

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra rostlinné produkce



Biotechnologie versus ekologické zemědělství

Biotechnology versus organic farming

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Perla Kuchtová Ph.D.

Autor: Mykhaylo Digtyar

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Biotechnologie versus ekologické zemědělství" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Perle Kuchtové Ph.D. za navrnutí a přidělení daného tématu. Dále bych jí velice rád poděkoval za vedení a pomoc při shánění vědecké literatury.

Biotechnologie versus ekologické zemědělství

SOUHRN

Potenciál transgenních plodin, zásadním způsobem přispět k bezpečnosti potravin, a udržitelnosti zemědělství na celém světě, je nesporný. Jednou z hlavních výhod transgenní technologie je skutečnost, že geny z jakéhokoliv zdroje lze zpřístupňovat a zavádět do cílových plodin, což usnadní tvorbu vylepšených odrůd.

Celý svět se snaží zavést regulační rámce s cílem zajistit, aby všechny komerční geneticky modifikované plodiny, než se jím povolí dovoz a pěstování, byly hodnoceny z hlediska možných dopadů na lidské zdraví, zdraví zvířat a životního prostředí podle stanovených standardů pro posuzování rizik a současnému stavu vědeckého poznání.

Na druhé straně, biologická rozmanitost se v posledním desetiletí ukázala za klíčovou oblast zájmu trvale udržitelného rozvoje. Každý z nás musí respektovat pravidla tohoto systému. A to je přesně myšlenka ekologického zemědělství.

Klíčová slova: zemědělské biotechnologie, rizika, transgeneze, biologické rozmanitosti, ekologické zemědělství

Biotechnology versus organic farming

SUMMARY

The potencial of transgenic crops to make major contributions to food security and agricultural sustainability worldwide is indisputable. One of the major advantages of transgenetic technology is the fact that genes from any source can be accessed and introduced into target crops, facilitating the creation of improved varieties.

All world, regulatory frameworks are in place to ensure that all precommercial genetically modified crops are evaluated for potential impacts on human health, animal health and the environment according to established standards of risk assessment and current scientific knowledge before authorizations for import or planting are granted.

On the other side, biological diversity has emerged in the past decade as a key area of concern for sustainable development. All of us must respect rules of this system. And this is exactly idea of organic farming.

Key words: agricultural biotechnology, risk, transgenesis, biodeverzity, organic farming

OBSAH

1. Úvod.....	7
2. Cíl práce.....	9
3. Literární rešerše.....	10
3.1. Biotechnologické aplikace.....	10
3.1.1. Genetické modifikace a jejích využití.....	12
3.1.1.1. Farmaceutické aplikace.....	14
3.1.2. Genetické modifikace – užívané metody.....	15
3.1.3. Vztah transgenozních rostlin k prostředí.....	18
3.1.3.1. Vztah k plevelům (herbicidní aplikace).....	18
3.1.3.2. Vztah ke škůdcům (insekticidní aplikace).....	19
3.1.3.3. Vztah k chorobám.....	20
3.1.4. Živočišná biotechnologie.....	20
3.1.5. Etické aspekty.....	22
3.1.6. Rizika.....	23
3.1.6.1. Kontrola.....	26
3.1.6.2. Ochrana před GMO.....	27
3.2. Ekologické zemědělství.....	28
3.2.1. Definice a cíle ekologického zemědělství.....	28
3.2.1.1. Principy a metody ekologického zemědělství.....	29
3.2.2. Ochrana rostlin.....	29
4. Biotechnologie versus ekologické zemědělství.....	31
5. Závěr.....	33
6. Zdroje.....	34
7. Seznam příloh.....	36

1. Úvod

Už od dávných časů lidé využívají biologické, chemické a fyzikální poznatky v různých odvětvích průmyslů. Zkoumáním biologických, chemických a také fyzikálních procesů, občas i omylem nebo také s kapkou štěstí, si lidstvo dokázalo vyrobit, zdokonalit, ulehčit činnosti každodenního charakteru. Ale s vývojem společnosti přichází problémy a výzvy. Čuba a Hurt (2004) předložili čtyři vědecky podložené scénáře budoucnosti. Z toho tři scénáře byly pesimistické a jen jeden byl optimistický. Mezi hlavní problémy, které jsou ve scénářích uváděny, patří:

- Bude docházet k významným změnám klimatu a budou narůstat problémy způsobené vyššími teplotami.
- Bude pokračovat ničení orné půdy.
- Začne se projevovat nedostatek pitné vody.
- Vlády budou přistupovat ke kontrole a regulaci životního prostředí pozdě.
- Počet lidí na zeměkouli vzroste z 6 mld. na 8,3 mld.
- Poptávka na potraviny poroste o 1,5 % ročně. Tento nárůst poptávky bude však obtížně zabezpečován.
- Úniky lidí před hladem a bídou se stanou nezvladatelnými.
- Poroste počet a velikosti měst, ve kterých počty přistěhovalců, z kterých se stanou bezdomovci a nezaměstnaní, budou hrozbou.

Ze scénářů je tudíž zřejmé, že svět směřuje k rozpadu. Nemá-li směřovat k rozpadu, pak se lidstvo nemůže dále rozvíjet stejnými cestami a stejnými metodami, jakými se rozvíjí doposud. (Čuba, 2004)

Vývoj metod pro výzkum struktury proteinů, vysvětlení mechanismů fungování a regulace enzymové aktivity vydláždili cestu pro cílené modifikace proteinů a vedli ke vzniku enzymologie. Imobilizované enzymy s vysokou stabilitou se stávají mocným nástrojem pro provádění katalytické reakce v různých průmyslových odvětvích.

Všechny tyto úspěchy dali vzniknout biotechnologii a posunuli ji na novou úroveň kvalitativně a vědomě kontrolovat buněčné procesy. (Vakula, 1998)

Jsou ale i rizika, které lidstvo musí zhodnotit a zvážit. Metody, které používají vědci a šlechtitelé v genetickém inženýrství jsou v určitých případech musí také hodnotit jak z morálního hlediska, tak i s ohledem na životní prostředí.

Jako biologické neboli ekologické zemědělství (v angličtině „organic agriculture“) je označováno hospodaření s kladným vztahem ke zvířatům, půdě, rostlinám a přírodě bez používání umělých minerálních hnojiv, syntetických přípravků na ochranu rostlin, hormonů a dalších umělých látek. Jde o velmi šetrný způsob hospodaření v krajině, který staví na tisíciletých zkušenostech, bere ohled na přirozené koloběhy a zároveň využívá moderní technologie (např. biologickou ochranu rostlin). Ekologické zemědělství se začalo rozvíjet v moderní podobě jako reakce na rostoucí problémy v důsledku tzv. zelené revoluce (masové nasazení pesticidů a průmyslových hnojiv) a od roku 1991 je součástí zemědělské politiky EU (Bioinstitut, o.p.s., 2008).

Obojí, genetické inženýrství i ekologické zemědělství, sebou přináší výhody i nevýhody, otázky koexistence a možného propojení. Wan Ho (1998) ovšem správně uvádí, že vývoj vědy bývá běžně popisován výčtem dosažených úspěchů, ale stejně dobře by se dal popsat také prostřednictvím omylů, ke kterým v průběhu vývoje došlo.

2. Cíl práce

Cílem práce je na základě analýzy dostupných zdrojů a dat zpracovat studii zabývající se významem a možným využitím biotechnologií a jejich produktů v ekologickém zemědělství.

3. Literární rešerše

3.1. Biotechnologické aplikace

Kolektiv obchodního výboru (1996) uvádí, že biotechnologie, která je Konvencí o biologické diverzitě široce definována jako: „jakákoliv technologická aplikace, která používá biologických systémů, živých organismů nebo jejich derivátů k výrobě nebo modifikaci výrobků či procesů pro specifické použití“, je lidmi používána po tisíciletí a během let se stala stále promyšlenější.

Obecně jsou pod pojem biotechnologie zahrnovány postupy, které využívají metabolismu (přeměny látek) živých organismů pro různé, hlavně hospodářské, účely. Z tohoto hlediska lze za jedny z nejstarších biotechnologií považovat kvasné procesy, které využívají vyšlechtěné mikroorganismy pro výrobu některých potravin a nápojů (sýry, víno, pivo).

Zkrátka se pod biotechnologiemi rozumí záměrný přenos genů významných z hlediska užitkových vlastností. (ČTPRB, 2010)

Podle Šuty (2007) biotechnologie zahrnují velmi různé technologie se širokou škálou použití: například mikrobiální procesy degradace a tvorby, izolace, biotransformace kontaminujících látek či degradaci mikroorganismů. Environmentální aplikace zahrnují například biotechnologické metody pro remediaci půd, pro čištění odpadních vod nebo pro ochranu ovzduší.

Dle Nováka (1991) „biotechnologie hýbou světem“. Byly vyvíjeny po tisíciletí (v Číně, v Egyptě, na Apeninském poloostrově, v centrální Africe, ve Skandinávii, v povodí Amazonky, v Indii, v Jakutsku atd. – tedy na celém světě). Střední Evropa zachytila tento trend pozdě (v období cca 200 let před Kristem). Dlouholeté tradice a zvyklosti v těchto technologiích přetrvávaly až do nedávné doby. Do regulace procesů však od konce 19. století vstoupili vědecké principy, zejména v oblasti biochemie a fyziky”.

Využití biotechnologií ve šlechtění rostlin se podle Ivana Semana (Semana a kol., 1990) dá rozdělit do dvou odlišných oblastí:

- techniky umožňující krátkodobé, někdy dlouhodobé uchování rostlin v kultuře *in vitro* bez významnějších genetických změn pro potřeby vegetativního množení,
- techniky indukce genetické variability nejčastěji využívané jako krátkodobý mezistupeň konkrétní šlechtitelské metody.

Očekává se, že moderní biotechnologie budou mít během následujících let významný dopad na světovou ekonomiku prostřednictvím rychlého růstu průmyslových aplikací ve farmaceutickém, zemědělsko-potravinářském a chemickém sektoru. (Kolektiv, 1996)

Kolektiv obchodního výboru (1996) prohlašuje, že odvětví biotechnologie se skládá ze dvou dost rozdílných typů společností:

1) Velké nadnárodní korporace zavedené v sektorech farmacie, potravinářství, energetiky a chemie, které provádějí biotechnologický výzkum za účelem zlepšení stávajících výrobních procesů nebo vytvoření nových výrobků. Tyto společnosti potřebují dále rozvinout trhy a distribuční systémy, které již mají.

2) Malé začínající podniky, které jsou v této oblasti významnými inovátory, a jež často čelí složitým problémům při marketingu nových výrobků. Pro přežití těchto společností je často klíčová otevřenost domácích a mezinárodních trhů a absence necelních bariér.

Šlechtitelské biotechnologie u rostlin vycházejí z těchto základních principů (Novák, 1985):

1. Velké populace buněk, z kterých každá je potenciálním zdrojem celého rostlinného organismu, je možné dlouhodobě kultivovat a za kontrolovatelných podmínek regenerovat rostliny. V případě indukce procesu somatické embriogenéze celá rostlina pochází z jedné somatické buňky.
2. Buněčná kultura je potenciálním zdrojem genetické variability, jelikož rostlinné buňky in vitro jsou geneticky a chromozomálně nestabilní. Genetickou variabilitu je možné zvýšit při použití mutagenů v kultuře in vitro. Buněčně mutované liniemi často neztrácejí totipotenci, což umožňuje získat výraznou genetickou proměnlivost rostlin regenerovaných in vitro.
3. Genetický různorodá buněčná populace může být vystavena značným selekčním tlakům (stresové podmínky prostředí, chemické látky, toxiny), které selektují buňky nesoucí specifickou genetickou změnu (mutaci). Projev znaků na buněčné úrovni často koreluje s projevem toho samého nebo jiného znaku na úrovni celého organismů. Genetická informace pro znaky a vlastnosti vyselektované in vitro se přenáší po regeneraci rostlinného organismu generativní nebo vegetativní cestou na potomstvo.
4. Populace odvozena z haploidních buněk (např. pylových zrn) zvyšuje pravděpodobnost zachycení recesivních mutací, které nejsou maskované dominantními alelami.

5. Kultura organizovaných struktur rostlinného organismu (zárodku nebo meristemu) představuje systém vysoké genetické stability materiálu. Kultivace organizovaných struktur včetně meristemu umožňuje hromadně množit geneticky identické potomstvo nepohlavní cestou – klonovat *in vitro*.

Biotechnologie zasahuje do rostlinné produkce zejména přes šlechtitelství. Jednou z nejrozšířenějších metod se stala radiální mutagenese, která má bezkonkurenčně prvenství v počtu takto získaných odrůd. (Drobník, 2004)

3.1.1. Genetické modifikace a jejich využití

Genetické inženýrství je soubor technik pro výběr jednotlivých genů a jejich přenos z jednoho organismu do jiného bez ohledu na příbuznost těchto organismů. Tyto metody jsou někdy také nazývané „moderní biotechnologie“, „transgenozé“, „genové technologie“ nebo „rekombinantní DNA technologie“. (Bioinstitut, 2008)

Crouzet a Hohn (2002) vysvětlují že, transgenní rostliny obsahují genetický materiál (vlastní, cizí nebo umělý) stabilně integrovaný do jejich genomu, který byl zaveden jinými než klasickými metodami šlechtění a přechází na po sobě jdoucí generace.

Jako geneticky modifikovaný organismus (GMO) se dá podle Šuty (2007) označovat takový organismus, jehož dědičný materiál byl pozměněn genetickou modifikací a který se nevyskytuje po přirozeném páření nebo po přirozené rekombinaci.

Podle zákona je geneticky modifikovaný organismus takový organismus (kromě člověka), jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací, tj. cílenou změnou dědičného materiálu způsobem, kterého se nedosáhne přirozeně – např. křížením, šlechtěním. (Bioinstitut, 2008)

Kolektiv Bioinstitutu (2008) dále tvrdí, že genetické inženýrství umožňuje přenášet geny i mezi úplně odlišnými druhy a měnit tak živé organismy způsobem, který by v přírodě nebyl možný. Vědci například vkládají do DNA rajčat geny z mikroorganismu, do jahod geny z ryby a do ovoce geny lidské.

Dle Drobníka (2001) už existují brambory se změněným složením škrobu (které po ukončení pokusů nevymrzli přes zimu), řepka s vyšším obsahem laurátu a sója se zvýšeným obsahem olejové kyseliny a sníženým obsahem linoleové. Sója s minimálním obsahem stachyózy odstraní potíže konzumentů citlivých na tento nestravitelný cukr. Sója nabízí další

odrodu se sníženým obsahem fyтину a zvýšeným obsahem fytázy. Rýže se sójovým genem bude obsahovat ferritin, tj. zásobu železa.

Příklady potenciálních průmyslových aplikací zahrnují poskytování rostlin odolných vůči chorobám, „přírodních“ pesticidů, technologií pro nápravu škod na životním prostředí, biodegradovatelných plastů, nových terapeutických prostředků a chemikálií a enzymů, které sníží náklady a zvýší efektivnost průmyslových procesů. (Kolektiv, 1996)

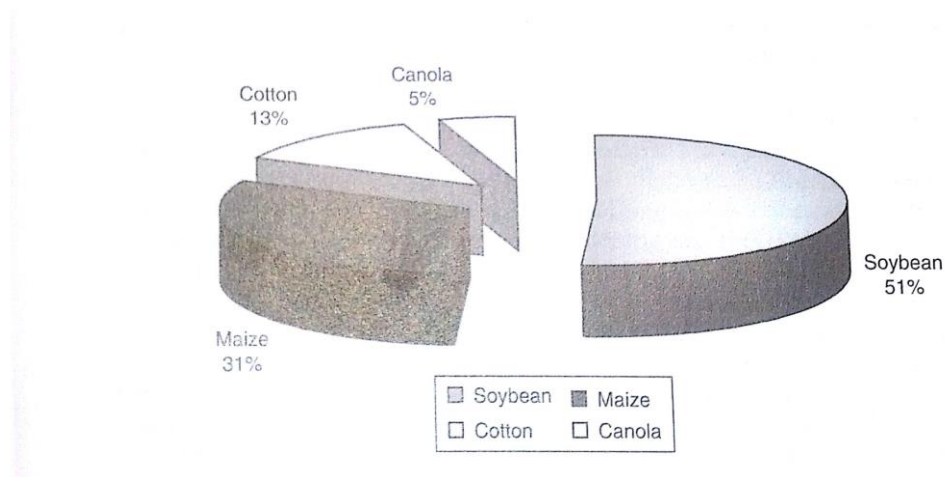
Šuta (2007) vysvětluje, že vkládání cizích genů do organismů poskytuje řadu výhod. Na rozdíl např. od vytváření radiačních mutantů je vkládaný gen výsledkem dlouhodobého přirozeného vývoje a ne výsledkem umělého poškození dědičné informace. Vlastnosti vkládaného genu nebo genů jsou do značné míry známy a gen lze systematicky sledovat. Je také možné studovat genový produkt – bílkovinu, která v GM organismu vyvolává změny.

Bioremediace je souhrnný termín pro technologie odstraňování polutantů, které využívají biologického systému/ů (mikroorganismy, rostliny) k dokonalému rozkladu nebo přeměně různých nežádoucích chemických sloučenin na látky méně nebezpečné, v ideálním případě na CO₂ a vodu. Bioremediace lze využít pro čištění odpadních a podzemních vod, půdy, plynů a kalů. (Šuta, 2007)

Šuta (2007) dále uvádí, že se biotechnologie již mnoho let používají například ve vodárenství a při čištění odpadních vod. Biologická analýza (zahrnující sledování potřeb na kyslík v odpadních vodách či testování toxicity žijícími organismy) se používá pro sledování kvality vody a odpadních vod. Při čištění odpadních vod se biotechnologické procesy používají k metabolizaci uhlíkatých a k eliminaci dusíkatých, fosforečných a siričitých látek.

Custers a kol. (2006) dokonce doufají, že biotechnologické metody by mohli zachránit některá zvířata před vyhynutím, nebo dokonce oživit vyhynulá zvířata. Přenos jader by mohl poskytnout kmenové buňky pro léčení smrtelných nemocí a zároveň by nedocházelo k imunologickým problémům.

Graf číslo 1 ukazuje procentuální rozdělení nejvýznamnějších plodin pro biotechnologické modifikace.



Graf č. 1 Globální biotechnologická plocha různých plodin (George, 2009).

3.1.1.1. Farmaceutické aplikace

Z tabulky číslo 1 je zřejmý, že biotechnologie významně pomáhají i farmakologickému průmyslu:

Produkt	Druh transgenní rostliny
<i>krevní proteiny</i>	
albumin	brambor a tabák
enkefaliny	tabák, <i>Arabidopsis thaliana</i>
interferon α	rýže
GM-CSF	tabák
scFv	tabák
<i>potenciální vakcíny</i>	
HIV, rhinovirus	<i>Vigna sinensis</i>
HBsAg	tabák
endotoxin <i>E. coli</i>	tabák a brambor
antigen malárie	tabák
lidský sérový albumin	tabák, brambor
virus neštovic	tabák

Tab. 1 Farmakologicky významné lidské proteiny produkovány transgenními rostlinami. (Ondřej a kol., 2002)

Existuje už spousta potenciálních a hlavně už i vyvinutých a vyzkoušených způsobů na využití genetického inženýrství pro potřeby lidstva. Jedním z příkladů může být i geneticky

modifikovaný špenát, který je záměrně infikován geneticky změněným virem tabákové mozaiky obsahujícím transgen pro ochranný antigen *Bacillus anthracis*, který je jednou ze tří složek toxinu antraxu. Šuta (2007) předpokládá, že by z GM špenátu mohla být vyráběna vakcína proti antraxu, v případě, že by byl zneužit jako biologická zbraň hromadného ničení.

Jiným příkladem je vyvinutí GM tabáku, do kterého byl vložen lidský gen pro produkci tzv. lehkého řetězce imunoglobulinu G, který může být využit pro výrobu protilátek proti vzteklině. (Šuta, 2007)

Šuta (2007) mluví o zvýšení obsahu vitamínu C v GM rostlinách. Gen zvyšující produkci vitamínu C kóduje D-glukuronátreduktasu byl naklonován z jahod a následně byl experimentálně přenesen do genomu *Arabidopsisthaliana*, kde způsobil zvýšení obsahu vitamínu C asi o 100%.

3.1.2. Genetické modifikace – užívané metody

Podstatou transgenózy je vnesení malé skupiny genů (obvykle jednoho až tří) do genomu modifikovaného. Podle Bioinstitutu (2008) u rostlin se přenos genů obvykle provádí za pomoci bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. U jednoděložných a některých dvouděložných rostlin se pak využívá spíše přímého vnášení DNA do jádra buňky modifikovaného organismu obvykle pomocí tzv. „genové pušky“, kdy se žádoucí geny dopraví do buněčných jader původní rostliny. Střelivem jsou v tomto případě mikroskopické kousky zlata nebo wolframu obalené DNA. Příklad použití technik přímé transgenózy a jejich výhody a nevýhody jsou v tabulce 2.

Technika	Výsledky aplikace	Výhody	Nevýhody
aplikace cizorodé DNA na semena	dočasná genová exprese	jednoduchá technika, která nepotřebuje tkáňové kultury	nebylo dosaženo stabilní transgenozie
makroinjekce DNA	není jednoznačný důkaz transgenozie	jednoduchá technika působení na celé rostliny	
bombardování mikroprojektily	mnoho zpráv o transgenních rostlinách	dobře definovaná a široce použitelná technika	speciální aparatura založená na tkáňových kulturách
elektroforetický přenos DNA	transgenozie nebyla jednoznačně prokázána	snadno proveditelná technika, vyžaduje jen jednoduché zařízení	
elektroporace	transgenní rostliny mnoha druhů	jednoduchá technika s širokým použitím	účinnost je nízká, založena na tkáňových kulturách
ultrazvuk	transgenozie zatím nebyla prokázána	snadno proveditelná technika	
vlákna křemíkového karbidu	transgenní kukuřice a tabák	jednoduchá technika, jednoduchá aparatura	účinkuje zatím jen u některých typů buněk
laser	transgenní rostliny rýže	dobře ovladatelná metoda, může působit na jednotlivé buňky	složitá aparatura, nízká účinnost
mikroinjekce DNA	transgenní rostliny získány jen u modelových druhů	může působit na jednotlivé buňky	technicky pracné
příjem DNA rostlinnými protoplasty	transgenní rostliny mnoha druhů	může produkovat mnoho transformantů	náročná technika kultivace, omezeno schopností regenerace rostlin

Tab.2 Přehled technik, jejich výhody a nevýhody přímé transgenozie (Ondřej a kol., 2002)

Pokusně byly získány tisíce typů transgenních rostlin, z nichž část má praktické využití při tvorbě nových transgenních/geneticky modifikovaných odrůd, ale Šuta (2007) uvádí že jen omezené množství bylo doposud komerčně využito.

Nejúspěšnější odrůdy se potom pěstují po několik let, aby se vyprodukovaly komerční objemy osiva. Kolektiv (1996) tvrdí, že proces od počátečního šlechtění po komercializaci trvá 10 až 15 let. U rostlin vzniklých genetickým inženýrstvím je tento proces delší

v důsledku požadavků na další polní testování, aby se prokázala bezpečnost, a času potřebného na získání regulačního souhlasu před propagací nového výrobku.

„Co se vlastně děje při genovém inženýrství?“ – ptají se a zároveň odpovídají Custers a kol. (2006). Přidávání nebo nahrazování genů mění genetickou informaci organismu. Některé druhy bílkovin umožňují vystřihování části vlákna DNA, jiné umí vlepít jiný kousek do přerušenoého místa. Protože člověk, rostliny a živočichové mají stejnou stavbu molekuly DNA a stejný genetický kód, geny z jakéhokoli organismu lze vložit do dědičné informace organismu jiného.

Další biotechnologou používanou metodou je fúze protoplastů, která umožňuje kombinovat vlastnosti rostlin, které by se normálně nekřížily. Biotechnologické metody zahrnují i somatickou embryogenesi, tvorbu haploidních linií a z nich kolchicinem získané dihaploidy. Polyploidizace zásahem do dělicího vřetenka se už pociťuje jako zcela běžná šlechtitelská metoda. Transgenose využívající technik rekombinantních DNA je novou metodou značně rozšířenou co do plochy takto odvozených odrůd.(Drobník, 2004)

Biotechnologové provádějí genetické mapování a vytvářejí genové banky a genové knihovny. (Custers a kol., 2006). To umožňuje uchovávat genetickým způsobem rostliny, včetně druhů ohrožených vyhubením.

Na otázku, zda netradiční způsoby šlechtění jsou bezpečné, Custers a kol. (2006) odpovídají: „všichni zahrádkáři klonují. U rostlin je to jednoduché: odnože a řízky se zakořeňují snadno a vyvíjejí se jako nové rostliny. Rozmnožují se tak jahody, pelargonie, vinná réva, jabloně, brambory, jirfíny. Všechny jsou klony mateřské rostliny. Některé rostliny se na takovýto způsob rozmnožování specializovaly: třeba všechny porosty jednoho druhu křídlatky v Evropě jsou vlastně klon“.

3.1.3. Vztah transgenozních rostlin k prostředí

Se zaplevelením pozemku s pěstovanými kulturními rostlinami se setkává zemědělec už od samých počátků zemědělství. Hospodář většinou musel vynaložit energii v podobě pracovní operace na odstranění plevelu. Ale časy se mění, lidí v zemědělství je méně, času také není nazbyt. Proto většina odrůd rostlin je šlechtěna na odolnost proti chemickému postřiku. Je to jednodušší a energeticky méně náročné, než provádět mechanické operace na pozemcích. Principem je, že produktem vloženého genu do rostliny je enzym, který cíleně odbourá či detoxikuje účinnou látku herbicidu, obvykle neselektivního (Bioinstitut, 2008).

3.1.3.1. Vztah k plevelům (herbicidní aplikace)

V praxi tak po aplikaci příslušného herbicidu na pole přežívají pouze GM plodiny, zatímco ostatní hynou (Šuta, 2007). Jinak řečeno produkt cizího genu chrání rostlinu před působením herbicidu (Kocourek, 2001).

Nejrozšířenější jsou dnes GM plodiny odolné vůči herbicidům Roundup (účinnou látkou je glyfosát – systém RoundupReady) a Basta (účinnou látkou je glufosinate – systém Liberty Link). Jedná se zejména o GM sóju, GM kukuřici, GM řepku, GM bavlník nebo GM tabák (Šuta, 2007).

Výsledky testů rezistence rostlin řepky z výdrolu po pěstování transgenických odrůd s tolerancí k herbicidům prokázali, že na polích, kde byly v minulosti pěstovány odrůdy tolerantní k imidazolinonům a glufosinate-amoniu, byly zjištěny rostliny z výdrolu rezistentní nejen k těmto účinným látkám, ale i ke glyphosate v důsledku sprášení ze sousedního pozemku. (Soukup, Holec, 2007)

Objevuje se termín „superplevel“, není zcela přesně definován a používá se v různých ohledech. Někdy se jako „superplevele“ označují přímo GM plodiny odolné vůči herbicidům, které se vyskytují na polích s jinými plodinami. Nebo jsou míněny plevelné druhy rostlin. Samotná odolnost vůči chemickým postřikům může vznikat spontánně vlivem značného selekčního tlaku dlouhodobého a opakovaného používání stejného pesticidu. Může ale také vznikat přenosem pylu GM plodiny na příbuzné volně rostoucí druhy plevelů. Může jít např. o GM řepku a příbuzné plevelné rostliny. Zkušenosti např. z Kanady s GM řepkou ukazují, že

ta má značný potenciál stát se vážným plevelným druhem v zemědělských ekosystémech (Šuta, 2007).

Z publikovaných statistik lze však vyčíst, že například vypršení patentu na glyfosát a následný příliv levných generických prostředků má za následek, že stoupá použití chemie „pro jistotu“ i na transgenní odrůdy, které to nevyžadují (Drobník, 2004).

Sterilita semen od nově vyšlechtěných odrůd je všeobecně diskutována. Určitá skupina lidí je přesvědčena, že sterilita je nejúčinnějším opatřením proti nechtěnému šíření transgenních rostlin semeny a tak naznačují, že odpůrci genetického inženýrství se nemají čeho obávat (Custers a kol., 2006). Jiní lidé tvrdí, že je to především obchodní trik aby farmář musel kupovat osivo každý rok bez možnosti si udělat tzv. „farmářské osivo“.

Příkladem je technologie „Terminátor“ firmy Monsanto, založená na tom, že vložený gen brání klíčení semen GM plodiny. Zemědělci tak nemohou využít část vlastní úrody jako osivo, ale musí si ho každoročně kupovat, což způsobuje problémy zejména v rozvojových zemích (Bioinstitut, 2008).

3.1.3.2. Vztah ke škůdcům (insekticidní aplikace)

Ruku v ruce s herbicidní ochranou jde i ochrana insekticidní. Pro ochranu proti škůdcům šlechtitelé využívají především geny pro tvorbu tzv. Bt-toxinu z bakterie *Bacillus thuringiensis*, které působí toxicky zejména na určité skupiny hmyzu (Šuta, 2007). Takovým způsobem se zjednoduší práce odpovědných osob a pracovníků, kteří pěstují rostliny.

Bioinstitut (2008) ale varuje, že vážné problémy by mohly vzniknout zejména ekologickým zemědělcům, kteří bakterii *Bacillus thuringiensis* také používají, avšak v mnohem menším množství, v biologických přípravcích na ochranu rostlin.

Bioinstitut (2008) udává, že je možnost vzniku rezistentních škůdců ale také, že opatření ke zpomalení vzniku těchto odolných škůdců spočívá v tom, že v sousedství pole s GM plodinou se má pěstovat políčko se stejnou odrůdou, avšak bez produkce Bt-toxinu. Smyslem políčka s nemanipulovanou odrůdou je namnožení populace škůdce citlivého vůči Bt-toxinu. Samečci z tzv. refugia pak mají oplodnit samičky na poli s transgenní odrůdou, které vykazují schopnost odolávat Bt-toxinu.

U GM bavlníku již byl zdokumentován vznik takových jedinců škůdce, kteří jsou odolní vůči působení tzv. Bt-toxinu, který je na základě genetické modifikace produkován rostlinou

díky vložení genů z bakterie *Bacillus thuringiensis*. (Šuta, 2007) To vyvolává obavy z rozšíření populací škůdců rezistentních vůči Bt-toxinu.

Význam užitečného hmyzu pro regulaci škůdců v geneticky modifikovaných odrůdách rezistentních k hmyzu bude minimální. V tom se podle Kocourka (2001) uvedená strategie odlišuje od tzv. ekologických způsobů hospodaření, kde výskyt užitečného hmyzu je základním předpokladem pro regulaci škůdců.

3.1.3.3. Vztah k chorobám

Případné pěstování GM plodin odolných vůči virovým chorobám může být též spojeno s jistými riziky, protože je převážně využíváno přenosu genů pocházejících z virů, tyto choroby způsobujících. Principálně je možné klasifikovat tři typy rizik:

- Rekombinace mezi přenesenými virovými geny rostliny a virem napadajícím rostlinu,
- interakce mezi produkty syntetizovanými vloženými geny a virem napadajícím rostlinu (např. synergické působení),
- přenos vloženého virového genu z GM rostliny do jiných virů (Šuta, 2007).

Jedná se o GM plodiny, do kterých byly dle Bioinstitutu (2008) genetickou manipulací vloženy geny, které jsou odvozeny z genů virových patogenů, vůči nimž je ochrana rostliny zamýšlena.

3.1.4. Živočišná biotechnologie

Podle Bioinstitutu transgenními jsou označována zvířata vzniklá vložением cizorodé dědičné informace do DNA embrya, přičemž tato DNA se stává součástí genetické výbavy embrya a může se projevit u dospělého zvířete.

Termín klonování je u živočichů někdy používán jako synonymum pro přenos jader. Z buňky daného organismu (embrya, zárodku nebo dospělého jedince) se izoluje jádro (které obsahuje genetickou informaci) a transplantuje do vajíčka v raném stadiu vývoje, ze kterého se odstranilo jeho vlastní jádro. (Custers a kol. 2006). Pokud se vajíčko začne dále vyvíjet,

může být výsledkem embrya, které po přenesení do „náhradní matky“ může dát novou bytost, geneticky identickou s donorem buněčného jádra (Rommel, 1983).

Kaňka (2007) odpovídá na otázku, jaké jsou důvody přípravy transgenních zvířat. Transgenní zvířata nám umožňují:

- 1) Získat nové poznatky v oblasti genetiky a genetické kontroly fyziologických procesů.
- 2) Připravit zvířecí modely lidských genetických chorob,
- 3) Připravit geneticky modifikované modely pro xenotransplantace,
- 4) Produkovat nové živočišné produkty.

Zatímco biotechnologie jako celek se v chovu hospodářských zvířat nesporně uplatňují a mnohé z nich jsou pro chovatele realitou všedního dne, genetické manipulace si zatím našly cestu především k pěstitelům zemědělských plodin a chovatelé zvířat se s nimi přímo nestřetávají (Petr 2001).

Zatímco organické produkty se zřejmě na trhu udrží i navzdory podstatně vyšším cenám, pro produkty geneticky manipulovaných zvířat může být výhled na takovou konkurenci osudový.

Šuta (2007) informuje, že v polovině 90. let byl uveden na trh růstový hormon pro hovězí dobytek (rBGH – recombinantBovineGrowth Hormon), který byl vyroben metodami genové manipulace. Lékaři však zjistili, že podávání GM hormonu dobytku by mohlo vést ke zvýšení rizika některých typů rakoviny u lidí, kteří by konzumovali mléko krav užívajících tento hormon a Evropská unie i řada dalších zemí zakázaly užívání rBGH.

Co se týče klonování, tak v současné době je náročnou a tudíž i drahou záležitostí, že se vyplatí pouze v těch případech, kdy má klonované zvíře výjimečně vysokou cenu. Příkladem je klonování masného skotu Japonci pro produkci luxusního hovězího označovaného jako „matsuzaka“(Petr 2001).

V ekologickém zemědělství jsou zakázány genové modifikace, používání hormonů, preventivní podávání antibiotik a přenosy embryí (Bioinstitut, 2008). Platí přísný zákaz používání krmiv GMO původu, extrahovaných šrotů a zkrmování živočišných bílkovin (Bioinstitut, 2008). Ačkoliv v příloze 1 je udáváno Phippsem (2009) že při zkrmování různých plodin které byli geneticky upraveny a podávány různým kategoriím hospodářských zvířat, tak v jejich živočišných produktech nebyli detekovány transgenní DNA.

Přesto budoucnost geneticky manipulovaných hospodářských zvířat lze spatřovat především v jejich využití pro biomedicínské účely (Petr, 2001).

3.1.5. Etické aspekty

V současné době se vedou stále bouřlivější diskuse o tom, zda jsou biotechnologie, a genové manipulace zvláště morálně a eticky oprávněné. Diskutuje se o tom, nakolik tyto technologie narušují pohodu zvířat, nakolik jsou „proti přírodě“ nebo proti Bohu, nakolik mohou poškodit životní prostředí nebo ohrozit zdraví a životy lidí (Petr, 2001).

Petr (2001) uvádí, že tvrzení, že se člověk v biotechnologiích dopouští věcí, které příroda v žádném případě „neprovádí“, je více než sporné. Naopak, dá se říci, že člověk jen málokdy vymyslí něco skutečně nového, v čem by jen nenapodoboval přírodní procesy.

Příznivci genetického zasahování do organismu často argumentují tím, že GM plodiny pomohou vyřešit palčivý problém hladu. Ten však není způsoben nedostatkem potravin, ale jejich nerovnou distribucí. Podle údajů programu potravinové pomoci při OSN se v současné době ve světě vyprodukuje tolik potravin, že by dokázaly dostatečně nasytit všechny obyvatele planety (Bioinstitut, 2008).

Postupně se začínají vyplňovat představy odborníků předpokládajících to, že z počátečního mírného přínosu pěstování GM plodin pro země třetího světa se ve druhém desetiletí jejich využívání (2006-2015) stane významný nástroj k dosažení požadovaného cíle snížení celosvětové chudoby o 50% v r. 2015 (Rakouský a kol. 2007).

Custers a kol. (2006) tvrdí, že po druhé světové válce se evropské hospodářství snažilo být potravinově soběstačné. Hrozba hladu musela zmizet. Zemědělci byli pobízeni vyrábět více a také měli záruku, že celou úrodu prodají. Pokud vyrobili nadbytek, byli odměněni. To způsobilo, že v osmdesátých letech už byly přebytky mléka a másla, dnes i pšenice a vepřového.

Přijímání biotechnologie veřejností může ovlivnit vývoj biotechnologických výrobků různými způsoby (Kolektiv, 1996):

- může odradit investice a ovlivnit tak dostupnost financí,
- může nepřímo formovat platné regulatorní prostředí,
- může vytvářet či likvidovat marketingové příležitosti pro daný výrobek.

Vlády i průmysl si v současnosti uvědomují, jak velký význam informovanost veřejnosti má pro budoucí rozvoj biotechnologického průmyslu.

Kolektiv (1996) rozebírá také etické ohledy, které jsou vždy specifické pro určité společnosti. Zavedení těchto ohledů v mezinárodním kontextu vyžaduje shodu na společném souboru kritérií nebo příkladech vynálezů, jejichž patentovatelnost by mohla být vyloučena na

etickém základě. Tato společná kritéria zahrnují lidský, zvířecí a rostlinný život či zdraví a environmentální ohledy (Dohoda TRIPs) či obavy o integritu a důstojnost lidské rasy (Směrnice EU) (Kolektiv, 1996).

Drobník (2004) prohlašuje: „skutečnost, že objektivně neexistuje nulové riziko (tedy ani stoprocentní bezpečnost), znamená, že v běžném životě se nemůžeme snažit skutečná rizika vyloučit, ale musíme se rozhodnout, jaký stupeň rizika je pro nás přijatelný. Bohužel, takou hranici mnohdy neurčuje ohled na zdraví, ale politické či obchodní zájmy.“

3.1.6. Rizika

Počáteční stadia vývoje technologií genetického inženýrství byla charakterizována značnou nejistotou týkající se rizik, s nimiž může být tento vývoj spojen. S tím, jak vědecká komunita nabyla s těmito novými technologiemi zkušeností, došlo k lepšímu pochopení rizik spojených s genetickými modifikacemi (Kolektiv, 1996). Molekulární genetici podle Petra (2001) dokazují, že lidé získali více než 1% své dědičné informace právě od virů. Dále uvádí, že zvláště jednodušší organismy, například bakterie, provozují skutečnou genetickou burzu a „handlují“ s geny jako ti nejhorší obchodníci. Víme, že malá změna ve složení bílkoviny omezí její štěpitelnost. Např. jedna záměna z 278 aminokyselin v hemoglobinu je příčinou srpkovité anémie. (Drobník, 2004)

Přesto geneticky modifikované organismy představují riziko pro životní prostředí. Jako každý živý organismus i GM rostliny a živočichové se rozmnožují a dále šíří i přes zmiňovanou „sterilitu semen“ se může vloudit lidská chyba nebo shoda náhod a už nejde něco podle plánu. Jakmile se uvolní do životního prostředí, nelze je „přivolat zpět“. Existují důkazy, že pěstování některých GM rostlin v přírodě způsobuje úhyn larev motýlů a jiného užitečného hmyzu. I užitečné organismy žijí na transgenních rostlinách nebo v jejich kultuře (Custers, 2006). Budou rovněž přicházet do kontaktu s toxinem, což je může za určitých okolností poškodit.

Vznikají „super-plevele“ odolné vůči herbicidům, které nutí zemědělce používat postřiky v daleko větším rozsahu. Navzdory slibům výrobců modifikovaných rostlin použití postřiků nekleslo, ale naopak podle statistik stále narůstá. Pěstováním GM plodin dochází ke kontaminaci původních druhů rostlin a k celosvětovému ohrožení biologické rozmanitosti (Bioinstitut, 2008). Rizika spočívající ve vytlačování lokálních a regionálních odrůd

kulturních rostlin globálně prosazovanými GM plodinami nadnárodních agrochemických firem (Bioinstitut, 2008).

Na polích s geneticky modifikovanými plodinami bylo také méně motýlů a včel, protože tam v květech nalézaly méně nektaru (Bioinstitut, 2008). Někdy i velmi malý vedlejší účinek GMO na necílové organismy může při plošném a dlouhodobém působení mít negativní vliv na změny společenstev. (Kocourek, 2001)

Někteří zemědělci zaznamenali ztrátu možností odbytu na trhu, větší závislost na agrochemických firmách, neřešená otázka právní zodpovědnosti a vzrůstající konflikty mezi kolegy. Farmáři se stávají absolutně závislími na biotechnologických firmách, které vlastní patenty na osivo. Příkladem výše uvedeného je firma Monsanto, která navíc žaluje zemědělce, kteří se stali oběťmi kontaminace ze sousedních polí, za nelegální používání jejich patentovaného GM osiva (Bioinstitut, 2008). Technika transgenose byla vynalezena v USA a na jejím základě američtí, argentinští a kanadští farmáři produkují levnější plodiny, což ohrožuje silně dotované evropské zemědělství. Uvalit na dovoz vysoká cla nelze, a proto obrana, která se nabízí, spočívá v potlačení poptávky po dovezených zemědělských produktech (Drobník, 2004)

Jiným příkladem rizika je možnost alergenní reakce na potraviny připravené z plodin modifikovaných metodami genetického inženýrství (Šuta 2007). Ale Petr (2001) uvádí, že se provádí řada testů a sebemenší náznak alergických komplikací vyřazuje geneticky manipulovaný organismus ze hry a jeho produkty se nemohou objevit na našem jídelníčku. Na to tvrzení Šuta (2007) jakoby odpovídal, že například po vložení genu paraořechu do sóji byly zaznamenány alergické reakce u lidí alergických na paraořech, kteří do té doby neměli s požíváním sóji žádné zdravotní problémy. Vložený gen papaořechu přitom podle znalostí genetických inženýrů nekódoval žádný známý alergen.

Jiný doložený případ se týká hrachu. Ústav Australského svazu pro vědecký a průmyslový výzkum (CSIRO) zhruba 10 let vyvíjel hrách odolný vůči napadení zrnokazem hrachovým (*Bruchus pisorum*). Ukázalo se ale, že geneticky manipulovaný hrách vyvolal u myší krmených tímto hrachem alergické reakce podobné astmatickému záchvatu (Šuta, 2007).

Geny se mohou přenášet z jedné rostliny na druhou pomocí pylu. Je to možné také mezi kulturními rostlinami a jejich planými příbuznými, což by mohlo vést ke vzniku plevelných rostlin, které by se velmi obtížně hubily. Transgenní pyl se šíří do přírody a mohl by opylovat i plané rostliny příbuzného druhu. Potomstvo takovéto rostliny by pak mělo některé vlastnosti transgenní rostliny, vysvětluje Custers a kol. (2006).

Podle dosavadních zjištění Soukupa a Holce (2007) se opylovači běžně pohybují na vzdálenosti kolem 2 – 4 km. Významným je i přenos pylu větrem. Předpokládaný dosah tohoto typu transferů je 1,5 – 2,5 km. Přibližně po 350 m však klesá počet pylových zrn nesených vzdušnými proudy až na desetinu hodnoty na okraji pole se zdrojem pylu. Pravděpodobnost hybridizace tak klesá se zvyšující se vzdáleností od zdroje. Použitím matematických modelů bylo vypočteno, že izolační vzdálenost 200 m umožňuje s pravděpodobností 95% dosáhnout kontaminace netransgenních porostů řepky pod úrovní 0,3%.

Pravděpodobnost kontaminace porostů kukuřice a její důsledky lze považovat podle Soukupa a Holce (2007) za málo významné z praktického hlediska. Kontaminace na povolenou hranici lze poměrně úspěšně bránit jednoduchými technickými opatřeními jako je dodržování izolačních vzdáleností, používání obsevů, volba hybridů s rozdílnou dobou kvetení, čištění secích strojů a sklizňové mechanizace, separace produkce apod., což jsou opatření i dnes běžně používaná např. u množitelských porostů (Soukup a kol., 2007).

Vážným rizikem je tak překřížení odrůd: u kukuřice se to týká oblastí střední Ameriky, u sóji oblastí severní Číny, u cukrovky pobřežních oblastí západní Evropy. Takovému křížení je nutno zabránit. Řepka se může křížit s příbuznými druhy, uvádí Kocourek (2001), pravděpodobnost je však nízká. Kříženci mají nízkou fertilitu. Přesto nelze rizika vyloučit.

Environmentální aspekty uplatnění remediačních biotechnologií neumožňují univerzální aplikaci na jakýkoli druh znečištění. Pouze určité metody jsou schopné úspěšně odstranit chemikálii z kontaminovaných lokalit. Znalostí metabolických drah chemických látek ukazují, že může také dojít k nežádoucímu efektu, kdy biotransformací může být vytvořena nebezpečnější chemická sloučenina, než byl výchozí polutant, např. kovová rtuť se působením mikroorganismů transformuje v organické sloučeniny tohoto těžkého kovu, které představují řádově větší riziko, objasňuje Šuta (2007).

Byly realizovány i studie, z jejichž závěrů vyplývá, že po dobu 7 let velkým skupinám lidí byly podávány GM výrobky a zatím nebyly zaznamenány žádné zdravotní potíže (Babička a kol., 2004)

Vzhledem k tomu, že ještě nebyly ukončeny všechny studie potřebné ke zjištění citlivosti organismů na GMO v návaznosti na případné alergické odezvy, je nutné podle rady Babičky (2004) zachovávat jistý stupeň opatrnosti a pozornosti potravinám vyrobeným z GMO a potravinám novém typu.

Petr (2001) prohlašuje: „biologové a genetici nepopírají problémy nebo možná rizika spojená s biotechnologiemi a genovými manipulacemi. Naopak, jsou si jich dobře vědomi a dělají vše pro to, aby tato rizika minimalizovaly”.

Zajištění udržitelnosti zemědělských systémů zahrnuje posouzení potencionálních dopadů nových zemědělských technologií na životní prostředí a to před jejich uvedením na trh. Posouzení rizik pro životní prostředí je klíčovým nástrojem pro vyhodnocení možných účinků produktu a umožnit přijímat informovaná rozhodnutí před udělením povolení k dovozu či pěstování (Tencalla a kol., 2009)

3.1.6.1. Kontrola

Přes narůstající objem vědeckých údajů a značné úsilí o harmonizaci regulatorního dohledu, na národní úrovni panují obavy a v tempu přijímání všeobecných bezpečnostních principů jsou značné rozdíly. Některé země včetně USA, Austrálie, Japonska, Velké Británie a Francie byli schopné zavést limitované omezení a dohled nad aktivitami se vztahem k biotechnologii v rámci existujících výrobně specifických regulací, které byly původně vyvinuty pro dohled nad chemikáliemi a farmaceutickými výrobky nebo za účelem ochrany zemědělství nebo životního prostředí. V jiných zemích, především v severní Evropě, vedlo k nepříznivému veřejnému mínění ze zavedení přísných regulací specifických pro biotechnologie. (Kolektiv, 1996)

Byla sepsaná myšlenka vzájemných výhod pro výrobce a uživatele technologických znalostí, obsažená v člancích 7 a 8 Dohody TRIPs (Kolektiv, 1996) a je fakticky odpovědí na některé obavy rozvojových zemí.

Přesto vznikají kauzy a soudní jednání. Evropská agentura pro bezpečnost potravin (EFSA) schválila kukuřici MON 863 na základě studie firmy Monsanto, provedené na zvířatech. Výsledky experimentu byly zpřístupněny veřejnosti až na základě žaloby a soudního rozsudku. Podle přezkoumání těchto dat experty z francouzské státní komise pro biotechnologie však vykazovala GM kukuřice MON 863 známky toxicity pro játra a ledviny u potkanů jí krmených. Tyto závěry však zpochybňuje EFSA a tak se čeká na výsledky dalších studií (Šuta, 2007).

3.1.6.2. Ochrana před GMO

Dnes již všichni výrobci potravin musí dodržovat nový zákon EU vyžadující značení GM potravin. Bioinstitut (2008) píše, že každá složka či přísada vyrobená z GMO musí být na výrobku uvedena bez ohledu na to, zda je možné GM složku detekovat či nikoliv.

Jíst geny není nebezpečné. Všechny živé organismy mají geny (DNA), které obsahují informaci o jejich znacích. Dlouhé řetězce genů se v žaludku rozloží na mnoho malých kousků, které se stráví. Je naprosto nepravděpodobné, že by některý gen zůstal neporušený (Custers a kol., 2006).

Dále biotechnologové říkají, že značkové geny, které používají, se nezávisle na transgenozí již stejně v přírodě v hojné míře vyskytují. Kromě toho je už používání genů přinášejících necitlivost na lékařsky používaná antibiotika zakázáno.

3.2. Ekologické zemědělství

3.2.1. Definice a cíle ekologického zemědělství

Hutař (2007) tvrdí, že objektivně vzato je ekologické zemědělství moderní způsob hospodaření, který využívá dlouholeté zkušenosti a poznatky řady generací našich předků a současně také vědecké poznatky a technologické vymoženosti současnosti.

Cílem dnešního ekologického nebo alternativního zemědělství je podle Petra (1992) snaha:

- produkovat potraviny vysoké kvality a v dostatečném množství,
- trvale zachovat přirozenou úrodnost půdy,
- vytvořit systém chovu zvířat přizpůsobený jejich přirozenému chování a přirozeným životním potřebám,
- vytvořit pestrou obytnou kulturní krajinu, druhově bohatou, s genetickou rozmanitostí uvnitř druhů a se zajištěnými možnostmi vývoje pro všechny živé organismy,
- hospodárně využívat přírodní zdroje tak, aby nedocházelo k negativnímu ovlivňování životního prostředí,
- vytvořit dobrý vztah mezi zemědělcem a konzumentem,
- zajistit co největší recirkulaci živin a energie pomocí integrace urbanizované společnosti, agroekosystémů a přírodních ekosystémů,
- snížit energetické vstupy na nezbytné minimum, zejména ty, které představují značné riziko pro živočichy, rostliny a člověka.

V publikaci Ekologické zemědělství (Petr a kol., 1992) se dočteme, že cílem ekologického zemědělství nejsou čisté, pleveluprosté porosty pěstovaných plodin, ale vytvoření mnohostranné, biologicky a ekologicky vyvážené koexistence plevelů s nízkou produkcí biomasy a silné kulturní plodiny.

Ekologické zemědělství je stále více považováno za věrohodnou alternativu ke konvenčnímu zemědělství, je schopné řešit aktuální problémy, zejména s ohledem na životní prostředí, zaměstnanost a bezpečnost potravin (Burny a kol. 2013)

3.2.1.1 Principy a metody ekologického zemědělství

Jiří Petr (1992) uvádí, že základem hospodaření v ekologickém systému je zásada nesoustřeďovat se především na optimalizaci jednotlivých komponent uvnitř systémů (např. různými silnými, rychle působícími prostředky, jako jsou pesticidy a průmyslová hnojiva). Základním principem systémového myšlení je zaměřit se na kompozici a dynamiku celého systému a snažit se optimalizovat efektivitu systému jako celku.

Ekozemědělství vychází z předpokladu, že jeho základem je zdravá půda, která vyživuje rostliny (Bioinstitut, 2008). Organickým hnojením, maximálně pestrými osevními postupy a šetrným zpracováním půdy ekologické zemědělství usiluje o rozvoj její přirozené úrodnosti.

Velký význam v tomto zemědělství Petr (1992) přikládá podpoře a rozvoji komplexu mykorrhizy, která je známá svou stabilizační funkcí v ustáleném přirozeném travním porostu, kde se všechny složky biocenózy vyvíjejí harmonicky a nevyskytují se obvyklé ročníkové kalamity s houbovými chorobami a škůdci jako v umělém porostu obilnin v konvenčním zemědělství.

Velkou roli hraje podle mínění Petra (1992) mnohostranný a variabilní osevní postup, charakteristický pro ekologické zemědělství, který má potlačující vliv na výskyt plevelů a škůdců, obohacuje půdu živinami, zlepšuje její strukturu, zvyšuje mikrobiální aktivitu a obsah humusu v půdě.

3.2.2 Ochrana rostlin

Hutař (2008) píše o jedné výmluvné poučce, kterou respektuje a ve všem svém konání aplikuje, která říká, že: „v ekologickém zemědělství se škůdci, plevele a choroby nelikvidují, ale regulují“.

Bioinstitut (2008) ekologické zemědělství představuje svým odlišným pojetím a přístupem k zemědělské produkci jednu z nejdůležitějších cest k dlouhodobě udržitelnému zemědělství a v Evropě i ve světě zaznamenává obrovský nárůst.

Biologická rovnováha agrosystému je podle Petra (1992) tím stabilnější, čím mnohostrannější a rozmanitější je podstata tohoto systému. Proto např. druhově pestrý osevní postup je obranou proti výskytu chorob rostlin. Všestranná výživa, dobře přizpůsobená vývoji a růstu rostlin, zvyšuje jejich rezistenci vůči chorobám a škůdcům. Při mírném zásobení

dusičnany mají často rostliny pevnější buněčné stěny, silnější pokožku a vytvářejí řidší nepoléhavý porost. Všechny tyto faktory snižují riziko napadení rostlin chorobami a škůdci.

Dále Petr a kolektiv autorů (1992) uvádí biologické metody ochrany rostlin. Jsou to mikroorganismy, které mají schopnost osídlit rostlinný porost, potlačit růst nebo aktivitu chorob, popř. příznivě ovlivnit růst rostlin a jejich odolnost k chorobám. Kromě vlastních mikroorganismů se nabízí možnost využít k ochraně rostlin proti chorobám také sekundární metabolity, které vznikají během jejich růstu. Navzdory tomu to má i svoje nevýhody. Při soustavné kultivaci mikroorganismů na umělých živných půdách může nastat ztráta některých příznivých vlastností a prostředek biologické regulace se stane neúčinným. Zásadním opatřením jsou izolace a stálý výběr nových kmenů.

4. Biotechnologie versus ekologické zemědělství

Dříve či později dle Hutara (2007) dojde k výskytům určité „rezistence“, eliminaci specifické genetické modifikace a řešení téhož problému budeme hledat od začátku. A pokud bude v některém zákoně nebo kdekoliv jinde nějaká „obezlička“ (např. povolení limitu obsahu 0,9% GMO) pro ekologické zemědělce kvůli snadnému čerpaní dotací, pro gigantické řetězce kvůli nízké ceně bioproduktů nebo pro úředníky kvůli vyplnění další kolonky, přestane nám spotřebitel důvěřovat a přestane nakupovat bioprodukty (Hutar 2007).

Prostřednictvím půdy vyživuje ekologický zemědělec své rostliny. Střídání plodin na polích a rozmanitá kulturní krajina v jejich okolí napomáhá chránit zdraví rostlin a bránit se vůči chorobám a škůdcům, s využitím moderní techniky ekozemědělci zajišťují mechanickou regulaci plevelů bez průmyslově syntetizovaných chemických látek, vysvětluje Bioinstitut (2008). Ekologické zemědělství se dobrovolně, ale závazně zříká plodin, získaných genovými manipulacemi.

Custers (2006) se ptá, co je lepší:

- Kácení lesů a vysévání plodin na jejich místě není dobré řešení, protože to ničí přírodu, způsobuje vymírání druhů a vyvolává erozi půdy. Takto získaná půda navíc rodí pouze několik let.
- Zvyšování výnosů je lepší řešení. Nelze to ale udělat přes noc. Rozvojové země mají mnoho vážných problémů: pouště, extrémní teploty, slané půdy, chudé půdy a další. Kromě toho někdy víc než polovinu úrody zničí škůdci.

Drobník (2004) myslí, že ani argument o „nepřirozenosti“ transgenních plodin neobstojí, protože ekologičtí zemědělci nemají v žádném zákonném dokumentu zákaz používat odrůdy odvozené mutageny, případně radiací, které jsou ještě nepřirozenější. Z toho plyne, že lze očekávat zrušení zákazu používání GM, jakmile jeho existence přestane být komerčně výhodná vzhledem k anti-GMO psychóze spotřebitelů.

Někteří vědci podle Bioinstitutu (2008) myslí, že právě propojení ekologického zemědělství a GMO by bylo žádaným krokem vpřed. Ale můj názor je, že spojení těchto dvou přístupů k zemědělské produkci není možné.

Právě kvůli nerespektování základních pravidel konvenčními zemědělci, jakými jsou např. důkladně promyšlené oseední postupy s odpovídajícím střídáním plodin, využití organických hnojiv apod., jsou pak problémy řešeny používáním množství průmyslových hnojiv, pesticidů a v dnešní době také pomocí geneticky modifikovaných plodin.

Ekologické zemědělství se dobrovolně, ale závazně zřiká plodin získaných genovými modifikacemi, myslí si Bioinstitut (2008).

Genetické inženýrství, které podle Bioinstitutu (2008) vytváří univerzální kultivary, se zcela míjí s filozofií ekologického zemědělství, které upřednostňuje regionální šlechtění a je z mnoha pohledů s touto technologií neslučitelné. Jednoduše řečeno na rozdíl od genetického inženýrství, které se snaží přírodu „vylepšovat“, má ekologické zemědělství cíl produkovat potraviny „v souladu“ s přírodou tj. spolupracovat s ní. Proto u ekologických zemědělců je snaha vytvořit odolný celý agrosystém.

A nakonec biotechnologie nejsou ani strašákem, ani všelékem na všechny bolesti světa (Petr, 2001).

5. Závěr

Musíme si přiznat a Custer s kolegy (2006) nám to potvrdí, že nikdo, dokonce ani genetici, nemůže předpovědět, jaké budou vlivy transgenního zemědělství za 20, 100 nebo 500 let. Ale to platí stejně nejen pro všechny technické vymoženosti, ale i pro rostliny šlechtěné „tradičním“ způsobem. „Rozdíl je v tom, že GMO musí splňovat velmi přísná kritéria, zatímco rostliny šlechtěné tradičními metodami se mohou pěstovat, aniž by podléhaly testům na bezpečnost pro prostředí a bezpečnost při použití v potravinách” – uvádí Custers (2006)

Evropa vidí uchování krajiny a sociální struktury venkova jako přednostní úlohu zemědělství. Podle Drobníka (2004) by sice transgenní odrůdy mohly pomoci, ale obava před nimi zatím slouží jako ochrana před levným zaoceánským dovozem.

Jaké jsou vize, ptá se Kocourek (2001)? Transgenní rostliny odolné škodlivým organismům a suchu poskytnou dostatek potravin pro zvyšující se lidskou populaci. Potraviny budou zdravější. Na polích budou rostliny produkovat vlákna, degradovatelné plasty nebo léčiva a vitaminy. Bude-li člověk chtít, bude mít trávník vonící po citrónu nebo pěstovat modré růže. Jedná se ve všech případech o pokrok pro lidstvo?

6. Zdroje

- BIOINSTITUT, o. p. s., Ekologické zemědělství a GMO. Otázky koexistence. Bioinstitut, o. p. s., Olomouc, 2008. 40 s., ISBN 978-80-904174-6-5.
- Burny P., Debore F. 2013. Organic farming – a bussines perspevice. Dostupné z: http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/158112/1/BURNY_DEBODE_Organic%20farming_A%20business%20perspective.pdf
- Custers R., a kol. 2006. Průvodce biotechnologiemi. Academia. 108 s. ISBN 80-200-1350-4
- ČTPRB. Česká technologická platforma rostlinných biotechnologií. [online]. 2010 [cit. 2015-02-10]. http://www.rostlinyprobudoucnost.com/?p=co_jsou_biotechnologie
- Čuba, F., Hurt, J. 2004. Biotechnologie. Biotechnologie. Mondon. 106 s. ISBN 80-903108-6-9
- Drobník J. 2001. Genetický modifikované organismy – stav a perspektiva pro zemědělce. Genetický modifikované organismy a jejich využití v zemědělství. 37 s. Sborník ze semináře.
- Drobník J. 2004. Otázky biologické bezpečnosti, GMO a mezinárodní závazky ČR. Praha : Výzkumný ústav rostlinné výroby. 80 s. ISBN 80-86555-41-0
- George D. 2009. Current Status of Crop Biotechnology in Afrika. Environmental Impact of Genetically Modified Crops. CAB International. 424 p. ISBN: 978 1 84593 409 5
- Ho, Mae-Wan. 1998. Genetic Engineering Dream or Nightmare? Gateway Books. 300 p. ISBN 978-1858600512
- Hutař M. 2007. GMO a ekologické zemědělství. Geneticky modifikované organismy v agroekosystémů a jeho okolí. Poligrafia. 56 s. ISBN 978-80-7084-588-2
- Kaňka J. 2007. Geneticky modifikovaní živočichové. Geneticky modifikované organismy v agroekosystémů a jeho okolí. Poligrafia. 56 s. ISBN 978-80-7084-588-2
- Kocourek F. 2001. Geneticky modifikované organismy v rostlinné výrobě. Genetický modifikované organismy a jejich využití v zemědělství. 37 s. Sborník ze semináře.
- Novák B. 1985. Biotechnologieš v zemědělství Min. zemědělství ČR MZe ČR. 105 s. ISBN 80-7084-036-6
- Ondřej M., Drobník J. 2002. Transgenoze rostlin. Academia. 316 s. ISBN 80-200-0958-2
- Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj. 1996. Biotechnologie a obchod. Paris: Organisation for economic co-operation and development OECD. 24 s.

- Petr J. 2001. Geneticky modifikované organismy v živočišné výrobě. Genetický modifikované organismy a jejich využití v zemědělství. 37 s. Sborník ze semináře.
- Petr J., Dlouhý J., a kol. 1992. Ekologické zemědělství. Brazda. 305 s. ISBN 80-209-0233-3
- Phipps R.H. 2009. Safety for Human Consumption. Environmental Impact of Genetically Modified Crops. CAB International. 424 p. ISBN: 978 1 84593 409 5
- Rakouský S., Hraška M. 2007. Transgenní plodiny - realita a perspektivy. Geneticky modifikované organismy v agroekosystémů a jeho okolí. 56 s. ISBN 978-80-7084-588-2
- Rommel P. 1983. Embryotransfer-Rind (ETR) : Methode, Organisation, Anwendung. Dummerstorf-Rostock : Forschungszentrum für Tierproduktion, Bereich Fortpflanzung. 79 p.
- Seman I., a kol. 1990. Biotechnologické metody v šlachtení polních plodin. Příroda. 271 s. ISBN 80-07-00237-5
- Soukup J., Holec J. 2007. Agroekologické aspekty pěstování transgenních plodin. Geneticky modifikované organismy v agroekosystémů a jeho okolí. Poligrafia. 56 s. ISBN 978-80-7084-588-2
- Šuta M. 2007. Biotechnologie, životní prostředí a udržitelný rozvoj. Praha: Společnost pro trvale udržitelný život. 27 s. ISBN 978-80-902635-1-2
- Tencalla F.G., Nickson T.E., Garcia-Alonso M. 2009. Environmental Risk Assessment. Environmental Impact of Genetically Modified Crops. CAB International. 424 p. ISBN: 978 1 84593 409 5
- Vakula V.L. 1989. Biotechnologiya, čto eto takojе? Molodaja guardia. 301 s. ISBN 5-235-00642-9

7. Seznam příloh

Příloha č. 1 Studie s druhy hospodářských zvířat pro stanovení přítomnosti nebo nepřítomnosti transgenní DNA v živočišných produktech od nich odvozených (Phipps, 2009).

Animal category	GM crop	Tissues examined	Detection of tDNA	Reference
<i>Ruminants</i>				
Dairy cow	<i>Bt</i> maize (silage)	Milk	Not detected	Faust and Miller (1997)
Dairy cow	Ht soybean	Milk	Not detected	Klotz and Einspanier (1998)
Dairy cow	<i>Bt</i> maize grain	Milk	Not detected	Einspanier <i>et al.</i> (2001)
Beef steer	<i>Bt</i> maize grain	Muscle	Not detected	Einspanier <i>et al.</i> (2001)
Dairy cow	Ht soybean	Milk	Not detected	Phipps <i>et al.</i> (2001)
Dairy cow	<i>Bt</i> maize grain	Milk	Not detected	Phipps <i>et al.</i> (2002)
Dairy cow	<i>Bt</i> cottonseed	Milk	Not detected	Jennings <i>et al.</i> (2003c)
Dairy cow	Ht/ <i>Bt</i> silage	Milk	Not detected	Calsamiglia <i>et al.</i> (2003)
Dairy cow	Ht soya/ <i>Bt</i> maize grain	Milk	Not detected	Phipps <i>et al.</i> (2003)
Dairy cow	<i>Bt</i> maize grain	Milk	Not detected	Yonemochi <i>et al.</i> (2003)
Dairy cow	Ht/ <i>Bt</i> cottonseed	Milk	Not detected	Castillo <i>et al.</i> (2004)
Dairy cow	Ht maize silage	Milk	Not detected	Phipps <i>et al.</i> (2005)
<i>Monogastrics</i>				
Broiler	<i>Bt</i> maize	Muscle, eggs	Not detected	Einspanier <i>et al.</i> (2001)
Laying hen	Ht soybean	Eggs, liver	Not detected	Ash <i>et al.</i> (2000)
Broiler	Ht soybean	Muscle, skin, liver	Not detected	Khumnirdetch <i>et al.</i> (2001)
Broiler	<i>Bt</i> maize	Muscle, eggs	Not detected	Aeschbacher <i>et al.</i> (2001)
Broiler	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	Yonemochi <i>et al.</i> (2002)
Broiler	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	Chowdhury <i>et al.</i> (2002)
Broiler	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	Jennings <i>et al.</i> (2003a)
Broiler	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	Tony <i>et al.</i> (2003)
Broiler	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	El Sanhorly (2004)
Pig	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	Weber and Richert (2001)
Pig	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	Einspanier <i>et al.</i> (2001)
Pig	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	Klotz <i>et al.</i> (2002)
Pig	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	Chowdhury <i>et al.</i> (2003a)
Pig	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	Jennings <i>et al.</i> (2003b)
Pig	<i>Bt</i> maize	Muscle	Not detected	Reuter and Aulrich (2003)
Pig	gdhA maize	Muscle	Not detected	Beagle <i>et al.</i> (2004)
Pig	gdhA maize	Muscle	Not detected	Qiu <i>et al.</i> (2004)
<i>Other species</i>				
Atlantic salmon	Ht soybean	Muscle	Not detected	Sanden <i>et al.</i> (2004)