

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra rozvojových studií

Bc. Eva Grolíková

**GENETICKY MODIFIKOVANÉ PLODINY A POTRAVINY
V KONTEXTU PROBLEMATIKY ROZVOJE**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Petr Pavlík

Olomouc 2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Eva GROLÍKOVÁ**
Osobní číslo: **R110085**
Studijní program: **N1301 Geografie**
Studijní obor: **Mezinárodní rozvojová studia**
Název tématu: **Geneticky modifikované potraviny v kontextu problematiky rozvoje**
Zadávající katedra: **Katedra rozvojových studií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Genetically Modified Food in the Context of Development Cílem diplomové práce je analyzovat koncept geneticky modifikovaných potravin obecně i v rozvojových zemích. Práce se zaměří na problematické aspekty geneticky modifikovaných potravin (právní, politické, ekonomické, morální) a možná východiska. Práce se bude zabývat různými pohledy na problematiku geneticky modifikovaných potravin a pokusí přinést odpověď na otázku, zda geneticky modifikované potraviny lze považovat přínos nebo je-li tomu naopak.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **20 - 25 tisíc slov**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Myerson, G. (2002). Donna Harawayová a geneticky upravené potraviny. Praha: Triton
Ondřej, M. (1992). Genové inženýrství kulturních rostlin. Praha: Academia
Mohan S. J., Brar, D.S. (2010). Molecular techniques in crop improvement. Dordrecht : Springer
Murény, D. J. (2007). People, plants, and genes : the story of crops and humanity. Oxford ; New York : Oxford University Press
Ovesná, J. (2008). Možnosti využití GMO pro potravinářské i nepotravinářské účely. Praha: Crop Research Institute

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Petr Pavlík**
Katedra rozvojových studií

Datum zadání diplomové práce: **2. ledna 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **10. prosince 2014**

L.S.

Prof. RNDr. Juraj Ševčík, Ph.D.
děkan

Doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 22. července 2014

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracovala samostatně a veškeré použité zdroje jsem uvedla v seznamu literatury.



V Barceloně dne 16. prosince 2014

.....

Podpis

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Petrovi Pavlíkovi z Katedry rozvojových studií Přírodovědecké fakulty UP v Olomouci za odborné vedení mé práce, cenné připomínky a rady. Děkuji také svým přátelům a zejména své rodině za pochopení, trpělivost a psychickou podporu.

Obsah

OBSAH	1
SEZNAM ZKRATEK	2
ÚVOD	3
CÍL A METODIKA PRÁCE	4
1. DEFINICE GMO A JEHO HISTORICKÝ VÝVOJ	5
1.1. Co je GMO.....	6
1.2. „ČTVRTÁ (ZEMĚDĚLSKÁ) REVOLUCE“	8
1.2.1. Neolitická revoluce.....	8
1.2.2. „Agroindustriální revoluce“.....	9
1.2.3. Zelená revoluce.....	10
1.2.4. Genová revoluce.....	11
2. TVORBA GENETICKY MODIFIKOVANÝCH ORGANISMŮ	13
2.1. PŘENOS CIZÍHO GENU DO GENOMU ORGANISMU POPŘ. ROSTLINY.....	14
2.2. VZNIKLÉ VLASTNOSTI GM PLODIN A POTRAVIN.....	17
2.2.1. GM plodiny s tolerancí vůči herbicidům.....	18
2.2.2. GM plodiny s odolností k hmyzím škůdcům.....	19
2.2.3. GM plodiny s oddáleným dozráváním (prodlouženou čerstvostí).....	20
2.2.4. GM plodiny s odolností k virovým onemocněním	21
2.2.5. GM plodiny s tolerancí vůči abiotickým stresům	22
2.2.6. GM olejové plodiny s výhodným složením mastných kyselin.....	24
2.2.7. GM plodiny s upraveným obsahem vitaminů.....	25
2.2.8. GM plodiny jako bioreaktor pro produkci komerčně zajímavých produktů	26
3. ANALÝZA VÝHOD A NEVÝHOD GM PLODIN A POTRAVIN	28
3.1. STRATEGICKÁ SITUAČNÍ ANALÝZA GM PLODIN A POTRAVIN	30
3.1.1. Analýza vnitřních zdrojů a vlastností	31
3.1.2. PEST/STEP analýza	40
4. SWOT ANALÝZA	47
4.1. GENETICKY MODIFIKOVANÉ ROSTLINY SWOT ANALÝZA V ROZVOJOVÝCH ZEMÍCH.....	48
4.1.1. Vymezení pojmu rozvojová země.....	48
4.1.2. SWOT GM plodin a potravin v rozvojových zemích.....	50
4.2. STRUČNÉ SHRNTÍ HLAVNÍCH TEZÍ SWOT ANALÝZY	56
4.3. OTÁZKY OHLEDNĚ GM PLODIN A POTRAVIN, JEŽ VYPLYNULY Z ANALYTICKÉHO PROCESU	57
5. ZKUŠENOSTI S PĚSTOVÁNÍM GM PLODIN A POTRAVIN – PŘÍPADOVÁ STUDIE INDIE	59
ZÁVĚR	63
ABSTRACT	65
ABSTRAKT	66
BIBLIOGRAFIE	67

Seznam zkratek

Bt	odolnost k hmyzím škůdcům
DNA	deoxyribonukleová kyselina
EPSPS	5-enolpyruvylšikimát-3-fosfát syntáza
EU	Evropská unie
FAO	Organizace OSN pro výživu a zemědělství
GHI	globální index hladu
GM	geneticky modifikovaná/ý/é
GMO	geneticky modifikovaný organismus
HDI	index lidského rozvoje
HDP	hrubý domácí produkt
HND	hrubý národní důchod
HND pc	hrubý národní důchod per capita (na obyvatele)
HT	tolerance vůči herbicidům
pH	vodíkový exponent (číslo, které vyjadřuje, zda vodní roztok reaguje kyselou nebo zásaditě)
ILO	Mezinárodní organizace práce
IMF	Mezinárodní měnový fond
MMF	Mezinárodní měnový fond
Na ⁺	sodný iont
NaCl	chlorid sodný (kuchyňská sůl)
OSN	Organizace spojených národů
PEST	politická, ekonomická, sociální a technologická analýza
PG	enzym polygalakturonáza rozkládající buněčné stěny plodin
RNA	ribonukleová kyselina
RZ	rozvojové země
SWOT	analýza silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb
UNDP	Rozvojový program OSN
UNICEF	Dětský fond OSN
USA	Spojené státy americké
USD	americký dolar
WHO	Mezinárodní zdravotní organizace

Úvod

V posledních letech se geneticky modifikované plodiny a potraviny znovu vrací do zájmu médií a společnosti. Je to dané hlavně následujícími skutečnostmi: v mnoha státech znovu otevíraným tématem „GMO labelingu“, tzv. označování potravin a produktů za GMO – free a naopak, nabídnutím protipólu ke stále větší popularizaci tématu ekologického zemědělství a publikováním nových výzkumů týkajících se dopadů na životní prostředí a zdraví člověka hlavně ve spojení s rozvojovými zeměmi. Tato tematika je provázena velkým množstvím kontroverzí, dohadů, zatajováním informací, „zjitřenými“ emocemi, boji o moc, popř. uznání a velkým počtem zainteresovaných sektorů ve společnosti. Zemědělství jako „hlavní motor rozvoje“, sektor s nejvyšší globální zaměstnaností a jako zdroj potravinové bezpečnosti nejen v zemích globálního jihu a také je jedním z nejvíce diskutovaných sektorů. Dalším je sektor technologický přinášející inovace a vědecký rozvoj a právě GMO je tématem, které propojuje oba tyto velmi diskutované sektory takovým způsobem, že následky této diskuze mají velký vliv na všechny sektory společnosti. Je to způsobeno skloubením následujících témat v kontroverzním tématu GMO: politické, společenské ekonomické, etické a morální otázky týkající se implementace GMO, otázky týkající se práva zemí globálního severu brát do svých rukou rozhodnutí mající globální důsledky pro země globálního jihu, otázky týkající se technologického rozvoje a jeho vlivu na životní prostředí budoucích generací, otázky týkající se neznámých rizik provázející nové technologie, otázky odpovědnosti za možné důsledky její implementace a mnohé další. Ačkoli biotechnologie včetně GMO v samy o sobě bezesporu obsahují obrovský potenciál, odkrývají zranitelnost společnosti a skrývají mnoho rizik, které se na základě budoucích rozhodnutí mohou změnit buď v rozvojové příležitosti a nebo závažná ohrožení týkající se potravinové bezpečnosti, stability jednotlivých zemí, životního prostředí a lidského zdraví.

Cesta k vyřešení tohoto komplikovaného kontroverzního tématu je „běh na dlouhou trať“, kterou nelze vyřešit bez zvážení všech možných důsledků a implikací do budoucnosti a také bez zapojení veškerých zainteresovaných skupin do diskuze.

Cíl a metodika práce

Cílem této práce je popsat a analyzovat geneticky modifikované plodiny a potraviny jak obecně tak v kontextu problematiky týkající se rozvojových zemí. Práce se zaměřuje na analýzu konceptu GMO, na jednotlivé aspekty (politické, právní, ekonomické, technické, sociální, zdravotní a environmentální) týkající se geneticky modifikovaných plodin a potravin a jejich vlivu na rozvojové země.

První kapitola obecně představuje téma geneticky modifikovaných organismů. Nejprve definuje geneticky modifikované organismy, jak z pohledu legislativního tak z pohledu biologického, poté se zabývá historií vzniku GMO, jež je pod jménem genová revoluce spojen s dalšími třemi zemědělskými revolucemi.

Druhá kapitola se věnuje procesu vytváření GMO. Obsahuje vyčerpávající popis různých metod výroby GMO a v další části se věnuje podrobnému popisu vzniklých vlastností a jejich možných implikací pro rozvoj.

Třetí kapitola je z hlediska tématu diplomové práce nejvýznamnější. Věnuje se podrobné analýze nejprve vnitřních vlastností vlastních GMO dle několika vybraných aspektů a poté analýze vnějších vlivů. Ta popisuje jednotlivé politické, ekonomické, sociální a technologické vnější skutečnosti mající zásadní vliv na geneticky modifikované plodiny a potraviny.

Čtvrtá kapitola je věnována souhrnné analýze předchozích zjištění a jejich zařazení do silných a slabých stránek plynoucích z vnitřního nastavení GM plodin a potravin a také příležitostí a hrozeb plynoucích z vnějšího prostředí v kontextu rozvojových zemí.

Poslední pátá kapitola představuje popis zkušenosti rozvojových zemí s GM plodinami a potravinami a jejich implikacemi pro ně. Tato kapitola se zaměřuje především na specifické zkušenosti Indie.

Pro tvorbu této práce byly použity metody rešerše, kompilace a analýzy dat. Jako hlavní zdroje informací sloužily především knihy, specializované reporty mezinárodních organizací a institucí a aktuální vědecké články, jež se zabývají tematikou geneticky modifikovaných plodin a potravin v jejich různých aspektech.

1. Definice GMO a jeho historický vývoj

Theodore William Schultz, americký ekonom a nositel Nobelovy ceny z roku 1979 za „průkopnický výzkum ekonomického rozvoje se zvláštním zřetelem na problémy rozvojových zemí“, jasně vyjádřil, že jen málokterý z chudých může začít proces moderního ekonomického růstu, dokud nebudou naplněny jeho základní substinenční potravinové potřeby. A právě proto je potřeba „nové agrární revoluce“ – vyšší produktivity skrze technologickou změnu a spravedlivější rozdělení (FAO, 2012; Barret, 2011).

“Most of the people in the world are poor, so if we knew the economics of being poor, we would know much of the economics that really matters. Most of the world’s poor people earn their living from agriculture, so if we knew the economics of agriculture we would know much of the economics of being poor” (Schultz 1980, s.639).

Podle Murphyho (2007) je úspěch moderního zemědělství v nasycení stále rostoucí lidské světové populace často velmi podceňován. Během posledních tří set let se lidská populace zvětšila desetinásobně a skoro čtyřnásobila jenom v posledním století. Nebývalý nárůst populace by nebyl možný, pokud by se také nenavýšila produkce potravin v zemědělství. Toto bylo umožněno zabíráním nové půdy, přijímáním a zaváděním nových zemědělských technik a technologií a výrazným nárůstem zemědělské a rostlinné produktivity díky zavádění pesticidů, hnojiv, insekticidů a výnosnějších plodin. A zdá se, že i přes nepředvídatelně se navyšující populaci se podařilo navýšit produkci potravin na hlavu o 40 % ve srovnání se situací před padesáti lety. To však neznamená, že lokálně např. v Asii a Africe nedošlo v průběhu dvacátého století k několika hladomorům.

Proto bych se v této kapitole chtěla věnovat všem agrárním revolucím, které se udály od začátku věku člověka na naší planetě a jejich vlivu na lidské pokolení.

1.1. Co je GMO

Pojem GMO z biologického pohledu zahrnuje takové organizmy, jejichž genetický základ byl úmyslně pozmeněn vnesením či vyjmutím nějakého genu/ů (Dvořák, et al., 2006).

Podle zákona č. 346/2005 Sb. je geneticky modifikovaný organismus (GMO) definován jako takový organismus (mikroorganismus, rostliny, živočichové aj. mimo člověka), jehož dědičný materiál byl změněn přímou a záměrnou genetickou modifikací. Tzn. GMO je organismus, kterému byl cíleně změněn dědičný materiál takovým způsobem, kterého nelze dosáhnout přirozenou cestou – křížením, šlechtěním nebo ozářením.

Přímé a záměrné genetické modifikace lze dosáhnout dvěma následujícími způsoby:

- 1) do DNA příjemce vložíme cizí DNA segment/charakteristiku (tzv. transgen),
- 2) nebo naopak vyjmutím nežádoucího DNA segmentu/charakteristiky (tzv. knock-out) či jejím omezením (tzv. knock-down).

Můžeme tedy říci, že výsledkem genetické modifikace je buď získání nové vlastnosti, nebo potlačení nežádoucí vlastnosti (Zákon č. 346/2005 Sb.; Dvořák, et al., 2006).

Techniky zasahující do DNA a vedoucí k umělé tvorbě geneticky pozmeněných buněk či organismů se nazývají *genové inženýrství*. Výsledkem takovýchto změn je vznik nových modifikovaných genomů, transgenních organismů, jež by se v přírodě za normálních okolností nemohly vyskytnout (Haltford, 2006; Dvořák, et al., 2006).

Nyní, když jsme si definovali GMO, se vrátíme o krok zpět, abychom mohli začít od začátku. Kyselina deoxyribonukleová, tzv. DNA, byla poprvé objevena v roce 1869 Friedrichem Miescherem, avšak její struktura byla zjištěna až za dalších 84 let. V roce 1953 James Watson a Francis Crick vytvořili první model struktury DNA analýzou rentgenových krystalografických snímků připravených Maurice Wilsonem a Rosalind Franklinovou, za což jim všem byla udělena Nobelova cena. Právě pro svoji eleganci se struktura DNA stala ikonickou. Její makromolekula se skládá ze dvou vláken a každé z nich je tvořeno řetězcem nukleotidů skládajících se z cukru deoxyribózy, jedné z organických bází (adenin, guanin, cytosin a thymin), a fosfátové skupiny. Tato dvě vlákna jsou spojena vodíkovými můstky mezi dvěma organickými bázemi a tím se vytváří tzv. dvoušroubovice DNA. DNA může být různě dlouhá, od dvou metrů u člověka po několik set mikrometrů u virionů, avšak úsek DNA kódující

vlohu/vlastnost organismu se vždy nazývá gen, i když má jinou délku. A právě s těmito segmenty kódujícími vlastnosti pracuje genové inženýrství (Haltford, 2006).

Objev struktury DNA doslova „nakopl“ vědeckou komunitu k hledání nových možností, jak vložit do organismů nové vlastnosti, které by směřovaly k jejich lepšímu a komerčnějšímu využití. V roce 1972 biologové z Univerzity Stanford jako první zdárně přenesli izolované geny žabí DNA do bakterie *Escherichia coli*, která na základě vložených genů vytvořila žabí bílkovinu (Drobník, 2007). Po prezentování nového objevu na konferenci nová epocha molekulární biologie a genového inženýrství mohla začít. Do roku 1983 biologové jak z Monsanto, tak z Washingtonské Univerzity uspěli v přenášení cizích genů do rostlin a právě na základě tohoto „úspěchu“ vznikly první takzvané transgenní či geneticky modifikované rostliny. První zemí, která začala komerčně pěstovat GM potraviny v roce 1988 překvapivě nebylo USA, ale Čína se svým tabákem odolným vůči viru tabákové mozaiky. USA si počkalo na svou premiéru až do roku 1994, kdy na trh uvedlo svou první GM potravinu – rajče „Flavr Savr“ s prodlouženou životaschopností, rozumějte jako odložené hnití (Stone, 2010). V několika následujících letech byly na trh uvedeny další modifikace, které mohou být rozděleny na tři generace podle doby jejich vzniku od nestaršího po nejmladší a také dle typu modifikací, jež přinesly. První generace byla především určena pro zemědělskou produkci a přinesla především odolnost vůči herbicidům či/a škůdcům a odolnost vůči virovým chorobám. Druhá generace GM rostlin pokračovala v podpoře zemědělské produkce modifikacemi, které přinášely zvýšenou odolnost k abiotickým stresům, tj. suché podmínky, zasolené půdy, chladné podnebí či nedostatečné světelné podmínky. Třetí generace se více zaměřuje na spotřebitele, jelikož mění vlastnosti konečného, tak že má vyšší nutriční hodnotou, či obsahuje větší množství vitamínů např. „zlatá rýže“ s vyšším obsahem vitamínu A. Další generace by se měly zaměřovat na jedlé vakcíny, ekologicky výhodné rostliny, náhradu fosilních paliv či suroviny pro průmysl (Stratilová, 2012).

Největším producentem a pěstitelem je USA se 70,1 milióny hektary půdy používané právě k pěstování geneticky modifikovaných potravin jako sója, kukuřice, bavlna, řepka olejka, papája, melounu a cukrové řepy. Se 40,3 milióny hektary půdy následuje Brazílie, dále Argentina s 24,4 milióny ha, poté Indie a Kanada s 11 miliony ha, Čína pouze se 4,2 miliony hektarů a mnohé další země, jejichž podíl GM potravin už není tak závratný (James, 2013).

1.2. „Čtvrtá (zemědělská) revoluce“

Podle Nortona et al. (2006) lze agrikulturní vývoj rozdělit na čtyři velká období, jež oddělují tři mezníky aneb revoluce. Každá z těchto rychlých a radikálních změn, které se staly v zemědělství se liší především využívanými technologiemi a změnami v sociálním uspořádání společnosti. A také můžeme říci, že v každé z těchto revolucí hospodářsko--technologické inovace, snaha o zajištění potravin pro rostoucí populaci a změna klimatu hrály hlavní roli.

Ráda bych tyto tři mezníky rozšířila o další revoluci, takzvanou genovou. První zemědělská revoluce se vyčerpala za více než tisíciletí, druhé to však trvalo pouze tři sta let a té třetí pár desítek let. V dnešní době zrychlených informací se nám prostě a jednoduše mohlo stát, že čtvrtá revoluce nastala, tak rychle, že jsme si toho ani nestačili všimnout a tím pádem nám zelená i genová revoluce splývají.

1.2.1. Neolitická revoluce

Pleistocénní doba ledová skončila a oteplení klimatu s sebou přineslo první zemědělskou revoluci. Paleolitičtí lovci a sběrači ze začátku nepěstovali obiloviny, ale náhodně sbírali zrní divokých obilovin, které každé léto hojně uzrávalo. Avšak s postupným oteplováním klimatu se obiloviny staly čím dál častější plodinou a tehdejší lovci a sběrači na ně naráželi mnohem častěji a tudíž se s ní mohli více seznámit.

Obiloviny se staly velmi významnou součástí jejich jídelníčku právě po objevení nových možností jejího zpracování (např. drcení a pečení). Zařazení drcených obilovin do jídelníčku přineslo několik zásadních změn: (1) snížení frekvence lovu a (2) zvýšení délky dožití, což vedlo k umožnění předávání „zemědělský“ znalostí mezi generacemi a zároveň umožnilo rozdělení pracovních povinností mezi více dospělých jedinců.

S navýšením množství času, který nebylo nutné investovat do zaopatřování jídla, se otevřely nové možnosti lidské kreativitě – zemědělských nástrojů, např. srpu, který umožnil rychlejší sklizeň a tím i zajištění dostatku jídla na zimu. Postupem času se tehdejší obyvatelstvo přeorientovalo na primitivní zemědělské techniky např. žďáření, a také začalo usměrňovat reprodukci nejvýhodnějších rostlin - takový typ divokých obilovin, který jim nejvíce vyhovoval, tj. měl největší odolnost, byl nejchutnější, měl největší zrno aj.

Se zvýšením kvality a výnosnosti rostlin bylo nutné zajistit si „výpomoc“ s obděláváním polí, tudíž se tehdejší obyvatelé začali poohlížet po zvířatech, která by byla dostatečně silná na jedné straně a na straně druhé dostatečně přátelská. Takto

začala postupná domestikace zemědělských zvířat, která později vyústila v účelný chov a výběr zvířat, která měla kýžené charakteristiky (byla přátelská, odolná vůči nemocem atd.). S touto postupnou a drastickou změnou způsobu života a obživy, jež člověk nepředpokládal ani neplánoval, se také zvýšila porodnost a tím došlo k navýšení počtu obyvatelstva (Svizzero a Tisdell, 2014; FAO, 2003; Murphy, 2007).

1.2.2. „Agroindustriální revoluce“

Po období „temného“ středověku, kdy byla společnost i rozvoj věd a zemědělství pod pevnou rukou církve a po konci takzvané „malé doby ledové“ během 16. a 17. století v severozápadní Evropě velmi zvolna proběhla změna paradigmatu. To se posunulo z velmi eratických, lokálních a z dlouhodobého hlediska často velmi neefektivních empirických snah o zlepšení agronomie a šlechtění rostlin, na aktivní výzkum rostlinného růstu a reprodukce podpořený publikováním těchto zjištěním a jejich následnou implementací. Byla to předzvěst éry vědeckého šlechtění rostlin, tj. vědomá, záměrná identifikace a výběr specifických kvalit/znaků vědcem v organismu a jejich křížení za účelem vzniku rostlinných potomků s právě tímto vybraným znakem. Takovéto vylepšení plodin bylo hlavním cílem nově rostoucí střední podnikatelské třídy, protože ona sama velmi často vzešla právě ze zemědělského prostředí.

Rostoucí střední třída se stala hlavním motorem inovací, které zlepšily používání zemědělských nástrojů a vybavení, zmodernizovaly metody zemědělské práce (čtyřpolní zemědělství aj.) a celkově zefektivnily organizaci zemědělství (způsoby skladování, distribuce aj.). Také dorazily nové plodiny z Ameriky (kukuřice, brambory), byla zavedena nová hnojiva a díky novým zákonům a privatizaci byla polička zkonsolidována na větší plochy, které byly snadněji obdělávatelné velkými stroji. Záslouhou vědeckého snažení byly vyšlechtěny nové druhy pšenice, rýže a kukuřice, které farmáři zkřížili s odrůdami, které byly přizpůsobeny specifickému regionu, klimatu a půdě. Výsledkem tohoto procesu, vyšší gramotnosti obyvatelstva a zavedených inovací se zemědělská produkce posunula za samozásobitelství – zvýšené výnosy ze zemědělství dovolily přesun obyvatelstva do měst a jejich postupnou industrializaci. Průmyslová revoluce jdoucí z měst průběh druhé zemědělské revoluce také zpětně zrychlila (stroje nahradily práci zvířat a lidí). Celý tento proces agroindustrializace vedl k výrazným potravinovým přebytkům a dalšího nárůstu počtu obyvatelstva (Muneeruddin, 2010; Nardinelli, 2008; Murphy, 2007).

1.2.3. Zelená revoluce

Když vezmeme v potaz posledních 150 let, prakticky všechny vědecké zemědělské metody a technologie, které byly vyvinuty ve 20. století byly vyvinuty veřejným (buržoazním) sektorem. A právě šlechtitelé rostlin pocházející z veřejného sektoru byli zodpovědní za zelenou revoluci v šedesátých a sedmdesátých letech dvacátého století, které je podle Nortona et al (2006) posledním mezníkem agrikulturního vývoje.

Základem moderní genetiky byly Mendlovy principy dědičnosti, které říkají, že jednotlivé vznikající vlastnosti jsou kontrolovány jen velmi malým počtem genů. Avšak šlechtitelé si velmi brzo uvědomili, že většina zemědělsky klíčových vlastností jako celkový výnos, kvalita zrna a odolnost vůči stresovým podmínkám, se velmi často chovají takovým způsobem, ze kterého vyplývá, že nepodléhají pouze jednoduchým Mendlovým zákonům. Tyto klíčové zemědělské vlastnosti jsou nejen regulovány několika různými geny, ale také v některých případech reagují s přírodními faktory, které mají výrazný vliv na celkovou charakteristiku vzniklých zemědělských plodin. Zprvu si vědci mysleli, že tento komplexní problém je naprosto nemožné vědecky vysvětlit, avšak s pomocí statistického přístupu, známého jako kvantitativní genetiky, se podařilo získat limitované množství informací, které vedlo k vylepšení vlastností zemědělských plodin a vzniku vysoce výnosných druhů pomocí hybridizace a metagenese (ozařování rostlin za účelem změny či potlačení vlastností). Hybrid je potomek geneticky rozdílných rodičů pocházejících ze dvou různých odrůd, avšak mnoho hybridů se nemůže rozmnožovat, a proto je nutné je vytvářet znovu a znovu pro každou generaci (Murphy, 2007).

Na začátku 60. let, v době maximálního růstu světové populace a hrozícího hladomoru v jižní Asii, byla do rozvojových zemí zavedena nová politická strategie, jež se vyznačovala transferem technologií (včetně hybridních rostlin), které byly vyvinuty a využívány v rozvinutých zemích, do zemí rozvojových. Jejím cílem bylo zvýšit produkci základních potravin v rozvojových regionech světa zavedením balíku technologických vstupů – umělých dusíkatých hnojiv, pesticidů, zavlažováním, vylepšené zemědělské technice a vysoce výnosných druhů plodin. Všechny tyto vstupy podporované nově vyšlechtěnými odrůdami nejvýznamnějších obilovin – kukuřice, rýže a pšenice, vedly ke zvýšení výnosů na jednotku plochy (FAO, 1999; Hazell, 2008).

Avšak i přes působivé výsledky hlavně v Asii a Mexiku, kde zelená revoluce krátkodobě pomohla zvýšit potravinovou bezpečnost (FAO, 2003), má i své stinné stránky. Jako příklady mohu uvést: snížení biodiverzity, vyčerpání půd, znečištění vodních zdrojů pesticidy, pouze nízké či negativní benefity pro drobné farmáře, snížení odolnosti úrody vůči přírodním úkazům (monokultury) aj. (Barbier, Conway, 1990).

1.2.4. Genová revoluce

Hybridizace aneb metoda přirozeného křížení vyšších rostlin, jak se dělo v rámci zelené revoluce má několik nedostatků. Za ten nejzávažnější lze považovat velkou časovou náročnost, protože vyšlechtění organismu s požadovanými vlastnostmi se může pohybovat i v desetiletích, což v dnešní době rychle měnících se okolností není žádoucí. Dalším nedostatkem je vliv přírodních podmínek, tzv. náhody, jež může být příčinou dlouhodobého neúspěchu. Tato špatná kontrolovatelnost konečného produktu spojená s časovou náročností a stále většího množství vynořujících se negativních následků zelené revoluce zejména v prve úspěšné jihovýchodní Asii, byly jedny z hlavních důvodů, proč vědci začali hledat novou a úspěšnější metodou (Roudná et al., 2008).

A právě z těchto důvodů v polovině devadesátých let došlo k mezirevolučnímu přechodu, když na scénu světového zemědělství vstoupila rostlinná biotechnologie a začala takzvanou druhou zelenou revolucí či revolucí genovou (Haltford, 2006). Genová revoluce je založena na genovém inženýrství, což lze popsat jako cílenou modifikaci genetického materiálu organismu za účelem získání nové charakteristiky, a to buď vložením transgenu, potlačením určité vlohy/genu či úplném vyjmutím genu (Doubková a kol., 2003). Na základě této definice můžeme jasně rozeznat rozdíl mezi tradičními způsoby modifikace, tj. šlechtění a křížení, které byly stěžejní metodou zelené revoluce, a vytvářením takzvaných transgenních organismů, jež jsou stěžejní metodou Genové revoluce (Atkins a Bowler, 2001).

V dnešní době jsou geneticky modifikované potraviny jedním z nejkontroverznějších témat vůbec. Proč? To se vám pokusím vysvětlit v následujícím odstavci.

Po druhé světové válce v rozvinutých zemích vzniklé produkcionistické paradigma, definované monokulturami, preferující kvantitu nad kvalitou, závisující na umělých hnojivech a energeticky náročném inženýrství, bylo až do nedávna dominantním světonázorem. Avšak nyní o toto místo soupeří dvě nová paradigma. Radikální a polarizovaný konflikt mezi ekologickým a vědecko-technologickým (zde patří

i GMO) paradigmatem je akcentován právě faktem, kdy oba tábory tvrdí, že právě jejich plodiny mají lepší zdravotní benefity a přinesou lepší budoucnost pro svět. Obě tato paradigmata jsou zakotvena v biologii, avšak liší se interpretací sociálních a biologických systémů takovým způsobem, že obě nabízejí radikálně odlišné pohledy na to: jak je naše jídlo produkováno, kdo ho produkuje, jak je prodáváno (otázky sociální spravedlnosti), kde je jídlo produkováno (lokální versus globální zdroje) a samozřejmě kde je místo potravin v lidském zdraví.

Vědecko-technologické paradigma pokračuje s monokulturní produkcí potravin a s ní spojenou globalizovanou komerční strukturou, nyní se však připojuje předpoklad, že právě využíváním tohoto paradigmatu by bylo možné nakrmit celý svět. Toto paradigma je velmi štědře podporováno nadnárodními korporacemi, státy i institucemi, v některých státech EU bylo zjištěno, že alespoň 80 % rozpočtu určeného na zemědělství je investováno na biotechnologie.

Marginalizované, ale stále populárnější ekologické paradigma (agroekologie) je také založeno na vědecké biologii, ale na rozdíl od vědecko-technického paradigmatu je více holistické, integrační a méně inženýrské. Je založeno na rozeznávání vzájemných závislostí, symbiotických vztahů a jemnějších forem manipulace, a to vše s cílem zachovat ekologickou rozmanitost. A právě chudí drobní farmáři v rozvojových zemích jsou jeho synonymem pro tradiční a udržitelné zemědělství, jakkoliv utlačování „top-down“ transferem technologií, které jsou spíše určeny pro velké zemědělce. „Top-down“ transfer technologií samozřejmě nikoho nenutí, aby si koupil nový traktor, ale jde spíše o preferovanou politiku státu. V tom smyslu, že vláda buď finančně zvýhodní právě ty zemědělce, kteří zavedou nové inovační technologie do svého hospodaření, nebo začne klást překážky tradičnímu způsobu hospodaření, ať už jako komplikace při vstupu na trh, či jako nemožnost sehnat původní hnojiva aj. (Herrera – Estrella a Alvarez – Morales, 2001; Lang a Heasman, 2004; McIntyre a kol., 2009).

Které z nich se stane hlavním světovým názorem? To je dosud nejasné. Avšak podle knihy Langa a Heasmana (2004) převládající vědecko-technologické paradigma má velmi velký vliv „na těch správných místech“, tzn. je podporováno velkými nadnárodními potravinářskými společnostmi, politickými činiteli a některými státy. Na druhou stranu ekologické paradigma je velmi populárním mezi médii a rozšířené mezi městskou i venkovskou populací, vyjma velkých zemědělských družstev. Které z předchozích paradigmat převládne, se dozvíme v průběhu času.

2. Tvorba geneticky modifikovaných organismů

V předchozí kapitole jsem definovala GMO, zlehka jsem Vás uvedla do problematiky geneticky modifikovaných organismů, jejich historie a také paradigmat, jež se tohoto tématu týkají. V této kapitole bych se chtěla podrobněji věnovat tvorbě GMO, avšak pouze na takové úrovni, jež bude většinou srozumitelná. A také bych se v této kapitole chtěla více zaměřit na vlastnosti, jež vznikly pomocí genetického inženýrství.

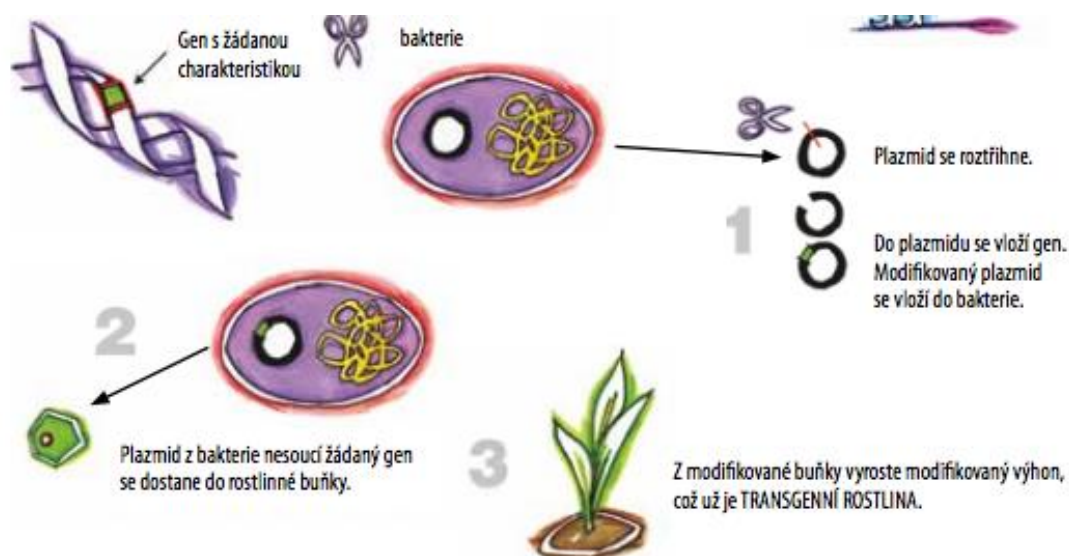
Základním aspektem tvorby geneticky modifikovaných organismů je umělá genetická modifikace, tzn. přímá a záměrná manipulace (změna) DNA, jež vede ke změně fenotypového projevu (získání nových charakteristik popř. vlastností). Tyto nové vlastnosti jsou získány vnesením jednoho či více genů, jejich umlčením či úplným vyjmutím za pomoci metod genového inženýrství. Tyto techniky vedou k umělé tvorbě geneticky pozměněných buněk či celých organismů, jež by za normálních okolností v přírodě nemohly vzniknout, pomocí přípravy a přenosu rekombinantní DNA do této buňky či organismu. Úprava genetické informace se provádí *in vitro*¹ za pomoci nástrojů na izolaci, stříhání a spojování úseků DNA. Jako příklad mohu uvést restriční endonukleázy² používané na štěpení, DNA ligázy³ na spojování a vektor⁴ jako přenašeč genů. Tvorba transgenního organismu popř. GMO (tzv. transgenoze) se skládá z následujících kroků: (a) izolace genu (sekvence DNA jak vektoru tak donorového organismu), (b) příprava rekombinantní DNA (štěpení DNA sekvence a spojení této sekvence s vektorem), (c) klonování rekombinantní DNA v buňce bakterie, (d) přenos cizího genu do genomu (veškerá genetická informace určitého organismu uložená v jeho DNA) organismu (Ondřej a Drobník, 2002).

¹ Lat. ve skle, v laboratorních podmínkách

² enzym štěpící DNA na specifických tzv. restričních místech

³ enzym sloužící ke spojování a opravám DNA

⁴ částice DNA, jež lze přenášet



Obr. 1 Transgenoze (Zdroj: Stratilová, 2014)

2.1. Přenos cizího genu do genomu organismu popř. rostliny

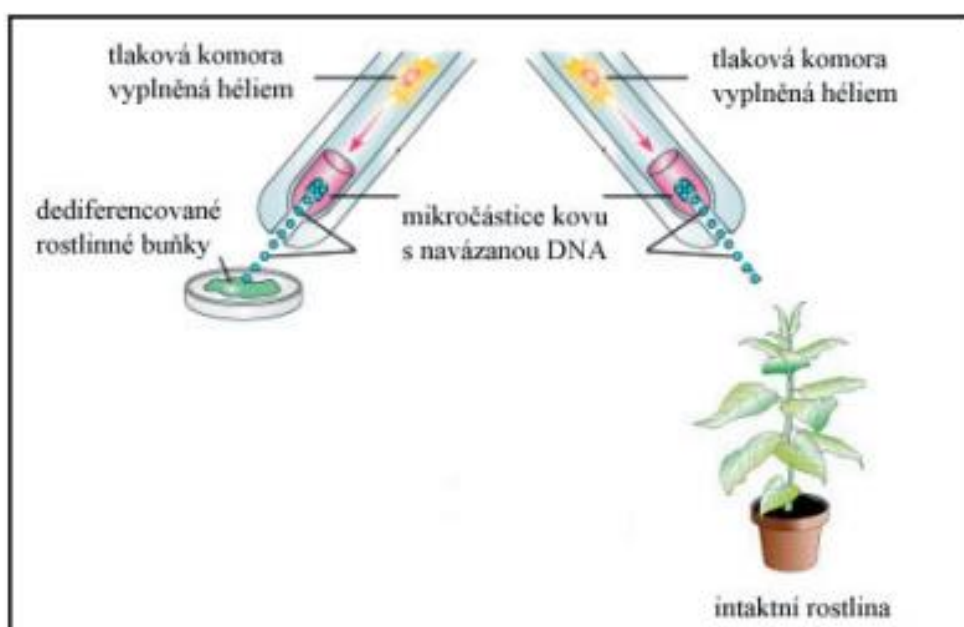
GM plodiny je možné produkovat mnoha možnými způsoby, ale mezi ty nejvýznamnější patří následující: transformace pletiv, transformace protoplastů, transformace chloroplastů, inokulace, biologický způsob přenosu (transformace prostřednictvím bakterií) a mechanický způsob přenosu (metody přímé genetické transformace).

Z předchozích postupů pro přenos cizího genu do genomu rostliny popř. plodiny se ale pouze dva z nich používají nejčastěji. Jsou to: biologický mechanismus využívající agrobaktérií a přímá metoda transformace používající mikroprojektily, přičemž průběh obou bude popsán detailněji v následujících odstavcích.

a) Přímé metody transformace aneb mechanický způsob přenosu

Mezi přímé metody transformace, jež probíhají bez použití bakterií, patří metody jako lipozomální zprostředkovaná transformace, elektroporace, biolistická metoda a mikroinjekce (přímý přenos DNA do protoplastu). Mezi neúčinnější způsob přímé transgenoze (mechanického přenosu), jež se používá hlavně u jednoděložných rostlin jako jsou oves, kukuřice, žito, pohanka, cukrová třtina, rýže ječmen apod., patří **biolistická metoda** používající mikroprojektily. Tato metoda, jež se také někdy nazývá metodou mikrobalistickou či mikrobombardování, se používá k vstřelování zlatých či wolframových

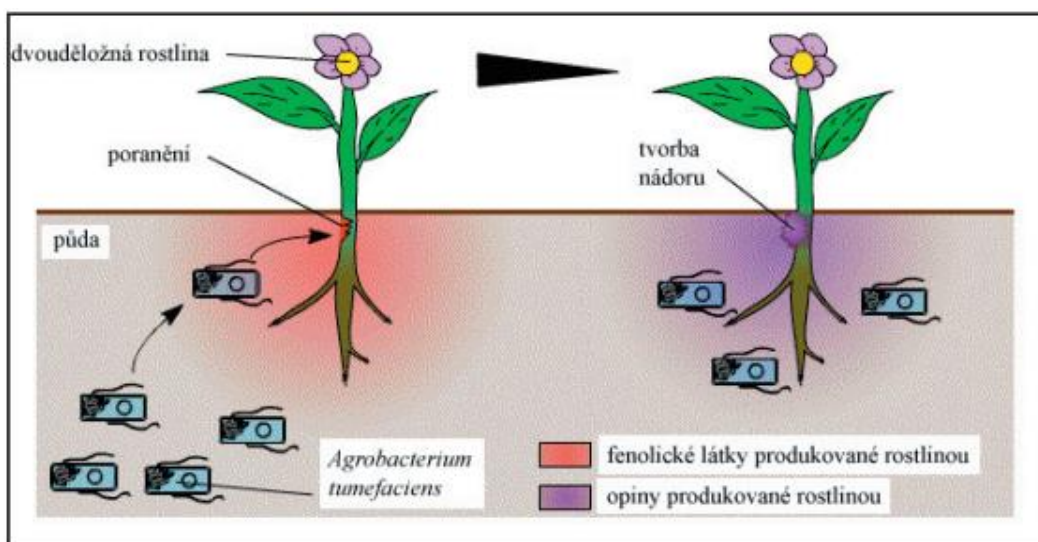
mikroprojektilů do pletiva rostlinných buněk umístěných ve vakuu. Již zmíněné mikroprojektily mají na svém povrchu vysráženou požadovanou sekvencí DNA (transgen), která je spolu s mikroprojektily vstřelována do rostlinného pletiva pomocí různých vysokotlakových zařízení. Pouze velmi nízké procento (5%) mikroprojektilů zasáhne svůj cíl – rostlinné jádro. A navíc pouze zlomku (2%) z nich se podaří integrovat cizí DNA do genomu rostliny. Na základě předchozího popisu je vidno, že nevýhodou této metody je nutnost speciální aparatury pro pletivové kultury, možná nedostatečná koncentrace DNA na mikroprojektilech a její malá úspěšnost (Gerats a kol., 1991).



Obr. 2 Princip biolistiky (Zdroj: MZE a ČZU, 2007)

b) Agroinfekce – biologický způsob transformace

Transformace rostlin pomocí bakterie **Agrobacterium tumefaciens** využívá její přirozené schopnosti přenést vlastní geny do genomu rostliny za pomoci svých Tiplazmidů. Tato půdní bakterie v přirozeném prostředí napadá poraněné rostliny a včleňuje do nich své geny. V předchozí větě zmíněné geny rostlinu stimulují v nadměrném buněčném dělení (vzniku nádoru) a také ke vzniku neobvyklých aminokyselin – opinů – sloužících k zásobování bakterií vybranými živinami (uhlík a dusík) (Chloupek, 2000).



Obr. 3 Bacterium tumefaciens přenáší své geny (Zdroj: MZE a ČZU, 2007)

Agrobacterium tumefaciens vkládá část své DNA do genomu rostliny a ve svém konečném důsledku způsobuje u rostliny vznik krčkového nádoru těsně nad povrchem země. Tato do rostliny vložená DNA se nazývá transferovaná DNA či T-DNA. Právě ona je při procesu umělé transformace nahrazena novými geny s požadovanými charakteristikami, jež jsou spolu s regulační částí pro jejich expresi využívány pro konstrukci vektorů (Halford, 2006). Přenos požadované vlastnosti (genu) je prováděn pomocí integrovaného nebo binárního (dvojitého) vektoru. Rekombinací plazmidu z *Escherichia coli* (bakterie střevní mikroflóry) s T-DNA obsahující požadovaný gen a Ti-plazmid, jež už neobsahuje hormony pro vytváření nádoru, vzniká integrovaný jednoplazmidový vektor. Binární vektor na druhou stranu vzniká rekombinací dvou plazmidů – první z nich obsahuje T-DNA a ten druhý nosnou virovou součást (Stratilová, 2014).

Biologická transformace pomocí T-DNA je převážně používána pro dvouděložné a některé krytosemenné rostliny, ale postupem času se v menším objemu začala používat pro některé jednoděložné rostliny (Ondřej a Drobník, 2002).

Aby vůbec mohla proběhnout úspěšná biologická transformace je nutno naplnit následovně specifikovaná kritéria: (1) způsob zanesení DNA musí být efektivní, (2) cílové pletivo musí mít schopnost regenerace nebo rozmnožování, (3) celá tato technika je u daného druhu plodiny nákladově efektivní a (4) obnovení plodnosti transgenních rostlin daného druhu je do určité míry možná (Newbury, 2003).

Srovnání těchto dvou metod přenosu cizího genu do genomu plodiny se bude věnovat následující odstavec. Metoda agroinfekce má oproti mechanické transgenozí: mnohem větší procento úspěšnosti, mnohem menší riziko umlčení exprese genu a navíc s pomocí této metody lze přenášet mnohem delší úseky DNA s mnohem menším počtem jejich kopií (Ondřej a Drobník, 2002). Obecně se tedy dá říci, že pokud je biologická transgenoze u daného rostlinného druhu účinná, je mnohem vhodnější a výhodnější než jakákoliv mechanická translace. A právě z tohoto důvodu se při tvorbě GMO rostlin a plodin využívá hlavně biologický způsob transformace.

2.2. Vzniklé vlastnosti GM plodin a potravin

Na základě předchozí podkapitoly je již jasné, jakým způsobem vznikají geneticky modifikované plodiny a potraviny. Na otázku proč vlastně vznikají, je mnoho odpovědí, ale ta první, která většinou přijde na mysl je – pro jejich praktické využití v zemědělství. O dalších důvodech vzniku GM rostlin a plodin svědčí jejich rozdělení do následujících generací na základě jejich vložených vlastností.

První generace GM rostlin a plodin obsahuje především odrůdy výhodné pro zemědělskou produkci. Nejvíce používané a známé jsou především plodiny odolné vůči virovým onemocněním, některým herbicidům a hmyzím škůdcům. Plodiny této generace podle Doubkové a Ovesné (2005) přinášejí nové vlastnosti, jež prodlužují jejich životnost a snižují nároky na používání herbicidů a pesticidů nejméně o 30 %, což prospívá nejen životnímu prostředí, ale i snižuje peněžní nároky na pěstitele a pro spotřebitele.

GM plodiny *druhé generace* jsou takové plodiny, jež jsou odolné či snesou větší chlad a sucho, zasolenou půdu popřípadě nedostatek světla. Tyto abiotické stresy mohou představovat až 70% ztrátu z výnosu zemědělských plodin, a proto ministerstvo zemědělství České republiky (2014) ve své publikaci uvádí, že druhá generace je také přednostně výhodná pro zemědělce.

Do *třetí generace* transgenních plodin patří GM plodiny rostliny s upravenými výstupními vlastnostmi, které na rozdíl od předchozích dvou generací mají přímé výhody pro konzumenty. Plodiny této generace takzvané plodiny s vyšší nutriční hodnotou mají výhodnější složení mastných kyselin, upravený obsah vitaminů, obsahují deficitní aminokyseliny apod., příkladem může být zlatá rýže se zvýšeným obsahem

vitamínu A či plodiny sloužící jako bioreaktor k produkci jedlých vakcín, léčiv, enzymů, protilátek apod. pro farmaceutický průmysl (Bednář, 2000).

Následující *čtvrtá generace* GM plodin jsou transgenní plodiny, jež jsou pěstované jako ekologicky výhodné suroviny pro některá průmyslová odvětví. Příkladem mohou být ekologické plasty, které by byly snadno rozložitelné půdními bakteriemi (Custer a kol., 2006).

Poslední tzv. *pátou generací* jsou GM plodiny, které jsou pěstované pro výrobu etanolu a bionafty jako náhrada či doplněk fosilních paliv. A jelikož USA je největším konzumentem fosilních paliv a nafty, neustále se snaží hledat alternativy k této své závislosti. USA v současné době řeší tento svůj problém výrobou alternativních pohonných hmot (bionafty) ze zhruba 17 milionů tun geneticky modifikované kukuřice ročně (Čuba a Hurta, 2004).

Z uvedených generací GM plodin jsou v současnosti nejvíce používané a dostupné zemědělcům na světovém trhu především transgenní plodiny první až třetí generace. GM rostliny vhodné pro průmyslové zpracování na trhu prozatím volně na trhu nalézt nelze. Avšak výzkum transgenních plodin včetně hledání možných inovací všech pěti generací nadále pokračuje (Stratilová, 2014; Doubková a Ovesná, 2005).

Vycházejíce z předchozího rozdělení do generací bych se v následujících podkapitolách chtěla detailněji věnovat vybraným získaným vlastnostem transgenních rostlin.

2.2.1. GM plodiny s tolerancí vůči herbicidům

V zemědělství se nejčastěji používají chemické substráty na selektivní hubení hmyzích škůdců a na selektivní hubení plevelů. Tyto chemické substráty jsou samy o sobě poměrně nákladné, je nutné kombinovat pro specifické druhy plevelů a hmyzu, musí se aplikovat několikrát za plodné období a mají poměrně vysokou toxicitu. Jejich vysoká toxicita nepříznivě ovlivňuje okolní životní prostředí, včetně hubení popřípadě otravy v okolí žijících živočichů a rostlin, a také může mít negativní vliv na lidské zdraví. Například farmáři ze zemí globálního jihu, jež musí manipulovat s těmito vysoce toxickými substancemi, často postrádají nutné ochranné pomůcky, ať z důvodu, že nejsou k dispozici či jsou velmi nákladné. Jelikož tito farmáři většinou nemají přístup k informacím o jejich správném dávkování či potřebných ochranných limitech pro životní prostředí, také tyto chemické substráty nesprávně aplikují. Navíc kvůli nedostatku informací farmáři též velmi často nedostatečně skladují tyto toxické

chemické substráty a opětovně využívají jejich starých kontejnerů na skladování potravin a vody. Podle zprávy ILO a WHO (2013) týkající se pracovních úrazů a nemocí používání pesticidů a herbicidů způsobuje ročně až 70.000 úmrtí na otravu a nejméně sedm milionů případů akutních a dlouhodobých nemocí způsobených otravou. A právě z těchto důvodů jsou GM rostliny a plodiny s tolerancí vůči herbicidům a hmyzím škůdcům, ať již samostatně či kombinovaně, snižující nutnost používání chemického ošetření nejpoužívanějšími GM plodinami obecně (Stratilová, 2014).

Strategie těchto plodin je velmi jednoduchá – transgenní plodina obsahující gen, který jí umožňuje tolerovat široké spektrum herbicidů (zkráceně HT – herbicide tolerant) v kombinaci se specifickým herbicidem (stejně firmy jako je GM plodina), který zabíjí veškeré rostliny, jež nenesou tento gen pro toleranci vůči herbicidům. Mezi herbicid tolerantní plodiny patří například transgení rostliny třídy Roundup Ready od firmy Monsanto. Tato modifikace se nejvíce užívá v následujících plodinách – kukuřici, sóji, bavlníku a řepce.

Široko spektrální (popř. totální) herbicid firmy Monsanto tzv. Roundup byl představen na trhu v roce 1974 a od té doby byl používán farmáři a zahrádkáři k odstranění plevelu z polí či cest. Roundup obsahuje účinnou složku *glykofosát*, která blokuje pouze enzym rostlin (5-enolpyruvylšikimát-3-fosfát syntáza – EPSPS) zodpovědný za vytváření aromatických aminokyselin⁵. Zablokovaný enzym tudíž netvoří další aminokyseliny, a to vede ke zmenšení růstu rostliny a jejímu postupnému zahynutí. První vyvinutá HT GM plodina byla sója s tolerancí vůči glykofosátu. Čehož bylo docíleno vložením *EPSPS genu* z bakterie *Agrobacterium tumefaciens* pod kontrolou viru žilkové mozaiky květáku. A jelikož bakteriální EPSPS není ovlivnitelná glyfosátem (je to bakterie ne rostlina), tak rostliny nesoucí tento transgen mohou nadále produkovat aromatické aminokyseliny, i přesto že jejich vlastní EPSPS je zablokována herbicidem (Halford, 2012).

2.2.2. GM plodiny s odolností k hmyzím škůdcům

Jak již bylo zmíněno v předchozí podkapitole odolnosti k hmyzím škůdcům je druhou nejvyužívanější genetickou modifikací. Plodiny odolné vůči hmyzím škůdcům takzvané Bt-plodiny obsahují gen z bakterie *Bacillus thuringiensis* pro vytváření *Cry toxinů* mající insekticidní účinky pouze v zažívacím traktu hmyzu (Doubková a Ovesná,

⁵ základní stavební jednotka bílkovin

2005).

Výhodou Bt-plodiny je její selektivní toxicita, tzn. že zvolením jiného kmene bakterie *Bacillus thuringiensis* produkujícího jiné druhy bílkoviny na vytváření Cry toxinů zvolíme také čeled' hmyzu na niž toxicita působí. Například CryI bílkoviny jsou efektivní proti housenkám motýlů a můr a CryIII bílkoviny jsou efektivní proti broukům atd. (Halford, 2012).

Podobně jako u glykofosátu, Bt znali farmáři několik desítek let před jejím zavedením jako GM plodiny, jako pesticid ve formě granulí, prášku, vodního či olejového postřiku. Avšak zásadním problémem těchto postřiků byla jejich vysoká finanční nákladnost a fakt, že jsou snadno smyty deštěm či zničeny slunečním zářením (Stratilová, 2014). Tudíž vědecká komunita byla podporována k vymyšlení inovativních způsobů, jež by byly odolnější vůči vnějším vlivům, a vědci tedy po desetiletích bádání přišli s transgenní Bt-plodinou. Jejíž úspěšnost závisí na účinnosti Bt toxinu proti škůdcům, kteří v dané oblasti převládají. Například v případě bavlny Bt toxin kontroluje tři hlavní škůdce – makadlovku bavlníkovou, černopásku bavlníkovou a *Heliothis virescens*. Pozitivním výsledkem využívání Bt-plodin je snížení používání pesticidů o 77 %, ale nevýhodou je, že u hmyzích škůdců napomáhají vzniku mutace pro rezistenci na toxin (Ondřej a Drobník, 2002).

2.2.3. GM plodiny s oddáleným dozráváním (prodlouženou čerstvostí)

Za normálních okolností je nutné sbírat plodiny, když ještě nejsou zralé, aby byly včas doručeny ke spotřebitelům. Tyto plodiny, nejčastěji ovoce a zelenina dozrávají ve skladech, při převozu nebo až na pultech obchodů a ke konzumentům se tedy o dostávají bez plnohodnotné chuti, vůně a šťavnatosti. GM plodiny s prodlouženou čerstvostí jsou snem každého distributora a zemědělce, protože zvyšují jejich odolnost vůči otlučení v rámci transferů od zemědělce ke spotřebiteli a protože prodlužují jeho životnost. Tudíž tyto plodiny jsou sklizeny až když jsou zralé a na pulty obchodů se ovoce a zelenina dostane úplně zralá, ale stále pevná, šťavnatá a voňavá (Custers a kol, 2006).

První geneticky modifikovanou plodinou vůbec uvedenou na trh bylo rajče typu „*Flavr Savr*“ vyvinuté firmou Calgene a poté přejato firmou Monsanto v USA v roce 1994. Rajče typu „*Flavr Savr*“ bylo nejen první GM plodinou uvedenou na trh, ale i první transgenní plodinou s prodlouženou čerstvostí. Pevnost rajčete určuje množství

obsaženého pektinu v buněčné stěně, avšak v průběhu zrání dochází k rozkladu tohoto pektinu enzymem zvaným polygalakturonáza (PG). Rajče Flavr Savr ve svém genomu obsahovalo anti-sense (čtenou v protisměru) konstrukci genu pro polygalakturonázu s 35S-promotorem, která po dozrání rajčete umlčela původně funkční gen pro vytváření PG enzymu. Flavr Savr si tudíž ponechal svou pevnou konzistenci o něco déle (Stratilová, 2014, Ondřej a Drobník, 2002). První transgenní rajče s prodlouženou čerstvostí bylo moučné, s kovovou chutí a z důvodů jeho velmi křehké kůže se dalo velmi obtížně přepravovat. Z těchto důvodů ho američtí spotřebitelé odmítl (Pusta, 2012). Flavr Savr tedy nebyl komerčně úspěšný a velmi brzo po uvedení byl stažen z trhu. Nicméně od jeho stažení se různé další konkurenční skupiny pokoušely vyrobit GM plodiny s prodlouženou životností jinými způsoby. Některé z nich na čas uspěly, další byly nuceny stáhnout své výrobky kvůli problémům s patentem, jiné sice vyvinuly technologii avšak bez uvedení na trh apod. Vývoj a zavedení tohoto typu GM plodin je omezený regulacemi, názorem veřejnosti a otázkou profitability (Halford, 2012).

2.2.4. GM plodiny s odolností k virovým onemocněním

GM plodiny s tolerancí vůči herbicidům a s odolností k hmyzím škůdcům jsou plodiny, které dominují trh s biotechnologiemi. To však neznamená, že některé další vlastností nebyly úspěšně využity v jiných plodinách a v jiných regionech. Příkladem těchto jiných biotechnologií je odolnost vůči virovým onemocněním. GM plodiny s touto modifikací se v devadesátých letech začaly vyrábět ze stejného důvodu jako ty předchozí – zvýšení zemědělské produkce. Nepříjemným faktem je, že plodiny napadené virem, jsou oslabené a tedy citlivější k bakteriálním a houbovým infekcím, které mohou způsobit ztráty na rostlinné produkci až o 15 % (Ondřej a Drobník, 2002).

Existuje několik způsobů jak vyrobit geneticky modifikovanou plodinu odolnou vůči virovým onemocněním. První možností je využití faktu, že pokud byla plodina v minulosti napadena méně virulentním kmenem viru a ve zdraví ji překonala, vytvoří si rezistenci proti opětovnému napadení stejným či příbuzným virulentním kmenem viru. Z tohoto důvodu se do plodiny zavádí transgen kódující produkci bílkoviny virového obalu, jež dokáže plodinu ochránit zhruba před 80 % fytopatogenních virů (Chloupek, 2000). Další možností je využití reality, že většina rostlinných virů si nese svoji genetickou informaci ve formě jednovláknové RNA. Transgenní rostlina tedy obdrží gen s DNA, který se přepisuje ve formě anti-sense (čtenou v protisměru) vůči RNA viru. Což ve svém konečném důsledku způsobí, že plodina obsahující tento transgen je

schopná zablokovat aktivitu virových genů a k virové infekci nedojde (Halford, 2012; Válková, 2007).

Někteří molekulární genetici zabývající se odolností vůči virovým onemocněním se obávají, že tyto transgení rostliny by mohly vytvářet nové a mnohem nebezpečnější nemoci. Protože mezi produkty transgenů a komponenty viru může docházet k interakcím, které mohou vyústit k transkapsidaci. V tomto případě je RNA popř. DNA jednoho viru obalena proteinem jiného viru, což způsobí vyšší nakažlivost, protože se takto zabalené mohou dostat i do buněk, jež by je za normálních okolností do svého nitra nepustily (Kocourek a kol., 2005).

2.2.5. GM plodiny s tolerancí vůči abiotickým stresům

Jako každý živý organismus se i rostliny v případě změny okolních podmínek mohou dostat do stresu. A v případě rostlin jsou následky tohoto stresu znásobeny faktem, že rostliny se z místa, kde vyrůstají nemohou přemístit. Rostliny jsou snadno ovlivňovány chemickými či fyzikálními, tzv. abiotickými, faktory jako je vodní deficit či záplava vedoucí k nedostatku kyslíku, příliš vysoká či příliš nízká teplota, zvýšená salinita půdy v zavlažovaných oblastech, nedostatek esenciálních minerálních prvků v půdě popřípadě nedostatek světla (Pavlová, 2005). Tyto abiotické stresy mohou představovat až 70 % ztrátu z výnosu zemědělských plodin. Avšak rostliny nejsou vůči těmto stresům úplně bezmocné, i ony jako většina organismů mají své adaptační mechanismy. Problémem však zůstává, že tyto adaptační mechanismy pomohou rostlině se přizpůsobit jen od určité míry a pokud je tato míra překročena rostliny samozřejmě zahynou (Ondřej a Drobník, 2002). Adaptace rostlin k abiotickému stresu je souhrnná vlastnost podmíněná velkým množstvím genů. Což je ovšem předmětem zájmu vědců snažících se izolovat geny tolerantní k abiotickému stresu. Tyto geny odolné vůči abiotickým stresům nemusí pocházet pouze z jiných rostlin, ale také z jiných organismů. Například v polárních mořích lze nalézt rybu, jež nese gen pomáhající jí žít i prosperovat v krajně chladném prostředí. Izolací tohoto genu a jeho použitím u plodin lze zesílit jejich adaptabilitu na chladné prostředí (Custers a kol., 2006).

V následujících odstavcích bych se chtěla podrobněji zaměřit na dvě specifické vlastnosti GM plodin – odolnost vůči vodnímu deficitu a odolnost vůči salinitě. Protože v podmínkách zemědělské produkce v zemích globálního jihu a nejen jich, vodní deficit a salinita způsobená zavlažováním jsou poměrně zásadními problémy.

a) GM plodiny odolné vůči vodnímu deficitu

Rostliny potřebují ke svému životu vodu, stejně jako většina ostatních organismů, ale potřeba množství vody se liší mezi jednotlivými rostlinnými druhy. Obecné nedostatečné zásobení rostliny vodou může být následkem několika následujících důvodů. Za prvé to může být konsekvence dlouhého období sucha, za druhé důsledek zvýšené okolní teploty, jež způsobuje jak rychlejší vypařování vody tak výdej vody povrchem rostliny (tzv. transpiraci). Za třetí salinity půdy, která způsobuje snížení schopnosti rostlin přijímat vodu z půdního roztoku (Slater a kol., 2005). Jak již bylo řečeno níže rostliny si hledají různé adaptační mechanismy. Prvním z nich je snížení transpirace a vytvoření efektivnějšího (rozumějte delšího a hustšího) kořenového systému. Transpirace je však ze zemědělského pohledu nežádoucí, jelikož snížení transpirace vede také ke snížení růstu plodiny. Dalším je takzvané osmotické přizpůsobení, tj. zvýšení počtu osmoticky aktivních částic v buněčné membráně, jež vede ke zvýšenému příjmu a zadržování vody v rostlině. Avšak tato schopnost chybí zemědělsky nejvyužívanějším plodinám jako brambory, rýže, kukuřice, sója apod. A právě pro tyto zemědělské rostliny byla vyvinuta možnost zavedení genů prodlužujících kořenovou soustavu plodiny a tím jim usnadnila vstřebávání vody z hlubších vrstev půdy (Pavlová, 2005). Například v USA byla vyvinuta geneticky modifikovaná kukuřice odolná vůči suchu obsahující gen bakterie *Bacillus subtilis*. Tento gen, objevený v rostlinách přežívajících v chladném prostředí, podporuje produkci bílkoviny, jež podporuje zachování buněčných funkcí i v období vodního deficitu. Při porovnání této transgenní kukuřice s GM nepozměněnou kukuřicí ve stejných středně suchých podmínkách bez zavlažování, výnosy transgenní kukuřice byly o 6–10 % vyšší (Stratilová, 2014).

b) GM plodin odolné vůči salinitě

Díky intenzivnímu závlahovému hospodářství vodou z podzemních zdrojů se na zavlažovaná pole dostává větším množstvím minerálů a solí. Tato zvyšující se salinita půd, způsobená vysokou koncentrací chloridu sodného (NaCl) v půdě, velmi zásadně ovlivňuje světovou produkci plodin, protože pouze 2 % rostlin jsou rezistentní vůči vysoké salinitě a ten zbytek, jež není vůči soli tak odolný je velmi jednoduše poničen vysokou salinitou půdy (Munns and Tester, 2008).

Stres většiny rostlin vyvolaný na základě vysoké salinity půdy je způsoben nejen faktem, že rostlina není schopna vstřebat dostatečné množství vody, ale také tím, že sůl narušuje metabolické procesy a strukturu proteinů ve vnitrobuněčné tekutině (Pavlová, 2005). Například u rýže, velmi důležité základní potraviny, jež se většinou pěstuje na půdách s vysokou náchylností ke zvýšené salinitě, se podařilo zvýšit účinnost a modifikovat gen v buňkách kůry a pokožky kořene. Takovým způsobem, aby tento gen kódující proteiny membrán, jež přepravují Na⁺ ionty společně s vodou z kořenů do buněk listů, nechal Na⁺ ionty akumulovat se v kořeni. Tato akumulace Na⁺ iontů v kořeni je pro rostlinu méně škodlivá, než kdyby se Na⁺ ionty akumulovaly v citlivějších nadzemních částech. Díky této modifikaci je transgenní rýže mnohem odolnější vůči salinitě půdy než její běžná variace (Plett, 2010).

2.2.6. GM olejové plodiny s výhodným složením mastných kyselin

Rostlinné oleje, jichž se ročně vyprodukuje přibližně 100 miliónů tun, jsou přednostně určeny k přímé lidské konzumaci, zkrmování zvířaty a pro různé využití v průmyslu. Hlavními kulturními plodinami pěstovanými pro produkci olejů jsou palma olejová, sója, slunečnice a řepka olejná (Ondřej a Drobník, 2002). Rostlinný olej je chemicky definován jako triglycerid mastných kyselin (ester), což ve skutečnosti jsou tři mastné kyseliny esterifikované⁶ třemi hydroxylovými zbytky glycerolu (alkohol). Jedlé oleje obsahují různorodé mastné kyseliny s různými délkami a různými stupni saturace popř. nasycenosti.

Lidské tělo potřebuje oba typy mastných kyselin avšak ve správném poměru a ten stále zůstává problémem. Z hlediska lidského zdraví je důležité, aby oleje obsahovaly větší množství nenasycených mastných kyselin⁷ než nasycených⁸, protože ty jsou velmi často příčinnou onemocnění oběhového systému (např. infarkt myokardu apod.) a také zvyšují riziko obezity (Halford, 2012). Většinu nasycených mastných kyselin si lidské tělo dokáže syntetizovat ze sacharidů nebo z jiných mastných kyselin, ale esenciální mastné kyseliny, jež hrají velmi důležitou roli v organismu – například snižují krevní tlak, udržují teplotu těla, tvoří buněčné membrány, vyživují pokožku aj., si lidské tělo

⁶ esterifikace je chemická reakce alkoholu a kyseliny za vzniku esteru a vody

⁷ mastné kyseliny s dvojnou vazbou

⁸ mastné kyseliny s jednoduchou vazbou

není schopno vyrobit (Custers a kol., 2006), a proto musejí být přijímány v potravě, například z mořských ryb či vlašských ořechů. Nebo také z olejů vyrobených z transgenních plodin, jež obsahují větší množství nenasycených mastných kyselin než nasycených ve srovnání s běžným rostlinným olejem (Stratilová, 2014).

U některých rostlin, např. u ušeníčku polního, byl identifikován gen obsahující enzym desaturázu, který je schopen obohatit mastnou kyselinu dvojnou vazbou a tím ji proměnit v nenasycenou mastnou kyselinu. Transgenní rostlina pak může obsahovat až 90 % nenasycených mastných kyselin. Právě firma Calgene v USA vymyslela a provedla testy u této metody mezi lety 1993 a 1994 s řepkou, jako důležitým zdrojem rostlinných olejů (Řepková, 2013). Podobným způsobem vznikala i transgenní sója, jež je volně dostupná na trhu v následujících státech Austrálii, Kanadě, Mexiku, USA, Japonsku a EU (Stratilová, 2014).

2.2.7. GM plodiny s upraveným obsahem vitamínů

Avitaminóza je chorobný nedostatek určitého vitamínu či vitamínů, jež se ve vyspělém světě vyskytuje jen málokdy. Avšak výjimkou zůstávají rozvojové země, kde tento problém přetrvává a působí závažné problémy. Pro dokreslení uvádím, co mohou způsobovat jednotlivé avitaminózy: nedostatek vitamínu B1 způsobuje onemocnění nervového systému, tzv. beri-beri, nedostatek vitamínu B3 způsobuje červené malomocenství, nedostatek vitamínu B12 vede ke zhoubné chudokrevnosti, nedostatek vitamínu C způsobuje kurděje, nedostatek vitamínu D způsobuje křivici, nedostatek vitamínu K způsobuje větší náchylnost ke krvácení (Hlúbik a Opltová, 2004).

Podle WHO (2014) v rozvojových zemích, hlavně v Africe a v jihovýchodní Asii, oslepne přibližně čtvrt až půl milionu dětí kvůli nedostatku vitamínu A v potravě a necelá takto postižená polovina do 12 měsíců zemře.

Vitamín A, přezdívaný „vitamín pro oči“, je základní součástí tvorby zrakového pigmentu (rodopsinu), jež lidské oko používá za nízkého osvětlení. Jeho dalšími funkcemi kromě posilování zraku je jeho význam pro tvorbu a pravidelnou obnovu povrchových tkání, jak pokožky tak jiných žlázových orgánů v lidském těle, a také jako důležitého antioxidantu, jež přispívá k ochraně imunitního systému. Hypovitaminóza vitamínu A se vyvíjí pomalu, jelikož tělo čerpá vitamín ze svých zásob. A právě z tohoto důvodu je tak velmi nebezpečná pro děti, protože děti, se svým rozvíjejícím se organismem, v případě nedostatku vitamínu A nemají možnost čerpat ho ze zásob. Avitaminóza vitamínu A začíná špatným viděním za šera, poté se přidávají problémy

s pokožkou (krvácení rtů, loupání pokožky, pomalé hojení ran atd.) a u dětí se zastavuje růst. Pokud avitaminóza trvá delší dobu může vést až k úplnému oslepnutí až smrti. Zdrojem vitamínu A vznikajícího z provitamínu A jsou karoteny, především beta-karoten, které lidské tělo může vstřebat z rybího ruku, mrkve, špenátu, brokolice, kapusty, zelí apod. (Žamboch, 1994).

Vznik transgenních potravin s upraveným obsahem vitamínů, jehož typickým představitelem je „zlatá rýže“, vznikl na základě požadavku humanitárních organizací snažících se zajistit dostatek živin včetně vitamínů a minerálů pro chudé země (Stratilová, 2014). Proč byla vybrána právě rýže? Protože je zejména v Asii a v Africe základní potravinou pro asi 4 miliony lidí, jimž poskytuje 40 – 70 % z celkového počtu kalorií v potravě. Tato jednostranná výživa loupanou rýží (kvůli její lepší skladovatelnosti) způsobuje nedostatek až 25 minerálních látek a vitamínů (Custers a kol., 2006). Kvůli vysokému procentu slepoty a šeroslepoty u dětí v rozvojových zemích vznikla snaha obohatit rýži o provitamin A aneb beta-karoten. Do genomu rýže byly vloženy tři geny, jejichž vyjádření vedlo k tvorbě provitaminu ve vnitřním živném pletivu semene. Tato transgenní rýže má žlutooranžovou barvu, právě z tohoto důvodu se jí říká zlatá rýže (Řepková, 2013). „Zlatá rýže“ by měla být poprvé uvedena na trh v roce 2015 na Filipínách a v následujících letech by měla být povolena i v Bangladéši, Indonésii a Indii (Stratilová, 2014).

2.2.8. GM plodiny jako bioreaktor pro produkci komerčně zajímavých produktů

Tyto transgenní rostliny jsou takové rostliny, kde jejich rostlinné tělo funguje jako bioreaktory na výrobu například: barviv, antioxidantů, farmaceutik (protilátek, vakcín a léčiv), biopolymerů (biologicky degradovatelných náhrad současných plastů) a jině.

Na světě se již nachází velké množství transgenních druhů rostlin, které jsou schopné produkovat lidské bílkoviny jako biofarmaka, například řepka olejná produkuje lidský enkefalin – lék proti bolesti, tabák lidský hemoglobin podávaný při anémii, rýže lidský interferon, která nespecificky chrání proti infekci a jsou i mnohé další. Jedním z nejzajímavějších jsou jedlé vakcíny. V tomto případě plody GM rostliny obsahují látky, které po požití chrání organismus před specifickým onemocněním (Válková, 2007).

Nejzajímavější z nich jsou jedlé vakcíny, ty po imunizaci (rozumějte po sněžení rostlinných produktů) stimulují imunitní systém k produkci protilátek. Až dosud byly v USA patentovány následující transgeny, s jejichž využitím se počítá zejména

v rostlinách bramboru a tabáku, a do budoucnosti také jahod, salátu, banánů, ředkviček, banánů, mrkve atd.: (1) Z plodů transgenního tabáku se získává bílkovina spaA, což je obalová bílkovina bakterie *Streptococcus mutans*, jež se vyskytuje v dutině ústní člověka a je nejčastějším původcem zubního kazu. SpaA bílkovina je přidávána žvýkaček, jež brání vzniku zubního kazu. (2) Povrchový antigen hepatitidy B, který se tvoří na listech GM tabáku, po pozření navozuje imunitu vůči hepatitidě typu B, aniž by byl jedinec očkován. (3)

V rozvojových zemích se opakovaně objevují nakažlivá průjmová onemocnění způsobená specifickými kmeny bakterie *Escherichia coli*. Proto byl gen enterotoxinu z *Escherichia coli* vložen do brambor, které by se mohly stát vakcínou proti tomuto onemocnění. Tento enterotoxin z *Escherichia coli* je multimerní bílkovinou, jež se strukturně, funkčně i protilátkově podobá toxinu cholery, a proto si na jejím základě lidské tělo může vytvořit protilátky. Výhodou těchto jedlých vakcín je jejich finanční nenáročnost. Nevýhodou jsou ovšem možné nevyzpytatelné účinky a finanční náročnost jejich vývoje a patentování (Řepková, 2013; Custers a kol., 2006).

3. Analýza výhod a nevýhod GM plodin a potravin

Tato kapitola si rozhodně neklade za cíl vyčerpávajícím způsobem zmapovat veškeré výhody a nevýhody pojící se s tématem geneticky modifikovaných plodin a potravin, jelikož by tato analýza mohla vydat za celou knihu o několika seti stránkách. Avšak mohu říci, že se snaží postihnout všechny důležité aspekty, jež se jí týkají. Tato kapitola nejprve strategicky analyzuje obecnou situaci GM plodin a potravin z interního hlediska podle několika různých aspektů, poté obdobným způsobem rozebírá tematiku z externího pohledu. A nakonec se snaží zjištění shrnout a upřesnit pro specifický kontext rozvojových zemí.

Proč jsme my jako lidstvo vlastně prošli všemi těmito zemědělskými revolucemi? Co je vlastně to, proti čemu či za co tak vehementně bojujeme? Pravděpodobně protože příroda pro lidstvo vždy představovala velkou neznámou a tím pádem nebezpečí, kterému lidé museli dennodenně čelit. Lidé tedy začali postupem času přírodu poznávat, mapovat a tvarovat ji k obrazu svému, tak aby již pro ně nepředstavovala takové riziko (Beck, 2004). Jednou z takovýchto velkých neznámých a riziko obsahujících záležitostí pro dnešní společnost jsou právě omezení rostlinné produkce, které můžeme rozlišit na:

- a) *Biotická omezení rostlinné produkce*, které obsahují hmyzí škůdce, jako mšice, molice atd., jež mohou působit jako přenašeči viróz či způsobit ztráty v produkci díky své „žravosti“ v larválním stádiu. Dalšími jsou nemoci způsobené houbami, bakteriemi a viry, jež jsou v některých případech schopny plodiny zcela zabít (např. plíseň bramborová), ale mnohem častěji pouze oslabí plodiny a tím sníží úrodu. Posledními biotickými omezeními jsou plevele, které oslabují úrodné plodiny neustálým soupeřením o živiny a vodu. Některé na užitkových plodinách dokonce i parazitují takovým způsobem, že nedostatek živin rostlinu zabije.
- b) *Abiotická omezení rostlinné produkce*, jsou taková omezení, která jsou způsobena fyzikálními a chemickými faktory. Jsou to především: sucho, záplavy, vysoké nebo nízké teploty, úrodnost půdy, slanost a toxické kovy.
- c) *Genetická omezení rostlinné produkce*, rozumějte jako nedostupnost požadovaných vlastností (např. odolnosti vůči chorobám, výnosnost a vzhled

roslin), které se nacházejí v pohlavně kompatibilních druzích požívaných ke klasickému šlechtění rostlin (Hull, Tzotzos a Head, 2009).

Zejména v naší technologické moderní (rizikové) společnosti je veškerá pozornost zaměřena právě na eliminaci jakýchkoliv rizik. Řízení rizik, jež můžete znát spíše pod anglickým názvem Risk Management. Je charakterizováno jako soubor stále se opakujících a navzájem provázaných metod, technik a činností, jejichž cílem je analyzovat faktory zvyšující riziko, omezit pravděpodobnost jejich výskytu popřípadě snížit jejich dopad. Tato definice by se dala shrnout následovně: účelem Risk Managementu je předejít problémům či negativním jevům (Beck, 2004).

Avšak na straně druhé si musíme uvědomit, že každá akce má svou reakci. Tím, že na jedné straně fyzicky pracujeme na eliminaci rizika týkajícího se: (1) biotických omezení rostlinné produkce ve formě geneticky modifikovaných plodin, insekticidů, pesticidů atd. s sebou na straně druhé přináší vedlejší negativní produkt. Protože tyto nástroje sice mohou být krátkodobě efektivní, avšak z dlouhodobého hlediska způsobují nárůst rezistence hmyzích škůdců a plevelu, což v praxi znamená nutnost používání nového a silnějšího pesticidu. A samozřejmě zvýšené používání pesticidů, herbicidů a hnojiv s sebou nese i negativní vliv na lidské zdraví, projevující se ať už jako otrava farmářů pesticidy (jež může vést až ke smrti) nebo jako různá další onemocnění způsobená konečnému uživateli nebo farmáři, či také mohou ovlivňovat životní formy, na které původně nebyly zaměřeny jako například ovlivňování potravního řetězce ptáků.

(2) Abiotická omezení rostlinné produkce jsou podobně jako biotická omezení také ovlivňována zemědělskými praktikami jako například používání zavlažovacích technik v suchých oblastech a podobně, jež vedou k vytváření dalších rizik, v tomto případě zasolování půdy. Ale mohou být omezovány takou používáním geneticky modifikovaných plodin, jež jsou odolné vůči suchu, popřípadě vůči zvýšenému množství soli v půdě a (3) také takové, jež dokážou lépe využít dusík obsažený v hnojivech a tak zvyšují výnosnost, mají větší odolnost vůči chorobám a jsou vesměs odolnější než rostliny vypěstované klasickým způsobem (Hull, Tzotzos a Head, 2009).

Avšak rostliny obsahující umělou genetickou mutaci s sebou přináší i nová rizika nejen do společnosti, ale i našeho životního prostředí. Tato rizika si až nyní více než po dvaceti letech pomalu začínají někteří vědci uvědomovat a zkoumat (Lisowska, 2011). Ale prozatím, i přes mnohé studie o vlivu GMO na prostředí a živé organismy,

jich stále ještě není dost, aby prokázaly nadnárodním firmám vliv, jež mají na okolní prostředí.

Podle Becka (2004) pokud je průmyslová společnost založena na vědění a samotná věda (její představitelé a nadnárodní společnosti, jež za nimi stojí) nechce mít žádné dočinění s problematickými vedlejšími důsledky, pak vyvstává otázka, zda je toto téma (včetně této práce) vůbec vědecké anebo, zda pouze politické. Protože Beck (2004) v situaci, kdy nikdo nechce přijmout zodpovědnost za důsledky spojené s používáním a implementováním vědy, chce zavést takzvané rozhodování o inovaci. To by znamenalo zpřístupnit rozhodování o výzkumu a investicích včetně doby před jejich aplikací, v průběhu a také konečné rozhodnutí o jejich ukončení do rukou veřejnosti.

Proč většina vědců a vědeckých článků stále zabývá zemědělstvím v souvislosti s rozvojem? Z jednoduchého a prostého důvodu, protože v zemědělství pracuje v zemích globálního severu či vyspělých zemích méně než 5% pracovní síly, zatímco téměř 50 % celosvětové pracovní síly se zabývá zemědělstvím. Tudíž ten zbytek se skrývá v zemích globálního jihu či zemích rozvojových. A jak jsem již napsala, zemědělství je jedním ze základních kamenů, na kterých se dá stavět rozvoj, ale zároveň je spolu se stavebnictvím a hornictvím jedna ze tří nejnebezpečnějších pracovních oblastí (FAO a ILO, 2013).

3.1. *Strategická situační analýza GM plodin a potravin*

Za účelem zmapování a zanalyzování tematiky geneticky modifikovaných plodin či potravin a rizik, které se jí přímo dotýkají, je potřeba se ponořit do několika následujících přístupů a rozborů, které jsem si dovolila vypůjčit z firemního prostředí.

Proč jsem se rozhodla nepoužít pouze v rozvojové tematice velmi populární SWOT analýzu? Protože ve chvíli, kdy jsem se snažila tento předpoklad naplnit, jsem zjistila, že něco chybí, že nemám podklad na čem rozbor založit. A ve chvíli, když jsem se hlouběji ponořila do SWOT analýzy ve firemním prostředí, jsem zjistila, že ve většině případů se SWOT analýza používá v kombinaci s jinou analýzou nebo jako analýza, jež velmi krátce shrnuje veškerá předchozí zjištění. Dalším důvodem, proč jsem se rozhodla přidat PEST analýzu, je fakt, že geneticky modifikované plodiny a jejich percepce a tím pádem i jejich zařazení do produkce je ovlivňována velkým množstvím externích faktorů, které jsem chtěla zdůraznit pro jejich lepší přehlednost.

A když už jsem byla u externích vlivů, přemýšlela jsem o zařazení analýzy interního prostředí, ale po studiu analýz užívajících se ve firemním prostředí, jsem zjistila, že aplikace analýzy bez jejího dřívějšího upravení není možná. Z tohoto důvodu jsem si ji přizpůsobila k „obrazu svému“ pro problematiku GM plodin a potravin.

3.1.1. Analýza vnitřních zdrojů a vlastností

Tato podkapitola se nejprve snaží logickým způsobem popsat autorkou přizpůsobená teoretická východiska pro analýzu vnitřních zdrojů a vlastností, a poté se zaměřuje na vyčerpávající rozbor obecných znaků a zdrojů geneticky modifikovaných plodin a potravin právě podle navrženého teoretického rámce.

Teoretická východiska

Interní predispozice jsou tím, co odlišuje přístup či technologii od ostatních, tvoří jeho jedinečnost a to, co je zásadním faktorem a základním stavebním kamenem pro strategickou analýzu. V průběhu dvacátého století byla tato část velmi často opomíjena či řešena až při samé implementaci nové strategie řízení, což přinášelo zásadní problémy, protože nová strategie často alespoň částečně odporovala již existujícím predispozicím. Naštěstí v současné době už byla doceněna důležitost analýzy interních zdrojů a vlastností, jejímž úkolem je identifikovat ty strategické zdroje a vlastnosti, které povedou ke konkurenční výhodě, popsat a pochopit je, a samozřejmě vyhodnotit tyto zdroje a vlastnosti s důrazem na vzájemné vazby a souvislosti (přizpůsobeno z Sedláčková a Buchta, 2006).

Podle Keřkovského a Vykypěla (2002) můžeme rozlišit analýzu podle následující typů vnitřních faktorů:

- faktory vědecko-technického rozvoje,
- marketingové a distribuční faktory,
- faktory výroby,
- faktory zdrojů
- a faktory finanční.

Každý z těchto faktorů je samozřejmě více zaměřen na podnikové prostředí, proto právě v této chvíli budu myšlenky, jež se skrývají za jednotlivými faktory přizpůsobovat tématu geneticky modifikovaných rostlin a potravin.

- a) *Faktory vědecko-technického rozvoje* jsou důležitou součástí tvorby konkurenčních výhod, jak tím, že přicházejí na trh s novými či zdokonalenými

produkty, tak zlepšením popřípadě zefektivněním výroby, což může vést ke snížení nákladů a zlepšení cenové politiky. Tato část by se měla zaměřit na následující oblasti: výzkum, vývoj nových produktů popřípadě vlastností, schopnost přizpůsobit se nárokům a požadavkům zákazníků a nových technologií, schopnost předpovídat vývoj v oboru.

- b) *Marketingové a distribuční faktory* závisí na tom, co je cílem, zda produkovat GMO pouze pro několik zákazníků se specifickými požadavky nebo je produkovat pro široký trh, kde je nutné mít velmi silné marketingové funkce. V této části by se analýza měla zaměřit na následující kritéria: konkurenční strukturu trhu, celkový relativní podíl na trhu, hospodárnost a účinnost systému a prodejní síly, vztahy s klíčovými zákazníky a jejich koncentrace znamenající zranitelnost, kvalita produktu, účinnost prodejního servisu, hospodárnost a účinnost distribuce a geografického pokrytí, patentovou ochranu a pocity zákazníků o produktech.
- c) *Faktory výroby* hodnotí výšku nákladů, flexibilitu, stabilitu, dostatečnou kapacitu, spolehlivost systému, hospodárnost, účinnost výroby a dostupnost vstupů do výroby (energie, materiálů, surovin aj.).
- d) *Faktory zdrojů* je možno rozdělit na hmotné, kde se hodnotí základní charakteristiky – kvantita, kapacita, velikost, spotřeba a také další vlastnosti, jež ovlivňující jejich celkový potenciál – spolehlivost, nároky na údržbu atd., lidské a nehmotné zdroje. Ty obsahují know-how, pověst, ochranné známky, značky produktu a podobně. Kritéria pro analýzu jsou následující: image v očích veřejnosti a partnerů, kvalita, míra využití zdrojů, vztahy a účinnost politiky.
- e) *Finanční faktory* zahrnují širokou škálu aspektů od získávání kapitálu po náklady na kapitál. A analýza by se v tomto bode měla zaměřit na následující kritéria: výnosnost (tržeb, zisků atd.), aktivita obratu a míra zadlužení (přizpůsobeno z Sedláčková, 2007; Porter, 1993; Johnson a Scholes, 2000; Keřkovský a Vykypěl, 2002).

Analýza vnitřních zdrojů a vlastností GM plodin a potravin

Po představení teoretických východisek se nyní zaměřím na rozbor zdrojů a vlastností geneticky modifikovaných plodin a potravin podle pěti faktorů, které jsou jim vnitřně vlastní.

a) *Faktory vědecko-technického rozvoje*

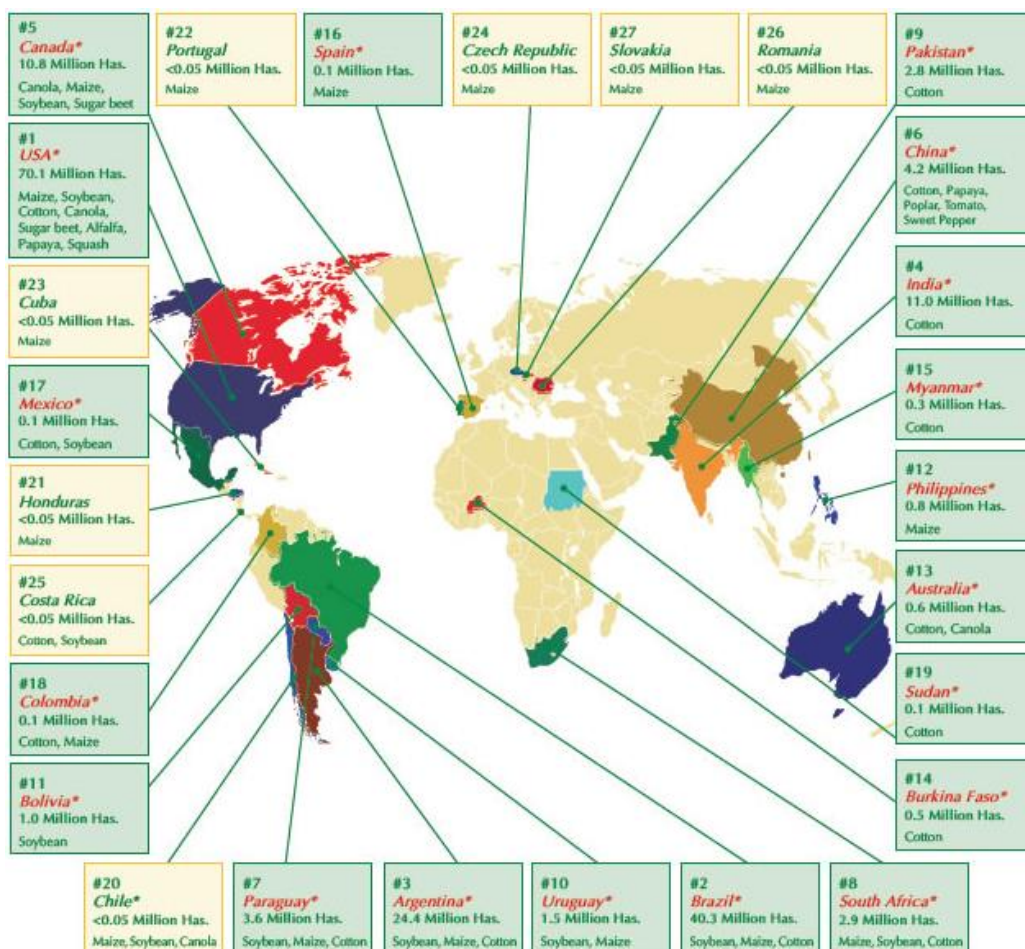
Genetická revoluce navázala na zelenou revoluci a ta na agroindustriální a neolitickou. Cíl který provázel všechny tyto revoluce je jasný – zvýšit výnosnost zemědělství a zároveň snížit jeho vstupní náklady. Genetická revoluce navázala na konkurenční výhodu a znalosti, jež získala v průběhu zelené revoluce. Většina firem jako Monsanto aj. za dob zelené revoluce začala vyrábět různé druhy herbicidů, pesticidů a hnojiv za účelem zvýšení výnosnosti zemědělství. Fungování těchto chemických substrátů bylo založeno na rozsáhlých znalostech buněčné struktury a procesech růstu rostlinných organismů a tyto znalosti a zkušenosti byly zkombinovány se znalostmi tradičního šlechtitelství a znalostmi molekulární biologie (Halford, 2006). Na základě této kombinace postupně vzniklo pět generací transgenních plodin lišících se typy znaků. První generace geneticky modifikovaných rostlin, jsou takové rostliny, které jsou odolné vůči hmyzím škůdcům, tolerantní k herbicidům a odolné vůči virovým onemocněním (Doubková a Ovesná, 2005). S druhou generací přišly další nové vlastnosti, které jsou výhodné pro zvýšení zemědělské produkce a přináší odpověď na problémy se stále více znehodnocující se zemědělskou půdou. Jsou to GM plodiny, jež jsou odolné či snesou větší chlad a sucho, zasolenou půdu a nedostatek světla (Stratilová, 2014). Upravené výstupní vlastnosti bylo motto třetí generace transgenních plodin, jsou to rostliny s prodlouženou čerstvostí, vyšší nutriční hodnotou, výhodnějším složením mastných kyselin, upraveným obsahem vitaminů apod. Tato generace má přímý vliv na konzumenty – přináší totiž nové inovace týkající se lidského zdraví a výživy nejen v rozvojových zemích (Bednář, 2000). Neustálý problém průmyslu hledajícího vhodné způsoby jak nakládat s odpady a dlouhodobým vystavením tomuto genu vstupy řeší čtvrtá generace GM plodin, která přináší nápady jako snadno rozložitelné ekologické plasty (Custer a kol., 2006). Docházející fosilní paliva jsou jedním z nejpálčivějších problémů tohoto světa a právě jim se věnuje prozatím poslední tzv. pátá generace transgenních rostlin a plodin ve formách bionafty (Čuba a Hurta, 2004). Podrobněji jsou vybrané nové vlastnosti GM plodin a potravin popsány v předchozí kapitole. Na základě předchozího odstavce lze konstatovat, že společnosti zabývající se GM plodinami opravdu dokáží předpovídat technologický vývoj na trhu

a odpovídat na potřeby společnosti. Úspěšnost a chtěnost implementace je ale trochu jiná otázka.

b) *Marketingové a distribuční faktory*

Cílem GM průmyslu bylo vždy produkovat transgenní potraviny pro celosvětový trh, ne jen pro specifickou klientelu, ale vždy za účelem zisku. V současné době ovládá trh GMO jen několik málo firem jako Monsanto, DuPont apod. Tyto nadnárodní korporace mají mnoho výhod vůči jakýmkoli menším společnostem, které by také chtěly vstoupit na trh. Za prvé tyto GM korporace mají silné finanční zázemí, za druhé pohybují se v této oblasti dlouho, za třetí vlastní nepřehledné množství patentů, které shrnují několik desítek let zkušeností apod. (Stratilová, 2014).

Dále je možno zmínit, že od začátku komercializace GM plodin v roce 1996 se globálně zvýšil počet hektarů, na nichž se pěstují biotechnologické plodiny (převážně GM plodiny), více než stokrát. Nyní se transgenní plodiny pěstují ve 27 státech po celém světě na 175 miliónech hektarů půdy. A z těchto dvaceti sedmi zemí je devatenáct považováno za země rozvojové. Nejvíce se transgenní plodiny pěstují v USA, kde také sídlí většina GM korporací, a k dalším státům, jež osází nejvíce hektarů biotechnologickými plodinami, patří také Brazílie, Argentina, Indie a Kanada (James, 2013). Bohužel jsem nikde nebyla schopná najít, jaký mají GM plodiny podíl na globálním trhu. Možná je to tím, že většina produktů je spotřebována či průmyslově zpracována v zemích původu, hlavně v USA, kde není prozatím nutno označovat výrobky obsahující GMO, a do dalších zemí se vyváží jako hotové výrobky (Lisowska, 2011).



Obr. 4 Geografické rozšíření GM plodin (Zdroj: James, 2013)

Problematickým zůstává pěstování pouze několik málo druhů transgenních plodin, jako jsou – sójové boby, bavlna, kukuřice, rýže, brambory, cukrová řepa a řepka olejka. Tyto transgenní plodiny jsou navíc vyráběny z druhů rostlin nejvíce dostupným GM korporacím a ne ze specifických lokálních druhů adaptovaných na určité prostředí, čímž se samozřejmě snižuje jejich účinnost a druhová rozmanitost na místě implementace (Kocourek, 2005).

Patenty jsou zásadní pro GM průmysl, ale na druhé straně svou vysokou cenou zabraňují dostupnosti těchto obecně prospěšných inovací méně zámožným národům i jedincům. Například v současné době Monsanto poskytuje zhruba 90 % světového GM osiva (Howard, 2009). Součástí patentování transgenních druhů rostlin je i fakt, že každou transgenní rostlinu vyrobenou určitou GM firmou lze účinně používat pouze s chemickým substrátem vyrobeným tou samou GM firmou (Lisowska, 2011).

Zároveň roste tendence tzv. biopirátství, snaha GM nadnárodních korporací patentovat přírodní rostlinná semena (sadbová zrna) adaptovaná na specifické

prostředí se žádoucími vlastnostmi (např. odolnost vůči suchu) v zemích globálního jihu, čímž se velmi rychle snižuje volná dostupnost semen (Howard, 2009).

Na rozdíl od obecného přesvědčení, geneticky modifikované odrůdy rostlin odolných vůči suchu, salinitě půdy a chladu, včetně slavné „zlaté rýže“ obohacené o provitamín A, jsou stále ještě ve fázi laboratorních či polních experimentů a prozatím nebyly schváleny pro kultivaci a spotřebu. Ve skutečnosti to, ale vypadá, že biotechnologický průmysl nejeví zájem o zavádění geneticky modifikovaných odrůd odolných vůči suchu, salinitě půdy, chladu atd., z důvodu jejich nízkého „marketingového potenciálu“ (National Research Council, 2010).

V současné době je velmi diskutovaná tématika týkající se zavedení „GMO labelingu“ v USA (James, 2013). GMO labeling je tzv. označování potravin jako GMO – free a naopak, je velmi úzce propojeno s názorem zákazníků na geneticky modifikované potraviny. A mezi názory zákazníků je velká část, která velmi silně argumentuje, že pěstování transgenních plodin může znamenat nebezpečí nejen pro zdraví, ale i životní prostředí obyvatel, především z důvodu, že nikdo v současnosti není schopen odhadnout důsledky zavedení GMO (Rybová, 2013). A pokud by se některé škodlivé účinky měly projevit, jejich dynamika projevu bude podobná účinkům vystavení se tabákovému kouři či azbestu – projeví se až za mnoho let. Odpověď na otázku týkající se následků GMO pro lidská organismus by nám mohly přinést dlouhodobé (delší než 3 měsíce) laboratorní multi-generační testy se savci, jediným problémem je, že se běžně neprovádějí (Lisowska, 2011).

c) *Faktory výroby*

Program věnující se genetickým modifikacím rostlin a plodin pro svůj úspěch vyžaduje rozsáhlé znalosti specifického genu, se kterým pracuje, bílkoviny, která kóduje tento gen a ostatních genů a bílkovin, jež je ovlivňují. To vše vyžaduje značné finanční a časové investice. Navíc GM odrůdy musí podstoupit mnohem podrobnější analýzu a testování, jak v laboratoři tak na kontrolovaném poli, než nové negeneticky modifikované odrůdy plodin. Náklady na vývoj nové transgenní odrůdy jsou z těchto důvodů odhadovány na přibližně 100 miliónů USD (Halford, 2012).

Stabilita pěstovaných GM plodin závisí na mnoha aspektech, které je velmi těžké odhadnout, jelikož závisí např. na dostatku času při testování na kontrolovaných polích, úspěšnosti zavedení transgenů do genomu rostliny⁹ a mnohé další (Řepková, 2013). Což přináší otázku, proč GM korporace tvrdí, že zavádění transgenů je mnohem spolehlivější metoda než klasické šlechtění? Pokud má genom rostliny kolem dvaceti tisíc genů a je nutné vložit jeden transgen, jak si mohou být jisti, že ho vkládají na to správné místo?

„Slabá“ (nedostatečná) exprese genu je jedním z možných důsledků „špatné stability“. Příkladem může být pole s Bt – bavlnou v USA v roce 1996, kdy došlo ke zničení 60 % bavlny na poli hmyzími škůdci, proti kterým byla Bt – bavlna považována za rezistentní nebo jiný případ, kdy došlo k deformaci bavlníkové kapsle po druhé aplikaci doporučených herbicidů (Pusta, 2012).

Zavádění bakterií s nádorotvornými vlastnostmi pomocí agroinfekce, zavádění toxických vlastností do plodin, aby byly odolné vůči pesticidům a herbicidům apod., jsou natolik velké změny implementované do genomu plodiny (často velmi nepředvídatelně), že nelze odhadnout, jaký to bude mít vliv na budoucnost (Čuba a Hurta, 2004; Kocourek a kol., 2005). Tudíž lze konstatovat, že spolehlivost „výrobku“ není příliš velká.

O účinnost výroby GM plodin lze konstatovat, že je až „příliš velká“. Je to z důvodu, že může docházet k horizontálnímu transferu genů způsobujícího šíření transgenů do okolních rostlin. K tomuto transferu genů může docházet z transgenní plodiny na jiné rostliny, které jsou jí druhově nejbližší, či do okolních organismů, jež následně získávají rezistenci vůči toxickým látkám obsažených v GM plodinách. Na základě těchto informací je možné konstatovat, že existuje příliš mnoho nepředvídatelných faktorů určujících „tok genů“ (nekontrolované šíření pylu, semen aj.), že koexistence geneticky modifikovaných plodin a tradičních a ekologických plodin ve skutečnosti není možná (Lisowska, 2011).

d) Faktory zdrojů

Pro výrobu a vývoj GM plodin je potřeba mít plně vybavenou laboratoř, připravenou popřípadě kontraktovanou polní zkušebnu, mít zkušené a schopné

⁹ např. velikost genomu kukuřice je srovnatelná s velikostí genomu člověka, který má v genomu přibližně dvacet až dvacet pět tisíc genů a navíc ne všechny genomy rostlin používaných pro GM dosud nebyly zmapovány (Řepková, 2013)

molekulární biologie, také znalosti a know-how a samozřejmě čas a rozsáhlé finanční zdroje. Díky velké nákladnosti jsou GM společnosti chráněny různými patenty, jež jim mají pomoci navrátit investované finanční prostředky a generovat zisk (Čuba a Hurta, 2004; Custers a kol., 2006). Jelikož se všechny tyto faktory také prolínají do zdrojů bylo by možné to tohoto odstavce zařadit také GMO labeling a image GMO v očích veřejnosti, o nichž jsem se zmiňovala již dříve.

Zdá se, že nepříznivé účinky geneticky modifikovaných potravin / krmiv nejsou jednoduše spojeny s přítomností "cizí DNA" v rostlinném genomu, ale spíše s expresí genu (jaká vlastnost vznikne) a s vedlejší účinky transgeneze (přenosu genu) – nechtěnými a nepředpokládanými mutacemi. Tyto mutace mohou například způsobit přeskupení genetického materiálu a takzvaný „position effect“. Kdy vložený gen může být ovlivněn endogenními regulačními prvky nebo regulační prvky tohoto transgenu mohou narušit aktivitu genů rostliny (Filipecki a Malepszy, 2006). Bílkovina vyrobená na základě informací z vloženého genu může v novém prostředí rostlinných buněk projít nepředvídatelnými změnami (modifikacemi) a interakcemi, jež mohou například vést k alergicitě (Lisowska, 2011). Cizí transgenní DNA v plodinách nemusí být v trávicím traktu savců, tedy i člověka, vždy kompletně rozštěpena. To může nastat například v důsledku podávání léků pozastavujících vylučování či neutralizaci žaludeční kyseliny, kdy dojde ke zvýšení hodnoty pH v žaludku a tudíž cizí DNA není strávena a přechází do střev. Kde tyto části transgenu obsahující geny odolnosti, virové složky apod. mohou být absorbovány do krve, kde mohou proniknout do lidské buňky a aktivně regulovat expresi lidských genů (Netherwood a kol., 2004; Zhang a kol., 2011). Toto velice překvapivé zjištění vlastně potvrzuje lidové rčení „jsme to, co jíme“.

GM společnosti tvrdí, že Bt (odolnost k hmyzím škůdcům) a HT (tolerance vůči herbicidům) toxiny se rozkládají v lidském trávicím systému, ale jak bylo vidět v předchozím odstavci, není to vždy pravda. Objevuje se stále více důkazů, které naznačují, že herbicidy (např. Roundup) mohou způsobit vývojové abnormality a problémy s plodností. Ohledně Bt toxinu prozatím není známo, jaký může mít účinek na lidský organismus. Ale na základě výzkumu kanadských vědců je možné konstatovat, že i přestože nevíme, co může Bt toxin způsobovat, je jen

otázkou času, kdy to zjistíme jeho následky, protože ho prokazatelně máme v krvi¹⁰ (Aris a Leblanc, 2011).

e) *Finanční faktory*

Jak již bylo řečeno dříve, vývoj, testování a výroba GM rostlin a plodin je velmi náročná na čas a finanční vstupy. Navíc každý, kdo se rozhodne pěstovat GM plodiny nese dodatečné náklady vyplývající z případné legislativy, zvláště v EU je legislativa zabývající se GMO velmi přísná. Tato legislativa určuje podmínky pro pravidla koexistence, způsobu skladování GM a její sklizně, také označení produktů (GMO labeling) popřípadě pole, a to vše doprovázené celkově vyšší administrativou (Kocourek a kol., 2005).

Další finanční faktor je spojen s ochranou duševního vlastnictví GM firem. Každý rok si farmáři musí zakoupit nová semena a s nimi propojené chemické preparáty (pesticidy, herbicidy aj.), což znamená vyšší vstupní náklady pro zemědělce oproti konvenčním plodinám. Například u firmy Monsanto všichni farmáři při koupi musí podepsat, že nebudou dále uchovávat a množit semena transgenních plodin a tím jsou nuceni si každý rok kupovat semena nová a v případě nedodržení je čeká pokuta a soud (Stratilová, 2014). Tento fakt může představovat velký problém pro malé farmáře z rozvojových zemí, jelikož oni sami si často půjčí peníze na nákup semen, aby je mohli splatit po sklizni, v případě neúrody to znamená konec živobytí, jelikož nemají příští rok, co zasít (Lang a Heasman, 2004).

V současné době se často hovoří o tom, že GM potraviny popř. krmiva jsou levnější než jídlo vyráběné tradičními metodami. Pravdou je, že například sója dovážená jak ze severní tak jižní Ameriky je levnější. To je dáno následujícími důvody: GM sója je pěstována ve velkých průmyslových pěstírnách, kde jsou náklady na pracovní sílu sníženy na minimum a GM plodiny jsou často dotovány ze státního rozpočtu (Lisowska, 2011).

¹⁰ Kanadští vědci provedli výzkum, kde analyzovali vzorky krve od 30 těhotných žen a jejich novorozenců a 39 netěhotných žen, na přítomnost dvou herbicidů (glyfosátu a glufosinátu amonného), produktů jejich dekompozice a Bt bílkovin. Výsledky byly velmi překvapující – Bt toxin byl zjištěn u 93 % matek, 80 % novorozenců a u 69 % netěhotných žen. Herbicidy byly zjištěny pouze v krvi netěhotných žen (u 5 % glyfosát a u 18 % glufosinát). Produkt dekompozice herbicidů byl zjištěn u všech (100%) těhotných žen i novorozenců (Aris a Leblanc, 2011).

3.1.2. PEST/STEP analýza

Tato podkapitola navazuje na předchozí rozbor interního prostředí a rozšiřuje pohled z lokálního na globální a z vnitřního na externí. Staví na teoretických východiscích původně podnikové analýzy a na základě jejích faktorů analyzuje vnější prostředí, které působí na geneticky modifikované plodiny a potraviny.

Teoretická východiska

Druhým kamenem tvořícím základ strategické situační analýzy je komplexní rozbor obecného okolí či prostředí, takzvaná PEST popřípadě STEP analýza, jež slouží ke klíčovému zhodnocení dosavadní strategie, identifikaci současného stavu, odhalení možných budoucích vývojových trendů a determinaci nových příležitostí a hrozeb.

Celkový rámec, jež představuje makrookolí, je složen ekonomických, politických, sociálních a technologických aspektů. Ty obsahují proměnné jako dovozní omezení, technologické inovace, demografické rozložení, míru inflace apod., které nelze aktivně ovlivňovat. Název PEST je zkratkou pro čtyři oblasti/faktory definující vnějšího prostředí: P pro POLITICAL jako politické okolí, E pro ECONOMIC jako ekonomické prostředí, S pro SOCIAL jako sociální klima a T pro TECHNOLOGICAL jako technologické prostředí (Košťan a Šuleř, 2002). Když si přeložíme slovo PEST z angličtiny znamená drobného škůdce, plevel či dotěru, z toho si můžeme vyvodit, že právě takto by se laicky s negativním nádechem daly definovat vnější vlivy – ty které zaplevelují vybranou cestu popř. mírně škodí. Dalším možným názvem analýzy je také STEP, což v překladu znamená schod a udělat krok, z tohoto pohledu jsou externí vlivy spíše vnímány pozitivně, jako něco, co tvoří rámec a umožňuje postupovat vpřed. Někdy se model analýzy také rozšiřuje o další oblasti, ale toto rozšíření je více méně pomocné a slouží ke zvýraznění již integrovaných aspektů, na příklad model lze rozšířit až na STEEPLED, kde jsou zvýrazněny faktory vzdělání (education), demografie (demographic), právní (legal) a životního prostředí (environment/ecology) (Boučková, 2003).

Bělohávek a Košťan (2006) k jednotlivým prostředím přiřazují následující faktory:

Mezi politické, právní a environmentální prostředí řadíme národní a zahraniční politickou situaci, daňové zákony, regulace, zákony na ochranu životního prostředí, zaměstnanců nebo spotřebitelů, antimonopolní opatření, regulace exportu a importu,

cenovou politiku a mnohé další. Tato existující regulace dosti zásadně ohraničuje a upravuje prostor pro působení a podnikání. *Ekonomické prostředí* je ovlivňováno následujícími faktory: stádiem hospodářského cyklu (deprese, recese aj.), vlivem politické situace na ekonomiku, úrokovými sazbami, měnovými kurzy, mírou inflace, mírou nezaměstnanosti, hospodářskou politikou vlády apod. *Sociokulturní prostředí* odráží mentalitu a postoje společnosti a působí ve dvou na sebe navazujících rovinách. První rovina demografických faktorů obsahuje aspekty pracovní síly, průměrného věku a růstu populace, mobility populace, životní úrovně a životního stylu a úrovně vzdělání obyvatelstva. Tato rovina je výsledkem roviny druhé, která obsahuje ekonomické, kulturní, náboženské, a etické hodnoty společnosti včetně jejího zdraví. *Technické a technologické prostředí* definuje trendy ve vývoji a výzkumu, rychlost technologických změn, výrobní, skladovací, komunikační, dopravní trendy, inovační schopnosti a úroveň vládní podpory apod. (Sedláčková a Buchta, 2000).

PEST analýza vnějšího prostředí GM plodin a potravin

a) Politické, právní a environmentální prostředí

GM trh ovládá jen několik nadnárodních firem (jako např. Monsanto, DuPont, Novartis a AgrEvo), jež se oblasti GM pohybují již velmi dlouho a mají silné finanční a vědomostní zázemí a také jsou podporovány některými státy (Stratilová, 2014). Často, díky vyhocené rozdílnosti názorů, to může vypadat, že EU a USA jsou ve válce týkající se geneticky modifikovaných organismů.

Legislativní rámec tvoří základnu pro „pohyb“ GM plodin a potravin v jednotlivých zemích i na celém světě. Centrum pro potravinovou bezpečnost (2014) uvádí, že na světě je 64 zemí, kde je nutné označovat GM potraviny, jsou to následující: Bolívie, Austrálie, Brazílie, Bělorusko, Kamerun, Čína, Ekvádor, El Salvador, EU, Etiopie, Island, Indie, Indonésie, Japonsko, Jordánsko, Kazachstán, Keňa, Malajsie, Malí, Mauricius, Nový Zéland, Peru, Rusko, Saudská Arábie, Senegal, Jižní Afrika, Jižní Korea, Sri Lanka, Švýcarsko, Taiwan, Thajsko, Tunisko, Turecko, Ukrajina a Vietnam. To není málo, opravdu by mě zajímalo, zda USA jako největší výrobce GMO labeling do budoucna schválí a nebo ne.

EU se svou přísnou legislativou a povinným označováním GMO značným způsobem ovlivňuje mezinárodní trh s krmivy a osivy. Proces schvalování GM plodin a potravin je poměrně dlouhý a náročný s tím, že v EU je povolena jen

malá část z povolených GMO ve světě. Legislativní rámec EU je poměrně silný a tudíž v rámci mezinárodního obchodu vznikají problémy s příměsemi nepovolených GMO, což se v dnešní době cestujícího transgenního pylu a genů může stát velmi jednoduše, a tudíž dodávky potravin jsou navraceny do zemí původu. Právní normy se také dotýkají zemědělců, kteří z důvodů povolení jen určitých GM plodin nedosáhnou na ty, které by mohly být pro ně finančně výhodnější a také je zatěžují vyšší administrativní zátěží (Stratilová, 2014).

Po celém světě, a to zejména v Evropě, se začíná šířit téma ekologického zemědělství a s ním spojené odmítání GMO technologií jak v zemědělství tak v potravinářské výrobě. Příkladem může být zákaz pěstování kukuřice MON810 v zemích Evropské unie, kde je velmi podporováno zemědělství jako jsou Francie, Německo, Lucembursko, Řecko, Rakousko, Maďarsko, Bulharsko a Itálie. A například Irsko a Wales jsou téměř 100 % GMO free (bez pěstování GM plodin), Anglie se dohání se svými 50 % (Lisowska, 2011).

Hodnocení rizik spojených se životním prostředím je omezeno stále experimentální fází výzkumů (vlivy na životní prostředí se projevují až po desetiletích). Jsou to většinou následující: (1) rizika související se zdravím, které se projevují vznikem některých alergií a odolností vůči některým antibiotikům. (2) Rizika související se ztrátou biodiverzity ekosystémů jako jsou: šíření transgenního pylu na podobné druhy přírodních rostlin, nechtěné křížení geneticky modifikovaných a konvenčních odrůd, vznik plevelů tolerantních vůči totálním herbicidům. (3) Rizika spojená s rostlinami rezistentními vůči hmyzím škůdcům: vznik hmyzích škůdců rezistentních proti insekticidu obsaženému v bílkovinách Bt kukuřice, otrávení jiných neškodných druhů hmyzu transgenními rostlinami, transgenní rostliny jsou také toxické pro přirozené nepřátele hmyzích škůdců, tzn. tím že jsou otráveni přirození nepřátele hmyzích škůdců, nemá je kdo regulovat. (4) Rizika týkající se cirkulace insekticidních toxinů v půdě a v potravních řetězcích. (5) Rizika determinovaná technikami pěstování GM rostlin s tolerancí k herbicidům, odolností vůči virovým onemocněním a hmyzím škůdcům. (6) Riziko zničení přirozené flóry a rostlin sousedících s polem s transgenními rostlinami totálními herbicidy (Pusta, 2012).

b) Ekonomické prostředí

S finanční krizí, jež začala před šesti lety a stále ještě pokračuje, se většina ekonomik i občanů snaží vyrovnat akumulováním finančních zdrojů. To znamená, že tyto finanční zdroje nejsou zpětně investovány do ekonomiky země a tato praxe zpětně ohrožuje finanční stabilitu dané země. Akumulace finančního kapitálu znamená, že země i občané „šetří kde mohou“ a právě s tímto šetřením je spojená nutnost každoročního nákupu GM osiv, která může malé zemědělce velmi ohrožovat. Finanční krize je také spojena se zvyšujícími se náklady pro zemědělce a tlakem na snížení prodejní ceny a v některých případech i množství výrobku (IMF, 2014). Tato situace finanční krize, kdy většina států i občanů redukuje, co lze, není moc příznivá pro nákupy drahých osiv, ale spíš pro jejich uchování z minulého roku.

Během minulých dvou let byly vědci vzneseny pochybnosti ohledně slibu GM průmyslu, že transgenní rostliny jsou výhodné pro lidstvo, protože vytváří vyšší výnosy s menším množstvím vstupních zdrojů.

Profesor Chuck Benbrook z Centra pro udržitelné zemědělství a přírodní zdroje na Washingtonské státní univerzitě zjistil, že GMO technologie zvýšily používání pesticidů o 527 miliónů liber, nebo zhruba o 11 % mezi lety 1996 (kdy začaly být komerčně využívány Roundup Ready plodiny) a 2011. Ale zároveň Benbrook (2012) podotýká, že ze začátku, tedy mezi lety 1996 a 1999, plodiny typu Roundup Ready doopravdy snížily celkový objem používaných pesticidů přibližně o dvě procenta, asi o 123 miliónů liber. Po novém tisíciletí si většina plevelů začala vyvíjet rezistenci vůči Roundupu a tato reakce začala zemědělce tlačit ke zvýšení objemu Roundupu a později také k návratu ke starším více toxickým herbicidům jako 2,4- D¹¹. Výsledkem je tedy celkové zvýšení objemu používaných pesticidů o 404 miliónů liber, tedy asi o 7 % (Benbrook, 2012).

Bude herbicid 2,4- D čekat stejný osud? Vytvoří si na něj plevele rezistenci? Na základě předchozího textu bych řekla, že je to velmi pravděpodobné. A navíc podle Benbrooka (2012) tento dramatický nárůst v užívání velmi toxického herbicidu 2,4- D může přinášet následující problémy: zvýšené riziko vrozených

¹¹ 2,4- D je kyselina dichlorfenoxycetová, která je popsána jako méně toxická část Agentu Orange. Ten byl použit jako zbraň za války ve Vietnamu, protože způsobuje opadávání listů a tím pádem lepší viditelnost z letadel.

vad a dalších reprodukčních problémů, vážnější dopady na vodní ekosystémy a také častější poškození okolních rostlin a zemědělských plodin.

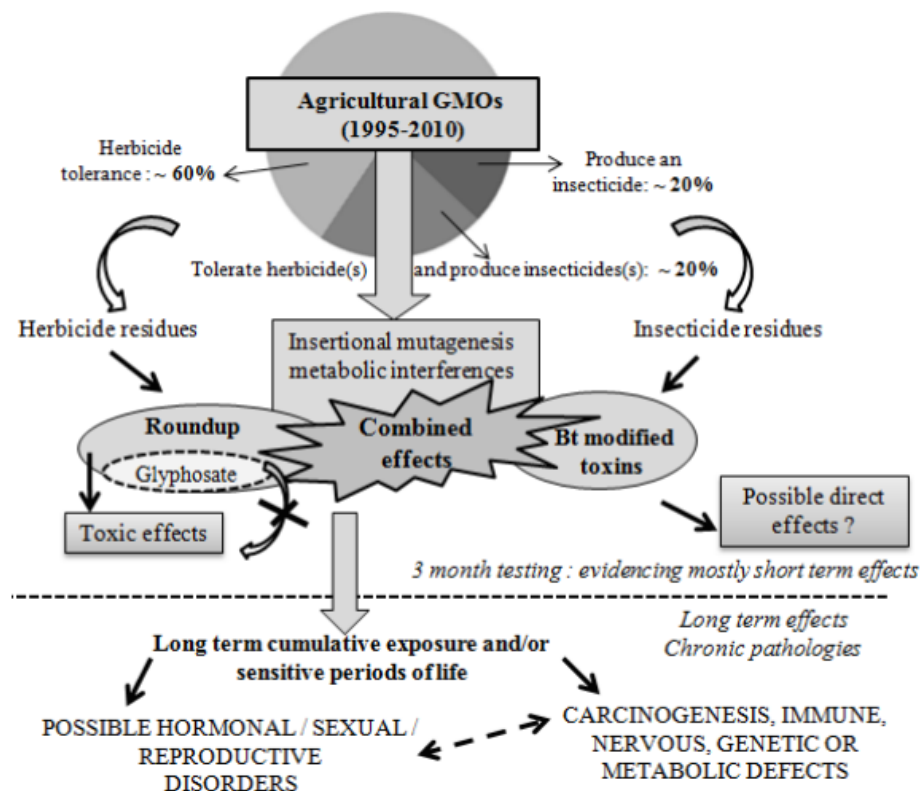
Novější studie vědců z University of Wisconsin, jež byla podpořena ze zdrojů amerického ministerstva pro zemědělství, v podstatě až na malé výjimky vyvrátila argument vyšších výnosů. Američtí vědci analyzovali data výnosnosti transgenní kukuřice během polních pokusů mezi lety 1999 a 2010 ve Wisconsinu, USA. S výjimkou Bt kukuřice odolné vůči zavíječi evropskému tito vědci nenašli významný vliv transgenních rostlin na výnos. Některé z testovaných transgenních rostlin dokonce ukázaly nižší výnosy než negeneticky modifikované plodiny. A Roundup Ready plodiny (tolerantní vůči glykofosátu) a Bt plodiny s odolností vůči bázlivci kukuřičnému měly dokonce nižší zemědělský výnos než konvenční plodiny. Podle této studie jsou z hlediska výnosnosti problematické transgenní plodiny, které obsahují kombinaci genů, např. Bt a HT. Tyto geny se v rostlině mezi sebou ovlivňují, což velmi často vyústí v negativní účinky jako je např. nižší výnosnost apod. I když tito američtí vědci v podstatě vyvrátili tvrzení o vyšší výnosnosti, na druhou stranu zjistili, že výnosy GM plodin jsou na rozdíl od negeneticky modifikovaných plodin rok od roku stabilnější, což může farmářům pomoci se vyrovnat se změnami klimatu, které ohrožují současnou zemědělskou produkci (Shi a kol., 2013).

c) Sociokulturní prostředí

Podle Lisowske (2011) pěstování geneticky modifikovaných rostlin a plodin nezvratně vede ke spojování venkovské půdy do obrovských půdních ploch, což vede k vypuzení drobných zemědělců a následnému zvýšení nezaměstnanosti v regionu.

Nejrozšířenějšími GM plodinami jsou sója, kukuřice, bavlna a řepka olejka a více než 90 % z nich má vlastnosti tolerance vůči herbicidům a / nebo odolnosti k hmyzím škůdcům. Z tohoto důvodu je tedy možné popsat tyto GM plodiny jako pesticidní rostliny. Na základě těchto údajů Spiroux de Vendômois a kol. (2010) popsali dvě hlavní zdravotní rizika: (1) Za prvé, ze střednědobého a dlouhodobého pohledu jsou to vedlejší účinky zapříčiněné zbytky pesticidů v potravinách a krmivech, které se mohou dostat do buněk savců a tam způsobit nezvratné změny. (2) Za druhé, to jsou mutace, jež vznikají při vložení transgenů do rostliny nebo později na základě metabolické interference či

derivace. Tyto neočekávané možné důsledky mohou být viditelné na fenotypu (vzhledu) transgenních rostlin nebo také neviditelné a schopné vyvolat dlouhodobou toxicitu, která může mít nepředvídatelné následky po konzumaci savci. V případě kombinace těchto dvou rizik může dojít ke kumulativním následkům jako jsou metabolické defekty, rakovina, neplodnost aj. Laboratorní test francouzských vědců, jež přinesl zásadní zjištění, probíhal pouze tři měsíce a tato zjištění byla kritizována GM společnostmi, to ale neznamená, že ho nelze považovat za průkazný.



Obr. 5 Navrhovaný způsob vlivů zemědělských GMO a / nebo přidružených pesticidů na lidské zdraví (Zdroj: Spiroux de Vendômois a kol., 2010)

d) Technické a technologické prostředí

Vědecký pokrok je základem dnešní společnosti, a proto by bylo naprosto mylné odmítat inovace jen na základě faktu, že jsou něčím neznámým, něčím ohrožujícím. Důležité je používat inovace pro pokrok celého lidstva (ne jen malé menšiny) a také s ohledem na zájem budoucích generací. Úspěchy genetického inženýrství, jak jsou nám prezentovány, jsou provázeny značnými výhodami, ale také si musíme uvědomit cenu, kterou společnost či její budoucí generace bude muset zaplatit (Pusta, 2012).

Jak již bylo řečeno v předchozích kapitolách, společnosti tvořící GM průmysl jsou nadnárodními korporacemi se silným zázemím, podporou a schopností ovlivňovat trh. Inovace, které zavádí jsou aktuální k potřebám společnosti, avšak se jim nedaří implementovat je pro širší použití.

Dalším faktorem, který je volněji svázán s technickým prostředím je zatajování informací týkajících se vlivů GM plodin a potravin. Neveřejné výsledky studií toxicity a jejich možném vlivu na ledviny a játra, které jsou GM společnostmi považované za nerelevantní v souvislosti s bezpečností GM plodin a potravin. Jedním z důvodů, proč jsou tyto výsledky považovány za nerelevantní je předpoklad, že negativní vlivy se musí objevit u obou pohlaví. Což je velmi mylný předpoklad, protože bylo dokázáno, že projev některých nemocí je odvislý od pohlaví, např. muži jsou více náchylnější k infarktu myokardu apod. (Séralini a kol. in Breckling a Verhoeven, 2010).

4. SWOT analýza

Abych se mohla dále věnovat různým specifickým, jež provázejí velice rozporuplné téma geneticky modifikovaných plodin či potravin, je potřeba analyticky shrnout, co vzniklo rekognoskací „terénu“ v poli této problematiky. A právě k tomuto mapování mi poslouží následující pomůcka používaná k zakončení situační analýzy.

SWOT analýza je velmi užitečný a pohotový analytický nástroj strategického plánování. Tato komplexní metoda kvalitativního hodnocení se v současnosti používá v mnoha různých vědních i nevědních oborech, i přesto že 60. letech dvacátého století vznikla na Stanfordském výzkumném institutu jako nástroj pro strategickou analýzu současného stavu u firem věnujícím se podnikání. SWOT analýza sumarizuje základní faktory působící na efektivnost aktivit a faktory ovlivňující dosažení vytyčených cílů. Může být použita jako součást situační analýzy, jako rekapitulující závěrečná analýza či jako samostatný krok mapující jednotlivé problematické aspekty (Horáková, 2003). Její název je zkratkou čtyř anglických slov: S pro STRENGTHS jako vnitřních silných stránek, předností, W jako WEAKNESSES pro vnitřní slabé stránky, nedostatky, O jako OPPORTUNITIES pro příležitosti ve vnějším prostředí a T jako THREATS pro hrozby pocházející z vnějšího prostředí. *Silné stránky* jsou popsány jako pozitivní interní podmínky, jež umožňují získat převahu nad konkurenty, např. technologie, materiály, finance atd. *Slabé stránky* jsou vnitřní nedostatky jako absence schopností, zdrojů, materiálně technického zajištění atd., které mohou způsobit nižší výkonnosti, poptávku apod. Příznivé podmínky ať už současné nebo budoucí jsou charakterizovány jako *příležitosti* a to mohou na příklad být uvedení nových technologií na trh, zvýšená poptávka nebo výhodné změny v zákonech. *Hrozby* či nepříznivé podmínky jsou podobně jako příležitosti soudobé i budoucí a obsahují podobná témata jen obráceně. Obecně se dá říci, že pokud chcete, aby Vaše organizace či projekt byli úspěšní, je potřeba minimalizovat slabé stránky a hrozby a zároveň maximalizovat silné stránky a příležitosti (Bělohávek a Košťan, 2006).

SWOT analýza obsahuje jak vnitřní faktory (silné a slabé stránky) tak vnější faktory (hrozby a příležitosti) a právě vzájemnou kombinací těchto dvou faktorů lze získat nové informace a různé varianty příštího strategického postupu. Po dokončení tohoto logického rámce lze na základě jeho výsledku zvolit jednu z následujících strategií: (1) SO strategii zaměřující se na využití předností za účelem zhodnocení

vnějších příležitostí, (2) WO strategii, jež se zaměřuje naopak na příležitosti, aby odstranila své vnitřní slabé stránky, (3) ST strategii, která využívá svých velkých předností k přímé konfrontaci a eliminaci hrozeb, nebo (4) SW strategii, tzv. obranou strategii, zaměřující se na odstranění vnitřních slabých stránek a zároveň se vyhnout externímu nebezpečí (Blažek, 2008).

4.1. Geneticky modifikované rostliny SWOT analýza v rozvojových zemích

V této podkapitole bych se chtěla věnovat několika přístupům k vymezení pojmu rozvojová země a také shrnout v předchozích analýzách zjištěné specifické silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby týkající se problematiky geneticky modifikovaných rostlin v rozvojových zemích.

4.1.1. Vymezení pojmu rozvojová země

Do dnešního dne neexistuje konsenzus pro jednotnou klasifikaci rozvoje země. Avšak klasifikaci zemí je podle Syrovátky a Harmáčka (2014) možné rozdělit na dvě možné kategorie. Za prvé, jsou to tři oficiální kategorizace zemí, jež se vtaňují na většinu zemí světa a zároveň tyto země rozřazují do jedné z kategorií. Tyto tři klasifikace byly vyvinuty následujícími mezinárodními organizacemi: Světovou bankou, Mezinárodním měnovým fondem a Rozvojového programu Organizace spojených národů. Za druhé, lze země klasifikovat jinými způsoby a to jak formálními či neformálními. Toto rozřazení vyčleňuje specifické skupiny zemí jak na základě oficiálních kritérií, například jsou to vysoce zadlužené země či nejméně rozvinuté země, tak skupiny zemí, jež nemají jasně definovaná kritéria. Jsou to například Malé ostrovní rozvojové státy či nově industrializované země.

Pro jasnější rozdělení se v této podkapitole budu věnovat pouze oficiálnímu rozdělení zemí.

Jako první uvedu **Světovou banku**, která používá jako hlavní klasifikační kritérium *hrubý národní důchod na osobu* (zkráceně HND pc). HND je definován jako celková peněžní hodnota statků a služeb vytvořená za dané období občany určitého státu a to jak na území daného státu, tak v zahraničí, přepočítán na osobu, rozděluje země podle výkonnosti jejich ekonomiky do čtyř důchodových kategorií. Pro fiskální rok 2015 jsou to následující kategorie: (1) země s nízkým důchodem, který je 1 045

USD nebo nižší, např. Tádžikistán, (2) země s nižším středním důchodem jako Filipíny, jež se nachází mezi 1 046 USD a 4 125 USD, (3) země s vyšším středním důchodem, které mají HND mezi 4 126 USD a 12 745 USD, např. Jižní Afrika a (4) země s vysokým důchodem, kam patří například i Česká republika, jejichž důchod je 12 746 USD a vyšší (World Bank, 2014). I přesto, že Světová banka používá HND pc jako ukazatel ekonomické aktivity, jež rozhodně neměří kompletní úroveň rozvoje země, lze však říci, že tento údaj nám může poskytnout hrubé přiblížení úrovně rozvoje. Konsensus je ten, že za rozvojové země jsou obvykle považovány země prvních tří skupin (Syrovátka a Harmáček, 2014).

Jako druhou mohu uvést klasifikaci **Mezinárodního měnového fondu**, která rozřazuje země do dvou skupin pomocí tří pomocných kritérií. Na rozdíl od Světové banky Mezinárodní měnový fond neužívá pouze hrubý národní důchod, ale přidává dvě další pomocná kritéria – diverzifikaci vývozu a míru integrace do globálního finančního systému. Diverzifikace vývozu je jako kritérium zaměřeno na úroveň diverzifikace čili strukturu vývozu, s takovým konsenzem, kde jednostranná orientace vývozu, např. pouze na ropné produkty, značí nízkou úroveň rozvoje. Poslední kritérium míra integrace do globálního finančního systému není nikde v materiálech striktně charakterizováno, ale může znamenat také podíl na světovém HDP. Tato nedefinovanost byl vlastně účel MMF – zavést tři pomocná nespécifická kritéria, která jsou závislá v čase. Mezinárodní měnový fond dělí země jen do *dvou kategorií*: (1) vyspělé ekonomiky (advanced economies) a (2) vynořující se a rozvojové ekonomiky (emerging market and developing economies). Ve druhé skupině se nachází více než čtyři pětiny posuzovaných zemí a tato skupina je dále dělena do několika regionálních a analytických seskupení, např. vysoce zadlužené chudé země či země, jejichž export je z více než z poloviny složen z paliv, popř. ropných produktů (IMF, 2013).

Třetí a poslední oficiální rozdělení vzniklo, protože po velmi dlouhou dobu byla klasifikace zaměřena na čistě ekonomické ukazatele jako např. u Světové banky, a alternativní ukazatele rozvoje se specializovaly pouze na určité stránky rozvoje, jako například chudobu či nerovnost, takže měly pouze omezenou vypovídající hodnotu. Klasifikace **Rozvojového programu Organizace spojených národů** byla poprvé představena ve Zprávě o lidském rozvoji v roce 1990 a je známá pod jménem index lidského rozvoje či zkráceně HDI. Tento index není dokonalý, ale nejvíce se přibližuje tomu, aby dokázal změřit komplexitu rozvoje a kvality lidského života (Syrovátka, 2008). Je složen ze tří základních komponent či dimenzí: dlouhý a zdravý život, přístup

ke znalostem a důstojné životní podmínky, jež pomocí svých dílčích ukazatelů hodnotí různé aspekty lidského rozvoje. Pro první dimenzi, dimenzi zdraví, existuje ukazatel očekávané délky života při narození, z něž vzniká normalizovaný index s totožným názvem. Dimenze vzdělání je složena ze dvou ukazatelů: průměrný počet let školní docházky od 25 let věku výše a očekávaný počet let školní docházky pro dítě ve věku nástupu do školy při zachování současných měr zápisovosti, jež se normalizují v index vzdělání. A třetí dimenze, tzv. životní úroveň, je složena z hrubého národního důchodu na osobu v paritě kupní síly vyjádřené v amerických dolarech, která je normalizovaná do indexu HND. Index lidského rozvoje je vypočten geometrickým průměrem předchozích tří indexů a nabývá hodnoty od nuly do jedničky, s tím, že jedna je nejvyšší (nejblíže se nachází Norsko) a nula je nejnižší (nejblíže se nachází Niger). Na základě výsledku jsou země rozřazeny do *čtyř kategorií*: (1) velmi vysoký lidský rozvoj, (2) vysoký lidský rozvoj, (3) střední lidský rozvoj a (4) nízký lidský rozvoj, které jsou od sebe odděleny čtyřmi kvartily hodnot HDI (od nejvyšší ho po nejnižší jsou to 0.890, 0.735, 0.614 a 0.493). Nejnižší regionální hodnoty HDI vykazují země Sub-saharské Afriky a jižní Asie a naopak nejvyšší v Latinské Americe a Karibiku, následovány Evropou a střední Asií (UNDP, 2014a; UNDP, 2014b).

Nyní, když jsem definovala, co znamená rozvojová země budu moci v další podkapitole v tomto kontextu definovat silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby týkající se geneticky modifikovaných plodin a potravin v rozvojových zemích.

4.1.2. SWOT GM plodin a potravin v rozvojových zemích

Nyní, když jsem si v předchozích podkapitolách vytvořila, jak vnější tak vnitřní, základ pro situační analýzu v obecné rovině, se v této následující podkapitole mohu věnovat specifikaci jednotlivých aspektů GM plodin a potravin majících vliv převážně na rozvojové země.

A. Silné stránky GM plodin a potravin v rozvojových zemích

První částí SWOT analýzy je rozbor silných stránek, které pocházejí z interního nastavení geneticky modifikovaných plodin či potravin v rámci problematiky rozvojových zemí.

Biotechnologie, ve všech jejích formách, slibuje, že bude jedním ze základních stavebních kamenů 21. století. Na rozdíl od ekologického zemědělství, které je podporováno malými a středními firmami je GM technologie ovládána nadnárodními korporacemi s dlouhou tradicí, jsou to např. Monsanto, DuPont, Syngenta, Bayer a

Dow. Fakt, že jsou biotechnologie podporovány nadnárodními společnostmi, pomáhá jejímu rychlému růstu a také jim pomáhá udržet si místo na globálním trhu (Lang a Heasman, 2004).

Transgenní plodiny přináší mnoho nových funkčních vlastností, které mohou přinést konkurenční výhodu rozvojovým zemím. Podle Shi a kol. (2013) GM plodiny rok od roku výnosově stabilnější ve srovnání s vysokou volatilitou negeneticky modifikovaných odrůd, což může zvláště farmářům v rozvojových zemích pomoci se vyrovnat se změnami klimatu, které ohrožují jejich zemědělskou produkci. Dále to jsou například odrůdy se zlepšenou odolností vůči abiotickým stresům (např. chlad, sucho, salinita půdy aj.), které dovolují pěstovat GM plodiny na místech, kde by konvenční plodiny nemohly vzejít. Následují mnohé další jako potraviny s vylepšeným výživovým obsahem (s nenasycenými mastnými kyselinami, přidanými vitamíny aj.), ovoce a zelenina se zlepšenou trvanlivostí, potraviny se níženou alergicitou, funkční potraviny (např. jedlé vakcíny apod.), jež za nižší cenu mohou pomoci ke zlepšení zdravotní a výživové situace v rozvojových zemích (Halford a kol., 2014). A v neposlední řadě jsou šetrnější k životnímu prostředí, jelikož alespoň krátkodobě snižují nutnost aplikace chemických substrátů (Benbrook, 2012), jež právě v rozvojových zemích, kde se pracovní a životní podmínky prolínají, způsobují velké újmami na zdraví, které mohou vést až ke smrti (FAO a ILO, 2013).

Transgenní plodiny jako produkt molekulární biologie pro ni přináší nové důležité poznatky na základě zpětných vazeb z jejich implementace a také jí přináší finanční podporu nadnárodních společností z důvodů komerční úspěšnosti transgenních plodin (Drobník, 2007).

Dalším a podle mě velmi důležitým aspektem je, že GMO vyvolávají velmi silnou odezvu, ať negativní či pozitivní mezi lidmi, médii i státy. Což podporuje debatu a nutí veškeré subjekty se na toto téma vyhranit či chránit, ať již zákony či různými dalšími způsoby.

B. Slabé stránky GM plodin a potravin v rozvojových zemích

Tato druhá část se bude věnovat rozboru slabých stránek transgenních plodin, které pocházejí z jejich vnitřního nastavení v souvislosti s rozvojovými zeměmi.

Výroba a vývoj GM rostlin a plodin je velmi finančně a časově náročná, je potřeba mít plně vybavenou laboratoř, mít zkušené a schopné molekulární biology, znalosti a know-how. A právě díky této finanční náročnosti jsou GM společnosti

chráněny různými patenty (včetně vázanosti specifické GM plodiny na specifický herbicid či pesticid stejné GM společnosti), jež jim mají pomoci navrátit investované finanční prostředky (Stratilová, 2014).

Díky nové struktuře ochrany duševního vlastnictví, výzkumníci zabývající se vytvářením „veřejných statků“ mají velmi limitovanou možnost přístupu k novým vědomostem a novým technologiím a nebo jsou právně omezeni tyto technologie využívat. Toto se týká také nutnosti každoročně nakupovat semena vyprodukovaná GM společnostmi. Jinými slovy by se dalo říci, že moderní tržní ekonomika neoperuje takovým způsobem, aby produkovala biotechnologické inovace, které by mohly být užitečné pro chudé (Conway a Toenniessen, 2003).

V posledních dvou letech byly vydány studie, které vznesly pochybnosti ohledně slíbených benefitů GM plodin. Za prvé bylo zpochybněno tvrzení, že transgenní rostliny jsou výhodné pro lidstvo, protože vytváří vyšší výnosy s menším množstvím vstupních zdrojů. GM plodiny vytváří stejné, lehce vyšší či naopak nižší výnosy než konvenční plodiny (Shi a kol., 2013). A za druhé, zpochybnily tvrzení, že GM plodiny snižují používání pesticidů. V krátkodobém horizontu jej sice sníží, ale později je musí asi čtyřikrát navýšit, aby byly schopny si poradit s odolností vypěstovanou v plevelech (Benbrook, 2012).

Zatajování informací týkajících se provedených výzkumů GM společnostmi také velmi neprospívá kredibilitě, na níž závisí akceptace transgenních plodin a potravin společností (Séralini a kol. in Breckling a Verhoeven, 2010).

I přes velkou reklamu a mediální kampaně, kde jsou vyzdvihovány nové transgenních rostlin odolných vůči suchu, salinitě půdy a chladu, a také obohacených o provitamín A, které vyzdvihují přínos těchto modifikací pro rozvojové země, je nutné podotknout, že tyto modifikace jsou ještě stále ve fázi laboratorních či polních experimentů a prozatím nebyly schváleny pro kultivaci a spotřebu (National Research Council, 2010).

Kohoutek a kol. (2005) považuje za slabou stránku fakt, že GMO ve své podstatě¹² podporuje monokulturní výrobu. A tím, že nevyužívá místních genofondů rostlin¹³ ztrácí GM plodiny cenné adaptační mechanismy, jež jsou vlastní jiným regionům a tím nepodporují vyšší výnosy pro rozvojové země.

¹² jako transgenní plodiny jsou používány hlavně čtyři druhy plodin

¹³ pro velkou finanční náročnost výroby jednoho druhu transgenní plodiny

Kromě možných mutací s nepředvídatelnými následky, které se mohou nechtěně objevit během vkládání genů či na základě jejich interakce (Filipecki a Malepszy, 2006), je dalším možným následkem tzv. „slabá“ (nedostatečná) exprese genu, kdy může dojít ke zničení úrody hmyzími škůdci, proti kterým je GM plodina považována za rezistentní (Pusta, 2012).

Pěstování transgenních plodin se liší od pěstování konvenčních plodin, a proto vyžaduje proškolení farmářů, jak s těmito plodinami zacházet, jak se k nim chovat a také ohledně možných benefitů a rizik, jež je provázejí. A právě v rozvojových zemích je toto proškolení velmi zásadní, protože značná část populace stále negramotná, což GM korporace často pomíjí (Rybová, 2013).

C. Příležitosti GM plodin a potravin v rozvojových zemích

Třetí část analýzy se bude věnovat příležitostem GM plodin a potravin pro rozvojové země přicházejícím z vnějšího prostředí.

Jak již bylo zmíněno, zatím jedinými implementovanými transgenními plodinami jsou plodiny odolné vůči hmyzím škůdcům a tolerantní k herbicidům. Příležitostí pro rozvojové země by bylo zavedení již objevených generací GM plodin do zemědělské produkce. Jako ty s výhodným složením mastných kyselin, se zvýšeným obsahem vitamínů, odolností vůči suchu, chladu a salinitě půdy apod. Protože tyto transgenní potraviny by mohly výrazně přispět místní potravinové bezpečnosti a pomoci ji zajistit i do budoucna (Lang a Heasman, 2004). Kromě implementace již objevených vlastností jsou tu další možnosti k objevení a komercializaci nových vlastností, ať už jakkoliv regionálně specifických.

Transgenní potraviny také představují příležitost pro vědce z rozvojových zemí, protože v současné době rozvojové země začínají se svými transgenními programy, protože jim nevyhovují odrůdy komercializované globálním severem (Howard, 2009). Což z globálního hlediska může pomoci k rozvoji vědy, neboť každý region popř. vědec má jiný přístup a názor, jak by se mělo k problémům přistupovat. A rozvoj vědy znamená více možností pro hledání řešení aktuálních i budoucích problémů.

D. Hrozby GM plodin a potravin v rozvojových zemích

Poslední čtvrtá část analýzy se bude zabývat hrozbami, jež přicházejí z vnějšího prostředí v kontextu GM plodin a rozvojových zemí.

Trh s GM plodinami je ovládán několika málo nadnárodními firmami, například v současné době Monsanto poskytuje zhruba 90 % světového GM osiva (Howard, 2009) majících velmi silné zázemí – dlouhou prezenci na trhu, finanční možnosti a politickou sílu, což ovšem nepodporuje vstup menších firem na trh (Stratilová, 2014). A tyto nadnárodní korporace podle National Research Council (2010) ani příliš nejeví zájem o zavádění geneticky modifikovaných odrůd odolných vůči suchu, salinitě půdy, chladu atd., z důvodu jejich nízkého „marketingového potenciálu“. Což pro rozvojové země je velmi nevýhodné.

U těchto velkých GM korporací v současné době roste tendence tzv. „biopirátství“, kdy se snaží patentovat přírodní rostlinná semena a sadbová zrna adaptovaná na specifické prostředí se žádoucími vlastnostmi (např. odolnost vůči suchu) v zemích globálního jihu, čímž se velmi rychle snižuje volná dostupnost semen (Howard, 2009).

Ve většině případů pěstování transgenních plodin nezvratně vede ke spojování jednotlivých venkovských polí do obrovských půdních ploch většinou s cílem lepší dostupnosti velkými obráběcími stroji apod., což může vést k vypuzení drobných zemědělců a zvýšení nezaměstnanosti v regionu (Lisowska, 2011).

Rizika spojená s životním prostředím jsou následující: Bt¹⁴ a HT¹⁵ toxiny se ne vždy rozkládají v lidském trávicím systému, jak tvrdí GM společnosti, ale přechází do střev. Kde mohou tyto části DNA obsahující geny odolnosti, virové složky apod. být absorbovány do krve, odkud mohou proniknout do lidské buňky a tam aktivně regulovat expresi lidských genů (Netherwood a kol., 2004; Zhang a kol., 2011). Mezi následky tohoto procesu můžeme zařadit způsobení vývojových abnormalit, problémy s plodností apod. (Spiroux de Vendômois a kol., 2010).

Další hrozbou je horizontální transfer genů¹⁶ způsobující šíření transgenů do okolních rostlin a organismů. Možným následkem je buď zkřížení transgenní rostliny s rostlinou konvenční a nebo dlouhodobým vystavením tomuto genu konvenční rostlina získá rezistenci vůči jeho toxickým látkám. Následkem je vznik plevelů tolerantních vůči totálním herbicidům a vznik hmyzích škůdců rezistentních proti insekticidům obsaženým v bílkovinách Bt plodin. Dále mohou zmínit rizika týkající se cirkulace insekticidních

¹⁴ odolnost k hmyzím škůdcům

¹⁵ tolerance vůči herbicidům

¹⁶ nekontrolované šíření pylu, semen aj.

toxinů v půdě a v potravních řetězcích a ovlivnění genofondu původní flóry a fauny, což může vést ke ztrátě biodiverzity (Pusta, 2012).

Posledním v současné době velmi diskutovaným rizikem je problematika zavedení „GMO labelingu“¹⁷ v USA i jiných zemích (James, 2013), jež může přinést velké ztráty GM průmyslu, jelikož je velmi úzce propojena s názorem zákazníků na geneticky modifikované potraviny (Lang a Heasman, 2004). Pokud by byl „GMO labeling“ schválen a vedl ke snížení zisků pro GM průmysl, mohl by v druhé fázi přinést zdražení GM osiv a chemických substrátů s největším dopadem právě na rozvojové země.

¹⁷ označování potravin jako GMO – free či naopak

4.2. Stručné shrnutí hlavních tezí SWOT analýzy

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> • Odrůdy s novými vlastnostmi (odolnost, vitamíny aj.) • Nové možnosti léčby a prevence • Údajné zvýšení zemědělské výnosnosti • Větší šetrnost k životnímu prostředí <ul style="list-style-type: none"> • Snížení emisí skleníkových plynů (bez postřiků) • Krátkodobé snížení používání herbicidů a pesticidů • Návrhy řešení pro aktuální problémy (paliva aj.) • Větší bezpečnost práce (nepoužívání chemikálií aj.) • Stabilnější výnosy • Silné zázemí GMO na trhu dané nadnárodními společnostmi vlastníci GM průmysl • Snížená alergenicita zabudovaná do potravin • Rozvoj molekulární biologie • Vyvolává silnou reakci na kterou je potřeba reagovat, ať už legislativně nebo jinak 	<ul style="list-style-type: none"> • Podpora monokulturních plodin • Nevyužívání místních genofondů rostlin pro GMO (adaptace) • Stejně, mírně vyšší nebo i nižší zemědělské výnosy • Vysoké finanční vstupy, jak pro výzkumu tak pro zemědělce • Vázanost GM plodiny na herbicid/pesticid jedné firmy • Transfer genů z GM plodin na ne GM rostliny v jejím okolí • Nutnost zakoupení semen každý rok (pokuta) • Chybějící znalosti (používání nevhodných zemědělských praktik aj.) • Ochrana duševního vlastnictví – patenty • omezený počet druhů GM plodin vhodných pro RZ (včetně rezistence vůči škůdcům) • nutnost „aktualizace“ k udržení odolnosti vůči škůdcům, kteří se postupně stávají rezistentními – druhotní zvýšení pesticidů • omezené možnosti obchodu (EU vs. USA vs. Svět) • Slabosti v expresi transgenů (Bt není tak účinné jak by mělo být atd.) • Výsledky některých studií o GMO jsou tajné
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> • Další nové vlastnosti GM plodin • Implementování již objevených generací GM plodin do zemědělské produkce • Návrhy řešení pro aktuální i budoucí problémy • Rozvoj vědy • Rozvoj GM programů v rozvojových zemích • Růst obyvatelstva a potravinová bezpečnost • GMO labelling 	<ul style="list-style-type: none"> • trh GMO je ovládán jen několika málo firmami (silné zázemí) • Tlak nadnárodních korporací na přijetí GMO • Legislativa, jak velmi přísná tak nedostatečná • Negativní veřejné mínění podporované médii • Vytváření rezistence u hmyzích škůdců, plevele atd. • Neznámé dopady na biodiverzitu, genetickou rozmanitost, lidské zdraví, zdraví zvířat, které konzumujeme aj. • Toxicita, rakovinnotvornost na základě vektorů GMO • GMO labelling • Nemožná koexistence GM plodin a organických plodin (přenos genů) • Alergické reakce u člověka • Biopirátství (patentování původních rostlin GM firmami) • Sliby korporací vs. Realita + mediální interpretace • Inkorporace cizí DNA v plodinách organismem

4.3. Otázky ohledně GM plodin a potravin, jež vyplynuly z analytického procesu

V této podkapitole bych se nechtěla velmi výrazně věnovat s GMO souvisejícími metafyzickými a etickými otázkami, které vždy vystávají pokud se jedná o velmi kontroverzní témata. A navíc soubor těchto etických otázek by mohl vystačit na celou vědeckou práci. Pro mne tento analytický proces otevřel velké množství otázek, které jsou více kontemplativního charakteru, ale i přesto si myslím, že stojí za zmínění.

Z čeho jsem byla velmi překvapená, je potvrzení rčení „jsi to, co jíš“ a to doopravdy, protože na uvedeném příkladu bylo velmi jasně vidět, jak mohou „cizí geny“ v potravě ovlivňovat fungování organismu, a to nejen animálního, ale i rostlinného¹⁸.

Otázkou pro mne stále zůstává řízení rizik. Kdo na sebe vezme zodpovědnost? Kdo bude ten první, kdo řekne, že už máme dostatečné množství důkazů týkajících se převážně negativního vlivu GM potravin a že, je potřeba najít jiný způsob, alespoň, co se HT a Bt odrůd týče? Nemyslím úplné zavrnutí GM plodin, ale hledání alternativních způsobů produkce a křížení.

Na základě analýzy vyplynulo jen velmi omezené množství pozitivních stránek GMO ve srovnání s těmi, jež jsou prezentována GM průmyslem. To mě velmi překvapilo, neboť jsem opravdu jsem věřila, že GM plodiny mají vyšší výnosy, ale jak Shi a kol. (2013) potvrdili, není to tak úplně pravda. Chtěla bych podotknout, že třeba popsany možný vliv na zdraví člověka byl pro mě dost děsivou zkušeností. Tudíž bych chtěla podotknout, že i přes všechny výhody, jež by například mohlo provázet zavedení „zlaté rýže“ a GM plodin odolných vůči suchu, chladu a salinitě půdy, do například rozvojových zemích by po dvaceti letech nedopadlo velmi podobně, jak to dnes vypadá s Bt a HT odrůdami. Ale to je pouze teoretická otázka se kterou se pojí další – proč neustále hledáme vylepšení a berličky, místo hledání strukturálního řešení, takového řešení, jež se bude zabývat jádrem problému?

Podle mého názoru celkový vliv GMO na životní prostředí včetně zdraví člověka, tak jak ho vnímáme na základě dostupných zkušeností, velmi pěkně shrnuje následující citát:

„This is the paradox: When you improve something, you change it in ways you couldn't have expected. ... The fancy academic term for this is “complex adaptive systems.” We

¹⁸ rostlina přijímá živiny z půdy i okolního prostředí

all understand that every ecosystem, each forest floor or coral reef, is the result of millions of interactions between its constituent parts, a balance of all the aggregated adaptations of plants and animals to their climate and each other. Adding a non-native species, or removing one that has always been there, changes these relationships in ways that are too intertwined and complicated to predict. ... Development (of risks) no matter how it happens, is a slow process" (Hobbes, 2014, s. 6).

Chtěla bych zmínit, že na základě předchozí analýzy to vypadá, že GMO není to, co je hlavním problémem potravinové bezpečnosti a nikdy nebylo, přináší stejně jako zelená revoluce některá vylepšení, ale také přináší nové problémy a otevírá nová témata. Podle mého názoru to prozatím vypadá, že GMO stejně jako zelená revoluce byly vynalezeny jako „berličky“ k dosažení potravinové bezpečnosti a obě, jak to nyní vypadá neuspěly, tak jak to bylo naplánováno na začátku. Ale co je oběma společné je fakt, že neřešily reálný strukturální problém – nespravedlivou distribuci potravin na světě a s ní spojenou mocenskou politiku. Oba tyto nástroje ani nemohly, protože by to znamenalo úplnou změnu společenského a mocenského uspořádání a s tím spojené riziko, čehož se tato riziková společnost velmi obává (Beck, 2004). Tato strukturální změna by znamenala následující: pro veškeré nadnárodní korporace a mocenské kruhy by to znamenalo vzdát se části svého bohatství, a protože moc jsou peníze, i části své moci a kdo ví kam by to mohlo vést. Protože, jak praví následující citát, to, co děláme je na základě nějaké potřeby, kterou si realizujeme.

„This is the paradox: When you improve something, you change it in ways you couldn't have expected..... That behavior was serving a need for them,” she says in her speech.

“It made them feel powerful, it made them feel important, it gave them a sense of identity. ... When that ends, [they would] need another kind of meaning in their lives.”
(Hobbes, 2014, s. 4).

5. Zkušenosti s pěstováním GM plodin a potravin – Případová studie Indie

Rok 2013 je již osmnáctým rokem od začátku komercializace biotechnologických plodin a podle reportu ISAAA (2013) se od toho roku (1996) globálně zvýšil počet hektarů, na nichž se pěstují biotechnologické plodiny (převážně GM plodiny), více než stokrát. Z 1,7 milionů hektarů na 175 milionů hektarů, což dělá biotechnologické plodiny nejpřijímanější a nejvíce implementovanou technologií plodin v nedávné historii lidstva. Z dvaceti sedmi zemí, kde jsou biotechnologické plodiny pěstovány je devatenáct považováno za země rozvojové. A již druhým rokem, tedy od roku 2012, rozvojové země osázely více hektarů biotechnologickými plodinami než země rozvinuté. Spolu se Spojenými americkými státy, jež osází nejvíce hektarů biotechnologickými plodinami, do „velké pětky“ patří také Brazílie, Argentina, Indie a Kanada. Výše jmenované státy a dvacet dva dalších (včetně Číny) osadí každoročně svá pole čtyřmi globálně nepoužívanějšími biotechnologickými plodinami, zde je uvádím seřazené podle procenta hektarů: sójové boby, bavlna, kukuřice a řepka olejka. Tyto GM plodiny mají více než 90 % šanci, že budou obsahovat pouze dva typy genové modifikace. Ta první je tolerance vůči herbicidům, tzv. HT rostliny, a ta druhá je odolnost k hmyzím škůdcům, tzv. Bt rostliny. Obě tyto vlastnosti byly zavedeny v očekávání, že přinesou snížení používání pesticidů a zvýší výnosy plodin. Při bližší analýze výše zmiňovaných 175 milionů hektarů půdy používaných pro pěstování geneticky modifikovaných plodin je skromných 3,43 % z 513 milionů světové zemědělské půdy a výše zmiňovaných 27 států bylo v roce 2011 dvacet devět (Kaur, 2013; Lisowska, 2011; James, 2011).

Podle odhadů se cena trhu s biotechnologiemi v Asii a Tichomoří odhaduje na 41 miliard USD a na základě složené roční míry růstu¹⁹ její cena roste v průměru o 15 % ročně. Japonsko, Čína a Tchaj-wan jsou největšími aktéry na biotechnologickém trhu v Asii a Tichomoří a jejich společný podíl na tomto trhu je téměř 76 %. A země jako Austrálie, Jižní Korea, Indie, Nový Zéland a Singapur v posledních letech velmi rozšířily svůj biotechnologický potenciál. Obecně tento region má velký potenciál pro

¹⁹ Compound annual growth rate (CAGR) je obchodní a investiční termín pro geometrickou progresivní posloupnost, která poskytuje konstantní míry výnosnosti pro určité časové období.

výzkum kmenových buněk a biogenetický zpracovatelský průmysl. Například Indie má zhruba 900 průmyslových center a institutů v klíčových oblastech jako je léčba, diagnostika, zpracování potravin, vývoj tkáňové kultury, vývoj rostlin apod. (Kumar a Srivastava, 2012).

Podle globálního indexu hladu, tzv. GHI, skládajícího se ze tří ukazatelů: podílu osob trpících podvýživou, podílu dětí mladších pěti let mající podváhu a míry úmrtnosti dětí mladších pěti let, se Indie umístila na 55. místě ze 76 států hned po Angole a těsně před Republikou Kongo. S tím, že na posledním (s nejvyšším indexem hladu) 76. místě se umístilo Burundi a na prvním (s nejnižším indexem hladu) se umístil Mauricius. Tento index je založen na údajích poskytnutými FAO, WHO, UNICEF, Světovou bankou, skupinou Spojených národů pro odhady úmrtnosti dětí v rámci spolupráce mezi agenturami, z demografických a zdravotních průzkumů a odhadů IFPRI. Globální index hodnotí jednotlivé země dle stobodové stupnice, v jejímž rámci 0 představuje nulový hlad a 100 nejhorší bodové hodnocení, přičemž v praxi není dosaženo žádné z těchto extrémních hodnot. Hodnoty GHI, jež jsou nižší než 5 vyjadřují nízkou úroveň hladu, hodnoty od 5 do 9,9 „mírnou“ úroveň hladu, hodnoty od 10 do 19,9 „závažnou“ úroveň hladu, hodnoty od 20 do 29,9 jsou „znepokojivé“ a hodnoty 30 a vyšší jsou „mimořádně znepokojivé“. Indie dosáhla na svém 55. místě ze 76, tedy v poslední třetině, závažné úrovně hladu s GHI 17,8 (Welthungerhilfe a kol., 2014). Výška tohoto indexu je dána hlavně velkou rozdílností mezi sedmnácti indickými státy, kde například v roce 2008 byly zjištěny hodnoty různící se od 13,6 pro Pandžáb do 30,9 pro Madhjadpraděš, v té době bylo sice GHI Indie vyšší (23,7), ale i tak toto srovnání má vypovídající hodnotu (Menon a kol., 2009).

S hladem je většinou také propojen nedostatek stopových prvků, který může snižovat hrubý domácí produkt²⁰ země o 0,7 až 2 procenta. Například se odhaduje, že Indie si udržuje ztrátu jednoho procenta HDP a Afghánistán 2,3 procenta HDP. Globálně tyto ztráty v ekonomické výkonnosti dosahují více než 2-3 procent HDP se ztrátami v přepočtu 1,4 – 2,1 trilionů USD ročně.

V Indii zemědělství není jen nejdůležitějším pracovním sektorem, který zaměstnává 55% indické pracovní síly, ale také tvoří 15,7% hrubého domácího

²⁰ Hrubý domácí produkt, zkráceně HDP, je celková peněžní hodnota statků a služeb vytvořená za dané období na určitém území.

produktu země (Kaur, 2013). Indie patří do mega-zemí²¹, které ročně osází 11 miliónů hektarů půdy GM plodinou a u Indie je to Bt bavlna (James, 2013).

Indická vláda povolila komerční pěstování Bt bavlny pouze pro nepotravinářské využití v březnu 2002 poté, co byla zpracována zpráva o hodnocení bezpečnosti Bt bavlny nejen z hlediska životní prostředí, ale i z hlediska bezpečnosti semen Bt bavlny pro potravinové využití. Bt bavlna je transgenní rostlina, jež si vytváří bílkovinu, která je toxická pro řád motýli, jejichž larvální stádium požírá rostlinné části bavlnovníku. Bt bavlna obsahuje směs tří transgenů: (1) Cry1Ac gen, který kóduje insekticidní protein, odvozený od půdní bakterie *Bacillus thuringiensis*. (2) NptII gen, který se používá pro nalezení a označení Cry1Ac bílkoviny a nemá žádné pesticidní účinky. (3) AAD gen, který je pod kontrolou bakteriálního promotoru, a proto, není vyjádřen v bavlníku (Ghosh a Ghosh, 2007). Pěstování Bt bavlny bylo v roce 2002 povoleno pouze v šesti státech, ale od roku 2006 bylo také povoleno pro pěstování na plantážích v severozápadních státech Paňdžáb, Harijána a Radžastán. Povolená Bt bavlna známá pod značkou Bollgard I, která kombinovala některé místní odrůdy s klasickými GM odrůdami, byla vyvinuta indickou firmou Mahyco ve spolupráci s Monsantoem (Blaise a Kranthi, 2011).

Nicméně v roce 2006, na základě zpráv z bavlnářských oblastí Číny a Indie o napadení Bt bavlny dalším druhem škůdce a zvýšením odolnosti hmyzích škůdců vůči Bt toxinu, bylo nutné vyvinout druhou generaci Bt bavlny nazvanou Bollgard II. Tato odrůda obsahovala dva transgenní proteiny Cry1Ac a Cry2Ab a měla poskytnout odolnost vůči širší kategorii hmyzích škůdců. Nejnovější odrůda Bt bavlny Bollgard III, která by měla kombinovat geny odolnosti k hmyzím škůdcům s geny tolerance vůči herbicidům je zatím ve fázi vývoje. V současné době Bt bavlna je pěstována na téměř 90 %²² půdy, na níž se v Indii pěstuje bavlník (Choudhary a Gaur, 2010).

Je překvapující, že Bt bavlna je pěstována v takovém rozsahu a to i přes následující skutečnosti – notoricky známé kontroverze²³ související s pěstováním Bt bavlny, klamavé argumenty o vyšších výnosech²⁴ a skrytým faktem, že olej vyrobený z Bt semen bavlníku je užíván pro lidskou spotřebu (bez patřičného povolení). Bansal a Gruère (2010) zjistili, že semena Bt bavlny jsou semlety místními firmami na olej,

²¹ Země pěstující GM plodiny na 50 000 hektarech a více

²² na 9,8 miliónech hektarů půdy z celkových 11,2 miliónů hektarů půdy

²³ např. souvislosti mezi masovými sebevraždami zemedělců v regionu Vidharba a pěstováním Bt bavlny apod.

²⁴ Viz. minulá kapitola

který je buď prodán místním nebo renomovaným olejovým společností. U těchto renomovaných olejových společností je Bt bavlníkový olej dále zpracováván – je mu změněna barva na jantarovou a pak je prodáván jako jedlý olej na vaření ve státech Gudžarát a Maharaštra. Při místním prodeji je Bt bavlníkový olej smíchán s dalšími jedlými oleji jako např. palmovým olejem a pak buď prodán na místním trhu nebo pře prodán velkým komerčním zařízením, která Bt olej prodávají nic netušícím zákazníkům. Od zavedení pěstování Bt bavlny nelze na trhu sehnat jiný bavlníkový olej než ten, jež pochází z geneticky modifikovaných rostlin. Tato situace nastala z důvodů finanční dostupnosti. Bavlníkový olej si většinou kupují lidé z nízko příjmových vrstev společnosti a pro ně by olej pocházející z jiné bavlny než geneticky modifikované, by byl příliš drahý. To ovšem neznamená, že si spotřebitelé jsou vědomi faktu, že používají GM olej, právě naopak (Bansal, Gruère, 2010).

Na základě závažné úrovně indexu hladu by mnoho lidí mohlo přepokládat, že by Indie chtěla do své produkce zařadit geneticky modifikované potraviny jako možnosti zvýšit si svou zemědělskou produkci. Indie dostala tuto možnost v únoru roku 2010 se zavedením GM brinjal (lilku). Tento transgenní lilek obsahuje nový typ Bt toxinu byl podroben tříměsíčním testům na třech savcích a dalších zvířatech, ale po kratší dobu. Výsledkem tohoto krátkého a nepřilíš průkazného²⁵ testu bylo konstatování významných biologických účinků na zdraví zvířat (Spiroux de Vendômois, 2010). Polní pokusy s Bt brinjalem byly povoleny jeden celý den, druhý den musela vláda na nátlak veřejnosti své rozhodnutí odvolat. Od té doby je na Bt brinjal zavedené desetileté moratorium. Vláda musela odmítnout polní pokusy pro pěstování Bt brinjalu nejen pro velký nátlak veřejnosti, ale i protože jej na svém území odmítla pěstovat většina indických států včetně těch velkých jako je Bihár, Čattisgár, Orissa atd. (Kaur, 2013).

Vývoj GM plodin zvedl celou řadu nových nejen právních otázek, na které indický právní systém nebyl schopen odpovědět, což má ovšem dalekosáhlé politické, ekonomické a sociální důsledky. V rámci GM průmyslu existuje celá řada zúčastněných stran s různými zájmy a kontrastními názory. Od vědců k vládám, jež podporují tuto technologii, přes GM nadnárodní korporace, které chtějí generovat zisk, k zemědělcům, kteří chtějí zvýšit svůj výnos a k obyčejnému člověku, jež by si přál zdravé potraviny na přijatelnou cenu.

²⁵ byl to test, který trval pouze tři měsíce a měl nedostatečný počet subjektů na testování, jak jsem uvedla již dříve v této práci, pro průkazné testy na savcích je potřeba delší než tříměsíční testování (nejlepší volbou by byl multi-generační test) s dostatečným počtem testovaných i kontrolních subjektů

Závěr

Cílem práce je analyzovat koncept geneticky modifikovaných plodin a potravin a jeho vlivu na situaci v rozvojových zemích. Tento koncept přináší mnohé výhody, ale také značná rizika, která nelze opomenout. Zvláště v souvislostech s novými výzkumy a analýzami, které se věnují geneticky modifikovaným organismům i potravinám. Tyto souvislosti jsou alespoň v této chvíli poměrně negativního rázu. Může to být dáno následujícími skutečnostmi: (1) v poslední době se otevřely možnosti vyjádřit se negativně ke GM plodinám a potravinám díky větší zaměřenosti médií na tuto problematiku, (2) nové vlastnosti GMO, které by mohly pomoci v případě implementace zvýšit potravinovou bezpečnost, (3) nově nalezené a oficiálně prezentované negativní následky výzkumů souvisejících s geneticky modifikovanými plodinami, (4) větší přístup vědecké komunity ze zemí globálního jihu do mezinárodních médií a časopisů, jejich aktivita, jež zdůrazňuje hlavně negativní konsekvence GMO tematiky a (5) srovnávání ekologického zemědělství s biotechnologiemi (včetně GMO).

Nadšení týkající se genetického inženýrství, které se začalo šířit nevídanou rychlostí se v posledních letech posunulo mimo vědeckou komunitu. V současné době se šíří do myslí investorů, kteří kalkulují jeho přítvilitu a také stimuluje zvědavé myslí veřejnosti takovým množstvím možných budoucností, které je omezeno pouze jejich představivostí. Nemožné, se stalo možným. Genetici v honbě za poznáním tajemství života sdílejí své vzrušení z objevování se svými vědeckými kolegy, ale na druhé straně jsou velmi znepokojeni rychlým tempem implementace této na začátku experimentální technologie, který provází vznik namyšlenosti a pocit – „já jsem pánem světa“. Vznik tohoto přístupu postrádá jakékoliv vlastnosti zpochybňování a odpovědnosti za důsledky svých činů.

Příkladem tohoto přístupu mohou být nadnárodní společnosti a instituce, které v honbě za vlastními ekonomickými zájmy pod rouškou pomoci humanitě (popř. rozvojovým zemím) dopouští velmi zpochybnitelných činů.

Ve své případové studii jsem se věnovala Indii a v souvislosti s předchozími odstavci bych ji chtěla věnovat jeden citát, který dokresluje „novou vlnu kolonizace“ světa pomocí ekonomických a technologických nástrojů:

„Due to the World Trade Organization, India was forced to open its markets and import subsidized cotton from the United States, which ruined Indian prices. In this scenario it was easy for the American corporation Monsanto to gain a monopoly through buying local seed companys. Without any competition, peasants are obliged to buy the expensive seeds of the corporation, on top of that the herbicides and pesticides, without the genetic engineered seed would not grow. A lot of peasants are overindebted due to this“ (Hauser, 2008).

Další realitou, jež se dotýká geneticky modifikovaných plodina potravin je jejich nepředvídatelný a nejasný vliv na lidské zdraví. Avšak podle Moodyho (2013) jeho vliv na zemědělce, vědce a trh je jasný. Obecně se dá říci, že některé geneticky modifikované plodiny a potraviny mohou být zdraví prospěšné a jiné nikoli. Ale veškeré geneticky modifikované potraviny se stanou nebezpečnými, ne pro zdraví ale pro společnost, pokud se stanou patentovanými. V současné době je hlavní hnací silou stojící za vývojem nových vlastností geneticky modifikovaných plodin a potravin fakt, že mají potenciál stát se nesmírně ziskovými.

Na základě tohoto autora mohu konstatovat, že na začátku - při vzniku geneticky modifikovaných plodin a potravin – byla dobrá myšlenka. Tato myšlenka, která chtěla inovovat zemědělství a pomoci světu vyřešit potravinovou bezpečnost, se ale v současné době stala záminkou pro získávání ekonomických výhod spojených s mocí.

Na závěr své práce bych chtěla podotknout, že věnovat se řešení parciálních problémů jako jsou například geneticky modifikované potraviny neřeší podstatu celé situace. Myslím si, že diplomová práce naplnila svůj cíl, protože analyzovala, jak nejlépe bylo možné veškeré aspekty, ať negativní či pozitivní, týkající se problematiky geneticky modifikovaných plodin a potravin, ale zároveň, i přes prezentované názory autorky nechala čtenáře vyvodit si své vlastní závěry. Je velmi pravděpodobné, že se názory autorky promítaly do formulace vět, ale to neubírá prezentovaným důkazům na jejich autenticitě. Otázkou stále zůstává, co vyplyne z této debaty týkající se geneticky modifikovaných plodina potravin? Jaký bude výsledek pro budoucí generace?

Abstract

The thesis discusses the re-updated trend in world agriculture, which represents GM crops and food. This issue is associated with a large number interested stakeholders for since its creation, GMO has moved from scientific discourse to social one. This social discourse is accompanied by a large number of more or less, open discussions on issues of impact of genetically modified crops and foods on human health, the environment, society, and the possible impact for future generations. This thesis describes and analyzes the genetically modified crops based on selected criteria, first in general and then in the context of developing countries. The resulting analysis provides a detailed description of the strengths and weaknesses originating from GMOs internal settings, and description of opportunities and threats originating from the external environment. The only certain fact which emerges from this thesis, is the fact, that genetically modified crops and food are very controversial topic, mainly in kontekst of development.

Key words: GMO, agriculture, biotechnologies, development countries, agricultural crops, food

Abstrakt

Diplomová práce pojednává o znovu aktualizovaném trendu ve světovém zemědělství, který představují geneticky modifikované plodiny a potraviny. Tato problematika je spojena s velkým množstvím zainteresovaných osob, protože se od dob svého vzniku posunula z vědeckého diskurzu na diskurz společenský. Tento společenský diskurz provází velké množství více či méně otevřených diskuzí spojených s otázkami vlivu geneticky modifikovaných plodin a potravin na lidské zdraví, životní prostředí, společnost jako takovou a otázkou budoucích generací. Diplomové práce popisuje a analyzuje geneticky modifikované plodiny na základě vybraných kritérií, nejprve obecně a poté v kontextu rozvojových zemí. Výsledná analýza přináší podrobný popis silných a slabých vnitřních stránek pocházejících z vnitřního nastavení GMO a popis příležitostí a hrozeb z vnějšího prostředí. Jedinou jistým faktem, jež vyplývá z této práce je, že geneticky modifikované plodiny a potraviny jsou velmi kontroverzním tématem a to hlavně v kontextu rozvoje.

Klíčová slova: GMO, zemědělství, biotechnologie, rozvojové země, zemědělské plodiny, potraviny

Bibliografie

Bibliografie je řazena dle posloupnosti používané literatury.

FAO, 2012. *The State of Food and Agriculture, Investing in Agriculture*. FAO: Rome.

Barrett, C. B., 2011. *The Economics of Agricultural Development: An Overview*. Cornell University: New York.

Murphy D. J., 2007. *People, Plants, and Genes: The Story of Crops and Humanity*. Oxford: Oxford University Press.

Dvořák, P., Kopecká, M., Neradil, J., Slaninová, I., Šmajš, D., 2006. *Techniky molekulární biologie a genetiky*. Elportál, Brno : Masarykova univerzita.

Zákon č. 346/2005 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a produkty a o změně některých souvisejících zákonů. Praha: HMSO.

Haltford, N. ed., 2006. *Plant Biotechnology*. Chichester: John Wiley & Sons.

Haltford, N., 2006. From Primitive Selection to Genetic Modification, Ten Thousand Years of Plant Breeding in Nigel Haltford ed. *Plant Biotechnology*, Chichester :John Wiley & Sons.

Centre for Food Safety, 2014. *Centre for Food Safety*. [online] Dostupné na: <http://www.centerforfoodsafety.org/>

Drobník, J., 2007. *Biotechnologie a společnost*. Praha: UK.

Stone, G.D., 2010. The Anthropology of Genetically Modified Crops, , *Annual Review of Anthropology*, 2010. 39:381–400.

Stratilová, Z., 2014. *GMO BEZ OBALU*, Praha: Ministerstvo zemědělství.

James, Clive. 2013. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013. ISAAA Brief No. 46. ISAAA: Ithaca, NY.

James, Clive. 2011. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011. ISAAA Brief No. 46. ISAAA: Ithaca, NY.

NORTON, G.W., ALWANG, J., MASTERS, W. A. , 2006. *The Economics of Agricultural Development : World food systems and resource use*. Abingdon, UK: Routledge.

Svizzero, S. a Tisdell, C., 2014. Theories about the Commencement of Agriculture in Prehistoric Societies: A Critical Evaluation. ECONOMIC THEORY, APPLICATIONS AND ISSUES THE UNIVERSITY OF

QUEENSLAND Working Paper No. 68. . [online] Dostupné na:
<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/183284/2/WP68.pdf>

FAO, 2003. Crop breeding: the Green Revolution and the preceding millennia. [online]
Dostupné na: <http://www.fao.org/english/newsroom/focus/2003/gmo2.htm>

Muneeruddin, H., 2010. *The Three Agricultural Revolutions*. Lewis Historical Society [online] Dostupné na:
http://www.lewishistoricalsociety.com/wiki/tiki-print_article.php?articleId=2

Nardinelli, C., 2008. *Industrial Revolution and the Standard of Living*, 2nd edition
Library of Economics and Liberty, Liberty Fund, Inc. [online] Dostupné
na: <http://www.econlib.org/library/Enc/IndustrialRevolutionandtheStandardofLiving.htm>
[1](#)

FAO, 1999. *The FAO Field Programme and Agricultural Development in Asia and the Pacific RAP Publication*. [online] Dostupné na:
<http://www.fao.org/docrep/005/ac621e/ac621e00.htm#Contents>

Hazell P.B.R., 2008. *An Assessment of the Impact of Agricultural Research in South Asia since the Green Revolution*. Science Council Secretariat: Rome, Italy.

Conway, G. R. a Barbier, E.B., 1990. *After the Green Revolution: Sustainable Agriculture for Development*. London: Earthscan Publications Ltd.

ROUDNÁ, M., 2008. *Otázky kolem využívání geneticky modifikovaných organismů a mezinárodní pravidla*. In: ROUDNÁ, Milena et al. *Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika*. Praha: Ministerstvo životního prostředí.

Hauser, B., 2008. "Die Saat der Physikerin." [online] Dostupné na:
<http://www.stern.de/politik/ausland/menschen-die-mut-machen-die-saat-der-physikerin-645677.html>

Atkins, P. a Bowle, I., 2001, *Food in society : economy, culture, geography*. London a New York : Arnold.

DOUBKOVÁ, J. et al., 2003. *Geneticky modifikované organismy*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR.

FOOD WARS: THE GLOBAL BATTLE FOR MOUTHS, MINDS AND MARKETS
BY Lang, T. a Heasman, M., 2004. *Food Wars: The Global Battle for Mouths, Minds and Markets*. London: EARTHSCAN.

Herrera- Estrella, L. a Alvarez- Morales, A., 2001. *Genetically modified crops: hope for developing countries? The current GM debate widely ignores the specific problems of farmers and consumers in the developing world*. EMBO reports(2001)2,256-258.
[online] Dostupné na: <http://embor.embopress.org/content/2/4/256>

McIntyre, B.D., Herren, H.R., Wakhungu, J., Watson, R.T. 2009. *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development*. Washington, DC: Island Press.

Moody, G., 2013. "The Main Problem With Patented GM Food Is The Patent, Not The Fact That It's GM." [online] Dostupné na:

<http://www.techdirt.com/articles/20121229/03344321523/main-problem-with-patented-gm-food-is-patent-not-fact-that-its-gm.shtml>

Hull, R., Tzotzos, G. Head, G., 2009. *Genetically Modified Plants: Assessing Safety and Managing Risk*. Amsterdam ; Boston Academic Press/Elsevier, 2009

Ulrich, B., 2004. *Riziková společnost. Na cestě k jiné moderně* (doslov Jan Keller; přel. Otakar Vochoč) Praha: Sociologické nakladatelství.

FAO a ILO, 2013. *Safety and Health*. [online] Dostupné na: http://www.fao-ilo.org/more/fao-ilo-safety/en/?no_cache=1

Horáková, H., 2003. *Strategický marketing*. 2. vyd. Praha: Grada.

Bělohlávek, F. a Košťan, P., 2006. *Management: co je management, proces řízení, obsah řízení, manažerské dovednosti*. 1. vyd. Brno: Computer Press.

Blažek, L. et al., 2008. *Konkurenční schopnost podniků: (analýza faktorů hospodářské úspěšnosti)*. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita.

IMF, 2013. *World economic outlook: April 2013: Hopes, realities, risks*. Washington, D.C.:International Monetary Fund.

Syrovátka, M., Harmáček, J. 2014. Klasifikace rozvojových zemí. In: Nováček, P. (ed.) *Rozvojová studia – vybrané kapitoly*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Syrovátka, M. 2008. Jak (ne)měřit kvalitu života: Kritické pohledy na index lidského rozvoje. *Mezinárodní vztahy* 43 (1), 9–37.

UNDP, 2014a. *Human Development Report 2014: Sustaining Human Progress: Reducing Vulnerabilities and Building Resilience*. New York: UNDP.

UNDP, 2014b, *Human Development Report Technical Notes 2014*, New York: UNDP.
Sedláčková, H. a Buchta, K., 2006. *Strategická analýza*. 2. přepracované vyd. Praha: C. H. Beck.

Keřkovský, M.; Vykypěl, O., 2002. *Strategické řízení. Teorie pro praxi*. Praha: C. H. Beck.

Sedláčková, H., 2007. Trendy v chápání zdrojů podniku při tvorbě strategie podniku. *Acta Oeconomica Pragensia*, roč. 15, č. 2, 2007, Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze.

Johnson, G.; Scgoles, K., 2003. *Cesty k úspěšnému podniku*. 1. vyd. Praha: Computer Press.

Porter, M. E., 1993. *Konkurenční výhoda*. Praha: Victoria Publishing.

Košťan, P., Šuleř, O., 2002. *Firemní strategie: plánování a realizace*. 1. vyd. Praha: Computer Press.

Boučková, J., 2003. *Marketing*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck.

Ondřej, M., Drobník, J., 2002. *Transgenoze rostlin*. 1. vyd., Praha: Academia.

Gerats, A.G.M a kol., 1991. *Biotechnologické inovace ve šlechtění plodin*.

Newbury, H. J., 2003. *Plant Molecular Breeding*. Oxford: Blackwell Publishing.

Doubková, Z., Ovesná, J., 2005. *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR*. Praha. Sborník [online] Dostupné na: http://eagri.cz/public/web/file/17398/GMO_text.pdf.

Bednář, J., 2000. *Základy genového inženýrství rostlin*, Vyd. 1, Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita.

Custers, R., Vlieger, DE E., Stoops, S., Gysel, Van A., Verleyen, B., 2006. *Průvodce biotechnologiemi. Biotechnologie v zemědělství a potravinářství*. Praha: Academia.

Čuba, F., Hurta, J., 2004. Biotechnologie. Jaké zisky přinášejí světu, co mohou přinášet nám. In *Biotechnologie. Jaké zisky přinášejí světu, co mohou přinášet nám*. Slušovice: Mondon.

Valková, D., 2007. *Geneticky modifikované organismy- základ modernej biotechnologie*. Bratislava: Vydavateľstvo VEDA. [online] Dostupné na: www.gmo.sk/File/GMOpreucitelov.doc

Chloupek, O., 2000. *Genetická diverzita, šlechtění a semenářství*. 2. vydání. Praha : Academia.

- Kocourek a kol, 2005. Hodnocení rizik geneticky modifikovaných organismů pro životní prostředí. Praha: Ministerstvo životního prostředí [online] Dostupné na: <http://www.phytopsanitary.org/projekty/2004/vvf-07-04.pdf>
- Pavlová L., 2005. *Fyziologie rostlin*. Praha: UK.
- Halford, N., 2012. Toward two decades of plant biotechnology: successes, failures, and prospects, *Food and Energy Security 2012*, 1(1). Chichester: Wiley.
- Káš, J., 2005. Geneticky modifikované potravinářské suroviny a potraviny – 10 let na světovém trhu. *Potravinářská revue*, 2005, 2, 1. s. 27–34
- Lisowska, K., 2011. Genetically modified crops and food: pros and cons. *CHEMIK 2011*, 65, 11, 1193-1203.] Dostupné na: <http://www.chemikinternational.com/tag/conference-environmental/>
- Howard P. H. 2009. Visualizing consolidation in the global seed industry: 1996÷2008. *Sustainability* 2009(1): 1266–1287.
- National Research Council, 2010. *The Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the United States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Rybová, K., 2013. Od zelené revoluce ke geneticky modifikovaným plodinám Vyřeší moderní zemědělské technologie problém hladu v rozvojových zemích? In *Rozvojovka*. [online] Dostupné na: http://www.rozvojovka.cz/download/docs/168_rybova-od-zelene-revoluce-ke-gmo.pdf
- Pusta, D. L., 2012. Transgenic Plants – Advantages Regarding Their Cultivation, Potentially Risks and Legislation Regarding GMO's, in *Transgenic Plants - Advances and Limitations*, PhD. Yelda Ozden Çiftçi (Ed.), *Bukurest: InTech*. [online] Dostupné na: <http://www.intechopen.com/books/transgenic-plantsadvances-and-limitations/transgenic-plants-advantages-regarding-their-cultivation-potentially-risks-andlegislation-regarding>
- Spiroux de Vendômois, J., Cellier, D., Vélot, C., Clair, E., Mesnage, R. a Seralini G.E., 2010. Debate on GMOs Health Risks after Statistical Findings in Regulatory Tests. In *International journal of Biological Sciences*, 2010; 6(6):590-598. Ivyspring International Publisher.

Filipecki M, Malepszy S., 2006. *Unintended consequences of plant transformation: a molecular insight*. J Appl Genet. 2006, 47(4): 277-86

Netherwood T, Martín-Orúe SM, O'Donnell AG, Gockling S, Graham J, Mathers JC, Gilbert HJ., 2004. Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract. *Nat Biotechnol*. 2004 , 22(2): 204-9.

Zhang L, Hou D, Chen X et al., 2011. Exogenous plant MIR168a specifically targets mammalian LDLRAP1: evidence of crosskingdom regulation by microRNA. *Cell Res*. 2011 Sep 20. doi: 10.1038/cr.2011.158.

Aris A, Leblanc S. , 2011. Maternal and fetal exposure to pesticides associated to genetically modified foods in Eastern Townships of Quebec, Canada. *Reprod Toxicol*. 2011, 31(4): 528-33.

Slater A., Scott N., Fowler M., 2005. *Plant Biotechnology – The genetic manipulation of plants*. 3.vyd. Oxford: Oxford University Press.

Munns R., Tester M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59: 651-681.

Plett D., Safwat G., Gilliam M., Møller I. S., Roy S., Shirley N., Jacobs A., Johnson A., Tester M. , 2010. Improved Salinity Tolerance of Rice Through Cell Type-Specific Expression of AtHKT1; *IN 1. PloS ONE* 5 (9): e12571.

Řepková, J., 2013, *Genetika rostlin*, Brno:MU. [online] Dostupné na: <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/js13/genetika/web/pages/09-geneticke-modifikace.html>

Hlúbik, P.; Opltová, L., 2004. *Vitamíny*. Vyd. 1. Praha: Grada.

Žamboch, J., 1996. *Vitamíny*. 1. vyd. Praha: Grada.

WHO, 2014. *Micronutrient deficiencies Vitamin A deficiency*. [online] Dostupné na: <http://www.who.int/nutrition/topics/vad/en/>

IMF, 2014. *Global financial stability report 2014* . Washington, DC :International Monetary Fund. [online] Dostupné na:

http://www.imf.org/external/ns/search.aspx?hdCountrypage=&NewQuery=global+financial+report&filter_val=N&col=SITENG&collection=SITENG&lan=eng&iso=&requestfrom=&countryname=&f=

Welthungerhilfe, IFPRI, and Concern Worldwide, 2014. 2014 Global Hunger Index - The challenge of hidden hunger. Bonn, Washington D. C., Dublin. October 2014.

Menon, P., Deolalikar, A. a Bhaskar. A., 2009. *INDIA STATE HUNGER INDEX Comparisons of Hunger Across States*. Washington, D.C., Bonn, and Riverside: IFPRI

Bansal, S., Gruère, G., 2010. Labeling Genetically Modified Food in India Economic Consequences in Four Marketing Channels. *IFPRI Discussion Paper 00946 January 2010*, page 12-35 [online] Dostupné na: http://ceragmc.org/docs/sabp_reports/bansal_gruere_2010.pdf

Benbrook, C. M., 2012. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. -- the first sixteen years. *In Environmental Sciences Europe 2012, 24:24* doi:10.1186. [online] Dostupné na: <http://www.enveurope.com/content/24/1/24>

Shi, G.; Chavas, JP; Lauer, J., 2013. Commercialized transgenic traits, maize productivity and yield risk. *In Nature Biotechnology;Feb2013, Vol. 31 Issue 2*, [online] Dostupné na: http://www.motherjones.com/files/maize_prod_nat-biotech_2013.pdf

Séralini GE, Mesnage R, Clair E et al.. 2010. Genetically modified crops consumption at large scale: possible negative health impacts due to holes in assessment. *In Environ Sci Pollut Res IN Breckling, B. & Verhoeven, R., 2010. Implications of GM-Crop Cultivation at Large Spatial Scales*. Theorie in der Ökologie 16. Frankfurt, Peter Lang.

Halford, N., Hudson, E., Gimson, R., Weightman, R., Shewry, P.R. a Tompkins, S., 2014. Safety assessment of genetically modified plants with deliberately altered composition. *In Plant Biotechnology Journal* (2014) 12, pp. 651–654, Chichester: Wiley.

Conway, G. a Toenniessen G., 2003. Science for African Food Security, *Science*, 299, 1187-1188

Hobbes, M., 2014. Stop Trying to Save the World, Big ideas are destroying international development. *In New republic*. [online] Dostupné na: <http://www.newrepublic.com/article/120178/problem-international-development-and-plan-fix-it>

Kumar, A. a Srivastava, L., 2012. Biotechnology industry in India: Opportunities or Challenges. *In African Journal of Business Management Vol.6 (44), pp. 10834-10839*. [online] Dostupné na: <http://www.academicjournals.org/AJB>

Ghosh, S., Ghosh, P.K., 2007. SAFETY EVALUATION OF GENETICALLY MODIFIED FOOD: INDIAN REGULATORY. *In Casopis VAK (2007) 2: 8-22*

Blaise, D. and Kranthi, K.R., 2011. Cry1Ac expression in transgenic Bt cotton hybrids is influenced by soil moisture and depth. *IN Current Science 101(6):783-786.*

Choudhary, B. and Gaur, K., 2010. Bt Cotton in India: A Country Profile. ISAAA, Ithaca, NY, USA. [online] Dostupné na:
http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_crop_profiles/bt_cotton_in_indiaa_country_profile/download/Bt_Cotton_in_India-A_Country_Profile.pdf.

Kaur, A., 2013. GM CROPS IN INDIA: AGRICULTURAL SUSTAINABILITY AT STAKE. In. *OIDA International Journal of Sustainable Development, Vol. 06, No. 10, pp. 23-32, 2013*