

Využívání geneticky modifikovaných organismů z pohledu ekologického zemědělství

Ing. Perla Kuchtová, Ph.D.
Česká zemědělská univerzita v Praze

Ekologické zemědělství je vnímáno jako způsob hospodaření šetrný k životnímu prostředí a jeho složkám prostřednictvím omezení či zákazů používání látek a postupů, zatěžujících a znečišťujících životního prostředí a zvyšujících rizika kontaminace potravního řetězce. Ekologické zemědělství dbá o pohodu hospodářských zvířat. Z principu této alternativy k průmyslovému zemědělství vyplývá snaha nadřadit etické přístupy hlediskům ekonomickým, respektovat vnitřní hodnotu živé i neživé přírody, šetřit ji a nevnímat pouze jako zdroj surovin k uspokojení narůstajících nároků člověka.

Codex Alimentarius definuje na základě vyjádření expertů z celého světa ekologické zemědělství jako **komplexní systém zemědělské produkce (zahrnující rostliny i zvířata), který dává přednost vnitropodnikovému koloběhu před využíváním externích produkčních faktorů. K tomu jsou používány biologické a mechanické pěstitelské metody, zatímco chemicky-syntetické pomocné látky se nepoužívají.**

V souladu s principy trvale udržitelného rozvoje se hnutí ekologického zemědělství snaží spotřebitele přesvědčit o výhodách preference lokálních či regionálních a sezónních zdrojů potravy. Je nicméně pravdou, že bioprodukty a biopotraviny se z mnoha důvodů stávají mimořádně výhodným obchodním artiklem a tak dochází k porušování této zásady, protože biopotraviny urazí za svým spotřebitelem mnoho zbytečných kilometrů („organic food miles“) a podílejí se tak na zvyšování spotřeby neobnovitelných zdrojů energie. Není to však ekologický zemědělec – producent, kdo v řetězci výroba – zpracování – obchod utrhá nejvíc.

Ekologické zemědělství a jeho alternativy kladou větší nároky na množství práce a času vynaložené na produkci, která je zpravidla o 20–30 % nižší než produkce v konvenčním/industriálním zemědělství, proto lze v nerovných konkurenčních podmínkách jeho rozvoj zajistit především podporou formou dotací. Z tohoto hlediska je významným momentem kvantifikace a zohlednění všech externalit průmyslově pojmávané, vysoce efektivní zemědělské produkce, která pod silným konkurenčním tlakem a tlakem různých zájmových skupin nezohledňuje působení na agroekosystém a možné trvalé negativní změny životního prostředí, ve spojení s nadbytečnou spotřebou neobnovitelných zdrojů energie¹, by přispěly k možnosti porovnat celkové (i společenské) náklady různých alternativ zemědělských výrob na jednotku produkce². Precizní „počítačové“ zemědělství nepředstavuje ve vztahu k trvale udržitelnému rozvoji alternativu, jde zde nejen o zohlednění externalit v podobě spotřeby zdrojů, ale i o další růst závislosti zemědělců v rozvinutých zemích na vnějších vstupech a v důsledku stupňující se tlaky na specializaci a koncentraci produkce.

Z globálního hlediska není zanedbatelným faktorem ani faktická nedostupnost nákladných technologií zemědělsko-průmyslového komplexu pro drobné farmáře, z nichž většina hospodáří v rozvojových zemích.³ Právě pro tyto drobné zemědělce by se mohlo ekologické zemědělství stát vhodnou alternativou k extenzivním, mimořádně nešetrným způsobům zemědělské produkce, která z důvodu nedostatku finančních prostředků např. k nákupu hnojiv a udržení půdní úrodnosti vede k rychlé degradaci tohoto zdroje obživy.

Pro EU představuje tento směr hospodaření především možnost snížení nadprodukce. Široká politická podpora ekologického hospodaření se datuje od počátku 90. let a souvisí s potřebou uplatňování opatření v rámci Společné zemědělské politiky, která do systémů zemědělského hospodaření členských zemí přinesla kvóty a vynucené úhory, současně však sebou přináší výhody v podobě potravin prefero-

¹ Na spotřebě neobnovitelných zdrojů energie se mimořádným způsobem podílí nadbytečná automobilová doprava přepravující mnohdy na velké vzdálenosti zemědělské suroviny nebo potraviny (food miles), které bychom dokázali sami vypěstovat (Kettnerová, 2009).

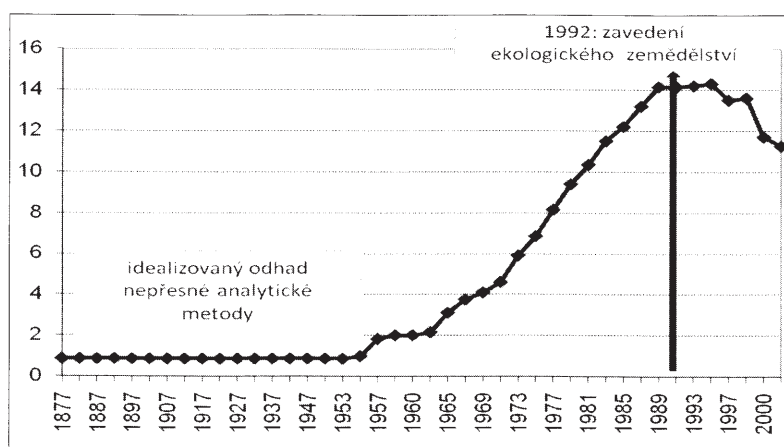
² Spotřeba energie a emise skleníkových plynů na ha je u organické farmy nižší než u konvenční, zvláště u krav s tržní produkcí mléka. Činí přibližně 80–90 %. Na jednotku produkce je spotřeba energie a emise skleníkových plynů u organické farmy o 5–40 a 7–17 % vyšší než v konvenčním systému (Boss et al., 2007).

³ o dostupnosti potravin pocházejících z těchto vysoce sofistikovaných systémů produkce ani nemluvě

vaných určitými skupinami obyvatel pro nízký nebo žádný obsah reziduí pesticidů, minimální obsah konzervantů a ochucovadel a předpokládanou vyšší vnitřní hodnotu a kvalitu. Potravin vyprodukovaných za zákonem stanovených limitů. Významným faktorem je i přesvědčení spotřebitelů biopotravin o podpoře šetrnějších metod využívání přírodních zdrojů a ochraně životního prostředí a krajiny a jejich zachování pro budoucí generace.

V ČR je situace na trhu s biopotravinami poznamenána nízkou kupní silou obyvatelstva a stereotypy, přesto podle uváděných průzkumů⁴, podobně jako v SRN, Rakousku, Švýcarsku a dalších evropských zemích, biopotraviny nakupují především lidé s VŠ vzděláním a rodiny s malými dětmi a samozřejmě lidé s vysokými příjmy. V německy mluvících zemích jsou velkou skupinou zájemců o biopotraviny důchodci. Proč tomu tak není v ČR, je obecně známo.⁵

Graf 1 Příklad zvyšování koncentrace dusičnanů (mg/l NO₃) ve zdrojích pitné vody pro Mnichov před zavedením ekologického zemědělství a po něm.



Zdroj: Bioinstitut, 2006, upraveno

Otázkou často diskutovanou je kvalita biopotravin, které mají své přesvědčené zastánce i odpůrce a obě strany jsou schopny argumentovat podloženými údaji. Zatímco však zlepšení zdravotního stavu jednotlivců nebo skupin obyvatelstva lze dokumentovat obtížně⁶, zcela jasnou vypovídající hodnotu o procesní kvalitě a vlivu zemědělské činnosti v dobovém kontextu⁷ např. na obsah nitrátů v pitné vodě mají údaje uvedené v grafu 1.

Certifikace produkce vypovídá o dodržení procesu výroby bioproduktu nebo biopotraviny, který podléhá kontrole k tomu ustanovenými právníckými osobami, s nimiž má každý registrovaný ekologický zemědělec uzavřenou smlouvu.

Existuje několik ekologických zemědělců, kteří svou produkci distribuují v blízkém okruhu, zcela v souladu s hlavními principy EZ, a nenárokují dotace. Existují ovšem i podnikatelé v ekologickém zemědělství maximálně využívající výhod dotačního systému s minimálními náklady na produkci (graf 2). I proto bylo nutno změnit strukturu finančních podpor v ČR s navýšením pro nejpracnější a nejnákladnější formy ekologické produkce (orná půda, ovoce, zelenina, byliny).

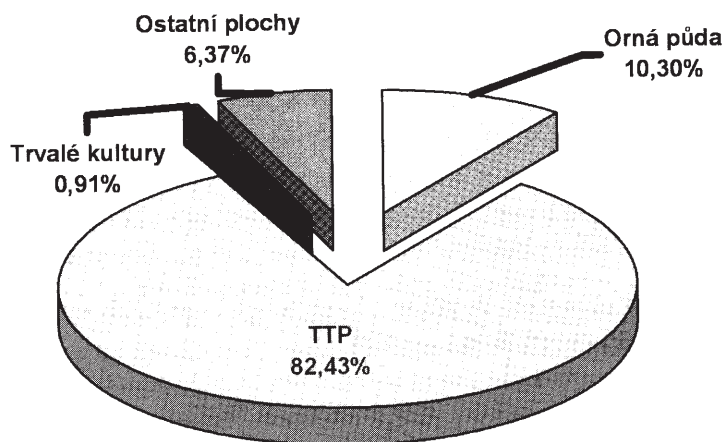
⁴ <http://www.agris.cz/vyhledavac/detail.php?id=159003&iSub=518&shighLight=biopotraviny|kupuj%ED>, <http://www.agris.cz/vyhledavac/detail.php?id=162471&iSub=518&shighLight=biopotraviny|kupuj%ED>, <http://www.lea.ecn.cz/03info.html>

⁵ Stačí porovnat příjmy obyvatelstva s náklady na bydlení, potraviny a další potřeby. Nejde pouze o ceny potravin, které jsou v ČR srovnatelné, u některých položek vyšší než v SRN.

⁶ Podobně jako se velmi obtížně, s časově velkou prodlevou, prokazuje škodlivý vliv znečištění ovzduší průmyslem a dopravou na zdravotní stav obyvatelstva – z poslední doby Ostravsko – a ještě obtížněji se prosazují nezbytná opatření k udržení zákonem, stanovených limitů. Na tento stav věcí doplácíme všichni bez ohledu na to, do jaké zájmové skupiny patříme.

⁷ Před zavedením nitrátové směrnice

Graf 2 Zastoupení kultur v EZ na zemědělské půdě. 31. 12. 2008



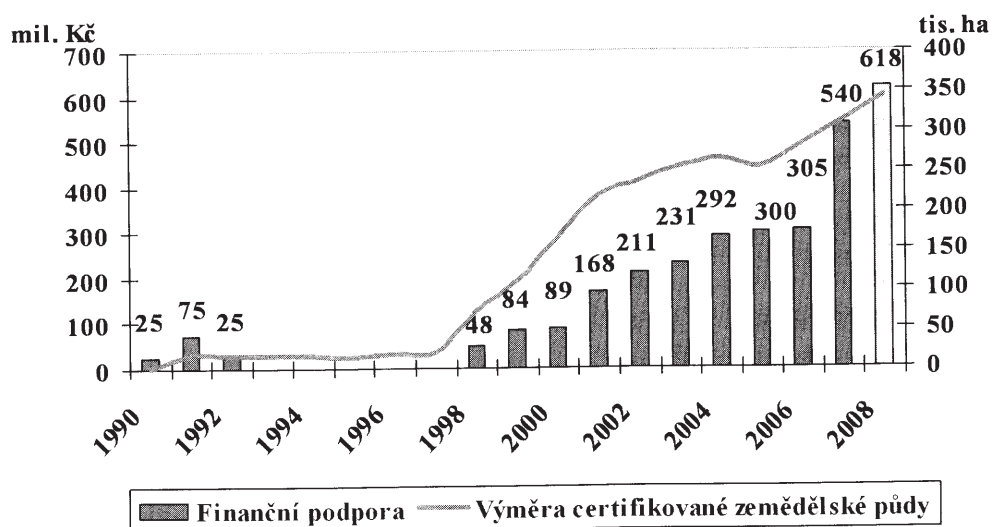
Zdroj: zpracováno podle údajů ČSÚ, PRO-BIO a Mze, 2009

Pozn. Procentické zastoupení se vztahuje k celkové výměře zemědělské půdy v ČR (mil. ha), u níž ovšem nepanuje shoda a někteří pracují s již neplatnými daty vzhledem ke stálému poklesu výměry zemědělské půdy (většinou velmi kvalitní půdy obětované výstavbě dopravních cest, satelitních sídel, příměstských logistických a nákupních center).

Zvláštní způsob hospodaření zvyšuje administrativní zátěž, které je ekologický zemědělec vystaven. Kromě předpisů platných pro konvenční zemědělství se ekologický zemědělec dobrovolně podřizuje dalším přísným legislativně upraveným omezením.

Od roku 2007 je podpora ekologickým zemědělcům na plochu vyplácena v rámci PRV (2007–2013) v rámci Osy II, kde je dotační titul Ekologické zemědělství jedním z Agroenvironmentálních opatření⁸. Ekologičtí zemědělci a výrobci biopotravin jsou bodově zvýhodněni také v pěti investičních opatření PRV, jde o Osy I a III: (1) Modernizace zemědělských podniků, (2) Zahájení činnosti mladých zemědělců, (3) Přidávání hodnoty zemědělským a potravinářským produktům, (4) Podpora cestovního ruchu a (5) Diverzifikace činností nezemědělské povahy.

Graf 3 Rozvoj ekologického zemědělství v ČR



Zdroj: zpracováno podle Zídek 1994, PRO-BIO, Mze, 2009

⁸ <http://www.szif.cz/irj/portal/anonymous/eafrd/osa2/1>.

Od 1. 1. 2009 platí nová evropská legislativa ekologického zemědělství: **Nařízení rady (ES) č. 834/2007⁹** o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení Rady (EHS) 2092/91 a prováděcí **Nařízení komise (ES) 889/2008**, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) 834/2007. Soubor nové legislativy doplňuje **NK (ES) 1235/2008**, kterým se stanoví prováděcí pravidla pro dovoz biopotravin ze třetích zemí. Dále platí národní zákon **242/2000 Sb.¹⁰**, o ekologickém zemědělství upravující záležitosti, které evropská legislativa neřeší.

Ekologické zemědělství a genové inženýrství

Zásady ekologické produkce (NR ES 834/2007, Hlava II, Čl. 4) vylučují používání GMO a produkty získané z GMO či získané za použití GMO s výjimkou veterinárních léčivých přípravků. GMO a produkty získané z GMO či získané za použití GMO nelze používat jako potraviny, krmivo, činidla, přípravky na ochranu rostlin, hnojiva, pomocné půdní látky, osivo, vegetativní rozmnožovací materiál, mikroorganismy a zvířata v ekologické produkci (NR ES 834/2007, Hlava III, Kapitola I, Čl. 9)

Metody genového inženýrství

Metod genového inženýrství může být užito k izolaci jednotlivých genů a jejich užití pro překonání mezidruhových bariér. Gen bakterie může být vpraven do genomu rostliny. Genové konstrukty (speciální plasmidy nebo další vektory) jsou vytvářeny v laboratoři. Obsahují sekvence DNA, zprostředkující příjem a integraci vektoru či části plasmidu do genomu buňky. Navíc musí být genový konstrukt vybaven promotorem, ukončovacími a dalšími regulačními sekvencemi, aby byl rozpoznán cizí gen a načtena informace, kterou nese¹¹.

Genový konstrukt se běžně skládá z DNA sekvencí 4 nebo 5 různých organismů. Genové konstrukty jsou náhodně propojeny do chromozómu. Při šlechtění jsou v selekčním procesu vybrány rostliny, obsahující nový genový konstrukt bez dalších viditelných změn. Tyto rostliny se stanou součástí dalšího procesu šlechtění.

V porovnání se šlechtěním konvenčním nabízí genové inženýrství mnohem více nových možností. **Genové inženýrství může spojit genetické informace, nikdy však bez pomoci laboratorní techniky!**

V roce 2008 představovala plocha GM plodin 125 mil. ha, což představovalo 12 % navýšení proti 2006 a dvojnásobnou plochu dosaženou v posledních 5 letech. Pěstovalo je 13,3 mil. farmářů; více jak 90 % z nich z rozvojových zemí. Ve 25 zemích se v roce 2008 pěstovaly GM-plodiny: Argentina, Austrálie, Brazílie, Kanada, Chile, Čína, Columbia, Česká republika, Francie, SRN, Honduras, Indie, Mexiko, Paraguay, Filipíny, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, Slovensko, Jižní Afrika, Španělsko, USA a Uruguay.¹²

Cíle a aplikace GMO

Cílem GMO aplikací jsou: (1) rezistence nebo vysoká tolerance vůči herbicidům, (2) rezistence vůči hmyzím škůdcům, (3) rezistence vůči virovým, bakteriálním a houbovým chorobám, (4) tolerance k nepříznivým abiotickým faktorům, (5) zvýšená trvanlivost produktů, (6) navození pylové sterility, (7) produkce specifických proteinů včetně vakcín produkovaných rostlinou, (8) produkce rostlinných olejů se změněným složením a (9) produkce specifických sacharidů. U genetických modifikací plodin převládá snaha zajistit vyšší výnosy nebo zjednodušit techniku produkce.

Většina aplikací aktuálně pěstovaných transgenních plodin se týká:

- rezistence k herbicidu (77 %),
- insekticidní rezistence (15 %) a
- jejich kombinací (8 %)


⁹ <http://eagri.cz/public/eagri/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/legislativa/legislativa-eu/>

¹⁰ http://eagri.cz/public/eagri/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/legislativa/uplna-zneni-vybranych-predpisu/http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701/.cmd/ad/.c/313/.ce/10821/.p/8411/_s.155/701?PC_8411_number1=242/2000&PC_8411_l=242/2000&PC_8411_ps=50#10821

¹¹ Dostupné ke stažení z: <https://www.fibl-shop.org/shop/searchresult.php>

¹² Dostupné: http://www.emediawire.com/releases/Genetically_Modified/Crops/emw843044.htm

Tab. 1 Jednoduchá akce versus systémové myšlení (příklad zavíječe kukuřičného)

Ekologické zemědělství	Genové inženýrství
<p>Optimalizace pěstitelských technologií, osevní postup, obdělávání půdy, orba, zaorání strniště</p> <p>Výběr „stabilní“ odrůdy</p> <p>Přírodní látky v ochraně rostlin šetrné k životnímu prostředí, podpora užitečného hmyzu, využití antagonismu, Bt – insekticidy, parazitické vosičky atd.</p> <p>Krajinná ekologie: tvorba semi-přírodních stanoviště, polní okraje, pásy „divokých“ planých rostlin, navýšení počtu přírodních predátorů</p> <p>Prognostika: časování optimální aplikace insekticidů</p>	<p>Vložení toxin-genu rezistence do rostliny kukuřice</p>  <p>Obrázek – zdroj: http://www.priroda.cz/lexikon.php?detail=82</p>

Zdroj: Nowack-Heimgartner K. et al., 2003

Transgenní rostliny (biotech plodiny), zkonstruované pro rezistenci k virům a houbovým chorobám, infekcím přizpůsobeným přírodním podmínkám, změny v potravinářské a zpracovatelské kvalitě jsou za zákonem stanovených podmínek testovány v polních pokusech a uvolňovány do životního prostředí. Enzymy produkované geneticky modifikovanými organismy jsou běžně užívány v potravinářském a krmivářském průmyslu.

Tab. 2 Rozdílné přístupy ekologického zemědělství (EZ) a genového inženýrství (GI)

Základní principy a etické postoje	EZ	<p>založeno na holistickém přístupu k přírodním systémům</p> <p>snaha o ekonomicky, sociálně a ekologicky udržitelnou produkci</p> <p>hodnotě živých tvorů je přisuzována vysoká cena</p> <p>je sledován dopad zásahů na agro-ekosystém a negativní vlivy jsou minimalizovány</p> <p>MOTTO: celek je víc než suma částí</p>
	GI	<p>založeno na zjednodušeném pohledu na živé organismy a přírodní systém</p> <p>cílem většiny GE je získat vyšší výnos nebo zjednodušit technologii</p> <p>důsledky pro celou rostlinu nebo zvíře, tak jako souvislosti a vzájemné vztahy, jsou ignorovány a neznámé</p> <p>zvířata a rostliny jsou spotřebním materiálem pro lidskou potřebu – hospodářské využití</p> <p>MOTTO: celek je suma částí</p>
Farmářské znalosti	EZ	<p>nároky na vysoké „know-how“ a rozhodovací schopnost</p> <p>založeno na širokých empirických znalostech a dovednostech farmářů</p> <p>a moderním výzkumu, poskytujícím inovativní nové znalosti</p>
	GI	<p>většina znalostí propojena/spočívá na agroprůmyslu</p> <p>omezený vklad znalostí, užívá vstupy pouze podle pokynů</p>
Sociální a ekonomické	EZ	<p>sledování sociopolitických procesů a společensky citlivých témat</p> <p>přizpůsobení lokální situaci / odlišnostem</p> <p>diversita odrůd rostlin a plemen živočichů je veřejným statkem s vysokou kulturní hodnotou</p> <p>nízkonákladový rozvoj a využívání</p>
	GI	<p>univerzální odrůdy a vstupy bez adaptace na místní podmínky vyřazení místních adaptovaných odrůd</p> <p>plodiny a zvířata jsou předmětem komerčního využití</p> <p>závislost na nadnárodních společnostech</p> <p>intenzivní rozvoj a využití kapitálu</p>

Produkční aspekty	potrava s vysokou kvalitou a „vnitřní hodnotou“
	produkt s optimalizovaným obsahem specifických komponentů
Produkce a ekologické aspekty	minimalizace rizik vzniku rezistentních škodlivých organismů
	optimalizace množství parciálních dopadů, řešení problémů v zárodku
	podpora přírodní kapacity samoregulace tak, jako zdraví a odolnosti půdy, rostlin, zvířat
	rizika jsou známa a informace o opatřeních proti vzniku rezistence jsou farmářům poskytovány, většinou však nejsou uplatňována zesílení jednotlivých dopadů

Zdroj: Nowack-Heimgartner K. et al., 2003

Ekologické zemědělství neuznává GMO, protože: genové inženýrství není slučitelné s principy EZ, nenabízí systémové řešení (tab. 1), skrývá zatím neměřitelná rizika a mnoho konzumentů odmítá potraviny z GMO.

Genové inženýrství není slučitelné s principy EZ.

Ekologické zemědělství se vyznačuje snahou o holistický přístup k hospodaření se snahou předcházet možným problémům produkce přizpůsobením pěstitelských technologií místním podmínkám, využíváním možností, které nabízí semi-přírodní agroekosystém, v němž např. plevele, které mechanická regulace udržuje na hranici škodlivosti, jsou vnímány jako doprovodné rostliny, přispívající k biodiverzitě, úložiště živin, útočiště užitečného hmyzu apod. Společensky velice významný je i příspěvek ekologického zemědělství k tvorbě, ochraně a udržení krajiny. Jde o systém mimořádně vhodný pro hospodaření v oblastech ochrany vod, v CHKO a ZCHÚ.

Ekologický zemědělec se snaží hospodařit v uzavřeném systému v souladu s přírodou ve snaze limitovat a udržet si minimální závislost na vnějších vstupech. **Z tohoto pohledu jsou aplikace genového inženýrství dalším krokem na cestě potlačování symptomů narušených zemědělských soustav (tab. 1, 2), které způsobuje uplatňování metod industriálního zemědělství, a které ve svém důsledku mohou vést k růstu problémů plynoucích z jejich plošného rozšíření.**

Z řad zastánců GM plodin a jejich rozšíření do pěstitelských systémů zaznívá často argument, že biotechnologie provází lidstvo od počátku a¹³ že není rozdíl ve změně genetické informace mutacemi způsobenými biotickými či abiotickými faktory a pokládají genetické modifikace za „logické pokračování procesu, který začal v době kamenné.“¹⁴ **Zastánci ekologického zemědělství ovšem již z principu vidí rozdíl mezi spontánními mutacemi, či změnami genetické informace vyvolanými záměrnými zásahy člověka, u nichž buď nejde o vnesení cizí informace, ale o změnu/změny v rámci organismu (kosmické záření, radiace, chemické mutageny), nebo je změna genomu inkorporací genetické informace původem z jiného organismu součástí přirozených přírodních dějů (např. *Agrobacterium*), a cílenými změnami genomu, které by nebylo možné nikdy uskutečnit bez nákladného laboratorního vybavení, vysoké úrovně poznání a vyškoleného personálu a které provází poměrně vysoká spotřeba pokusného materiálu.**

Genové inženýrství nenabízí systémová řešení.

Je otázkou, do jaké míry mohou být transgenní plodiny příspěvkem k řešení globálních problémů lidstva. Podle některých autorů, mohou geneticky modifikované potraviny přispět k řešení potravinových otázek budoucnosti a někteří nevnímají jako korektní zdůrazňování rizik, která sebou tato opatření ke zvýšení výnosové jistoty a zajištění vyšší dostupnosti některých složek potravin pro více lidí přinášejí.¹⁵ Je smutnou pravdou, že v současné době trpí na Zemi více než miliarda lidí hladem a podvýživou a ještě větší počet lidí strádá nedostatkem nezbytných nutričních složek potravin, na druhé straně ovšem je nutno připomenout a zdůraznit, že dosud žádná ze zemědělských revolucí nebyla schopna

¹³ ponecháme-li stranou využívání např. kvasných procesů, či záměrný výběr druhů

¹⁴ Např. Petr J. 2006, s. 32

¹⁵ Miřlin. 2000, In Nátr, 2002, s. 347

řešit problém „světového hladu“ globálně. Nárůst produktivity v zemědělství nesnížil celkový počet hladovějících, z nichž třetina žije v Africe. V poměru k celkovému počtu obyvatel, došlo sice ke snížení podílu počtu hladovějících od roku 1970, kdy podvýživou trpělo 960 mil. lidí, a spotřeba na osobu se od té doby zvýšila o 17 % na průměrných 2 760 kcal/den, velké množství lidí (33 zemí) především v Subsaharské Africe však stále přežívá na méně než 2 200 kcal/den! Aktuálně činí průměrná spotřeba obyvatel v rozvinutém světě 78 kg masa a 550 kg obilovin na osobu za rok, což je v ostrém kontrastu se spotřebou obyvatel rozvojových zemí, kteří konzumují v průměru 30 kg masa a 260 kg obilovin na osobu za rok.¹⁶

Záležitost hladu a podvýživy ovšem není primárně problémem produkčních technologií, ale ekonomicko-politických a sociálních aspektů v souvislosti s nerovnoměrným rozložením a využíváním zdrojů.

Další otázkou je, zda by rozšíření aplikací genového inženýrství v podobě transgenních plodin v rámci stávajících globálních socio-ekonomických podmínek nesnížilo dostupnost potravin právě pro ty nejpotřebnější. **Řešení GM plodinami je izolovaným řešením, celý produkční systém, ekologické a sociální kontexty by měly být propojeny.**¹⁷

Současné transgenní rostliny jsou vytvořeny pro velkoobjemové trhy s potravinami a krmivými. Geneticky modifikovaní mutanti kukuřice, sóji, řepky a bavlny se všichni vyznačují buď rezistencí k jednotlivým „zabíjákům“ plevelů nebo obsahují geny exprese hmyzích toxinů z půdní bakterie *Bacillus thuringiensis* (Bt). Primárním cílem užití rostlin rezistentních k herbicidům je efektivnější polní produkce.

Efektivnější produkce může být zisková pouze pro holdingové společnosti volně disponující množstvím půdy a strojním vybavením. Drobní farmáři na jihu, kteří nemají peníze k nákupu minerálních hnojiv a herbicidů na prvním místě nepoužívají geneticky modifikované rostliny.

Genové inženýrství v podobě transgenních plodin stále nenabízí řešení většiny agronomických problémů s fuzariózami, stéblolamem a listovou skvrnitostí u pšenice, podobně jako s mandelinkou bramborovou či s krytonosci a šešulovými škůdci u řepky. U kukuřice rovněž nejsou dostupná řešení pro většinu významných chorob.

Důvodem chybějících řešení prezentovaných genovým inženýrstvím pro potření těchto problémů se škůdci a chorobami je, mimo vysokých nároků na laboratorní vybavení, pracovní týmy a čas, vysoká flexibilita a adaptabilita škůdců a chorob. Jsou geneticky natolik variabilní, nebo se adaptují tak rychle, že genové inženýrství těžko může být schopné udržet krok a vyřešit problém škůdce či choroby jedinou aplikací.¹⁸

Genové inženýrství skrývá zatím neměřitelná rizika

Jedním z nezanedbatelných dlouhodobých vlivů je další zúžení již tak omezeného spektra pěstovaných kulturních plodin, kdy aktuálně „je přes 80 % potravin zajišťováno pěstováním pouhých 11 druhů rostlin“.¹⁹, a to především z hlediska odrůdové diverzity.

Dopad na ekosystém: Bt-toxiny produkované Bt-rostlinami končí v půdě a mají dopad na půdní faunu – chvostoskoky.²⁰

Pokud jde o problematiku vertikálního přenosu genů, výzkum NIAB (National Institute of Agricultural Botany), Cambridge, Anglie, prokázal přenos genu z GM řepky řepku nemodifikovanou ve 3 případech ze 4 pokusných rostlin.²¹

Poškození prospěšných živočichů: Mortalita larev zlatooček, jejichž kořist byla živena Bt, byla 62 % proti 37 % larev zlatooček krmených kořistí Bt-free. Tři uměle vytvořené jídelníčky kořisti zlatooček (tj. zavíječe kukuřičného) způsobily odstupňované zvýšení larvální mortality ze 42–78 % ve srovnání se 6 % mortalitou u zlatooček na Bt-free kořisti.²²

¹⁶ Pretty J. 2005. 1–2

¹⁷ Například myšlenka jedlých vakcín, pěstovaných na políčkách za vsí zachraňujících lidské zdraví a životy (Petr, 2006) je z humanistického pohledu nesmírně zajímavá, jejich využití je však nutno vnímat v širším kontextu třeba fungující stability a sociální hierarchie v dané lokalitě, možnosti osvěty místních obyvatel, ochrany políček před nežádoucími potravními konkurenty a vetřelci apod.

¹⁸ Nowack-Heimgartner K.et al., 2003

¹⁹ Nátr, 2002, s. 101

²⁰ Tappeser B. et al., 2000 In Nowack-Heimgartner K.et al., 2003, s. 7

²¹ Simpson E.C. et al. 1999 In Nowack-Heimgartner K.et al., 2003, s. 7

²² Hillbeck A. et al. 1998In Nowack-Heimgartner K.et al., 2003, s. 7

Transgenní rostliny se mohou stát nevládatelnými: Populace řepky v Kanadě odolné ke 3 herbicidům se mohou stát jedním z nejobtížnějších plevelů.²³

Rekombinace mezi odolnými viry plodin a virovými genomy: Pěstování plodin, které jsou díky genovému inženýrství rezistentní k virovým infekcím, může přispět ke vzniku generací nových virů.²⁴

Vývoj rezistencí hmyzu a plevelů: Charakteristické znaky odolnosti byly nalezeny u mūr na GM-bavlně. *Helicoverpa zea* (černopáska) – květ, *Spodoptera litoralis* (listopas).²⁵

Tab. 3 Rozdíly mezi Bt-postřikem a geneticky modifikovanou Bt-rostlinou

Bt-postřik	Geneticky modifikovaná Bt-rostlina
Obsahuje inaktivní protoxin.	Aktivní jed se vyskytuje po celou vegetační periodu v celé rostlině.
Pouze malý počet hmyzích jedinců může změnit aktivní látku v aktivní jed ve střevech.	Všechn hmyz a živočichové, kteří požírají rostlinu, přijímají aktivní jed.
Rychlá destrukce UV zářením. Nedochází k akumulaci.	Chráněn před UV zářením v rostlinných buňkách, proto je aktivní během celé vegetace.
Přímé využití.	Profylaktické využití.
Malá pravděpodobnost pro rozvoj rezistencí.	Vysoký selekční tlak vedoucí k rezistenci škůdců.

Zdroj: Nowack-Heimgartner K. et al., 2003

Výčet rizik není úplný a nejsou to pouze rizika výše vyjmenovaná, která vedla ke vzniku legislativy vymezující pravidla pro nakládání s GMO. Ne všechny státy však přistupují k problematice GM plodin stejně odpovědně a zákonné limity nemusí být v praxi vždy respektovány.

Jedním z velkých rizik je další růst závislosti farmářů v podobě možné monopolizace osivářského průmyslu a patentů na rostliny a zvířata a s tím spojené rostoucí industrializací zemědělství, protože GM-plodiny se hodí především pro pěstování v monokulturách na velkých plochách. Patentování živých organismů může představovat vážné ohrožení dostupnosti např. osiv právě pro farmáře třetího světa. Lze si totiž jen s obtížemi představit, že firmy vkládající obrovské prostředky do výzkumu a vývoje z čistého entuziasmu přenechají plody svého snažení široké veřejnosti k volnému použití. V případě, že by tato eventualita nastala, jednalo by se o revoluci v planetárním měřítku. To už je pravděpodobnějším scénářem, že by dostupnost rozmnožovacího materiálu transgenních plodin pro rolníky třetího světa firmám platili daňoví poplatníci rozvinutých zemí.

Dalším rizikem jsou ztráty pracovních míst v důsledku vyšší racionalizace a koncentrace zemědělské výroby (otázky práce pro všechny a s tím související kupní síly).

Pokud jde o zdravotní rizika, v současné době neexistuje odpovídající efektivní živočišný model sloužící k identifikaci a zjištění neúmyslných vlivů GMO na lidské zdraví. Přitom je zde nebezpečí produkce nepředpokládaných a nežádoucích substancí jako výsledek nepředvídatelné integrace genů do genomu (genetická modifikace tabáku skončila nepředpokládaným výskytem toxické látky, vyšší lignifikace buněčných stěn u GM sóji a kukuřice, změny hladin fytohormonů u GM-sóji)²⁶. Měly by být vyvinuty metody dostatečně citlivé a přesné k posouzení potenciálu neočekávaných vlivů konzumace potravin vyrobených z GM plodin na lidské zdraví.

Nesmyslnou není ani obava z horizontálního transferu genů, který se neomezuje pouze na vnější prostředí, „bylo prokázáno, že u myši a kuřat probíhá i mezi střevními bakteriemi a také v zažívacím, urogenitálním a zažívacím ústrojí člověka.“²⁷ Mikroorganismy ve střevní flóře včel byly schopny integrovat manipulovanou DNA řepky do své vlastní DNA.²⁸

Se zaváděním cizích genů (produkcujících proteiny) v krmivech vzrůstá nebezpečí potravinových alergií.

²³ MacArthur M. 2000., Jorgensen R. and Andersen B 1995, Mikkelsen T.R. et al. 1996 In Nowack-Heimgartner K. et al., 2003, s. 7

²⁴ Jakab G. Et al. 2002 In Nowack-Heimgartner et al., 2003

²⁵ Liu Y.-B. et al. 1999 In Nowack-Heimgartner K. et al., 2003, s. 7

²⁶ Nowack-Heimgartner K. et al., 2003

²⁷ Ho M. van, 1999

²⁸ Nowack-Heimgartner K. et al., 2003

V USA je používán geneticky modifikovaný hovězí růstový hormon rBST ke zvýšení mléčné produkce. Žádoucího zvýšení bývá dosaženo, ale za cenu mnoha zdravotních problémů zvířat, zvláště metabolických poruch, mastitid, problémů s plodností. Navíc byl u telat krav, jimž byl rBST hormon podáván, zjištěn zvýšený výskyt deformací. Mléko těchto krav obsahuje zvýšená množství bílých krvinek a kontaminantů, jakož i hormon rBST. Nepublikované studie rovněž poukazují na zvýšené riziko rakoviny prsu u konzumentů mléka od rBST krměných krav.²⁹

Ve srovnávací studii s použitím herbicidních postřiků, která se týkala ozimé jarní řepky, cukrové řepy a kukuřice a v níž bylo sledováno 65 polí na různých místech Velké Británie, prokázali výzkumníci negativní dopad transgenních plodin na životní prostředí a jeho rovnováhu.³⁰

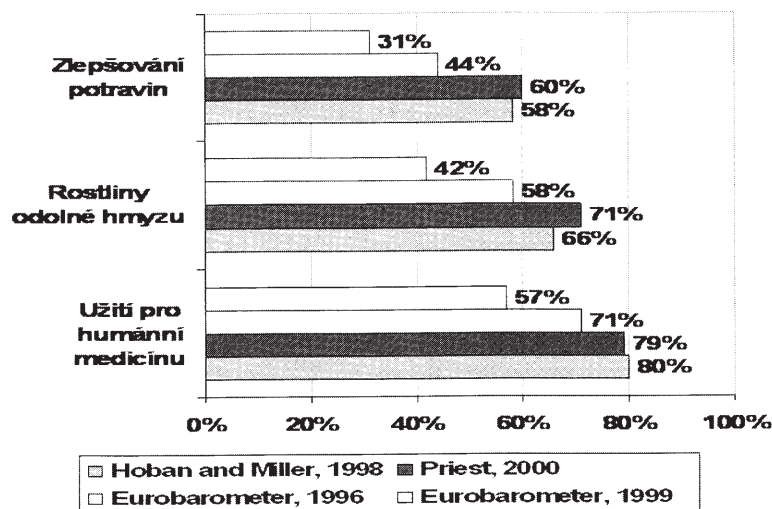
Přetrvávajícím problémem je však stále nedostatečný počet relevantních studií, které by na jedné straně jednoznačně prokázaly bezpečnost jednotlivých GM aplikací nebo naopak doložily negativní dopady na zdraví člověka, zvířat a ekosystém. Často dochází ke konfrontaci mezi skupinami zastánců a odpůrců GMO, když jedna strana hodnotí argumenty strany druhé jako zavádějící, nedostatečné nebo ideologické dezinformace.

Konzumenti nechtějí geneticky modifikovanou potravu?

Zatímco v USA si konzumenti nemohou vybrat, protože značení potravin vyrobených z nebo za pomoci GMO není povinné, v Evropě je situace odlišná³¹. Graf 4 uvádí míru přijetí jednotlivých genetických modifikací podle způsobu využití v letech 1996–2000.

Postoje k potravinám z GM plodin se ovšem vyvíjejí. V roce 2008 konstatuje tisková zpráva Centra pro výzkum veřejného mínění, že: „Veřejnost je rozdělena pouze v otázce pěstování geneticky upravených potravin (46 % „velmi + dosti závažný problém“ vs. 30 % „málo závažný + není to problém“) a provozu jaderných elektráren (43 % vs. 44 %). Problematika geneticky modifikovaných potravin navíc zřejmě není ve společnosti tolik diskutovaná jako jiná témata, jelikož zde lidé nejčastěji volí odpověď „nevím“.³² Z podobných výzkumů ovšem nelze dělat obecné závěry, většina konzumentů se bude chovat pragmatičtěji, záleží bude především na ceně a dostupnosti potravin. Navíc má mnoho obyvatel EU jen mlhavé představy o tom, co v sobě zahrnuje pojem GMO (což je stejně výhodné či nevýhodné pro obě strany sporů o GMO).

Graf 4 Přijetí genového inženýrství v Evropě a USA v letech 1996–2000



Zdroj: Nowack-Heimgartner K. et al., 2003

²⁹ Fagan J.B. 1995: Genetic Engineering: The Hazards – Vedic Engineering: The Solutions, MIU Press, Fairfield Iowa, USA In: Nowack-Heimgartner K. et al., 2003

³⁰ <http://gnosis9.net/rservice.php?akce=tisk&cislocikanku=2005030004>

³¹ <http://www.biotrin.cz/czpages/inf051303c.htm#10>

³² http://www.cvvm.cas.cz/upl/zpravy/100806s_oe80625a.pdf

Proč a jak je ekologické zemědělství dotčeno genetickým inženýrstvím?

Jde především o následující možnosti kontaminace a znehodnocení ekologické produkce:

- (1) GMO kontaminace osiva přenosem pylu nebo smícháním.
- (2) Nekontrolovatelná kontaminace ekologické produkce GMO pylem, osivy, částmi nebo celými rostlinami.
- (3) Zbytky v pronajatých/sdílených mlátičkách (sklízečích) a dalších strojích.
- (4) Povolená příměs konvenční produkce s kritickými ingrediencemi.
- (5) Povolená komerční krmiva nebo kontaminovaná krmiva.
- (6) Povolená GMO léčiva.
- (7) Smíchání nebo kontaminace ve sběrných místech (nákup).
- (8) Smíchání nebo kontaminace během celého transportu.
- (9) Smíchání nebo kontaminace na přepravních místech.
- (10) Smíchání nebo kontaminace během zpracování.
- (11) Konvenční ingredience, aditiva a zpracovatelské přísady.

Jak udržet EZ produkci „GM-free“?

V mnoha zemích je legislativa zahrnující genové inženýrství obdobná. Základním pravidlem je, že geneticky modifikovaná osiva, potraviny a krmiva projdou státním schvalovacím řízením, než obdrží povolení k přístupu na trh. K získání povolení řada zemí vyžaduje, aby produkty vyrobené z GMO byly jako takové deklarovány. V USA a Kanadě ovšem žádná potravina ani krmivo povinně značeny nejsou. Existující legislativa klade ekologickému zemědělství za povinnost produkovat potraviny bez využití produktů genového inženýrství.

„GM-free“ v ekologické produkci musí být: (1) potraviny, (2) potravinové doplňky, (3) pomocné látky při zpracování potravin, (4) krmiva a doplňky krmiv, (5) pomocné látky pro krmiva, (6) hnojiva a půdní látky, (7) rozmnožovací materiál, (8) prostředky ochrany rostlin a (9) chovy hospodářských zvířat.

Zákaz se nevztahuje na čisticí prostředky, paliva a prostředky veterinární medicíny.

Závěry

Ekologické zemědělství vylučuje užití GMO a trvá na dlouhodobé garanci této výlučnosti a legislativně zakotvené ochraně GMO-free produkce.

Se vzrůstajícím využitím genového inženýrství v zemědělství a potravinářství stávají se těžkosti, jimž je vystaveno ekologické **zemědělství**, stále větším problémem. Ekologická produkce není uzavřená a může být kontaminována více cestami GMO i jejich deriváty.

- (1) Organizace EZ přijaly několik opatření k zajištění kvality v průběhu celého toku zboží a ustanovily zákazy pro kritické produkty.
- (2) Kvůli přijatým opatřením na všech úrovních je kontaminace ekologické produkce nízká a objevuje se méně než v jiných produktech.
- (3) Ekologické zemědělství nicméně nemůže garantovat GM-free produkty s 0,0 % GMO, o něž se snaží. Technicky nevyhnutelná kontaminace je akceptována v rámci zákonem stanovených limitů (0,9 %) do míry odpovídající úrovni kontrolního procesu. Abychom se vyhnuli skrytému šíření GMO, musí být prahové hodnoty limitů pro certifikaci a tolerance stanoveny tak nízko, jak je to možné a prakticky realizovatelné.
- (4) EZ se dále zasazuje o GM-free země a regiony, protože pouze nulová tolerance znamená bezpečné zajištění GM-free produkce.

Přestože systém ekologického zemědělství z principu vylučuje užití GMO a trvá na dlouhodobé garanci této výlučnosti a legislativně zakotvené ochraně GMO-free produkce, je z pohledu dalšího vývoje nezbytná koexistence mezi různými alternativami zemědělského hospodaření, jejímž základem by měl být trvalý dialog, vzájemný respekt, vzájemná výměna informací a dodržování legislativně daných pravidel. Pouze budoucnost může ukázat, do jaké míry byly naděje vkládané do GM plodin či obavy jejich odpůrců oprávněné. Může se však jednat o poznání draze zaplacené.

Podobně jako Petr (2006), který konstatuje, že: „Každý má právo na svůj názor a dokonce na ničím nepodložený strach z GMO. Měl by však nést plnou zodpovědnost za to, co šířením těchto názorů vyvolá.“, zastávám přesvědčení, že každý by měl být připraven nést plnou zodpovědnost za své činy, včetně

plodů své práce. I když je to velmi těžké, protože umění převzít odpovědnost za své činy je uměním pro bytosti vyspělé po všech stránkách, nejen v oblasti rozumové. Zde se plně ztotožňuji s názorem Renöcklovým (2006): „**Ovšem každé rozšiřování hranic, a tím spíše prolomení bariér jako u genové techniky, je nutně spojeno s podmínkou, že převezmeme odpovědnost za dopady a nové skutečnosti, které jsme vyvolali, respektive, že je vůbec můžeme převzít.**“

Legislativa spojená s GMO

Zákonem č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty a vyhláškou byly do české legislativy převedeny evropské směrnice 2001/18/EC o záměrném uvolňování geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí a směrnice 98/81/EC o uzavřeném nakládání s geneticky modifikovanými mikroorganismy. Prováděcím předpisem je vyhláška č. 209/2004 Sb.

Klíčové právní předpisy v Evropské unii: 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech, nařízení č. 1830/2003 o označování GMO a sledovatelnosti GMO u potravin a krmiv a nařízení č. 1946/2003 o přeshraničním pohybu GMO.

Nařízení č. 1829/2003 se bezprostředně týká potravin a krmiv, které sestávají z GMO, obsahují GMO či jsou z GMO vyrobeny.

2000 přijat Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti k Úmluvě o biologické rozmanitosti. V platnost vstoupil v září 2003. Stanoví podmínky pro přeshraniční pohyb (dovoz, vývoz, tranzit) živých modifikovaných organismů, nutnost předběžného informovaného souhlasu dovážející strany a mezinárodní informační systém.

Cartagenský protokol je přijat několika evropskými předpisy: směrnicí Evropského Parlamentu a Rady 2001/18/EC o záměrném uvolňování geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí a o zrušení směrnice Rady 90/220/EE C, pokud jde o dovoz GMO, základní pojmy a hodnocení rizik, a nařízením č. 1946/2003 Evropského Parlamentu a Rady o sledovatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a sledovatelnosti potravinářských a krmivářských výrobků z GMO a o změně směrnice 2001/18/EC

Seznam použité literatury:

- Biotechnologie. Sborník referátů z odborné zemědělské konference. Zlín 21. 10. 2004
- Boss J.F.F.P., Haan J.J. de, Sukkel W, Schils R.L.M. 2007. Comparing energy use and greenhouse gas emissions in organic and conventional farming systems in the Netherlands. Improving Sustainability in Organic and Low Input Food Production Systems. Proceeding of the 3rd International Congress of the European Integrated Project Quality Low Input Food (QLIF), March 20–23, 2007, University of Hohenheim, Germany: 439–443, ISBN 978-3-03736-003-3
- Kettnerová M. 2009. Environmentální aspekty obchodu s bioprodukty. Diplomová práce. ČZU v Praze. 2009. 97 s.
- Nátr L. 2002. Fotosyntetická produkce a výživa lidstva. ISV nakladatelství. Praha. 423 s. ISBN: 80-85866-92-7
- Nowack Heimgartner K., Bickel R., Wyss E. 2003. Organic Farming and Genetic Engineering, BestellNr. 1207, Dossier, 2003, 24 Seiten
- Mae-Wan Ho. Genetické inženýrství. Naděje nebo hrozba? Praha. 1999 300 s.
- Petr Jaroslav. Geneticky modifikované organismy. Universum 1/XVI. Praha. 2006. 32–34
- Pretty J. 2005. Sustainability in Agriculture: Recent Progress and Emergent Challenges. In Sustainability in Agriculture. RSC Publishing. Cambridge CB4 0WF. UK. 2005: 1–2 ISBN: 0-85404-201-6, ISSN 1350-7583
- Renöckl Helmut. Genová technika – nepřipustné překročení hranice? Universum 1/XVI. Praha. 2006. 35
- Šarapatka B. et al. 2006. Vliv zemědělství na kvalitu povrchových vod na příkladu řeky Dunaje. Prezentace pro výuku. Bioinstitut, o.p.s., Institut pro ekologické zemědělství a udržitelný rozvoj krajiny. Olomouc. 2006. 24 s.
- Veselský M. 2008. Globální ekologické problémy očima české veřejnosti. Tisková zpráva. CVVM, Sociologický ústav AV ČR, v.v.i., dostupné z: http://www.cvvm.cas.cz/upl/zpravy/100806s_oe80625a.pdf
- Zídek T. 1994. Ekologické zemědělství v České republice. In Neuerburg W., Padel S. Ekologické zemědělství v praxi. FOA. Mze ČR, Agrospoj. Praha. 41–45

Použité internetové zdroje 29. 1. – 30. 1.2010

<http://www.agris.cz/vyhledavac/detail.php?id=159003&iSub=518&sHighLight=biopotravinylkupuj%ED>,
<http://www.agris.cz/vyhledavac/detail.php?id=162471&iSub=518&sHighLight=biopotravinylkupuj%ED>,
<http://www.lea.ecn.cz/03info.html>
<http://www.szif.cz/irj/portal/anonymous/eafrd/osa2/1>.
<http://eagri.cz/public/eagri/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/legislativa/legislativa-eu/>
<http://eagri.cz/public/eagri/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/legislativa/uplna-zneni-vybranych-predpisu/>
http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701/.cmd/ad/.c/313/.ce/10821/.p/8411/_s.155/701?PC_8411_number1=242/2000&PC_8411_l=242/2000&PC_8411_ps=50#10821
<https://www.fibl-shop.org/shop/searchresult.php>
http://www.emediawire.com/releases/Genetically_Modified/Crops/emw843044.htm
http://bio.org/news/pressreleases/newsitem.asp?id=2009_1117_02
http://www.emediawire.com/releases/Genetically_Modified/Crops/emw843044.htm
<http://www.biotrin.cz/czpages/inf051303c.htm#10>

Další užitečné odkazy:

Hillbeck A., Baumgartner M., Fried P.M. and Bigler F. 1998 a): Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* com-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla Carda* (*Neuroptera: Chrysopidae*) *Environmental Entomology* 27 (2): 480–487 81

Jakab G., Droz E., Vaistij F.E. and Malnöe P. 2002. Durability of transgene-mediated virus resistance: High frequency occurrence of recombinant viruses in transgenic virus resistant plants. *Tagung Perspektiven der Biosicherheit*, 5.4.02 Bern

Jorgensen R. and Andersen B 1995. Spontaneous hybridization between oilseed rape (*Brassica napus*) and weed *Brassica campestris*: A risk of growing genetically engineered modified oilseed rape. *American Journal of Botany* 81: 1620

Liu Y.-B., Tabshnik B.E., Dennehy T.J., Patin A.L., Bartlett A.C. 1999. Development time and resistance to Br-crops. *Nature* 400:519

MacArthur M. 2000. Triple-resistant canola weeds found Alta, *Western Producer*, Feb. 10.

Mikkelsen T.R. et al. 1996: The risk of crop transgene sprej. *Nature*. 380: 31

Simpson E.C., Norris C.E., Law J.R., Thomas J.E. and Sweet J.B. 1999. Gene flow in genetically modified herbicide tolerant oilseed rape (*Brassica napus*) in the UK. *Gene Flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops*, BCPC Symposium Proceedings No. 72, April 1999, Keele, Staffordshire, UK:75–

Tappeser B., Eckelkamp C., Weber B. (2000): Untersuchungen zu tatsächlich beobachteten nachteiligen Effekten von Freisetzungen gentechnisch veränderter Organismen. Wien, Umweltundesamt. Monographien Band 129

