ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky

Diplomová práce

Ekonomické porovnání vybraných metod ochrany rostlin proti škodlivým organismům

Alena Němcová

© 2009 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma " Ekonomické porovnání vybraných metod ochrany rostlin proti škodlivým organismům" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. dubna 2009 _____

Poděkování

Děkuji **Ing. Karlu Tomšíkovi, Ph.D**. a **Doc. Ing. Josefu Soukupovi, CSc**. za odbornou pomoc, cennou inspiraci, literární prameny a mnoho praktických rad. Dále bych velmi ráda poděkovala **Ing. Jaromíru Janků** za jeho praktické rady a cenné připomínky k formální stránce.

Ekonomické porovnání vybraných metod ochrany rostlin proti škodlivým organismům

Economic comparison of selected plant protection methods against harmful organisms

Souhrn

Během dvanácti let pěstování geneticky modifikovaných plodin se celosvětová plocha osetá těmito plodinami zvýšila přibližně 73x (z 1,7 mil. ha na 125 mil. ha). Nejvýznamnějšími škůdci v kukuřici v ČR jsou zavíječ kukuřičný a bázlivec kukuřičný, vyskytujících se nejvíce na jižní Moravě a ve středních Čechách. Nabízejí se čtyři druhy ochrany proti oběma škůdcům. Preventivní metody spočívají v dodržování zásad integrované ochrany rostlin, zejména střídání kukuřice v osevním postupu. Použití chemické ochrany má opodstatnění hlavně při monokulturním pěstování kukuřice. Biologická metoda ochrany proti škůdcům je realizována prostřednictvím vaječných parazitoidů rodu *Trichogramma* obsažených v přípravcích Trichoplus/Trichocap. Jako perspektivní a 100% účinná metoda se jeví pěstování transgenních hybridů kukuřice rezistentních vůči specifickému škůdci. Ekonomickou analýzou bylo zjištěno, že chemická ochrana proti bázlivci kukuřičnému vykazuje jako jediná nižší položky snižující ekonomický prospěch (náklady na ochranu a snížení výnosu) oproti biotechnologii a ekonomicky přínosné pěstování *Bt* hybridů je v případě 1,024 % - 2,02 % ztrát na výnosu u neošetřené kontroly v závislosti na dosahovaném výnosu v rozmezí 11 – 5,58 t/ha. Je však třeba podotknout, že z hlediska účinnosti tato metoda ochrany není zcela spolehlivá a technologicky nejefektivnějším způsobem ochrany je proto opět použití Bt hybridů kukuřice i přes zdánlivou nevýhodnost z pohledu ekonomického, neboť ekonomické kalkulace v této práci byly založeny právě na položkách snižujících ekonomický prospěch a nemohly plně zohlednit specifickou bionomii škůdce. Přijetí GM plodin tedy přináší snížení nákladů na pěstování a zvýšení výnosů v porovnání s chemickou či biologickou metodou ochrany.

Klíčová slova: *Bt* kukuřice, zavíječ kukuřičný, bázlivec kukuřičný, analýza nákladů a výnosů, ekonomický práh škodlivosti, ochrana rostlin, položky snižující ekonomický prospěch

Summary

During twelwe years of growing biotech crops, the area sown by these crops has increased approximately 73x from 1,7 mil. ha to 125 mil. ha. The most significant insect pests in maize in the Czech Republic are *Ostrinia nubilalis* and *Diabrotica virgifera virgifera Le Conte*, occurring mostly in South Moravia and Middle Bohemia. Four methods exist for control of mentioned pests.Preventive methods are the main part of integrated plant protection; especially important is the growing of maize in crop rotation and usage of deeper soil tillage. Chemical control using insecticides is widely use in agricultural practice. Biological control method is based on egg parazitoid *Trichogramma* that is contained in the commercial product Trichoplus/Trichocap. Cultivation of *Bt* maize with resistance against specific pests has a good prospectsbecause its efficacy level near 100%. In the case of *Diabrotica virgifera virgifera Le Conte,* it was found out that its control is the only method that records lower items decreasing economic benefit (control costs and yield decrease) compared with biotechnology. The results of calculations show that growing of *Bt*-maize is economically effective at the threshold of 1,024 % - 2,02 % yield loss caused by *Diabrotica virgifera virgifera Le Conte* in dependence on potential yield 5,58 – 11 t/ha. It is necessary to point out the fact that this pest control method is not wholly reliable in term of efficiency. That is why technically the most efficient way of control is the use of *Bt* maize hybrids despite its economic apparent disadvantage, because in this thesis, economic calculations were based on items decreasing economic benefit and they could not involve specific pest bionomy. Introduction of GM crops makes the pest control in maize cheaper at the higher efficacy level compared to application of insecticides or usage of biocontrol.

Key words: *Bt* maize, *Ostrinia nubilalis*, *Diabrotica virgifera virgifera Le Conte*, cost-benefit analysis, economic losses, plant protection, items decreasing economic benefit

OBSAH

EKONOMICKÉ POROVNÁNÍ VYBRANÝCH METOD OCHRANY ROSTLIN PROTI ŠKODLIVÝM ORGANISMŮM 1

ECONOMIC COMPARISON OF SELECTED PLANT PROTECTION METHODS AGAINST HARMFUL ORGANISMS 1

Souhrn 2

Summary 3

1 ÚVOD 1

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE 3

2.1 VYUŽITÍ GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN V OCHRANĚ ROSTLIN 3

2.1.1 Plodiny s tolerancí k neselektivním herbicidům 3

2.1.2 Plodiny s rezistencí vůči hmyzím škůdcům 4

2.1.3 Transgenní rostliny s rezistencí k virům 5

2.1.4. Ostatní aplikace v ochraně rostlin 5

2.1.5. Přínosy GM plodin pro pěstitele 5

2.1.6. Rizika GM plodin 7

2.2 SOUČASNÝ STAV VYUŽÍVÁNÍ GM PLODIN 9

2.2.1 Vývoj ploch ve světovém měřítku 9

2.2.2 Pěstování GM plodin v Evropě 12

2.2.3. Pěstování GM plodin v ČR 14

2.3 HMYZÍ ŠKŮDCI V KUKUŘICI 15

2.3.1 Zavíječ kukuřičný 15

2.3.2 Bázlivec kukuřičný 17

2.4. POROVNÁNÍ POUŽÍVANÝCH METOD OCHRANY 20

2.4.1. Preventivní a nepřímé metody 21

2.4.2. Chemická ochrana 22

2.4.3. Biologická ochrana 26

2.4.3. Transgenní plodiny 28

2.5. COST-BENEFIT ANALÝZA PĚSTOVÁNÍ GM PLODIN 30
2.5.3. Analýza nákladů a výnosů 30
2.5.4. Ekonomické aspekty koexistence 32
3. CÍL PRÁCE A METODIKA 34
3.1. CÍL PRÁCE 34
3.2. METODIKA 34
3.2.1. Analýza nákladů na ochranu 35
3.2.2. Analýza ekonomických škod 37
3.2.3. Výpočet ekonomického prahu škodlivosti 38
4. VÝSLEDKY A DISKUSE 39
4.1. VÝSLEDKY 39
4.1.1. Výpočet nákladů na ochranu 39
4.1.2. Výpočet ekonomických škod 43
4.1.3. Výpočet a grafické zpracování ekonomického prahu škodlivosti 45
4.2. DISKUSE 48
5. ZÁVĚR 52
6. SEZNAM LITERATURY 54
7. PŘÍLOHY 63

1 Úvod

Druhá polovina 20. století je ve znamení intenzivního studia v oblasti molekulární genetiky. Podstatou genového inženýrství je úprava (modifikace) genetického materiálu organismu.

Významnější praktické uplatnění našly genové technologie až v polovině devadesátých let minulého století, kdy se započalo pěstování polních odrůd transgenních plodin. Většina komerčně pěstovaných GM plodin slouží v dnešní době jako krmivo nebo k průmyslovému zpracování, např. v případě bavlny.

Po dvanácti letech pěstování transgenních plodin se celosvětově osetá plocha těmito plodinami zvýšila plocha z 1,7 mil. ha v roce 2006 na 125 mil. ha v roce 2008, což představuje více jak 73 násobek původní plochy. Počet zemí se vyšplhal z původních 6 na 25 zemí. V současné době těží z výhod pěstování GM plodin více rozvojové země, a to v poměru 15:10 průmyslovým zemím. Počet farmářů, kteří si osvojili biotechnologii, dosáhl v roce 2008 13,3 mil., přičemž 90 % (12,3 mil.) těchto farmářů byli malí a chudí zemědělci v rozvojových zemích, pouze 1 mil. tvořili velcí farmáři z průmyslových i rozvojových zemí jako USA či Kanada nebo Argentina a Brazílie.

V současné době se používají různé preventivní nepřímé metody ochrany porostu kukuřice a dále mechanické, chemické a biologické způsoby možné regulace škůdce v kukuřici. Při realizaci ochrany kukuřice proti dvěma vybraným škůdcům – zavíječi kukuřičnému a bázlivci kukuřičnému – je mimořádně důležité dodržovat zásady integrované ochrany rostlin. Základní preventivní metodou je střídání kukuřice v osevním postupu. Použití chemické ochrany má opodstatnění hlavně při monokulturním pěstování kukuřice. Provádí se spíše proti larvám většinou formou moření osiva a aplikace půdních granulovaných a kapalných insekticidů. Biologická metoda ochrany kukuřice pomocí parazitické vosičky rodu *Trichogramma* se v posledních letech v České republice významně rozšířila. Přestože ochrana pomocí vosičky je ekonomicky efektivní, není zatím dostatečně prokázán vliv na kvalitu produktů.

Pěstování transgenní kukuřice může mít pro pěstitele značný přínosy ve formě snížení nákladů v rámci ochrany proti dvěma významným škůdcům v kukuřici, a to zavíječi kukuřičnému a bázlivci kukuřičnému a představuje tak ekonomicky výhodnou alternativu ochrany proti těmto škůdcům.

Cílem této práce není zodpovědět otázku rizikovosti biotechnologie, nýbrž zaměření se na ekonomickou efektivitu pěstování GM plodin v podmínkách ČR a porovnat biotechnologii s chemickou a biologickou metodou ochrany porostu kukuřice proti dvěma vybraným škůdcům z hlediska nákladovosti těchto metod. Vlastní práce je zaměřena na zhodnocení efektivnosti pěstování *Bt* kukuřice odolné vůči oběma škůdcům v porování s výše vybranými metodami ochrany. Základní hypotézou je tvrzení, že pěstování transgenních plodin přináší snížení nákladů na pěstování a zvýšení výnosů v porovnání s chemickou či biologickou metodou ochrany.

2. Literární rešerše

2.1 Využití geneticky modifikovaných plodin v ochraně rostlin

2.1.1 Plodiny s tolerancí k neselektivním herbicidům

Kromě kulturních plodin rostou na poli ještě plevele, což jsou nežádoucí rostliny z pohledu pěstitele. Snahou zemědělců je plevele zahubit, neboť konkurují kulturním plodinám o životní podmínky, jako je sluneční záření, voda, živiny nebo celkově životní prostor. Používají se k tomu chemické látky zvané herbicidy, které omezují růst plevelů.

Transgenní plodiny s tolerancí k neselektivním herbicidům tvoří v současné době nejpočetnější část využívaných geneticky modifikovaných odrůd (zhruba 3/4). Tuto převahu získaly v roce 1998, kdy tvořily přes 70% ploch osetých GM plodinami. Do genomu těchto plodin byl vpraven gen, jehož produkt – enzym - určitý herbicid metabolizuje nebo je schopen jej tolerovat (OVESNÁ, 2005a).

Transgenní plodiny nesoucí geny tolerance (snášenlivosti) k určitému herbicidu (angl. HT, herbicide-tolerant) se vyznačují schopností tolerovat ošetření neselektivními herbicidy, které by za normální situace účinkovaly na veškerou vegetaci – plevele i plodinu. Odrůdy s herbicidní tolerancí umožňují aplikace neselektivních herbicidů, aniž by došlo k jejich poškození, a tím značně usnadňují ochranu proti zaplevelení (HOLEC a SOUKUP, 2006).

Transgenní plodiny tolerantní k herbicidům umožňují nahradit klasické herbicidy typy, které se v půdě rychleji odbourávají a jsou šetrnější jak k životnímu prostředí, tak k pracovníkům v zemědělství a ke spotřebitelům (ONDŘEJ, 2002).

K nejznámějším z těchto neselektivních herbicidů patří Roundup, jehož účinná látka se nazývá *glyfosát*. Jedná se o neselektivní herbicid, neboť působí na všechny rostliny. Je postemergentní, tzn., že působí na rostoucí zelené rostliny, nikoliv na raná stadia klíčení semen (ONDŘEJ, 2002). Rostliny tedy přijímají *glyfosát* výhradně zelenými částmi a asimilačním prouděním je rozveden do celé rostliny. Není tedy přijímán kořeny a nepůsobí na semena. Touto translokací se docílí zničení i podzemních kořenových systémů odolných vytrvalých plevelů (BEDNÁŘ, 2000).

Mezi další významné herbicidy je možno zařadit herbicid s obchodním názvem Basta nebo Liberty s účinnou látkou *glufosinate-NH4*. Jedná se o širokospektrální selektivní postemergentní herbicid v polních plodinách, popř. v sadech, vinicích nebo okrasných dřevinách a rostlinách. Je přírodního původu. Dále lze jmenovat *acetolaktátsynteásu* (ALS) vyskytující se u bakterií, hub a rostlin nebo kyselinu *2,4-dichlorfenoxyoctovou*.

Pěstováním GM plodin nesoucích tyto transgeny se omezuje počet postřiků na jediný (PETR, 2005), čímž se snižuje potřeba dalšími zásahy zarazit růst plevelů a zároveň se tak snižují náklady v důsledku redukce postřiků a zvyšuje se produkce (PETR, 2003).

2.1.2 Plodiny s rezistencí vůči hmyzím škůdcům

Chemické přípravky na hubení hmyzu se nazývají insekticidy. Patří k nejproblematičtějším ze všech chemických prostředků, neboť nejsou zaměřeny pouze na hubení nežádoucího hmyzu. Mohou tak být nebezpečné i pro užitečný hmyz.

Jedna z genetických modifikací se používá pro produkci látky, která se zaměřuje na hubení nežádoucího hmyzu. Jedná se o látku zvanou *δ-endotoxin* pocházející z bakterie *Bacillus thuringiensis* mající smrtící účinek na hmyz. Na základě toho označujeme plodiny s rezistencí proti hmyzím škůdcům jako „*Bt*“. HOLEC a SOUKUP (2006) uvádí, že tento druh mikroorganismů produkuje celý komplex toxinů s různou účinností na jednotlivé skupiny hmyzu. Přenesením genu zodpovědného za produkci příslušného typu *Bt*-toxinu do genomu kulturní rostliny získá odrůda rezistenci vůči hmyzím škůdcům. Škůdce, který požírá pletiva této rostliny, přijímá s potravou zároveň i *Bt*-toxin, který se v jeho střevě aktivuje a následně jej zahubí (PETR, 2003).

Jediná v současné době v České republice povolená a komerčně pěstovaná transgenní plodina je právě *Bt* kukuřice, které vlastní produkce *Bt* toxinu umožňuje velmi efektivní ochranu proti zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*), jehož housenky závažně poškozují rostliny kukuřice, čímž dochází k poklesu množství i kvality sklízeného produktu.

2.1.3 Transgenní rostliny s rezistencí k virům

Hlavním mechanismem rezistence transgenních odrůd k virům je exprese genu pro plášťový protein daného viru. Existuje ještě řada dalších možností obecnějších mechanismů rezistence k virům transgenozí geny virového, bakteriálního, rostlinného i živočišného původu. Prodej virově rezistentních transgenních rostlin začal v roce 1995 v USA (ONDŘEJ, 1999).

2.1.4. Ostatní aplikace v ochraně rostlin

Existuje ještě řada typů transgenů, které zatím nenašly uplatnění v nových odrůdách. Jsou to např. transgeny pro protilátky, rostlinné („jedlé“) vakcíny, farmakologicky využitelné vzácné proteiny nebo zemědělsky významné enzymy (ONDŘEJ, 2002). Rostlinné (jedlé) vakcíny jsou GM rostliny, které po konzumaci nabudí imunitní systém konzumenta proti vybranému choroboplodnému zárodku (např. proti virům hepatitidy či obrny nebo bakteriím tuberkulózy) (PETR, 2003).

2.1.5. Přínosy GM plodin pro pěstitele

Hodnotí se klady biotechnologie ve srovnání s konvenční technologií pěstování, tzn. užitné vlastnosti GMO. V zemích EU je transgenní plodina povolena do oběhu, respektive pro pěstování za předpokladu, že rizika jsou minimální a jsou prokazatelné přínosy ve srovnání s konvenční technologií.

Mezi přínosy GM plodin s tolerancí k herbicidům pro pěstitele lze zahnout vysokou selektivitu, široké spektrum účinku včetně vytrvalých druhů, neškodnost pro následné plodiny, dobré aplikační vlastnosti a příznivější cenu ošetření (SOUKUP, 2005).

KOCOUREK (2005) jmenuje tyto přínosy GM plodin s rezistencí vůči škůdcům:

- *Bt* plodiny obvykle zvyšují ekonomickou efektivnost pěstování oproti konvenčním odrůdám tím, že účinně zabraňují škodám způsobených cílovými druhy škůdců,
- u řady plodin, jako např. bavlník a brambory, významně snižují náklady na chemickou ochranu,

- dochází k redukci spotřeby syntetických pesticidů, což je významným přínosem pro ochranu životního prostředí.

PETR (2005) dodává k výše zmíněným přínosům, že se zároveň snižuje potřeba dalších zásahů do porostů namířených proti plevelům. Navíc v rozvojových zemích používání těchto chemických látek v jednodušších primitivnějších podmínkách vede často k poškození zdraví farmářů.

GM plodiny tolerantní k herbicidům vyloučí nutnost používat proti plevelům dlouho se rozkládající chemikálie. Jde o to, že těmto transgenní plodinám postřik neškodí, ale ostatní plevele plošně likviduje. Jako příklad lze uvést použití herbicidu Roundup, který je ekologicky šetrnější než ostatní herbicidy, protože se v půdě rychle rozkládá. Vzhledem k široké účinnosti používaných herbicidů může pěstitel postupně snižovat množství a počet postřiků v takto ošetřovaných plodinám, čímž lze opět dosáhnout snížení jak zatěžování životního prostředí chemickými látkami, tak nákladů na tyto prostředky (DEMNEROVÁ a kol., 2003).

První generace GM rostlin zahrnující GM odrůdy výhodné z hlediska zemědělské produkce přinášejí zisky zejména v zemědělské prvovýrobě a zároveň je též kladen důraz i na omezení napadání houbovými patogeny na místech poraněných hmyzem. Tím se snižuje přítomnost člověku zdraví škodlivých toxinů. GM rostliny budou tedy pravděpodobně nacházet stále větší uplatnění v rostlinné výrobě pro lepší agronomické znaky a také jako producenti cenných složek (OVESNÁ, 2005a).

US National Center of Food and Agricultural Policy zpracoval studii, která potvrzuje, že biotechnologie snižuje nutnost intenzívní kultivace půdy. Tím se snižuje kromě výše uvedeného i spotřeba paliv pro zemědělské stroje, ztráty a kontaminace orné půdy i vody a tvorba skleníkových plynů (BIOTRIN, 2006).

Za zmínku stojí i přípravy GM rostlin s vlastnostmi znamenající přínosy pro spotřebitele, a to takové vlastnosti jako např. zlepšená kvalita oleje z hledisek zdravé výživy, odstranění bílkovin zapříčiňujících alergické reakce, pevnější a kvalitnější textilie apod. (DOUBKOVÁ, 2007).

Do produkce se již dostává tzv. zlatá rýže, která tvoří v obilkách ß-karoten, který lidské tělo mění na vitamin A. Tím by byl vyřešen problém nedostatku vitaminu A, kterým trpí zejména lidé třetího světa (obzvláště Asie), jejichž strava se skládá téměř výhradně z rýže (CUSTERS *et al.*, 2006).

2.1.6. Rizika GM plodin

Stejně jako každá technologie, i genové inženýrství přináší určitá rizika. Zvažuje se např. možnost ovlivnění životního prostředí a zejména biologické rozmanitosti. Často diskutovaným problémem je též zdravotní riziko ať už na člověka nebo na zvířata. Žádný případ zdravotních problémů při konzumaci GM produktů nebyl zatím prokázán.

Před uvolněním GMO do životního prostředí a do oběhu se tedy zvažují možné interakce s ekosystémy a zdravím člověka. Tyto účinky byly rozděleny na přímé a nepřímé. Přímými účinky se rozumí prvotní účinky na lidské zdraví nebo na životní prostředí, které jsou výsledkem působení GMO. Nepřímé účinky jsou charakterizovány jako účinky na lidské zdraví nebo na životní prostředí, které se oproti přímým účinkům projeví příčinným řetězcem dalších událostí, jako např. interakcí s dalšími organismy nebo přenosem genetického materiálu (OVESNÁ, 2005a).

Dle SOUKUPA, HOLCE a ČEŘOVSKÉ (2005) mají pro pěstitele při pěstování transgenních plodin ve volném prostředí význam především rizika vznikající v důsledku přenosu genů (angl. *gene-flow*) mezi příbuznými rostlinami a následná perzistence transgenů v prostředí agroekosystému, případně i mimo něj. K přenosu genů může docházet jak v rámci jedné plodiny (na úrovni jednotlivých rostlin, odrůd, typů -transgenních vs. netransgenních), tak mezi různými plodinami nebo mezi plodinou a příbuznými planými či plevelnými formami a druhy.

SCHÜTTE *et al.* (2001) jmenuje zdravotní rizika, mezi které patří toxicita, alergenita a rezistence vůči antibiotikům, dále závažné rizikové mechanismy týkající se životního prostředí, mezi které se řadí přenos genů mezi rozdílnými druhy a odrůdami a horizontální přenos genů a v neposlední řadě též rizika na životní prostředí jako zplanění transgenních plodin a jejich hybridů.

Zvláště velkým rizikem z pohledu přenosu transgenu do populací plevelů i netransgenních odrůd se jeví výskyt planých a zplanělých forem polních plodin, které se mohou stát „rezervoárem“ transgenů. V rámci ČR je nutno v tomto směru počítat s přenosem transgenů prostřednictvím plevelné řepy, plevelné řepky a nověji též plevelné slunečnice (HOLEC a SOUKUP, 2006).

DEMNEROVÁ a kol. (2003) zmiňuje riziko možného vzniku rezistentních plevelů při používání stále stejných herbicidů. To vede k posunu ve prospěch odolnějších plevelných druhů a může vést i k selekci rezistentních biotypů (SOUKUP, 2005).

Často zmiňovaným rizikem je možná kontaminace produktů z konvenčních a ekologických pěstebních systémů. Přenosem pylu z transgenní plodiny na plodinu konvenčního či ekologického zemědělství by mohla pěstiteli vzniknout ekonomická škoda (HOLEC a SOUKUP, 2006).

Dále je hojně uváděna možnost vzniku tzv. „superplevele“. Britští vědci z Centra pro ekologii a hydrologii tvrdí na základě výsledků svých studií, že geneticky upravené organismy využívané v zemědělství, tedy především řepka olejná, kukuřice a řepa cukrová, mohou své geny přenášet na příbuzné plevelné rostliny a vytvářet tak nezničitelné "superplevele". Toto tvrzení bylo zpochybněno biotechnology, kteří jsou toho názoru, že geneticky modifikované organismy nepředstavují žádné nebezpečí a jejich křížení s pleveli není možné (GNOSIS9, 2007).

SOUKUP (2005) neopomíná ani na socio-ekonomická rizika významná především pro pěstitele, z nichž lze jmenovat zejména náklady na pěstování a odbyt a další omezení vyplývající z legislativy EU a pravidel pro koexistenci.

Dle VOŠTY (2005) jsou zkušenosti s pěstováním GMO natolik krátkodobé, aby bylo možno předložit jednoznačný závěr týkající se eventuálních dopadů GMO, resp. GM potravin na lidské zdraví a životní prostředí vůbec. Nicméně dosavadní testy včetně několikaletého využívání GMO v potravinovém řetězci doposud neprokázaly žádné negativní účinky na lidské zdraví.

SMYTH *et al.* (2002) in AHMED (2004) zaznamenali nějaké příklady, kdy přenos genů z GM plodin způsobuje ekonomické následky. Např. v roce 2000 se v EU vyskytl případ, kdy při nakládání s osivem canoly byl zjištěn obsah 0,4 % nepovolených GM příměsí v tomto osivu jako důsledek přenosu genů při vysévání canoly pěstované v Kanadě.

2.2 Současný stav využívání GM plodin

2.2.1 Vývoj ploch ve světovém měřítku

Dle statistik ISAAA (JAMES, 2005) se poprvé začaly plochy oseté GM plodinami objevovat a zaznamenávat v roce 1996, kdy byly transgenní plodiny pěstovány na ploše 1,7 mil. ha v 6 zemích světa. Vývoj této technologie rapidně vzrůstá. Zpočátku byl vykázán silný nárůst. Do roku 2000 vzrostla výměra 26x, GM plodiny byly pěstovány v 13 zemích světa. V tomto roce byl zaznamenán silný negativní postoj Evropy, který měl za následek zpomalení rostoucího trendu ploch osetých GM plodinami, zejména v USA a Kanadě (JAMES, 2003).

V roce 2004 vykazovaly plochy oseté GM plodinami 81 mil. ha, pěstované 8,25 mil. farmáři v 17 zemích světa oproti roku 2003, kdy tato plocha činila 67,7 mil. ha GM plodin pěstovaných 7,0 mil. farmáři v 18 zemích. Více než jedna třetina (34 %) celosvětové plochy GM plodin v roce 2004 (81 mil. ha) byla pěstována v rozvojových zemích, kde nárůst dále pokračoval. V roce 2005 bylo pěstováno 90 mil. ha GM plodin 8,5 mil. farmáři v 21 zemích. Tato nevídaná vysoká míra adopce vyjadřuje důvěru milionů farmářů v biotechnologii plodin (ABE, 2005).

Během let 1996 – 2005 se podíl celosvětové plochy GM plodin pěstovaných rozvojovými zeměmi zvyšoval každým rokem. Více než jedna třetina této plochy byla v roce 2005 pěstována v rozvojových zemích, kde nárůst mezi lety 2004 – 2005 byl podstatně vyšší (6,3 mil. ha, resp. 23% vzrůst) než v průmyslových zemích (2,7 mil. ha, resp. 5% názrůst) (JAMES, 2006a).

Výměra za první vlnu komercializace (1996 – 2006) činí 102 mil. ha (JAMES, 2006b), což je šedesátinásobek plochy zaznamenané v roce 1996. Oproti roku 2005 to znamená 13% nárůst. Stojí za povšimnutí, že celková plocha GM plodin vzrostla více než 50x v prvním desetiletí od uvedení těchto plodin na trh.

Celkovou plochu transgenních plodin za první vlnu komercializace lze shledat v obr. č. 1 v číselném vyjádření a v obr. č. 3 v grafickém vyjádření.

Největšími pěstiteli za první dekádu jsou USA, které se podílejí na produkci transgenních plodin z 66 %. Společně s Kanadou zaujímají USA tři čtvrtiny ploch osetých GM plodinami na území Severní Ameriky (údaj pro rok 2006). Druhé místo ztělesňuje Argentina (23 % celkové výměry GM plodin), dále Brazílie a Kanada, významné zastoupení vykazuje i Austrálie a Jihovýchodní Asie (zejména Indonésie). Jednotlivé zastoupení transgenních plodin z celosvětového hlediska znázorňuje obr. č. 2.

Clive James, prezident ISAAA, mimo jiné připomněl, že GM plodiny se v roce 2006 rozšířily především v rozvojových zemích. Hlavní důvod spočívá v zabezpečení dostatečného množství potravin pro stále rostoucí počet obyvatel, neboť mnohé rozvojové země vidí řešení tohoto problému právě v pěstování transgenních plodin.

V současné době si vedoucí pozici zachovává USA s 62,5 mil. ha, následuje Argentina s 21 mil. ha, Brazílie (15,8 mil. ha) a Indie a Kanada se shodnými 7,6 mil. ha. Ve velkém se pěstují pouze čtyři GM plodiny: sója s tolerancí k herbicidu (celosvětové pěstební plochy za roky 1996 – 2007 znázorňuje graf č. 2), kukuřice rezistentní vůči specifickému škůdci či s tolerancí k herbicidu (viz graf č. 3), bavlník s rezistencí vůči specifickému škůdci (viz graf č. 5) a řepka tolerantní k herbicidu (viz graf č. 4) (JAMES, 2006b). Mezi další komerčně pěstované GM plodiny ve světě patří tykev, rýže a papája.

Milion malých a chudých zemědělců po celém světě pokračovalo v roce 2008 v pěstování stále většího množství hektarů GM plodin, a to třináctým rokem komercializace jako výsledek významných ekonomických, environmentálních a sociálních přínosů, které poskytují GM rostliny. Pokrok byl zaznamenán v řadě důležitých oblastí - významný nárůst v rozloze GM plodin stejně jako v počtu zemí a zemědělců pěstujících transgenní plodiny.

Toto jsou velice důležité vývojové aspekty, které představují výzvy pro celou společnost a mohou být pomocníkem při tvorbě potravinové bezpečnosti, čelit vysokým cenám potravin a pomoci zmírnit chudobu a hlad. Nová vlna adopce transgenních plodin přispívá k širokému a pokračujícímu vzestupu ploch GM plodin ve světovém měřítku.

Celková plocha transgenních plodin dosáhla v roce 2008 125 mil. ha, což představuje více jak 9% nárůst oproti loňskému roku s 114,3 mil. ha. Počet zemí pěstujících GM plodiny se v roce 2008 vyšplhal na 25. Oproti roku 2007 to znamená nárůst o tři země (GMO-COMPASS, 2009). Celosvětová mapa zemí pěstujících GM plodiny v roce 2008 je znázorněna v obr. č. 6.

Významný pokrok dosáhla Afrika jako kontinent s největší výzvou, kde počet zemí vzrostl z 1 země (údaj pro rok 2007) na 3 země v roce 2008, a to Jižní Afrika, Burkina Faso (Horní Volta) a Egypt. Bolívie započala pěstování GM plodin, konkrétně GM sóji, jako devátá země Latinské Ameriky. Mimo to Brazílie pěstovala prvně *Bt* kukuřici, stejně tak jako Austrálie transgenní canolu. Roundup Ready cukrovka jako vůbec nová transgenní plodina byla v roce 2008 pěstována v USA a Kanadě a významného pokroku vrůstu bylo dosaženo též u bavlny a kukuřice.

Grafické porovnání pěstebních ploch z celosvětového hlediska a ve třech vybraných zemích znázorňuje graf č. 6. Značný podíl GM kukuřice na celkové ploše kukuřice ve vybraných zemích lze vidět v grafech č. 7 a 8.

Počet rozvojových zemí převýšil průmyslové země o 5 zemí (15:10) a očekává se, že tento trend bude do budoucna pokračovat. Počet farmářů pěstujících GM plodiny vzrostl o 1,3 mil. v roce 2008 a dosáhl 13,3 mil. v již zmíněných 25 zemích. Za povšimnutí stojí fakt, že 90 % (12,3 mil.) těchto farmářů byli malí a chudí zemědělci v rozvojových zemích, pouze 1 mil. tvořili velcí farmáři z průmyslových i rozvojových zemí jako USA či Kanada nebo Argentina a Brazílie. Meziroční nárůsty celosvětových ploch osetých GM plodinami pro první vlnu komercializace (1996 – 2006) v rozdělení na průmyslové a rozvojové země znázorňuje obr. č. 4 a 5. Konkrétní výměru a zastoupení GM plodin pro rok 2008 znázorňuje tab. č. 1 a graf č. 1.

Během druhé dekády komercializace (2006 – 2015) se počítá s velkým přispěním ke snížení chudoby až o 50% do roku 2015. Výhledy pro budoucí období komercializace (2006 – 2015) směřují stále k nárůstu ploch GM plodin v celosvětovém měřítku, až na odhadovaných 200 mil. ha těchto plodin pěstovaných 20 mil. farmáři ve 40 zemích na světě nebo i více (JAMES, 2009).

2.2.2 Pěstování GM plodin v Evropě

Od roku 1998 se pěstují transgenní plodiny i v EU. První zemí bylo Španělsko s *Bt* kukuřicí. V roce 2006 se GM plodiny pěstovaly na cca 60 000 ha ve Španělsku, Francii, Portugalsku, České republice a Německu. To odpovídá 8 % z celkové plochy kukuřice pěstované v EU.

V EU je komerčně pěstována pouze *Bt* kukuřice MON 810 (údaj pro rok 2008). Ačkoliv mají ostatní GM odrůdy kukuřice (např. Event T25) regulační schválení pro pěstování, nejsou na trhu dostupné žádné kultivary (GMO-COMPASS, 2008).

GM kukuřice pěstovaná v EU se využívá výhradně pro krmení zvířat, což znamená, že pořád ještě nebyla schválena pro potravinářské účely (GMO-COMPASS, 2006).

Ve **Španělsku** bylo v roce 2006 téměř 16 % produkce kukuřice geneticky modifikovanou. *Bt* kukuřice byla prvně pěstována ve Španělsku v roce 1998 a produkce vzrostla na 60 000 ha v roce 2004. V roce 2005 zaznamenala pokles v důsledku nepříznivých klimatických podmínek a v roce 2006 plocha opět vzrostla. Španělsko si po celou dobu pěstování zachovává vedoucí pozici v rámci EU.

Dle oficiálních propočtů produkce *Bt* kukuřice ve **Francii** dosáhla 500 ha v roce 2005, převážně v jihozápadních částech. Podle francouzských osivářských firem bylo v roce 2006 vyseto 5 000 ha s *Bt* kukuřicí. V roce 2007 byla *Bt* kukuřice v této zemi pěstována na 21 000 ha.

V **Portugalsku** byla poprvé pěstována *Bt* kukuřice v roce 2005. Komerční produkce celkově pokryla přibližně 780 ha. V roce 2006 bylo pěstováno 1 250 ha. V roce 2007 pěstovalo 164 farmářů GM kukuřici na celkové ploše 4 199 ha, což tvoří celonárodně podíl 3,6 % na celkové ploše veškeré kukuřice a dosahuje tak trojnásobku za předchozí rok. Pozitivní zprávou je, že žádná ze sousedních polí neshledala obsah GMO více jak 0,9 % (COEXTRA.EU, 2008).

Česká republika započala s produkcí *Bt* kukuřice v roce 2005 na 270 ha. V roce 2006 se plocha rozšířila na 1 290 ha. V roce 2008 se osevní plocha zvýšila na 8 380 ha, což je více jak třicetinásobek plochy v roce 2005.

V **Německu** se *Bt* kukuřice pěstovala v malé míře na zkušební bázi v roce 2004 na přibližně 350 ha. Od roku 2006 byly kultivary *Bt* kukuřice plně schváleny a připraveny ke komerčnímu pěstování. Na počátku 2006 bylo okolo 2 000 ha zamýšlené setby uvedeno do oficiálního registru. Před setím však byla část zamýšlené setby stáhnuta. Konečně byla v roce 2006 v Německu *Bt* kukuřice pěstována na 950 ha. V rámci Evropské unie zaujímá svou plochou 3 173 ha pátou pozici.

V roce 2006 se počet zemí pěstující GM plodiny v EU zvýšil z 5 na 6 zemí díky **Slovensku** pěstujícímu prvně *Bt* kukuřici na 30 ha V roce 2008 se tato plocha zvýšila na 1 900 ha. V roce 2007 započalo pěstovat *Bt* kukuřici ještě **Polsko** a **Rumunsko,** které vykázalo v roce 2008 největší pokrok svou plochou.

Celková výměra osetá *Bt* kukuřicí v Evropě se tak vyšplhala v roce 2007 na 110 050 ha (GMO-COMPASS, 2009).

Organizace ISAAA v únoru 2009 zveřejnila informaci, že sedm zemí EU loni zvýšilo produkci GM kukuřice (Španělsko, ČR, Portugalsko, Rumunsko, Německo, Polsko a Slovensko).

Výměra ploch osetých GM plodinami v EU v roce 2008 lehce klesla v porovnání s předchozím rokem, plocha se tedy snížila z 110 050 ha na 107 725 ha. Důvodem je skutečnost, že ve Francii bylo v roce 2008 zakázáno pěstování geneticky modifikované kukuřice. Tato plocha je však téměř kompenzována silným nárůstem produkce geneticky modifikované kukuřice v sedmi zemích EU včetně v České republiky a Slovenska (GMO-COMPASS, 2008).

Stále vedoucí pozici v Evropě si zachovává Španělsko se svými 79 269ha v roce 2008. Česká republika si díky Francii, která v roce 2008 zakázala pěstování *Bt* kukuřice, vydobyla druhé místo s 8 380 ha. Vývoj ploch od roku 2005 v jednotlivých zemích EU znárodňuje tab. č. 2.

Celkově je ale plocha osetá GMO v Evropě velmi malá v porovnání s plochami v celosvětovém měřítku. Evropští spotřebitelé pod tlakem kampaní zelených organizací zachovávají vůči biotechnologickým produktům ostražitý postoj, třebaže vědci jejich obavy o bezpečnost těchto potravin vyvracejí. EU tak v pěstování nových plodin silně zaostává za ostatním světem.

2.2.3. Pěstování GM plodin v ČR

V roce 2004 byly do Společného katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin EU zapsány GM odrůdy kukuřice odvozené od modifikace typu MON 810. V rámci států EU, a tím i ČR, bylo možno v roce 2005, rok po vstupu ČR do EU, osít produkční plochy GM odrůdami kukuřice (ČEŘOVSKÁ a kol., 2006).

V EU, a tedy i v ČR, je dosud uvolněna do oběhu pro pěstování pouze insekt-rezistentní kukuřice MON 810 (*Bt*) odolná proti napadení zavíječem kukuřičným (POVOLNÝ, 2007).

V roce 2005 byly její odrůdy pěstovány na ploše 270 ha u 52 subjektů (ČEŘOVSKÁ a kol., 2006). Převážnou část však tvořily plochy menší než 1 ha, což je pochopitelné z toho důvodu, že rok 2005 byl prvním rokem, kdy se na území ČR začaly pěstovat transgenní plodiny a byly teprve získány vstupní zkušenosti jak pro zvládnutí požadavků legislativy EU a ČR, tak pro posouzení možností dodržování pravidel koexistence a pro posouzení specifických požadavků nových odrůd, které nebyly šlechtěny a testovány v ČR.

O rok později, tedy v roce 2006, se plocha s *Bt* kukuřicí rozšířila na 1290 ha, což činí téměř pětinásobek plochy zaznamenané v roce 2005. V roce 2007 se plocha zvýšila na 5 000 ha a pro rok 2008 představovala tato plocha 8 380 ha, což tvoří více jak třicetinásobek plochy z roku 2005.

Stejně jako došlo ke zvýšení ploch s *Bt* kukuřicí, došlo i ke zvýšení počtu pěstitelů této plodiny. V roce 2005, kdy byly prvně osety produkční plochy *Bt* kukuřicí v ČR, pěstovalo *Bt* kukuřici 52 zemědělců. O rok později vzrostl tento počet na 85, z čehož cca 50 % pochází z roku 2005. Ministerstvo zemědělství udává, že v roce 2008 tvořil tento počet 171 pěstitelů a oproti roku 2005 představuje toto číslo více jak třínásobek (MZe, 2008). Vývoj počtu ploch a pěstitelů *Bt* kukuřice v ČR znázorňuje tab. č. 3 (MZe, 2008).

Jak uvádí ministr zemědělství Petr Gandalovič v tiskové zprávě MZe z 18.9.2008, důvodem pro nárůst ploch s *Bt* kukuřicí jsou přetrvávající problémy českých pěstitelů se škůdcem zavíječem kukuřičným, proti kterému je právě *Bt* kukuřice odolná. Důležitým argumentem jsou též pozitivní tříleté zkušenosti českých pěstitelů.

Pěstování GM plodin v ČR mělo v roce 2005 (vedle zákona o nakládání s GM organismy) legislativně daná a závazná pravidla tak, aby byly omezeny případné nepříznivé ekonomické dopady způsobené náhodnými příměsemi GM organismů v tradičním produktu (KOVÁŘ, 2005).

O současné situaci v ČR se dá říci, že se dováží GM sója (Roundup Ready) pro zpracování a GM kukuřice pro zpracování (včetně *Bt* 11 pro výrobu popcornu). Pěstovat lze pouze ty GM plodiny, které byly schváleny na úrovni EU dle směrnice 2001/18/ES (popř. původní směrnice 90/220/EHS), a podle této směrnice jsou shledány z pohledu bezpečnosti pro člověka, zvířata i životní prostředí stejné jako jejich konvenční protějšek.

Ostatní GM plodiny, které se v ČR pěstují pouze v minimálním rozsahu v rámci polních pokusů jako brambory, len, slivoně a tabák, jsou určeny ¨pouze k vědeckým účelům a jejich produkty nejsou komerčně využívány. Jedná se o tzv. režim uvádění do životního prostředí a provádění těchto polních pokusů je pod dohledem České inspekce životního prostředí (Mze, 2008).

2.3 Hmyzí škůdci v kukuřici

2.3.1 Zavíječ kukuřičný

Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*) představuje v současné době nejzávažnějšího škůdce kukuřice, který způsobuje lámavost stébel a snižuje tak výnosy a kvalitu zrna (obr. č. 7). Napadení zavíječem kukuřičným je častou příčinou vzniku sekundární infekce rostlin plísněmi (*Fusarium spp*.), neboť vyžrané chodbičky mohou být vstupní branou pro plísně a navíc škůdce, který je během diapauzy v kontaktu s půdou, může nést spory plísní a poškozené rostliny jsou více citlivé k infekci (MONSANTO, 2003). Tyto mykotoxiny jsou nebezpečné pro hospodářská zvířata i člověka. Mimořádný význam má také snížení klíčivosti u osivové kukuřice, které může při významném napadení klesnout o více než 20 % (ROTEKL, 2008).

Přestože pochází z teplejších oblastí Evropy, v současné době již "zdomácněl" na většině území ČR (Škůdci.com, 2008). Nejvyšší výskyt je zaznamenán stále na jižní Moravě a ve středních Čechách. V poslední době se vyskytuje též ve východních Čechách v oblasti Polabí. V okrese Ústí nad Orlicí byly rovněž zaznamenány škodlivé výskyty. Na Moravě se zavíječ kukuřičný vyskytuje kromě kukuřičné oblasti i po celé oblasti řepařské, především v okresech Prostějov, Vyškov a Kroměříž. Problém spočívá v tom, že v teplých letech se škůdce šíří i do oblastí, kde se v minulosti nevyskytoval.

Housenky zavíječe kukuřičného vytváří kruhové otvory a chodby v rostlinných stéblech a palicích o velikosti v průměru 3 - 4 mm. Postižené rostliny se lámou a poléhají (viz obr. č. 8), což má za následek snížení výnosu v rozmezí 5 – 40 %. Housenka přezimuje ve zbytcích stonků na kukuřičném strništi. Zavíječ kukuřičný potřebuje pro svůj život vlhčí a teplejší prostředí (BOUMA, 2006). Literatura uvádí, že škodí jen jedna generace, druhá se objevuje jen velice zřídka v nejteplejších oblastech.

Poslední roky význam a škody narůstají, v roce 2006 se napadení palic a stonků pohybovalo v oblastech s menším zastoupením kukuřice od 10 do 30 % a v oblastech s vyšším zastoupením od 20 do 40 %. Pokud v této oblasti následovala v osevním sledu kukuřice po kukuřici, dosahovalo napadení až 90 %.

ROTEKL (2006) podotýká, že v posledních letech se škodlivost zavíječe zvyšuje. V minulosti se tento škůdce v hospodářsky významné míře vyskytoval pouze v teplejších oblastech České republiky a napadal především kukuřici pěstovanou na zrno. V současné době jsou však významné škody shledány i na kukuřici pěstované na siláž, kde se počítá spíše s nepřímými ztrátami v podobě snížení kvality produktů vlivem poškození housenkami zavíječe. Zavíječ kukuřičný je polyfágním druhem, to znamená, že běžně se vyskytuje na různých větších bylinách jako slunečnice, lebedy, merlíky apod., ale kukuřice je pro něj velmi výhodnou hostitelskou rostlinou. V současné době je tedy zavíječ kukuřičný považován za nejvýznamnějšího škůdce kukuřice, protože se rozšířil do všech oblastí České republiky, kde se kukuřice pěstuje.

Početnost zavíječe kukuřičného ovlivňuje průběh povětrnostních podmínek. Vysoký počet housenek se objevuje při vyšších teplotách a vysoké vzdušné vlhkosti, které představují příznivé podmínky pro nakladení vajíček a zdárný průběh embryonálního vývoje. Naopak suché počasí má za následek vyšší mortalitu a snižuje tak výskyt housenek i jejich negativní působení.

Zavíječ kukuřičný způsobuje dva typy škod. Přímé škody mají na svědomí housenky zavíječe a to svým žírem ve stéblech (mám na obrázcích) a v palicích kukuřice. Nepřímé škody vznikají napadením infikovaných houbových chorob.

2.3.2 Bázlivec kukuřičný

Bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera Le Conte*) je dalším významným škůdcem, pro kterého je jedinou kulturní plodinou, kde tento brouk způsobuje hospodářské škody, právě kukuřice (zejména kukuřice setá) (AGROMANUÁL, 2008).

Tento brouk (viz obr. č. 9) pochází z Ameriky, do Evropy byl zavlečen na přelomu 80. a 90. let 20. století, od té doby se invazivně šíří kontinentem. První výskyt v České republice byl zaznamenán v roce 2002. Ačkoliv na území Evropy zatím nepůsobí příliš velké přímé hospodářské škody, rozšiřuje se do nových oblastí a jeho populace narůstá, čímž přirozeně stoupá i hospodářská škodlivost (KOUBOVÁ, 2006).

Poddruh *D. v. virgifera* je rozšířený v celé oblasti pěstování kukuřice na severoamerickém kontinentě, což poukazuje na významnou schopnost škůdce přizpůsobit se různým klimatickým podmínkám, a signalizuje tak nebezpečí pro pěstitele kukuřice v Evropě, kam se právě tento poddruh rozšířil.

Bázlivec se rozšiřuje do nových oblastí hlavně díky svým dobrým letovým schopnostem. Imága (termín používaný pro dospělce) se mohou šířit i pasivně, tj. být unášena vzdušnými proudy.

Škody způsobují především larvy, které nejprve ožírají kořenové vlášení a postupně, jak rostou, i větší kořeny. Tím vyžírají chodbičky a kořenový systém kukuřice je tak oslaben, přijímá méně vody a živin. Stejně jako u zavíječe kukuřičného i napadení bázlivcem kukuřičným podporuje sekundární infekce. V případě silnějšího napadení (víc jak 50% poškození kořenového systému) dochází k poléhání rostlin (AGROMANUÁL, 2008).

Silně napadené rostliny odumírají. Nedostatečné srážky způsobují zbrždění růstu a vadnutí, které často končí celkovým vyschnutím.. Pokud však po poškození larvami nastanou silnější srážky, dojde k částečné regeneraci kořenového systému, rostliny se napřímí, mohou mít však charakteristicky ohnutá stébla. Takto napadené rostliny mají typický tvar nazývaný „husí krky“. Samotné larvy mohou způsobovat ztráty ve výši 30 – 70 % (KOUBOVÁ, 2006).

Dospělí jedinci se živí na kukuřici hlavně bliznami a pylem, v omezené míře zrny v mléčné zralosti nebo listy. Blizny jsou při vyrůstání z klasu postupně sežírány. Pakliže dojde k poškození blizen ještě před opylením, dochází k částečné hluchosti klasu a tím ke ztrátám na výnosu (AGROMANUÁL,2008). Škody, které škůdce způsobí na bliznách po opylení, už na výnosy zrna vliv nemají. Stejně jako u zavíječe kukuřičného závisí míra škod na počtu jedinců, kteří je tvoří.

Bázlivec kukuřičný je v České republice veden jako karanténní škůdce. Jedná se o hmyz jednogenerační, to znamená, že se pouze ve výjimečných případech vyskytuje druhá generace v jednom roce, která by škodila.

Larvy jsou velmi citlivé na půdní vlhkost. Suché půdy výrazně zvyšují jejich úmrtnost, rovněž půdy zaplavené vodou larvám nevyhovují. Lehké písčité půdy i těžké jílovité půdy vytvářejí značné překážky při jejich pohybu za potravou, neboť tyto půdy nemají dostatek vhodných pórů.

KOUBOVÁ (2006) uvádí, že ekonomický práh škodlivosti závisí na klimatických podmínkách, metodách pěstování kukuřice (opakované výsevy či monokultury), půdním typu, termínu výsevu, odrůdách a hybridech kukuřice, počtu rostlin na ploše, termínu objevení se blizen, produkci pylu apod. Na základě výzkumu bylo zjištěno, že práh hospodářské škodlivosti v porostech kukuřice na osivo nastává při výskytu 1 - 3 dospělců na jednom klasu ve fázi kvetení. V případě pěstování kukuřice na zrno představuje práh hospodářské škodlivosti 6 - 9 dospělců na jeden klas.

Výskyt a rozvoj škůdce podporuje podle KOUBOVÉ (2006):

- příliš časné setí, které poskytuje dostatek mladých kořenů pro larvy, pozdější setí může naopak napomoci ke snížení výskytu škůdce vzhledem k tomu, že larva po vylíhnutí nenajde včas kořeny kukuřice, na kterých by se mohla živit,
- příliš husté porosty, které jsou náchylnější k poléhání při poškození kořenů,

- přehnojení dusíkem podporující tvorbu mladých a jemných kořenů, které jsou vhodnou otravou pro larvy,
- závlahy, vlhké a teplé jaro, které vytvářejí vhodné podmínky pro líhnutí a přežívání velkého množství larev,
- vítr, který je dobrým prostředníkem při přeletu dospělců na větší vzdálenosti.

Stále více zemí v celé Evropě se zapojuje do sledování výskytu bázlivce kukuřičného vzhledem k jeho schopnosti rychle se šířit ať již přirozeným způsobem nebo pasivně na velké vzdálenosti za pomoci dopravních prostředků či větrem a k možnosti vzniku ekonomických škod v napadených porostech kukuřice.

Monitoring bázlivce je organizován a prováděn převážně rostlinolékařskými službami, ministerstvy zemědělství a karanténními laboratořemi, ale také agenturami pro bezpečnost potravin a zdraví lidí (AGES, Rakousko), asociacemi producentů kukuřice (Francie), entomology a specializovanými prognostiky (Maďarsko) (KOUBOVÁ, 2006).

V zemích, ve kterých se škůdce vyskytuje již delší dobu a způsobuje ekonomické škody, je prováděn nejen detekční monitoring pomocí feromonových lapáků za účelem zjištění dalšího šíření do oblastí, kde se tento škůdce ještě nevyskytuje, ale současně i stálý monitoring (FAO Standard), při kterém jsou používány feromonové lapáky společně s lepovými deskami nebo jen lepové desky. Důvodem tohoto monitoringu je sledování nárůstu populační hustoty škůdce v napadených regionech a zjišťování oblastí s výskytem ekonomicky škodlivých populací způsobujících ztráty na výnosech. Součástí stálého monitoringu je často kontrola výskytu a počtu larev tohoto škůdce v půdních vzorcích v měsíci květnu - červnu a odhaduje se podíl škod způsobených larvami v monokulturách kukuřice (Maďarsko, Bulharsko).

V roce 2006 provedla Státní rostlinolékařská správa (dále pouze "SRS") monitoring šíření bázlivce kukuřičného v České republice na 204 pozorovacích bodech pomocí feromonových lapačů typu Csalomon PAL. Lapače byly umístěny na polích, kde se pěstovala kukuřice, zvláště v oblastech se zvýšeným pěstováním kukuřice na zrno a opakovaným pěstováním kukuřice po kukuřici, dále v okolí větších mezinárodních letišť, překladišť silniční a železniční dopravy, významných silničních a železničních tahů a větších řek. Výsledkem pozorování bylo zjištění, že se bázlivec kukuřičný od roku 2002, kdy byl poprvé zaznamenán jeho výskyt na území České republiky, rozšířil prakticky na celé území Moravy a v roce 2006 byl odchycen i ve východních Čechách. Bázlivec kukuřičný byl v roce 2006 zachycen celkem na 67 pozorovacích bodech.

V rámci monitoringu bázlivce jsou vyhledávány pozorovací body. V některých zemích jako Česká republika nebo Rakousko se dokonce uplatňuje zaměřování GPS na pozemcích s většími výměrami kukuřice. Jsou vybírány zejména pozemky, na kterých je kukuřice pěstována po více let, nebo pozemky s monokulturami této plodiny staré 3 - 20 let (Itálie). KOUBOVÁ (2006) ještě dodává, že v zemích, v nichž se bázlivec dosud nevyskytl, jsou tyto pozorovací body situovány v okolí vstupních míst, hraničních tratí a silnic, letišť, dálnic, dálničních parkovišť, překládkových míst kukuřice a šlechtitelských stanic. Na základě zaměřování pozorovacích bodů a pozemků GPS jsou v Itálii, Německu a USA vytvářeny trojrozměrné mapy GIS, které slouží nejen k monitoringu výskytu a šíření bázlivce kukuřičného, ale také k prognóze jeho prostorového šíření v následujících letech a k ochraně.

2.4. Porovnání používaných metod ochrany

Ochrana kukuřice před zavíječem kukuřičným a bázlivcem kukuřičným není jednoduchou záležitostí. Z tohoto důvodu je třeba uplatňovat řadu opatření, která vedou k jeho redukci.

Nutnost potřeby hubení zavíječe je dána stupněm napadení, je tedy nezbytné zohlednit oblasti, kde se zavíječ pravidelně vyskytuje v silnější intenzitě, odolností odrůd vůči napadení, dobou sklizně, vzdálenost porostu od loňské kukuřice a způsoby zhodnocení sklizně. Obecně se používají mechanické, chemické a biologické způsoby možné regulace škůdce.

2.4.1. Preventivní a nepřímé metody

Podle KOUBOVÉ (2006) je při realizaci ochrany kukuřice proti oběma výše zmíněným škůdcům mimořádně důležité dodržovat zásady integrované ochrany rostlin. Systematické využívání agrotechnické ochrany umožňuje úsporu značných finančních prostředků, které by musely být v jiném případě investovány do aplikace insekticidů. Zkušenosti pěstitelů z balkánských zemí poukazují na efektivnost provádění agrotechnických ochranných opatření v podobě každoročního střídání kukuřice v osevním postupu s omezením monokulturního pěstování. Uvedená opatření jsou nejlevnějším řešením pro udržení škůdce pod prahem hospodářské škodlivosti.

Jak již bylo řečeno, základní preventivní ochranou je střídání kukuřice v osevním postupu. Pakliže se kukuřice nebude pěstovat monokulturně, nemělo by dojít k ekonomicky významným škodám. Za vhodnou předplodinu se doporučuje pšenice ozimá nebo ječmen jarní. Literatura se též shoduje na potřebě zničit výdrol kukuřice v předplodinách, stejně tak je nutná likvidace plevelů a používání hnojiv v aktuálním porostu kukuřice. Bylo zjištěno, že dusíkaté hnojivo používané v USA snižuje poléhání poškozených rostlin až o 44 %, podobného výsledku bylo dosaženo také v Srbsku, kde se toto opatření pozitivně osvědčilo. Navíc používání chlévské mrvy podporuje rozšiřování dravých roztočů, kteří jsou přirozenými nepřáteli bázlivce kukuřičného. Jako podpůrná opatření jsou hnojně využívána dusíkatá hnojiva, která značně snižují poléhání poškozených rostlin.

Mezi další agrotechnická opatření patří snaha o co nejnižší strniště, o dokonalé zapravení posklizňových zbytků a upuštění od minimalizačního zpracování půdy v oblastech, kde se předpokládá nebezpečí vyššího výskytu zavíječe. V blízkosti kukuřičných polí by neměla být pěstována slunečnice ani další plodiny, jejichž květy produkují velké množství pylu, a jsou tudíž pro škůdce atraktivní.

Jak uvádí KOUBOVÁ (2006), efektivnost těchto opatření souvisí s využíváním poznatků o biologii škůdce, resp. o způsobu jeho života a nárocích na prostředí. Při hodnocení nároků larev na půdní prostředí byla nalezena značná shoda s požadavky kukuřice.

Státní rostlinolékařská správa doporučuje sklidit kukuřičné rostliny co nejníže. Dále je třeba co nejdříve odstranit kukuřičnou slámu z pole a v žádném případě neponechávat nesklizenou slámu na poli přes zimu. Osvědčilo se rozdrtit zbytky stébel a orbou je zapravit do hloubky 30 cm.

Z hlediska agrotechnické ochrany se jako obecně vhodná předplodina pro kukuřici jeví taková plodina, do které samička škůdce neklade vajíčka a která larvám neposkytuje vhodnou potravu pro jejich vývoj. V USA se jako vhodná předplodina používala sója, která se v této zemi pěstuje, stejně jako kukuřice, na velkých plochách. Působením víceletého používání sóji však začaly samičky klást vajíčka i do porostů této plodiny. Larvy, které se vylíhly v následujícím roce, způsobovaly v kukuřici stejné škody jako při jejím pěstování v monokultuře. Podobné poznatky byly zaznamenány též v souvislosti s vojtěškou jako další předplodinou.

2.4.2. Chemická ochrana

Vzhledem k možnosti úspěšného využívání agrotechnických ochranných opatření má použití chemické ochrany opodstatnění hlavně při monokulturním pěstování kukuřice. Provádí se spíše proti larvám a v tomto případě je účinné moření osiva a aplikace půdních granulovaných a kapalných insekticidů. Chemické ošetření proti dospělcům se v praxi provádí velmi zřídka a pouze u kukuřice pěstované na osivo, zrno nebo na popcorn (AGROMANUÁL, 2008).

Podle SRS (2007) se jako ochrana proti zavíječi se nabízejí obvyklé pesticidní zásahy, které jsou provázeny běžnými riziky. Před použitím insekticidů proti larvám nebo dospělcům je potřeba vycházet z hodnocení populační hustoty škůdce, neboť v opačném případě by byla aplikace nerentabilní. Velice důležité je přesné stanovení termínu zásahu. Signalizace by sice měla být precizně propracovaná, ale konkrétně zavíječ může nalétávat ve vlnách, na které jedno ošetření nestačí. Navíc ne vždy se technika dostane do porostu v potřebném termínu.

ROTEKL (2006) je toho názoru, že nejpřesněji se chemická aplikace stanovuje na základě líhnoucích se housenek. Účinnost chemického ošetření je přímo závislá na správné signalizaci výskytu motýlů v porostu kukuřice, neboť tyto přípravky mají účinek pouze na mladé housenky do doby, než se dostanou dovnitř rostliny.

Ošetřuje se jen kukuřice na zrno. Pro indikaci ošetření nejsou zatím spolehlivá kritéria. Je nutno zohlednit oblasti, kde se zavíječ pravidelně vyskytuje v silnější intenzitě, náchylnost odrůdy k napadení i vzdálenost porostu od loňské kukuřice. Obvykle bývá více napadena nejen kukuřice po kukuřici, ale i kukuřice v těsném sousedství.

V současné době testují chemické firmy insekticidy proti larvám, resp. dospělcům, které poskytnou pěstitelům účinné prostředky v boji proti tomuto škůdci a umožní pěstovat kukuřici v požadovaném rozsahu za současného využívání uvedených zásad integrované ochrany rostlin (KOUBOVÁ, 2006).

Jak již bylo výše naznačeno, chemická ochrana se liší u larev a dospělců. Chemická ochrana proti larvám spočívá v aplikaci insekticidních mořidel nebo půdních insekticidů při výsevu kukuřice. Chemický průmysl nabízí několik druhů těchto pesticidů a přehledně je shrnula KOUBOVÁ (2006). Granulované půdní insekticidy se mohou aplikovat buď plošně se zapravením do půdy ihned po aplikaci, nebo se mohou rovněž aplikovat pásově, a to speciálním aplikátorem do řádku při setí nemořeného osiva kukuřice. Kapalné půdní insekticidy se aplikují přímo do půdy k vysévanému osivu současně se setím do seťového lůžka. Přípravek se vpravuje pomocí tzv. peristaltického čerpadla umístěného na secím stroji. Jiný způsob nabízí tzv. kapková aplikace, kdy se do půdy vpravuje koncentrovaný kapalný insekticid tak, že v pravidelných intervalech odkapává na dno seťového lůžka k osivu a je zahrnutý půdou. Způsobem tzv. řádkové aplikace se přípravek vpravuje do půdy s vodou souvislým proudem zároveň s výsevem.

Účinnost insekticidů aplikovaných proti larvám závisí na mnoha faktorech. Mezi hlavní činitel, které a ni mají vliv, patří populační velikost škůdce, dynamika líhnutí larev (obvykle trvá 3 - 4 týdny) a především termín jejich aplikace. KOUBOVÁ (2006) uvádí, že nejcitlivější vůči insekticidům jsou larvy prvního vývojového stadia. Čím jsou totiž larvy starší, tím je jejich odolnost vůči insekticidům vyšší.

Použití insekticidních mořidel se doporučuje použít při mírném překročení prahu hospodářské škodlivosti. Pakliže je výskyt larev závažnější, nastupuje aplikace půdních insekticidů v době výsevu.

Správný výběr aplikace konkrétní formy insekticidu je v každém případě potřeba zvolit na základě zhodnocení úrovně zamoření pozemku populací larev. Obecně je aplikace opodstatněná pouze v případě překročení prahu hospodářské škodlivosti larev, tzn. po zjištění výskytu kritického počtu larev. Identifikace tohoto kritického bodu je důležitá proto, že larvy se líhnou až v období po aplikaci insekticidu.

Jako praktická, ale zato poměrně náročná metoda využívaná při předpovídání tohoto prahu, se používá pozorování náletu imág do feromonových lapačů. Díky tomuto sledování je možno zjistit, jak veliká je populace škůdce na pozemku kukuřice, na kterém se zamýšlí tato plodina pěstovat v následujícím roce. Obvykle se do porostu kukuřice umisťuje 2 - 6 výše zmíněných lapáků, a to ve výši kukuřičného klasu. Poté se v pravidelných sedmidenních intervalech kontroluje počet dospělců chycených na lapácích. Signálem pro potřebu provedení insekticidního ošetření v následujícím roce je situace, kdy se v průběhu týdne chytí na jeden lapák 35 a více brouků. KOUBOVÁ (2006) ještě dodává, že výhoda této metody spočívá ve snížení vlivu krátkodobých změn počasí na získání průměrného množství imág v porostu za týden, které by ovlivňovaly výsledek např. v porovnání s metodou přímého počítání brouků na kukuřici.

Provedení ochrany proti dospělcům je třeba použít hlavně při pěstování kukuřice na zrno nebo na osivo, případně lahůdkové kukuřice (AGROMANUÁL, 2008). K poškození porostů dochází v případě, kdy se v období před kvetením, resp. během kvetení vyskytují v porostu kukuřice imága škůdce, a to v počtu, který představuje práh hospodářské škodlivosti. Jak již uvedla KOUBOVÁ (2006), pro kukuřici pěstovanou na osivo představuje tento počet 1 - 3 dospělce na klas, pro kukuřici pěstovanou na zrno 6 - 9 dospělců na klas. Samotná aplikace insekticidu se doporučuje provést pomocí letadla, případně speciálním postřikovačem určeným pro aplikaci pesticidů ve vysokých plodinách. Důvodem je skutečnost, že v období aplikace je porost kukuřice příliš hustý a již vzrostlý a tudíž samotný zásah je tak obtížný. Zkušenosti ze Srbska ukázaly, že vysoce účinné jsou přípravky na bázi *malationu, diazinonu, fosmetu, bensultrapu* a *pyrethroidů.*

Jak už to tak bývá, jakákoliv forma insekticidního ošetření, ať už pomocí půdních insekticidů, mořidel proti larvám či ošetření insekticidy proti dospělcům, má řadu úskalí a jeho účinnost není nikdy stoprocentní. Účinnost chemického ošetření kolísá v rozmezí 60 – 80 %. GIANESI *et al*. (2003) uvádí účinnost chemického ošetření na úrovni 75 %. KOUBOVÁ (2006) zmiňuje pokusy v Rakousku, které ukázaly, že výnosy po ošetření osiva byly o 60 % vyšší než výnosy bez ošetření osiva.

Kromě pozitivní ekonomické stránky byl vyzdvižen též přínos pro životní prostředí, neboť ve srovnání s ošetřením půdy, u něhož je potřeba již výrazně nižší množství insekticidu než při použití postřiku, přichází při ošetření osiva do kontaktu s účinnou látkou jen jedna desetina půdní plochy. Nedostatečná účinnost a dodatečné náklady na postřik jsou dle GOMÉZE-BARBERA *et* RODRÍGUEZE-CEREZA (2006) důvodem, proč mnoho farmářů chemickou ochranu proti zavíječi neprovádí.

Při výběru půdních insekticidů je nutné mít na paměti, že je třeba tyto pesticidy každoročně obměňovat, neboť se minimalizuje vliv mikroorganismů podílejících se na jejich biologickém rozkladu.

Vedle tradičních způsobů ochrany rostlin proti zavíječi kukuřičnému jsou hledány a vyvíjeny nové způsoby, jak zabránit škodám působeným tímto škůdcem. V r. 2003 byl v USA ve státě Illinois proveden pokus s masovým odchytem škůdce pomocí lapáků IRC (Intensive Rootworm Collection), které byly rozmísťovány po obvodu zkušebních polí ve výšce kukuřičných klasů. Byla využita metoda tzv. odchýlení (odstínění), při které se do lapáků umísťuje v měsíci srpnu a září látka syntetický *kairomon.* Bylo zjištěno, že toto syntetické vnadidlo způsobuje značnou redukci populace. Zjištěný počet vylíhnutých dospělců škůdce se na pokusných parcelách ve srovnání s kontrolními pohyboval v poměru 17:93.

Podle informace SRS (2007) se registrované přípravky aplikují za týden po prvém maximu náletu motýlů. Za týden po druhém výrazném náletu motýlů se ošetření opakuje. *Teflubenzuron* se však aplikuje v době maxima náletu motýlů do světelných lapačů a pakliže dojde ke druhému výraznému vrcholu náletu do světelných lapačů, ošetření se opakuje.

V rámci chemické ochrany jsou registrované některé postřikové přípravky. AGROMANUAL (2008) podává výčet některých z nich: ALFAMETHRIN , BIOBIT WP, BIOBIT XL, DECIS EW 50, DECIS FLOW 2,5, DECIS MEGA, DECIS 15 EW, EXPLICIT PLUS, INTEGRO, KARATE se ZEON technologií 5 CS, NOMOLT 15 SC, STEWARD, STOCKER, TRICHOCAP, TRICHOPLUS nebo VAZTAK 10 SC.

Jako velice účinný insekticid bývá v literatuře označován přípravek Integro s dlouhou reziduální účinností od 4 do 6 týdnů a navíc je selektivní k užitečnému hmyzu včetně dravé vosičky *Trichogrammy*. Přípravek Nomolt 15 SC se aplikuje v době maxima náletu motýlů do světelných lapačů. Jestliže dojde ke druhému výraznému vrcholu náletu do světelných lapačů, ošetření se opakuje.

KOUBOVÁ (2006) ještě zmiňuje polní pokusy prováděné na jihu Maďarska v roce 2003. V rámci těchto pokusů se sledovala účinnost insekticidních mořidel Cruiser (*thiamethoxan*), Force 20 CS (*tefluthrin*) a Gaucho (*imidacloprid*) a dále granulátů Force 0,5 G (*tefluthrin*), Force1,5G (*tefluthrin*) a Counter (*terbufos*) v porostu tříleté monokultury kukuřice, která byla silně zamořená larvami. Z testovaných přípravků, resp. jejich variant, se jako nejúčinnější ukázaly přípravky Cruiser a Force.

2.4.3. Biologická ochrana

V souvislosti s ochranou kukuřice proti hmyzím škůdcům jsou uplatňovány i některé biologické metody. ROTEKL (2006) rozděluje tuto formu ochrany na bázi makroorganismů, kdy se využívá přípravek Trichocap (viz obr. č. 13) v podobě vaječného parazitoida vosičky *Trichogramma evanscens* nebo přípravek Trichoplus, který obsahuje 80 % kukel *T. pintoi* a 20 % kukel *T. evanscens*. Na bázi mikroorganismů se pak v rámci ochrany v kukuřici jedná o přípravek Biobit WP či XL (*Bacillus thuringiensis spp. kurstaki*) pro moření množitelského osiva, na bázi makroorganismů pak Trichocap a Trichoplus. Trichocap je biologický přípravek obsahující vaječného parazitodida, a to vosičku *Trichogramma evanescens*.

V roce 2006 byly v rámci biologické ochrany kukuřice před zavíječem použity kapsle obsahující kukly vosičky *Trichogramma brassicae* s označením Biotop, která se postupně líhne a pokrývá větší část období s nakladenými vajíčky.

Metoda ochrany kukuřice pomocí parazitické vosičky rodu *Trichogramma* se v posledních letech v České republice významně rozšířila. Princip spočívá v tom, že vosičky rodu *Trichogramma* prodělávají svůj vývoj ve vajíčkách různých druhů motýlů. Samičky čichem vyhledávají snůšky zavíječe kukuřičného a kladou svá vajíčka do vajíček tohoto škůdce. Ve vajíčku hostitele se pak líhne nová generace a vylíhlé larvy se živí vaječným obsahem (REMEŠOVÁ, 2005).

Přípravek se aplikuje dvakrát dle náletu motýlů, nejprve na počátku náletů do lapáku (viz obr. 11 a 12) formou rozvěšování kornoutů s kapslemi na rostliny. Druhá aplikace nastává znovu za týden až deset dní po první aplikaci (ROTEKL, 2006). Protože biologický materiál lze pouze krátkodobě (do 48 hodin) přeskladnit, je přípravek dodáván v termínu aplikace. Signalizaci optimálního termínu aplikace provádí v rámci dodávky dodavatel (SRS, 2008).

Na nákup dravé vosičky existovala dotace od Ministerstva zemědělství ve výši 50 % Účinnost této metody je velice variabilní, a to až v rozmezí 15 – 70 % (DAEMS, DAEMON *et al*, 2007). MANÁSEK (2006) uvádí průměrnou účinnost této metody ve výši 50 %.

Přestože ochrana pomocí vosičky je ekonomicky efektivní, není zatím dostatečně prokázán vliv na kvalitu produktů. Přestože existuje řada poznatků o použití vosičky rodu *Trichogramma* (HASSAN & WÜHNER 1997 in REMEŠOVÁ, 2005), je stále možno zvyšovat efektivitu používání technikou masových chovů, formulací prostředku ochrany, časováním aplikace a zdokonalením aplikační techniky (REMEŠOVÁ, 2005).

KOUBOVÁ (2006) uvádí další metodu v rámci biologické ochrany proti bázlivci kukuřičnému, a to formou využití entomopatogenních hlístic původem z východní Evropy. Výzkum byl proveden v Německu zjišťováním účinků u *Steinernema carpocapsae, S. feltiae, S. arenarium, S. glaseri, S. kraussei, S. bicornutum, S. abassi* a *Heterorhabditis bacteriophora*. V karanténní laboratoři byla hodnocena schopnost uvedených hlístic parazitovat larvy a dospělce škůdce. Nejvyšší účinnost, která se pohybovala okolo 93 %, byla prokázána u *Heterorhabditis bacteriophora* a *Steinernema feltiae*. Závěrem lze dodat, že tyto hlístice jsou nejefektivněji použitelné u malopěstitelů kukuřice a v porostech kukuřice pěstované na osivo.

Další zajímavý poznatek, též uvedený KOUBOVOU (2006), byl zjištěn vědci ze švýcarské Univerzity Neuenburg ve spolupráci s odborníky z dalších výzkumných ústavů. Těmto odborníkům se podařilo prokázat, že poškozené rostliny kukuřice se vytvářením aromatické látky *(E)-beta-caryophyllenu* ve svých kořenech mohou bránit proti bázlivci kukuřičnému. Příčina tkví v tom, že tato látka přitahuje hlístice, které napadají a usmrcují larvy bázlivce.

Tohoto poznatku však nebylo dosaženo u odrůd kukuřice pěstovaných v Severní Americe, neboť schopnost produkovat tuto látku se zřejmě během procesu selekce ztratila. Z toho tudíž plyne závěr, že kukuřice, která se nyní v Severní Americe pěstuje, není schopna se bázlivci touto cestou bránit. Zmíněný poznatek vytváří naději, že v budoucnu by se mohly pěstovat odrůdy kukuřice, které by obsahovaly tyto látky a to v takové koncentraci, která by podpořila účinnost hlístic. Využití této metody by přineslo pozitivum i pro přírodní prostředí, neboť uvedený způsob ochrany by měl za následek snížení aplikace obtížně odbouratelných pesticidů a navíc by zemědělcům v důsledku této redukce snížily náklady na aplikaci pesticidů.

Jako perspektivní se ukázalo také použití aromatických látek, které snižují intenzitu páření dospělců. Výzkumy probíhaly v rámci výzkumného projektu EU na Univerzitě v Gießenu v Německu (KOUBOVÁ, 2006).

2.4.3. Transgenní plodiny

Bohužel, tradiční metody ochrany proti zavíječi kukuřičnému (chemické, biologické či mechanické) zdaleka nefungují stoprocentně a navíc mnohdy negativně ovlivňují životní prostředí. Proto se jako za velmi spolehlivou známou ochranou jeví pěstování geneticky modifikované kukuřice, tzv. *Bt* hybridů kukuřice, které jsou vůči škůdci odolné.

V mnohých evropských zemích jsou již povoleny výsevy odrůd rezistentních k zavíječi, které představují i možnost efektivnějšího způsobu potlačování tohoto škůdce (SYNGENTA, 2006).

Podstatou rezistence kukuřice je přítomnost tzv. *Bt* proteinu pocházejícího z bakterie *Bacillus thuringiensis*, mající smrtící účinek na hmyz. Převážná většina dnes existujících transgenních rostlin rezistentních vůči hmyzu má do svého genomu zaveden gen kódující protein z *Bacillus thuringiensis* (REMEŠOVÁ, 2005).

Bt protein má smrtící účinek na hmyz. Po přenesení genu z bakterie do rostliny jsou rostlinné buňky schopny produkovat toxin pro hmyz. Aby rostlina vykazovala dostatečné insekticidní účinky, je třeba dosáhnout koncentrace 0,1 – 1 % insekticidního proteinu z celkového objemu proteinů. KOCOUREK (2000) je toho názoru, že místo přímého postřiku přípravkem na bázi *Bt*, které se u řady plodin u nás dlouhodobě používá, se rostlina dokáže proti škodlivému hmyzu bránit sama.

Velkým přínosem této metody ve srovnání s používanými insekticidy je působení *Bt* kukuřice pouze na cíleného škůdce, takže užitečný hmyz tak zůstává uchráněn.

Společnost MONSANTO uvádí, že kukuřice YieldGard®, kterou na trhu nabízí, produkuje dostatečné množství *Bt* proteinu v listech, stoncích a klasech, kterým se kukuřice účinně chrání proti zavíječi kukuřičnému od výsevu až po sklizeň. Rostliny kukuřice tak mají možnost se normálně vyvíjet, přijímat živiny, vodu a tudíž lépe odolávat možným nepříznivým povětrnostním podmínkám.

Kromě výše zmíněné výhody, a to ochrany a odolnosti rostliny proti specifickému škůdci v průběhu celé vegetace, poskytuje navíc transgenní kukuřice ochranu proti doprovodné sekundární infekci (REMEŠOVÁ, 2005 uvádí dokonce až o 80 %) a navíc zvyšuje skliditelný výnos. Tab. č. 4 a obr. č. 10 porovnávají napadení kukuřice bez ochrany a *Bt* kukuřice před zavíječem kukuřičným. Jak uvádí ROTEKL (2006), došlo v roce 2005 u *Bt* hybridů ke zvýšení výnosu zrna o 1,8 t/ha a v roce 2006 o 1,4 t/ha. Při tehdejších výkupních cenách 3 500 Kč/t to znamenalo zvýšení tržeb pro zemědělce o 4 900 Kč/ha. Zvýšená cena za *Bt* osivo se tak pěstiteli mnohokrát vrátila. Navíc pěstitelé dosahují úspor přímých nákladů na pěstování kukuřice, neboť již není třeba jakéhokoliv chemického či biologického ošetření. V neposlední řadě z této technologie těží životní prostředí, které je tak podstatně méně zatížené.

KOUBOVÁ (2006) zmiňuje důležitou komponentu při pěstování insekt-rezistentní kukuřice, a to používání postupů k řízení vzniku rezistence (Insect Rezistance Management, IRM) za účelem oddálení vzniku možné rezistence škůdce. IRM využívá systém refugií, tj. útočišť, která slouží k zachování generace citlivé na *Bt*.

Od r. 2004 nabízí Monsanto farmářům v USA také kukuřici YieldGard-Plus rezistentní jak vůči zavíječi kukuřičnému, tak i vůči bázlivci kukuřičnému. Na americký trh byla uvedena rovněž kukuřice YieldGard-Plus/RoundupReady tolerantní vůči herbicidu Roundup a současně rezistentní vůči dvěma nejvýznamnějším škůdcům kukuřice – zavíječi kukuřičnému a bázlivci kukuřičnému. Všechny typy poskytují jak efektivní ochranu proti těmto škůdcům, tak snížení množství aplikovaných insekticidů. Tříleté polní pokusy navíc potvrdily, že oproti nejúčinnějším běžně používaným insekticidům zajišťuje YieldGard-Plus permanentní ochranu proti tomuto škůdci.

2.5. Cost-benefit analýza pěstování GM plodin

2.5.3. Analýza nákladů a výnosů

Biotechnologie má pozitivní dopad na příjem farmářů plynoucí z kombinace zvýšené produkce a schopnosti zisku.

V roce 2004 byl přímý zisk farmářů z GM plodin ve světě $4,8 bilionů. Nejvyšší zisk vykázal sektor sóji, velkou měrou z úspor nákladů. Značné výnosy byly shledány v sektoru bavlníku skrze kombinaci vyšších výnosů a nižších nákladů. V roce 2004 vzrostl příjem z GM bavlníku o $1,62 bilionů v zemích bavlník adoptujících. Značný nárůst příjmů byl také zaznamenán v sektoru kukuřice a canoly (GOMÉZ-BARBERO, 2006).

Kombinace GM insekt -rezistentní (IR) a GM herbicidně - tolerantní (HT) technologie v kukuřici posílil příjem zemědělců o $2,5 bilionů (BROOKES *et* BARFOOT, 2005). Tab. č. 9 shrnuje příjmy z pěstování GM plodin v letech 1996–2004.

Adopce GM plodin přináší potenciální účinky na příjmy a náklady v porovnání s konvenčními plodinami. U některých *Bt* plodin se očekává snížení ztrát na výnosech přisuzované škodlivému hmyzu. U HT plodin se očekává úspora nákladů skrze jednodušší a více flexibilní semenný management založený na jediném nebo pouze malém počtu herbicidů. GM osivo je nákladnější než jeho konvenční protějšek (GOMÉZ-BARBERO, 2006).

Analýza nákladů a výnosů pro GM HT cukrovku v Irsku ukazuje v roce 2004 přínos pro EU přibližující se €169 mil/rok. Z výsledků plyne, že pro GM HT cukrovku znamenalo snížení objemu postřiků a počtu aplikací se započtením zvýšených nákladů na GM osivo a technologii úsporu nákladů v průměru €85,63/ha (6,06 %), představující 9,69% nárůst hrubého zisku. Na základě této studie vykázala GM HT cukrovka vyšší rentabilitu pěstování než její konvenční protějšek. Byl také zaznamenán nárůst hrubého zisku. Tyto údaje naznačují, že určité GM plodiny by mohly poskytovat významný ekonomický přínos pro irské farmáře, ačkoliv v roce 2004, kdy byla studie provedena, se v Irsku nepěstovaly žádné GM plodiny (FLANNERY *et al*., 2004).

Určitý počet studií provedených nezávislými vědci ukazuje, že výnosy GM plodin jsou nižší, nebo při nejlepším stejné, jako výnosy z ne-GM plodin. Snížení výnosů bylo zaznamenáno především u RR sóji. Podle tohoto zdroje nezávislá studie provedená statistiky americké vlády ukazuje, že tři hlavní plodiny (sója, bavlna, řepka) vedly k nárůstu použití herbicidů v roce 1996 v přepočtu €185,5 mil. Zatímco stoupenci biotechnologického průmyslu deklarují nárůst zisku z pěstování GM plodin, neprůmyslové zdroje jsou toho názoru, že konvenční zemědělství je stejně, ba dokonce více ziskové než zemědělství s GMO. Podle tohoto zdroje jsou navíc GM plodiny spojeny s vyšším použitím pesticidů a nižšími výnosy než jejich protějšek (FoE, 2007).

Na místě je tedy otázka, proč američtí farmáři pěstují HT sóju a neustále zvyšují její plochu. Farmáře mohou přitahovat jisté výhody jako snazší regulace zaplevelení, vyšší flexibilita a úspora času. Tato plodina není specificky určena k poskytování lepších výnosů, ale ke snižování nákladů a zjednodušení procesů a postupů managementu zabývajícího se osivem. Na základě ekonometrických modelů byly shledány vyšší výnosy HT sóji oproti jejímu konvenčnímu protějšku, i když tento rozdíl byl nepatrný (GIANESSI, 2005, QAIM et TRAXLER, 2005 in GÓMEZ-BARBERO, 2006).

HT sója je tolerantní ke *glyfosátu*, který je účinný na široké spektrum plevelů. Je obvykle levnější než ostatní herbicidy a nahrazuje použití kombinace 3 - 4 různých produktů (CARPENTER, 2001 *et* FERNANDEZ-CORNEJO, *et al*., 2002 in GOMÉZ-BARBERO, 2006). K úspoře nákladů tak dochází díky menšímu množství operací, nižší potřebě času a práci a úspoře nákladů na využití strojů.

CARPENTER *et* GIANESSI (2001) in GOMÉZ-BARBERO (2005) shledali, že výnosy *Bt* kukuřice byly v období 1997 - 1999 v USA v průměru vyšší než výnosy konvenční kukuřice, ačkoliv pro roky 1998 - 99 shledali farmáři pěstující *Bt* plodiny nižší příjmy na ha než konvenční farmáři.

V roce 2001 a 2002 bylo zanalyzováno šest pozemků s konvenční a *Bt* kukuřicí. Z výsledků plyne, že zemědělci byli schopni snížit náklady na pesticidy s výjimkou jednoho pozemku, kde byly pesticidy u konvenční kukuřice užity v malém množství. Pro období 2002 - 2004 docílili španělští zemědělci pěstující *Bt* kukuřici zvýšení hrubého zisku v porovnání s konvenčními zemědělci. Celkově je rozdíl v hrubém zisku v průměru €85/ha/vegetační období. To představuje v průměru 13% nárůst hrubého zisku dosaženého pěstiteli kukuřice ve Španělsku včetně dotací. Nebyly shledány žádné rozdíly v cenách přijatých španělskými farmáři pro *Bt* a konvenční kukuřici. Bylo shledáno, že hospodářské přínosy jsou převážně zásluhou lepších výnosů *Bt* kukuřice v porovnání s konvenční (GÓMEZ-BARBERO *et* RODRÍGUEZ-CEREZO, 2006).

2.5.4. Ekonomické aspekty koexistence

V souvislosti s narůstajícími plochami GM plodin v celosvětovém měřítku a tím rostoucími obavami zemědělců, kteří tyto plodiny nepěstují, se často diskutuje na téma souběžné a do budoucna udržitelné existence všech dostupných pěstebních systémů, a to konvenčních, ekologických pěstebních systémů využívajících GM odrůdy polních plodin.

Pojem koexistence lze chápat ze dvou pohledů. Dle ČEŘOVSKÉ (2005) je širší pohled vnímán jako souběžná existence dvou a více různých pěstitelských technologií, a to konvenční bez GM plodin, s GM plodinami a ekologickou v souladu s legislativou EU. Dle MESSEÁNA *et al.* (2006) koexistence náleží ke schopnosti farmářů vybrat si, jakou (výše uvedenou) pěstitelskou technologii a kulturní plodiny bude využívat.

Zemědělské pěstební systémy s biotechnologií a bez ní by tedy měly být možné pouze za předpokladu, že žádná z forem zemědělství nebude vyloučena (SANVIDIO *et al.*, 2005a). Je třeba si uvědomit, že pravidla koexistence se vztahují jak na plodiny tak na osivo a produkty.

V souladu doporučením Komise č. 556/2003 Česká republika vyvinula národní pravidla koexistence. Závazná opatření jsou dvojí: musí být zaznamenány pěstované GM plodiny a musí být dodržovány vyhovující izolační vzdálenosti. Pro rok 2006 byly izolační vzdálenosti ustáleny na 70 m pro konvenční pole. Pro ekologické zemědělství byla tato hranice stanovena na 200 m (DAEMS *et al*., 2006).

Pro kukuřici jako jedinou *Bt* plodinou pěstovanou v ČR bylo, kromě dodržování izolačních vzdáleností a pěstování tzv. obsevů konvenční kukuřice okolo GM kukuřice, stanovena též řada technických opatření, jako např. čištění secích, sklizňových a dopravních strojů. Tato opatření se doporučují též pro případ smíchání produktů při sklizni (GÓMEZ-BARBERO *et* RODRÍGUEZ-CEREZO, 2006). To znamená, že GMO ani produkt z něho pocházející se nesmí vyskytovat jak v bioproduktu tak ve vyrobené biopotravině, osivu nebo krmivu používané na ekofarmě.

V případě porušení výše uvedených podmínek je sankciován právě ekologický zemědělec, a to pokutou do výše 50 000 Kč nebo dokonce zrušením registrace ekologického zemědělce (LEIBL, 2005).

Koexistence mezi GM a konvenčními produkty vyzvedává otázku práva na informování spotřebitelů. Toto právo může být aplikováno označováním potravin za účelem zajištění informovanosti spotřebitelům, co doopravdy konzumují (BOISSON de CHAZOURNES *et* MBENGUE, 2005). Je třeba označovat jednak samotné GMO a zároveň produkty je obsahující nebo z nich vyrobené. Označovat je nutné i v případech, kdy podíl jednotlivých GM složek v produktu je vyšší než 0,9 %, a to za předpokladu, že přítomnost těchto GM složek je náhodná (nezáměrná) a technicky nevyhnutelná. Záměrné GM příměsi je nutné označit i za předpokladu, že nedosahují podílu 0,9 %.

3. Cíl práce a metodika

3.1. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je shrnout dosavadní poznatky týkající se problematiky geneticky modifikovaných plodin. První část práce je zpracována formou literární rešerše na základě studia odborné literatury. Data jsou čerpána jak z českých tak ze zahraničních zdrojů. Literatura byla důsledně prostudována tak, aby bylo možno vytvořit odpovídající a logickou strukturu této práce.

Cílem druhé části práce, a to vlastní práce, je vyhodnocení technologických a ekonomických aspektů zavádění transgenní kukuřice v podmínkách České republiky prostřednictvím ekonomických nástrojů a ukazatelů. Práce je tedy zaměřena na kukuřici odolnou proti zavíječi kukuřičnému jako jedinou v ČR povolenou GM plodinu pěstovanou od roku 2005. V rámci metod ochrany byly vybrány tři metody – chemická, biologická a metoda využívající *Bt* odrůdy. Tyto metody ochrany proti škůdcům se vztahují na dva vybrané škůdce, a to zavíječe kukuřičného a bázlivce kukuřičného. Cílem je ověřit, zda *Bt* odrůdy jsou pro pěstitele technologicky i ekonomicky přínosnější ve srovnání s tradičními odrůdami a zda *Bt* hybridy představují ekonomicky výhodnou alternativu v ochraně proti oběma škůdcům.

3.2. Metodika

Na základě dostupných literárních poznatků, týkajících se klasické ochrany kukuřice proti dvěma významným škůdcům kukuřice - zavíječi a bázlivci kukuřičnému a *Bt* odrůd, jsou průřezově analyzovány náklady na ochranu, ekonomické ztráty vyčíslené snížením výnosu a ekonomický přínos. Jednotlivé metody ochrany - chemická v rámci konvenční pěstební technologie, biologická ochrana a metoda založená na *Bt* hybridech jsou analyzovány a srovnávány ve vztahu ke kontrole (tzn. bez ošetření porostu) jako výchozímu bodu prostřednictvím tzv. položek snižujících ekonomický prospěch, které jsou vysvětleny v bodě 3.2.1. Analýza nákladů na ochranu.

V rámci ekonomické analýzy byly stanoveny tři oblasti zkoumání:

3.2.1. Analýza nákladů na ochranu

3.2.2. Analýza ekonomických škod

3.2.3. Analýza ekonomického prahu škodlivosti

3.2.1. Analýza nákladů na ochranu

Položky snižující ekonomický prospěch tvoří u každého typu technologie jednak specifické náklady spojené s konkrétní metodou ochrany porostu kukuřice proti výše zmíněným škůdcům. V rámci chemické ochrany se jedná o náklady na insekticidní ochranu kukuřice. Biologická metoda zahrnuje náklady na biologickou ochranu porostu. Průměrné náklady na chemické ošetření tvoří součet nákladů na insekticidní prostředky dle ceníku (AGROSPOL, 2008) a doporučených hektarových dávek (SRS, 2008) pro nejpoužívanější insekticidy vybrané na základě konzultace s doc. Ing. Josefem Soukupem, CSc. Tyto náklady byly stanoveny jako vážený aritmetický průměr cen pěti vybraných přípravků proti zavíječi kukuřičnému a čtyř insekticidů proti bázlivci kukuřičnému. Do výpočtu nebyly zahrnuty variabilní náklady v podobě nákladů na aplikaci, neboť nebyly získány údaje o ceně práce za aplikaci a částka nákladů tak zahrnuje pouze přímé materiálové náklady. Tab. č. 5 a 6 ukazují vybrané přípravky:

Tabulka č. 5: Seznam vybraných registrovaných přípravků proti zavíječi kukuřičnému (SRS, 2008):

Název přípravku	dávkování	Aplikační poznámky	Účinná látka
Decis 15 EW	0,6-0,75 l/ha	podle signalizace	*Deltamethrin*
Integro	0,5-0,7 l/ha	podle signalizace	*Methoxyfenozide*
Karate se Zeon technologií 5 SC5	0,025 % (2,5 ml/10 l vody)	podle signalizace, max. 1x	*Lambda-cyhalothrin*
Steward	0,125 kg/ha	na počátku líhnutí housenek, podle signalizace, postřik	*indoxacarb*
Vaztak 10 EC	0,3 l/ha	-	*Alfa-cypermethrin*

Tabulka č. 6: Seznam vybraných registrovaných přípravků proti bázlivci kukuřičnému (SRS, 2008):

Název přípravku	dávkování	Aplikační poznámky	Účinná látka
Cruiser 350 FS	9 l/t osiva	moření osiva	*Thiamethoxam*
Decis Flow 2,5	0,5 l/ha	podle signalizace, max. 1x	*Deltamethrin*
Decis Mega	0,2-0,25 l/ha	podle signalizace, max. 1x	*Deltamethrin*
Karate se Zeon technologií 5 SC5	0,4 l/ha	-	*Lambda-cyhalothrin*

Průměrné náklady na chemické ošetření porostu kukuřice proti oběma škůdcům jsou vypočítány na základě váženého aritmetického průměru cen jednotlivých přípravků podle vzorce

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i x_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \quad \text{neboli} \quad \bar{x} = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \ldots + w_n x_n}{w_1 + w_2 + w_3 + \ldots + w_n},$$

kde: x_i vyjadřuje náklady na přípravek (viz. tab. č. 9 a10),

w_i je váha odpovídající ploše porostu kukuřice ošetřené daným přípravkem (viz tab. č. 7 a 8).

Náklady na biologické ošetření porostu vycházejí z ceny biologických preparátů Trichocap/Trichoplus (BIOCONT LABORATORY, 2008). Z důvodu srovnatelnosti údajů s chemickou metodou ochrany výpočet nezahrnuje též náklady na aplikaci. Za normálních okolností se od výsledných nákladů odečítá dotace vztahující se k biologické ochraně. V současné době se však na tuto metodu ochrany žádná dotace nevztahuje.

U *Bt* hybridů je třeba zohlednit skutečnost, že cena osiva je vyšší než u klasických hybridů a o to jsou také navýšeny náklady na tuto metodu ochrany. Na základě analýzy ceníků hlavní distributorské firmy osiva *Bt* kukuřice Monsanto je vypočítán rozdíl mezi cenou *Bt* hybridu a srovnatelným netransgenním hybridem dle čísla ranosti FAO.

3.2.2. Analýza ekonomických škod

Jiné položky snižující ekonomický prospěch jsou tvořeny ztrátami na tržní produkci v důsledku ekonomicky škodlivého působení obou škůdců zapříčiňující snížení výnosů. Tyto ztráty se liší v závislosti na zvolené metodě ochrany kukuřice proti škůdcům a také jejich účinnosti. U neošetřené kontroly se počítá se ztrátami na výnosu v rozmezí 0 – 30 % (GIANESSI *et al.*, 2003).

V rámci transgenních odrůd se obecně předpokládá 100% účinnost, tzn. nulové ztráty na výnosu, u chemické ochrany se tato hodnota pohybuje průměrně okolo 74 % (GIANESSI *et al.*, 2003) a u biologické ochrany 66% účinnost (průměr hodnot podle GIANESSIho *et al.*, 2003, KOCOURKA a ŘÍHY, 2006 a BAGARA, 2002).

Podle DEMONTA *et* DAEMSE (2007) snižuje napadení škůdcem výnosy úměrně k poškození způsobeného i přes pesticidní ochranu. K vyjádření velikosti výnosu v závislosti na míře napadení škůdcem u chemického a biologického ošetření je použit výpočet:

$$y_t = y_p [1 - (1 - \alpha_t) * z], \qquad (1)$$

kde:
- y_t (t/ha) je výnos dosažený při použití vybrané technologie ochrany (t=*c* → chemická ochrana, t=*b* → biologická ochrana,
- y_p (t/ha) je výnos kukuřice dosažitelný bez ekonomicky škodlivého působení zavíječe,
- α_t (%) je koeficient účinnosti vybrané technologie,
- z (%) je potenciální ztráta na výnosu způsobená zavíječem při absenci ošetření.

Ztráty na tržní produkci kukuřice jsou vyčísleny jako snížení výnosu oceněné průměrnou měsíční realizační cenou zemědělských výrobců v (Kč/t) (tzn. cenou, za kterou prodají svou produkci) za rok 2008 (ceny dostupné SZIF, 2008). Základním předpokladem je absence rozdílu tržních cen mezi *Bt* a klasickou kukuřicí.

3.2.3. Výpočet ekonomického prahu škodlivosti

Prahová hodnota výnosových ztrát – z (%) je počítána dle následujícího vzorce:

$$z\ (\%) = \frac{100 * (NBt - Nt)}{(1 - \alpha_t) * c * y_p},$$

kde:
- NBt (Kč/ha) jsou náklady na zvýšenou cenu osiva Bt hybridu,
- Nt (Kč/ha) jsou náklady na specifickou technologii ošetření t (chemická, biologická),
- α_t (%) je koeficient účinnosti vybrané technologie,
- c (Kč/t) je průměrná realizační cena zemědělských výrobců,
- y_p (t/ha) je výnos kukuřice dosažitelný bez ekonomicky škodlivého působení zavíječe.

Tato prahová hodnota výnosových ztrát – z (%) vymezuje hranici, od které je pěstování *Bt* hybridů ekonomicky přínosné ve srovnání s netransgenními odrůdami kukuřice.

Tento ekonomický model nezohledňuje fixní náklady, neboť se nejedná o celkové ekonomické hodnocení dané technologie, ale pouze o její porovnání s jinou technologií v rámci podniku (tedy za jinak stejných podmínek). Vycházíme zde z předpokladu, že fixní náklady se nemění při použití technologie s transgenní plodinou oproti konvenční technologii u jednoho druhu plodiny.

4. Výsledky a diskuse

4.1. Výsledky

4.1.1. Výpočet nákladů na ochranu

Jak již bylo uvedeno, v rámci chemické ochrany proti zavíječi kukuřičnému byly vybrány tyto chemické přípravky: Decis 15 EW, Integro, Karate se Zeon technologií 5 SC5, Steward a Vaztak 10 EC. Proti bázlivci kukuřičnému byly vyselektovány tyto přípravky: Cruiser 350 FS pro moření osiva, Decis Flow 2,5, Decis Mega a Karate se Zeon technologií 5 SC5. V hojné míře se používá též přípravek Nurelle D, který však proti zavíječi není registrován, a tudíž v rámci této diplomové práce není použit. Náklady na chemické ošetření, resp. na konkrétní insekticidy vyplývají z ceny přípravku, doporučené dávky a obsahu účinné látky v přípravku. Každý z těchto přípravků obsahuje určitou účinnou látku v určitém množství. Množství účinné látky v g/ha vypočítáme součinem doporučené dávky přípravku a obsahu účinné látky v přípravku. Výměru kukuřice ošetřené konkrétním insekticidem (v ha) získáme podílem spotřebované účinné látky (údaj získaný ze SRS) a množstvím účinné látky na ha.

Zobrazíme-li pro demonstraci výše zmíněné výpočty na konkrétním přípravku, např. na Decisu 15 EW, získáme následující údaje:

přípravek Decis 15 EW	**účinná látka *Deltamethrin***
doporučená dávka Decisu 15 EW	0,75 l/ha
obsah účinné látky *Deltamethrin* v přípravku Decis 15 EW	15 g/l
spotřeba účinné látky *Deltamethrin* v roce 2007	19,3 kg

- **množství účinné látky *Deltamethrin* na ha** =
  = doporučená dávka * obsah účinné látky =
  = 0,75 l/ha * 15 g/l = 11,25 g/ha ~ **0,01125 kg/ha**
- **velikost plochy ošetřené Decisem 15 EW (ha): =**
  = spotřeba účinné látky / množství účinné látky =
  = 19,3 kg / 0,01125 kg/ha = **1 715,6 ha**

Následující tab. č. 7 a 8 shrnují tyto výpočty pro všechny vybrané přípravky proti oběma škůdcům.

Tabulka č. 7 Velikost plochy porostu kukuřice ošetřené vybranými přípravky proti zavíječi kukuřičnému v roce 2007:

Název přípravku	Účinná látka	Doporučená dávka (l/ha)	Obsah účinné látky (g/l)	Spotřeba přípravku (kg,l)	Množství účinné látky (kg/ha)	Plocha ošetřená přípravkem (ha)
Decis 15 EW	*Deltamethrin*	0,75	15	19,3	0,01125	**1 715,6**
Integro	*Methoxyfenozide*	0,7	240	4 529,6	0,168	**26 961,9**
Karate se Zeon technologií 5 SC5	*Lambda-cyhalothrin*	0,25	50	130,1	0,0125	**10 408**
Steward	*indoxacarb*	0,125	300	340,6	0,0375	**9 082,7**
Vaztak 10 EC	*Alfa-cypermethrin*	0,3	100	38,8	0,03	**1 293,3**

Tabulka č. 8 Velikost plochy porostu kukuřice ošetřené vybranými přípravky proti bázlivci kukuřičnému v roce 2007:

Název přípravku	Účinná látka	Doporučená dávka (l/ha)	Obsah účinné látky (g/l)	Spotřeba přípravku (kg,l)	Množství účinné látky (kg/ha)	Plocha ošetřená přípravkem (ha)
Cruiser 350 FS	*Thiamethoxam*	0,315 *)	350	230	0,11	**2 091**
Decis Flow 2,5	*Deltamethrin*	0,7	25	19,3	0,0175	**1 102,9**
Decis Mega	*Deltamethrin*	0,25	50	19,3	0,0125	**1 544**
Karate se Zeon technologií 5 SC5	*Lambda-cyhalothrin*	0,4	50	130,1	0,02	**6 505**

*) Doporučená dávka přípravku Cruiser 350 FS je podle SRS 9 l/t osiva (neboli 9 l/1000 kg osiva), neboť se jedná o mořidlo. 1 000 zrn kukuřice váží 350 g ~ 0,35 kg (zdroj: JANKŮ, 2007). Výsevek činí 100 000 zrn/ha. Množství zaseté kukuřice je tedy 35 kg. Když se na 1 000 kg použije 9 l mořidla, na našich 35 kg bude tudíž použito 0,315 l.

Vzhledem k tomu, že na hektar se nepoužívá celý litr přípravku, ale pouze jeho část na základě doporučené dávky dostupné ze SRS, v našem příkladě Decisu 15 EW tedy 0,75 l/ha, je třeba zakomponovat do nákladů na přípravek kromě ceny tohoto přípravku i jeho doporučenou dávku. V našem případě tedy:

- cena přípravku Decis 15 EW (v Kč/l bez DPH) 960 Kč/l
- **náklady na přípravek Decis 15 EW na základě jeho doporučené dávky** =
= 960 Kč/l * 0,75 l/ha = **720 Kč/ha**

Stejným způsobem je postupováno u všech ostatních přípravků. Následující tab. č. 9 a 10 shrnují náklady na přípravky na základě doporučené dávky přípravku, množství účinné látky a spotřeby jeho účinné látky (dostupné na SRS).

Tabulka č. 9 Kalkulace nákladů na chemické ošetření porostu kukuřice proti zavíječi:

přípravek	Decis 15 EW	Integro	Karate se Zeon technologií 5 SC5	Steward	Vaztak 10 EC
Doporučená dávka přípravku (l/ha)	0,75	0,7	0,25	0,125	0,3
Cena přípravku (Kč/l bez DPH)	960	1 420	1 391	11 112	1 379
Náklady na přípravek (Kč/ha)	720	994	348	1 389	414 Kč.

Tabulka č. 10 Kalkulace nákladů na chemické ošetření porostu kukuřice proti bázlivci:

přípravek	Cruiser 350 FS	Decis Flow 2,5	Decis Mega	Karate se Zeon technologií 5 SC5
Doporučená dávka přípravku (l/ha)	0,315	0,7	0,25	0,4
Cena přípravku (Kč/l bez DPH)	974	960	960	1 391
Náklady na přípravek (Kč/ha)	307	672	240	556

Dosazením do vzorce dostaneme hodnotu nákladů na chemickou ochranu proti zavíječi kukuřičnému ve výši **905 Kč/ha** a **478 Kč/ha** proti bázlivci kukuřičnému. Výpočty jsou pouze orientační, neboť některé účinné látky se v určitém poměru vyskytují i v jiných přípravcích a navíc ve výpočtech není zahrnuta cena za aplikaci, neboť se hodinová mzda v jednotlivých podnicích liší. Náklady na aplikaci tudíž zahrnují pouze přímé vstupy.

Náklady na biologickou ochranu zahrnují cenu přípravku Trichocap/Trichoplus ve výši 2 134 Kč/ha (BIOCONT LABORATORY, 2008). V současné době se na tuto metodu ochrany nevztahuje žádná státní dotace a jak již bylo zmíněno, v rámci srovnatelnosti údajů nebyly do kalkulace započteny náklady na aplikaci. Výsledné náklady na biologické ošetření tedy činí **2 134 Kč/ha**.

Tab. č. 11 analyzuje položku snižující ekonomický prospěch u *Bt* kukuřice ve formě navýšení ceny osiva transgenní kukuřice. *Bt* hybridy byly porovnávány s konvenčními na základě čísla FAO a ranosti hybridů. Náklady vyplývající se zvýšené ceny osiva činí **522 Kč/ha**.

Tabulka č.11 Srovnání cen osiva Bt hybridů (v Kč/ha) s obdobnými netransgenními odrůdami firmy Monsanto pro balení 50 000 zrn:

název Bt hybridu	ranost hybridu	číslo FAO	Cena (Kč/ha)	netransgenní hybrid	ranost hybridu	číslo FAO	cena	Rozdíl (Kč/ha)
DKC 3421 YG	R	260/270	2 890	DKC 2960	SR	240/250	2 290	**600**
DKC 3946 YG	R/SR	300/300	2 930	DKC 3511	R	300/300	2 690	**240**
DKC 4442 YG	SR	350/350	2 975	DK 440	SR	350/350	2 335	**640**
DKC 3515 YG	SR	310/310	3 319	DKC 3511	R	300/300	2 690	**629**
DKC 2950 YG	SR	250/240	2 790	DKC 2960	SR	240/250	2 290	**500**
průměr			2 980,8				2 459	**522**

Zdroj: ceník Monsanto (2008); R…raný, SR…středně raný

Průměrná realizační cena zemědělských výrobců za 1 t kukuřice na zrno činila pro rok 2008 **4 634 Kč/t**. Ceny pro jednotlivé měsíce ukazuje tab. č. 12.

Tabulka č. 12 Ceny krmné kukuřice pro rok 2008 v Kč/t:

leden 2008	únor 2008	březen 2008	duben 2008	květen 2008	červen 2008	červenec 2008	srpen 2008	září 2008	říjen 2008	listopad 2008	prosinec 2008
5 379 (Kč/t)	5 374 (Kč/t)	5 461 (Kč/t)	5 496 (Kč/t)	5 492 (Kč/t)	5 299 (Kč/t)	5 121 (Kč/t)	4 829 (Kč/t)	4 745 (Kč/t)	3 157 (Kč/t)	2 631 (Kč/t)	2 626 (Kč/t)

Zdroj: SZIF, 2008

4.1.2. Výpočet ekonomických škod

Zavíječ kukuřičný i bázlivec kukuřičný způsobují ztráty na výnosu v závislosti na škodlivosti výskytu a potenciálně dosažených výnosech. Průměrný výnos kukuřice na zrno pro rok 2008 činí 6,89 t/ha (ČSÚ, 2008). Stanovíme-li si pro jednoduchost škodlivost zavíječe či bázlivce na úrovni 10 %, vyjádřenou ve snížení výnosu, bude velikost tržní produkce na úrovni 28 735 Kč/ha, což činí u neošetřené kontroly ztráty na tržní produkci ve výši 3 193 Kč/ha.

Vezmeme-li v úvahu pěstování *Bt* hybridu, nedochází k žádným ztrátám na tržní produkci, neboť se předpokládá 100 % účinnost vůči oběma škůdcům. Vzniká zde však položka snižující ekonomický prospěch vyplývající ze zvýšené ceny *Bt* osiva ve výši 522 Kč/ha bez ohledu na míru škodlivosti škůdců.

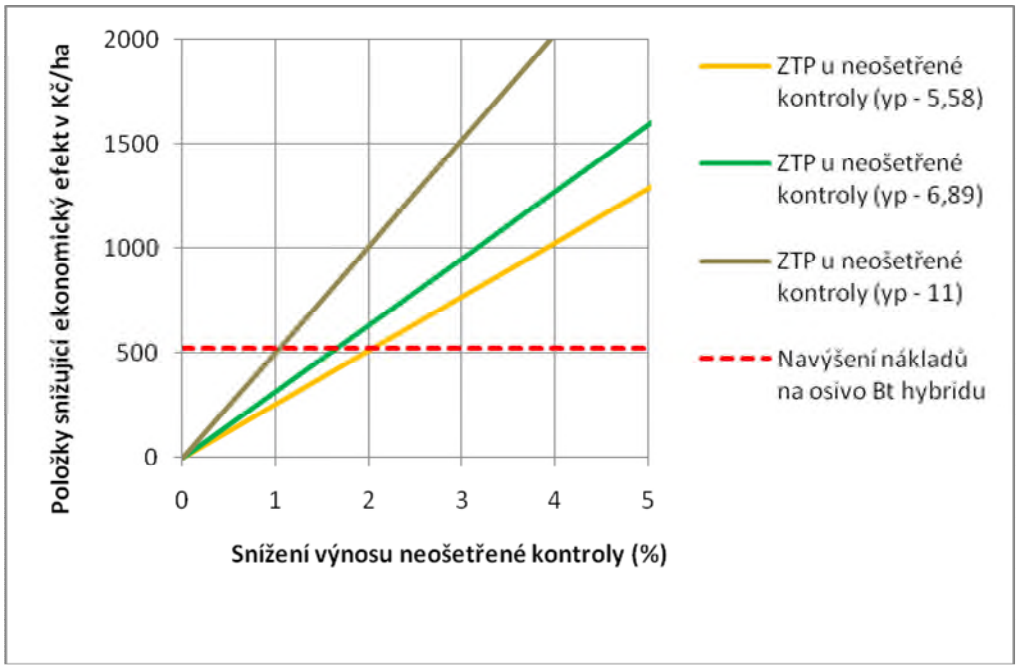
Použijeme-li v rámci ochrany proti oběma škůdcům biologické preparáty, ztráty na tržní produkci se sníží v důsledku nižších ztrát na výnosu, neboť biologická metoda ochrany, jak již bylo zmíněno, poskytuje účinnost ve výši 66 % a ztráty se tudíž sníží úměrně nižším ztrátám na výnosu. Biologická ochrana vykazuje třetinové ztráty na tržní produkci ve srovnání s porostem bez ošetření. Ke ztrátám na tržní produkci, které se u pěstování *Bt* hybridů nevyskytují v důsledku 100% účinnosti, je třeba ještě připočíst položku snižující ekonomický prospěch ve formě nákladů na biologické ošetření ve výši 2 134 Kč/ha. Biologická metoda ochrany bude vždy bez ohledu na škodlivost působení zavíječe či bázlivce vykazovat vyšší položky snižující ekonomický prospěch ve srovnání s *Bt* hybridy, neboť náklady spojené s biologickou ochranou jsou vyšší než náklady vyplývající ze zvýšené ceny osiva *Bt* kukuřice.

V případě, že v boji proti zavíječi a bázlivci použijeme chemickou ochranu, tedy insekticidní postřik, sníží se ztráty na tržní produkci úměrně nižším ztrátám na výnosu, neboť chemická ochrana poskytuje 74% účinnost, ztráty na tržní produkci se tedy pohybují ve výši 26 % a jsou ve srovnání s neošetřenou kontrolou čtvrtinové. K těmto ztrátám je třeba ještě připočíst náklady na chemické ošetření ve výši 905 Kč/ha v rámci ochrany proti zavíječi a 478 Kč/ha proti bázlivci kukuřičnému. Pokud si opět pro jednoduchost stanovíme škodlivost obou škůdců ve výši 10 % ztrát na výnosu, tvoří položky snižující ekonomický přínos v rámci chemické ochrany proti zavíječi 4 098 Kč/ha (součet nákladů na chemický postřik a ztráty na tržní produkci) a 3 671 Kč/ha u chemické ochrany proti bázlivci při průměrném výnosu kukuřice na zrno ve výši 6,89 t/ha a realizační ceně 4 634 Kč/t. Se snižujícím se škodlivým působením zavíječe se nákladovost chemické ochrany snižuje v důsledku nižších ztrát na výnosu.

4.1.3. Výpočet a grafické zpracování ekonomického prahu škodlivosti

Srovnáme-li položky snižující ekonomický přínos u *Bt* hybridů a porostu bez ošetření, bude prahová hodnota výnosových ztrát, od které je pěstování *Bt* hybridů ekonomicky přínosné ve srovnání s netransgenními odrůdami, záviset na dosaženém výnosu. Pro vyjádření závislosti výnosu a ztrát byly stanoveny tři hodnoty výnosu, a to minimální ve výši 5,58 t/ha (ČSÚ, 2005), průměrný dosažený výnos pro rok 2008 ve výši 6,89 t/ha (ČSÚ, 2008) a maximální ve výši 11 t/ha. Tato hodnota byla stanovena na základě poznatku HOFMANOVÉ (2003), která tvrdí, že u kukuřice na zrno nejsou hektarové výnosy přes deset tun nic výjimečného a hodnota potenciálního výnosu byla stanovena na zmíněných 11 t/ha. Při spodní hranici výnosu 5,58 t/ha se prahová hodnota výnosových ztrát pohybuje na úrovni 2,02 %, při průměrném dosaženém výnosu pro rok 2008 tvoří tuto hodnotu 1,63 % a při maximálním dosažitelném výnosu ve výši11 t/ha je prahová hodnota na úrovni 1,024 %. Stejné údaje znázorňuje graf č. 9. Z výsledků je zřetelná nepřímá závislost mezi výnosem a ztrátami na tržní produkci u neošetřené kontroly, neboť s rostoucím výnosem ztráta klesá. Jinými slovy se zvyšujícím se výnosem roste efektivnost.

Graf č. 9 Srovnání položek snižujících ekonomický prospěch *Bt* kukuřice a neošetřené kontroly v závislosti na škodlivosti působení obou škůdců

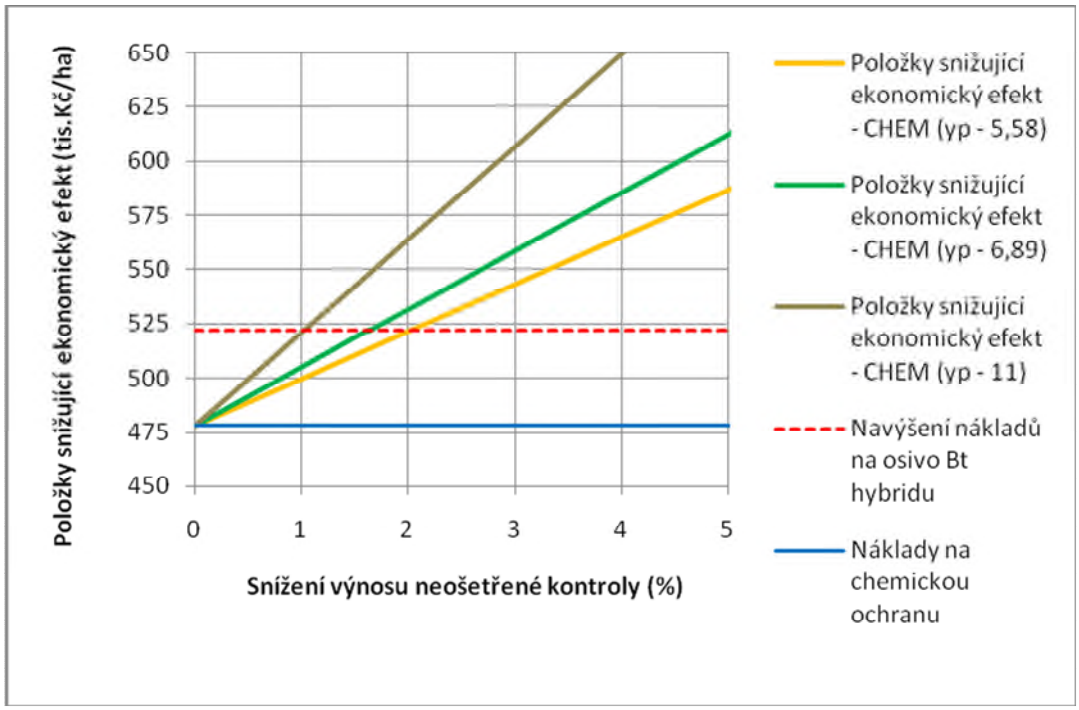


ZTP….ztráty na tržní produkci, y_p….dosažené výnosy v t/ha

Jak bylo uvedeno v předchozím bodě, biologická metoda ochrany bude vždy bez ohledu na škodlivost působení zavíječe či bázlivce vykazovat vyšší položky snižující ekonomický prospěch ve srovnání s *Bt* hybridy v důsledku vyšších nákladů spojených s biologickou ochranou oproti výši nákladů vyplývajících ze zvýšené ceny osiva *Bt* kukuřice. Z tohoto důvodu také nebylo provedeno grafické zpracování srovnávající položky snižující ekonomický prospěch u *Bt* kukuřice a biologické ochrany v závislosti na škodlivosti působení obou škůdců.

Prahové hodnoty výnosových ztrát při použití chemické ochrany jsou opět závislé na dosahovaném výnosu. Pro vyjádření závislosti výnosu a ztrát byly opět použity tři hodnoty výnosu stejně jako v případě neošetřené kontroly. Použijeme-li pro výpočet prahových hodnot vzorec z bodu *3.2.3. Výpočet ekonomického prahu škodlivosti*, dosáhneme prahové hodnoty ve výši 0,65 % pro minimální výnos ve výši 5,58 t/ha, pro průměrný výnos pro rok 2008 ve výši 6,89 t/ha se tato hodnota pohybuje na úrovni 0,53 % a 0,33 % pro maximální výnos ve výši 11 t/ha v rámci ochrany proti bázlivci. Opět se zde ukazuje nepřímá závislost mezi dosahovaným výnosem a ztrátou na tržní produkci. Stejné hodnoty lze shledat v grafu č. 10.

Graf č. 10 Srovnání záporných ekonomických/nákladových položek Bt kukuřice a chemické ochrany v závislosti na škodlivosti působení bázlivce kukuřičného



CHEM….chemická ochrana, y_p….dosažené výnosy v t/ha

Prahové hodnoty nebyly počítány pro ochranu vůči zavíječi kukuřičnému, neboť náklady na insekticidní ošetření jsou vyšší než navýšená cena *Bt* osiva bez ohledu na míru škodlivosti tohoto škůdce a volba ochrany proti zavíječi používající *Bt* hybridy je tudíž vždy ekonomicky výhodnější než insekticidní ochrana. Z tohoto důvodu také nebylo provedeno grafické zpracování srovnávající položky snižující ekonomický prospěch u *Bt* kukuřice a chemické ochrany v závislosti na škodlivosti působení zavíječe.

4.2. Diskuse

Ekonomická analýza tří metod ochrany rostlin proti zavíječi kukuřičnému a bázlivci kukuřičnému (chemické, biologické a využívající geneticky modifikované *Bt* hybridy kukuřice) byla provedena z důvodu získání reálných hodnot ekonomických parametrů ochrany v podmínkách ČR. Na základě výsledků vlastního ekonomického zhodnocení představují *Bt* hybridy kukuřice ekonomicky výhodnou alternativu v ochraně proti zavíječi kukuřičnému.

Studiem literárních pramenů bylo zjištěno, že proti škodám způsobovaným zavíječem kukuřičným a bázlivcem kukuřičným se pěstitelé nejčastěji brání chemickou ochranou. V rámci analýzy insekticidní ochrany bylo vybráno pět nejpoužívanějších přípravků v ochraně proti zavíječi a čtyři proti bázlivci, se kterými bylo kalkulováno v ekonomických analýzách.

Pakliže se zaměříme na nákladové položky, je třeba si uvědomit, že na počátku pěstování *Bt* odrůd je nutno vynaložit vyšší náklady na osivo transgenní kukuřice v porovnání s jejími konvenčními protějšky. Navýšení ceny osiva *Bt* kukuřice se na základě údajů ceníku distributorské firmy prodávající osiva transgenní kukuřice pohybuje oproti klasickým odrůdám přibližně ve výši 522 Kč/ha, což představuje přibližně 21 %. Podobné hodnoty uvádějí i BROOKES *et* BARFOOT (2005), GIANESSI (2005), QAIM *and* TRAXLER (2005) in GÓMEZ-BARBERO (2006). Cena *Bt* hybridů se oproti předchozím rokům poněkud snížila (v roce 2007 činila 925 Kč/ha – ČEŘOVSKÁ, 2007), z čehož lze vyvodit závěr, že tato metoda ochrany proti škodlivým organismům by se mohla v budoucnu stále více uplatňovat.

Porovnáním nákladových položek jednotlivých metod ochrany kukuřice proti dvěma zvoleným škůdcům bylo zjištěno, že nejlevnější metodu ochrany proti oběma škůdcům poskytuje chemická ochrana proti bázlivci kukuřičnému (478 Kč/ha), na rozdíl od zavíječe kukuřičného, kde je na insekticidní ochranu třeba vynaložit přibližně 905 Kč/ha. Je však třeba podotknout, že z hlediska účinnosti chemická metoda ochrany proti bázlivci není zcela spolehlivá. Částečnou účinnost vykazuje moření osiva, avšak pouze v počátečních fázích růstu kukuřice.

Postřik insekticidy během vegetace zasáhne pouze dospělce způsobující žír na nadzemních částech rostliny, avšak larvy bázlivce škodící na kořenech nejsou zasaženy. Technologicky nejefektivnějším způsobem ochrany je proto opět použití *Bt* hybridů kukuřice i přes zdánlivou nevýhodnost z pohledu ekonomického, neboť ekonomické kalkulace v této práci byly založeny na položkách snižujících ekonomický prospěch (nákladech na ochranu a snížení výnosu) a nemohly plně zohlednit specifickou bionomii škůdce.

Náklady na biologickou ochranu se pohybují přibližně ve výši 2 134 Kč/ha, což představuje nejvyšší hodnotu ze všech metod ochrany proti těmto škůdcům. Tyto poznatky potvrzují i AREAL *et* COPELAND (2005), kteří uvádějí, že nejvyšší náklady jsou vynakládány v zemědělství používající biologické metody ochrany a nejnižší v zemědělství pěstující GM plodiny.

Porovnáním ekonomické efektivity použití *Bt* hybridů a chemické ochrany bylo dosaženo poznatku, že volba *Bt* odrůd nemusí být v každém případě ekonomicky efektivnější. Důležitou roli zde hraje míra škodlivosti obou škůdců. U transgenních odrůd se počítá s téměř 100% účinností, tedy prakticky nulovými ztrátami na výnosu, zatímco chemická ochrana poskytuje v průměru pouze 74% účinnost. Kromě výnosových ztrát vzniklých nedostatečnou úrovní účinnosti chemické ochrany je třeba připočíst ještě náklady na insekticidní ochranu.

Pokud se tedy pěstitel rozhoduje mezi využitím *Bt* hybridů a chemickou ochranou proti zavíječi kukuřičnému, zvolil by každý pěstitel pravděpodobně transgenní technologii, neboť náklady na insekticidní postřik proti tomuto škůdci jsou vždy vyšší než navýšení ceny u *Bt* osiva a to bez ohledu na úroveň škodlivosti zavíječe. V případě, že se pěstitel rozhoduje mezi využitím *Bt* hybridů a chemickou ochranou vůči bázlivci kukuřičnému, je třeba, aby škodlivost bázlivce dosáhla výše 0,33 % při maximálně dosažitelném výnosu 11 t/ha, 0,53 % při průměrném výnosu pro rok 2008 6,89 t/ha a 0,65 % při minimálním dosažitelném výnosu 5,58 t/ha, aby se *Bt* hybrid stal ekonomicky výhodnějším v ochraně proti tomuto škůdci. Tyto nízké hodnoty škodlivosti jsou způsobeny v důsledku malého rozdílu mezi náklady na insekticidní ochranu proti bázlivci a náklady na zvýšenou cenu osiva *Bt* kukuřice.

Shrnutím těchto poznatků dojdeme k závěru, že pokud se v dané oblasti nevyskytuje škodlivé působení zavíječe nebo bázlivce, je volba pěstování GM odrůd neopodstatněná v důsledku zbytečného vynaložení zvýšené ceny osiva. Co se týče volby metody ochrany proti škodlivému působení zavíječe, je ekonomicky přínosná volba *Bt* odrůd v jakémkoliv případě, neboť náklady na insekticidní postřik budou vždy vyšší než navýšená cena *Bt* osiva i při minimálním škodlivém působení tohoto škůdce.

V podmínkách ČR, kde dosahuje škodlivost zavíječe v oblastech jeho pravidelného či zvýšeného výskytu v průměru 10 – 20 % (KOCOUREK *et* ŘÍHA, 2006), lze doporučit pěstování *Bt* hybridů jako ekonomicky nejvýhodnější variantu v ochraně kukuřice proti oběma škůdcům.

Výše zmíněné hodnocení bylo pojato z nákladového hlediska. Co se týče výnosů, nejvyšší zisk byl podle BROOKESE *et* BARFOOTA (2005) zaznamenán v sektoru sóji, a to velkou měrou z úspor nákladů. GIANESSI (2005), QAIM *et* TRAXLER (2005) in GÓMEZ-BARBERO (2006) shledali na základě ekonometrických modelů vyšší výnosy HT sóji oproti jejímu konvenčnímu protějšku, i když tento rozdíl byl nepatrný. Naopak podle zdroje FoE (2007) určitý počet studií provedených nezávislými vědci ukazuje, že výnosy GM plodin jsou nižší, nebo při nejlepším stejné, jako výnosy z ne-GM plodin a snížení výnosů bylo zaznamenáno právě především u RR sóji. Podle tohoto zdroje jsou také GM plodiny spojeny s vyšším použitím pesticidů na rozdíl od tvrzení ostatních zdrojů. Všichni autoři se shodli na vyšší ceně GM osiva oproti jeho konvenčnímu protějšku.

Výše uvedená ekonomická analýza položek snižujících ekonomický prospěch pěstování by měla na jedné straně zahrnovat i vícenáklady spojené se speciální sklízecí a secí technikou v podniku (neboli vícenáklady spojené se separací GMO a produktů z nich vyrobených) včetně nutnosti dodržovat pravidla koexistence, na druhé straně tato analýza opouští od potenciálních vyšších přínosů vyplývajících ze zvýšení výnosu *Bt* kukuřice a zvýšené kvality produktu obsahující např. menší obsah mykotoxinů (KOCOUREK *et* ŘÍHA, 2006).

Zároveň by se do hodnocení pěstování *Bt* odrůd hodilo začlenit i socio-ekonomické hledisko vyjádřené spotřebitelskými postoji a chováním, avšak tato část nebyla součástí této diplomové práce. S tím souvisí otázka odbytu produktů z geneticky modifikovaných organismů v důsledku ostražité akceptovatelnosti ze strany spotřebitelů a obezřetného postoje EU vůči těmto produktům.

Řada autorů se shoduje v tom, že větší znalosti v oblasti biotechnologie přináší menší obavy z konzumace GM potravin. Příčinu lze shledat v nedostatečné informovanosti jak ohledně samotné podstaty biotechnologií, tak o GM potravinách celkově. Na druhé straně lze očekávat značný zájem v oblasti využití kukuřičného zrna pro výrobu bioethanolu.

5. Závěr

Z výsledků ekonomické analýzy metod ochrany rostlin s využitím geneticky modifikované kukuřice rezistentní vůči zavíječi kukuřičnému ve srovnání s aplikací biologické ochrany vyplývá, že *Bt* kukuřice je v současné době nejúčinnější metodou ochrany před zavíječem kukuřičným. Nejefektivnější pěstování GM hybridů kukuřice by mělo být v oblastech s vysokým výskytem tohoto škůdce. Tyto poznatky potvrzují i výpočty provedené v části *4 Výsledky a diskuse*, neboť je patrné, že *Bt* kukuřice představuje účinnou alternativu v rámci regulace proti dvěma vybraným škůdcům – zavíječi kukuřičném a bázlivci kukuřičném při absenci nutnosti insekticidního ošetření či jiného zásahu do porostu kukuřice. Ekonomický přínos je dosahován v závislosti na míře škodlivosti zavíječe a bázlivce, neboť v důsledku nižších ztrát na výnosu v rámci pěstování transgenních odrůd dochází k navýšení tržní produkce. Obecně platí, že čím vyšší výnosová úroveň kukuřice je dosahována, tím je pěstování *Bt* hybridů efektivnější.

Bylo vypočteno, že pěstování *Bt* hybridů kukuřice při ochraně proti zavíječi kukuřičnému a bázlivci kukuřičnému je v neošetřené kukuřici ekonomicky přínosné již při 1,024% - 2,02% ztrátě na výnosu v důsledku napadení těmito škůdci, v závislosti na dosahovaném výnosu v rozmezí 11 - 5,58 t/ha.

Volba chemické ochrany může být pro pěstitele ekonomicky výhodná proti bázlivci kukuřičnému při nepřekročení hranice 0,33 – 0,65 % ztrát, opět v závislosti na dosahované výnosové úrovni. Obecně lze shrnout, že *Bt* hybridy poskytují, vyjma insekticidní ochrany proti bázlivci, nejlevnější alternativu ochrany proti těmto dvěma škůdcům z hlediska nákladovosti bez ohledu na míru jejich škodlivosti. Kromě zvýšených nákladů na osivo totiž v kalkulaci nákladů nefigurují náklady na přípravky a jejich aplikaci jako např. u chemické či biologické metody. Jak již bylo uvedeno, z hlediska účinnosti chemická metoda ochrany proti bázlivci není zcela spolehlivá. Technologicky nejefektivnějším způsobem ochrany je proto použití *Bt* hybridů kukuřice i přes zdánlivou nevýhodnost z pohledu ekonomického, neboť ekonomické kalkulace v této práci byly založeny na položkách snižujících ekonomický prospěch (nákladech na ochranu a snížení výnosu) a nemohly plně zohlednit specifickou bionomii škůdce.

Věrohodnost provedených kalkulací potvrzují za první dva roky pěstování *Bt* kukuřice, neboť zkušenosti českých pěstitelů jsou převážně pozitivní a lze tak počítat se stále rostoucím trendem jak ploch osetých tímto typem kukuřice tak počtem zemědělců ji pěstujících. Je však třeba odstranit problém ohledně nedůvěry spotřebitelů v konzumaci GM potravin.

6. Seznam literatury

1. **AGROMANUAL (2008):** Atlas škůdců (zavíječ kukuřičný, bázlivec kukuřičný). [online]. [cit. 200-03-12]. Publikováno 2008. Dostupné z: http://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/bazlivec-kukuricny.html
2. **AHMED E. F. (2004):** Trstiny of Genetically Modified Organisms in Foods. Food Products Press, 2004, 323 s., ISBN 1-56022-274-3.
3. **AREAL F., J., COPELAND J. (2005):** Co-existence of GM and non-GM winter oilseed rape: estimating costs for regulatory impact assessment in the UK. In: "Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains". Montpellier (France), 14-15 November 2005, str. 143 – 148, ISBN 87-984996-5-3.
4. **BAGAR M. (2002):** Ochrana kukuřice před zavíječem je nezbytná. Úroda č. 3, roč. L. 54 s.
5. **BEDNÁŘ J. (2000):** Základy genového inženýrství rostlin. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1. vydání, první vydání, Brno, 2000, ISBN 80-7157-470-8.
6. **BIOCONT LABORATORY (2007):** Biologická ochrana – prodejní ceník pro profesionální zemědělce. [online]. [cit. 2009-03-03]. Publikováno 2008. Dostupné z http://www.biocont.cz/PDF%20katalog/27.pdf
7. **BIOCONT LABORATORY (2007):** Biologická ochrana – prodejní ceník pro profesionální zemědělce. [online]. [cit. 2009-03-03]. Publikováno 2008. Dostupné z http://www.biocont.cz/PDF%20katalog/28.pdf
8. **BOISSON de CHAZOURNES L., MBENGUE M.-M. (2005):** International legal aspects of the co-existence between GM and non-GM products: approaches under international environment law and international trade law. In: "Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains". Montpellier (France), 14-15 November 2005, str. 15 – 28, ISBN 87-984996-5-3.
9. **BOUMA D. (2006):** Zavíječ kukuřičný už není problém. [online]. [cit. 2008-03-14]. Publikováno 19.6.2006. Dostupné z: http://www.gate2biotech.cz/zavijec-kukuricny-uz-neni-problem/

10. **BROOKES G., BARTOOT P. (2003):** Co-existence of GM and non GM crops: case study of maize grown in Spain. In: "The 1st European Conference on the Co-existence of Genetically Modified Crops with Conventional and Organic Crops". Denmark, 13-14 November 2003, str. 143 – 144, ISBN 87-984996-5-3.
11. **BROOKES G. BARFOOT P. (2005):** GM Crops: The Global Economic and Environmental Impact—The First Nine Years 1996–2004, AgBioForum, 8(2&3) 2005, str. 187-196.
12. **CUSTERS R.**, **VLIEGER DE E., STOOPS S., GYSEL VAN A., VERLEYEN B. (2006):** Průvodce biotechnologiemi: biotechnologie v zemědělství a potravinářství ; z anglického originálu přeložil Doutník J. a Ondřej M. Vydání 1, Praha Academia, 2006, str. 180, ISBN 80-200-1350-4.
13. **ČEŘOVSKÁ M. (2005):** Pravidla koexistence v rostlinné produkci. In: Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze: „Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR". Praha, duben 2005, str. 56 – 63.
14. **ČEŘOVSKÁ M., ŠTĚPÁNEK M., ŘÍHA K. (2006):** Geneticky modifikované organismy pod dohledem – sledování GMO po uvedení na trh. In: Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze: „Geneticky modifikované organismy". Praha, květen 2006, str. 30 - 35.
15. **ČEŘOVSKÁ M. (2007):** Technologické a socio-ekonomické aspekty pěstování geneticky modifikovaných plodin a hodnocení rizik v podmínkách ČR. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 100 s.
16. **ČSÚ (2008):** Statistická ročenka České republiky 2008; Hektarové výnosy sklizně zemědělských plodin. [online]. [cit. 2009-03-05]. Publikováno 3.3.2009. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/2008edicniplan.nsf/kapitola/10n1-08-2008-1400
17. **DAEMS W., DEMONT M., MUŠKA F., SOUKUP J., TOLLENS E. (2006):** POTENTIAL IMPACT OF BIOTECHNOLOGY IN EASTERN EUROPE: TRANSGENIC MAIZE, SUGAR BEET AND OILSEED RAPE IN THE CZECH REPUBLIC, Katholieke Universiteit LeuvenFaculty of Applied Bioscience and Engineering-Belgium, June 2006, str. 74.

18. **DEMNEROVÁ K., DROBNÍK J., KÁŠ J., ONDŘEJ M., PETR J., RAKOUSKÝ P., ROUDNÁ M., ROZSYPAL M. (2006):** Publikace MŽP o otázkách spojených se vznikem a využíváním GMO. [online]. [cit. 2006-11-07]. Publikováno 2003. Dostupné z: http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPMVF433Y98/$FILE/oer-publikace_o_gmo-20031119.pdf
19. **DEMONT M., ČEROVSKÁ M., DAEMS W., DILLEN K., FOGARASI J., MATHIJS E., MUŠKA F., SOUKUP J., TOLLENS E. (2007):** GENETICALLY MODIFIED CROPS IN THE NEW MEMBER STATES:HOW MUCH VALUE AND FOR WHOM?. Katholieke Universiteit LeuvenFaculty of Applied Bioscience and Engineering-Belgium, February 2007, str. 58.
20. **DOUBKOVÁ. Z. (2007):** České zkušenosti s GM rostlinami – přehled polních pokusů. In: Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze: „GMO v agroekosystému a jeho okolí". Praha, květen 2007, str. 36 - 42.
21. **FLANNERY L., M., THORNE S., F., KELLY W., P., MULLINS E. (2004):** An Economic Cost-Benefit Analysis of GM Crop Cultivation: An Irish Case study. AgBioForum, 7(4), 2004, str. 149-157.
22. **GASKELL G., ALLANSDOTTIRlR A., ALLUM N., CORCHERO C., FISCHER C., HAMPEL J., JACKSON J., KRONBERGER N., MEJLGAARD N., REVUELTA G., SCHREINER C., STARES S., TORGERSEN H., WAGNER W. (2006):** Europeans and Biotechnology in 2005 (ABE): Patterns and Trends. May 2006, str. 85.
23. **GIANESSI L.P., SANKULA S., REIGNER N. (2003):** Plant Biotechnology: Potential Impact for Improving Pest Management in U.S. Agriculture – Maize Case Study. National Centre for Food and Agricultural Policy, Washington, 2003, 21 s.
24. **GÓMEZ-BARBERO M., RODRÍGUEZ-CEREZO E. (2006):** Economic Impact of Dominant GM Crops Worldwide:a Review. European Communities, 2006, str. 44, ISBN 92-79-03879-6.
25. **HLUCHÝ M. (2005):** Systémy biologické ochrany rostlin v ČR. Sborník abstraktů z 5. Evropské letní akademie ekologického zemědělství, Lednice, 29. 6. – 1. 7. 2005, str. 16.

26. **HOFMANOVÁ D. (2003)**: Kukuřice, zelenina, ovoce a víno. [online]. [cit. 2009-03-12]. Publikováno 26.9.2003. Dostupné z: http://www.agroweb.cz/rostlinna-vyroba/Kukurice,-zelenina,-ovoce-a-vino__s44x14765.html
27. **HOLEC J., SOUKUP J. (2006):** Pěstování transgenních odrůd polních plodin – stav a perspektivy. In: Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze: „Geneticky modifikované organismy". Praha, květen 2006, str. 10 - 16.
28. **JAMES C. (2003):** Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2003. No. 30, International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Metro Manila, 8 s.
29. **JAMES C. (2005):** Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2005. ISAAA Brief No. 34. ISAAA: Ithaca, NY, 2005, ISBN 1-892456-38-9..
30. **JAMES C.(2006a):** Global status of Commercialized Bitech/GM Crops: 2006. ISAAA, Metro Manila, Philippines, 2006.
31. **JAMES C.(2006b):** Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2006. ISAAA Brief No. 35. ISAAA: Ithaca, NY, 2006, ISBN 1-892456-40-0.
32. **JAMES C. (2007):** Biotech Crops Experience Remarkable Dozen Years of Double-Digit GrowthSocio-economic benefits becoming evident among resource-poor farmers: 2007. ISAAA Brief No. 37-2007: Press Release.
33. **JAMES C. (2009):** Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2008. ISAAA Briefs 39-2008. [online]. [cit. 2009-03-01]. Publikováno 2009. Dostupné z: http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/39/executivesummary/default.html
34. **JANKŮ J (2007):** Biologická účinnost a selektivita herbicidu Merlin 750 WG (*isoxaflutole*) v závislosti na použité dávce a srážkách po aplikaci. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 127 s.
35. **KAVKA, M. a kolektiv (2008):** Výběr z normativů pro zemědělskou výrobu ČR pro rok 2008/2009. Praha, 2008 Ústav zemědělských a potravinářských informací, 376 s. ISBN 978-80-7271-198-7.
36. **KOCOUREK F. (2005):** Identifikace a hodnocení rizik GMO – terminologie a principy metod. In: Sborník ze semináře: „Přínosy a rizika GMO využívaných v zemědělství a potravinářství ve vztahu k bezpečnosti potravin a k ochraně životního prostředí". Praha-Ruzyně, 26. říjen 2005, str. 58 – 65.

37. **KOCOUREK F., ŘÍHA K. (2006):** Zavíječ kukuřičný – nebezpečný škůdce. In Sborník z mezinárodního semináře „Kukuřice v praxi 2006“, MZLU v Brně a KWS Osiva, s.r.o., str. 32-46.
38. **KOCOUREK F., ZÁRUBA J. (2007):** Metodika ochrany proti bázlivci kukuřičnému (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) v zóně jeho kontinuálního rozšíření v ČR. SRS, 2007.
39. **KOLEKTIV AUTORŮ (2005):** Sbírka zákonů ministerstva vnitra ČR. Zákon č. 346/2005 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty. Ročník 2005. [cit. 2007-02-24]. Částka 122. Publikováno 13.9.2005, str. 6037, ISNN 1211-1244.
40. **KOLEKTIV AUTORŮ (MZEa) (2005):** Příručka vědeckého panelu GMO pro hodnocení rizik geneticky modifikovaných rostlin a odvozených potravin a krmiv. Mze ČR – odbor bezpečnosti potravin a techniky životního prostředí, srpen 2005, str. 69.
41. **KOLEKTIV AUTORŮ (2007):** Nově registrované hybridy kukuřice. [online]. [cit. 2008-12-01]. Publikováno 11.5.2007. Dostupné z: http://www.biotrin.cz/czpages/inf080112.htm
42. **KOLEKTIV AUTORŮ (2007):** Co-extra, ABARE report: GM crops have minimal impact on organic industries,. [online]. [cit. 2007-06-13]. Publikováno 25.5.2007. Dostupné z: http://www.coextra.eu/news/news864.html.
43. **KOLEKTIV AUTORŮ (FoE) (2007):** Who benefits from gm crops?, an analysis of the global performance of gm crops (1996-2006). Agriculture a food, January 2007, str. 31.
44. **KOLEKTIV AUTORŮ (2007):** Coexistence Possible: Often With No Additional Effort. [online]. [cit. 2007-06-13]. Publikováno v roce 2007. Dostupné z: http://www.gmo-compass.org/eng/regulation/coexistence/201.coexistence_is_possible.html.

45. **KOLEKTIV AUTORŮ (2004):** Potraviny na bázi geneticky modifikovaných organismů. Vědecký výbor pro potraviny, Brno, 2004, str. 33.
46. **KOLEKTIV AUTORŮ (2008):** Commercial GM Crops in the EU in 2008, GM maize: 108,000 hectares under cultivation. [online]. [cit. 2009-03-01]. Publikováno 5.11.2008. Dostupné z: http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/392.gm_maize_cultivation_europe_2008.html
47. **KOLEKTIV AUTORŮ (2009):** Rising trend: Genetically modified crops worldwide on 125 million hectares. [online]. [cit. 2009-02-25]. Publikováno 12.2.2009. Dostupné z: http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/191.eu_growing_area.html
48. **KOLEKTIV AUTORŮ (2006):** Svět biotechnologií. Biotrin, Praha, č.I, květen 2006.
49. **KOLEKTIV AUTORŮ (2005):** Pěstování GM rostlin způsobuje vznik superplevele. GNOSIS9 [online]. [cit. 2007-06-11]. Publikováno 30.7.2005. Dostupné z: http://gnosis9.net/view.php?nazevclanku=pestovani-gm-rostlin-zpusobuje-vznik-superplevele&cisloclanku=2005070013
50. **KOLEKTIV AUTORŮ (2005):** Economic Impacts of Crop Biotechnology, Issue Paper 5. ABE [online]. [cit. 2006-11-23.]. Publikováno říjen 2005. Dostupné z: http://www.abeurope.info/pdf/EconomicImpactCropBiotech.pdf
51. **KOLEKTIV AUTORŮ (2006):** Commercial GM Crop Production; GM Maize Growing in Five EU Member States. [online]. [cit. 2007-02-18]. Publikováno 25.6.2006. Dostupné z: http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/191.eu_growing_area.html
52. **KOUBOVÁ D. (2006):** Bázlivec kukuřičný – nebezpečný škůdce. Praha, 2006.
53. **KUČERA L. (2005):** Přehled o současném stavu využívání geneticky modifikovaných organismů v agrarním sektoru. In: Sborník ze semináře: „Přínosy a rizika GMO využívaných v zemědělství a potravinářství ve vztahu k bezpečnosti potravin a k ochraně životního prostředí“. Praha-Ruzyně, 26. říjen 2005, str. 33 - 39.
54. **KUČERA L. ČEŘOVSKÁ M. (2006):** První české zkušenosti s GMO In: Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze: „Geneticky modifikované organismy“. Praha, květen 2006, str. 36 - 40.

55. **LEIBL M. (2005):** Geneticky modifikované organismy a ekologické zemědělství. In: Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze: „Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR". Praha, duben 2005, str. 51 - 55.
56. **MANÁSEK J. (2006):** Kukurice v praxi 2006. Conference "Maize in the 2006 campaign. KWS OSIVA s.r.o., 2006.
57. **MESSÉAN A. (2005):** Proceeding Second International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains, Montpellier, France, 341 s. ISBN 87-984996-5-3.
58. **MESSÉAN A.**, **ANGEVIN F., GÓMEZ-BARBERO M., MENRAD K., RODRIGUEZ-CEREZO E. (2006):** New case studies on the koexistence of GM and non-GM crops in European agriculture. European Communities, 2006, ISBN 92-79-01231-2.
59. **MONSANTO (2003)**: Yeldgard – Insekt-rezistentní kukuřice. [online]. [cit. 2008-03-13]. Publikováno 2003. Dostupné z: http://www.monsanto.cz/produkty136.html.
60. **MZE (2008)**: Tisková zpráva MZe, Plochy s geneticky modifikovanou kukuřicí v ČR přesáhly osm tisíc hektarů. [online]. [cit. 2008-03-13]. Publikováno 18.9.2008. Dostupné z: http://www.mze.cz/Index.aspx?ch=73&typ=1&val=42244&ids=0&katId=2292
61. **ONDŘEJ M.**, **DROBNÍK J. (2002):** Transgenoze rostlin. Academia, vydání 1, Praha, 2002, str. 316, ISBN 80-200-0958-2.
62. **ONDŘEJ M.**, **DROBNÍK J., GARTLAND M. A., K., GARTLAND S., J. (1999):** Genové inženýrství rostlin. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1999, str. 122, ISBN 80-7080-370-3.
63. **OVESNÁ J. (2005a):** Geneticky modifikované organismy a jejich možné uplatnění v rostlinné výrobě. In: Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze: „Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR". Praha, duben 2005, str. 3 – 13.
64. **OVESNÁ J. (2005b):** Geneticky modifikované organismy: základní informace, str. 4-7 In: Sborník VÚRV Praha, 2005 “Geneticky modifikované organismy: současnost, rozšíření a možné interakce s životním prostředím. ISBN 80-86555-80-1.

65. **POVOLNÝ M., ŘÍHA K. (2007):** Je pěstování geneticky modifikované (Bt) kukuřice v ČR odůvodněné?. In: Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze: „GMO v agroekosystému a jeho okolí". Praha, květen 2007, str. 49 - 53.
66. **REMEŠOVÁ J., PRÁŠIL K. (2005):** Mikroskopické houby na transgení a netransgenní kukuřici. ČZU, 2005.
67. **ROTEKL J. (2008a):** Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*) na kukuřici a ochrana proti němu. Výzkumný ústav pícninářský spol. s r.o. Troubsko, 2006.
68. **ROTEKL J. (2008b):** Vliv redukovaného zpracování půdy na výskyt drátovců a zavíječe kukuřičného. Výzkumný ústav pícninářský spol. s r.o. Troubsko, 2006.
69. **SANVIDIO O., WIDMER F., WINZELER M., STREIT B., SZERENCSITS E., BIGLER F.** Koexistenz verschiedener Landwirtschaftlicher anbausysteme mit und ohne Geotechnik. Agroscope FAL Reckenholz, 2005a, str. 92, ISBN 3-905608-77-4.
70. **SANVIDIO O., WIDMER F., WINZELER M., STREIT B., SZERENCSITS E., BIGLER F. (2005b):** Koexistenz einer Landwirtschaft mit und ohne Geotechnik. AGRARForschung 12 (4) 2005b, str. 140-145.
71. **SCHÜTTE G., STIRN S., BEUSMANN V. (2001)** Transgene Nutzpflanzen : Sicherheitsforschung, Risikoabschätzung und Nachgenehmigungs-Monitoring. Basel, Boston, Berlín : Birkhäuser, 2001, str. 247. ISBN 3-7643-6475-0.
72. **ŠKŮDCI.COM (2008):** Bázlivec kukuřičný, zavíječ kukuřičný. [online]. [cit. 2008-03-13]. Publikováno 2008. Dostupné z: http://www.skudci.com/bazlivec-kukuricny.
73. **SOUKUP J. (2005):** Přínosy a rizika geneticky modifikovaných zemědělských plodin tolerantních k herbicidům. In: Sborník ze semináře: „Přínosy a rizika GMO využívaných v zemědělství a potravinářství ve vztahu k bezpečnosti potravin a k ochraně životního prostředí“. Praha-Ruzyně, 26. říjen 2005, str. 66 - 73.
74. **SOUKUP J., HOLEC J., ČEŘOVSKÁ M. (2005):** Vybrané agroekologické aspekty pěstování transgenních plodin. In: Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze: „Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR". Praha, duben 2005, str. 25 – 33.
75. **SRS (2009):** Mapy výskytu ŠO. [online]. [cit. 2009-03-06]. Publikováno 6.1.2009. Dostupné z: http://www.srs.cz/srsmapa/krokx-1.jsf;jsessionid=A85BD0E43A5E709749F365AA9DBB6477

76. **SRS (2009):** Registr přípravků na ochranu rostlin. [online]. [cit. 2009-03-05]. Publikováno 6.1.2009. Dostupné z: http://www.srs.cz/pls1/pp_public/rpg10a$.startup
77. **SRS (2007):** Zavíječ kukuřičný. [online]. [cit. 2008-03-23]. Dostupné z: http://www.srs.cz/pas/mury/zavijec/popis.php
78. **STUDNIČNÝ P. (2000):** Chcete zdravé krmivo? Žádejte Bt-kukuřici! [online]. [cit. 2008-03-13]. Publikováno 200. Dostupné z: http://www.pioneercz.cz/chcete-zdrave-krmivo-zadejte-bt-kukurici.php
79. **SYNGENTA (2006):** Zavíječ kukuřičný. [online]. [cit. 2008-03-23]. Dostupné z: http://syngenta.cz/cz/atlas/skudci/zavijec-kukuricny.html
80. **SZIF (2009):** Zpráva o trhu obilovin, olejnin a krmiv (leden-prosinec 2008). [online]. [cit. 2009-03-07]. Publikováno 2008 a 2009. Dostupné z: http://www.szif.cz/irj/go/km/docs/apa_anon/cs/zpravy/tis/zpravy_o_trhu/05/1234521579125.pdf
81. **VOŠTA M. (2005):** Administrace žádostí pro geneticky modifikované potraviny a krmiva dle nařízení Evropského parlamentu a rady č. 1829/2003. In: Sborník ze semináře pořádaného MZe ČR a ČZU v Praze: „Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR". Praha, duben 2005, str. 45 – 48.

7. Přílohy

Příloha č. 1

Tab. č. 1 Výměra a zastoupení GM plodin ve světě pro rok 2008

Tabulka č. 2 Rozloha ploch osetých GM plodinami v EU v letech 2005-2008 v ha

Tabulka č. 3 Počet a rozloha ploch osetých GM plodinami v ČR v letech 2006-2008

Tabulka č. 4 Porovnání napadení kukuřice bez ochrany před zavíječem kukuřičným a Bt kukuřice (MON 810) – Troubsko 2005

Příloha č. 2

Graf č. 1 Celosvětové pěstební plochy GM plodin, 1996 – 2007 v mil. ha

Graf č. 2 Celosvětové pěstební plochy GM sóji, 1996 – 2007 v mil. ha

Graf č. 3 Celosvětové pěstební plochy GM kukuřice, 1996 – 2007 v mil. ha

Graf č. 4 Celosvětové pěstební plochy GM řepky, 1996 – 2007 v mil. ha

Graf č. 5 Celosvětové pěstební plochy GM bavlníku, 1996 – 2007 v mil. ha

Graf č. 6 Celosvětová plocha GM kukuřice a plocha v hlavních zemích, 1997 - 2007 v mil. ha

Graf č. 7 Podíl GM kukuřice na celkové ploše kukuřice vybraných zemí, 1997 – 2007 v mil. ha

Graf č. 8 Celková plocha kukuřice a plocha GM kukuřice ve vybraných zemích, 1997 – 2007 v mil. ha

Příloha č. 3

Obr. č. 1 Celosvětová plocha transgenních plodin v mil. ha (1996 - 2006)

Obr. č. 2 Celosvětová plocha transgenních plodin v mil. ha, 1996 - 2006: průmyslové a rozvojové země (mil. ha)

Obr. č. 3 Celosvětová plocha GM plodin, 1996 - 2006

Obr. č 4 Země pěstující GM plodiny, 2006

Obr. č.5 Celosvětová plocha GM plodin, 1996 - 2006: za jednotlivé plodiny (mil. ha)

Obr. č.5 Celosvětová mapa zemí pěstujících GM plodiny v roce 2008

Obr. č. 6 Celosvětová mapa zemí pěstujících GM plodiny v roce 2008

Obr. č. 7 Zavíječ kukuřičný

Obr. č. 8 Žír zavíječe kukuřičného

Obr. č. 9 Bázlivec kukuřičný

Obr. č. 10 Porovnání napadení konvenční kukuřice s transgenní kukuřicí houbami

Obr. č. 11 Feromonový lapák Csalomon© PAL (8)

Obr. č. 12 Světelný lapač pro signalizaci náletu motýlu zavíječe kukuřičného

Obr. č. 13 Biologická ochrana kukuřice před zavíječem kukuřičným pomocí přípravku Biotop obsahující kukly vaječného parazitoida *Trichogramma brassicae*

Příloha č. 1

Tab. č. 1 Výměra a zastoupení GM plodin ve světě pro rok 2008

počet	pořadí	země	blok/kontinent	plocha	plodina
1*	14-15	Španělsko	**EU**	0,1 mil. ha	kukuřice
2	16-25	Německo		< 0,05 mil. ha	kukuřice
3	16-25	ČR		< 0,05 mil. ha	kukuřice
4	16-25	Polsko		< 0,05 mil. ha	kukuřice
5	16-25	Slovensko		< 0,05 mil. ha	kukuřice
6	16-25	Rumunsko		< 0,05 mil. ha	kukuřice
7	16-25	Portugalsko		< 0,05 mil. ha	kukuřice
8*	7	Čína	**JV Asie**	3,8 mil. ha	bavlník, rajče, topol, papaya, petúnie
9*	5-6	Indie		7,6 mil. ha	bavlník
10*	12	Filipíny		0,4 mil. ha	kukuřice
11*	13	Austrálie	**Austrálie**	0,2 mil. ha	bavlník, canola
12	16-25	Egypt	**Afrika**	< 0,05 mil. ha	kukuřice
13	16-25	Burkina Faso		< 0,05 mil. ha	bavlník
14*	9	Jižní Afrika		1,8 mil. ha	kukuřice, sója, bavlník
15*	3	Brazílie	**J Amerika**	15,8 mil. ha	sója, kukuřice, bavlník
16*	8	Paraguay		2,7 mil. ha	sója
17*	10	Uruguay		0,7 mil. ha	sója, kukuřice
18*	2	Argentina		21 mil. ha	sója, kukuřice, bavlník
19	16-25	Chile		< 0,05 mil. ha	kukuřice, sója, canola
20*	11	Bolívie		0,6 mil. ha	sója
21	16-25	Kolumbie		< 0,05 mil. ha	bavlník
22	16-25	Honduras	**Stř. Amerika**	< 0,05 mil. ha	kukuřice
23*	14-15	Mexiko		0,1 mil. ha	bavlník, sója
24*	1	USA	**S Amerika**	62,5 mil. ha	sója, kukuřice, bavlník, canola, papaya, cukrovka, tykev
25*	5-6	Kanada		7,6 mil. ha	canola, kukuřice, sója, cukrovka

* země pěstující GM plodiny na 50 000 ha a více

Zdroj:zpracováno podle obr. č. 6 (Clive James, 2008)

Tabulka č. 2 Rozloha ploch osetých GM plodinami v EU v letech 2005-2008 v ha

	Cultivation of GM plants in the EU in hectares			
	2005	**2006**	**2007**	**2008**
Spain	53,225	53,667	75,148	79,269
France	492	5,000	21,147	-
Czech Republic	150	1,290	5,000	8,380
Portugal	750	1,250	4,500	4,851
Germany *	342	947	2,685	3,173
Slovakia	-	30	900	1.900
Romania	**110,000	**90,000	350	7,146
Poland	-	100	320	3,000
Total GM maize	**54,959**	**62,284**	**110,050**	**107,725**

Souce: Industry association EuropaBio. With the exception of Poland, the areas mentioned were confirmed by the responsible national authorities.

* Source: public register of commercially-grown or trial-released genetically modified organisms of the Federal Office of Consumer Protection and Food Safety (BVL)

** Cultivation of GM soybeans

Tabulka č. 3 Počet a rozloha ploch osetých GM plodinami v ČR v letech 2006-2008

Tabulka 16. Počet a rozloha ploch osetých GM plodinami v ČR v letech 2006-2008

Položka	2006	2007		2008	
	stav	stav	změna 2006/2007	stav	změna 2007/2008
Počet pěstitelů Bt kukuřice*	57	117	105,26%	143	22,22%
Počet ploch osetých Bt kukuřicí*	72	163	126,39%	295	80,98%
Rozloha ploch Bt kukuřice*	1 070,4 ha	4 943,3 ha	361,82%	7 786,9 ha	57,52%
Celková rozloha ploch kukuřice**	275 500 ha	273 546 ha	-0,71%	287 676 ha	5,17%

** Údaje o Bt kukuřici jsou vždy k červnu daného roku*
*** Údaje k celkovému pěstování kukuřice jsou vždy ke konci daného roku*
Zdroj: Greenpeace a ČSÚ

Zpracoval: Jan Valeška (PRO-BIO LIGA)

** Údaje o Bt kukuřici jsou vždy k červnu daného roku*
*** Údaje k celkovému pěstování kukuřice jsou vždy ke konci daného roku*
Zdroj: Greenpeace a ČSÚ Zpracoval: Jan Valeška (PRO-BIO LIGA)

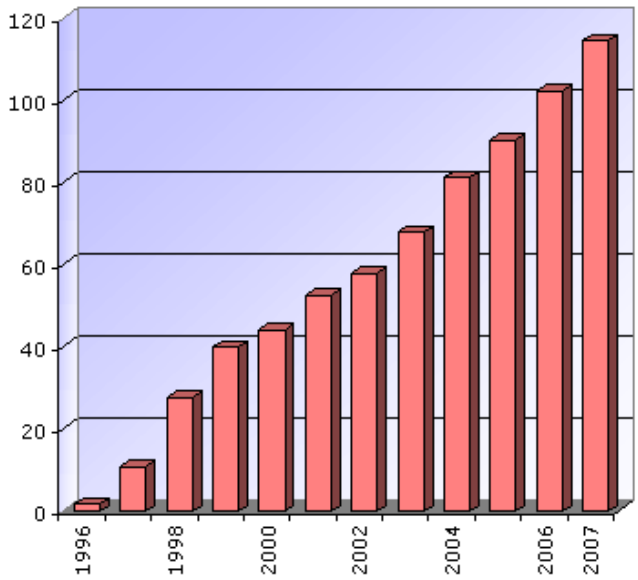
Tabulka č. 4 Porovnání napadení kukuřice bez ochrany před zavíječem kukuřičným a Bt kukuřice (MON 810) – Troubsko 2005

Varianta	Počet chodeb na 50 rostlin kukuřice				Celkový počet housenek	Procento napadených rostlin
	pod palicí	v palici	nad palicí	celkem		
neošetřená kukuřice	83	49	37	169	123	98
BT-kukuřice MON 810	0	0	0	0	0	0

zdroj: Rotekl, 2006

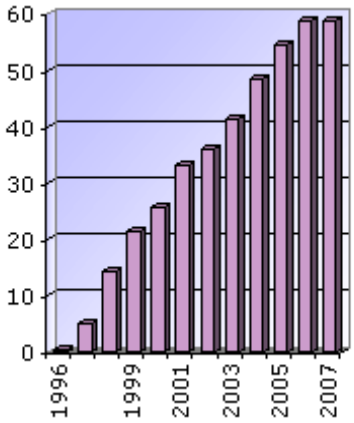
Příloha č. 2

Graf č. 1 Celosvětové pěstební plochy GM plodin, 1996 – 2007 v mil. ha



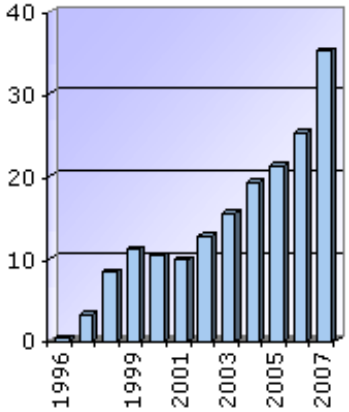
zdroj: GMO-CPMPASS, 2008

Graf č. 2 Celosvětové pěstební plochy GM sóji, 1996 – 2007 v mil. ha



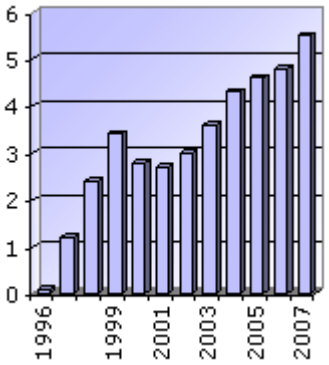
zdroj: GMO-CPMPASS, 2008

Graf č. 3 Celosvětové pěstební plochy GM kukuřice, 1996 – 2007 v mil. ha



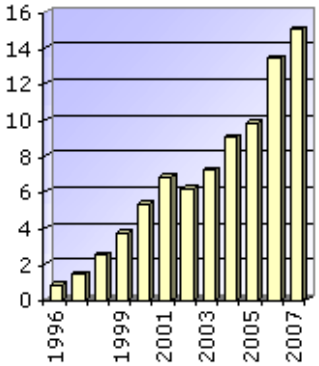
zdroj: GMO-CPMPASS, 2008

Graf č. 4 Celosvětové pěstební plochy GM řepky, 1996 – 2007 v mil. ha



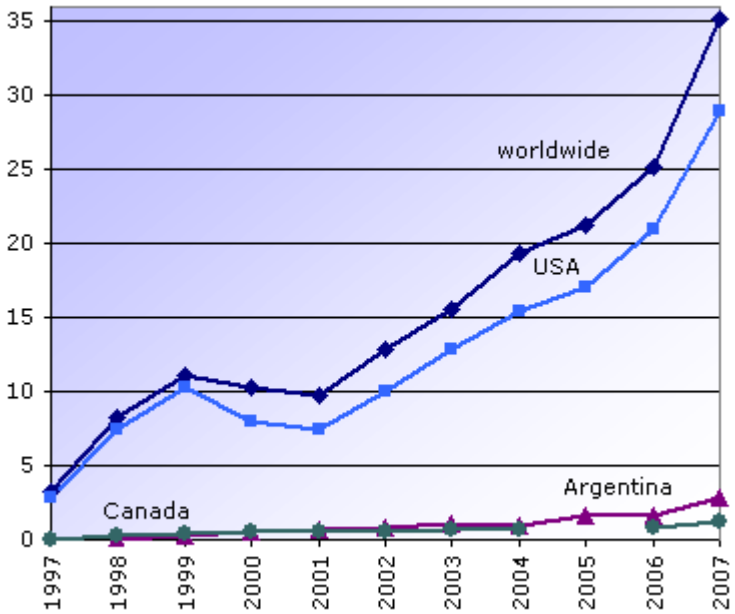
zdroj: GMO-CPMPASS, 2008

Graf č. 5 Celosvětové pěstební plochy GM bavlníku, 1996 – 2007 v mil. ha



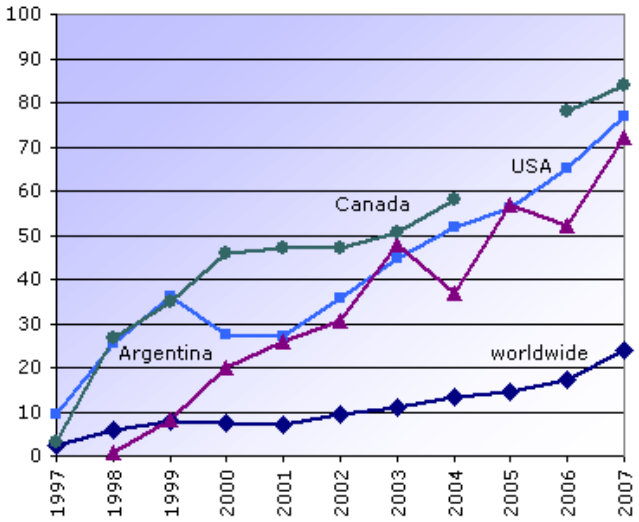
zdroj: GMO-CPMPASS, 2008

Graf č. 6 Celosvětová plocha GM kukuřice a plocha v hlavních zemích, 1997 - 2007 v mil. ha



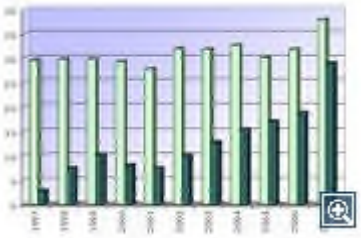
zdroj: GMO-CPMPASS, 2008

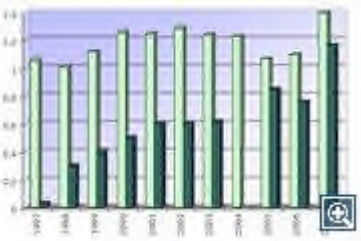
Graf č. 7 Podíl GM kukuřice na celkové ploše kukuřice vybraných zemí, 1997 – 2007 v mil. ha

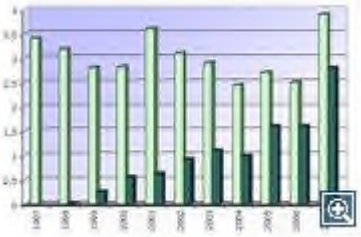


zdroj: GMO-CPMPASS, 2008

Graf č. 8 Celková plocha kukuřice plocha GM kukuřice ve vybraných zemích, 1997 –-– 2007 v mil. ha







USA

	Cultivation Area in Million Hectar		
Year	Total Corn	GM Corn	GMO Ratio
1997	29.60	2.8	9.5%
2007	37.9	29	77%

Canada

	Cultivation Area in Million Hectar		
Year	Total Corn	GM Corn	GMO Ratio
1997	1.06	0.03	2.8%
2007	1.4	1.17	84%

Argentina

	Cultivation Area in Million Hectar		
Year	Total Corn	GM Corn	GMO Ratio
1998	3.18	0.017	0.5%
2007	3.9	2.8	84%

zdroj: GMO-CPMPASS, 2008

Příloha č. 3

Obr. č. 1 Celosvětová plocha GM plodin, 1996 - 2006

Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2006

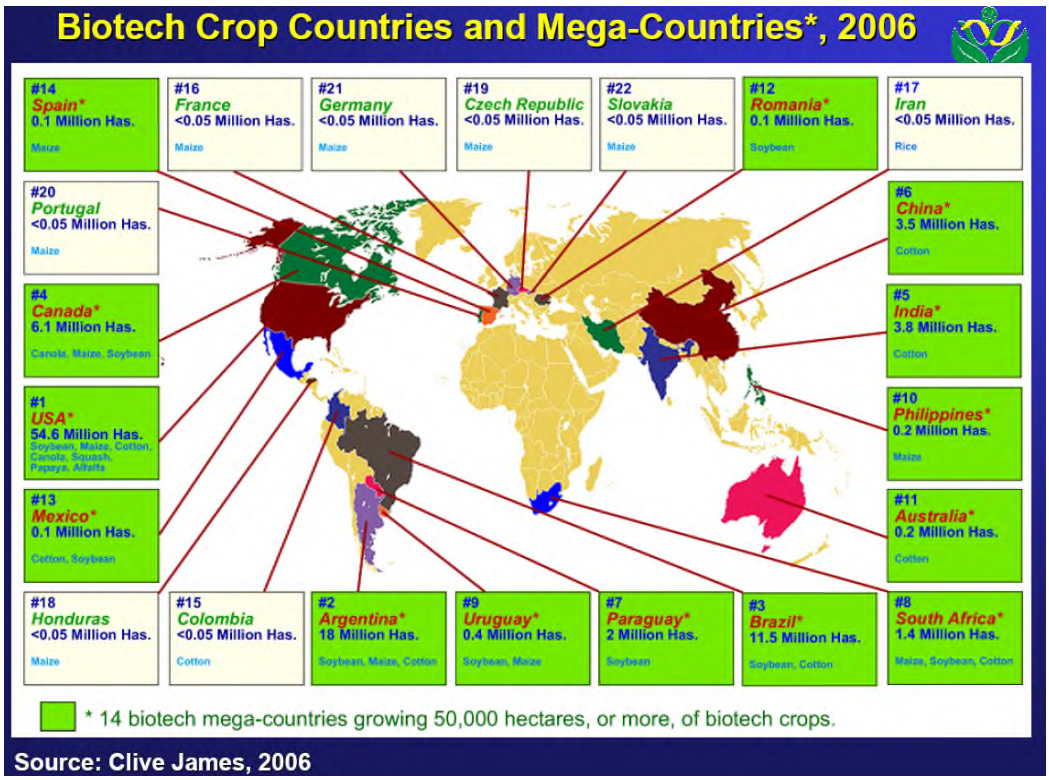
ISAAA

	Hectares (million)	Acres (million)
1996	1.7	4.3
1997	11.0	27.5
1998	27.8	69.5
1999	39.9	98.6
2000	44.2	109.2
2001	52.6	130.0
2002	58.7	145.0
2003	67.7	167.2
2004	81.0	200.0
2005	90.0	222.0
2006	102.0	252.0
Total	576.6	1,425.3

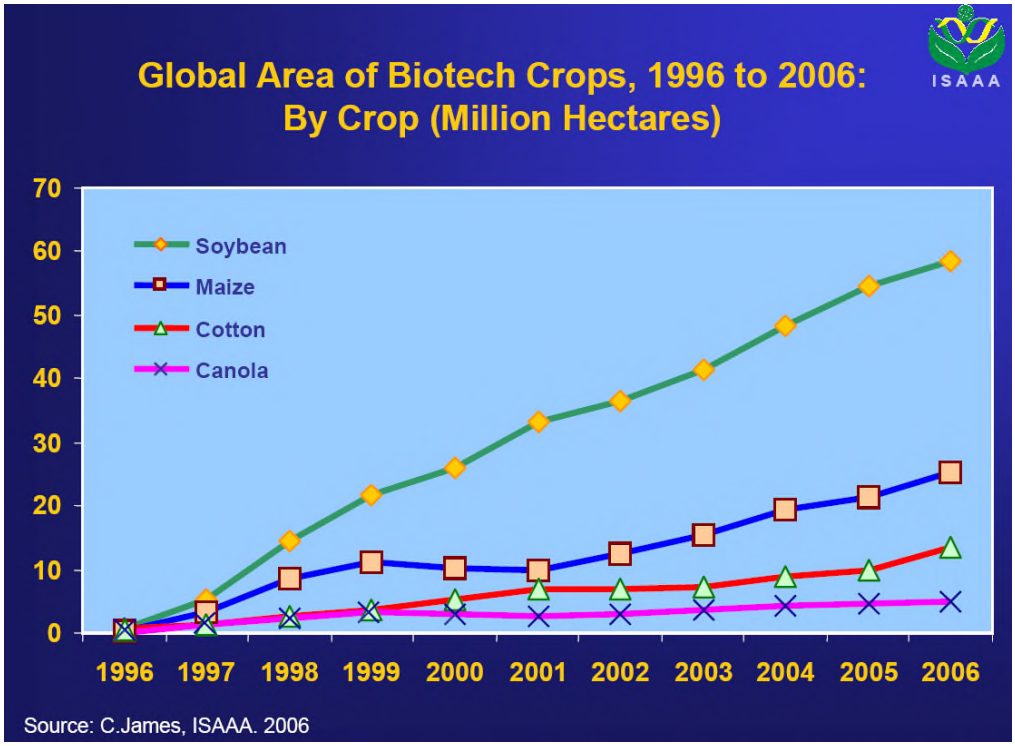
Increase of 13%, 12 million hectares or 30 million acres between 2005 and 2006.

Source: Clive James, 2006

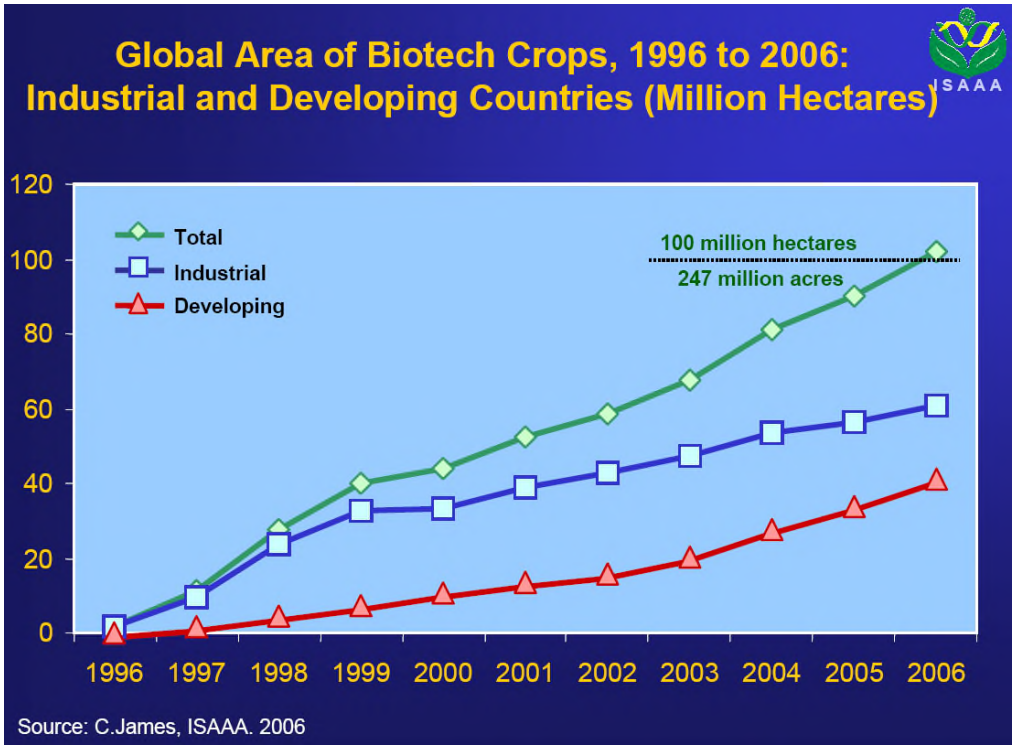
Obr. č. 2 Země pěstující GM plodiny, 2006



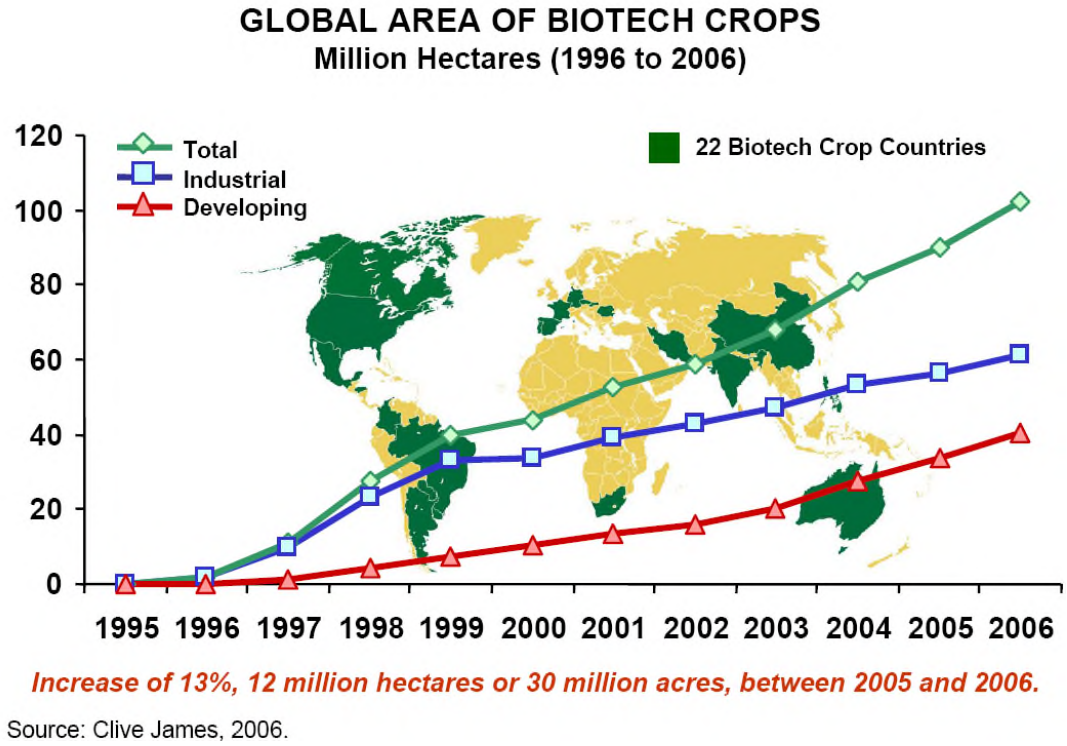
Obr. č. 3 Celosvětová plocha GM plodin, 1996 - 2006: za jednotlivé plodiny (mil. ha)



Obr. č. 4 Celosvětová plocha transgenních plodin v mil ha, 1996 - 2006: průmyslové a rozvojové země (mil. ha)

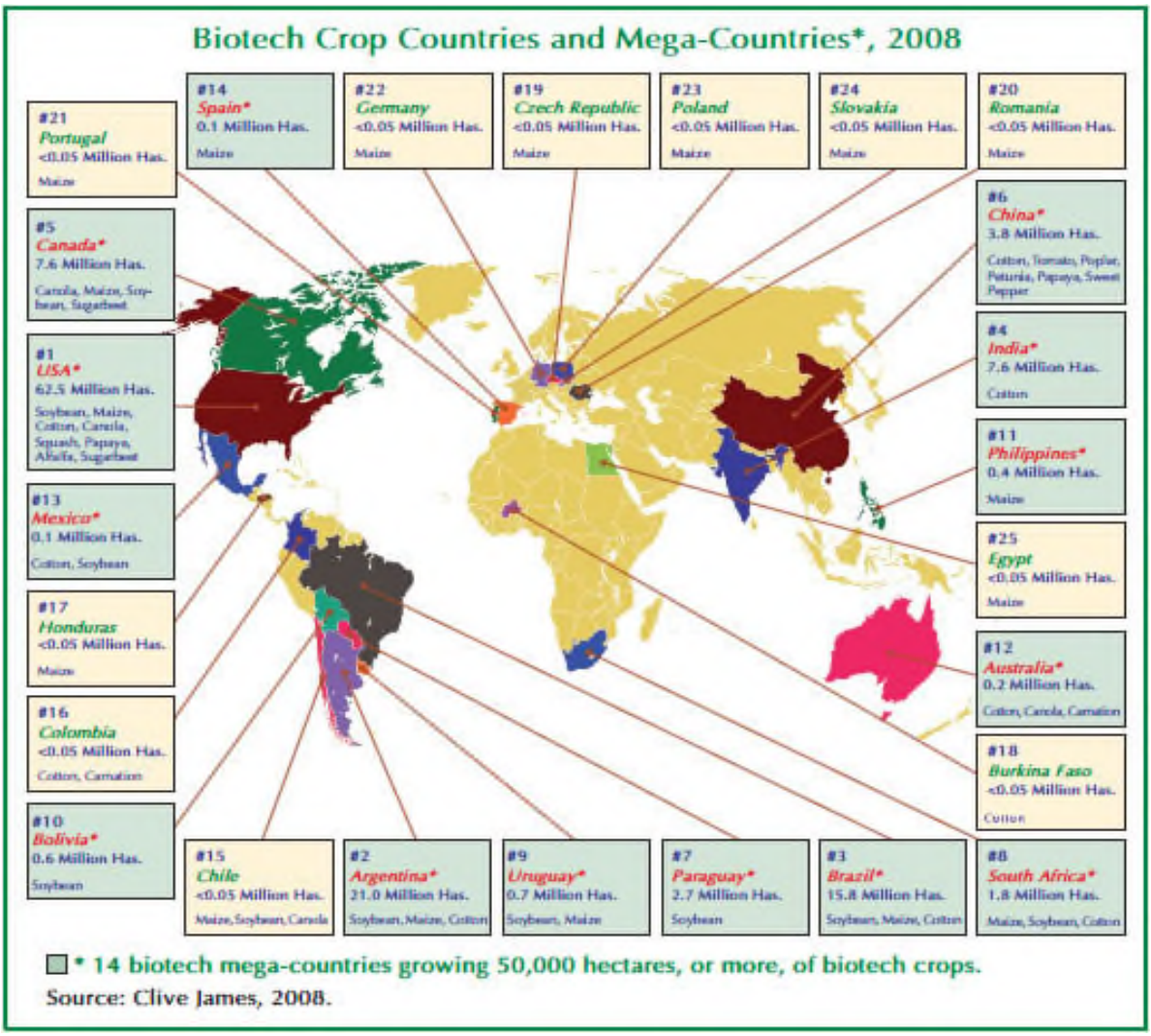


Obr. č. 5 Celosvětová plocha transgenních plodin v mil. ha (1996 - 2006)



Source: Clive James, 2006.

Obr. č. 6 Celosvětová mapa zemí pěstujících GM plodiny v roce 2008



Obr. č. 7 Zavíječ kukuřičný

motýl zavíječe kukuřičného

zdroj: Agromanuál, 2008

housenka zavíječe kukuřičného

zdroj: Agromanuál, 2008

Obr. č. 8 Žír zavíječe kukuřičného

zdroj: Rotekl, 2006

zdroj: Drobník, 2006

Obr. č. 9 Bázlivec kukuřičný

1. Samička bázlivce kukuřičného (6)

2. Sameček bázlivce kukuřičného (6)

zdroj: Koubová, 2006

Obr. č. 10 Porovnání napadení konvenční kukuřice s transgenní kukuřicí houbami

zdroj: Pioneer, 2006

Obr. č. 11 Feromonový lapák Csalomon© PAL (8)

zdroj: Koubová, 2006

Obr. č. 12 Světelný lapač pro signalizaci náletu motýlu zavíječe kukuřičného

zdroj: Koubová, 2006

Obr. č. 13 Biologická ochrana kukuřice před zavíječem kukuřičným pomocí přípravku Biotop obsahující kukly vaječného parazitoida *Trichogramma brassicae*

zdroj: Drobník, 2006