnerová a kol., 2003)

Aby nedocházelo ke konfliktům jednotlivých typů zemědělství (konvenční x s GM x ekologické), jsou postupně zaváděny a upravovány podmínky a pravidla koexistence.

Koexistenci lze podle Ing. Marie Křístkové/Čeřovské z Ministerstva zemědělství ČR chápat jednak jako „souběžnou existenci dvou a více různých technologií – konvenční bez GM plodin, s GM plodinami či využívajících postupů ekologického zemědělství“ nebo jako možnost pro zemědělce vybrat si, kterou technologii budou využívat (Čeřovská, 2005). Snahou je zachovat a udržet všechny tyto systémy hospodaření i do budoucna, aniž by byl jakýkoliv vyloučen.

Jedním ze základních opatření souvisejících s koexistencí je stanovení tzv. izolačních vzdáleností (viz tabulka 2).

Tab. 2. Vzdálenosti a rozsahy obsetí stanovené pro jednotlivé plodiny při pěstování GM odrůdy (upraveno dle Vyhlášky 89/2006 Sb.)

Plodina	Brambor	Kukuřice	Sója
Vzdálenost mezi půdním blokem/dílem půdního bloku v případě, že se nejedná o režim EZ	do 20m	do 140m	do 20m
Vzdálenost mezi půdním blokem/dílem půdního bloku v případě, že se jedná o režim EZ	do 40 m	do 400m	do 40m
Min. vzdálenosti pěstování GM odrůdy, v případě, že se nejedná o režim EZ, a mezi stejnými plodinami s odlišným jednoznačným identifikačním kódem	3m	70m	10m
Min. vzdálenosti pěstování GM odrůdy, v případě, že se jedná o režim EZ	20m	200m	20m
Rozsah obsetí stejnou plodinou, která není GM, v případě, že se nejedná o režim EZ	1 řada obsetí v min. šíři 0,7 m nahrazuje 2 m min. vzdálenosti		
Rozsah obsetí stejnou plodinou, která není GM, v případě, že se jedná o režim EZ	1 řada obsetí v min. šíři 0,7 m nahrazuje 2 m min. vzdálenosti (max. lze nahradit 100 m)		

3.2. BIOLOGICKÉ PARADOXY VZTAHU EKO x GM

Na tomto místě porovnáme hlavní cíle EZ z úvodu kapitoly 1.1 s tím, jak by je mohla řešit technologie neodmítající použití GM plodin:

Produkce dostatečného množství vysoce kvalitních a nutričně bohatých potravin a krmiv.

- Pomocí přímého genového přenosu je možno těchto cílů dosáhnout dříve a spolehlivěji, než s pouhým využitím klasického šlechtění.

Použití pracovních postupů, které jsou v souladu s přírodními systémy a cykly.

- Otázkou je, co to znamená „přírodní“? Např. systém horizontálního přenosu genu *Agrobacterium tumefaciens* je naprosto přírodní ...

Udržení a zvýšení dlouhodobé úrodnosti půdy a její biologické aktivity.

- Využitím HT plodin je mimo jiné zásadně snížena potřeba opakovaného orání zemědělských ploch, snižuje se půdní eroze, zlepšuje půdní vláh, udržuje složitá hierarchie půdní mikroflory a mikrofauny.

Snaha co nejméně používat neobnovitelné zdroje (suroviny, energie), nepoužívat minerální hnojiva a pesticidy a naopak používat zdroje obnovitelné, recyklovatelné materiály, využívat místní zdroje, minimalizovat ztráty.

- Používání IR plodin výrazně eliminuje potřebu aplikovat klasické insekticidy a snižuje (až o 90%) spotřebu fosilních paliv pro příslušnou polní techniku. Některé GM plodiny (kupř. transgenní odrůda bramboru Amflora) jsou také určeny pro výrobu biodegradovatelných plastů.

Zajištění optimálních životních podmínek hospodářským zvířatům s ohledem na jejich přirozené potřeby.

- Zvířata v ekologických chovech mohou být krmena rostlinnými produkty bez mykotoxinů, případně různě biofortifikovanými krmivy.

Ochrana povrchových a spodních vod před znečištěním, správné hospodaření s vodou, udržení vody v krajině.

- Opět: zásadně snížené používání pesticidů, zlepšená vodní bilance zdravých porostů.

Ochrana přírody, biodiverzity a snaha uchovat přírodní ekosystémy.

- Viz výše. Technologie GM plodin sama o sobě biodiverzitu neohrožuje – jedná se o problém jakýchkoliv monokultur. Stejně tak samotné zemědělství představuje nejen omezení, ale i rozšíření původní „přírodní“ biodiverzity.

Udržení tradičního rázu venkova a obnova krajiny, vytvoření pracovních příležitostí, ekonomický a sociální rozvoj zemědělců a venkova.

- Nejedná se o problém, jehož řešení by nepříznivě ovlivňovaly GM plodiny, právě naopak.

Produkce dalších nepotravinářských výrobků, které jsou plně biologicky rozložitelné

- Viz výše.

4. EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ A MODERNÍ BIOTECHNOLOGIE VE VÝUCE NA SŠ

4.1. ANALÝZA KURIKULÁRNÍCH DOKUMENTŮ

Pokud nahlédneme do Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia, samostatnou problematiku **zemědělství** v něm nenajdeme. Tomuto tématu by ale bylo možné se věnovat v rámci vzdělávacích oblastí Člověk a příroda, Člověk a zdraví, případně Člověk a společnost, a dále by mohlo být zařazeno do průřezových témat jako je Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech, Environmentální výchova a Mediální výchova, podobně jako v případě GM plodin.

Součástí oblasti ČLOVĚK A PŘÍRODA je vzdělávací obor Biologie, v rámci tohoto oboru by bylo možné zmínit se o ekologickém (příp. biotechnologickém) zemědělství v rámci učiva Biologie rostlin a Ekologie, stejně tak v oblasti ČLOVĚK A ZDRAVÍ by bylo možné věnovat se otázce, zda jsou produkty ekologického zemědělství skutečně zdravější a člověku prospěšnější.

Problematika **ekologického zemědělství (EZ)** se v kurikulárních dokumentech objevuje pouze v RVP vydaném pro SOŠ s maturitou, obor Agropodnikání (41-41-M01) a to v rámci obsahového okruhu ROZVOJ VENKOVA. V tomto dokumentu se uvádí:

„Žáci se seznámí s alternativními formami zemědělského hospodaření, které zvýrazňují biologickou, estetickou a rekreační funkci zemědělské krajiny a (...) získají předpoklady pro hospodaření v souladu s principy udržitelného rozvoje venkova, jsou připravováni pro podnikání v ekologickém zemědělství a v agroturistice.“

Podle Ročenky Ekologického zemědělství v ČR z roku 2009 působí v ČR 65 škol s výukou zemědělských oborů, ovšem jsou zahrnuty i vyšší odborné školy, střední školy s maturitou i učební obory. Ekologické zemědělství se na žádné z nich nevyučuje jako

samostatný obor, je však na 38 školách vyučováno jako samostatný předmět nebo v rámci jiného předmětu.

Nejčastěji se vyskytující obory s předměty, jejichž součástí je i výuka EZ jsou: Agropodnikání, Ochrana a tvorba životního prostředí, Ochrana přírody a prostředí, nebo Ekologie a životní prostředí či některé další obory vyučované na Přírodovědném lyceu.

Samostatný předmět s tematikou EZ je vyučován na středních odborných školách:

- SŠ zdravotnická a zemědělsko-ekonomická Vyškov
- Masarykova střední škola zemědělská a VOŠ Opava
- Střední odborná škola Šumperk
- Střední odborná škola a SOU zemědělské Horní Heřmanice
- Střední škola zemědělská a přírodovědná Rožnov pod Radhoštěm
- VOŠ a Střední zemědělská škola Benešov
- Střední zemědělská škola Písek

4.2. ANALÝZA STŘEDOŠKOLSKÝCH UČEBNIC

Pro analýzu byly vybrány současně platné středoškolské učebnice. Důraz byl kladen na učebnice ekologie a biologie rostlin, ve kterých by se dalo hovořit o zemědělství, ekologickém zemědělství, popř. problematice využití GM plodin v zemědělství.

Pozn. Problematika GM plodin ve středoškolských učebnicích zde primárně rozebírána nebude, již je dobře zpracovaná v bakalářské práci Kateřiny Koblihové „*GM plodiny, biofortifikované rostliny a molekulární farmářství – inovace gymnaziálního učiva biologie*“ (Koblihová, 2010)

Biologie 2 - pro střední odborné školy, Bumerl a kol., 1997: V kapitole „Ekologie“, je v podkapitole „Člověk a prostředí“ zmínka o negativních vlivech zemědělské činnosti (např. zhoršení kvality a úrodnosti půdy, znečištění vod), je zmíněna důležitost znalosti ekologických zákonitostí v zemědělství („zemědělec... musí být přednostně ekologem, neboť zemědělství je aplikovanou ekologií“), zmínka o EZ chybí. V kapitole „Genetika“ je odstavec o genovém inženýrství, zmiňován je jeho budoucí možný význam „pro medicínu, průmyslovou výrobu bílkovin, léčiv či pro další obory lidské činnosti“. Zemědělství výslovně zmíněno není.

Biologie pro gymnázia, Jelínek a Zicháček, 2007: žádná zmínka

Biologie rostlin, Kincl a kol., 2003: Zmiňuje význam oborů aplikované biologie, jako příklad je uváděna agrobiologie. Dále obsahuje kapitolu „Kulturní rostliny“, o EZ zde však zmínka také není.

Botanika, Kubát a kol., 2003: Obsahuje kapitolu „Ekologie rostlin“, ve které je zmíněna důležitost její znalosti „pro rozumné zemědělské a lesnické hospodaření“. Jinak se v ní žádná zmínka o zemědělství nevyskytuje.

Základy ekologie, Kvasničková, 2004: V části „Životní prostředí člověka“ obsahuje učebnice podkapitolu „Zemědělství a lesnictví“, kde se zmiňuje o negativních vlivech zemědělské velkovýroby v důsledku mechanizace, používání průmyslových hnojiv a pesticidů, je zde odstavec o Ekologickém zemědělství, vyskytuje se zde i termín bioprodukty. Další zmínka je pak v části „Způsoby péče o životní prostředí“, v kapitole „Ekologické přístupy k hospodaření v krajině“, kde jsou vyjmenovány ekologické zásady, které by mělo dodržovat správné hospodaření, je zmíněno ekologické zemědělství a opatření, která využívají ekologické zásady. Nachází se zde i odstavec o problému využívání GMO v zemědělství:

„Aktuálním problémem pro hospodaření v krajině je využívání geneticky modifikovaných organismů (GMO) v zemědělství. Vedou se odborné diskuze o tom, zda takové organismy mohou škodit lidskému zdraví i životu v přírodě, zejména biodiverzitě. Ve světě se zatím pěstují geneticky modifikovaná sója, bavlník, kukuřice a řepka. U nás existuje zákon, podle kterého o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a produkty, které jsou z nich připraveny, rozhoduje Ministerstvo životního prostředí“. Výhody využívání GM v zemědělství zmíněny nejsou.

Základy ekologie a ochrany životního prostředí, Braniš, 2004: Opět jsou uvedeny kapitoly o znečištění půdy a vod v důsledku zemědělské činnosti. V publikaci jsou také uvedena pravidla pro využívání přírodních ekosystémů člověkem, blízká pravidlům EZ. Samotné EZ ani GMO zmíněny nejsou.

Ekologie pro gymnázia, Šlégl a kol., 2005: V části „Člověk a prostředí“ jsou probírány zdroje znečištění vod (velkochovy hospodářských zvířat, úniky silážních šťáv, nesprávná aplikace hnojiv, přehnojování půd) a půdy (minerální hnojiva, pesticidy, problém eroze a zhutnění půdy) v zemědělství, uvedeny jsou i možnosti řešení (zamezení průniku zbytků pesticidů, uvážené dávkování hnojiva, zvýšená pozornost k oblastem se zdroji pitné vody), rozvedeny jsou i další možnosti celkové ekologizace zemědělství. Uvedena je poznámka: *„Produkcí zdravých potravin nevyřeší ojedinělé ekologické farmy produkující tzv. biopotraviny, většinou za podmínek, které nelze použít v širokém měřítku; u nás hospodaří*

zhruba na 4% půdy. Je totiž nutné, aby zdravé potraviny vznikaly v běžné zemědělské výrobě. Navíc i tyto „biopotraviny“ mohou být kontaminované (...).“

Životní prostředí – učebnice pro střední odborné školy, Štulc a Götz, 1999: Obsahuje rozsáhlou kapitolu věnovanou zemědělství, zabývá se jeho problémy a negativními dopady, věnuje se také světovým ekologickým problémům, ochraně životního prostředí a trvale udržitelnému rozvoji a jeho zásadám a ekologickým principům. EZ zmíněno není.

Genetika, Kočárek, 2004: Je zde zmíněn význam a cíle genových manipulací rostlin (zvýšení výnosů, vyšší odolnost a kvalita zemědělských plodin), podrobněji v práci – Koblíhová (2010).

4.3 DŮVODY ZAŘAZENÍ PROBLEMATIKY EZ A MODERNÍCH BIOTECHNOLOGIÍ DO UČIVA SŠ

Jak již bylo řečeno, zemědělství je významný a nezbytný obor lidské činnosti, se kterým se ve výuce, zvláště na gymnáziích, nesetkáme příliš často. V gymnaziálním vzdělávání mnohdy chybí orientace na aplikační možnosti vyučovaných poznatků, na praktickou stránku problematiky, přestože právě na to kurikulární dokumenty poukazují a zdůrazňují je. Učebnice se nerevidují tak často, aby obsahovaly moderní vědecké poznatky a často ani nejsou koncipovány tak, aby se v nich našel prostor pro popularizaci vědecké činnosti. Ačkoliv v dnešním internetovém světě máme k dispozici nepřeborné množství informací, je nejen pro středoškolského studenta těžké se v nich správně orientovat. Je důležité, aby učitelé i studenti měli k dispozici vhodné materiály, které je na odpovídající úrovni seznámí se současnou problematikou, ať již na poli vědy, techniky či jiných odvětví lidské činnosti.

S produkty ekologického zemědělství, se všemi možnými „bio“, se setkáváme dennodenně, jsou nám nabízeny a doporučovány ze všech možných stran. Naopak před produkty moderních šlechtitelských (biotechnologických) postupů jsme z mnoha stran varování a dostává se nám do podvědomí představa, že jsou nezdravé a nebezpečné, a to jak pro zdraví, tak pro přírodu. Z vlastní zkušenosti vím, že je snadné těmto tlakům podlehnout a takové názory přijímat. Je třeba studenty seznámit s koncepcí, jak ekologického zemědělství, tak biotechnologického, uvést jejich výhody a nevýhody a dát jim prostor, aby si udělali názor vlastní, na základě relevantních informací. Proto jsem se jako budoucí učitel o tuto problematiku začala zajímat a chtěla bych ji pro potřeby středoškolské výuky více rozpracovat i v navazující diplomové práci.

ZÁVĚR

Častým tématem nejen odborných, ale také politických či filosofických debat je tzv. trvalá udržitelnost (*sustainability*) života na zemi, jejího zdravého ekosystému v situaci neustálého růstu lidské populace a jejích základních potřeb. Oblast zemědělství je pro další vývoj, ať již pozitivní či negativní, stále klíčovější. Moderní přírodní vědy ji mohou zásadním způsobem ovlivnit, ovšem pokud jejich poznatkům věnuje potřebnou důvěru jak zemědělská praxe, tak laická veřejnost.

Podle názoru vědců-biologů je nejen možná, ale i nutná a účelná nikoliv pouze koexistence, ale přímé propojení technologií tzv. ekologického a tzv. biotechnologického zemědělství. Ovšem, aby byla možná realizace takového stavu, je nezbytné zpřístupnit laické veřejnosti objektivní poznatky o jejich podstatě, přínosu či rizicích a odlišit realitu od mediálních fám. K utváření takového objektivního názoru je třeba přistoupit co nejdříve, v době formování lidské osobnosti. Tedy již na úrovni výuky na středních školách.

Předkládaná bakalářská práce si klade za cíl k tomuto záměru faktologicky přispět.

PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

- Beuchat L. R., Ryu J. H. (1997): *Produce handling and processing practices*. Emerging Infectious Diseases **3**, pp. 459–465.
- Braniš M. (3. vydání 2004): *Základy ekologie a ochrany životního prostředí*. Praha: Informatorium. ISBN: 80-7333-024-5
- Bumerl J., Hrabě M., Novotná J., Pinkava I. (4. vydání 1997): *Biologie 2 - pro střední odborné školy*. Praha: SPN. ISBN: 80-85937-75-1.
- Chawla H. S. (2009): *Introduction to Plant Biotechnology*. Enfield: Science Publishers. ISBN: 978-1-57808-636-8
- Chilton M. -D., Drummond M. H., Merlo D.J., Sciaky D., Montoya A., Gordon M. P., Nester E. W. (1977): *Stable incorporation of plasmid DNA into higher plant cell: the molecular basis of crown gall tumorigensis*. Cell **11**. Pp. 263-271
- Čeřovská M. (2005): *Pravidla koexistence v rostlinné produkci, pp.56-63*. In *Pěstování GM plodin v ČR – koexistence různých forem zemědělství*. Praha: MZe ČR a Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-7084-408-6
- Dale J. W., von Schantz M. (2nd ed. 2008): *From Genes to Genomes – Concepts and Applications of DNA Technology*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. ISBN 978-0-470-01734-0.
- Demnerová K., Drobník J., Káš J., Ondřej M., Petr J., Rakouský S., Roudná M., Rozsypal R., Doubková Z.(ed.) (2003): *Geneticky modifikované organismy: Otázky spojené s jejich vznikem a využíváním*. MŽP. ISBN 80-7212-259-2
- Drobník J. (2002): *Genetické modifikace a společnost, pp 61-71*. In Drobník J., Ondřej M. Petr J. *Geneticky modifikované organismy v zemědělství*. Praha: ÚZPI. ISBN 80-7271-107-5
- Drobník J. (2008): *Biotechnologie a společnost*. Praha: Nakladatelství Karolinum. ISBN:978-80-246-1484-7
- Halford N. G. (2006): *Plant Biotechnology - Current and Future Applications of Genetically Modified Crops*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. ISBN 10-0-470-02181-0.
- Hamouz P., Soukup J. (2006) *I. část: precizní zemědělství v oblasti regulace zaplevelení, pp. 3-20*. In *Precizní zemědělství*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Výzkumný ústav rostlinné výroby
- Heřt J. (2002): *Antroposofie a waldorfské školství, pp. 144-161*, In: Heřt J., Pekárek L. (eds.): *Věda kontra iracionalita 2*, Praha: Academia. ISBN 80-200-1020-3
- Hughes M. A. (1996): *Plant molecular genetics*. Essex, Harlow: Longman. ISBN 0-582-24730-6
- Jelínek J., Zicháček V. (9. Vydání 2007): *Biologie pro gymnázia*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN: 978-80-7182-213-4
- Kincl L., Kincl M., Jarklová J. (3. Vyd. 2003): *Biologie rostlin*. Praha: Fortuna. ISBN: 80-7168-736-7
- Kirchmann H. (1994): *Biological dynamic farming-an occult form of alternative agriculture*. J. Agric. Environ. Ethics **7**, 173–187

- Koblihová K. (2010): *GM plodiny, biofortifikované rostliny a molekulární farmářství – inovace gymnaziálního učiva biologie*. Bakalářská práce. PřF UK v Praze
- Kočárek E. (1. vydání 2004): *Genetika*. Praha: Scientia. ISBN: 80-7183-326-6
- Konvalina P., Moudrý J., Moudrý J., Kalinová J. (2007): *Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta (ZF JU) ISBN: 978-80-7394-031-7
- Kreuzer H., Massey A. (2005): *Biology and biotechnology: science, applications and issues*. ASM Press, Washington ISBN 1-55581-304-6
- Kubát K., Kalina T., Kováč J., Kubátová D., Prach K., Urban Z. (2. vydání 2003): *Botanika*. Praha: Scientia. ISBN: 80-7183-266-9
- Kvasničková D. (3. vyd. 2004): *Základy ekologie*. Praha: Fortuna. ISBN: 80-7168-902-5
- Liebhardt B. (2003): *What is organic agriculture? What I learned from my transition*. in OECD (2003) Organic agriculture - sustainability, markets, and policies. Cabi Publishing. Wallingford, UK. 2003. ISBN: 0-85199-740-6
- Magkos F., Arvaniti F., Zampelas A. (2003): *Putting the safety of organic food into perspective*. Nutrition Research Reviews 16, 211–221
- Malmauret, L. , Parent-Massin, D. , Hardy, J. -L. and Verger, P.(2002): *Contaminants in organic and conventional foodstuffs*. France, Food Additives & Contaminants: Part A, 19: 6, 524 — 532
- Moore, L., G. Warren, and G. Strobel (1979): *Involvement of a plasmid in the hairy root disease of plants caused by Agrobacterium rhizogenes*. Plasmid 2:617-626.
- Morandini P., Salamini F. (2003): *Plant biotechnology and breeding: allied for years to come*, pp. 70-75. in Trends in Plant Science, Vol. 8, No. 2
- Ondřej M., Drobník J. (2002): *Transgenozé rostlin*. Praha: Academia. ISBN 80-200-0958-2
- Ovesná J. (2005): *Geneticky modifikované organismy a jejich možné uplatnění v rostlinné výrobě*, pp. 3-13. In *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR – koexistence různých forem zemědělství*, Praha: MZe ČR a Česká zemědělská univerzita. ISBN: 80-7084-408-6
- Rakouský S., Hraška M. (2007): *Transgenní plodiny – realita a perspektivy*, pp. 18-23. In *Geneticky modifikované organismy v agroekosystému a jeho okolí*. Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a Českou zemědělskou univerzitou v Praze.
- Romeis J., Shelton A. M. ,Kennedy G.G. (2008): *Integration of insect-resistant genetically modified crops within IPM programs* Springer Verlag ISBN: 978-1-4020-8459-1
- Sanford J.C. (1990): *Biolistic plant transformation*. Physiologia plantarum 79: 206-209.
- Sarkar A. (2009): *Molecular farming*. New Delhi (India): Discovery Publishing House Pvt. Ltd. ISBN: 978-81-8356-420-8
- Slater A., Scott N., Fowler M. (3rd ed. 2005): *Plant Biotechnology – The genetic manipulation of plants*. Oxford: Oxford University Press. ISBN: 978-0-19-925468-2

- Szagi, L. (2010): *GM techniques and „exercises“*, pp. 4-19, In: Balasz, E. (ed) *GMO polemics*. Proc. Conf. Georgicon Fac. Pannon Univ. Keszthely 28 Sept 2010
- Šarapatka B., Urban J. a kol. (2006): *Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO, Šumperk*, ISBN: 978-80-903583-0-0
- Šlégl J., Kislinger F., Laníková J. (1. vydání 2005): *Ekologie a ochrana životního prostředí – pro gymnázia*. Praha: Fortuna. ISBN: 80-7168-828-2
- Štulc M., Götz A. (2. vyd. 1999): *Životní prostředí – učebnice pro střední odborné školy*. Praha: Nakladatelství české geografické společnosti, s.r.o. ISBN: 80-86034-37-2
- Thunová M. (1994): *Zahrada podle kosmických rytmiů*. Hranice: Nakl. Fabula, ISBN 80-902829-5-7
- Tran D. V. (2005): *The concept and implementation of precision farming and integrated rice management system for sustainable production in the 21st century*. Rome: AGPC, FAO, pp 21.
- Trewavas A. (2004): *A critical assessment of organic farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture*. Crop Protection 23: 757–781
- Veluthambi K., Gupta Aditya K., and Sharma, A. (2003): *The current status of plant transformation technologies*, Current Science, Vol. 84, No. 3
- Vodrážka, Z. (1992): *Biotechnologie*. Praha: Academia, ISBN: 80-200-0293-6
- Vejl P. (2007): *Geneticky modifikovaný organismus z pohledu genetiky a šlechtění*, pp 3-14. In *Geneticky modifikované organismy v agroekosystému a jeho okolí*. Ministerstvo zemědělství ČR a ČZU v Praze.
- Weiss, M.D. (1996): *Precision farming and spatial economic analysis: Research challenges and opportunities*. Am. J. Agr. Econ. 78:1275–1280.
- Williamson C. S. (2007): *Is organic food better for our health?*. Nutrition Bulletin, 32: 104–108.
- White, F. F., and E. W. Nester (1980): *Hairy root: plasmid encodes virulence traits in Agrobacterium rhizogenes*. Journal of Bacteriology. 141:1134-1141.
- White F. F., Taylor B. H., Huffman G. A., Gordon M. P., Nester E. W. (1985): *Molecular and Genetic Analysis of the Transferred DNA Regions of the Root-Inducing Plasmid of Agrobacterium rhizogenes*. Journal of Bacteriology 164, No 1: 33-44
- Ye X., Al-Babili S., Klöti A., Zhang J., Lucca P., Beyer P., Potrykus I. (2000): *Engineering the Provitamin A (β -Carotene) Biosynthetic Pathway into (Carotenoid-Free) Rice Endosperm*. Science 287: 303-305.
- Zhang X. R., Henriques R., Lin S. S., Niu Q. W., Chua N. H. (2006): *Agrobacterium – mediated transformation of Arabidopsis thaliana using the floral dip method* Nature Protocols 1: 641-646

INTERNETOVÉ ZDROJE

- Akční plán ČR pro rozvoj ekologického zemědělství v letech 2011-2015* (2010) Dostupné z URL: [\[http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/akcni-plan/\]](http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/akcni-plan/) [cit. 2011-25-04]
- Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti k Úmluvě o biologické rozmanitosti* (2000) in Sbíрка mezinárodních smluv 2005. Dostupné z URL: [\[http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2005/sb042-05m.pdf\]](http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2005/sb042-05m.pdf) [cit. 2011-25-04]
- Communication from the commission on the precautionary principle* (2000). Internetový portál EU europa.eu zřizovaný Evropskou Komisí. Dostupné z URL: [\[http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/library/pub/pub07_en.pdf\]](http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/library/pub/pub07_en.pdf) [cit. 2011-10-04].
- Doubková Z. (2006): *Legislativa v oblasti geneticky modifikovaných organismů*. Praha: MŽP. Dostupné u URL: [\[http://www.biotrin.cz/czpages/BIOTRIN060315/Doubkova.htm\]](http://www.biotrin.cz/czpages/BIOTRIN060315/Doubkova.htm) [cit. 2011-02-04]
- FAO (1998). *Evaluating the Potential Contribution of Organic Agriculture to Sustainability*. Goals. IFOAM Scientific Conference, Mar del Plata, Argentina. Dostupné z URL: [\[http://www.fao.org/docrep/003/ac116e/ac116e00.htm#Toc\]](http://www.fao.org/docrep/003/ac116e/ac116e00.htm#Toc) [cit. 2011-18-04]
- ISAAA. ISAAA's GM Approval Database. Dostupné z URL: [\[http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp\]](http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp) [cit. 2011-12-04]
- Kváčová B., Řehout V. (2005) *Geneticky modifikované organizmy*. VŠ přednáška v rámci předmětu Genetika II. na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Dostupné z URL: [\[http://www2.zf.jcu.cz/public/departments/koz/studium/predmety/genetika_02/gmo/vystup.html\]](http://www2.zf.jcu.cz/public/departments/koz/studium/predmety/genetika_02/gmo/vystup.html) [cit. 2011-09-04]
- Ministerstvo zemědělství ČR (2009), *Ročenka Ekologického zemědělství v ČR*. Dostupné z URL: [\[http://www.bioinstitut.cz/documents/Rocenka-web-komplet_000.pdf\]](http://www.bioinstitut.cz/documents/Rocenka-web-komplet_000.pdf) [cit. 2011-19-04]
- Nariadení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1946/2003 ze dne 15. července 2003 o přeshraničních pohybech geneticky modifikovaných organismů*. Úřední věstník Evropské unie 15/sv. 7. Internetový portál EUR-Lex. Dostupné z URL: [\[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:07:32003R1946:CS:PDF\]](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:07:32003R1946:CS:PDF) [cit. 2011-10-04]
- Nariadení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1830/2003 ze dne 22. září 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*. Úřední věstník EU 13/sv. 32. Internetový portál EUR-Lex. Dostupné z URL: [\[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:13:32:32003R1830:CS:PDF\]](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:13:32:32003R1830:CS:PDF) [cit. 2011-10-04]
- Nariadení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1829/2003 ze dne 22. září 2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech*. Úřední věstník Evropské unie 13/sv. 32. Internetový portál EUR-Lex. Dostupné z URL: [\[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:13:32:32003R1829:CS:PDF\]](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:13:32:32003R1829:CS:PDF) [cit. 2011-10-04]

Narizení Komise (ES) č. 889/2008 ze dne 5. září 2008 kterým se stanoví prováděcí pravidla k Narizení Rady (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů, pokud jde o ekologickou produkci, označování a kontrolu. Dostupné z URL: [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:250:0001:0084:CS:PDF>] [cit. 2011-21-04]

Narizení Rady (ES) č.834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení narizení (EHS) 2092/91. Dostupné z URL: [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:189:0001:0023:CS:PDF>] [cit. 2011-21-04]

Princip předběžné opatrnosti. Internetový portál EU europa.eu, zřizovaný Evropskou Komisí. Dostupné z URL: [http://ec.europa.eu/ceskarepublika/information/glossary/term_226_cs.htm][cit. 2011-10-04]

Report on concrete measures to avoid mixing of GM and conventional maize 2010, Dostupné z URL: [<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/10/1181>] [cit. 2011-10-04]

Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Úmluvy o biologické rozmanitosti č. 134/1999 Sb. Sbirka mezinárodních smluv ČR 2005, částka 42. Dostupné z URL: [<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2005/sb042-05m.pdf>] [cit. 2011-10-04]

Směrnice Rady EU 98/81/ES ze dne 26. října 1998, kterou se mění směrnice 90/219/EHS o uzavřeném nakládání s geneticky modifikovanými mikroorganismy. Databáze překladů předpisů ES. Referenční informační středisko (RIS) MŽP. Dostupné z URL: [[http://www.mzp.cz/ris/ais-risdb-ec-table.nsf/DB0864F0AD870182C1256DDA003D8A63/\\$file/31998L0081Fin.pdf](http://www.mzp.cz/ris/ais-risdb-ec-table.nsf/DB0864F0AD870182C1256DDA003D8A63/$file/31998L0081Fin.pdf)] [cit. 2011-10-04]

Směrnice 2001/18/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 12. března 2001 o záměrném uvolňování geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí a o zrušení směrnice Rady 90/220/EHS. RIS MŽP. Dostupné z URL: [[http://www.mzp.cz/ris/ais-risdb-ec-table.nsf/CE34351684BA2BCCC1256DDA003D8B05/\\$file/32001L0018Fin.pdf](http://www.mzp.cz/ris/ais-risdb-ec-table.nsf/CE34351684BA2BCCC1256DDA003D8B05/$file/32001L0018Fin.pdf)] [cit. 2011-10-04]

Šprysl M. (2001) *Produkce krmiv a biotechnologie – geneticky modifikované organismy.* Conc. in Pig Sci., 3/2001. Studijní materiály k předmětu Základy chovu prasat na katedře speciální zootechniky České zemědělské univerzity v Praze. Dostupné z URL: [<http://ksz.af.czu.cz/predmety/ada09/ada09/krmiva.pdf>] [cit. 2011-25-04]

The Golden Rice Humanitarian Board: *Profesor Ingo Potrykus,* Dostupné z URL: [http://www.goldenrice.org/Content1-Who/who_Ingo.html] [cit. 2011-5-05]

Urban, J (2011): *Ekologické zemědělství v České republice (aktuální stav a data 2010).* ÚKZÚZ Brno. Dostupné [online] z URL: [http://www.bioinstitut.cz/documents/AktualnistavEZvCR_unor_2011.pdf] [cit. 2011-25-04]

Vyhláška 89/2006 Sb. ze dne 10. března 2006 o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy. Dostupné z URL: [<http://www.epravo.cz/top/zakony/sbirka-zakonu/vyhlaska-ze-dne-10-brezna-2006-o-blizsich-podminkach-pestovani-geneticky-modifikovane-odrudy-15223.html>] [cit. 2011-12-04]

Zákon č. 78/2004 Sb. o nakládání s GMO a genetickými produkty, ve znění pozdějších předpisů.

Internetový portál MŽP ČR Dostupné z URL: [http://www.mzp.cz/cz/legislativa_a_formulare]
[cit. 2011-12-04]

Zákon č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství a o změně zákona 368/1992 Sb. o správních poplatcích ve znění pozdějších předpisů. Dostupné z URL:

[<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2000/sb073-00.pdf>] [cit. 2011-16-04]