

9 - Biotechnologie v zemědělství a ekologie

Téma této kapitoly má dvojí význam. Především jde o zasazení biotechnologie, zejména té zemědělské, do celosvětové snahy když nezlepšovat, tak alespoň nezhoršovat přírodní podmínky existence lidstva a při tom ho přijatelně nakrmit, napojit a ošatit. Na druhé straně je to aréna zápasu „catch as you can“, kde „ekologická“ rétorika se snaží získat veřejnost a politiky pro, ale nejčastěji proti biotechnologii. Zápas poháněný kolotočem miliard zemědělského byznysu odsunuje vědeckou podstatu biotechnologie do role kulisy, ve kterých se odehrává. Hlavní nástroje ovlivňování veřejného mínění (a jeho prostřednictvím politiků) jsou dvě témata: ekologie a zdraví. Přírodovědná podstata biotechnologie při tom velice trpí, jsouc účelově deformována a zneužívána. Proto v této kapitole dávám větší prostor biologickým základům.

9 – 1 Hnací síly

Světový trh osiv se v roce 2006 odhadoval⁹² na \$ 30 miliard a trh ochrany rostlin na 38,5 miliard. Do toho vstupuje \$ 6,15 miliardy trh transgenních plodin, tedy 21% celkového trhu osiv a 16% z trhu ochrany rostlin. Z toho jen transgenní sója činí 2,68 miliardy a kukuřice 2,39 miliardy. Za celou dobu vyhodnoceného praktického využívání, tj. v období 1996-2004 představují transgenní plodiny akumulovaný čistý přínos pro farmáře kolem \$ 27 miliard a akumulovanou úsporu pesticidů 172.500 tun aktivní složky, což je 14% EIQ (Environmental Impact Quotient). Hodnota přínosu „pro farmáře“ se ovšem musí snížit o částku převedenou osivářským firmám jako licenční poplatky, takže se sníží na 75% až 65% uvedené částky.

Na tomto globálním přínosu se podílejí USA (39,6%), Argentina (37,4%), Čína (15,6%), Brazílie a Kanada (po 3%), Indie a další. Nemusíme být ekonomickými analytiky, abychom si povšimli, že Evropa zde nehraje roli, což nám mnoho napoví pro pochopení evropské politiky v oblasti zemědělských biotechnologií.

9 – 2 Věda versus politika

Prvním prohřeškem proti vědeckému hodnocení je, že diskuse o ekologickém vlivu biotechnologie v zemědělství se z politicko-ideologických důvodů omezuje pouze na transgenosi a většinou jen na rizika. Že by třeba radiační mutant nebo vzdálený hybrid, či

⁹² Brookes, G. and Barfoot, P.:GM Crops: The Global Socio-economic and Environmental Impact of the First Nine Years 1996-2004. P.G. Economics 2005.

dokonce klasicky vyšlechtěná odrůda mohly mít určitý, případně nežádoucí vliv na ekologii, je v Evropě politicky neslušné téma, o kterém se nemluví, neboť takovéto plodiny používá evropský zemědělec a metoda jejich šlechtění je levná a nechráněná patenty (viz aféra se zprávou Mezinárodní agentury pro atomovou energii ve Frankfurter Zeitung popsaná výše). Proto jiné než transgenosí získané plodiny nepodléhají zákonem předepsaným analýzám rizika ani na ně navazujícím „preventivním a ochranným“ opatřením, neboť „princip předběžné opatrnosti“ se jich netýká. Po odborné stránce je to samozřejmě nepřijatelné.

Srovnáme např. ekologická rizika Bt kukuřice v Evropě a halotolerantní rýže CM6⁹³: vyšlechtěné v rámci projektu Mezinárodní agentury pro atomovou energii (IAEA) pěstované na desetitisících hektarů v Asii. Na tabulce 9 -1 vidíme, že tato rýže nese mnohem větší ekologické riziko, ale z hlediska evropské legislativy je bez rizika:

Tabulka 9 -1

Srovnání ekologických rizik Bt kukuřice v Evropě a halotolerantní radiační mutagenesí vyšlechtěné odrůdy v Asii

Plodina	Bt kukuřice v Evropě	CM6 v Asii
Křížení s původní výchozí rostlinou	NE	ANO
Křížení s jinými volně rostoucími rostlinami	NE	MOŽNÉ
Má transgen selekční výhodu	NE	ANO
Možnost invaze do přirozených společenstev	NE	ANO
Soutěživost s volně rostoucími rostlinami	NE	ANO
Podpoří transgen kultivaci přirozených biotopů	NE	ANO

V každém případě je však věcně vedená diskuse užitečná, neboť biotechnologie je mladá, nezkušená a praktická úskalí teprve osahává. Věcnost je však slabou stránkou obvyklých diskusí na toto téma. Oblíbené (stejně jako v případě zdravotního významu) jsou obecné úvahy o užitečnosti nebo škodlivosti transgenních plodin jako takových zavedené, bohužel, především politiky EU. Mají stejnou hodnotu jako diskuse o tom, zda jsou syntetické látky pro člověka zdravé či nikoli. Věcná diskuse posuzuje každou plodinu spolu s konkrétním transgenem v dané oblasti za dané technologie a to systémem porovnání rizik a přínosů.

Účelovým nedostatkem většiny diskusí o biotechnologii je hodnocení systémem vah o jedné misce. Vše, co zavádí biotechnologie, je nutné podrobně prozkoumat na možnost

⁹³ Radiation mutant, variety CM6, Ann. Report IAEA 2001

rizik, zato alternativní konvenční řešení je bez rizika, protože je tradiční a jsme na ně zvyklí. Přitom je logické, že odstranění rizika tradiční metody je přínos biotechnologické metody. Tak třeba v dnes nejpoužívanější směrnici⁹⁴ jsou v Příloze II „Principy pro hodnocení environmentálního rizika“ stanoveny čtyři skupiny hledisek obsahujících 23 bodů, z čehož 17 se týká škodlivých účinků. Na přínosy se nikdo neptá, na škodlivé účinky alternativních opatření také ne.

Jelikož se takto vychází vstříc obecnému způsobu, jak lidé hodnotí „novoty“, neukřivdíme, nazveme-li tento přístup populismem. Nejde ovšem o specialitu transgenose; podle „ekologických“ zemědělců je nepřijatelné proti plísním produkujícím rakovinotvorné toxiny bojovat syntetickými snadno rozložitelnými fungicidy, ale zamořovat půdu toxickou mědí, která se v ní hromadí na věky věkův, je „ekologické“, protože to dělali naši dědové a je to tedy „tradiční“ způsob ochrany.

Naší českou slabinou je, že ekologie u nás utrpěla největší profanaci ze všech přírodních věd. Mohou za to media a některé NGO, které anglický termín „environmentalist“ začaly překládat „ekolog“ a „environment friendly“ výrobky jako „ekologické“. Máme ekologické domy, ekologický toaletní papír, ekologické polyténové pytlíky, zkrátka ekologické, nebo alespoň eko- je kde co, aby se lépe prodávalo. Podobně úřady pro „organic farming“ vymyslely termín „ekologické zemědělství“. Pro veřejnost je tudíž dnes ekologem každý, kdo vyrobí nápis proti Temelínu, nebo je zaměstnancem kanceláře globální organizace používající environmentální rétoriky pro své politické cíle. Že ekologie je věda podobně jako třeba geologie, se už z obecného povědomí vytratilo, natož aby v něm přežívalo tušení o jejím vědeckém základu.

9 – 3 Člověk zasahuje do ekologie

Ernest Haeckel, který zavedl termín ekologie v roce 1869, charakterizoval ji jako vědecké studium vzájemného působení organismu a jeho prostředí. Krebs o sto let později (1972) náplň ekologie upřesnil na „vědecké studium interakcí, které ovlivňují výskyt a hojnost organismů.“ Tato velmi úsporná definice zavádí prostředí v pojmu „interakce“, „hojnost organismů“ zahrnuje studium jedince, populace a společenstva a „výskyt“ posuzuje charakteristiky stanovišť, biocenos a biomů. Biotechnologie zasahuje do vzájemných vztahů mezi organismy i mezi nimi a abiotickými faktory. Zejména se podílí na interakcích v

⁹⁴ Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC

umělých společenstvech vytvářených člověkem. Podrobně se studují možnosti případného zásahu do přirozených společenstev.

Člověk je jako kterýkoli jiný druh součástí vztahů mezi organismy a abiotickým prostředím. Jeho zvláštností je rozvinutí technologie a početnost – jde o přemnožený druh. Je mnoho lidských činností více či méně do ekologie zasahujících. Nejstarší z nich a současně nejhluběji zasahující je zemědělství. Běžně je v historii - a dnes v subtropickém a tropickém pásmu – provázelo odlesňování. Jared Diamond v knize Třetí šimpanz⁹⁵ uvádí příklad kultur, které zanikly právě vinou odlesňování.

Dalším historickým zásahem člověka do ekologie, opět většinou spojeným se zemědělstvím, je přenášení organismů mezi ekosystémy a kontinenty. Brambor, švestka, fazole, kukuřice, pět'our, křídlatka nebo bázlivec kukuřičný mohou být nejznámější příklady z našeho okolí.

Moderní agrotechnika v industriálních zemích přinesla mechanizaci, chemizaci a produkci plyných zplodin. Vytvořila velké plochy umělých stejnověkových monokultur nejen plodin, ale i dřevin. Dalo by se vyjmenovávat mnoho dalších vlivů zemědělství na společenstva organismů, včetně eroze, obohacování vodních toků a nádrží živinami, v teplejších krajinách zasolení půd nevhodným zavlažováním, dezertifikace - a to jako Středoevropané nedohlédneme do problémů moří.

Právě v souvislosti s tím vynikne neadekvátnost zakořeněného posuzování biotechnologií systémem vah o jedné misce. Platí to nejen u nás, jak o tom svědčí dopis Lorda Roberta Maye, prezidenta Royal Society, adresovaný v souvislosti s hodnocením polních pokusů s transgenními plodinami anglickým regulátorům rozhodujícím o zavádění transgenních odrůd⁹⁶:

Pro návrh jakýchkoli budoucích dlouhodobých opatření týkajících se agrotechnického systému v UK musíme získat jasnější obraz o současném systému v UK a jeho vlivu na přírodu. Pouze na základě škod na životním prostředí působených současnou zemědělskou praxí může vzniknout přesné srovnání alternativních systémů. Je důležité, aby srovnávání

⁹⁵ Orig. The Third Chimpanzee, Harper Collins, New York 1993, překlad Paseka, Praha 2004.

⁹⁶ *For any long-term outcomes to be drawn about the future of the UK agricultural system, however, there needs to be a clearer picture obtained of the current system in the UK and its effect on the environment. Only by measuring the environmental damage caused by existing agricultural practices can an accurate comparison of alternative systems take place. It is important that comparison against this baseline becomes a feature of future assessments of all agricultural technologies, as failure to do so would misrepresent both the positive and negative features of alternative systems.* From the President Lord May of Oxford OM AC Kt PRS, 10 November 2003, Policy no: 27/03

podle této základny se stalo vlastností budoucího hodnocení všech zemědělských technologií, neboť pokud se tak nestane, povede to k falešnému vyjádření jak pozitivních tak negativních vlastností budoucích systémů.

Proto posuzujeme-li vliv zemědělské biotechnologie na ekologii musíme se ptát: snižuje nebo zvyšuje imanentní ekologickou zemědělskou zátěž?

9 – 4 Přínosy a rizika

Snížení a zvýšení nežádoucích ekologických dopadů zemědělství použitím biotechnologie se obvykle dělí do základních skupin⁹⁷. Za snížení se považuje

- Ø redukce množství a rizikovosti (přetrvávání v prostředí) používaných pesticidů,
 - Ø možnost šetrnějšího zpracování půdy (využití bezorebných technologií) umožňujícího zachování vláhy, struktury a humusu,
 - Ø snížení potřeby mechanizace (orba, výjezdy k postřikům) a tím spotřeby energie a produkce CO₂, omezení zhutňování půdy,
 - Ø zvýšení sklizně (zvýšením výnosu a/nebo snížením ztrát) a tím oslabení tlaku na rozšiřování orné půdy (zejména v rozvojových zemích);
- do skupiny rizik se počítá
- Ø možnost zaplevelení jak vlastní plodinou, tak plevele s přeneseným transgenem a případný posun ve struktuře plevelů,
 - Ø vznik necitlivých populací hmyzích škůdců,
 - Ø vliv na necílové organismy,
 - Ø zvýšení invazivnosti kulturních plodin a tím ohrožení přirozených společenství; sporná oblast je význam pro zdravotní kvalitu potravin.

Většina těchto vlivů není ovšem specifických pro transgenní plodiny. Populace hmyzu necitlivého na insekticidy jakož i plevele vzdorující herbicidům běžně produkuje klasická agrotechnika. O vlivu insekticidů na necílové organismy není třeba hovořit, ten je zřejmý. V Česku se ročně zničí postřikem několik včelstev a posun v zastoupení druhů v naší krajině je všeobecně známý. Kde jsou dnes koukol, křepelky, cvrčci a koroptve! To „ekologické aktivisty“ nezajímá, ale z uhynulých housenek amerického motýla *Danaus plexippus* v laboratoři v Ithace (stát New York) násilně krmených pylem na polích nepěstované odrůdy

⁹⁷ Carpenter, J., Felsot, A., Goode, T., Hamming, M., Onstad, D.: *Comparative Environmental Impacts of Biotechnology-derived and traditional Soybean, Corn, and Cotton Crops*. Council for Agricultural Science and Technology, Indianapolis, 2002.

Bt kukuřice⁹⁸ udělali světovou aféru známou jako „motýl monarch“. V arsenálu ekologů přezívá jako argument dodnes, přesto, že byla ekologická bezvýznamnost těchto laboratorních pokusů mnohokrát potvrzena⁹⁹.

Podobně je to se zdravotní stránkou potravin. V souvislosti s transgenními plodinami ekologové a četní zejména evropští politici straší občany „novými neznámými alergiemi“, ale počet nových alergií vyvolaných zařazením třeba kiwi do evropského jídelníčku tyto „ochránce spotřebitelů“ nezajímá, ani před tím nevarovali. Stejně se považuje za normální, že klasickým šlechtěním vznikl toxický brambor Lenape nebo celer s toxickým množstvím psoralenu, ale přenesení alergenu z para ořechů do krmné(!) sóji transgenosí bylo ihned základem celosvětové propagační kampaně a dodnes patří do stále omílané mantry nátlakových skupin¹⁰⁰.

K vnášení transgenů do genomu rostlin se používají často vektory, které jsou vybaveny selekčním genem. Ten dovoluje v souboru buněk, na které působil konstrukt (ať pomocí *Agrobacterium tumefaciens* nebo jinou metodou) najít ty, které konstrukt do své dědičné výbavy zařadily. Zprvu podobně jako v mikrobiologii se používaly geny pro rezistenci na antibiotika. První transgenní kukuřice, která k nám přišla v roce 1992 měla gen kódující necitlivost na ampicilin.

To vyvolalo až hysterickou reakci, která hrozila, že tento gen bude přenesen v naší či dobytčí zažívací soustavě na „nebezpečné patogeny“, proti kterým pak nebudou účinná antibiotika. Následovalo několik laboratorních prací snažících se prokázat, že takový přenos z rostlinného do bakteriálního genomu je možný. Nepodařilo se. Naproti tomu přenos genů necitlivosti k antibiotikům mezi bakteriemi je běžný – zdravotníci z toho mají těžkou hlavu. Uvažme, že naše strava podle normy může obsahovat až sto tisíc kolonie tvořících mikroorganismů v gramu (tudíž jich obsahuje více, protože ne všechny půdní mikroorganismy vytvoří na laboratorním mediu kolonii). Asi třetina z nich vykazuje růst v přítomnosti antibiotik. Znamená to, že denně sníme stovky milionů bakterií nesoucí geny necitlivosti na antibiotika, které se snadno na jiné mikroorganismy přenášejí. Jaký význam má pak hypotetický přenos z případného rostlinného materiálu v potravině s obsahem GM plodin?

⁹⁸ Losey, J. E., Rayor, L. S. & Carter, M. E. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature*, **399**, 214, (1999).

⁹⁹ Přehled viz *Nature* September 12, 2001.

¹⁰⁰ ČS rozhlas Radiožurnál 19.6.2007 17.30

Přesto (aby vyhověla pověrám veřejnosti) Evropská Komise zakázala používat geny nesoucí necitlivost na lékařsky používaná antibiotika. Nicméně i zde nátlakové organizace toto strašidlo dodnes nevypustily ze své mantry¹⁰⁰.

Jelikož seriosní diskuse musí vycházet ze základních fakt, která se váží vždy k určité plodině a určitému transgenu (v dané oblasti), podrobněji si všimneme dvou nejčastějších případů.

9 – 5 Bt plodiny

Poměrně jednoznačná je situace u plodin rezistentních k určitým hmyzím škůdcům díky přenesenému genu kódujícímu toxický peptid *Bacillus thuringiensis*. Tento v přírodě běžný mikrob se stará o blaho svého potomstva tím, že při dovršení životního cyklu buňka vytvoří spóru, která má zachovat rod po dobu nepříznivých podmínek a současně syntetizuje zvláštní bílkovinu, která v buňce vykrytalizuje. Nazývá se proto bílkovina Cry, dříve se označovala jako δ -endotoxin. Jejím specifickým úkolem je velmi výběrově zabít určitý hmyz, který se pak stane zdrojem výživy pro potomky bacila vyklíčivší ze spór. Evolucí vznikla široká paleta kmenů *B. thuringiensis* specializovaných na určité druhy nebo skupiny hmyzu. Dnes se ve světových sbírkách uchovávají tisíce kmenů s různou výběrovostí toxického účinku, v mnoha případech omezenou na velmi úzké skupiny, většinou lepidopter (motýli, můry, moli), dípter, (mouchy), hymenopter (vosy, včely) a coleopter (brouci). Jen vzácně se najde druh bílkoviny Cry jedovatý pro nematody (hád'átka). Toxin Cry1Ba, který má široké spektrum účinnosti, je spíše výjimkou.

Když hmyz pozře krystal, který ulpěl na rostlině, bílkovina Cry se začne v jeho zažívacím traktu rozpouštět. Uvolněné molekuly upraví trávicí proteázy odštěpením jednoho nebo obou konců. Teprve takto upravená molekula má toxický účinek. Už na těchto dvou úvodních stupních začíná první hrubý výběru oběti. Krystal se rozpouští jen za určité kyselosti prostředí (pH). Larvy lepidopter a dípter mají silně alkalické prostředí v zažívací trubici, kdežto brouci a jejich larvy neutrální nebo mírně kyselé. Proto toxiny působící na prvou skupinu mají ve struktuře převahu argininu, který je v případě molekul účinných na brouky nahrazen méně zásaditým lysinem. Další rozhodovací stupeň jsou trávicí enzymy, které musí odštěpit správnou část molekuly. Místem účinku upravených peptidů jsou specifické povrchové receptory na epitelu hmyzí trávicí trubice. Jakmile se na ně peptid naváže, změní formu své molekuly a v membráně buňky vytvoří otvor, který buňka není schopna zacelit a hyne. V důsledku toho hyne i ten, kdo krystal pozřel – hmyzí larva nebo

dospělec. Původně existovala hypotéza, že hyne v důsledku ztráty vody ze střeva. Nyní se ukazuje, že možnou příčinou je sepse vyvolaná invazí střevní mikroflóry do těla. Taková zhoubná událost je dobře známá u lidí.

U Bt plodin je gen pro toxickou část bílkoviny Cry přímo součástí rostlinného genomu, takže rostlina sama tento toxin produkuje uvnitř svých buněk. Odpadají náklady na insekticidy, odpadá starost se způsobem aplikace a jejím načasováním a toxin zneškodní i larvu ukrytou uvnitř stonku. To, že rostlina tvoří "insekticid" ve svých buňkách, není nic nepřirozeného. Většina rostlin se tak brání býložravcům: štiplavé silice cibule, solanin v bramborech nebo alylisoithiokyanát křenu jsou rostlinné repelenty. Proti savců má bez černý čili bezinka jed (lektin) v kůře. Proto ji zajíc neohryže. Přítomnost bílkoviny Cry uvnitř buněk Bt rostliny, má ohromnou výhodu: hmyz s ní přijde do styku až když "si kousne", přesněji, její účinek pocítí, jen když rostlinná tkáň přejde do jeho zažívací trubice. Tím je však definován škůdce, protože málokdy označujeme hmyz okusující plodiny za užitečný. Kromě toho si na toxin nemůže „zvyknout“, jak tvrdí někteří populisté, protože dokud ten nereaguje s receptory intestinálních buněk, hmyz o jeho přítomnosti „neví“. Navíc je zde ona vysoká specifická jen na určitou skupinu hmyzu, pro ostatní je to bílkovina jako jakákoli jiná.

Zavedení Bt plodin má velký význam pro všechny zemědělce, ale zejména pro chudé země v subtropickém pásmu. V letech 2005 a 2006 se Bt plodiny pěstovaly na 26,6 a 32,1 milionech ha, z toho bylo Bt kukuřice 17,8 a 20,1 mil. ha a Bt bavlníku 8,5 a 12,1 mil. ha. Bavlník je obzvláště zužován hmyzímu škůdci. Má-li jich být zbaven, musí se použít někdy až 28 postřiků (průměrně 11) chemickým insekticidem. Tam, kde na to rolník nemá – za sezónu se utratí za insekticidy okolo 500 USD na hektar -, má velké ztráty na úrodě. Když si může koupit insekticid a nikoli však potřebnou techniku, vyvolává jeho nechráněné použití mnoho otrav, dokonce i dětí. Světová zdravotnická organizace (WHO) udává půl milionu případů a z toho pět tisíc úmrtí. Ekonomicky znamená použití Bt plodin významný přínos pro rolníky v rozvojových zemích¹⁰¹

I u nás je stále významnější Bt kukuřice, v roce 2005 se poprvé pěstovala na produkci a vyselo se jí 270 ha, v roce 2006 již 1290 ha a další rok se uvažuje o 4000 ha. Z amerického kontinentu přenesená rostlina se v novém prostředí setkala s můrkou *Ostrinia nubilalis*, proti které nemá obranu (podrobně viz zpráva z roku 2003¹⁰²). Tento škůdce má u nás název

¹⁰¹ Carl E. Pray, Jikun Huang, Ruifa Hu and Scott Rozelle: Five years of Bt cotton in China - the benefits continue. The Plant Journal (2002) 31(4), 423±430.

¹⁰² Gianessi L., Sankula S. a Reigner N.: Plant Biotechnology: Potential Impact for Improving

zavíječ kukuřičný a v USA – jako důkaz o zavlékání organismů mezi kontinenty - „European corn borer“, čili evropský kukuřičný vrták (byl tam zavlečen na počátku 20. století). Jeho larvy se totiž prokoušou po vylíhnutí dovnitř stvolu, kde se živí a kukuřice se láme, případně se zavrtávají do palic. Což je horší, zraněná tkáň je substrátem pro plísně produkující toxické (rakovinotvorné) mykotoxiny. Nová studie¹⁰³ ukazuje, že endemické patologické těhotenství v údolí Rio Grande (Mexiko) je způsobeno mykotoxiny přítomnými v napadené kukuřici, která je tam hlavní potravinou. Podobné problémy působí mykotoxiny v krmivářství. Podle odhadů Evropské Komise se každý rok v Evropě vyrobí 160 milionů tun krmiv, z nichž 25% je kontaminováno mykotoxiny, což představuje odhadovanou ztrátu 5 miliard eur ročně. Bt kukuřice významně pomáhá proti zamoření sklizně mykotoxiny ať je to kukuřice na siláž, nebo na zrno jako krmivo případně potravina.

Zavíječ se od konce minulého století šíří po našem území a jediná „tradiční“ obrana proti němu je chemický postřik. Ten musí být přesně načasován na výlet dospělců, protože jakmile nakladou vajíčka a larva se dostane dovnitř stvolu, je chemicky nepostižitelná. Stříkat načasovaně přes metr vysokou kukuřici ovšem není jednoduché a ochrana proti druhému instaru, který je v teplých lokalitách běžný, je už nemožná. Leda, že by „ekologičtí aktivisté“ doporučili letecký postřik.

Jako biologická ochrana se propaguje zavěšování umělých zámotků parazitické vosičky *Trichogramma*, která po vylíhnutí klade svá vajíčka na vajíčka lepidopter, tedy i zavíječe. Vylíhlé larvy je pak zničí. Opět je kritické načasování, protože opoždění podobně jako u chemického ošetření, zavíječe nepostihne, ale dopadne na necílové organismy. *Trichogramma* je použitelná na malé plochy a i při přesném načasování je účinnost okolo 60%, takže kukuřice je kontaminována mykotoxiny¹⁰⁴. Protože orgáničtí („ekologičtí“) zemědělci, hospodaří-li na území s významným výskytem zavíječe, nemohou použít ani postřik, ani Bt kukuřici, bývají jejich Bio produkty silně kontaminovány mykotoxiny. Naše norma udává přípustný limit pro kukuřici 2 mg/kg¹⁰⁵. Např. v Anglii muselo být staženo

Pest Management in European Agriculture, Maize Case Study. The National Center for Food and Agricultural Policy, June 2003, Full Report: www.ncfap.org.

¹⁰³ Kershen, D.L. The Benefits of Bt-Corn, Food & Drug Law Journal v. 61 # 2 (June 2006), pp.197-235.

¹⁰⁴ Kocourek F. a Říha K. jr.: Zavíječ kukuřičný – nebezpečný škůdce. Kukuřice v praxi 2006, Agronom. fak. MZLU a KWS Osiva s.r.o.

¹⁰⁵ Příloha č. 2 k vyhlášce č. 53/2002 Sb, část 10, Tab. č.5.

z prodeje mnoho šarží Bio kukuřičné mouky pro vysoký obsah mykotoxinů¹⁰⁶. „Zdravá potravina – Organic“ z Anglie a jiná z Holandska obsahovaly přes 16 mg/kg.

Jako všechno, ani Bt plodiny nejsou bez rizika. Především podobně jako u jiných insekticidů hrozí vznik rezistentních populací hmyzu. Stačí mutace v genu, který řídí specifčnost receptoru na buňkách zažívací trubice, a hmyz se stane necitlivým. Většinou jde o recesivní mutaci a proto se používá metoda „útočiště“ (refugium). Znamená to že v blízkosti plochy s Bt odrůdou se vyseje malá část běžné kukuřice, na které se může zavíječ množit. Ten se kříží s případně vzniklým necitlivým mutantem, Jelikož necitlivost je většinou recesivní, potomstvo je opět citlivé.

Účinný boj proti škůdcům je také zásahem do ekologie a má své důsledky. Organismus, který zemědělec označuje za „škůdce“, není nic jiného nežli článek potravního řetězce. Na něj navazují další, zpravidla označované za „užitečné“, protože žerou onoho „škůdce“. Jestliže silně potlačíme škůdce, klesne i počet oněch predátorů, což je nežádoucí. Zabránit tomu je dalším důvodem k technice refugií.

Je tu však další ekologický vliv. Potlačení jednoho druhu škůdce – a selektivita Bt toxinů má právě tuto vlastnost -, se uvolní ekologická nika, kterou obsadí jiný druh. V důsledku systematického používání Bt plodin se proto mění spektrum škůdců a může se stát, že původně marginální druh se stane hospodářsky významným. I zde se projevuje evoluční pravidlo o společném vývoji obrany a útoku.

Velmi okrajové riziko představují posklizňové zbytky, které se mohou stát potravou hmyzu s příslušnými receptory a hubit jej. Teoretické riziko představují lepidoptery, které by pojídaly velké množství pylu takové odrůdy Bt kukuřice toxické pro zavíječe, která tvoří v pylu vysoké koncentrace toxinu. Na podobném modelovém laboratorním pokusu v Cornell university nátlakové organizace založily celosvětovou propagandistickou kampaň proti GMO, o které se zmiňujeme výše.

V reakci na tuto kampaň ve světě i u nás mnoho entomologů podrobně studovalo vliv Bt kukuřice na hmyzí společenstva. Nejvýznamnější práce shrnula konference Mezinárodní organizace pro biologickou kontrolu (IOBC/WPRS) konaná v Praze v listopadu 2003¹⁰⁷.

¹⁰⁶ Food Standard Agency (2003), Electronic Source: Contaminated maize meal withdrawn from sale, <http://www.food.gov.uk/news/newsarchive/2003/sep/maize> and <http://www.food.gov.uk/news/newsarchive/2003/sep/moremaize> and <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/maizemeal10.pdf>

¹⁰⁷ Romeis, J. a Bigler, F. Eds.: Ecological Impact of Genetically Modified Organisms, Bulletin OILB srop Vol. 27(3)2004.

Zajímavost ohledně pylu přineslo včelařství: jestliže včely sbírají pyl, ve kterém je exprimován gen pro toxin Cry1Ab (např. u Bt kukuřice proti zavíječi) a krmí jím larvy, nedojde k poškození larev (včela patří mezi hymenoptera a ne lepidoptera, nemá v zažívací trubici příslušné receptory), ale úl se zbaví nežádoucího mola voskového (*Galeria*) ničícího včelí dílo, který mezi lepidoptera patří a tedy toxin na něj působí.

Nevýhodou Bt plodin – jako všech transgenních – je vyšší cena osiva, protože obsahuje licenční poplatek. Ten je volen tak, aby nepřevýšil úspory zemědělců, ale hradil autoru odrůdy náklady s jejím vývojem.

S tím souvisí společensky a politicky citlivá otázka tzv. terminátoru. Je to poměrně komplikované genetické opatření¹⁰⁸ T-GURT patentované v roce 1998. Způsobuje, že semena transgenní rostliny jsou neklíčivá. To zabraňuje tzv. přesívání, tj. použití části sklizně jako osiva pro příští rok. V souvislosti s ekologií je však přesívání nežádoucí obecně – podporuje šíření chorob zejména viróz a mykóz – a u Bt plodin zvláště. Hrozí nebezpečí, že exprese toxinu poklesne, což by mohlo vést k vzniku rezistentních populací škůdců (analogie k poddávkování antibiotik v lékařství). Zatím žádná schválená transgenní plodina terminátor nemá. Je poučné sledovat pokřik ekologů v souvislosti s terminátorem. Nařikají, že ubohý rolník nemůže přesívat, ale pokud se hovoří o kukuřici, nikdy veřejnosti neřeknou, že to, co běžně roste na našich polích, je hybridní kuřice, kterou přesívat nelze, a přesto ji rolníci kupují, takže terminátor by na tom nic nezměnil.

Zdalo by se, že ekologická a zdravotní prospěšnost Bt kukuřice a Bt plodin vůbec silně převažuje rizika. Přesto se Bt plodiny staly cílem propagandy v globálním měřítku a také u nás ministr životního prostředí dostal nejméně jeden dopis od zaměstnanců České kancelář Greenpeace, aby zakázal Bt kukuřici¹⁰⁹. Obehrává se do omrzení „motýl monarch“ a „vážné důvody“ jako vyšší obsah ligninu v Bt kukuřici a sorpce Bt toxinu na půdu. Pro ekologismus je charakteristické, že vždy neguje – standardně žádá zákaz - , ale nikdy nepřijde s pozitivním návrhem, jak se má české zemědělství se zavíječem vyrovnat. Pro všechny tyto „rozbor“ je charakteristické hodnocení systémem vah o jedné misce.

9 – 6 Transgeny necitlivosti na herbicidy

Posouzení ekologických vlivů druhé skupiny transgenních plodin – tolerantních na systémové herbicidy (HT) – je složitější. Patří k nejrozšířenější skupině – v roce 2005 a 2006

¹⁰⁸ Ondřej, M. a Drobník, J. Transgenose rostlin (str. 197-199), Academia, Praha 2002.

¹⁰⁹ Klimovičová, M. a Tutter, J.: dopis ministrovi Ambrozkovi ze dne 13.4.2006, www.greenpeace.cz

se pěstovaly na 73.8 a 83.0 milionech ha. Jejich předností je, že pro odstraňování plevelů stačí jeden herbicid aplikovaný v menším počtu ošetření než u běžných plodin, zpravidla vyžadujících kombinaci několika herbicidů a častější aplikaci. Nejběžnější systémové herbicidy – glyfosát a gufosinát (synonymum fosfinotricin) – jsou také snáze rozložitelné s menším rizikem reziduí v potravinách, než je tomu u běžných herbicidů. Jejich použití umožňuje širší zavedení bezorebných technologií, což chrání strukturu půdy, brání erozi a uchovává vláhu a humus. Podobně jako Bt plodiny mají vedlejší pozitivní účinek ve zmenšení počtu výjezdů techniky.

Správným použitím HT plodin lze dosáhnout prakticky čistého porostu plodiny, a to je právě sporné z hlediska ekologie, zvláště, když v určité oblasti jde o velké plochy jedné plodiny. Každá rostlina je základem potravního řetězce, počínajícího více či méně specializovaným býložravcem a dalšími stupni predátorů. Jestliže se vytvoří velká plocha pouze jedné rostliny, v podstatě zůstává pouze jeden potravní řetězec a i ten mnohdy biotechnologie značně omezí, protože nabízí plodiny s kombinací Bt+HT (těch se pěstovalo v roce 2005 a 2006 10,1 a 13.1 milionů ha), takže potlačí i kritického býložravce na startu potravního řetězce.

Takováto situace pochopitelně vede v oblasti polí využívajících HT a zejména Bt+HT techniku ke snížení rozmanitosti druhů – čili biodiverzity.

Na prověření této otázky založili v Anglii polní pokusy s kukuřicí, řepou a řepkou tolerantní ke glufosinátu (FSE – Farm Scale Evaluation). Výsledků se věnovalo speciální vydání *Transactions of the Royal Society*¹¹⁰. Jak se dalo očekávat, zjistilo se snížení biodiverzity. S výjimkou kukuřice, ale u ní to se v kontrole použil drastický herbicid atrazin (nyní již zakázaný). V Anglii jsou lidé citliví zejména na ptactvo a je pochopitelné, že pole čistého porostu řepy nenabídne ptákům žádná semena, která běžně poskytuje zaplevelené pole.

FSE studie dala munici ekologům, kteří ihned prohlásili, že snížení bioiverzity vyvolaly transgenní plodiny a jako obvykle žádaly jejich zákaz. Proti této demagogii ihned vystoupil předseda Royal Society Lord May v tisku¹¹¹ a dopisem regulačnímu orgánu (ACRE

¹¹⁰ Hawes, C. and others: Responses of plants and invertebrate trophic groups to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* (2003) **358**, 1899–1913

¹¹¹ The Guardian, By Robert May, November 25, 2003, <http://politics.guardian.co.uk/green/comment/0,9236,1092623,00.html>

– Advisory Committee on Releases to the Environment)¹¹². V něm pokusy hodnotí:¹¹³

„Výsledky jasně ukázaly, že to není technologie genetické modifikace, ale způsob potlačení plevelů s ní spojený, jako je objem herbicidů a jejich persistence, co pro určitý agrotechnický systém určuje jeho dopady na životní prostředí.“

Abychom se mohli potěšit absurditou bruselských her, ocitujeme zdůvodnění zákazu dovozu HT řepky pro zpracování (nešlo tedy o pěstování, ale jen dovoz semen pro průmysl)¹¹⁴, které řecká vláda oficiálně zaslala Komisi EU¹¹⁵: *„...za daných podmínek dopravy, malých rozměrů semen a příznivých klimatických podmínek Řecka je jisté, že semena uniknou do přírody a vzniknou živé rostliny.“* V následujícím odstavci se prohlašuje, že dovoz semen pro zpracování by ohrozil řeckou přírodu. Jako důkaz popisuje dokument anglické pokusy včetně kopií publikací Royal Society a cituje, že výsledek ukázal negativní vliv GM řepky na volně žijící organismy (wildlife). *„Předvídá se, že rostoucí GM řepka by posílila dlouhotrvající pokles semenné zásoby v půdě vedoucí ke zrychlení úbytku druhů.“* Opakují: šlo o riziko vytrousených semen při dopravě! Autorem takové argumentace není ani adolescentní aktivista ani neinformovaný novinář, ale nejvyšší řecká státní instituce. Lze se ovšem poťouchle ptát jaké „ekologické“ riziko představuje zdravější řepkový olej pro jednu z nevýznamnější zemí produkujících olivový olej.

Zdálo by se tedy, že výsledky FSE mají jasné vysvětlení a není o čem dále bádát. Jako v jiných případech ve vědě se ukázalo, že tak jednoduché to není. U Bt plodin jsme uvedli, že k prevenci vzniku rezistentních škůdců a zachování jejich predátorů se část plochy oseje netransgenní plodinou. Skupina vědců vedená vedených Johnem Pidgeonem z Broom's Barn Research Station v Bury St. Edmunds zkusila totéž jako variantu FSE¹¹⁶. Pouze 2% plochy oseli netrasgenní řepou a byli velmi překvapeni výsledkem: nejenže velmi vzrostla biodiverzita, ale celkový výnos byl větší než u běžné řepy. Také u kukuřice se ukázalo, že i při náhradě atrazinu povolenými herbicidy v kontrole, je biodiverzita u Bt kukuřice větší než

¹¹² From the President Lord May of Oxford OM AC Kt PRS , 10 November 2003, Policy no: 27/03

¹¹³ *The results clearly demonstrated that it is not the technology of genetic modification but the weed management system associated with it, such as volumes of herbicide used and its persistence, that determines the environmental effects of a particular agricultural system.“*

¹¹⁴ Prohibition of import and marketing of oilseed rape in Greece, Hellenic Republic, Ministry of Environment, Athens 05-03-2004

¹¹⁵ *“.....given the conditions of transport, the small size of he seeds, as well as the favorable climatic conditions of Greece, it is certain that the seed will escape into the environment and will give viable plants”. „ It was also predicted that growing GM oilseed rape would increase the long-term decline of seed banks of soil, leading to „accelerated species decline“.*

¹¹⁶ Nature, Pidgeon J.D. et al. Proc. R. Soc. B, doi: 10.1098/ČSOB.2007.0401.

v kontrole. Je vidět, že věda se stále musí učit o fungování ekologických mechanismů v zemědělském ekosystému vytvořeném člověkem.

Polní pokusy měly ještě další dohru. Staly se základem široké diskuse o současné legislativě v oblasti biodiversity obecně. Britská instituce posuzující žádosti o uvádění GMO do prostředí – ACRE (Advisory Committee on Releases to the Environment) vydala 17. března 2006 dokument, ve kterém poukazovala na nesrovnalosti v legislativě, které vinou kritéria metody selekce nikoli vlastnosti považuje plodiny necitlivé na herbicid za rizikové jen tehdy, jsou –li získány transgenosí. Jinak vyšlechtěné rostliny se stejnou vlastností považuje za ekologicky bezpečné. Dále kritizuje skutečnost, že nejsou hodnoceny přínosy nových plodin, ale pouze rizika. Následovala široká diskuse na veřejné schůzi v říjnu 2006 a na jejím základě ACRE vydal konečné stanovisko¹¹⁷. Uvádí v něm:

- 1) Dopad zemědělských postupů na životní prostředí není dostatečně hodnocen
 - a) nehodnotí se nové organismy, pokud nejsou GMO
 - b) nehodnotí se nové velkoplošné postupy
 - c) nesrovnávají se přínosy vedoucí k inovacím
- 2) Je nutné hodnotit stejným způsobem nové plodiny a nové postupy bez ohledu na původ (šlechtění, introdukce) a srovnávat s existujícími plodinami a postupy
- 3) Navrhuje zavést širší a vyváženější základnu hodnocení – CSA =Comparative Sustainability Assessment (SHU = Srovnávací hodnocení udržitelnosti)

V tomto systému je nutno

- 1) brát v úvahu přínosy stejně jako rizika
- 2) stavět na faktech
- 3) vyzkoušet v malém měřítku před širší aplikací
- 4) srovnávat s existující plodinou/praxí
- 5) dbát o inovaci, nezamítnout nové při zachování škodlivějšího starého
- 6) otevřeně aplikovat
- 7) respektovat konkurenceschopnost všech zemědělských sektorů

Kontroverzním tématem je nadměrné používání herbicidů a vznik rezistence plevelů. Důsledně pojatá agrotechnika HT plodin má ponechat neošetřené pole do té doby, než se plevel vyvine do velikosti, kdy začne konkurovat plodině. Pak se zahubí postřikem totálního

¹¹⁷ Report of the ACRE Sub-Group on Wider Issues raised by the Farm-Scale Evaluations of Herbicide Tolerant GM Crops, Revised after public consultation, 3 May 2007.

herbicidu. V případě, že během vegetační sezóny se díky dormantním semenům situace opakuje, je nutný další postřik. Tímto způsobem se HT technologie prosadila. Pak však nadešel obrat. Patent firmy Monsanto na nejčastěji používaný herbicid glyfosát (komerční značka Roundup) vypršel a objevilo se mnoho levných generik. Zemědělci je začali používat preemergentně (před vzejitím plodiny) a ve větších dávkách, což zvýšilo sumární spotřebu herbicidů. K té hojně přispívá nezemědělské použití podporované poklesem cen. Zejména při údržbě dopravní cesty (železnice, silnice) se používá nadměrně totálních herbicidů, které jsou snadno a levně dostupné i soukromníkům na údržbu cestiček, okolí plotů apod. Tento soubor vlivů a komerčních faktorů se oponenty používá proti GMO, které se dávají do příčinné souvislosti s nárůstem spotřeby herbicidů. Nejčastěji se v této souvislosti cituje publikace Charles M. Benbrooka¹¹⁸, který patří do skupiny autorů pečlivě vybírající informace a pseudoinformace zaměřené proti GMO. Na vyvrácení tohoto oblíbeného argumentu ekologů nemusíme chodit daleko. V Česku se nepěstuje žádná GM plodina tolerující herbicid, tedy ani glyfosát. Nicméně v roce 2005 byla jeho spotřeba tato (v tunách): Glyphosate – 64, Glyphosate IPA - 465, Glyphosate trimesium - 104. Kdyby všechna sója, co se u nás pěstuje (10 tis.ha), byla transgenní s necitlivostí na Roundup, spotřeba glyfosátu by stoupla pouze o 2%. Ekologové a někteří jejich vědečtí příznivci nás přesvědčují, že právě tato dvě procenta přivolávají hrůzu „superlevelů.“

Seriosní prameny – např. Ministerstvo zemědělství USA¹¹⁹ a Národní centrum pro potravinářství a zemědělství¹²⁰ – uvádějí celkový pokles pesticidů (tedy včetně insekticidů uspořávaných Bt plodinami) vyvolaný vzestupem pěstování biotechnologicky vyšlechtěných plodin o 28 000 tun v roce 2004.

Horizontální přenos genů, tedy z jedné rostliny na jinou, je dalším intenzivně diskutovaným a studovaným tématem. Má dva aspekty - ekologický a ekonomický. Ten druhý se týká ekonomických problémů organických zemědělců, značení potravin a evropské „GMO psychózy“ vůbec, a proto se jím v této kapitole nebudeme zabývat.

Z ekologického hlediska je významný tehdy, když může příjemci transgenu poskytnout selekční výhodu a tím ovlivnit jeho chování v přírodě. Je jasné, že takovou výhodu poskytuje HT transgen jen v přítomnosti příslušného herbicidu. To vede k vyvolávání představ o „superplevelech“, kterým se věnujeme dále.

¹¹⁸ Benbrook, Ch.M., Impact of genetically engineered crops in United States: The first eight years. BioTech InfoNet Technical Paper Number 6, November 2003.

¹¹⁹ <http://www.ers.usda.gov/publications/aer810/aer810fm.pdf>

¹²⁰ <http://www.ncfap.org/whatwedo/pdf/2004ExecSummaryA.pdf>

Daleko závažnější jsou transgeny přinášející toleranci k přirozeným abiotickým stresům. Výše jsme uvedli příklad halotolerantní rýže vyšlechtěné radiační mutagenesí. Intenzivně se hledají způsoby vyvolání tolerance k vysychání. Tyto dva stesy mají velký význam pro rozvojové země. Nevhodně prováděné zavlažování vede k zasolování půd a desertifikaci. Obojí je proces hrozně snižující výměru zemědělsky využitelné půdy a souvisí s otázkou dostupnosti vody. Zvýšení tolerance k soli v půdě nebo suchu skutečně může na určitých přirozených stanovištích udělit plodině selekční výhodu, a tím změnit druhového složení. Naopak, přenesení transgenu na volně rostoucí rostliny mohou vzniknout plevely, které dříve pro citlivost na suchu či sůl nehrály roli. Populární jsou také „geny z ryby“ a další modifikace udělující plodinám odolnost k mrazu. Přenesením takového genu může způsobit, že plevely, které běžně přes zimu vymrzají, budou přežívat.

9 – 6- -1 Příklad řepka

Řepka je zvláštní případ. Už tím, že na rozdíl od pšenice, brambor, vojtěšky a kukuřice je v Evropě původní. Řepka olejka je přirozeným amfidiploidním mezidruhovým hybridem ($2n=38$) mezi diploidními druhy brukve *Brassica oleracea* (genom CC, $2n=18$) a řepice *Brassica rapa ssp campestris* (genom AACC, $2n=38$). U nás se pěstuje převážně ozimá řepka, jinde, zejména v Kanadě jarní, která se tam nazývá canola. Je to plodina, ve které se protíná mnoho zájmů. V potravinářství se cení složení jejího oleje: Řepkový olej obsahuje 6 - 8 % nenasycených mastných kyselin, zhruba 60 % kyseliny olejové, 19 - 22 % kyseliny linolové a 8 až 10 % kyseliny linoleové. Obsah kyseliny erukové v současných odrůdách je téměř nulový. Řepkový olej je ideální pro lidskou výživu a dobře snáší tepelné namáhání. Z tohoto hlediska předčí olivový olej, což je trnem v oku „středomořského olivového loby“.

Řepka je také na předním místě v hledání alternativních zdrojů nahrazujících naftu. Metyléster řepkového oleje (MEŘO) je základem bionafty. Svou energetickou účinností v oboru alternativních pohonných hmot předčí populární bioetanol. Kromě toho klasickým i biotechnologickým šlechtěním lze získat odrůdy poskytující suroviny pro chemický průmysl, od kyseliny erukové jako základu maziv až po poly(hydroxybutyrát) pro plastikářský průmysl. Všechny tyto produkty mají z hlediska životního prostředí a odpadového hospodářství ohromnou výhodu: jsou z obnovitelných surovin, biodergadovatelné a v případě spalení pouze recyklují kyslíčnický uhlíčitý, který do nich řepka uložila. Je velmi pravděpodobné, že řepka bude také plodinou využívanou při tzv. pharming, tedy přípravě lékařsky významných látek z rostlin. Z tohoto důvodu je řepka perspektivní plodinou pro nepotravinářské zemědělství.

Dosud nemohou průmyslové suroviny z řepky cenově soutěžit s petrochemickými výrobky a musí se dotovat. Vzhledem k cenám nafty, které přesáhly 70 USD za barel a cena 100 USD se nejeví jako fantazie a vzhledem ke strategické úloze, kterou nafta ve světové politice hraje, se situace začíná měnit, poptávka po řepce roste a poroste, takže její geneticky modifikované odrůdy budou vyhledávané. Proto je v centru zájmu různých institucí. OECD vydala obsáhlý dokument¹²¹ a na žádost francouzského ministerstva životního prostředí a zemědělství vydala Komise pro biomolekulární inženýrství v letech 2001 a 2004 podobný dokument hodnotící dopad komerčního pěstování HT řepky¹²². V České republice dlouhodobě přesahuje osevní plocha této plodiny 300 tisíc hektarů. V roce 2006 se její sklizeň odhaduje na 854.000 tun, což je o 84.000 tun více než v roce minulém. Vzhledem ke strategii Evropské unie přidávat plošně metylester řepkového oleje (MEŘO) do nafty pro výrobu biodieselu se její osevní plocha ještě zvýší. V současnosti se řepka pěstuje pro potravinářské využití (výroba olejů, ztužených tuků a margarínů atd.), krmivářský průmysl (extrahovaný řepkový šrot do krmných směsí) a pro MEŘO.

To, že je řepka v Evropě původní spolu s jejími dalšími biologickými vlastnostmi přináší určité potíže z hlediska genetické modifikace. Výhodou zavlečených plodin, jako třeba kukuřice, nebo brambor je to, že se nekříží se žádnou u nás volně rostoucí rostlinou, takže horizontální přenos genů může ohrozit leda marketingovou strategii organických zemědělců. Avšak i to je velmi závažný politický problém v EU¹²³.

U řepky je však ekologické riziko horizontálního přenosu transgenů aktuální a dalo vznik virtuálnímu strašidlu – „superplevelům“ hojně používanému ekologisty. Skromně nikdy neřeknou, že přenos genu pro necitlivost by vyvolal resistenci pouze na ten jeden herbicid, zatímco už dnes šlapeme po „hyperplevelech“, nebo nám milosrdně zakrývají nevábne skládky a zaplevelují odtud brambory: rdesno červinec (*Persicaria maculata*) stejně jako merlík tuhý (*Chenopodium strictum*) jsou rezistentní ne na jeden, ale na pět herbicidů - na atrazin, simazin, prometryn, chloridazon a lenacil.

9 – 6 – 2 Horizontální přenos genů a strašidlo „superplevely“

Obecně podle hypotetických katastrofických scénářů vzniká superplevel dvojím způsobem. Jednak přirozenou mutací a rozmnožením pod tlakem neustálého používání jednoho herbicidu, jednak přenosem transgenů pro HT pylem. Prvý typ je obecný a souvisí

¹²¹ Consensus document on the biology of *Brassica napus* L. (Oilseed rape), Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology No.7, <http://www.oecd.org/dataoecd/28/22/27531440.pdf>

¹²² Commission du Genie biomoleculaire, Paris, le 13 février 2004.

¹²³ Viz Kapitola 11 - 3 , str. 148.

s výše uvedeným problémem nadužívání herbicidů bez závislosti na transgenních plodinách. Tak také vznikly naše současné „hyperplevely“, necitlivé až na 5 herbicidů. Druhý typ, který by vytvořil rezistenci jen proti jednomu herbicidu (tedy nic moc super), rozebírá velké množství teoretických studií¹²⁴ posuzujících šíření pylu různými vektory, kompatibilitu apod. Je mylné se domnívat, že jde o problematiku specifickou a vyvolanou biotechnologií. Všechny šlechtitelské stanice produkující certifikované osivo musí zachovat odrůdovou identitu a proto respektovat nežádoucí možnosti křížení mezi odrůdami.

Přenos genů se dostal i do soudních sálů. V Kanadě byl obviněn farmář, že pěstuje transgenní řepku aniž platí licenční poplatek. Takový postup je přečin stejného řádu jako používání pirátských kopií software. U soudu se hájil, že zasel běžnou řepku a transgen se mu do porostu dostal přenosem pylu od souseda. Nicméně důkazy byly proti němu a spor prohrál.

U řepky je mezidruhové křížení zvláště oblíbeným „rizikovým“ tématem, neboť jí příbuzné rostliny jsou považovány za plevel. Řepka je převážně samosprašná, podíl cizosprašení je 15-45%. Podrobné studie křížení přenosem pylu ukázaly¹²⁵ křížení na vzdálenost 200 m s frekvencí $1,54 \times 10^{-4}$ a $3,8 \times 10^{-5}$ na vzdálenost 400m. Teoreticky je takové křížení možné s druhy, ze kterých řepka vznikla, a pak se u nás uvažuje i o ohnici (*Raphanus raphanistrum*), a hořčici rolní (*Sinapis arvensis*). Z hospodářského hlediska se obě považují za nebezpečný plevel a jsou nežádoucí i v píci. Z hlediska ekologie je takové křížení významné jen tehdy, je-li hybrid plodný a dále přenáší transgen na své potomstvo.

Přenos transgenů HT řepky u nás sledovali v roce 2001 a 2002 Rakouský a Ondřej¹²⁶. I když množství sledovaných volně rostoucích příbuzných rostlin bylo omezené, transgen v nich nenašli. Upozorňují, že v jiných oblastech, např. v Anglii, kde je mírnější zima a jiné složení volně rostoucích příbuzných rostlin, může být mezidruhové křížení problémem.

Hlavně však se zajímali o přenos transgenu na konvenční řepku a o další nevýhodu řepky, kterou je výtěr. Při sklizni se uvolní mnoho semen a ta mají schopnost přežívat v půdě i několik let. Tím se řepka stává sama plevelem pro následující plodinu. Jestliže jde o HT odrůdu, může být velmi obtížná. Došli k závěru, že pravděpodobnost přenosu transgenu

¹²⁴ Obsáhlá teoretická studie např. Smith-Kleefman, M.W., Weissing, F.J. and Bijlsma R. Quantifying outcrossing probabilities of genetically modified plants. Centre for Ecological and Evolutionary Studies, University of Groningen, February 2005.

¹²⁵ Scheffler, J.A., Parkinson, R. and Dále, P.J. (1995) Evaluating the effectiveness of isolation distances for field plots of oilseed rape (*Brassica napus*) using a herbicide-resistance transgene as a selectable marker. Plant Breeding 114: 317-321.

¹²⁶ Rakouský, S. a Ondřej, M.: Monitorování řepky olejné (*Brassica napus* L.) odolné k herbicidům v ČR. Sborník ze semináře „Otázky biologické bezpečnosti GMO a mezinárodní závazky ČR. VÚRV Praha 2004.

na konvenční odrůdu je relativně nízká a to i tehdy, jsou-li pěstovány v těsné blízkosti. Za běžných podmínek nepřesáhne podíl transgenů 0,9% (což je v EU limit pro povinné značení).

V tématu biotechnologie a ekologie se zřetelně projevuje nešvar vynucený zejména evropskými zákonodárci, - obracet pozornost veřejnosti a následně i vědců jen na rizika. Proto projekty speciálně zaměřené na ekologický přínos biotechnologií čeká teprve budoucnost. Potíž není jen v jednostrannosti zájmu, ale ve financování. Technologie přinášející zisk zemědělcům se šíří snadno, firmy neváhají do ní investovat, neboť mají naději na návratnost v reálném čase. Ekologicky zaměřené projekty by musely být financovány z veřejných zdrojů, a těch se nejen nedostává, ale v evropské atmosféře je velice nepravděpodobní, že by např. současný komisař pro životní prostředí, nebo rada ministrů životního prostředí navrhla program podporující biotechnologii.

9 – 7 Bioremediace a další využití

Jediným směrem, který využívá transgenů rostlin s cílem využít je ve prospěch životního prostředí, jsou bioremediace. Rozumí se tím využití aktivit živých organismů k odstraňování polutantů. Tato činnost probíhá v přírodě neustále, neboť je součástí koloběhu látek v biosféře. Specifičnost jí dodává až definice termínu „polutant“. Označíme-li za polutant organické látky v odpadních vodách, pak mikroorganismy v čistírně odpadních vod jsou dostatečným nástrojem bioremediace. Jestliže polutantem označíme fosfor, nebo fosfát, které přispívají k eutrofizaci vodních toků, pak už bakterie v čistírně nepomohou. Jejich činností se organické látky obsahující fosfor mineralizují a fosfáty odtékají jako konečný produkt. Zde pomohou rostliny, které fosfáty využijí ke stavbě svého těla. To je nejjednodušší příklad fytoremediace.

Složitější je odstranění polutantů jako jsou těžké kovy. Zde nastupuje transgenů, která se snaží v rostlinách zvýšit obsah látek, které těžké kovy zachytí pevnou chemickou vazbou. Takové rostliny je pak nutno sklídit a vhodným způsobem zpracovat. Zajímavou aplikací je použití této vlastnosti rostlin k prospekci kovů.

Dalším speciálním případem bioremediace je odstraňování toxických organických polutantů, třeba polychlorovaných aromatických nebo polycyklických sloučenin. Při tom hrají největší úlohu bakterie, které enzymaticky takové sloučeniny postupně degradují. Vede se diskuse, jak konkrétně postupovat: přenosem genů lze posílit enzymatické vybavení určitých kmenů pro optimální rychlý rozklad. Jejich vnesení do přírody – např. do kontaminované zeminy – je však sporné. Jednak jsou námitky z hlediska bezpečnostního (které mají spíše

charakter „předběžné opatrnosti“), jednak se pochybuje, zda se vůbec tyto „laboratorní“ kmeny prosadí v přirozeném společenstvu mikroorganismů – což je právě „mikroekologická“ otázka. O ní se opírá druhé, „ekologické“ řešení: získat a využít populaci mikroorganismů z lokalit, kde daný polutant působí delší dobu, a kde tedy mohlo selekcí přirozeně vzniknout společenstvo organismů maximálně přizpůsobené jeho rozkladu. V uzavřeném prostoru pracuje takováto remediace pomocí bakterií v biologických filtrech, kterými se propouštějí a zneškodňují toxické páry (například rozpouštědel z lakoven apod.).

Další použití biotechnologie k řešení ekologických problémů je hudbou budoucnosti. Musí na něm spolupracovat ekologové, molekulární biologové a další odborníci. Zajímavým příkladem je např. vypěstování transgenních halotolerantních eukalyptů, které by mohly zpevňovat půdu s vysokým obsahem soli, kde jiné stromy nerostou. Aby se eliminovala možnost přenosu transgenů, používá se roubování běžného eukalyptu na transgenní podložku. Halotolerance je vlastnost kořenů, kdežto rozmnožování zajišťuje naroubovaná vrchní část - a ta je bez transgenů. Není jistě velkou fantasií předpokládat, že podobný přístup by mohl pomoci při zalesňování v jiných situacích, které omezují růst keřů a stromů. Důležité je, aby ekologové biotechnologii skutečně využívali a nikoli proti ní pod vlivem ekologů bojovali.

10 - Biotechnologie a problémy světa

10 – 1 Kolik nás je.....

Proč se druh *Homo sapiens sapiens* tak (katastrofálně) rozmnožil? Asi proto, že více než jiné druhy dokázal za různých okolností rozvíjet populačně pozitivní faktory a omezovat negativní. Biotechnologie je jeden z nástrojů určených přesně pro tuto činnost. Patří do řady historického vývoje výživy – tedy zemědělství a stejně tak do zdokonalování obrany před „nepřáteli“ – tedy zdravotnictví. Každé vylepšení výroby potravin mělo za následek růst lidské společnosti a změny v její organizaci, které v jednotlivostech byly jak pozitivní, tak negativní, ale celkový trend vždy znamenal zvětšení lidské populace na planetě Zemi, jak ukazuje tabulka 1. Zda je to dobře nebo ne, je jiná otázka.

Tabulka 10 - 1

Vývoj lidské populace v běhu věků (- značí př.n.l.)

OBDOBÍ	LIDSKÁ POPULACE V MILIONECH
-10 000 až -8 000	odhady 5 až 15
-8 000 až -2 000	50
-2 000 až 1500	5000
1500 až 1825	1 000
1825 až 1827	2 000
1827 až 1960	3 000
1960 až 1974-5	4 000
1974-5 až 1986	5 000
1986 až 1998/9	6 000

Odhaduje se, že vznik zemědělství zvýšil lidskou populaci v období mezi osmým a druhým tisíciletím před naší letopočetem z pěti na padesát milionů a to v Číně, na jihu Ameriky a na Střevním východě (jihozápadní Asii). Toto období se též nazývá „neolitická revoluce“. Na počátku našeho letopočtu rozšířené zemědělství již uživilo 250 milionů lidí, z čehož asi 27% žilo v Číně a zhruba po 18% v Indii, jihozápadní Asii a Evropě¹²⁷. Tento stav se dlouho nezvyšoval, naopak, dokonce poklesl kolem roku 400 v Číně a Indii a před rokem

¹²⁷ L.T.Evans: Feeding the Ten billion; Plants and populatio growth. Cambridge University Press, ISBN 0-521-64685-5.

600 v Evropě a jihozápadní Asii. Kromě válek a nedostatečné ochrany zdraví - byly epidemie – mohla za to špatná zemědělská technologie vedoucí ke smyvu nebo zasolení půdy, odlesnění příroda trestala suchem. Vzestup opět začal před rokem 1500. Člověk už nejen klučil lesy, ale odvodňoval mokřiny, terasoval svahy, takže zemědělec byl úspěšný i v severnějších oblastech. Hlavně si však otevřel nový zdroj energie - vynalezl chomout – a tím se mohl rozšířit a zdokonalit pluh. Populace dosáhla brzo půl miliardy.

Zavedly se tříhonné cykly následované po několik let pastvinou vylepšenou jetelem (semeno se prodávalo od 1650). Tuřín pro zimní krmení zvýšil podíl dobytka a ten dal více hnoje, což podpořilo úrodnost půdy. Přišly nové plodiny, v Evropě brambor, a průmyslové plodiny jako len a konopí, v Novém světě tabák. Při tom stále stoupala plocha orné půdy. Největším vzestup byl v Číně a Evropě, takže kolem roku 1825 čítalo lidstvo již jednu miliardu.

Ne všechny přibývání lidí potěšilo. Thomas Robert Malthus varoval¹²⁸, že růst populace je rychlejší nežli růst objemu dostupné potravy. Dalším zdrojem skepse byl známý Irský „bramborový hladomor“ v letech 1845/46. *Phytophthora infestans*, která ho způsobila, přišla pravděpodobně z Mexika. Objevila se v Liége v roce 1842. Studený únor roku 1845 patrně způsobil její katastrofické rozšíření a vyvolal „bramborový mor“.

Koncem devatenáctého století však vstupuje do zemědělství věda. Davy Humpry a Justus Liebig přednášejí agrochemii, Mendel přichází s racionalizací selekce, chilský ledek, peruánské guano a potaš dodávají živiny a výnosy se rychle zvyšují. Chemie pomáhá bojovat se škůdci. Používá se Pařížská zeleň (obsahující měď a arsen) či další měďnatý preparát Bordeauxská jícha. Zemědělství dovoluje zvýšit kalorickou denní dávku, větší podíl ve výživě mají bílkoviny a v roce 1927 už populace dosáhla dvou miliard.

Externí energie, pohonné hmoty a elektřina, nahrazují lidskou a zvířecí sílu. Chemie dodává nejen hnojiva, ale také další pesticidy. K osivu se používá hybridní sadba využívající heterozní efekt. Tyto faktory dokázaly až ztrojnásobit výnos kukuřice. Také u pšenice a rýže se výnosy zdvojnásobily. Díky tomu lidská populace v roce 1960 dosáhla tří miliard. Tady však začíná výrazné štěpení na státy, které mají dostatek energie, techniky a chemie, a na oblasti bez této podpory výroby potravin. Vznikají zásadní rozdíly ve výživě a sociálních podmínkách „severu“ a „jihu“.

¹²⁸ T.R.Malthus: Essay on the Principle of Population, 1798.

Na tuto situaci reagovala mj. „zelená revoluce“ (viz níže), která zlepšila situaci v rozvojových zemích. Její technologický přínos byl však omezen ekonomickými, sociálními a politickými faktory. Přesto od roku 1970 do 1990 poklesl podíl podvyživených lidí z 36% na 20%, ale podíl podvyživených dětí je stále 34%. Populace dále vzrůstala, ale plocha ekonomicky obdělávatelné půdy již neporoste. Její násilné rozšiřování na úkor lesů a mokřin by mělo špatné důsledky. V současnosti různí autoři udávají 1,4 miliardy ha zemědělsky využitelné půdy, což je asi 11% souše nepokryté ledem. Jakou úlohu by sehrál vzestup mořské hladiny v důsledku oteplování se nehodnotilo. Urbanizace, zasolování a nároky technických prostředků včetně dopravy budou plochu pro zemědělství zmenšovat. Navíc hrozí v některých oblastech krize v dostupnosti sladké vody.

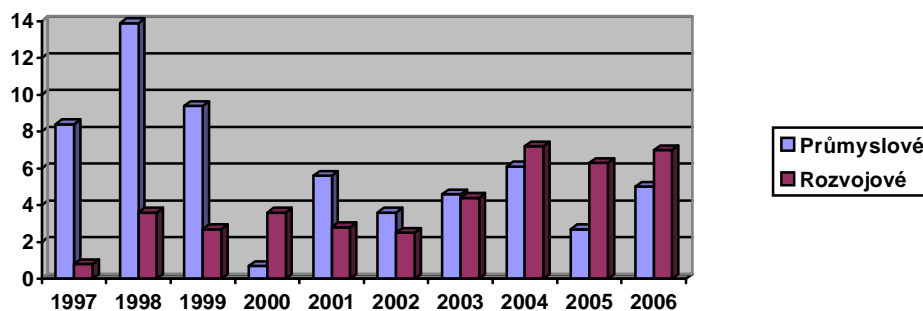
Za této situace a při existenci 800 milionů podvyživených lidí se snaha celosvětově šířit organické („ekologické“) zemědělství jeví jako návrh z jiné planety. Na tabulku by se měli v klidu podívat ti, kdo si neustále stěžují, jak člověk páchá škody na přírodě a hledají různé důvody. Třeba by si uvědomili, že za každého člověka, kterého potkávali v době dětství, dnes potkají dva. To se nějak projevit musí.

10 – 2 ... a kolik máme zdrojů

S vědomím těchto faktorů se na celém světě hledá řešení pro budoucnost. V řadě nezbytných kroků je biotechnologie považována za významný prostředek. Její současný rozvoj má těžiště v průmyslových zemích, ale pokud má splnit svou úlohu pro celé lidstvo, musí se přenést do zemí rozvojových. Je proto potěšitelné, že právě tam je v současnosti nejvyšší dynamika zavádění biotechnologických plodin.

Graf 10 - 1

Roční přírůstek plochy transgenních plodin v milionech ha
v průmyslových a rozvojových zemích



Jako východisko dalšího postupu je nezbytná inventura genetických zdrojů, které máme k dispozici v současnosti. Provedla ji Komise pro potravinové a zemědělské genetické zdroje (CGRFA), která je součástí Organizace pro potraviny a zemědělství Spojených národů (FAO)¹²⁹. Upozorňuje, že zdroje se zužují. Přesto, že se očekává zdvojení poptávky po mase do roku 2030, za minulých 15 let vymizelo 300 ze 6000 registrovaných plemen a další, zejména lokální, jsou v ohrožení. Neméně alarmující je stav vodních potravinových zdrojů. Představuje je 974 druhů ryb, 143 koryšů, 114 měkkýšů 26 rostlin a 73 druhů různých jiných živočichů. V režimu akvakultur se pěstuje 153 druhů ryb, 60 měkkýšů, 44 koryšů a 11 rostlin. Rybolov neustále stoupá, ale je potěšitelé, že stoupá též chov v akvakultuře a to zejména v rozvojových zemích (Tabulka 1).

Tab. 10 - 2
Zdroje potravy z vodních organismů v milionech tun

ROK	RYBOLOV	CHOV PRŮM.ZEMĚ	CHOV ROZVOJ. ZEMĚ
1982	64	2,6	5,2
1992	79	4	15
2002	98	4,8	44

S využitím akvakultury je spojeno šlechtitelství a transgenose.

¹²⁹: The Role of Biotechnology in Exploring and Protecting Agricultural Genetic Resources. Ruane L. and Sonnino A. Ed. FAO, Rome 2006.

Tab. 10 - 3Příklady transgenose ryb a mlžů¹³⁰

(AFP – anti-freez protein; GH – růstový hormon, sGH – růstový hormon lososa)

Příjemce	Gen	Účel	Země
Losos atlant.	AFP	Chladová rezistence	USA
Losos Coho	sGH+AFP	Rychlý růst, chladová rezistence	USA
Pstruh duhový	sGH+AFP	Rychlý růst, chladová rezistence	USA, Kanada
Losos Chinook	sGH+AFP	Rychlý růst, chladová rezistence	Nový Zéland
Pstruh	sGH+AFP	Rychlý růst, chladová rezistence	Kanada
Tilapie	sGH+AFP	Rychlý růst, chladová rezistence	UK, Kanada
Tilapie	Tilapie GH	Rychlý růst, trvalá dědičnost	Kuba
Tilapie	Lidský insulin	Produkce inzulínu	Kanada
Mřenka	GH	Rychlý růst	Čína, Korea
Sumec	GH	Rychlý růst	USA
Kapr	sGH+human GH	Růst, tolerance nedostatku O ₂	Čína, USA
Kapr	Human GH	Růst	Indie
Karas	GH+AFP	Rychlý růst, chladová rezistence	Čína
Škeble, úšeň	sGH	Růst	USA
Ústřice	sGH	Růst	USA

Losos s nadprodukcí růstového hormonu roste v průměru jedenáctkrát rychleji, atlantický losos čtyřikrát. Transgenní losos s genem duhového pstruha pro syntézu lysosomu a genem platýze pro pleurocidin je resistantnější k chorobám. Podobný cíl má přenos některých hmyzích genů do okouna. Dalším zásahem je zmnožování chromosomů. Triploidní tilapie a pstruzi podle některých studií rostou rychleji. Stejně tak triploidní ústřice.

10 – 3 Rozsah biotechnologie a ekonomika

Syntetický a přehledný ekonomický rozbor není snadné nalézt. Ekonomika není u lékařské biotechnologie ani vyjádřením úspěšnosti, ani argumentem pro aplikace. U zemědělské biotechnologie je zase silně deformovaná subvenční a protekcionistickou politikou, takže existuje tolik přehledů, kolik je názorů na tuto oblast. Odpůrci dokazují, že biotechnologie se vůbec nevyplatí, ale naopak ožebračuje farmáře, podřizujíc je nemilosrdně vykořisťování nadnárodním kapitálem; naopak, firmy produkující transgenní osiva poskytnou přehledy o výhodných ziscích farmářů. Nutné je vyhledávat zcela nezávislé studie ekonomických důsledků zemědělské biotechnologie. Těžko věřit, že třeba brazilský zemědělec bude z Argentiny pašovat osivo, které se mu nevyplatí. Stejně tak každoroční

¹³⁰ State of the world fisheries and aquaculture 2000. www.fao.org/DOCREP/003/X8002E/X8002E00.htm

nárůst ploch osetých transgenními plodinami nebude asi důsledkem ztrátivosti této technologie. Na druhé straně protekcionismus EU zablokoval šíření biotechnologie v řadě zemí (zejména rozvojových), které ji ke své škodě odmítají zavést z obavy ze ztráty evropského trhu. Subvenční politika USA zase v jiných zemích dusí dotovaným exportem jejich vlastní zemědělství.

Souborný objektivní přehled o současném postavení biotechnologie ve světě podává statistika OECD¹³¹. Tabulka 10 - 4 uvádí počet firem, které se zabývají biotechnologií a z toho podíl připadající na „Malé a střední podniky“ (SME = Small and Medium Enterprises).

Tab. 10 - 4
Biotechnologické firmy ve světě

ZEMĚ (REGION)	CELKEM (2003)	ZAMĚST- NANCŮ	Zdravot- nictví %	Zemědělství +Potraviny %	SME %
EU celkem	3 154				
USA	2 196	172 391	65	12	69
Japonsko	804				
Francie	755	8 922		17	69
Korea	640	12 138	30	25	69
Německo	607	24 131	65	21	86
Kanada	490	11 863	54	28	72
Spojené král.	455	22 405	53	7	
Austrálie	304		47	23	
Španělsko	278				
Dánsko	267		58	4	
Švédsko	216	3 716	52	8	
Itálie	172	1 532			
Čína (Šanghaj)	158		63	17	53
Švýcarsko	158	8 819	48	6	
Izrael	147	3 892	49	23	88
Finsko	123	2 394	52	18	67
Nizozemsko	119	2 415			
Nový Zéland	116	918	19	53	
Jižní Afrika	106	1 020	34	29	89
Belgie [§]	73	4 261	33	15	63
Irsko [§]	41	2 940		10	
Rakousko [§]	39	1 789			
Norsko [§]	32	970	53	19	
Island	23	969	31	25	
Portugalsko [§]	17	153			
Polsko [§]	13	946	38	15	

[§]Tyto země uvádějí jen firmy, které mají jmenovitě biotechnologii jako předmět podnikání

¹³¹Brigitte van Beuzekom and Anthony Arundel: OECD Biotechnology statistics – 2006,
<http://www.oecd.org/dataoecd/51/59/36760212.pdf>.

Tento přehled je v jistém směru překvapivý, např. postavené Francie před Kanadou, Korey před Německem a Anglií a Jižní Afriky před Belgií a Norskem. Malý počet firem (USA zemědělsko-potravinářské) nemusí být výsledkem malého rozvoje oblasti, ale velké konkurence, která vyústila v malý počet gigantických firem (Monsanto, Pioneer apod.).

Velmi zajímavý je přehled podpory biotechnologického výzkumu a vývoje (R&D). Údaje v tabulce 10 - 5 jsou většinou z let 2003 a 2004.

Tab. 10 - 5

Podpora biotechnologického R&D

(**SS**=soukromý sektor mil. \$; **BERD** = % celkových soukromých výdajů na R&D; **VS**=veřejný sektor; **PERD** = % celkových veřejných výdajů na R&D; **%VS** = podíl veřejných výdajů na celkových výdajích na biotechnologii; **%Zdrav.** = podíl výdajů na zdravotnickou z celkových výdajů na biotechnologie v SS; **%AF** = totéž pro zemědělsko-potravinářské aplikace; **%I+E** = totéž pro průmyslové a environmentální aplikace.

ZEMĚ	SS	BERD	VS	PERD	%VS	%Zdrav	%AF	%I+E
USA	14 232	7.0				89	4	2
Německo	1 347	3.3				77	1	1
Francie	1342	5.7				83	1	0
Kanada	1 194	12.0	549.6	12.4	31.5	88	6	2
Dánsko	727	23.8	131.3	9.9	15.3			
Korea	699	3.2	727.4	15.3	58			
Švýcarsko	469	8.6				62	3	10
Izrael	251	4.9				61	14	7
Itálie	236	2.8						
Čína (Šnaghaj)	205				72		13	3
Austrálie	201	3.8			69			15
Španělsko	199	3.1	452.6		69.5			
Nový Zéland	95	20.9	148.7	24.2	61			
Finsko	88	2.4	104.7	6.7	54.2			
Jižní Afrika	84	4.2						
Island	67	51.4	5.1		7,1	92	3	0
Norsko	29	2.0	92.2	6.0	75.5	68	6	3
Polsko	5	0.6						
Spojené král.			211.8	1.6		87	5	0
Švédsko			28.5	1.3		60		
Irsko						97	0	1
Belgie						81		

Bohužel, tento přehled nezahrnuje dnes už biotechnologické velmoci – Čínu, Indii, Brazílii, Argentinu a další státy, které se dříve považovaly za „rozvojové země“.

V zemědělské biotechnologii však máme podrobné některé údaje. Například v roce 2006 byla tato situace:¹³².

Nárůst podílu transgenních plodin na celkové zemědělsky obdělávané půdě proti předchozímu roku byl 13%, takže výměra osetá GM plodinami dosáhla 102 miliony hektarů (to je např. dvojnásobná plocha Španělska). Pěstovalo je přes 10 milionů zemědělců ze 22 zemí, a to rovným dílem průmyslových a počítaných k rozvojovým. Tyto země zahrnují přes polovinu lidské populace. Z 9,3 milionu malých zemědělců jich 6,8 milionu bylo v Číně, 2,3 milionu v Indii, sto tisíc na Filipínách a tisíce v Jižní Africe. To je významný přínos pro projekt snížení chudoby o polovinu k roku 2015. Dynamikou nárůstu je zavádění transgenních plodin nejrychleji rostoucí zemědělskou technologií. Přitom pokračuje tendence největší dynamiky v rozvojových zemích. Největšího meziročního nárůstu dosáhla Indie, která poprvé předstihla Čínu ve výměře transgenního bavlníku. Těsně za Indií následuje s největším přírůstkem Jižní Afrika.

K tradičním plodinám – sója, kukuřice, bavlník, řepka, minoritně dýně a papaja, v roce 2005 přibyla rýže (Irán) a v loňském roce vojtěška (USA, Austrálie). S novou vlastní virus-rezistentní papajou přišla Čína. V případě sóji platí, že transgenní představuje již 64% celkové světové produkce této luštěniny. Paleta zavedených vlastností se neměnila, vede snášenlivost k totálním herbicidům, toxicita pro hmyzí škůdce a v menší míře odolnost k rostlinným virům. Velmi se rozšířila kombinace dvou až tří (kukuřice) těchto vlastností.

V počtu schválených transgenních odrůd vedou USA (77), o jednu méně následované Japonskem, pak přichází Kanada, Korea, Austrálie a další. EU s 27 odrůdami včetně karafiátů, cikorky a tabáku je značně nízko, zejména proto, že pouze kukuřice rezistentní k zavíječi se pěstuje komerčně a to jen v šesti zemích.

Trh transgenních plodin přesáhl pětinu osivářského trhu. Ekonomický přínos pro farmáře není za rok 2006 ještě zhodnocen, pro předchozí rok činil 5,6 miliard USD. Významný je přínos pro životní prostředí. Za dekádu od roku 1996 se ušetřilo přes 220 tisíc tun pesticidů a jen za rok 2005 se nevpustilo 980 tisíc tun kysličníku uhličitého.

¹³² Clive James: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2006, ISAAA Brief 35.

Tab. 10 - 6

Celková plocha orné půdy (milióny ha) a její podíl využívaný pro transgenní plodiny.

ZEMĚ	CELKOVÁ	GM %	ZEMĚ	CELKOVÁ	GM %
Uruguay	1.4	28.5	Čína	143.4	2.4
USA	178	28.0	Indie	177.5	2.1
Brazílie	59.6	19.3	Austrálie	46.1	0.6
Kanada	49.9	12.2	Španělsko	14.1	0.4
Jižní Afrika	14.7	9.5	Mexiko	25.6	0.3
Filipíny	5.7	3.5			

Z hlediska trhu je významné jaký podíl zaujímá transgenní plodina z celkové globální výměry dané komodity

Tab. 10 - 7

Výměra globální plochy plodin (milióny ha) a transgenních odrůdy

PLODINA	GLOBÁLNÍ PLOCHA	PLOCHA TRANSGENNÍ	PODÍL Z GLOBÁLNÍ
Sója	91	58.6	64
Bavlník	35	13.4	38
Řepka	26	4,8	18
Kukuřice	148	25,2	17

To znamená, že podíl netransgenních plodin se zmenšuje, u sóji je se již blíží pouhé třetině objemu trhu. Zákonitě stoupá jejich cena, což je významným motivem pro snahu některých oblastí a států dosáhnout statutu „GMO-free“ zóny. To se projeví v dále uváděných ekonomických úvahách.

Aktuální ekonomický rozbor hlavních transgenních plodin podává studie Společného výzkumného centra Evropské Komise¹³³ o světovém ekonomickém přínosu GM plodin. Probírá plodiny odděleně a dochází k následujícím závěrům:

Roundup-Ready sója poskytuje zvýšený výnos jen v oblastech (např. Rumunsko), kde standardní sója z ekonomických důvodů nemůže být dostatečně herbicidy ošetřena (sója je rostlina s malou schopností konkurence vyžadující značnou ochranu herbicidy), takže

¹³³ Economic Impact of Dominant GM Crops Worldwide. A Review. Manuel Gómez-Barbero and Emilio Rodríguez-Cerezo, European Commission, DG JRC-IPTS, EUR 22547 EN, December 2006.

přínos transgenní je značný. Ekonomicky je výhodná zejména v Argentině, kde se nesmí osivo patentovat, takže transgenní osivo není v podstatě dražší (< 3€/ha), jako je tomu v USA (~ 13€/ha). Tam je RR sója populární mj. pro to, že vyžaduje menší vklad lidské práce a techniky včetně orby, takže uvolňuje farmáře pro další činnost, což v průměru zvyšuje celkový roční zisk na farmu o více než 10 000 € V Rumunsku a Argentině je i vyšší výkupní cena pro RR sóju, protože je méně kontaminovaná semeny plevelů. V důsledku všech faktorů zvyšuje zisk v Argentině asi o 8,5% a v Rumunsku až o 150%. Celkový globální zisk z RR-sóji v roce 2001 byl kalkulován na miliardu € z čehož připadá 53% na spotřebitele díky nižším cenám, 34% získali osivářské firmy a 13% zemědělci. Nízký podíl zemědělců je způsoben tím, že zisk je přepočítán na všechny zemědělce, tedy i na ty, kteří utrpí ztrátu, protože pěstují standardní sóju. Zcela rozdílná je situace v Argentině, kde 90% zisku připadá na farmáře a to vyšší pro malé farmáře než pro velké.

Další přínos RR-sóji spočívá v omezení chemizace přírody. Glyphosát se podle WHO, 1988 řadí k herbicidům nejnižší IV třídy toxicity a nahrazuje herbicidy II a III třídy nezbytné k ošetření netransgenní sóji. Celkové množství používaných herbicidů bez ohledu na třídu toxicity se snížilo jen málo, protože v souvislosti se zavedením bezorebních postupů spojených s preemergentním ošetřením v Argentině naopak stoupl se zavedení RR-sóji ze 2,6 na 5,5 litrů/ha. Zjednodušená technologie má však za následek snížení výjezdů mechanizace o 20% a snížení spotřeby pohonných látek z 53 l/ha na 43 l/ha.

Pro rozvíjející se země je důležitý **Bt bavlník**. V roce 2006 se ho pěstovalo 13,4 milionů ha a obchodovalo se s 7.9 miliony tun bavlny. Nedávno došlo k významnému vědeckému pokroku. Při využití bavlny byla semena, protože jsou toxická, dosud odpadem, i když obsahují kvalitní tuky a bílkoviny. Vyřazením genu řídícího syntézu gossypolu v bavlníkových semenech se stala semena jedlá¹³⁴. Zavedení této modifikace by znamenalo 44 milionů tun kvalitního zdroje pro krmiva a potraviny. Jelikož významnými producenty bavlny jsou Indie a Čína, je tento objev velkým přínosem pro výživu.

Bavlník je napadán mnoha hmyzími škůdci a vyžaduje silnou chemickou ochranu. Hlavní hmyzí škůdce je Pink bollworm = *Pectinophora gossypiella* = *makadlovka bavlníková*. Odhaduje se, že čtvrtina světové produkce insekticidů se spotřebuje na bavlník. Přirozeně tím vznikají populace hmyzu rezistentní k běžným insekticidům.

¹³⁴ Sunilkumar G., Campbell LA. M., Puckhaber L., Stipanovic R.D. and Rathore K.S.: Engineering cottonseed for use in human nutrition by tissue-specific reduction of toxic gossypol PNAS News Nov. 20, 2006, Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)- Article #05389.

Velký vzestup Bt bavlníku v Číně začal po jeho povolení v roce 1997, takže v roce 2006 zaujímal z 5,3 milionu ha celkové plochy v Číně pěstovaného bavlníku Bt bavlník 3,5 milionu ha. Zvýšení sklizně bylo o 7% až 10%. Podobně jako u sóji, je zvýšení větší u malých farmářů. Pěstitel Bt bavlníků spotřebuje pesticidů za 27 €(6,6 aplikací), pěstitel standardního za 148 €(20 aplikací). Celkové náklady se tedy snížily o 20% až 33%. Kromě toho otravy při aplikaci klesly na 5-8% z původních 12-29%.

V Indii roste bavlník na 9 milionech ha, z nichž bylo v roce 2000 transgenních 3,8 milionu ha. Farmáři udávají zvýšení zisku o 80% až 87%., ovšem toto číslo je z roku 2001, kdy byl mimořádný výskyt škůdců. V letech 2002 byl přírůstek zisku 43% a v roce 2003 73%. Běžně se udává úspora 25 €/ha. Liší se ovšem silně podle klimatu a tudíž podle regionu. Brzdou je také indická legislativa, která vyžaduje pro každý hybrid zvláštní projednání a povolení. Kromě toho jsou povinná útočiště (refugie 20% plochy) k prevencí vyvinutí populace hlavního škůdce rezistentní na Bt toxin..

V Jižní Africe je ekonomický přínos Bt bavlníku okolo 50%. V Mexiku je situace složitá vzhledem ke klimatu a s tím spojeného různého stupně napadení. Při malém je úroda prakticky stejná, při silném o 20% vyšší. V průměru byl zisk ze zavedení Bt bavlníku 236 €/ha.

V USA se kombinují geny pro Bt a HT bavlník a transgenní odrůdy zabírají polovinu veškerého bavlníku. Přírůstek výnosu se pohybuje od 2% k 20% podle sezóny a regionu. V Austrálii chybí ekonomické vyhodnocení, uvádí se drastické omezení insekticidů.

Globálně Bt bavlník snížil světové ceny bavlny jen o 0,81 €/kg, neboť jeho podíl na celkové ploše bavlníku je pouze 28%. Celkový zisk byl 192 milionu €, z čehož 26% si připsaly dvě hlavní osivářské firmy, 59% získali američtí farmáři pěstující Bt bavlník, naopak ti, kteří ho nepěstují, ztratili 15 milionů € Američtí spotřebitelé získali 18 milionů a v ostatním světě 30 milionů €

Pro nás je ovšem nejzajímavější **Bt kukuřice**. U ní je velmi důležitý odhad očekávaného vývoje škůdce, protože ten je hlavním motivem pro nákup dražšího osiva. Nedostaví-li se škůdce, může být pěstování Bt kukuřice ztrátové, jak tomu bylo např. v USA v sezóně 1998-1999. Přesto v USA byla v roce 2005 polovina kukuřice Bt nebo HT/Bt, což se vysvětluje tím, že farmáři se pojišťují proti riziku. Kromě toho v poslední době stoupá podíl odrůdy Bt kukuřice rezistentní k bázlivci kukuřičnému (*Diabrotica*).

V Jižní Africe se pěstuje odrůda rezistentní na místního škůdce (*Busseola fusca*). Vzhledem k podmínkám činil přírůstek výnosu 7% až 20% a navýšení příjmu 20 € až 124 € na hektar. V současnosti tam vyvíjejí odrůdu necitlivou na endemický virus. Ve Španělsku se přínos Bt kukuřici značně liší podle regionu (od 7 €ku 125 €ha). Celkový přínos podle španělských zdrojů činí 13% z celkových zisků pěstitelů kukuřice a dělí se mezi farmáře a osivářské firmy v poměru 3:1. Jelikož se neprojeví v ceně produktu, nemá význam pro spotřebitele.

Jarní odrůda **řepky** byla v roce 1974 uvedena v Kanadě pod názvem kanola (canola). V prvních fázích růstu je velmi citlivá na plevely, což vedlo k vyšlechtění HT odrůdy, která v roce 2005 zaujímal v Kanadě 82% veškeré výměry řepky, tj. 4,2 milionu ha. Uvádí se, že má o 6,8% vyšší výnos. Ekonomické hodnocení není k dispozici z recenzovaných pramenů. Je značně ovlivněno vypršením patentů na glyfosátový herbicid, což ovlivnilo vstupní náklady a rozdělení přínosu mezi farmáře a firmy.

Studie JRC se dále zabývá *ex ante* **analýzou**, tj. odhadem přínosu před zavedením GM plodin. To je kritické zejména pro Evropu. Takových studií je k dispozici několik. Francouzská vypočetla na základě polních zkoušek, že využití HT řepky třemi čtvrtinami farmářů by znamenalo roční přínos 38 milionů € Anglická studie kalkulující přínos všeobecného zavedení HT řepy cukrovky došla k celkovému přínosu 33,5 milionů € Podobné studie rozšířené na celou EU udávají globální přínos přes miliardu € Řada studií provádí podobné analýzy pro rozvojové země a dochází k významným přínosům.

Další kapitola studie se zabývá ekonomickým dopadem tzv. koexistence, čímž se v širším smyslu rozumí oddělování GM plodin od konvenčních, zejména pro potravinářské využití. Jsou publikovány různé scénáře, ale společné mají jedno: systém vyžadující segregaci vede k vyšším nákladům, které se v různých scénářích odlišně dělí mezi spotřebitele, daňové poplatníky a farmáře. Studie situace EU v roce 2005 vyvolané současně platnou legislativou ukazuje, že celkové náklady stoupají vinou segregace a značení. Jediný zisk se objevuje u organických zemědělců. Studie z roku 2006 využívá již skutečných výsledků. Zavedení izolačních pásů u Bt kukuřice v podmínkách Španělska vede k průměrnému nárůstu nákladů o 84 €ha. Další náklady jsou spojeny s povinnostmi předepisovanými pro pěstitele GM plodin.

Studie JRC je bohatým zdrojem citací literatury.

10 – 4 Biotechnologie, ekonomie a evropská politika

Předchozí studie orgánu Evropskou Komisí zřízeného a pro ni pracujícího odhaluje rozpor mezi skutečnou situací v evropské zemědělské ekonomice a politikou, která byla založena na konci osmdesátých let minulého století a je velmi nesnadné ji změnit. Při porovnání těchto dvou stránek nelze nedojít k závěru, že **Evropa neví co chce**.

Ø Na jedné straně vyzývá ke splnění cílů, které byly stanoveny pro oblast biotechnologií Evropskou Radou v květnu 2000 v Lisabonu; - tedy získat pro EU prvenství v konkurenceschopnosti i dynamice hospodářství založeném na vědě, trvale udržitelném růstu a žádoucí zaměstnanosti, - na druhé pěstuje v občanech pověřivou obavu z genetických modifikací.

Ø Na jedné straně chce zvýšit efektivitu svého zemědělství a životní úroveň venkova, - na druhé administrativně brzdí moderní metody a upřednostňuje vysoce nákladové organické zemědělství.

Ø Na jedné straně ve své analýze¹³⁵ věcně konstatuje, že *„zachování genetické čistoty je odklon od komoditního trhu a přináší dodatečné náklady na všech stupních potravinového řetězce....., které představují 6-17% zemědělské výkupní ceny různých plodin“* - na druhé prosazuje a financuje přísnou segregaci, značení a sledovatelnost i u produktů (např. sója), které jsou dlouholetým užíváním prověřené jako bezpečné.

Ø Na jedné straně se představitelé EU předhánějí v ujišťování, že schválené GM plodiny jsou zcela bezpečné . Např. David Byrne¹³⁶ - *„Rád bych také řekl, že odsuzuji panikaření stran GMO: každý GMO autorizovaný v EU byl prověřen na bezpečnost nezávislymi vědci a neexistují známé negativní účinky na lidské zdraví spojené s jeho konzumací“* - na druhé věnují miliony na značení a laboratorní kontrolu jeho dodržování, odůvodňujíc toto plýtvání „ochranou zdraví Evropanů“.

Tato schizofrenní situace je dána soupeřením dvou neslučitelných tendencí:

- pomoci evropskému zemědělství před levnějším dovozem ochranou založenou na obavě občanů z GMO a

¹³⁵ („Identity Preservation is a move away from commodity trade and it implies additional cost at all stages of the food chain,..... which represents 6 – 17% of the farmgate price of the different crops.“), Economic Impacts of Genetically Modified Crops on Agri-Food Sector. A Synthesis. Working document, Directorate-General for Agriculture, Brusel 2000.

¹³⁶ „I would also like to say that I deplore scaremongering about GMOs: every GMO authorised in the EU has been evaluated for its safety by independent scientists and there are no known adverse effects on human health from eating GMOs“). IP/02/1770, Brussels

- podporovat evropského zemědělství zavedením moderních technologií.

Analýze ekonomických dopadů této politiky se věnovala řada studií. Jednou z nejdůležitějších je anglicko-německá analýza vypracovaná pro ABE (Agricultural Biotechnology in Europe)¹³⁷. Došla k závěru, že v Evropě je poptávka po podílu asi 14% až 17% nemodifikované sóji a 25% až 29% nemodifikované kukuřice z celkové spotřeby těchto plodin, u kterých jsou transgenní odrůdy schválené jako potraviny a krmiva. Při limitu 0,9% transgenu byla sója splňující tento limit o 4-5% dražší, při limitu 0,1% byla cena vyšší o 7-10%. To v době, kdy Brazílie produkovala netransgenní sóju. Pak tam začali rolníci pašovat osivo z Argentiny a nakonec se i v Brazílii transgenní sója stala legální. To posunulo agregátní nabídkovou křivku netransgenní sóji doleva, což vede ke zhruba čtyřnásobnému navýšení cenového rozdílu. Jelikož současně stoupá riziko logistického přimíšení, stoupají i náklady na kontroly, takže cenová diference se dále zvyšuje. U kukuřice hraje na rozdíl od sóji, její evropská produkce významnou úlohu. Proto cenová diference mezi nemodifikovanou a transgenní bude ovlivněna hlavně nákladem na testování a nepřesáhne 4%.

Uvedené cenové diference se patrně v příštích 2 až 3 letech neprojeví u hotových jídel a polotvarů. Nicméně v tukovém průmyslu může jejich vliv dosáhnout zvýšení nákladů až o 30%. U margarínů, kde požadavek non-GMO kryje asi 70% EU trhu, bylo v roce 2005 toto navýšení okolo 16%¹³⁸ a bude podstatně stoupat. Kdyby se požadavek na limitní obsah transgenu přenesl na krmiva pro drůbež, činil by tam nárůst asi 2%, což v EU představuje zvýšení nákladů o 10 až 50 milionů € V dalších letech by rostl na 41 až 129 milionů € a snížil ziskovost o 9-29%.

Až dvacetiprocentní navýšení nákladů u sóji je daň, kterou Evropan platí za svou pověrčivost. Přitom transgenní HT sóji se od jejího zavedení v roce 1995 sklídilo a spotřebovalo pro krmiva a potraviny okolo 750 milionů tun, což v přepočtu vychází na 12 kg na každou lidskou bytost na Zemi. Nikdy nebylo doloženo porušení zdraví člověka nebo zvířete vinou transgenose. Nicméně bruselští úředníci tvrdí, že se musí segregovat, značit a nákladně monitorovat „pro ochranu lidského zdraví“. Tím bruselská „demokracie“ nutí, aby náklady na tuto nesmyslnou politiku platil i ten, kdo ví, že méně chemicky ošetřovaná transgenní sója je naopak zdravější. Neplatí výmluva, že takto Brusel chrání evropské zemědělství, protože evropská produkce sóji je zanedbatelná. Cenové navýšení non-GMO produktu ovšem představuje zvýšení zisku firem, které prodávají nemodifikované osivo a také

¹³⁷ Brookes G., Craddock N. and Kniel B.: The EU non-GM Market, September 2005.

¹³⁸ <http://www.foodnavigator.com/news/29/09/2005>

organických zemědělců. Zde je třeba hledat sílu, která živí politické odpůrce v jejich kampaních proti GMO.

10 – 5 EU versus USA

Ve světové politice je zemědělská biotechnologie ve znamení protikladných přístupů EU a USA, jak jsme viděli již na samém počátku¹³⁹, které mají zásadní dopad na světovou ekonomiku. Namísto vlastních rozborů přenechme místo zásadnímu ekonomickému zhodnocení profesionálům Světové banky¹⁴⁰:

Abstrakt

Byl vyvinut model pro obecné zájmové skupiny umožňující porozumět proč Severní Amerika a Evropská Unie zastoupily tak rozdílnou politiku vůči geneticky modifikovaným (GM) potravinám. Naše výsledky ukazují, že v případě, když firmy (v tomto případě zemědělci) lobují u politiků za ovlivnění standardů a spotřebitelé a ekologisté kladou na standardy důraz, je možné, že zvýšená zahraniční konkurence může vést ke strategickým tlakům na zvýšení standardů, nikoli pouze na jejich snížení, jak ukazovaly dřívější modely. Ukazujeme, že rozdíly v komparativní výhodě způsobené přijetím technologie GM plodin může být dostatečným vysvětlením trans-atlantického rozdílu v politice vůči GM. Na jedné straně získávají zemědělci v zemi s komparativní výhodou GM technologie strategickou

¹³⁹ Viz kapitola „Reakce společnosti na nástup biotechnologie“

¹⁴⁰ *A common-agency lobbying model is developed to help understand why North America and the European Union have adopted such different policies toward genetically modified (GM) food. Our results show that when firms (in this case farmers) lobby policy makers to influence standards and consumers and environmentalists care about the choice of standard, it is possible that increased competition from abroad can lead to strategic incentives to raise standards, not just lower them as shown in earlier models. We show that differences in comparative advantage in the adoption of GM crops may be sufficient to explain the trans-Atlantic difference in GM policies. On the one hand, farmers in a country with a comparative advantage in GM technology can gain a strategic cost advantage by lobbying for lax controls on GM production and usage at home and abroad. On the other hand, when faced with greater competition, the optimal response of farmers in countries with a comparative disadvantage in GM adoption may be to lobby for more-stringent GM standards. Thus it is rational for producers in the EU (whose relatively small farms would enjoy less gains from the new biotechnology than broad-acre American farms) to reject GM technologies if that enables them and/or consumer and environmental lobbyists to argue for restraints on imports from GM-adopting countries. This theoretical proposition is supported by numerical results from a global general equilibrium model of GM adoption in America without and with an EU moratorium. **Trade, Standards, and the Political Economy of Genetically Modified Food** by Kym Anderson (World Bank, CEPR and University of Adelaide), Richard Damania (University of Adelaide) and Lee Ann Jackson (WTO Secretariat, Geneva), World Bank Policy Research Working Paper 3395, September 2004.*

cenovou výhodou lobováním za změkčení kontrol produkce a použití GM doma i v zahraničí. Na druhé straně je optimální reakcí zemědělců čelícího větší konkurenci v zemi s komparativní nevýhodou GM produkce lobovat pro přísnější GM standardy. Proto je racionální pro evropské producenty (jejichž relativně menší hospodářství by mělo menší zisk z nové biotechnologie nežli velké americké farmy) odmítnout GM technologie, pokud to umožní jim nebo spotřebitelům a ekologům nátlak za omezení dovozu ze zemí, které přijaly GM technologii. Tento teoretický závěr je podpořen výsledky výpočtu obecného globálního modelu přijetí GM v Americe spolu nebo bez moratoria v EU.

V dalším zpráva dokumentuje, jak tento přístup EU ovlivňuje světový obchod a v důsledku toho rozvoj zemědělské biotechnologie. Tabulka 5 ukazuje, jak EU v důsledku moratoria změnila dodavatele zemědělských komodit ze států, které u nich používaly transgenní odrůdy na státy, bez GMO. Stalo se tak za cenu zvýšení nákladů.

Tab. 10 - 8

Změna dodavatelů zemědělských komodit do EU po moratoriu na GMO

(Poz.Dod. – podíl dodavatele v dané komoditě na světovém trhu bez vnitřního trhu EU)

PLODINA	DODAVATEL	1995-7	1999-2001	Poz. Dod.
Kukuřice	Argentina	64	2	65
	USA	18	72	13
	Brazílie [§]	0	11	3
	Ostatní	1	6	17
Sója	USA	60	42	54
	Argentina	9	4	9
	Brazílie	24	47	27
	Ostatní	4	5	10
Řepka	Kanada	54	0	59
	Austrálie	0	22	24
	Střední Evropa	39	70	12
	Ostatní	7	8	5

[§]Ve sledovaném období v Brazílii platil zákaz GMO

Nejde však je o tuto změnu v dodavatelích. Evropské moratorium přimělo řadu dalších států, které mají zájem o evropský trh, aby zaujaly vůči transgenním plodinám odmítavé stanovisko. Autoři uvádění Čínu představující asi pětinu světového potravinového trhu. Zavedla velmi restriktivní regulace na GMO, jelikož EU odmítla sójovou omáčku z důvodu, že může pocházet z transgenní sóji. Velmi popularizovaná byla aféra kolem potravinové

pomoci Zambii, Zimbabwe a dalším hladovějícím africkým státům v letech 2002-2003. Šlo o kukuřici z USA. Vláda Zimbabwe ji odmítla s argumentem, že je „jedovatá“, což vyvolalo velké pobouření nejen v USA, ale všech odborníků, kteří o transgenosi něco vědí. Jenže nevzali na vědomí, že ve skutečnosti vládě zemí šlo o udržení evropského trhu. Věděli, že obyvatelé všechnu kukuřici z pomoci nesnědí, ale část zasejí a EU v posedlé honbě proti „genům“ pak v dodávkách najde stopy GMO, čímž by se uzavřel evropský trh. Že nemohli říct svým poddaným, aby dále hladověli pro udržení evropského trhu, je nabílední.

Ekologisté tvrdí, že cílem této pomoci skutečně bylo uvést transgenní kukuřici do Afriky, případně ji tímto způsobem vyřadit z evropského trhu. Zda je to jen jedna z pomluv, nebo je na tom kus pravdy, těžko posoudit. Pravděpodobně nikoli. Při návštěvě USA jsme viděli, že do sil se sváží sklizeň veškerých plodin (sója, kukuřice), aniž se někdo ptá, zda je modifikovaná nebo ne. Podle výše uvedených zásad americké politiky, je schválená odrůda vyvinutá transgensí považována za běžnou odrůdu jako jakákoli jiná a není důvod ji separovat.

Fanatické tažení EU proti transgenním plodinám z cílem vystavět antiimportní bariéru z pověr zákazníků a nereálných nařízení o značení, má na Afriku další nebezpečné dopady. Banány jsou nejvýznamnější plodinou, která poskytuje Afričanům obživu i mnoho dalších výrobků. Nejprve se katastrofálně šířila sigatoka, kterou způsobuje juglon – hlavní toxin houby *Mycosphaerella fijiensis*. Nyní se od roku 2001 epidemicky šíří další choroba působící vadnutí banánovníků. Opolot Okasai, Ugandský komisař pro rostlinnou výrobu odhaduje škody pro Ugandu v příštích deseti letech na 6 až 8 miliard USD. Jsou připraveny geneticky modifikované odrůdy rezistentní na obě choroby. Ale nemohou se použít pro obavu ze ztráty evropského trhu.

V EU jsou ovšem reálně myslící politici, kteří vidí škodlivost této politiky. Dánsko patří ke státům s nejpřísnější ochranou biologické bezpečnosti. Ministryně životního prostředí Connie Hedegaard vnesla ve veřejné diskusi pořádané 20. února 2007 organizací *Přátel Evropy* otázku, zda Evropa svou extrémně přísnou regulací transgenních (geneticky modifikovaných) plodin nepoškozuje rozvojové země.

Jako pokračování této akce pořádala v Bruselu společnost *Evropská akce pro globální vědy o životě* (EAGLES) setkání vědeckých pracovníků v biologii rostlin z rozvojových zemí.

Důvodem setkání byla diskuse o vlivu, jaký mají Evropské regulace na legislativce těchto zemí.¹⁴¹

Delegáti doložili, že tisíce lidí denně umírá podvýživou a používáním škodlivých pesticidů, zatímco není známo, že by někdo zemřel nebo onemocněl vinou genetických modifikací plodin. Politika EU nulové tolerance neprojednaných transgenních plodin, jejich zdlouhavé schvalování a povinné značení dovážených produktů má velmi negativní vliv na legislativce a financování výzkumu v rozvojových zemích, a to i v těch, které neexportují.

Bývalý předseda biotechnologické skupiny v Komisi EU a OECD Mark Cantley tento závěr potvrdil. *„Evropské ekonomické a politické zastrašování před používáním moderních a přesných technologií a před aplikací zemědělské technologie přátelské k životnímu prostředí“*, řekl, *„brání rozvojovým zemím ve vývoji nových dokonalejších plodin.“* *„Vmanipulovali jsme se v Evropě do kouta, ze kterého není snadný únik a z něj vykonáváme škodlivý vliv na chudé země na celém světě.“*

Profesorka Jennifer Thomson z University Kapského města oznámila, že ke schválení je připravena geneticky modifikovaná odrůda kukuřice rezistentní ke zhoubnému endemickému africkému viru mozaiky. Problém legislativního schvalování je tedy velmi akutní. V Jihoafrické republice se však velmi obávají, aby evropská přeregulace nezdržela schválení.

Rektor Bejingské Zemědělské Univerzity profesor Zen Žangliang řekl že Čína má mnoho vlastních transgenních plodin a jsou již na trhu. Protože tato technologie je lepší a přesnější, bude se do ní v příštích letech masivně investovat. Považuje za nepochopitelné, že EU chce zpomalit pokrok svého zemědělství nadbytečnými a přísnými regulacemi.

Předseda Evropské Biotechnologické Federace, profesor univerzity v belgickém Ghentu Marc Montagu shrnul na setkání: *„Udržitelné zemědělství a méně znečišťující průmysl nutně potřebují transgenní technologii a vyvíjet transgenní rostliny. Současně však regulátoři EU v dobrém úmyslu nasadili nepotřebný a velmi drahý regulační systém. Žádný malý nebo střední podnik, žádné výzkumné středisko ani nadace či charita si nemůže dovolit předložit žádost o povolení v existujícím systému. Je to do nebe volající nespravedlnost pro rozvojové země, tedy pro téměř 85% lidské populace“*.

¹⁴¹ Innovations Report Feb. 26, 2007 <http://www.innovations-report.com>

Dalším negativním dopadem je to, že řada biotechnologických firem svou agro sekci buď přesouvá do USA (Syngenta) nebo ji redukuje a přesouvá kapacity do farmacie (Novartis).

Autoři studie Světové banky sestrojili ekonomický model simulující tři scénáře dalšího vývoje. Výsledky jsou v tabulce 10 - 9. Škoda, že autoři netestovali čtvrtou alternativu, která by simulovala situaci, kdy se USA i EU vzdají exportních subvencí. To je to, o co se snaží – dosud marně – rozvojové země při každém mezinárodním jednání WTO i světové banky.

Tab. 10 - 9

Simulace vývoje národní ekonomiky a farmářských příjmů ve třech scénářích pěstování GM kukuřice, sóji a řepky:

- A) Pouze USA, Argentina a Kanada pěstují GM a nejsou moratoria
- B) Všechny státy pěstují a dovážejí GM a nejsou moratoria
- C) Jako ad A), ale EU zavádí moratorium na GM

Státy a oblasti	A	B	C
Změna příjmů farmářů v %			
USA	-0.18	-0.29	-0.36
EU 15	-0.03	-0.08	+0.74
Změna národní ekonomie o ekvivalent v milionech USD			
USA	939	897	628
EU-15	267	595	-3145
SVĚT	2290	4047	-1243

10 – 6 Biotechnologie, ekonomie a Česká Republika

Přehled o biotechnologii u nás lze získat otevřením portálu www.gate2biotech.com. Pokrývá celou oblast od výzkumu až po podnikatelskou sféru a od zemědělství až po lékařství a průmyslové aplikace. Uvádí adresy webových stránek jednotlivých institucí a podniků, ze kterých lze získat bližší informace.

Jak jsme uvedli výše, v lékařské biotechnologii není ekonomie podstatnou složkou, i když v praxi ji nelze zanedbat, ale není tím, co hýbe oborem. Pravý opak představuje zemědělská biotechnologie. Tam ekonomie a z ní vycházející politika je hlavní určující faktor rozvoje oboru. O situaci v Česku vypracoval aktuální studii tým Katolické univerzity

v Leuven se dvěma českými odborníky¹⁴² V ekonomickém modelu posuzuje případný dopad pěstování transgenní kukuřice na zrna, řepu cukrovky a řepky.

Model vychází ze situace roku 2005, kdy se tyto (standardní, nemodifikované) plodiny u nás pěstovaly na 85, 70 a 260 tisících hektarů. Kdyby se běžně zavedla Bt kukuřice odolávající zavíječi, vychází autorům zisk 1,5 milionů € z čehož k prospěchu farmářů by přišlo 39% a 61% producentům osiva. Škody způsobené očekávanou expanzí bázlivce kukuřičného (*Diabrotica*) odhadují pro období 2007 až 2020 na 1,2 milionu € způsobené poklesem výnosu o 15%. Pokud by se i v tomto případě použila odrůda Bt kukuřice odolná vůči bázlivci, její přínos by byl asi o 62 000 € vyšší než u insekticidů zapravovaných do půdy (jediná alternativní ochrana), neboť má obecně o 5% vyšší účinnost v potlačování škod způsobených bázlivce. Jaká by byla možnost zavést ochrannou rotaci plodin, je úkolem pro další posouzení.

Přínos kukuřice tolerantní na širokospektré herbicidy (HT odrůda) model vyčíslil na 300 000 € ze kterých by rolníci získali 27% a osivařské firmy 73%. Daleko větší význam by měla HT cukrová řepa. Tam je zisk 11 milionů € mnohem příznivěji dělených mezi zemědělce a firmy – 78% a 22%. Současné úvahy o využití řepy pro výrobu bioetanolu by tyto kalkulace patrně zvýšily, protože by odpadla obava o odbyt „modifikovaného cukru“. Odrůda HT řepky by přinesla 6 milionů € dělených v poměru 31 : 69. I zde ovšem platí podobný argument jako u řepy.

Tyto výpočty se zakládají na současných cenách pesticidů, nafty, amortizace strojů, ceně lidské práce a licenčních poplatcích firmám včetně odhadu pohybu těchto hodnot v budoucích letech. Zahrnuje též zemědělskou politiku EU včetně kvót na jednotlivé produkty. Náklady na pěstování transgenních odrůd se odvozují ze zkušeností oblastí s podobným klimatem a tlakem škůdců. To platí i v predikci škod způsobených bázlivcem kukuřičným.

Vzhledem k pracnosti pěstování cukrové řepy není překvapením, že právě u ní by použití HT odrůdy mělo největší efekt. Je otázka, do jaké transformace by tento model přivedlo vyšší uplatnění plodin pro energetiku a chemický průmysl.

¹⁴² Daems W., Demont M., Muška F., Soukup J. a Tollens E.: Potential impact of biotechnology in Eastern Europe: Transgenic maize, sugar beet and oilseed rape in the Czech Republic. Katholieke Universiteit Leuven, Faculty of Applied Bioscience and Engineering, Working Paper 2006/93.

10 – 7 Biotechnologie a rozvojové země

Jak už vyplynulo z analýzy uvedené v předchozích odstavcích, úloha biotechnologie v rozvojových zemích je významné, a proto velmi kontroverzní téma nejen z hlediska ekonomie, ale i humanity. Tyto země jsou velkým potenciálním trhem, takže opět jsou to peníze, které dominují nad racionální diskusí. Levicový ekologismus se opírá o tezi „potravy je na světě dost, jen je špatně rozdělena“, což využívá jako základ, jak postavit „kapitalistický sever“ proti „vykořisťovanému jihu“.

Na neblahém vlivu vedoucích industriálních zemí na rozvojové je však kus pravdy, ostatně to jsme rozebírali výše. Subvenční politika USA a EU dusí svými dotovanými cenami zemědělství a tím i celou ekonomiku rozvojových zemí. Je to evergreen mezinárodních jednání – permanentně s jalovými výsledky. Z historie zrození Cartagenského protokolu je zřejmé, že jeho otcem je sice EU, ale porodní bábou subvenční politika USA. Bez obavy z ní by se nepřidal dostatečný počet zemí k delegaci EU, aby se protokol v současném znění podařilo prosadit.

Celá pravda je však v rostoucí populaci. Horování pro tradiční zemědělství je sice pěkná politicky velice účinná pohádka – ve všech komunitách se ctí tradice a „novoty“ nejsou vítány -, ale je to jen pohádka. Stačí se podívat na demografické křivky zemí subtropické a tropické zóny. I kdyby nestoupaly požadavky obyvatel na životní úroveň, už jejich počet říká, že stejná výměra půdy obdělávaná stejnými metodami, nemůže populaci dnes uživit ani stejně jako před padesátí lety, natož lépe.

Norman Borlaug (viz níže) to komentuje takto¹⁴³:

I když byste použili veškerý dostupný organický materiál – hnůj, lidské odpady a rostlinné zbytky – a vrátili ho zpět do půdy, nemůžete uživit víc než 4 miliardy lidí. Dále, pokud by mělo být veškeré zemědělství organické („ekologické“), museli byste dramaticky zvýšit výměru zemědělsky obhospodařované půdy, rozšiřující ji do okrajových zón a vykácet miliony hektarů lesů.

¹⁴³ *Even if you could use all the organic material that you have -- the animal manures, the human waste, the plant residues -- and get them back on the soil, you couldn't feed more than 4 billion people. In addition, if all agriculture were organic, you would have to increase cropland area dramatically, spreading out into marginal areas and cutting down millions of acres of forests. At the present time, approximately 80 million tons of nitrogen nutrients are utilized each year. If you tried to produce this nitrogen organically, you would require an additional 5 or 6 billion head of cattle to supply the manure. How much wild land would you have to sacrifice just to produce the forage for these cows? There's a lot of nonsense going on here.*

V současnosti se ročně použije okolo 80 milionů tun dusíkatých živin. Kdybyste chtěli tento dusík dodat v podobě organických zdrojů, museli byste zvýšit zástavu hovězího dobytka o dalších 5 až 6 miliard kusů, aby bylo dost hnoje. Kolik panenské přírody byste potřebovali toto stádo uživit? Tady se šíří řada nesmyslů.

Navíc výměra zemědělsky využitelné půdy z mnoha důvodů klesá. Budováním obydlí – zejména rozšiřováním měst – silnic, ale také nevhodným zavlažováním a rozšiřováním pouští. Bohužel, standardně se tento rozpor řeší likvidací deštných lesů, což ekologům horujícím pro uchování tradičního zemědělství, zdá se, nevádí. Likvidace deštných lesů kvůli získání zemědělské půdy je ještě horší než kácení dřevorubeckými firmami. Ty jen výběrově porážejí cenné stromy. Zemědělec vytváří holoseč a získanou půdu za několik let vyčerpá tak, že obnova lesa už není možná. Jared Diamond v knize „Tetí šimpanz“ uvádí příklady civilizací zaniknuvších právě vinou odlesňování. Jedinou reálnou alternativou stálého rozšiřování zemědělské půdy na úkor lesů je z dané plochy půdy získat víc úrody. To se neobejde bez výkonných odrůd a dodání příslušného množství živin. Právě tropické půdy jich nemají dostatečnou zásobu. Takové řešení se uskutečnilo a nazývá se Zelená revoluce.

10 – 8 Zelená revoluce a její autor

V roce 1965 hrozil Indii a Pakistanu hladomor. Nekončil však tak tragicky, jak se lidé obávali. Zasloužil se o to americký vědec, který v té době pracoval již skoro dvacet let na šlechtění pšenice v Mexiku - Norman E. Borlaug¹⁴⁴. Přišel v rámci Rockefellerovy nadace jako třicetiletý absolvent lesnictví Minnesotské university, na které též získal doktorát z patologie rostlin, a začal pracovat pro mexické ministerstvo zemědělství na šlechtění pšenice v oblasti Toluca, skoro 500 km severozápadně od Mexico City.

Mexiko bylo tehdy závislé na dovozu pšenice, takže její šlechtění bylo významným úkolem. Po deseti letech práce vyšlechtil doktor Borlaug odrůdu, která nebyla závislá na délce dne a netrpěla rzí. Bohužel, pro zvýšení výnosu by potřebovala větší přísun živin, ale potřebné dávky minerálních hnojiv nesnášela, neboť pod tíhou bohatých klasů poléhala. Až v roce 1961 konečně našel to, co potřeboval – polotrasličí japonskou odrůdu Norin. Při křížení dodala jeho odrůdění nejen krátká a pevná stébla, ale i bohaté odnožování.

¹⁴⁴ Profesor Norman E. Borlaug se narodil 25. března 1914 ve městě Cresco v Iowě. Pracuje střídavě v Mexiku (CIMMYT) a v Texasu (A&M University, Department of Soil & Crop Sciences).

V roce 1963 rostla již Borlaugova krátkostébelná odrůda na 95% mexických pšeničných polí a sklizeň byla šestkrát větší než v roce 1944, kdy Norman Borlaug do Mexika přišel. Místo dovozu se Mexiko stalo vývozcem pšenice.

K tak dramatickému zvýšení výnosů nestačilo jen zavést novou odrůdu. Půda jí nemohla poskytnout dostatek živin, a proto bylo nutné mexické zemědělce naučit používat minerální hnojiva. Zde začala etapa zemědělství rozvojových zemí, která dostala název "Zelená revoluce".

Vývoz této revoluce přinesl - na rozdíl od vývozu jiných revolucí - záchranu milionům lidí od hladu. Pomohly k tomu vlastnosti vyšlechtěného hybridu pšenice, který k překvapení i samotného autora si vedl dobře v nejrůznějších klimatických podmínkách. K vysokým výnosům potřeboval pouze dostatek živin a vláhy.

Z Mexika přenesl Norman Borlaug svou odrůdu spolu s potřebnou agrotechnikou do Indie a Pakistanu, kde je, narozdíl od Mexika, pšenice klíčovou plodinou. Spolu s ním pracoval v Indii M.S. Swaminathan, dnes vedoucí ekotechnologie UNESCO a ředitel výzkumné nadace, která nese jeho jméno.

Ve vzpomínkách to Borlaug označuje za spíše politický než zemědělský krok. Zdůrazňuje, že nejde uspěchaně úřadům nabízet něco nového; nejprve je třeba na poli zemědělcům ve vší tichosti ukázat, jak to funguje a umožnit, aby si to sami zkusili. Teprve když jsou přesvědčeni o výhodách, a začnou se dožadovat nové odrůdy, je čas jednat s úřady, - s podporou místních zemědělců za zády.

Nová odrůda spolu s minerálním hnojením způsobila, že v roce 1968 se Pakistan, kterému před třemi lety hrozil hladomor, stal exportérem pšenice. V roce 1965 jí produkoval jen 4,6 milionu tun a za pět let již 8,4 milionu. Do Indie šly jen z USA 4 miliony tun pšenice ročně. Nyní potraviny vyváží, protože zvýšila produkci z 12,3 milionu tun na 20.

Milióny lidí byly zachráněny před hladem. V roce 1967 běžný Ind měl denní spotřebu potravin odpovídající 1875 kal, v roce 1998 to bylo 2466 kal, přesto, že se za tu dobu populace v Indii zdvojnásobila.

Za tuto šlechtitelskou a hlavně politicko-organizátorskou práci dostal Norman Borlaug v roce 1970 Nobelovu cenu. "Zlepšením odrůdy pšenice vytvořil technologický zlom, který umožnil během několika málo let odstranit hlad v rozvojových zemích," praví se ve zdůvodnění.

Od roku 1964 je Norman Borlaug ředitelem a po odchodu do důchodu v roce 1979 konzultantem programu výzkumu a výroby pšenice v Mezinárodním centru pro zkvalitnění kukuřice a pšenice (CIMMYT) v Mexiku. Tato organizace má za cíl "poskytovat zemědělské řešení problémů chudých lidí v rozvojových zemích". Kromě šlechtění, udržování a distribuci odrůd se zabývá výchovou a školením zemědělských specialistů pro rozvojové země.

Norman Borlaug je profesorem na třech universitách, dostal 47 čestných doktorátů, z toho 18 v USA, 6 v Indii, 5 v Mexiku, 3 ve Španělsku, 6 v jiných státech Latinské Ameriky a také v Polsku a v Maďarsku. Získal 108 cen a čestných členství ve významných společnostech včetně Číny, a Japonska a je čestným členem 24 akademií včetně Polska, Maďarska, Rumunska i Kazachstanu – nikoli Česka(!).

Díky Zelené revoluci se mezi lety 1965 a 2000 produkce obilovin v asijských rozvojových zemích ztrojnásobila. Světová populace vzrostla mezi lety 1950 a 2000 z 2,2 miliardy na 5,6 miliardy a produkce pšenice, kukuřice a rýže (představují 70% potravin) se zvýšila z 650 na 1900 milionů tun, zatímco plocha orné půdy zůstala prakticky na 660 milionech hektarů. Kdyby hektarové výnosy zůstaly stejné, muselo by se z volné přírody (většinou deštných lesů) kultivovat navíc 1200 milionů hektarů.

Tuto skutečnost přecházejí odpůrci zelené revoluce, kteří způsobili, že Fordova a Rockefellerova nadace nepodpořily rozšíření Borlaugovy agrotechniky do Afriky. Podpora však přišla od bývalého presidenta USA Jimmy Cartera a nadace vytvořené japonským obchodníkem Ryoichi Sasakawou. Od roku 1986, je Norman Borlaug předsedou Sasakawa Africa Association, zaměřené na zlepšení zemědělské produkce v sub-saharské Africe.

Zelení namítají, že minerální hnojiva a Borlaugova odrůda pšenice jsou nepřirozeným prvkem v zemědělství rozvojových zemí a propagují ekologické zemědělství. Skutečně jim na počátku v Mexiku místní farmáři naslouchali a považovali minerální hnojiva za jedy a orbu za ukrádání tepla země.

Jenže platí jednoduchá aritmetika, jak zdůrazňuje Patrick Moore, spoluzakladatel Greenpeace (kanadský žák českého profesora Krajiny): *„čím více bude na světě lidí, tím více lesů bude přeměněno v pole. Získáme-li vyšší výnosy, zachráníme panenskou přírodu“*. Pod heslem *"Sklidit více plodin a stromů po hektaru ochrání volnou přírodu"* vznikla Deklarace na podporu vysokoprodukční agrotechniky, kterou podepsalo přes 800 významných osobností z padesáti zemí – mj. i James Lovelock, autor hypotézy Gaia.

"Nemáme alternativu – buď nasytíme podvyživené děti, nebo budeme ochraňovat ohrožené organismy," říká Norman Borlaug. "Udržet vysoké výnosy je jediná reálná cesta jak splnit obojí. Bez vysokých výnosů zemědělci zničí volnou přírodu, aby mohli nasytit své děti." Dále dodává: "můžete hnojit organickými hnojivy, ale ve Třetím světě by museli zvýšit chov dobytka šestinásobně, aby získali dostatek organického hnojiva."

Dalším problémem je distribuce vypěstovaných potravin. *"Sociální systém není připraven," říká Borlaug. "Jsem tím frustrován; Indie je soběstačná v produkci potravin, a přece tu mnoho lidí trpí hladu. Pšenice je totiž apolitická; uděláte-li něco, aby nesla víc malým farmářům, velkým nese navíc také."* Zajistit, aby se vypěstovaná potrava dostala k potřebným, a ne spekulantům, není už bohužel problém zemědělský, ale politický.

Doprava, distribuce a korupce – to jsou podle Borlauga problémy Afriky. Na pokusných polích dávají jeho postupy a odrůdy prosa, batátů, rýže, kukuřice a pšenice až trojnásobné výnosy než je v Africe běžné, ale jak dopravit produkci k potřebným, jak dopravit hnojiva?

Budoucnost Norman Borlaug očekává v přechodu od Zelené revoluce ke Genetické revoluci. Na otázku o genetických modifikacích říká: *"Jako teoretik můžete nad tím filosofovat. Byl jsem však dost dlouho mezi zemědělci, a tak věřím, že pomohou zastavit hlad. Uznávám význam tradičně vyšlechtěných odrůd, ale biotechnologie je přesnější a rychlejší v dosažení cíle. Rizika jsou menší než u klasických odrůd. I konvenční potrava obsahuje alergeny a toxické látky; biotechnologie má možnost je snížit. Konvenční praxe by vedla v nedaleké budoucnosti k vykácení milionů hektarů lesů a obrovskému nárůstu použití pesticidů."*

Problém vidí v dostupnosti biotechnologických odrůd, které jsou většinou chráněny patenty. Zde musí pomoci vlády. Lidé žijících ve městě nevědí co to je nasytit svět. Bojí se genetických modifikací, tlačí na vlády a poškozují tak rozvojové země. Vzhledem k vzestupu světové populace na 8,3 miliardy, budeme za příštích dvacet let potřebovat navíc miliardu tun plodin. Orné půdy vzhledem k urbanizaci bude spíš ubývat. Pomoci musí jak klasické šlechtění, tak genetické modifikace.

Důkladnou studii a shrnutí literatury přináší publikace Mezinárodního výzkumného ústavu pro potravinářskou politiku (IFPRI)¹⁴⁵. Věcně konstatuje, že v množství studií na toto

¹⁴⁵ Parables: Applied Economics Literature About the Impact of Genetically Engineered Crop Varieties in Developing Economies, Melinda Smale, Patricia Zambrano, José Falck-Zepeda, Guillaume Gruère, Environment

téma vždy metoda ovlivňuje výsledky. Autoři analyzují několik set studií z hlediska dopadu GM technologie na čtyři cílové skupiny: farmáře, spotřebitele, průmysl a obchod. Má být zdrojem pro politiky hledající nejlepší aplikaci této nové techniky.

10 – 9 Věda a islám

Problémy zemědělství a výživy rostoucí populace se několikrát objevily v jiných kapitolách. Palčivým problémem, který s nimi volně souvisí je soužití různých kultur, zejména té „naší“ židovsko-křesťanské a islámu.

Je mnoho zkreslených názorů na islám a stejně mnoho je odborných pramenů, ze kterých se každý může poučit. K našemu tématu může být pracovně užitečný asi tento sled informací:

Ve svých počátcích zejména za Abbásovců (od roku 750) byl islám velikým stimulem vědy. Dostal se daleko před společenstvo christianitas, které osvícenci později nazvali Evropa. Šest století před Gutenbergem bylo na předměstí Bagdádu více než sto knihkupectví. Pravda, knihy se netiskly, psali je warakinové, ale gramotnost lidu a dostupnost tištěného slova to nesnižovalo. Nejstarší univerzita v Káhiře byla založena roku 970, a tamní knihovna čítala přes půl druhého milionu svazků. Na počátku desátého století změřil Al-Battání délku slunečního roku lišící se od dnešní o 24 sekund a zeměpisné souřadnice určil s přesností na tři desetinná místa. Do desátého století sahá i destilace ropy a popis alternativních zdrojů energie. Tak bychom mohli pokračovat.

Bohužel, lásku k vědě – ilm - zavedenou Abbásovcí omezili náboženští učenci ke konci 14. století na „náboženské vědění“, nezávislé úvahy o náboženských problémech se staly nezákonné a ženy byly zahrnuty do domácnosti. Nastal úpadek. Muslimský svět dnes představuje 23% lidstva a chudoba Muslimů (pokud nežijí na ložisku nafty) je odrazem toho, že mají méně než 2% světových vědců a jen 3% vědeckých publikací. Na vědu věnují islámské země jen 0,2% HDP. Současný generální sekretář OIC (Organizace Islámské Konference) Ekmeleddin Ihsanoglu, turecký odborník na historii vědy, poskytuje přesnou diagnosu: *“Nemáme ten přepych svalovat vinu za své problémy na jiné; musíme se jimi zabývat s odvahou a otevřeností.”*

V moderní době se nafta stala neštěstím pro islámské země. Vládnoucí vrstva má dostatek peněz a zásoby ropy vydrží po dobu života jejich příslušníků. Proto necítí potřebu

starat se o to, aby bohatství vytvářeli občané. Nezajišťuje vědeckou a technickou výchovu, nerozvíjí výzkum ani vlastní průmysl kromě těžby ropy a jejího primárního zpracování. Stejně tak výživa prostřednictvím zemědělství není v popředí zájmu, protože potraviny lze za petrodolary snadno nakoupit. Zdravotnictví mohou zajišťovat pozvanými lékaři. Islám je nutno upevňovat zvláště ve směru konservatismu, aby tlumil jakoukoli snahu něco měnit.

Je logické, že při populačním nárůstu stimulovaném islámem se petrodolary nedostanou ke každému a ustavený systém nemůže potřebné hodnoty produkovat. Kromě bohatých zemí s ropou, jsou i chudé bez ní. Kromě Kuwajtu je tu i Somálsko. Vzniká tak obrovský zástup lidí bez náplně života, s nouzí o zaměstnání a s problémy s obživou. Je snadné aplikovat známý princip, že nic nestmélí lidi tak dobře jako společný nepřítel. Zejména ten, který se má lépe a tedy si sobecky přivlastňuje statky, které ve světě těchto lidí chybějí. K tomu se dají najít a příslušně interpretovat partie koránu. Takovéto podhoubí v historii přináší plody totalitních režimů a mezinárodního nebezpečí davu, který mává rudými knížkami nebo koránem. Podstata je stejná.

Nedostatek vědeckého zázemí charakterizuje tato tabulka ze zvláštní přílohy *Nature* věnované islámské vědě¹⁴⁶

¹⁴⁶ <http://www.nature.com/news/specials/islamandscience/index.html>

Tab. 10 - 10

Pozice islámských zemí ve vědě

	Počet publikací (1995 - 2004)	Publikace na milion obyvatel	Růst počtu publikací
Turecko	82,407	116.5 (4)	82.30%
Egypt	27,723	38.9 (8)	13%
Irán	19,114	28.0 (10)	123%
Saudská Arábie	17,472	72.62 (6)	-5.85%
Malajsie	10,674	43.75 (7)	31.70%
Maroko	10,113	33.1 (9)	9.70%
Nigerie	9,105	7.5 (12)	-8.40%
Pakistán	7,832	5.3 (13)	24.50%
Jordán	6,384	119.33 (3)	24.30%
Kuwait	5,930	254.5 (1)	-0.50%
Libanon	5,341	152.6 (2)	12.45%
Indonésie	5,118	2.35 (15)	12.50%
Bangladěš	4,745	3.5 (14)	15.50%
Spoj. Arabské Emiráty	4,389	108.64 (5)	30.00%
Uzbekistán	3,924	15.1 (11)	-11.00%

**Procentuální změna v letech 2002-2004 ve srovnání s léty 1998-2004

Za pozornost stojí poslední sloupec a vztah změny v závislosti na naftě. Jedinou významnou výjimkou je Irán. Naštěstí jsou i tací muslimové, kteří vidí, že tento systém je cesta do pekla, které se přihlásí, jakmile začne nafta docházet a velmi ošklivě propukne, až dojde. Snaží se napravit, co se zameškalo. Jednou z takových skupin je OIC's Commission of Eminent Persons sdružující intelektuální špičky 17 islámských zemí.

Mekka se na počátku prosince 2005 stala místem Mimořádného islámského summitu představitelů 57 islámských zemí, kteří vyhlásili desetiletý plán OIC sestavovaný během posledních dvou let¹⁴⁷. Summit též schválil usnesení o zřízení konsorcia pro vyšší vzdělání a další doporučení OIC's Commission of Eminent Persons, přijatá na jednání Malajsku a

¹⁴⁷ <http://www.scidev.net/news/index.cfm?fuseaction=printarticle&itemid=2542&language=1>

Pákistánu. Cílem desetiletého plánu je snížit nerovnováhu ve vědě a technologii mezi islámskými a rozvinutými zeměmi a „zlomit staletí stagnace“ například tím, že k roku 2015 má 30% muslimských studentů ve věku 18 – 24 let navštěvovat university a prioritou mají být přírodní vědy a technologie. Současně se musí vytvořit podmínky zabraňující odlivu mozků.

Muslimské země mají na vědu věnovat 1,2% HDP (plus podíl z petrodolarů) a Islámská Banka pro rozvoj (IDB) zřídí stipendia pro nadané studenty a vynikající v vědce v hi-tech oborech. Skutečně přijala v Jeddah v únoru 2005 rozhodnutí¹⁴⁸, že věnuje ročně dvě procenta čistého příjmu (minimálně 2 miliony USD) na Merit Scholarship Programme (MSP) (založený v červnu 1989) pro doktorské a post-doktorské studium. Banka má také program na podporu mladých muslimských vědců.

Mnohé u nás překvapí, že v tu dobu se také konal na Bahrain's Arabian Gulf University v Salmanii zakládající sjezd Svazu (Network) arabských žen ve vědě a technologiích. V Egyptě v současné době činí ženy asi třetinu vědeckých sil, třetinu až polovinu postgraduálních míst, ale jen dvě procenta vyšších vědeckých funkcí. Jedině právě hostitelská univerzita má rektorku. Na Svazu se podílí UNESCO a islámské vědecko-kulturní organizace v Maroku a Tunisu.

Je nepochybné, že biotechnologie bude hrát v arabském a muslimském světě vůbec významnou roli. V poměrně klimaticky nevýhodných podmínkách není jednoduché zajistit výrobu potravin. Také lékařství bude potřebovat stavět na moderní biotechnologii. To nejsou jen teoretické úvahy, ale úsudek na základě současného dění. Evropa staví byrokratické hráze moderní biotechnologiím v zemědělství, kdežto Irán jako první na světě pěstuje geneticky modifikovanou rýži. V Dubaji se nákladem 400 milionů USD buduje biotechnologický park.

Zatímco prezident státu považujícího se za vědeckou velmoc zakazuje financovat výzkum embryonálních kmenových buněk, Islámská organizace lékařských věd schválila v prosinci 2004 na osmé konferenci v Káhiře mezinárodní Islámský kód lékařské a zdravotnické etiky, na jehož základě vyzývá muslimské státy, aby povolily terapeutické klonování, samozřejmě se zákazem reprodukčního klonování. Schválený kód bude dále zaveden ministry zdravotnictví islámských zemí. Ve spolupráci s Regionální kanceláří WHO pro Východní středomoří budou o kódu organizovány diskuse a bude zaveden do výukového programu lékařských fakult. Při nich mají být zřízeny bioetické Komise. Tento přístup je

¹⁴⁸ <http://www.scidev.net/news/index.cfm?fuseaction=printarticle&itemid=1972&language=1>

přijatelný jak pro Šiity, tak pro Sunnity, protože islám nepovažuje embryo za lidskou bytost. I mezi Muslimy jsou sice oponenti, zejména z oblasti právníků. Velmi důkladně se tím zabývá Dr. Abdulaziz Sachedina, z University of Virginia¹⁴⁹.

Nejde jen o arabské země. V Islamabadu v dubnu 2005 se konala konference muslimských akademií organizovaná Pákistánskou akademií věd, OIC výborem pro vědu a technologie (COMSTECH) a Sdružením akademií věd muslimských zemí spolu s Akademií věd pro rozvojové země (TWAS) z Terstu. Zúčastnil se také sekretář pro zahraničí Národní akademie věd USA. Předseda Pákistánské akademie věd Atta-ur-Rahman, který je současně hlavním koordinátorem COMSTECH, oznámil, že digitální Pákistánská knihovna poskytuje přístup k dvanácti tisícům vědeckých časopisů. Satelit PAKSAT-1 přenáší vzdělávací programy. Podle jeho názoru země OIC by na vědu ročně měly věnovat miliardu USD. Významný projev měl Anwar Nasim, předseda Národní biotechnologické Komise (NCB). „Bez nižšího vzdělání není vyšší“ použil k uvedení programu popularizace vědy na nižším stupni škol.

V červenci 2006 vzniklo z iniciativy COMSTECH The Technology and Innovation Policy Research Centre in Islamabad s počátečním vkladem 8 milionů USD¹⁵⁰. Odborníci se budou věnovat hlavně výchově studentů, vládních úředníků a politiků pro země OIC. Při Centru bude Frontier Technologies Research Center, kde se budou konat konference a pracovní semináře posuzující, jakým způsobem může biotechnologie přispět k řešení problémů zemí OIC. Atta-ur-Rahman již předložil dvouletý program v nanomedicině, DNA-vakcínách, genové terapii, průmyslové biotechnologii, a využití bioinformatiky v genomice.

Také v Nigerii, která je členem OIC vzniká iniciativa pro založení nezávislé National Science Foundation využívající 5 miliard USD, které schválila v červnu Nigerijská vláda pro rozvoj vědy. Mají být dotovány z prostředků plynoucích z těžby nafty¹⁵¹. Vláda si slibuje od rozvoje vědy zvýšení životní úrovně a zmenšení podílu chudoby.

Profesor mikrobiologie Egyptského výzkumného centra Hassan Abdel Aal Moawad konstatuje, že 11. září 2001 značně ztížilo výchovu i vědeckou spolupráci v biotechnologiích z obavy o možné teroristické použití biologických zbraní. V dubnu 2006 proběhlo v Alexandrii „The Fourth Symposium on Scientific Research Outlook in the Arab World”,

¹⁴⁹ Abdulaziz Sachedina, University of Virginia: Cloning and the Qur'an and tradition; Islamic perspectives on human cloning. <http://www.people.virginia.edu/~aas/article/article4.htm>

¹⁵⁰ New centre to advise Muslim world on science policy.

<http://www.scidev.net/News/index.cfm?fuseaction=readNews&itemid=2967&language=1>

¹⁵¹ <http://www.scidev.net/News/index.cfm?fuseaction=readNews&itemid=2960&language=1>

jehož cílem bylo konkretizovat desetiletý plán. Opět zdůraznilo, že znalostní zaostávání je hlavní brzdou humanitárního pokroku arabského světa.

Další organizací, která si dala do programu podporu vzdělání, vědy a pořádání vědeckých setkání v 22 arabských zemích je Arab League Educational, Cultural and Scientific Organization (ALECSO)¹⁵². Vytvoří také databázi učebních programů a návrhů laboratorních cvičení pro školy.

V mnoha státech je v poslední době značný pokrok (viz přírůstek publikací). V Iránu stoupla stoupl počet univerzitní komunity ze sto tisíc v roce 1979 na současné dva miliony (počet obyvatel 67,7 milionu). V Pákistánu z 276 tisíc v roce 2001 na 423 tisíc v roce 2004 (počet obyvatel 156,4 milionu). V Súdánu vzrostl 1989 až 1996 počet univerzit z pěti na dvacet šest. Skoro ve všech zemích je stejný počet studentek a studentů. V Iránu je dívek studujících přírodní vědy dokonce 70%. Horší situace je s možností uplatnění tak velkého přírůstku univerzitních absolventů, zejména dívek.

Program zní odhodlaně a velkolepě. Překážky jsou však nemalé. Především silná zátěž náboženství a jeho úloha jako konzervující síly, které vyhovuje nevzdělanost. Podobně jako u nás ve středověku, nejde o duchovno, ale o významnou, někde převažující světskou a právní sílu. Časopis Science¹⁵³ uvádí, že v Iránu proběhlo v květnu 2006 setkání náboženských a vědeckých expertů, kteří se snažili řešit vzájemné rozpory, často vedoucí k odchodu vědců ze země¹⁵⁴. Jde o takové problémy, zda např. má být ve vědeckých učebnicích zařazena teologie. Vláda sice do vědy silně investuje, ale rozhodování je v rukou teologů. Je zakázáno pochybovat o existenci Boha a platí všeobecná náboženská cenzura. Evoluční biologie, psychologie, neurologie a sociologie jsou rizikové obory. Přitom Darwinovo dílo bylo po vyjití Muslimy velmi příznivě přijato.

V etice jsou mezi islámskými státy rozdíly. Saudská Arábie nepovoluje asistovanou reprodukci s dárcovstvím spermií, protože zplodit potomka mohou jen manželé. Irán dárcovství u neplodných manželství povoluje, protože rozvod je větší zlo. Pákistán nedovoluje (jako jediný v islámských státech) dárcovství orgánů zemřelých, neboť tělo nám propůjčuje Bůh a po smrti mu ho musíme vrátit.

¹⁵² <http://www.scidev.net/news/index.cfm?fuseaction=printarticle&itemid=2850&language=1>

¹⁵³ John Bohannon: Science in Iran: Picking the path between fatwas. Science 313, 5785, pp292-293, 21. July 2006.

¹⁵⁴ First International Congress on the Dialogue Between Science and Religion, sponsored by Tehran University of Medical Sciences, 1-4 May.

Další slabinou je spor Šiitů a Sunnitů. Jako národ proživší husitské války, známe dobře devastační účinek takových náboženských sporů. Obecně je zajímavé si promítnout superposici křesťanství a islámu s posunem šesti století, jak odpovídá rozdílu v narození Krista a Muhammeda. Islám se tím dostává do patnáctého století křesťanů, což v mnoha směrech odpovídá.

Na druhé straně je zde existence rozvinutých průmyslových zemí a jejich životní, kulturní a vědecká úroveň. Prožívající ji na vlastní kůži, můžeme mnohé její stránky považovat za nevhodné následování, ale obecně při pohledu ze strany muslimů, zejména mladých, mohou mít přitažlivost. Velkou úlohu hrají komunikační technologie. Jestliže skutečně Al-Džazíra má ambici stát se arabskou CNN nebo BBC, mělo by to velice pozitivní účinek na vědomí Muslimů. A k tomu se nadevším vznáší ona hrozba konečnosti zásob nafty.

Současným aktuálním nebezpečím je pojetí vědy jako prostředku k zesilování vojenské moci. Takové názory hlásají někteří teoretici muslimských států a je zcela pochopitelné, že vojákům znějí libě a budou je podporovat. Bohužel, některé akce druhé strany jen přilévají olej do militaristického ohně.

Výslednici těchto sil se snaží narýsovat mnoho analytiků. Nepovede k rychlému, ale zato nepotlačitelnému postupu. Celá lidská historie ukazuje, že s postupem gramotnosti, vědy a kultury stoupá životní úroveň, lidé nacházejí smysluplnou náplň života a tím ubývá agresivity a manipulovatelnosti davem. Z toho plyne, že bychom měli snahu muslimského světa o posílení vědy – a všimněme si, jaký důraz dávají na biotechnologie - aktivně podporovat.

10 – 10 Uhlíková krize a biotechnologie

Geologické a biologické procesy zanechaly lidstvu v zemské kůře a atmosféře zásoby uhlíku – nedůležitějšího „biogenního“ prvku – ve dvou formách: termodynamicky stabilní maximálně oxidované CO_2 a celé škály energeticky bohatších redukovaných sloučenin až k maximálně redukované CH_4 . Člověk staví své tělo z různě redukovaných forem a z jejich převodu na oxidovanou získává energii pro život. Proto v potravním řetězci patří ke konzumentům využívá rostlin jako producentů. Jejich geologická role v současnosti i minulosti je v tom, že energii dodávanou „naší“ hvězdou – Sluncem – využívají k zpětnému převodu energeticky chudé oxidované formy uhlíku na redukované sloučeniny.

Člověk jako biologická entita se během svého vývoje takto začal chovat i jako entita sociální. Redukované formy uhlíku v podobě různých sloučenin a forem začal používat jako

materiál a energetický zdroj pro své (stoupající) společenské potřeby. Zlom nastal v době, kdy biologická produkce rostlin a jiných živočichů mu nepostačovala a sáhl na fosilní zásoby redukovaného uhlíku. Význam takového přechodu je dvojitý: jednak použití fosilního redukovaného uhlíku vede dříve či později k jeho přeměně na termodynamicky stabilní oxidovanou formu a vznikají velké spory, zda to má či nemá globální vliv. Druhý důsledek je nesporný: fosilní zásoby redukovaného uhlíku jsou konečné. Není podstatné jak dopadnou odhady a prognosy, kolik zásob ještě zbývá, ani diskuse o tom, zda je lidstvo vyčerpá, či zda trh zabrání, aby se tak stalo. Tato „uhlíková krize“ je v každém případě slepá ulice a lidé musí hledat jak z ní ven, neztrácejíce čas pátráním, jak daleko a za kolika zatáčkami je onen slepý konec.

Nafta je stále dražší a dražší a co horšího, stává se spolu se zemním plynem politickou zbraní. To – více než Kjótský protokol - vybudilo politiky k velké aktivitě při hledání alternativních zdrojů energie. V tomto ruchu zůstala jaksi stranou zájmu skutečnost, že asi 10% uhlíkatých fosilních zásob nezničených marnotratným spalováním drží, při životě jako nezbytná surovina velkou část chemického průmyslu. V energetice je několik únikových cest: jaderná energie, snad i fúze, voda v řekách i v přílivu a odlivu, vítr, třeba i přímé zachycování sluneční energie a rostliny. Každá má však své zákruty. V rozvinutých zemích není v popředí nutnost uživit populaci, naopak, potravinových plodin je spíše nadbytek, a proto zemědělství hraje v „alternativních zdrojích energie“ hlavní úlohu.

V chemickém průmyslu je chemická zpětná reakce přeměny oxidovaného na redukovaný uhlík natolik energeticky náročná, že je prakticky nereálná, takže cesta z uhlíkové krize je jen jediná - tuto reakci opět přenechat rostlinám, které k tomu dovedou použít stále proudící sluneční energii. Převáděno do sociálního uspořádání společnosti to znamená další budoucí avšak jistou obrovskou objednávku, kterou zemědělcům předloží i chemický průmysl. V průmyslových zemích, zejména v Evropě, je to opět zpráva pozitivní, další zákazník je vítán, jenže v globálním měřítku je to horší. I když se tvrdí, že sumárně je na světě potravin dost, jen distribuce je nerovnoměrná, pak v situaci stále ubývající zemědělské půdy a stále rostoucí lidské populace požadavek na energetické plodiny vyvolá problémy. Již dnes stoupají ceny kukuřice vinou jejího zpracování na biolh a potravinářský průmysl se obává nedostatku surovin.

Toto je scéna, na kterou vstupuje biotechnologie. Nikoli jako *deus ex machina*, který všechno vyřeší, ale jako významný hráč, který se na svou roli musí připravit.

Výzkum sleduje od poloviny minulého století možnost zemědělské produkce jako alternativního zdroje energie i surovin pro chemický průmysl. I když energetická a surovinová cesta má mnoho úseků společných, je vhodné je sledovat samostatně.

10 – 10 – 1 Bioenergie

„Alternativní zdroje energie“ se staly módním tématem od emociálních ochránců životního prostředí přes ekologisty a podnikatele až k politikům v čele s prezidentem Bushem. Symbolem může být Škodovka nebo Lotus konstruovaný na pohon biolihem. Také rizikový kapitál větrí konjunkturu. Jak od roku 2005 rostly ceny ropy, rizikovní investoři téměř zečtyřnásobili své sázky na alternativní energie. Patnáct „zelených“ firem dostalo během druhého čtvrtletí 2005 téměř 240 milionů dolarů, což představuje nárůst o 290 % oproti stejnému čtvrtletí předchozího roku. Evropská unie založila Biofuels Technology Platform a v odpověď na to sdružení bioprůmyslu EuropaBio ustanovilo Biofuels Task Force pro koordinaci průmyslové účasti¹⁵⁵. Nicméně jsou i varovné hlasy, že EU nesmí v přílišném nadšení opět spustit onen neovládaný systém „hrnečku vař“, který dotační politikou vyvolal současnou krizi nadbytku potravinářských plodin.

Termín „alternativní zdroj energie“ používáme pro rostlinnou produkci vlastně naruby. Od doby, kdy naši prapředci si rozdělali první ohýnek, využívali rostlinných produktů k tomu, aby se ohřáli a udělali si teplou večeři. Teprve mnohem později začali energii získávat z alternativních zdrojů – uhlí – a ještě později plynu, elektřiny a nafty. Toto jsou ve skutečnosti alternativy k tomu, co lidstvo používalo původně jako zdroj energie, čili návrat k biologickým zdrojům je návrat k původnímu stavu, jenže v moderním hávu.

K němu patří i zpolitizování jako u biotechnologie vůbec, ale také tlak ekonomiky. Ta agregátní křivkou nabídky a poptávky nastavuje podmínky zemědělcům tak, že ideální je pro něj úroda mírně pod průměr. Nadúroda ho ohrožuje stejně jako neúroda, protože zvýšení nabídky tlačí ceny dolů a je potíží s odbytem. Pro něj je vítané, když na straně poptávky je kromě běžného potravinářství a krmivářství ještě průmyslový odběratel. Ten stabilizuje ceny a zajistí odbyt pokud je „měkký“. Jestliže totiž vytvoří pevnou základnu – třeba postaví lihovar – pak vyžaduje pravidelné stálé dodávky a výhoda odbytového „polštáře“ se ztrácí. Známa zákonitost nabídky a poptávky tak způsobuje, že u nás je nejvýhodnější to, co u veřejnosti vyvolává pohoršení – pálit pšenici. Její oseté plochy jsou největší a tedy výkyvy klimatických

¹⁵⁵ EUROPABIO - http://www.europabio.org/articles/PR_BioFuelsTP_060608.doc

podmínek způsobují velké výkyvy v úrodě, tj. posuny nabídkové křivky. Poptávka potravinářů a krmivářů je celkem stálá, výkyvy nabídky jako u nás jsou i u sousedů a podobné, takže mezinárodní obchod posouvá poptávkovou křivku obvykle stejným směrem jako u nás. Spalování v běžných elektrárnách má právě požadovanou „měkkost“: elektrárna pšenici může odebrat, ale není na ní závislá, takže vše závisí na ceně a státní politice, jak elektrárně dotuje použití alternativního zdroje energie v podobě vyšší výkupní ceny „zelené“ elektřiny. Tato dotace nepřímo umožňuje zemědělcům požadovat od elektrárny rozumnou cenu.

Ač to není parketa pro biotechnologii, je třeba této cestě v řešení uhlíkové krize rozumět. Stejně tak i jejímu rozšíření, totiž pěstování „energetických“ rostlin, které jsou bez úprav spalovány. V jejich případě vstupuje do hry mnoho dalších faktorů, třeba vyvolané náklady spojené s vysoušením. Zde biotechnologie může sehrát roli ve šlechtitelství při získání optimálních odrůd pro energetické využití. Nebezpečnost evropské regulační politiky vyvstane právě v souvislosti s „energetickými“ plodinami. Pokud nejsou transgenní, nikdo se o jejich ekologický dopad nestará, takže jsou velkoplošně zaváděny rostliny evropskému ekosystému cizí. Případ křídlatky nebo bolševníku obrovského se snadno může opakovat jako důsledek „ekologického“ zavádění alternativního paliva.

To však je problém politiků, nikoli biotechnologie. Její hlavní role je až při chemických úpravách zemědělské produkce na konečné „palivo“. Nejvýraznější je u pohonných látek a má na scéně dva klíčové hráče – biolih a bionaftu, v určitém podílu i bioplyn. Opět jde o hru politickou a ekonomickou, ale věnujeme se pouze biotechnologické scéně.

10 – 10 – 2 Biolih a spol.

Přidávání ethanolu do benzínu není u nás žádnou novinkou. V roce 1932 vyšel zákon určující, že do pohonných hmot se bude přidávat 20% kvasného lihu. V celé Evropě trvala tato praxe do války. Lih vyráběly zemědělské lihovary, které byly velmi prospěšným faktorem pro venkov. Po válce tato praxe vymizela a opětovný zájem o ní vyvolala až ropná krize v roce 1973. Později přibyl tlak na snižování vypouštěného kysličníku uhličitého (Kjótský protokol) a tak v roce 2003 vydala Evropská Komise směrnici, která ukládá postupně se zvyšující přidávání ethanolu do benzínu a nafty. Podíly jsou stanoveny na 2% v roce 2006, 5,75% v roce 2010 s cílem 20% v roce 2020. To bude znamenat využití orné půdy k nepotravinářským účelům. Analýza provedená ve Spojené Království ukázala, že tam bude potřeba nejméně 900 tis hektarů půdy k pěstování řepky nebo pšenice aby se splnil vládní předpoklad 5% podílu biopaliv do roku 2010, což bude zahrnovat asi 15% celkové

orné půdy ve Velké Británii. Na 375 tisících hektarech se již pěstuje „nadprodukční“ pšenice a dalších 559 tisíc ha je k tomuto účelu k dispozici. Vláda ČR stanovila pro uvedené termíny podíly 5%, 10% a 20%. Nahrazuje se petrochemicky vyráběná antidetonační přísada methyltercbutylether odpovídajícím ethyltercbutyletherem z biolihu, který v něm představuje 45% váhového podílu. Obecně ethanol zvyšuje oktanové číslo, má však řadu nevýhod: jeho energetický obsah je malý a je hygroskopický.

Z čeho vyrábět biolih určuje mnoho okolností. Především přírodní podmínky způsobují, že v Brazílii je to cukrová třtina a v USA kukuřice. Indie uvažuje o vysoce cukernatém čiroku. Podle toho se liší kvasný proces, který v prvním případě vychází z rozpustných nízkomolekulárních cukrů, v druhém ze škrobu. Dále je to cena. Z tohoto hlediska by byl pro nás nejvýhodnější odpad. Při zemědělské produkci konkrétně sláma, které při současné rozsahu produkce obilnin a technologii chovu dobytka je nadbytek. Jde však o dosti komplexní materiál skládající se z celulózy a hemicelulóz v komplexu s ligninem. Teoreticky by se z jedné tuny suché slámy mohlo získat okolo 200 kg ethanolu a při vhodné technologii další obchodně zajímavé produkty. Jenže technologie není dosud na takovém stupni vývoje, aby se mohla běžně používat. Problémem je hydrolýza polysacharido-ligninového komplexu na zkvasitelné cukry. Chemicky se provádí kyselinou za zvýšené teploty a tlaku. Studuje se i možnost využít enzymů, např. dřevokazných hub. V obou případech je důležitá ekonomie a možnost velkoprovozního procesu. Nezanedbatelný je i problém odpadů a vlivu na životní prostředí.

Podobný problém má dřevo, ale blýská se na lepší časy: Kanadská firma Advanced Biorefinery z Ottawy vyvinula pojízdnou rafinerii, která dokáže zpracovat 55 tun dřevní hmoty denně. Rafinerie využívá rychlou pyrolýzu. Dřevní hmota se rychle zahřeje na 550 stupňů Celsia, a to za velmi omezeného přístupu vzduchu. Jádrem inovace je modulární design celé technologie. Rafinerie sestává ze šesti modulů, z nichž každý se bez problémů vejde na nákladní vůz. Zprovoznění celé rafinerie trvá nejvýš týden.

Technologie využití nepotravinářských rostlin pro výrobu biolihu se teprve dostává z dětských krůčků, takže se vracíme opět k pšenici, případně tritikále (z tuny zrna okolo 450 l ethanolu). Jde o proces poněkud dražší než by byla výroba ze slámy, ale enzymatické zcukření obilnin je technologicky zvládnuté, takže s touto cestou se reálně počítá. Znamenalo by to věnovat na biolih asi sto tisíc hektarů těchto obilnin¹⁵⁶. Také zde ekonomie procesu záleží na tom, kolik vzniká prodejných meziproduktů. Již původní zemědělské lihovary používaly

¹⁵⁶ Váňa J: <http://biom.cz/index.shtml?x=17125#p2>

výpalků jako krmiva. Mohou se však i spálit a poskytnout energii pro vlastní provoz lihovaru. Další cennou surovinou je lepek. Druhou stránkou této mince jsou odpadní vody, kterých by mělo být co nejméně a být nezávadné. Mnoho autorů však zpochybňuje racionálnost této cesty. Uvádějí, že na vypěstování, sklizení, svoz a zpracování obilnin se spotřebuje víc energie, než se nakonec získá. Opět vidíme jak je zhoubné řešit problémy ideologickými hesly, nikoli racionální cestou. Podobně „ekologické“ zavádění etanolu v Brazílii a bionafty v Malajsii vede k dalšímu mýcení deštných lesů.

Zdálo by se, že cesta nejmenšího odporu by byla dělat biolíh z toho, v čem máme tradici – z cukrové řepy. Podobně jako cukrová třtina poskytuje již rozpustné cukry a odpadá stupeň hydrolyzy polysacharidů případně zcukření. Kromě toho je celková výtěžnost ze všech procesů nejvyšší. Cukrovka je však kampaňovitá plodina, kterou nelze skladovat. Výchozím materiálem může být proto jen melasa nebo sirob, tedy cukrovarnické produkty. Tak např. cukrovar TTD v Dobrovici na Mladoboleslavsku rozšiřuje výrobu a od října 2006 začíná vyrábět z řepy bioethanol. Díky tomu vznikne 30 pracovních míst. To je vedlejší pozitivní efekt decentralizace výroby biopaliv.

Propojení na cukrovary je sice možné a investičně výhodné, ale zde do hry vstupují regulace Evropské unie na výrobu cukru, takže problém se přesouvá do sféry ekonomicko-politické. Doufejme, že další vývoj evropské politiky tuto perspektivní cestu podpoří. Pak se otevře druhé biotechnologické téma – transgenní cukrová řepa, která by zlepšila ekonomii jejího pěstování.

Nemusí zůstat jen při ethanolu. Biotechnologie nabízí další možnosti. DuPont ve spolupráci se British Sugar (pobočka Associated British Food plc)¹⁵⁷ přestavuje výrobu biolíhu na produkci butanolu, který je technologicky i pro spotřebitele výhodnější zejména větší výhřevností, menší hygroskopičností a může se přidávat ve větším podílu bez úpravy motoru. Z řepy cukrovky chtějí v první fázi vyrobit 30 tisíc tun biobutanolu ročně a patrně hodlají paralelně vyrábět i kvasný ethanol a aceton. Uvažují dále o kukuřici, pšenici a kasavě (manioku) jako o surovině. Nevylučují ani slámu.

10 – 10 – 3 Bionafta

Možná že propagátory „alternativních pohonných hmot“ překvapí, že i pro bionaftu, které se také říká „biodiesel“ platí to, co jsme uvedli u bioenergie obecně: biodiesel, tedy rostlinné oleje, je původní pohonná tekutina vznětových motorů a petrochemicky vyrobená

¹⁵⁷ The Associated Press - 6/20/2006

nafta je alternativní palivo. Může za to právě Rudolf Diesel, který patentoval motor poháněný rostlinným olejem. Takové motory běžely na konci 19. a začátku 20. století.

Dnešní vznětové motory potřebují olej ohřát, aby se snížila viskozita a navíc je nutné je chránit jeho čištěním a vhodné je přidat aditiva. Jenže rostlinný olej je v průměru stále dražší než nafta. Proto se vyrábí produkt, který má vlastnosti podobné jako nafta. U nás je to MEŘO – methylester řepkového oleje. Motory se prakticky nemusí upravit, zvláště volí-li se určitá aditiva. Má však nižší oktanové číslo a produkuje více kyslíčků dusíku, což lze napravit filtry. Nicméně toto je důvod, proč v USA není zájem o biodiesel, ale pouze o biolih.

MEŘO má podporu z hlediska ekologie, protože produkováný kyslíčků uhlíčitý je pouze součástí jeho koloběhu a navíc jde o biodegradovatelný produkt, který odstraňuje nebezpečí znečištění přírody naftou. Technologie přípravy methylesteru si závody chrání, jde většinou o biotechnologii založenou na enzymatické transesterifikaci. Díky tomu je proces energeticky nenáročný a výtěžek je skoro stoprocentní. Vedlejším produktem je glycerol.

Řepka spolu s pšenicí jsou u nás hlavní plodiny. Dlouhodobě přesahuje její osevní plocha 300 tisíc hektarů. V roce 2001 se jí sklídilo 973 tisíc tun. V roce 2005 byly nepříznivé podmínky vláhy, takže sklizeň byla jen 769 377 tun na ploše 267 160 ha¹⁵⁸. Obsah lisovatelného oleje je okolo třetiny, takže teoreticky by mohla dát přes 350 tisíc litrů biopaliva. Srovnáme to s naftou, které se ročně prodá přes 2 miliardy litrů.

Pěstování řepky pro výrobu biopaliva opět otevírá úkoly pro biotechnologii této plodiny a její agrotechniky. Pro vysoký výnos se pěstují hybridy (výšení 25% až 40%), ale i u liniových odrůd je prostor pro zvyšování výnosu. Ve šlechtění liniových odrůd se používá dihaploidů, což vede k rychlejšímu „ustálení“ vlastností linií. V ČR je registrováno několik dihaploidních odrůd. Šlechtění na rezistenci proti škůdcům je komplikované. Jisté možnosti existují ve využití glukosinolatů v zelených částech rostlin, kde by plnily přirozenou obrannou funkci v rostlině. Doposud ale neexistuje žádná odrůda řepky, která by takovou odolnost měla.

Geneticky modifikované (GM) odrůdy řepky nejvíce pěstují v USA, Kanadě, Číně a Jižní Americe, ale v Evropské unii je jejich rozšíření zatím zpomaleno politikou zaměřenou proti GM technologiím. Nejpoužívanější genové modifikace u řepky jsou:

Ø Odolnost vůbec neselektivním herbicidům (glyfosát, glufosinát). Ve světě je to nejpoužívanější modifikace odrůd u řepky. Systém LibertyLink, který se používá při výrobě

¹⁵⁸ Zemědělství 2005, Ministerstvo zemědělství

hybridního osiva, využívá genů pro zabránění a obnovení tvorby pylu, ale rovněž i pro odolnost vůbec neselektivnímu herbicidu.

Ø Změna syntézy mastných kyselin tak, aby se tvořily speciální oleje „na míru“ jak pro potravinářské, tak pro průmyslové využití. Možnosti modifikace jsou zvýšení obsahu kyseliny stearové, laurové, ricinoolejové, olejové, případně erukové pro maziva.

Ø Vnášení genů rezistence proti chorobám z jiných druhů brukvovitých plodin (například z hořčic) je další z možností využití GM technologií.

Ø Zvedení Bt genu proti hmyzím škůdcům.

Významnou změnu může přinést řepka necitlivá na herbicid, ale získaná „klasickým“ šlechtěním a tedy nepodléhající jakýmkoli úředním regulacím v EU. Takovou odrůdu v rámci systému CLEARFIELD uvádí na trh firma BASF. Z hlediska ekologie je shodná s transgenní, ale očím bruselských úředníků a ekologistu je neviditelná.

Pro nás a většinu Evropy je řepka optimálním zdrojem olejů. V jiných klimatických podmínkách se podobná technologie používá pro jiné rostlinné oleje. V Malajsii je přeměna palmového oleje do bionafty ekonomicky velmi lukrativní. Výnos tohoto oleje na hektar půdy je mnohem vyšší než u řepky. Současná výrobní cena bionafty v Malajsii je \$520 za tunu. Nicméně na zahraničních trzích se může cena vyšplhat až na \$720 za tunu což znamená marži \$200/t. Aby se všechen palmový olej z obchodních důvodů nepřeměnil v bionaftu, zavedla malajská vláda produkční kvóty a nastavila je na 5 milionů tun. Vyдалa doposud 52 licencí, při čemž očekává průměrnou kapacitu 100,000 tun na jeden podnik.

Taková je biotechnologická a zemědělská stránka bioenergie, která se ve světě prudce vyvíjí a tedy rychle mění. Kdo však sleduje politickou scénu v ČR, osudy firem, politiků i podnikatelů propojených s tímto sektorem a případně si najde prameny popisující osudy MEŘO, zjistí, že biotechnologie a věda vůbec je to poslední, co je ve hře.

10 – 10 – 4 Chemické suroviny

Již jsme uvedli, že rostliny jsou prakticky jedinou výrobní jednotkou, která může udržet chod chemického průmyslu v uhlíkové krizi. Také zde je mnoho možností a jsou do značné míry závislé na podnebí, zejména však – jako v bioenergii – na ekonomii a politice. Podobně zde platí, že původní materiál byl produktem organismů a syntetická analoga jsou tedy alternativou. Naši předkové hodovali u solidního dubového stolu, jsouce oděni v roucha lněná, kdežto lana a oprátky byly konopné. Pak stoupala hvězda syntetických materiálů (polyethylen, polypropylen, polyamid, polyterefalát, teflon, umakart a další), oceňované jako

materiál „nepodléhající rozkladu“, kdežto dnes napínáme lidský um, jak synteticky vyrobit moderní materiály, které by co nejvíce vypadaly jako dřevo, byly lehké a tepelně izolující jako dřevo, v přírodě se rozkládaly jako dřevo a není jistě daleko doba, kdy budeme chtít, aby jako dřevo voněly (wood spice). K tomu má chemickou cestou dopomoci staré dobré zemědělství.

Před vstupem transgenose byly na straně nabídky hlavně škrob a fermentace. Škrob je vhodným materiálem pro biodegradovatelné plasty zejména obalové, které by pomohly řešit svízele odpadového hospodářství. Jakýmsi kompromisem s petrochemickou výrobou je přidávání škrobu do polyethylenu. Mikroorganismy rozloží škrob a polymerní hmota se rozpadne na malé části, jejichž další destrukce je mnohem snazší, případně smísením se zemínou v kompostu nedělají problémy. Plasty na bázi škrobu mohou mít výhodné vlastnosti, ale záleží na složení škrobu. Jeho dvě komponenty jsou amyulóza a amylopektin. První je lineární polymer glukosy podobný celulóze, kdežto amylopektin je větvený polymer a jemu děkujeme za zmazování škrobu zahřátím. Nejvíce polních pokusů – včetně ve VÚ rostlinné výroby v Ruzyni, proběhlo s transgenními bramborami se změněným složením škrobu. Zvýšený obsah amyulózy má odrůda vyvinutá *BASF Plant Science GmbH* a zvýšený obsah amylopektinu má odrůda vyvinutá v *Bavarian State Research Center for Agriculture, Institute for Crop Science and Plant Breeding* a také česká pobočka *BASF Plant Science GmbH*, která podobně jako *Plant Science Sweden AB* připravily brambor s čistým amylopektinem ve škrobu. Čistý amylopektin se používá v papírenském a textilním průmyslu a k výrobě adheziv. Škrob složený převážně z amyulózy je vhodný pro výrobu biodegradovatelných plastů, „jedlých papírů“ pro pečení a přidán do pečiva zvyšuje jeho křupavost. Smažené pokrmy obalené v amyλόzovém škrobu nenasáknou nadbytkem oleje.

Je vhodné připomenout, že i ve zdrojích škrobu záleží na klimatu – náš brambor jako zdroj škrobu v tropech nahrazuje maniok (kasáva).

Škrob je cesta nejmenšího odporu jak vyrobit biodegradovatelný plast. Dokonalejší materiály představují polymery kyseliny máselné, zvané polyhydroxybutyráty (PHB), zpracovatelné podobně jako polyethylen. Prvně se vyráběly pomocí bakterií, ale i rostliny je dovedou vyrobit. Jejich metabolismus se však musí upravit změnou biosyntetických pochodů, které zpracovávají acetyl-CoA. Jeho dvě molekuly spojí β -ketothioláza na acetoacetyl-CoA a příslušná reduktáza dá D⁻hydroxybutyryl-CoA. To je monomer, ze kterého syntetáza vyrobí žádaný polyester.

V lékařství i v dalších aplikacích je výhodný polylaktid získaný polymerizací kyseliny mléčné. Je bidegradovatelný v těle, které ho velmi dobře snáší, takže má perspektivu ve speciálních chirurgických zásazích. Samozřejmě kyselina mléčná k této i jiným účelům se vyrábí fermentací rostlinných materiálů.

Rostliny poskytují nejen náhražky, ale zcela unikátní materiály. Ví se, že jeden z nejpevnějších a nejpružnějších materiálů je pavoučí vlákno. Proto je mnoho pokusů – a několik úspěšných – vyrobit bílkovinu pavoučího vlákna vnesením příslušných genů do rostlin. Nejnověji Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben (IPK) vložil do genomu bramboru sloučený gen SO1-100xELP. Je tvořen ze dvou částí: první část – gen SO1 tvoří syntetická repetitivní sekvence genu MaSpI z pavouka *Nephila clavipes* pro produkci bílkoviny pavoučích vláken. Druhou částí je gen 100xELP, což je také syntetická sekvence, která ve své podstatě odpovídá lidskému genu pro tvorbu elastinu. Selekčním genem je gen nptII z *Escherichia coli* (rezistence ke kanamycinu).

Složený protein (spider silk-elastin fusion protein) lze využít zejména v lékařství, např. k léčbě zranění, v chirurgii, k potahování povrchů implantátů k potlačení odhojení. Také představuje novou generaci umělých trojrozměrných povrchů pro „vypěstování“ umělých orgánů. Podobně jako kolagen je vhodným povrchem pro růst chondrocytů (buněk chrupavky).

Již z tohoto přeletu přes téma je vidět, že biotechnologie prorůstá svými vlákny celou lidskou společností a hlavně její starostí. Není proto divu, že akce vyvolává reakci a společnost zase silně zpětně ovlivňuje biotechnologii. Kladně i záporně. S tím musí počítat každý, kdo se tomuto oboru věnuje. Neškodí, podívat se na naši situaci z nadhledu. To je úkol další kapitoly.

11 – Kde jsme, proč tam jsme a kam jdeme

11 – 1 Veřejnost = zákazník = volič

Veřejnost je největší sektor společnosti, představovaný občany s biotechnologií nijak nespojenými ani na ní zainteresovanými. Genetické inženýrství je pro ně něco podobného jako pro genetika radikálová polymerizace. Tuší, že některé předměty denního života třeba takto vznikly, ale to je vše. Veřejnost je však ekonomicky i politicky nejdůležitější, protože to jsou spotřebitelé a hlavně voliči.

Nejobjektivnějším obrazem názorů veřejnosti v Evropě jsou průzkumy Eurobarometru. Jsou financovány Komisí EU a vznikají výzkumem na základě dotazování okolo 1000 osob v každé členské zemi.

Šetření se prováděla v letech 1991, 1993, 1996, 1999, 2002 a 2005. Protože biotechnologie se rychle vyvíjí, je nejzajímavější materiál posledních dvou výzkumů. Zejména Eurobarometer 2005 se podrobně zabývá jak zemědělskou, tak lékařskou biotechnologií. Pro nás je zvláště důležitý, protože následoval po našem vstupu do EU, tedy zahrnuje nás i ostatní nové členy.

V průzkumu provedeném v roce 2002¹⁵⁹ jsou asi nejzajímavější tato zjištění:

Tab. 11 - 1

Celková názorová orientace Evropanů (doplňk do 100% značí „Nevím“)

	TEZE	SOUHLAS	NESOUHL.
1	Moderní biotechnologie narušuje rovnováhu přírody	73	7
2	Ekonomický nárůst přináší lepší kvalitu života	60	28
3	Využívání přírody je nezbytné k pokroku lidstva	39	49
4	Příroda je zranitelná lidskými zásahy	88	7
5	Příroda může překonat lidské zásahy	25	62
6	Co je dobré pro obchod, je dobré pro občany	16	71
7	Tradiční hodnoty nejsou pro nás vodítkem v novém století	24	60
8	Nadnárodní firmy jsou nyní příliš silné	80	9
9	Lidé by měli víc mluvit do toho, co vlády rozhodují	84	8
10	Globalizace je nyní reálnou hrozbou	53	24

¹⁵⁹ George Gaskell, Nick Allum and Sally Stares (London School of Economics, UK): Eurobarometer 58.0. Europeans and Biotechnology in 2002. A report to the EC Directorate General for Research from the project 'Life Sciences in European Society' QLG7-CT-1999-00286

Poslední tři teze vysvětlují, proč má v Evropě tak velký ohlas antiglobalizační levicová propaganda spojovaná s ekologismem. Kolem 70% Evropanů věří lékařům, univerzitním vědcům, spotřebitelským a patientským organizacím. Méně než polovina věří vlastní vládě a průmyslu.

Na otázku, zda si myslí, že biotechnologie zlepší jejich život, čtvrtina dotázaných v roce 2002 odpovídá, že neví, 44% je optimistických a 17% pesimistických. V předchozích výzkumech optimismus klesal, ale tehdy se zlepšoval. Sledoval se vztah k šesti aplikacím biotechnologie: genetické testování dědičných chorob, *in vitro* množení lidských tkání, příprava enzymů pro prací prostředky, vývoj transgenních zvířat, šlechtění geneticky modifikovaných plodin a z nich připraveným potravinám. Evropané přijímají lékařské aplikace, nikoli však zemědělsko-potravinářské. Klonování buněk a tkání (tj. množení *in vitro*) také přijímají, ale cítí určité riziko. Zemědělské a potravinářské aplikace považuje Evropan většinou za nevhodné a občané Francie, Řecka, Dánska, Rakouska a Lucemburska požadují moratorium na jejich zavádění.

Konkrétně byl k jednotlivým oblastem následující názor:

Tab. 11 - 2

Které aplikace považujete za (1) užitečné, (2) rizikové, (3) morálně přijatelné a (4) žádoucí k dalšímu rozvoji?

Odpovědi se hodnotily následovně: bezvýhradně souhlasím = 4, spíše souhlasím = 3, spíše nesouhlasím = 2, naprosto nesouhlasím = 1; nerozhodný (střední bod) = 2,5.

Aplikace	(1)Užitečná	(2)Riziková	(3)Přijatelná	(4)K rozvoji
a) Zemědělské plodiny	2,83	2,79	2,35	2,33
b) Výroba potravin	2,46	3,00	2,32	2,19
b) Dědičné choroby	3,40	2,49	3,00	3,01
c) Klonování živočichů	2,46	2,92	2,95	3,01
d) Klonování buněk ^{a)}	3,12	2,86	2,74	2,83
e) Bakterie pro léčiva ^{b)}	3,27	2,69	2,63	2,53
f) Bakterie proti znečištění prostředí	3,24	2,64	3,1	3,17

^{a)} rozumí se tím *in vitro* množení živočišných a lidských buněk (nikoli embryonálních)

^{b)} rozumí se využití geneticky modifikovaných bakterií pro výrobu léčiv

Nejhůře na tom jsou potraviny. Faktický důvod je ten, že běžných potravin je v Evropě spíše nadbytek, takže na tom poli kvete konkurenční boj, ve kterém kauza GMO slouží jako

nástroj. Kromě toho GM potraviny žádné zvláštní výhody občanům neposkytují. Dalším důvodem je vytrvalá výborně organizovaná a finančně dobře zajištěná propaganda ekologů.

Právě v případě potravin se projevuje koncepční nedostatek mnoha průzkumů názorů občanů, bohužel i Eurobarometru. Ptát se je možno pouze za předpokladu, že tazající a dotazovaný si pod použitým slovem představují totéž, nebo že si dotazovaný pod tím vůbec něco představuje. Kdyby se nás zeptal číšník, zda chceme salát z cucumis nebo lycopersicum, asi bychom se na něj divně dívali. Ale dotaz „koupil byste potravinu označenou < *připraveno z geneticky modifikované plodin* >?“ někteří považují za nástroj jak zjistit objektivní obraz o vztahu veřejnosti k biotechnologii. To je pustá naivnost. Přesvědčíme se o tom, když se podíváme na výsledek takovýchto průzkumů ve světle toho, co si Evropan pod podivným označením „geneticky modifikovaný“ vůbec představuje. A to je katastrofa.

Tab. 11 - 3

Tabulka uvádí určitá tvrzení a podíl Evropanů, kteří je v příslušných letech považovali za **správná**:

	Tvrzení	1996	1999	2002	2005
1	Běžné rajče geny neobsahuje, modifikované ano	35	35	36	41
2	Sníme-li modifikované ovoce, naše geny budou také modifikovány	48	42	49	54
3	Geneticky modifikování živočichové jsou vždy větší než běžní	36	34	38	45

Pro ilustraci se podívejme jak v roce 1993 se na tyto otázky dívali občané jednotlivých členských zemí¹⁶⁰ a Švýcarska.

Tab. 11 - 4

Uvádíme jen % těch, kteří poznali, že v předchozí tabulce uvedené tvrzení 1-3 **jsou nesmysl** a vyjádřili svůj **nesouhlas**.

	A	B	D	DK	E	F	GB	GR	CH	I	IR	LX	N	NL	P	S	SF	EU
1	33,8	30,8	36,0	44,1	27,8	32,0	40,1	20,2	48,5	35,1	20,0	39,8	34,0	50,7	27,0	46,0	44,4	35,8
2	28,6	50,9	38,0	56,8	39,7	52,3	55,0	35,8	59,7	57,8	33,8	48,0	46,5	74,5	31,8	62,3	53,9	48,6
3	24,8	31,3	37,4	53,9	28,2	34,3	40,0	15,8	55,9	34,6	17,3	30,2	40,0	55,6	23,7	48,7	42,5	36,1

¹⁶⁰ Eurobarometer - kontrakt Komise BI04-CT95-0043

Pozoruhodné je zhoršení této celoevropské situace po rozšíření EU. Škoda, že nemáme k dispozici výsledky z jednotlivých nových členských zemí. V dalších částech uvidíme, že ČR jako nová členská země na tomto zhoršení patrně vinu nenese. Na takovémto vědomostním pozadí není divu, že existují obavy z GM potravin. Například sedm Rakušanů z deseti je přesvědčeno, že pochutnání si na švestce nenapadené virem šarky díky transgenu, by zaplatili defektem své dědičnosti! Jak potom hodnotit populistickou politiku EU, že legislativa se musí řídit přáním občanů a líbivá hesla oficiálních míst, aby občané se účastnili rozhodování o pravidlech použití geneticky modifikovaných plodin?

K tomuto tématu je zajímavá tabulka č. 8 v Eurobarometer 2002¹⁵⁶.

Tab. 11 - 5

Uvádí mj. **počet správných odpovědí** (0 až 10) ve znalostním kvizu (1) (teze z tabulky 3 jsou jeho částí) a **podíl dotazovaných**, kteří by byli ochotni se účastnit diskusí nebo slyšení o biotechnologii (2). Ve třetí řádce (3) uvádíme „**faktor věrohodnosti**“ výsledků takovýchto diskusí 100 x (1/2). Pro přehlednost řadíme státy podle klesající hodnoty (1).

	S	DK	NL	SF	UK	LX	F	D	A	B	I	E	IR	GR	P	EU
1	7,04	6,6	6,25	6,21	5,92	5,82	5,70	5,30	5,26	5,22	5,20	5,02	4,86	4,53	4,33	5,46
2	27	44	26	40	28	45	44	43	41	24	24	15	29	43	33	33
3	26,1	15,0	24,0	15,5	21,1	12,9	12,9	12,3	12,8	21,8	21,7	33,5	16,8	10,5	13,1	16,5

Tento výsledek výborně koreluje s postoji členských států při projednávání registrace nových transgenních odrůd na půdě EU. Jedinou čestnou výjimkou jsou Italové, jejichž index neodpovídá negativnímu přístupu oficiálních představitelů. Státy s indexem věrohodnosti >20 mají obvykle pozitivní přístup, Španělsko je největším pěstitelem transgenní kukuřice, kdežto státy s indexem pod evropským průměrem jsou většinou oponenty.

Tyto výsledky přinášejí další důrazné poučení pro organizování a hodnocení různých průzkumů postojů veřejnosti. Určité použité termíny mají pro dotazovaného nulový věcný obsah, ale jsou spouštěcím signálem pro asociace. Podíl neodborníků, kteří si správně interpretují náplň termínu „geneticky modifikovaný“ – tj. podle směrnice a zákona -, je nepochybně velmi malý. Pro značný podíl dotázaných je to však spouštěcí termín pro asociaci „Frankesteinská potrava“, kterou nesčetněkrát slyšeli od nátlakových skupin (ty s tím samozřejmě počítají a proto takové emociální vazby ve veřejnosti upevňují).

Průzkum prováděný v roce 2004-5¹⁵⁷ se týkal skupiny špičkových technologií a první otázka zněla, zda daná technologie zlepší či zhorší náš život. Biotechnologie zaujala střední postavení. Při srovnání výsledků musíme však uvážit, že nanotechnologie je pro takovýto průzkum příliš mladá.

Tab. 11 - 7

Jak podle názoru Evropanů ovlivní tato technologie náš život

	Zlepší	Nezmění	Zhorší	Neví
Počítače a informační technologie	79	11	6	4
Využití sluneční energie	78	14	3	6
Využití větrné energie	74	16	3	7
Mobilní telefony	58	23	15	4
Biotechnologie, genové inženýrství	52	13	12	22
Výzkum vesmíru	44	35	9	12
Nanotechnologie	40	13	5	42
Využití jaderné energie	32	18	38	13

Zde si opět připomeňme ohromnou úlohu propagandy – tedy spíše nepřítomnosti propagandy – protože „využití atomové energie“ pro šlechtění a večeře z jeho produktů je mimo hru.

Zajímavé je, jak se optimismus vůči biotechnologii vyvíjel:

Tab. 11 - 8

Očekávání, že biotechnologie zlepší náš život v názorech občanů evropských států

	A	B	CZ	D	DK	E	F	GB	GR	H	I	PL	S	SK	EU
1991		53		42	26	82	56	53	70		65				54
1993		42		17	28	78	45	47	47		65				46
1996	-11	44		17	17	67	46	26	22		54		42		34
1999	2	29		23	-1	61	25	5	-33		21				18
2002	25	40		24	23	71	39	17	12		43		61		36
2005	22	46	71	33	56	75	49	50	19	62	65	59	73	55	56

Velký propad konce 90. let má patrně na svědomí ovce Dolly (1997) – kolem klonování se vytvořilo mnoho hrůzostrašných pověstí a sci-fi. Je pozoruhodné, že kromě Španělska mělo nejvyšší výchozí očekávání Řecko, které, jako v podstatě pravoslavné, je velmi konzervativní.

Naše současná pozice je velmi pěkná. To souvisí s obecně progresivním (na pozadí EU) postojem Čechů („oni to byli vždycky kacíři!“). Viz dále 11 – 2.

Než přejdeme domů, nebude bez zajímavosti podívat se do země, o jejíž připojení k EU se vedou spory – do Turecka¹⁶¹. Technology Development fund byl založen 1991 jako nevládní organizace hospodařící s půjčkou Světové banky. Podporuje výzkum a technologie v soukromém sektoru. Biotechnologie je jednou z priorit. Priority vznikly po diskusích s Technical and Scientific Research Council a Tureckou akademií věd, která byla založeno zákonem v roce 1993. Ministerstvo zemědělství připravuje od 2003 zákon o Biologické bezpečnosti, ten ale dosud není hotov.

Vláda podporuje biotechnologii zejména v zemědělství a potravinářství. Ihned vzniklo sdružení NGO pod názvem „No to GMOs Platform“. Bude mít snadnou práci, protože podle průzkumu o biotechnologii slyšelo 42% občanů (profesionálové; město; venkov: 77,5; 36,3; 30,3%) a z nich 27,6% vědělo o její podstatě (41,4; 21,5; 17,1%). Spíše podporují její aplikaci v medicíně.

11 – 2 Jak si celkově vedeme v Evropě?

Zjištění Eurobarometru 2005¹⁶² nám může zvednout sebevědomí víc než mistrovství ve fotbale. Evropan se zajímá víc o politiku – 67% než o vědu – 62%. Zde nedopadáme nejlépe - s poměrem 72 ku 48% - jsme přepolitizovaní. Zato v sumární podpoře moderních technologií jsme jednička z celé pětadvacítky! Máme 233 bodů před druhou Belgií s 227 a průměr evropské pětadvacítky je 184. Trochu nám to kalí poznání, že jsme spíš nadšenci než znalci, neboť v obeznámení se s těmito obory jsme až na 16. místě se 184 body pod evropským průměrem 196.

Také v optimismu k biotechnologii si vedeme dobře - jsme za Estonskem, Španělskem, Švédskem a Kyprem spolu s Portugalskem a v důvěře v biotechnologický průmysl je před námi pouze Kypr. Hned za Kyprem a Maltou jsme třetí ve spoléhání na univerzitní vědce. V obeznámení se s nanotechnologií jsme lepší než průměr EU, ale v genové terapii propadáme na předposlední místo. Nicméně ji silně podporujeme a dokonce

¹⁶¹ Erbas H.: Biotechnology in Turkey. A Technological and Social Overview. Bioforum Europe 12, 2006.

¹⁶² Gaskell G., Allansdotir A., Allum N., Corchero C., Fischler C., Hampel J., Jackson J., Kronberger N., Mejlgard N., Revuelta G., Schreiner C., Stares S., Torgersen H. and Wagner: W.: Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends. Eurobarometer 64.3 - A report to the European Commission's Directorate-General for Research, May 2006.

potravin z geneticky modifikovaných plodin podporujeme ze 46%, což nemá v Evropě obdoby.

GM potraviny jsou ovšem evropská Achillova pata silně zraňovaná propagandou a politikou. Potraviny vyrobené z geneticky modifikovaných plodin mají stále 58% odpůrců. Odečteme-li však oněch 54% Evropanů, přesvědčených o narušení vlastní dědičnosti po jejich požití, pak nám vychází, že jen 4% občanů, kteří vědí, o co jde, je proti. To není špatný výsledek.

Ještě v jiném potěšitelném směru máme vynikající skóre: Nejvíce z Evropy podporujeme - ze 45% - využití modifikovaných rostlin pro farmaceutické výroby za podmínek běžné státní kontroly. To je podle Eurobarometru výraz nejen přijetí moderní technologie, ale i důvěry v existující kontrolní systém. Druhé je Nizozemí s 41% a průměr EU je jen 25%.

Hodně se diskutuje o genetickém testování. Ochota podstoupit genetický test pro náchylnost k chorobám je v EU i u nás prakticky u dvou třetin občanů a přes polovinu by souhlasilo s archivací výsledků pro výzkum. Zato proti průměru EU nejsme ochotni dát přístup k těmto datům státu, ale pouze policii pro vyšetřování zločinů.

Další kontroverzní oblastí jsou kmenové buňky, zejména použití embryonálních v terapii. Korelace ukazuje přímou souvislost negativního postoje s návštěvou bohoslužeb. K lékařské biotechnologii se podrobněji vrátíme dále, a tam si tento výsledek připomeneme. V názoru na to, zda je lidské vajíčko v okamžiku oplození již člověk (ano:ne), jsme dopadli 49:43, zatímco EU jako celek 54:32. Pro zajímavost – Řecko 88:11 a Dánsko 38:56. Zcela poraženi jsme v informovanosti o výzkumu kmenových buněk – jsme pátí od konce, ale s dalšími čtyřmi členskými státy se dělíme o čtvrté místo v souhlasu s využitím embryonálních kmenových buněk, dokonce před Anglií, která má velmi liberální legislativu. Samozřejmě patříme také na čtvrté místo v podpoře výzkumu neembryonálních kmenových buněk. Je potěšitelné, že celkový názor Evropanů podporuje v této otázce vědecký přístup proti etickému (53:29) a hlavní zájem je o informace o poměru přínosu a rizika.

To souvisí se zkladní otázkou – jak přistupovat k vědě a technologickým inovacím. Evropští politici ve směrnicích požadují „konzultaci veřejnosti případně určitých skupin“. To se používá jako argument pro účast laické veřejnosti v rozhodovacím procesu. Proto tomu autoři Eurobarometru věnovali velkou pozornost a problém rozdělili dvěma liniemi: svislou - má se rozhodování řídit experty nebo postojem veřejnosti? a vodorovnou – má být založeno

na poměru rizika a přínosu nebo na etických měřítkách? Tak vznikla čtyři pole názorů s následující podporou: rozhodování mají řídit experti na základě hodnocení rizika a přínosu (59%, ČR 67%) nebo na základě obecného postoje veřejnosti (9%, totéž ČR). Rozhodování mají navrhnout experti především na základě morálních a etických kritérií (17%, ČR 14%) nebo se má na základě těchto kritérií řídit postojem veřejnosti (15%, ČR 11%). Jestliže tedy v genetice by měli být Evropané diskvalifikováni, pak v názoru na základní rozhodovací procesy si zaslouží potlesk.

Šetření Eurobarometru je pro nás velmi povzbudivé. Šetření informovanosti o problematice kmenových buněk, pravda, probíhalo před schvalováním zákona o výzkumu lidských embryí, tedy před obdobím diskusí a úvah v mediích, takže to může být příčina, že jsme zde tak špatně dopadli. Snad dnes by to bylo lepší. Jenže špičkové obory se vyvíjejí velice čile a musíme se řídit radou šachové královny z Alenky: hodně utíkat, abychom zůstali na místě.

11 – 3 Biotechnologie a ekologičtí zemědělci

Uvnitř EU a ve světě vznikly racionální ekonomické úvahy: stoupá podíl transgenních plodin, ale udržuje se silná frakce odběratelů, kteří je odmítají. Proto bude klesat nabídka produktů garantovaných bez transgenů a současně se bude po nich udržovat, ne-li stoupat poptávka. Ze základního ekonomického pravidla plyne, že se zvýší jejich tržní cena. Ten, kdo důvěryhodně zajistí kvalitu „bez GMO“, získá lukrativní trh. O takovýto tah v trhu se sójou se pokusila Brazílie jako konkurent Argentiny, která je velkoproducentem Roundup-ready sóji. Zákonem zakázala GMO. Jenže transgenní sója je pro farmáře výhodná, a proto osivo do Brazílie pašovali z Argentiny. Výsledkem bylo, že brazilská sója obsahovala značný podíl transgenů, o čemž se odběratelé brzo přesvědčili. Pašování nebylo možné uhlídat a vláda to vzdala a povolila transgenní sóju.

Podobné spekulace můžeme pozorovat i v EU u některých našich sousedů (kromě Rakouska, tam je ekologismus národním náboženstvím). Chtějí zákonem zakázat GMO, což je nahrávka na obžalobu na půdě WTO. Ve svých „zdůvodněních“ používají „ekologické“ i „zdravotní“ argumenty např. že ohrozí vzácné motýly svým pylem apod. Proto proti tomu orgány EU musí navenek vystoupit, i když taková snaha v podstatě evropské politice vyhovuje. Patrně se to „nějak udělá“, třeba pomocí rady ministrů.

Stejnou marketingovou strategií se řídí organičtí („ekologičtí“) zemědělci (EZ). EZ používají radiační mutanty, umělé člověkem vytvořené plodiny jako je tritikále, jejich

pozornosti uniká vysoký obsah mykotoxinů v produktech, ale GMO prohlašují za „nepřirozené“ pro přírodu a přidávají se ke všem, kdo šíří strach mezi spotřebiteli¹⁶³. Vzniká vzájemně se podporující vztah s ekologismem. Evropská GMO psychóza postihující přes polovinu spotřebitelů představuje velký trh, kde lze za zvýšenou cenu prodat produkty „zaručeně bez GMO“. Inzerují, že tuto záruku zajišťuje legislativa (evropská i česká), která zapovídá těmto zemědělcům používat transgenní plodiny dokonce i jako podestýlku pod dobytek.

Potíž je v tom, že „nepožívat GMO“ interpretují EZ jako „nulový obsah v produktech“. Logika je podobná, jako kdyby samozřejmost, že zemědělci nepoužívají olovo ke hnojení vykládali jako „nulový obsah olova“ ve svých produktech (česká norma povoluje 0,5 mg/kg u mléčných výrobků). Z obavy o ztrátu svého zisku si EZ vynutili tzv. pravidla koexistence, kde odpovědnost za „genovou čistotu“ jejich produkce, za kterou dostávají dodatečný zisk, nehradí oni ze svého zisku, ale padá na zemědělce, kteří by použili GMO. Takže půjčí-li si EZ kombajn a nevyčistí ho, ztrátu zisku takto způsobenou „kontaminací“ mu uhradí zemědělec, který mu kombajn půjčil, protože se dopustil pěstování GMO. To není vymyšlená historka, o tom v Praze referovala kontrolorka EZ ze Španělska. V Dánsku troufalci pěstující GMO by dokonce museli platit jakousi daň, ze které by EZ dostali náhradu, kdyby o svůj dodatečný zisk vinou „znečištění“ své produkce přišli (to je vymyšlené, protože v Dánsku nejsou GMO povoleny k pěstování, ale pravidla koexistence taková jsou). To vše EU interpretuje jako rovná práva všem způsobům hospodaření – tradičnímu, organickému i založenému na transgenních plodinách. Podle této logiky by výrobcům produktů košer nebo halal měli zvýšené náklady platit chovatelé prasat, protože kdyby nebylo prasat, odpadlo by nákladné zajišťování surovin a jedno z rizik ztráty certifikátu.

11 – 4 Co nás čeká a co nás nemine

Takto vypadá situace, která je konstatováním reality, nikoli morálním hodnocením postupu EU. Politika USA v exportu zemědělských produktů si obranu Evropy vynucuje. Je všeobecně známo, že dotační politika USA i EU dusí zemědělství a tím ekonomiku rozvojových zemí, kde není problémem obezita, ale podvýživa. V této situaci probíhá na půdě WTO spor o trh s transgenními plodinami, kde EU hraje úlohu středověkého tmáře hlásajícího, že rumová pralinka a svítící akvarijní rybka jsou hrozbou pro evropskou přírodu a zdraví Evropanů. Jenže toto je pozice, kam Evropu zahnala obchodní a dotační politika těch,

¹⁶³ Kuchtová, P.: Biozemědělství nepoužívá GMO. Zemědělec 2.5.2006, str. 41

kdo ji před WTO žalují. Je smůla biotechnologie, že se politicky rozhodlo, tuto situaci řešit propagandou proti ní.

Celkový vývoj nepochybně půjde svou logikou a Evropa se bude rozhodovat, zda zůstane skanzenem zašlých časů, nebo se tomuto vývoji přizpůsobí, či dokonce do něj zařadí. Neudržitelnost situace už dochází nejen vědcům, kteří nesmyslnost legislativy EU kritizují v *Nature*¹⁶⁴, ale i odpovědným orgánům. Ozval se například britský ACRE (Poradní orgán pro uvolňování do prostředí). V březnu 2006 vydal návrh zprávy¹⁶⁵ a v květnu 2007 její konečné znění (viz kapitola 9), ve které říká: „*V posledních létech se stává zřejmé, že jsou nesrovnalosti v EU regulacích z hlediska dopadu GM plodin na životní prostředí ve srovnání s jinými plodinami a agrotechnickými postupy.*“ Uvádí, že regulace se soustřeďuje jen na genetické modifikace a to jen na jejich rizika. Na základě příkladů požaduje, aby povinnému posouzení podléhala každá zásadní změna v agrotechnice a to vyváženě, srovnáním přínosů a rizik.

Nejde o obecné připomínky, ale o reakci na konkrétní příklady, kdy existují dvě odrůdy necitlivé na herbicidy se stejným ekologickým rizikem, ale kontrole a obrovským byrokratickým a nákladným řízením podléhá jen ta, která byla vyšlechtěna pomocí transgenose. Firma BASF vyvinula plodiny necitlivé na herbicidy řady CLARFIELD. Jsou to např. rýže, kukuřice, slunečnice a řepka. Jelikož byly vyšlechtěny metodami „klasickými“, na které se nevztahují evropské definice „genetická modifikace“, nepodléhají žádnému hodnocení rizika, žádnému testování, protože podle politiků (a nepochybně ekologů) na plevel tuto vlastnost nemohou přenést. Jiného názoru je firma, a proto k osivu přikládá Pěstitelský Ochranný Plán (Growers Stewardship Plan). Je smutné, že komisař EU pro životní prostředí považuje právě takovýto diferencovaný přístup za cíl své politiky.

Ne všichni s ním souhlasí. Nutnost změny evropského přístupu k moderní zemědělské technologii si uvědomuje např. Výbor pro zemědělství a rozvoj venkova Evropského parlamentu, který v listopadu 2006 vypracoval koncept stanoviska k zemědělské biotechnologii¹⁶⁶. V něm mimo jiné zdůrazňuje, že

¹⁶⁴ Editorial, *Nature Biotechnology* - 24, 1178; Oct. 2006
Shane H Morris, *Nature Biotechnology*, Jan. 2007, v. 25, p33.

¹⁶⁵ "Managing the Footprint of Agriculture: Towards a Comparative Assessment of Risks and Benefits for Novel Agricultural Systems" viz <http://www.defra.gov.uk/environment/acre/fsewiderissues/acre-fse-060317draft.pdf>

¹⁶⁶ Committee on Agriculture and Rural Development: *Draft Report on Biotechnology: Prospects and Challenges for Agriculture in Europe*, Provisional (2006/2059(INI)), 6.11.2006

- *Lisabonská strategie, která chce učinit Evropu dynamičtější a více konkurenceschopnou, určila za cíl ekonomický růst 3% a vytvoření 20 milionů pracovních míst k roku 2010; moderní biotechnologie může být významným přínosem k dosažení politických cílů EU v ekonomickém růstu, schopnosti konkurence a vytváření pracovních míst;*

- *Moderní biotechnologie je jednou z vedoucích nových technologií, které se patrně obrovsky vyvinou v několika příštích letech a budou mít ohromný ekonomický, sociální a environmentální dopad v Evropě i globálně;*

- *Vývoj biotechnologie má možnost poskytnout mnoho přínosů pro zemědělství jako je zvýšení výnosů, snížení použití herbicidů a pesticidů, snížení spotřeby pohonných hmot a eroze.*

a přitom

GM produkty pro zemědělství musí projít velmi přísným hodnocením a současný autorizační proces je pomalý a byrokratický¹⁶⁷, čímž přispívá k zaostávání Evropy za jejími konkurenty.

Výbor zastává toto stanovisko¹⁶⁸:

- *The Lisbon Strategy, which aims to make Europe more dynamic and competitive, sets as targets an average economic growth of 3% and the creation of 20 million jobs by 2010 and modern biotechnology could serve as a major contributor to achieving European Union policy goals on growth, competitiveness and job creation,*
- *Modern biotechnology is one of the leading new technologies that is likely to develop tremendously over the next few years and has huge economic, commercial, social and environmental implications in Europe and globally,*
- *Developments in biotechnology have the potential to yield many benefits for agriculture, such as increased yields, reduced use of herbicides and pesticides, less fossil fuel use and reduced soil erosion,*
- *GM products for use in agriculture necessarily have to pass very stringent assessments and the present authorisation process is slow and bureaucratic, contributing to the EU lagging behind its global competitors,*

¹⁶⁷ Malý příklad: Postup EU:

Žádost NL kukuřice jako krmivo 3.9.2004, připomínky do 3.12.2004, rozhodnutí EFSA 19.1.2005, schváleno komisí 3.3.2006.

Stát	plodina	podáno	připomínky	EFSA	Rozhodnutí
NL-potr-pěst	kukuřice	3.9.2004	3.12.2004	19.1.2005	3.3.2006
DE-potr	kukuřice	26.11.2004	26.2.2005	8.6.2005	dosud ne
UK-potr.	kukuřice	14.1.2005	14.4.2005	6.7.2005	dosud ne

¹⁶⁸ *The Committee*

- *Podporuje snahy o rozvoj biotechnologie v EU jako jednu z cest k zdokonalení ekonomické životnosti a environmentální udržitelnosti; považuje za nutné rozvinout využívání biotechnologie a genového inženýrství k aplikaci více udržitelného zemědělství, ke zlepšeným potravinám, zvýšeným výnosům a kvalitnějším a různorodějším produktům s menším využitím dusičnanů a dalších hnojiv a k omezení spotřeby vody;*

- *Považuje za důležité respektovat, že biotechnologie poskytuje reálné možnosti v řadě oborů; je přesvědčen, že se kromě tradičních zemědělských produktů pro potraviny, krmiva a vlákna se objeví zcela nové zemědělské produkty, včetně farmaceutických, jako jsou jedlé vakcíny, produkty se zvýšeným obsahem esenciálních*

-
- *Encourages efforts to develop biotechnology in the EU as one way of improving the economic viability and environmental sustainability of agriculture; considers that the use of biotechnology and genetic engineering should be developed in order to facilitate more sustainable farming practices, better food, increased yield and higher-quality and more diverse products with less use of nitrates and other fertilisers and less use of water;*
 - *Considers it important to acknowledge that biotechnology presents real opportunities in various fields; believes that beyond the traditional agricultural products of food, feed and fibre, entirely novel products for agriculture will emerge, including pharmaceutical products such as oral vaccines, products with higher levels of essential amino acid or vitamins, improved fatty acid content and the removal of allergens and anti-nutrients;*
 - *Is convinced that biotechnology applications can help to reduce the use of pesticides, herbicides and fertilisers in crop cultivation, thus contributing to the protection of the environment and of human health;*
 - *Considers that the replacement of non-renewable raw materials with new products of fine chemicals and a large variety of degradable materials offers new opportunities;*
 - *Expects that, in the future, an increased variety of better and healthier food and feedstuffs could be produced also in less favoured areas, in restricted climate conditions, in dry or moist conditions and on harsh soil, and notes that biotechnology is key to these developments;*
 - *Supports the view that biotechnology can offer attractive alternatives to energy production in rural areas and that biomass, biogas and biofuels could replace increasingly scarce oil reserves for heating, electricity production and traffic fuels, thus increasing income in rural areas;*
 - *Regrets the current complexity of the approval of new biotechnology products and doubts that practices based on the existing procedure are always justified only by objective scientific criteria and not rather by political positions; points out that other factors than protecting human health and the environment should be clearly identified and separated from other aspects in the approval process;*
 - *Stresses the decisive importance of protecting human health and the environment in the approval process and underlines the use of objective scientific criteria in this respect; points out that the precautionary principle cannot be used as an excuse to delay the process;*

aminokyselin nebo vitamínů, zlepšeným složením mastných kyselin a s odstraněnými alergeny a antinutrienty;

- *Je přesvědčen, že použití biotechnologie může snížit používání pesticidů, herbicidů a hnojiv při pěstování plodin, což přispěje k ochraně přírody a lidského zdraví;*
- *Považuje náhradu neobnovitelných surovin novými produkty, pokročilou chemií a degradovatelnými materiály za příslib nových možností;*
- *Očekává, že v budoucnu bude možno produkovat pestřejší, lepší a zdravější potraviny a krmiva i v méně příznivých oblastech, v omezených klimatických podmínkách, v suchých nebo vlhkých podmínkách, nebo na chudé půdě a konstatuje, že cestou k tomuto vývoji je biotechnologie;*
- *Podporuje názor, že biotechnologie může nabídnout zajímavé alternativy pro výrobu energie na venkově a že biomasa, bioplyn a biopohonné hmoty mohou nahradit zmenšující se zásoby nafty pro vytápění, elektřinu a dopravu, což zvýší příjmy na venkově;*
- *Lituje, že současné schvalování nových biotechnologických produktů je složité a pochybuje, že tato praxe založená na současném postupu je vždy podložena pouze objektivními vědeckými kritérii a nikoli politickými postoji; zdůrazňuje, že jiné faktory než ochrana lidského zdraví a přírody musí být jasně identifikovány a odděleny od ostatních hledisek schvalovacího procesu;*
- *Zdůrazňuje rozhodující důležitost ochrany lidského zdraví a přírody ve schvalovacím procesu a podtrhuje používání v tomto smyslu objektivních vědeckých kritérií; zdůrazňuje, že princip předběžné opatrnosti nemůže být používán jako výmluva pro zdržení tohoto procesu.*

A usnáší se¹⁶⁹

- *Vyzývá Komisi k ustavení skupiny Komise, Rady a Evropského Parlamentu na vysoké úrovni a vytvořit strategii pro biotechnologii v zemědělství v EU.*

Podobnou výzvu vydalo sdružení biotechnologického průmyslu EuropaBio formou Manifestu Zelené Biotechnologie¹⁷⁰ předneseném na shromáždění BioVision v Lyonu 13.

¹⁶⁹ *Calls on the Commission to establish a high level group of the Commission, Council and European Parliament and to plan a strategy on biotechnology for agriculture in the EU;*

¹⁷⁰ <http://www.greenbiotech-manifesto.org/screen-manifesto-900.pdf>

března 2007. EuropaBio je politický hlas biotechnologického průmyslu v Evropě. Naše sdružení bioprůmyslu má okolo 70 korporátních členů se světovou působností, 11 sdružení, 5 regionů a 25 národních biotechnologických sdružení představujících 1500 malých a středních biotechnologických firem v Evropě.

Nejnověji vystoupil s velmi tvrdým projevem komisař pro obchod Peter Mandelson¹⁷¹: Mimo jiné prohlásil¹⁷²:

„Biotechnologie je těžební stěna aplikované vědy ve dvacátém prvním století. Avšak biotechnologie může vyvolat silné emoce. Je něco v přirozenosti lidí, co nás vede k obavám z vědy, co způsobuje, že nás znervózňují nové technologie. Jestliže tyto technologie se dotýkají základních substancí života, jsou tyto obavy zvětšovány.“ „Důvodem pro konsistentní, na vědě založený přístup ke GMO není jen záležitost dobré vlády a důvěry veřejnosti. Racionální debata o GMO je záležitost ekonomické budoucnosti a blahobytu lidí na celém světě.“ „Musíme si uvědomit, že naše pravidla vytvářejí zábranu pro vývozce do EU z rozvojových zemí., kteří někdy vidí naše bezpečnostní normy jako překážku obchodu či dokonce skrytý protekcionismus.“ „Hlavně si nesmíme vytvářet ilusi, že prospějeme evropským zájmům, když zůstaneme mimo globální trh soustavně vytvářející svůj postup v záležitostech GMO. Nepospějeme.“

Je však smutné, že mezi těmi, kdo se proti nevědeckému evropskému zákonodárství vyslovuje, chybí právě vědecká obec. Je pravda, že jedinci vyjadřují svůj nesouhlas, ale organizace jako EMBO, ESF, akademie věd jednotlivých států (včetně AV ČR) a podobné, které před vydáním směrnic v 80. letech minulého století principiálně hájily vědeckou pozici, jsou nyní zticha. Nezbyvá než doufat, že najdou odvahu postavit se proti byrokratům v Bruselu, i když od nich dostávají finance na vědu.

¹⁷¹ Speech by Peter Mandelson, at the European Biotechnology Info Day Bavarian Representation, Brussels, 14 June 2007

¹⁷² „Biotechnology is arguably the coal face of applied science in the twenty first century. But biotech can arouse strong emotions. There is something in human nature that can make us afraid of science, nervous of new technologies. When those technologies affect the basic materials of life, the concerns are magnified.”

“The reason for a consistent, science-based approach to GMOs is not only a matter of good government and public trust. A rational debate on GMOs is a matter of the economic future and well-being of people around the world.”

“We also need to recognise that our rules raise the bar for exporters into the European Union from developing countries, who sometimes see our safety standards as an impediment to trade or even as hidden protectionism.”

“Most importantly, we must be under no illusion that Europe's interests are served by being outside a global market that is steadily working its way through the issues raised by GM food. They are not.”