

Pozitiva a negativa aplikace pesticidů v zemědělství

Petr Ondříšek

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Petr ONDŘÍŠEK

Osobní číslo: T06497

Studijní program: B 2808 Chemie a technologie materiálů

Studijní obor: Chemie a technologie materiálů

Téma práce: Pozitiva a negativa aplikace pesticidů v zemědělství

Zásady pro vypracování:

1. Vyhledejte zdroje odborné literatury v UK UTB ve Zlíně, knihovně ÚIOŽP a případně i v Městské knihovně ve Zlíně. Zaměřte se i na vyhledávání odpovídajících informací na webových stránkách odborných institucí (z oblasti zemědělství i ŽP).
2. Popište význam jednotlivých skupin pesticidů pro zemědělskou výrobu v současné epoše a popište také úskalí, kterou s sebou využívání pesticidů přináší. Pokuste se znázornit kvalitativní i kvantitativní trendy v aplikaci pesticidů v posledních desetiletích (využijte Statistické ročenky ŽP a Zprávy o stavu ŽP v ČR).
3. Získané poznatky přehledně zpracujte, vhodně doplňte tabelární či obrazovou formou a práci odevzdejte v tištěné i elektronické podobě v předepsaném termínu.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

R. Cremlyn: Pesticidy. 1981

Statistické ročenky ŽP

Zprávy o stavu ŽP v ČR

Vedoucí bakalářské práce:

doc. RNDr. Jan Růžička, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

14. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

27. května 2011

Ve Zlíně dne 14. února 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan

L.S.

doc. RNDr. Jan Růžička, Ph.D.
ředitel ústavu



Příjmení a jméno: PETR ONDŘÍČEK

Obor: UIOZP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 19.5.2010


.....

³⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) *Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

(3) *Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

²⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

(3) *Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).*

³⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

(1) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.*

(2) *Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.*

(3) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Bakalářská práce „Pozitiva a negativa aplikace pesticidů v zemědělství“ se zabývá působením těchto chemických látek v agrikultuře. Nejprve explikuje samotné pesticidy a jejich dělení, dále se zabývá historickým vývojem a spotřebou těchto látek, a to jak z celosvětového hlediska, tak i na území České republiky. Nejdůležitější částí práce tvoří pojednání o kladech a záporech spojených s aplikací pesticidů. Pozitiva jsou rozdělena na primární a sekundární, dále jsou popsána z hlediska jednotlivých druhů pesticidů. Negativa jsou rozčleněna do tří oblastí podle své působnosti.

Klíčová slova: Pesticidy, herbicidy, insekticidy, fungicidy

ABSTRACT

The Bachelor thesis „Positives and Negatives of pesticides' application in agriculture“ explores the effects of using chemicals in agriculture. First part is dedicated to individual pesticides and their divisions, continues with historical development and consumption of these chemicals with regards to both usage in the world as well as usage in Czech Republic. Main focus of bachelor thesis is directed at positives and negatives which come from administration of pesticides. Positives are divided into primary and secondary as well as described according to individual brand. Negatives are divided into tree divisions according to effectiveness.

Keywords: Pesticides, Herbicides, Insecticides, Fungicides

Poděkování, motto

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Doc. RNDr. Janu Růžičkovi, Ph.D za jeho odbornou pomoc a rady při zpracování bakalářské práce.

„Quis custodiet pesti cides?“¹

Terry Pratchett

¹ „Kdo ohlídá pesticidy?“

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PESTICIDY	11
1.1 HISTORIE PESTICIDŮ	11
1.2 DĚLENÍ PESTICIDŮ	13
1.2.1 Herbicidy	13
1.2.2 Fungicidy	14
1.2.3 Insekticidy	16
2 SPOTŘEBA PESTICIDŮ	20
2.1 SPOTŘEBA PESTICIDŮ NA ÚZEMÍ ČR V LETECH 1981 AŽ 2003	20
2.2 SPOTŘEBA PESTICIDŮ NA ÚZEMÍ ČR V LETECH 2000 AŽ 2009	21
2.3 SPOTŘEBA JEDNOTLIVÝCH ÚČINNÝCH LÁTEK V ČR ZA ROK 2009	22
2.4 SPOTŘEBA PESTICIDŮ VE SVĚTĚ	23
3 POZITIVA A NEGATIVA PESTICIDŮ	25
3.1 POZITIVA PESTICIDŮ	25
3.1.1 Primární a sekundární výhody pesticidů obecně	26
3.1.2 Pozitiva insekticidů	26
3.1.3 Pozitiva fungicidů	27
3.1.4 Pozitiva herbicidů	28
3.2 NEGATIVA PESTICIDŮ	28
3.2.1 Negativní vlivy pesticidů na půdu, vodu, vzduch	28
3.2.2 Dopad pesticidů na zdraví člověka	31
3.2.3 Negativní působení pesticidů z obecného hlediska	32
ZÁVĚR	34
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	35
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	37
SEZNAM OBRÁZKŮ	38
SEZNAM TABULEK	39

ÚVOD

Pesticidy, jejichž úplné počátky jsou kladeny již do prvního tisíciletí př. n. l., začaly být ve větším měřítku užívány v 19. století. Ve 20. století došlo k jejich značnému vývoji, a to jak z hlediska množství, tak i kvality, a v dnešní době jsou nepostradatelnou součástí zemědělské produkce.

Hlavním důvodem pro užívání pesticidů je neustále se zvyšující potřeba potravin, která úzce souvisí s celosvětovým růstem populace. Zatímco na počátku 20. století žilo na světě pouze 1670 milionů lidí, v roce 2000 již počet obyvatel na naší planetě přesáhl 6 miliard. Podle prognózy OSN bude minimálně ještě dalších padesát let tento populační růst pokračovat. [10]

Pesticidy pomáhají zajišťovat trvalý přísun kulturních plodin vysoké kvality a stálého výnosu. Tyto chemické látky omezují ztráty způsobené nežádoucími rostlinami a živočichy, stejně tak jako nepříznivými vlivy prostředí (přílišná vlhkost v tropických oblastech apod.).

Aplikace pesticidů je však předmětem neustálých diskuzí, týkajících se především jejich neplánovaných negativních dopadů. Vyvází, či dokonce přesáhnou jejich pozitivní vlivy případné zápory, které mají na životní prostředí a lidské zdraví? To je hlavní otázka, na kterou se v této práci pokusíme najít odpověď.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PESTICIDY

„ Pesticidy jsou chemikálie používané proti škodlivým živočichům, plevelům, a parazitickým houbám, které ohrožují zemědělské, zahradní a lesní rostliny, zásoby potravin a zemědělských produktů, průmyslové materiály (textil, kůži, dřevo), užitečná zvířata nebo i samotného člověka.“ [1]

Pesticidy dělíme dle druhů, o čemž pojednáme dále v této kapitole a také dle jejich působení na organismus, který chceme chránit, a to na kontaktní pesticidy a systémově působící pesticidy.

Pesticidy, které působí kontaktně, jsou vázány pouze na povrchu a nepronikají tedy do rostlinné tkáně. Následkem toho hubí škůdce pouze tam, kde je tento postřík aplikován. Největší nevýhodou kontaktně působících pesticidů je jejich závislost na vlivu počasí (např. vítr, déšť, sluneční záření apod.), proto se může stát, že škodlivé organismy nebudou zničeny totálně.

Na rozdíl od kontaktně působících pesticidů, nejsou systémově působící pesticidy závislé na povětrnostních vlivech, a proto také dokážou lépe chránit ošetřované rostliny. Tyto pesticidy rychle pronikají do samotného jádra rostlinných buněk, kde jsou pak dále rozváděny cévním systémem. Mohou tedy působit i na místech, které nebyly přímo chráněny postříkem. Použití těchto pesticidů může však mít na rostliny také negativní dopad, který spočívá v nebezpečí fytoxicity. U rostlin by například mohlo dojít k částečnému či dokonce kompletnímu zničení.

1.1 Historie pesticidů

Jedním z prvních aplikovaných pesticidů byla síra. Jejím prostřednictvím byly potírány nemoci kulturních rostlin a zapuzován hmyz, a to již v prvním tisíciletí před naším letopočtem. Dalším takto časně užívaným pesticidem, přesněji insekticidem, byl arsenik, který k užití doporučil Plinius roku 79. Mnohem později, v šestnáctém století, takto využívali arsenik též Číňané. O století později byl extrakcí z tabákových listů získán nikotin, insekticidní látka, která byla prvně použita proti zobonosce slívové (*Rhynchites cupreus*, Curculionidae) a sítěnce řepné (*Piesma quadratum*). Na počátku 18. století byl dále na Hambergův návrh využit chlorid rtuťnatý sloužící k ochraně dřeva. Všechny tyto brzké objevy jsou založeny na dlouhodobém sledování účinků těchto látek. Dříve si lidstvo myslelo, že za

devastací jejich úrody se skrývá nějaká nadpřirozená síla. Dnes však již víme, že choroby, které působily neúrodu půdy, zde byly dříve, než samotný člověk. Se zemědělskými škůdci se však vědeckými metodami ve větším měřítku začalo bojovat teprve v druhé polovině devatenáctého století.

Okolo roku 1850 byly aplikovány dva významné přírodní insekticidy: pyrethrum z květu jednoho druhu chryzantém a rotenon z kořenů derrisu. Oba tyto insekticidy jsou používány dodnes. V téže době dochází také k užívání mýdla, jako prostředku k ničení mšic a též je jako fungicid aplikována síra na ochranu broskvoní. Weightonem byla dále jako pesticid objevena směs vápna a síry (sírovápenná jícha), která byla později použita jako prostředek proti strupovitosti jablek. Na konci devatenáctého století dochází k objevům nových organických látek, které jsou použity v boji proti škodlivému hmyzu. Mezi dva nejvýznamnější insekticidy v této době patří arseničnan měďnatý, nazývaný také jako pařížská zeleň a arseničnan olovnatý. První zmíněný pesticid byl aplikován k hubení coloradského brouka ve státě Mississippi, kdežto arseničnan olovnatý byl využit v boji proti bekyni. Ve Spojených státech bylo okolo roku 1900 použito takové množství pařížské zeleně, že bylo nutné přijmout první legislativní opatření o užívání těchto insekticidů.

Mezi lety 1845 až 1849 propukl v Irsku hladomor. Plíseň bramborová zde zničila prakticky celou úrodu, protože tehdy proti této chorobě nebyla známá žádná ochranná látka. Následkem toho byla smrt milionu obyvatel způsobená vyhladověním (což v té době činilo dvanáct procent celkové populace Irska), a též rozsáhlá emigrace, která směřovala především do Spojených států amerických. Příčina této epidemie, plíseň *Phytophthora infestans*, jež se tak rychle šířila a devastovala celá bramborová pole ve velmi krátkém časovém období, nebyla po dlouhou dobu odhalena. Až po deseti letech se dvěma badatelům: M. J. Berkeleyovi (Angličan) a Antonu de Bary (Němec) podařilo dokázat, že tato parazitní houba způsobuje chorobu brambor.

V roce 1882 byl dále Millardetem náhodně objeven významný chemický přípravek proti plísni révové, plísni bramborové a patogenním houbám. Bylo zvykem, že zemědělci bordóského kraje ve Francii stříkali své vinice u cest směsí vápna a síranu měďnatého, aby tak omezili krádeže hroznů. Millardet si však uvědomil, že vinná réva podél cest, která je touto směsí nastříkána, zůstává bez chorob, kdežto réva, nacházející se dále od cest, je náchylnější na plísňové choroby. Millardet tak svými přesvědčivými pokusy dokázal účinnost bordóské jíchy (směs vápna, síranu měďnatého a vody) proti perenospóře vinné.

Největší nástup syntetických organických pesticidů však nastal až ve 30. letech 20. století.

Mezi jejich nejvýznamnější zástupce patří: insekticidy na bázi alkylthiokyanátů, první organické fungicidy salicylanilid a dithiokarbamátové fungicidy.

Roku 1939 objevil Dr. Paul velmi silné insekticidní vlastnosti dichlordifenyl-trichlorethanu, nazývaného také DDT. Müller DDT aplikoval nejprve proti mandelince bramborové na švýcarských zemědělských polích. Tento insekticid se začal vyrábět roku 1943 a již o pár let později se stal celosvětově nejvíce rozšířeným insekticidem. Navzdory dlouhodobým zhoubným účinkům DDT na ekosféru nelze opomenout četná pozitiva, která nám tato látka přinesla. DDT např. pomohlo v boji proti moskytům šířící malárii, zabránilo též šíření tyfu a epidemií, vyskytujících se především v tropických oblastech. Tyto úspěchy vedly k dalšímu objevování analogických látek ve formě insekticidů, např. methoxychloru.

Postupem času byly objeveny též organofosforové sloučeniny a jim příbuzné karbamáty. Pesticidy se však neustále vyvíjely až do současnosti, kdy se čím dál více zdůrazňují integrované biologické a chemické metody, které nám umožňují snížit dávky chemikálií. Dochází tak k menšímu zatížení životního prostředí a omezuje se výskyt různých druhů škůdců s rezistentními kmeny.

1.2 Dělení pesticidů

Pesticidy dělíme podle toho, na jakou skupinu škůdců jsou použity. Mezi nejvýznamnější a také nejrozšířenější pesticidy patří herbicidy, insekticidy a fungicidy.

1.2.1 Herbicidy

Herbicidy využíváme v boji proti plevelům. Podle účinků likvidace je můžeme rozdělit na selektivní a širokospektrální. Selektivní herbicidy odstraňují pouze určitou skupinu rostlin, na rozdíl od širokospektrálních, které ničí většinu rostlin vyskytujících se v dané lokalitě.

Jako plevel lze z hlediska člověka označit takové rostliny, které se vyskytují v nežádoucí lokalitě. Již od počátku uvědomělého zemědělství člověka soutěží právě plevele s kulturními plodinami o atributy, které jsou potřebné k růstu obého, tedy o světlo, vláhu a živiny. Pro omezení množství plevelů byl zpočátku užíván mechanický způsob, později, po úbytku pracovních sil v zemědělství, se užívalo metody častější obměny pěstovaných

kulturních plodin, což však nemělo pokaždé kýžený efekt. Z toho důvodu došlo v rámci boje proti plevelům k vývoji nejen účinnějších mechanických prostředků, ale též postupnému zavádění chemických prostředků – herbicidů.

Chemikálie byly jako prostředky k hubení plevelů užívány již od devatenáctého století. Pro odstraňování nežádoucích rostlin (např. z nedlážděných cest nebo prostorů pro skladování dřeva) byly ve značných dávkách (2,3) užívány surové chemikálie jako např. drcená arsenová ruda, kamenná sůl, kreosotový olej, měďnaté soli, kyselina sírová a odpadní oleje. Ačkoli tyto látky komplexně ničily rostlinstvo, v zemědělství byly potřebnější takové chemikálie, které by nejen ničily plevele, ale zároveň nepoškozovaly kulturní plodiny. Na počátku 20. století bylo dosaženo jistých úspěchů v likvidaci růstu širokolistých plevelů v prostředí obilovin, což bylo zásluhou aplikace rozpustných měďnatých solí a kyseliny sírové. „ *Všechny tyto látky jsou obecnými rostlinnými jedy a jejich selektivita je v tomto případě dána fyzikálními faktory – větší a hrubší povrch listů plevelů je smáčen postříkem účinněji než úzké a hladké listy obilovin, na nichž dochází k mnohem většímu odtoku toxikantu.*“ [1]

V dnešní době se již od užívání měďnaté soli upustilo, kyselina sírová je však stále v limitovaném množství používána k likvidaci bramborové natě v závěru vegetačního období. Již po dlouhou dobu jsou známy též herbicidní vlastnosti dalších anorganických sloučenin, jako např. arsenových sloučenin, borátů a chlorečnanu sodného. Tyto anorganické sloučeniny působí jako totální herbicidy. Plochy, které byly těmito sloučeninami ošetřeny, zůstávají pro rostliny toxickými po několik měsíců, nebo dokonce několik dalších let. [1]

1.2.2 Fungicidy

Fungicidy slouží k odstranění škodlivých parazitických hub. Houby patří mezi primitivní organismy, nemají schopnost fotosyntézy a musí své živiny získávat z organického materiálu a žijících rostlin. Houby proto působí škody převážně na zemědělských plodinách, ovoce a zelenině, ale také na kůži, dřevu a textilu.

Fungicidy jsou přípravky užívané v zemědělství a zahradnictví, které slouží zejména k ochraně obilí během skladování, zralých plodin, sazenic, květin a trávy. [11]

První fungicidy byly vyráběny ve formě kontaktních (povrchových) přípravků. Bývají aplikovány převážně ve formě poprašků nebo postřiku na listy rostlin. Kontaktní fungicidy však nemohou proniknout rostlinou kutikulou a dále se šířit uvnitř rostliny. Z toho důvodu jsou v současné době používány především systémové fungicidy, známé též pod názvem rostlinná chemoterapeutika. Systémově působící fungicidy jsou vstřebávány přes kořeny nebo listy, a dále jsou rozváděny do všech částí rostliny.

„ Má-li být nějaká chemikálie účinným ochranným fungicidem, musí splňovat tyto požadavky:

a) musí mít velmi malou fototoxicitu, aby aplikací nebyla příliš poškozena hostitelská rostlina,

b) musí být fungitoxická sama o sobě nebo musí mít schopnost přeměnit se v účinný fungitoxikant uvnitř spor hub a musí působit rychle, aby houbová infekce neměla čas proniknout rostlinou kutikulou,

c) fungicid musí být schopen proniknout do spor houby a dospět k vlastnímu místu svého účinku v houbě,

d) jelikož se zemědělské ochranné fungicidy aplikují ve formě postřiku na list, musí být schopné vytvořit přilnavé úsady, odolávající po dlouhou dobu vlivům počasí.“ [1]

V rámci uvedených kritérií je největším problémem dosažení žádoucí toxicity (selektivní) pro houbu, což je způsobeno úzkou příbuzností hub a rostlin.

Anorganické fungicidy

Anorganické látky, které se staly prvními fungicidy, byly např. síra, sírovápenná jícha, sloučeniny rtuti a měď. Hmotnost síry, která byla použita proti houbám v roce 1958, činila čtyřnásobek hmotnosti všech používaných fungicidů v té době, a to i přesto, že se její množství snížilo důsledkem výroby modernějších organických fungicidů. Síra a sírovápenná jícha jsou však nadále ve velkém množství používány proti strupovitosti jabloní, hrušní a též různým druhům padlí.

Organické sloučeniny kovů

Mezi první organické sloučeniny kovů, které byly použity jako fungicidní přípravky, patřil chlorid rtuťnatý (se svými silně baktericidními vlastnostmi). Jeho účinnost byla prokázána proti fusariově chorobě žita. Chlorid rtuťnatý byl však pro svou vysokou toxicitu rychle nahrazen méně jedovatými organortuťnatými deriváty, které sloužily jako mořidla obilí.

1.2.3 Insekticidy

Insekticidy používáme proti hmyzu, který může způsobit nesčetné škody na zemědělských plodinách, ale jenž také může přenášet různé druhy chorob na člověka a užitečnou zvěř.

Insekticidy dělíme podle jejich původu na přírodní insekticidy a syntetické insekticidy.

Přírodní insekticidní látky se vyskytují ve značném množství rostlin rozmanitých druhů. Některé z těchto látek jsou člověkem užívány už po dlouhou dobu. Většina z nich však není ekonomicky extrahovatelná. Prokázalo se, že určité druhy extraktů působí jako cenné kontaktní pesticidy a jejich výhoda tkví ve skutečnosti, že užití těchto pesticidů nevede k výskytu tak velkého množství rezistentních kmenů, které je často přítomno při užívání syntetických pesticidů. Mezi významné přírodní insekticidy patří zejména nikotin, dále derris (rotenon) a pyrethrum. Nyní si přiblížíme původ a účinky těchto konkrétních přírodních insekticidů.

Nikotin

Co se týče Nikotinu, tato tabáková rostlina byla do Evropy přivezena kolem roku 1560. Vodný extrakt z tabákových listů byl použit proti savému hmyzu na zahradních rostlinách v roce 1690. Později se ukazuje, že aktivní látkou tabákového extraktu je alkaloid nikotin. Roku 1828 je tento alkaloid poprvé izolován. Nikotin se po dlouhou dobu používal jako zahradní postřik pod názvem "Black Leaf 40". Tento přípravek je koncentrátem obsahujícím 40% nikotinsulfátu, ke kterému se přidávají alkalické aktivátory, jako je například vápenatá sůl kaseinu nebo mýdlo, které způsobuje uvolnění nevázaného nikotinu. Nikotin se užívá k hubení mšic, klopušek, vrtalky zahradní a obaleče jablečného. Působí jako neperzistentní kontaktní insekticid.

Rotenoidy

Rotenoidy jsou insekticidní látky vyskytující se v kořenech rostliny *Derris elliptica*. V roce 1848 byly doporučeny jako ochrana před housenkami. Derrisový popraš získáme rozemletím kořenů a následným smíšením získaného prášku s minerálním zřed'ovadlem. Jinou metodou k získání rotenoidů z rozemletých kořenů je extrakce organickými rozpouštědly. Rotenon se připraví krystalizací získané pryskyřice z tetrachlormethanu nebo etheru. Derris se používá jako prostředek k odhmyzování dobytka a ovcí, ale také jako prostředek proti klíšťatům. V dnešní době ho však nahrazují již syntetické insekticidy. Rotenon je užíván převážně v zahradnictví, kde nezanechává rezidua, a proto je mimořádně bezpečným insekticidem.

Pyrethoidy

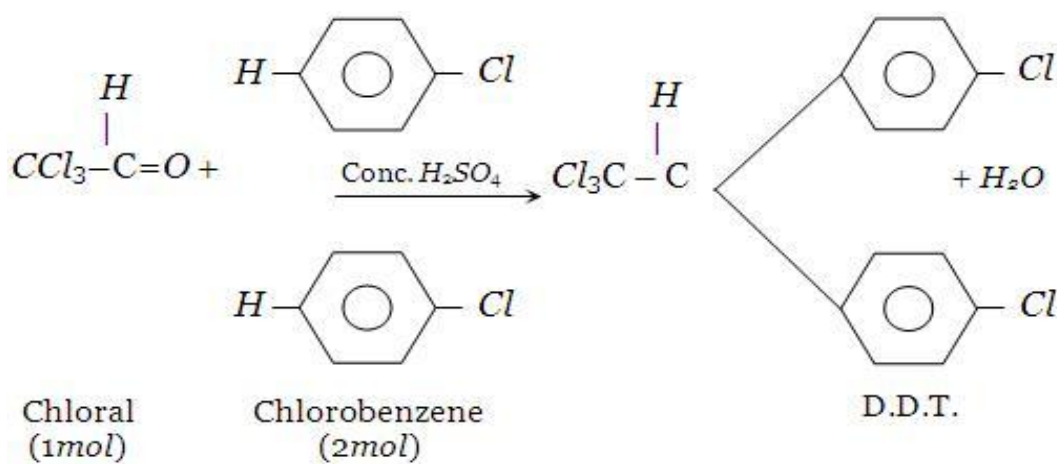
Pyrethrum získáváme z květů rostliny *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Tento kontaktní insekticid se začal vyrábět okolo roku 1850, přičemž jeho výroba a použití - na rozdíl od nikotinu a derrisu - vzrůstá. Význam Pyrethra se projevuje v rychlém omračujícím účinku na létající hmyz ("knockdown" efekt). Pyrethrum nezanechává žádná toxická rezidua a není perzistentní. Používá se proti škůdcům v domácnosti, průmyslu a taktéž proti škůdcům v uskladněných potravinách. Jeho jedinou nevýhodou je právě jeho nedostatečná perzistence, která je dána nestabilitou na vzduchu při osvětlení. Může tedy dojít k tomu, že hmyz, který je v kontaktu se subletální dávkou pyrethra, se zotaví. Z tohoto důvodu se v praxi do pyrethra často přidává menší množství jiného insekticidu, aby se tak zaručilo, že k zotavení hmyzu nedojde.

Co se týče syntetických insekticidů, mezi nejvýznamnější skupiny patří organofosforové, organochlorové a karbamátové sloučeniny. V současné době se aplikace organochlorových insekticidů omezuje na minimum, a to z důvodu jejich ekologických rizik.

Organochlorové insekticidy

Nejznámějším a nejdůležitějším organochlorovým insekticidem v historii je dichlordifenyl-trichlorethan neboli také DDT, o jehož objevení jsme pojednali již dříve. Největšími výhodami DDT byly v době jeho největšího rozmachu: stabilita, perzistence insekticidního

účinku, nízká toxicita pro savce a nízké náklady na jeho výrobu. Dnes však již víme, že DDT působí negativně na nervový systém. Konkrétně na nervovou tkáň působí DDT toxicky i v menších koncentracích, než v jakých působí na jiné tkáně či enzymové systémy. U hmyzu a obratlovců může důsledkem jeho užití docházet ke ztrátě pohyblivosti, třesu, křečím a smrti. Toxicita DDT spočívá ve schopnosti vázat se na membránu nervových buněk, čímž postupně dochází k narušování přenosu nervových impulsů. DDT působí na široké spektrum hmyzích škůdců, a to od domácího hmyzu až po moskyty. Mezi další rozšířené insekticidy patří např. rozličné chlorované cyklohexanové uhlovodíky. Tato skupina insekticidů se začala vyrábět až po roce 1945. Nejznámější zástupci této skupiny jsou: aldrin, endrin, heptachlor, diendrin. [1]



Obr.1 výroba-DDT, [12]

Organofosforové insekticidy

Počátky organofosforových sloučenin souvisejí s výzkumem nervových plynů, určených pro vedení chemické války. Tímto výzkumem se během druhé světové války zabýval Dr. Gerhard Schrader se svými spolupracovníky. Prvním velmi účinným systémovým insekticidem této skupiny je schradan (oktamethyltetraamid kyseliny difosforečné), který byl aplikován proti sviluškám a mšicím. Kontaktní insekticid parathion [O,O-di-ethyl-O-(4-nitrofenyl)thiofosfát], byl obdobně jako schradan používán proti mšicím, sviluškám a háďátkům. Z důvodů vysoké toxicity, které tyto látky vykazují v souvislosti se savci, byl

výzkum zaměřen na výrobu méně toxických insekticidů. První insekticid, který byl vůči savcům mnohem méně toxický a zároveň měl velký rozsah účinnosti, byl malathion.

Karbamáty

Látky, které nazýváme karbamáty jsou silné báze. V lipidech se téměř nerozpouštějí a ve vodném prostředí ionizují. Mimo jiné ionty nemohou proniknout nepropustnou pochvou, která pokrývá nervový systém hmyzu. Roku 1951 vzniká karbamátová sloučenina pod názvem Isolan neboli [N,N-dimethyl-O-(1.isopropyl-3-methyl-5-pyrazolyl)]karbamát. Isolan, který je rozpustný ve vodě, patří mezi nejúčinnější systémové aficidy. Účinkuje též proti mouše domácí, pro savce je však vysoce toxický, proto bylo jeho používání zastaveno. Isolan byl nahrazen méně toxickými karbamáty, jako jsou např. Pirimicarb(Pirimor), Carba-byl, Propoxur. [1]

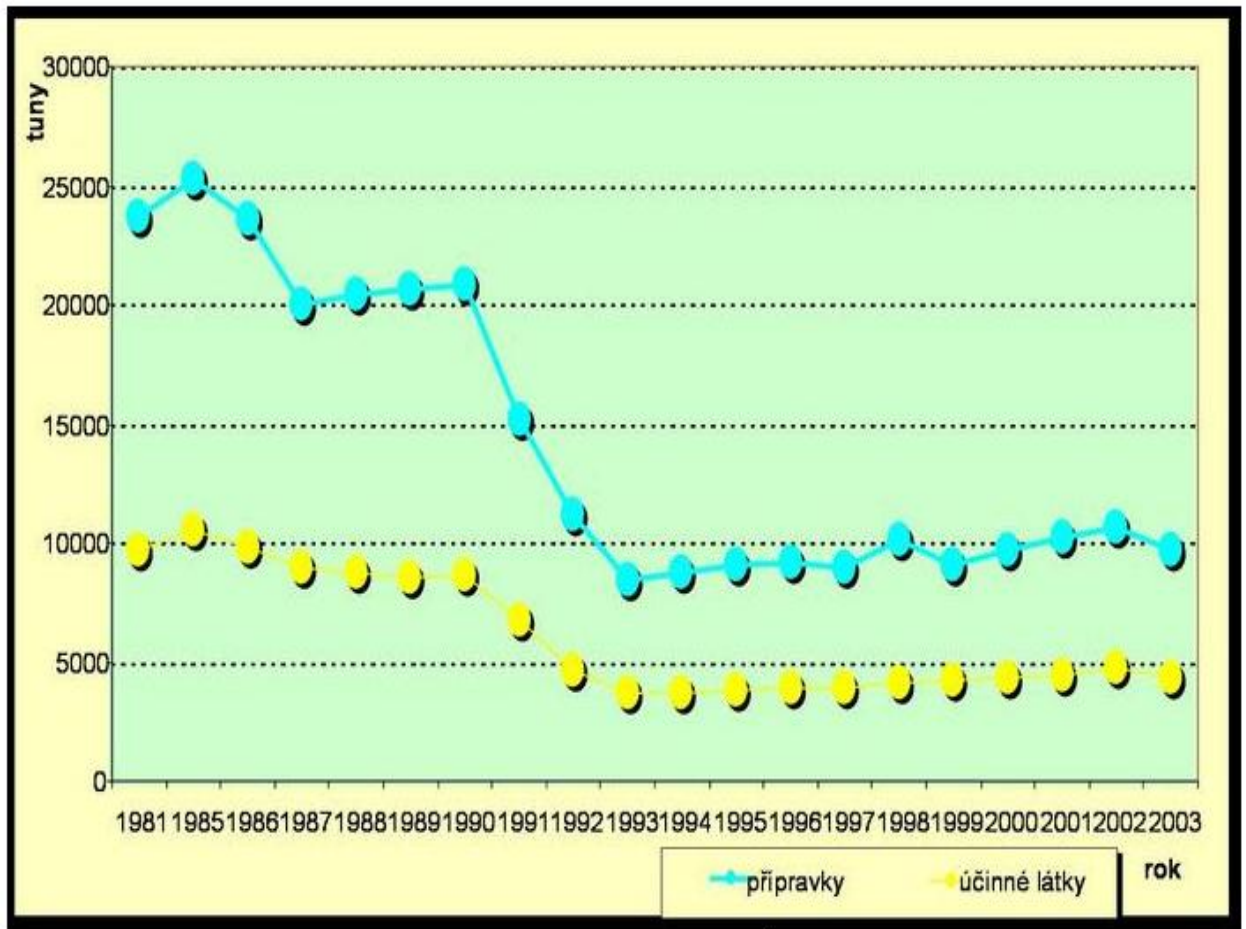
2 SPOTŘEBA PESTICIDŮ

Bez použití pesticidů nelze ve většině zemí zajistit dostatečnou výrobu potravin, což se týká zejména rozvojových států, které jsou na těchto chemických látkách doslova závislé. Z hlediska dlouhodobého pozorování vývoje pesticidů je zjevné, že v posledních letech dochází k výrazné změně. Podíl nebezpečných a jedovatých látek se snižuje a upřednostňují se selektivní ochranné látky, které jsou méně toxické pro životní prostředí. V následujících letech se v rámci Evropské Unie předpokládá zákaz mnoha z těchto doposud užívaných chemických látek. [13]

2.1 Spotřeba pesticidů na území ČR v letech 1981 až 2003

Sledování spotřeby pesticidních přípravků v ČR má dlouhodobou tradici. Ve Státní rostlinolékařské správě jsou k dispozici statistické údaje o spotřebách přípravků na ochranu rostlin od roku 1980. Starší údaje však zaznamenávají pouze sumáře dat pro celou Českou republiku. K podrobnějšímu pozorování a evidenci údajů dochází až od roku 1994, kdy SRS² začala užívat speciální program pro evidenci a spotřebu pesticidních přípravků. Na snížení spotřeby pesticidů, ke kterému došlo na počátku 90. let 20. století mělo vliv několik faktorů. Mezi nejvýznamnější z těchto činitelů patří transformace zemědělství v 90. letech, zejména objevení nových technologií a vědeckých poznatků, a dále snaha ČR o začlenění mezi státy EU, což zahrnovalo nutnost přiblížit se její legislativě. Samozřejmě nesmíme opomenout, že ke snížení spotřeby pesticidů vedla i snaha co nejvíce zabránit negativním dopadům pesticidních látek na životní prostředí. Výsledkem působení všech těchto faktorů je trojnásobné snížení spotřeby chemických přípravků na ochranu rostlin během 8 let (počínaje rokem 1984), viz. následující graf. [14]

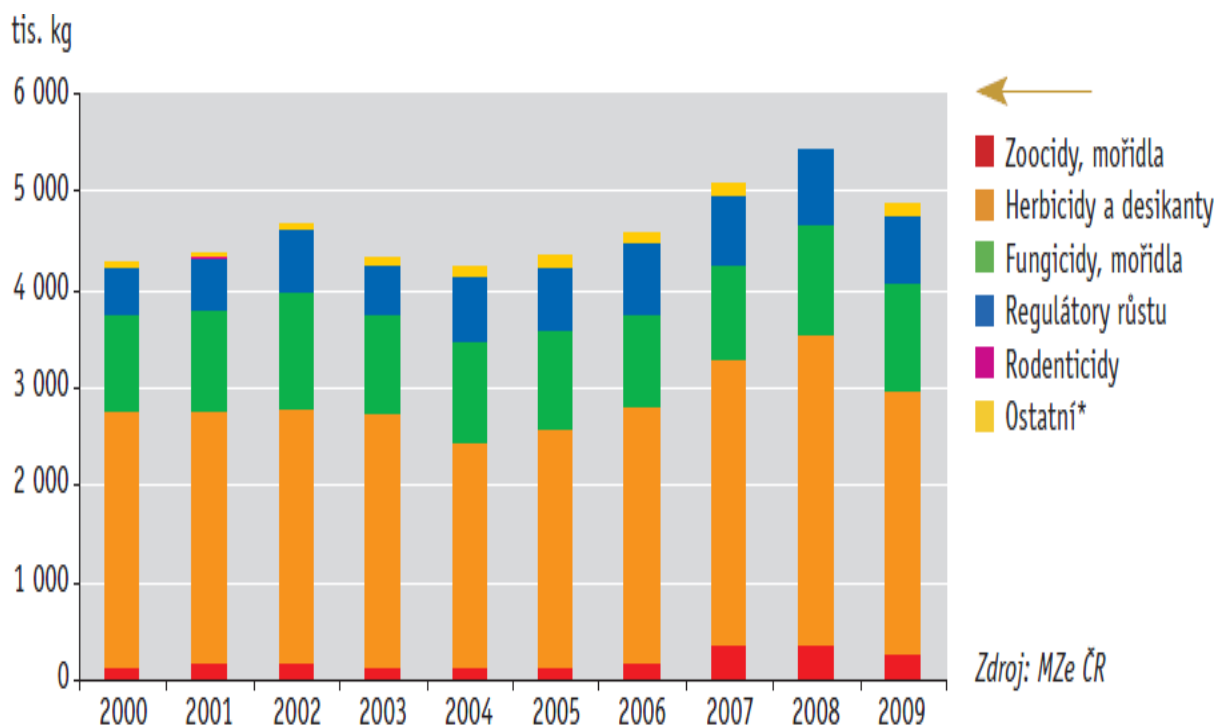
² Státní rostlinolékařská správa.



Obrázek č.2 - Vývoj a spotřeba přípravků v ČR v tunách v letech 1980 až 2003. [14]

2.2 Spotřeba pesticidů na území ČR v letech 2000 až 2009

Porovnáváme-li v ČR spotřebu přípravků na ochranu rostlin za rok 2009 se spotřebou za roky 2007 a 2008, dojdeme k závěru, že zde nastal pokles spotřeby cca od 5-11%. Při porovnání delšího časového úseku lze konstatovat, že mezi lety 2000 - 2009 (vyjma let 2007, 2008) se spotřeba pohybuje v rozmezí od 4200 až 4800 tun pesticidních látek za rok. [15]



*Ostatní – pomocné látky, repelenty, minerální oleje aj.

Obrázek č.3 - Spotřeba pesticidů na území ČR v letech 2000 až 2009. [15]

2.3 Spotřeba jednotlivých účinných látek v ČR za rok 2009

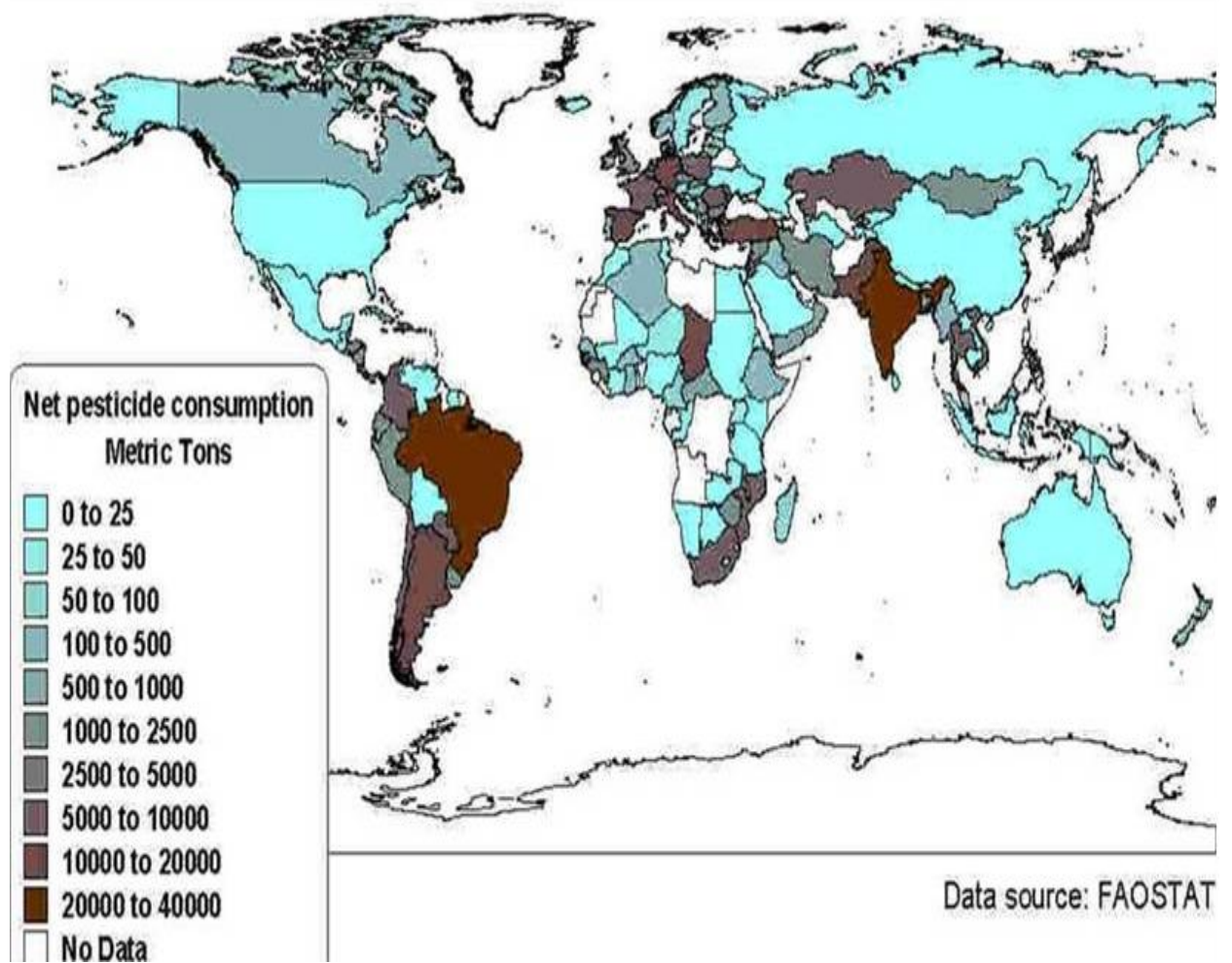
Celková spotřeba účinných látek za rok 2009 činí 4885 tun. Největší procento užití těchto látek činí pesticidy na ochranu obilovin, olejnin, kukuřice a řepy. Konkrétně u obilovin činí tato spotřeba 44%, u olejnin pak 21%, na kukuřici spadá 11% a řepa čítá 5% z celkového množství všech pesticidních látek použitých na území České republiky. Co se týče tří hlavních představitelů naší práce, na prvním místě ve spotřebě pro rok 2009 jsou na našem území herbicidy, následují fungicidy a nejmenší spotřebu vykazují insekticidy. [8]

Tabulka 1 - Spotřeba jednotlivých účinných látek v ČR za rok 2009 (kg,l). [8]

Kategorie Categories	Celkem Total	Obiloviny Cereals	Kukuřice Maize	Luskoviny Legumens	Řepa cukr. a krmná Beet	Brambory Potatoes	Píceiny Forage Cr.	Olejiny Oil plants
Adhezivum	0	0	0	0	0	0	0	0
Aditivum	61380	28431	9556	331	6623	2930	225	6541
Adjuvant	12442	3527	319	5	805	398	31	6623
Akaricid	4843	5	0	0	6	1	0	40
Antitranspirant	42599	3928	520	1351	100	53	499	34152
Biologické přípravky-fungicidy	1602	13	0	11	0	0	0	1518
Deficiční kompenzace a komoditní substance	4518	0	0	0	0	0	0	0
Fungicidy	1085387	476181	56	209	15885	117013	75	130839
Herbicidy	2710830	980591	517286	37021	205093	30488	37884	645046
Insekticidy	257501	51692	31541	4878	5487	3904	164	140437
Moluskocidy	2484	10	15	1	0	3	14	2431
Nematicidy	19	0	0	0	0	0	0	0
Pasivní pomocný prostředek, podpora zdr. stavu	8746	8	2	270	0	5	0	6562
Regulátor růstu a vývoje, regulátor růstu aktivní	690254	616790	0	21	0	262	1774	70681
Repellent	1342	0	0	0	0	0	0	0
Rodenticidy	1013	257	0	0	0	0	233	470
Celkem	4884760	2161434	559276	44095	233998	155073	40881	1045539

2.4 Spotřeba pesticidů ve světě

Mezi největší spotřebitele pesticidů na světě patří území Jižní Ameriky (především Brazílie) a Indie. Vysoká spotřeba pesticidů je také v některých částech Evropy, Afriky a Asie. Naopak mezi země s nejmenší spotřebou patří Rusko a Skandinávie. Například ve Skandinávii je velmi nízká spotřeba chemických ochranných látek, což je zřejmě způsobeno přísnými ekologickými předpisy pro používání pesticidů. [7]



Obrázek č.4 - Spotřeba pesticidů ve světě. [7]

3 POZITIVA A NEGATIVA PESTICIDŮ

Při rozhodování, zda a v jakém rozsahu a množství užívat pesticidy, je třeba vzít v úvahu více faktorů. Je nutné najít určitou střední cestu mezi jejich obávanými negativními dopady a zjevnými pozitivy pro zemědělce, spotřebitele a životní prostředí.

3.1 Pozitiva pesticidů

V americkém výzkumu z devadesátých let dvacátého století, který se zabýval riziky, způsobujícími nejvíce úmrtí za jeden rok, se pesticidy umístily až na 28. pozici z celkových 30 ohrožujících faktorů. V průzkumu veřejného mínění však jejich negativní působení bylo vnímáno podstatně hůře, a to zejména u dospělých žen, které předpokládaly, že budou na 9. místě a u vysokoškoláků, kteří je zařadili dokonce na 4. pozici. To dokazuje, do jaké míry bývají negativní vlivy pesticidů veřejností nadhodnocovány. Ve většině situací, při správném užívání a manipulaci, jsou rizika spojená s aplikací pesticidů nízká či zvládnutelná. Například ve Velké Británii výroční zpráva z roku 2002 zabývající se rezidui pesticidů ukázala, že ve více než 70% tamějších potravin se zbytky pesticidů nevyskytují vůbec, v dalších téměř 29% jsou tato rezidua pod zákonným maximálním limitem a pouze ve zbývajících 1,09% byly zjištěny hodnoty překračující tyto zákonné limity. V současnosti jsou lidé zdravější, žijí déle a pohodlněji, na což mají kromě lepší zdravotní péče a dalších faktorů vliv také výživné, rozmanité, cenově dostupné potraviny, které jsou pěstovány též s pomocí pesticidů. Pesticidy přinášejí výhody v mnoha oblastech. Kromě známějších pozitiv, jako např. zvýšení výnosů nebo bezvadný vzhled pěstovaných produktů působí aplikace pesticidů kladně též na snížení faktoru fyzické námahy (omezení nutnosti ručního pletí), dále na životní prostředí (menší spotřeba fosilních paliv do zemědělských strojů) a v neposlední řadě též na sociální prostředí (např. úprava pozemků pro sportovní vyžití). [9];[16]

Předtím, než přikročíme ke konkrétnějšímu a úplnějšímu popisu těchto výhod, rozdělíme je do dvou větších kategorií, a to na oblast výhod primárních a sekundárních.

3.1.1 Primární a sekundární výhody pesticidů obecně

Mezi primární výhody pesticidů patří zejména omezení zemědělských ztrát způsobených škůdci, čímž se zároveň zvětší výnosy, zlepší se kvalita pěstovaných produktů a někdy též jejich nutriční hodnoty. Aplikace pesticidů také zabezpečuje výnosy z úrody a tím i širokou nabídku potravin. Pesticidy mohou také prodloužit životnost či datum spotřebitelnosti skladovaných produktů a brání je před napadením škůdci a chorobami i během uskladnění.

Z těchto zjevných prvoplánových výhod však vyplývá mnoho dalších méně zřejmých pozitiv, které označujeme jako sekundární výhody. Tyto druhotné přínosy bývají méně intuitivně zřejmé a často je lze stanovit až v rozsáhlejších časovém horizontu, ale přesto jsou významnými argumenty, které snad již samy o sobě mohou zdůvodnit či obhájit užívání pesticidů. Větší výnosy z úrody a lepší kvalita produktů mají totiž za následek zlepšení finanční situace zemědělců, což se projeví ve zdokonalení místní ekonomiky a dále v možnostech kvalitnější zdravotní péče pro ně samé i jejich rodiny či zaměstnance. Zemědělci dále mohou investovat do hodnotnějšího vzdělání svých dětí a zajistit tak zlepšení životní úrovně pro další generaci. Spokojenost lidí má totiž značný vliv na zvýšení jejich pracovní produktivity. Dále jsou-li pesticidy aplikovány preventivně, vede to ke značné úspoře oproti situaci, kdy jsou škůdci vybiti až po svém masovém rozmnožení a z toho vyplývajících značných škodách na pěstovaných plodinách (např. sarančata, kobyly). Rozsáhlé ošetření území těmito chemickými látkami může mít také za následek snížený počet škůdců napadajících následující generace kulturních plodin, a to i bez nutnosti opakovaného zásahu.

Zásluhou pesticidů lze též některé zemědělské plodiny pěstovat i v dříve nepříznivém ročním období, např. v Zimbabwe mohou být rajčata pěstována v období dešťů jen díky aplikaci fungicidů, zamezujícím plísním. Tamější zemědělci tak nejen že nepřijdou o zisk, který by byl bez pomoci pesticidů ztracen, ale ještě své plodiny díky značné poptávce prodají desetkrát draze než v období obvyklé úrody.

3.1.2 Pozitiva insekticidů

Pozitiva aplikace insekticidů, stejně tak jako pozitiva používání fungicidů a herbicidů, o nichž pojednáme následovně, jsou velmi úzce spojena s jejich primárními funkcemi, které byly popsány již dříve, a to v charakteristikách dělení těchto chemických látek podle

způsobu jejich použití. Přesto zde tyto klady, jež jsou spojeny s užíváním pesticidů, pro úplnost v krátkosti explikujeme znovu.

Insekticidy jsou především nástroje pro kontrolu hmyzích škůdců, poškozujících kulturní plodiny, v čemž spočívá též jejich hlavní účel. Jejich aplikace brání poškození úrody nebo i po domácku pěstovaných rostlin, a dále zamezuje šíření chorob a různých virů, které mohou mít negativní až fatální dopad na lidský organismus. Například nákaza malárií má za následek smrt až 5000 lidí denně, především těhotných žen, dětí kojeneckého věku (zejména v Africe). Aplikace insekticidů v postižených oblastech riziko nákazy výrazně snižuje. Insekticidy pomáhají omezit také výskyt leishmaniózy - nemoci, která je na vzestupu ve více rozvinutých regionech, jako je Latinská Amerika a středomořské regiony, a dále např. lymfatické filariózy, Chagasovy nemoci a dalších nebezpečných chorob.

Nemalý význam mají insekticidy též v souvislosti s potíráním bodavého hmyzu celkově. Působí proti komárům, bodavým mouchám, štěnicím, blechám apod. Ve srovnání s výše popsanými fatálními následky hmyzem přenosných onemocnění se neinfekční hmyz na první pohled nemusí zdát příliš nebezpečným, ale v některých oblastech, jako např. Kamerunu, lidé mohou mít až 2000 kousnutí za den. To může mít za následek nejen depigmentaci kůže a s ní spojené socializační problémy, ale také průjmová onemocnění, která ročně zaviní smrt obrovského množství dětí ve věku do pěti let.

3.1.3 Pozitiva fungicidů

Hlavním přínos fungicidů tkví v jejich schopnosti zamezit snižování výnosů a kvality potravinářských plodin, které způsobují rozličné druhy hub. Fungicidy také snižují množství přírodních toxinů obsažených v potravinách, které houby produkují. Fungicidy jsou životně důležité zejména pro kontrolu plísní brambor, přičemž nejvíce efektivní jsou v případě, kdy je jejich použití řádně načasované a je součástí strategie integrované ochrany proti škůdcům. Například v Irsku by komerční produkce brambor bez užití pesticidů nebyla vůbec možná, obdobně je tomu s rajčaty v severní Itálii, s pěstováním zemědělských plodin v tropických oblastech, celkově rovněž i s rajčaty v Indii apod. Mnohé patogenní organismy také způsobující nemoci, produkující chemické látky, které jsou výrazně toxické. Takovým příkladem je onemocnění námel (*Claviceps purpurea*), postihující obiloviny, které produkuje vysoce toxické a někdy dokonce smrtící alkaloidy a to v případě nejsou-li tyto obiloviny ošetřeny fungicidy.

3.1.4 Pozitiva herbicidů

Chemické látky regulující nežádoucí vegetaci jsou nejrozšířenějším druhem pesticidů a jejich použití tvoří asi polovinu celkového množství užitých pesticidů na ochranu rostlin po celém světě. Mezi jejich hlavní klady patří zejména snížení fyzické dřiny způsobené ručním pletím, což je velmi podstatné zejména v oblastech, kde je nedostatek pracovních sil. Aplikace pesticidů každoročně předchází zemědělským ztrátám v řádech mnoha miliard dolarů a to jen na území Spojených států amerických. Zvýšení produktivity především menších zemědělců má, jak jsme se již zmínili, přímý vliv na zlepšení jejich ekonomiky, čímž se dále rozšiřují sekundární přínosy - rozvoj rodin, venkova a místního hospodářství. Plodiny pěstované s pomocí herbicidů jsou také výrazně levnější než jejich alternativa - biopotraviny a zároveň jsou produkovány ve větším množství. Bez používání pesticidů by hladem trpělo mnohem více lidí než dnes. Kromě klasických plevelů herbicidy ničí též nebezpečné, parazitární rostliny a plevele (např. Orobanche), které mohou být při sběru zaměněny s pěstovanými plodinami a způsobit otravu. [9]

3.2 Negativa pesticidů

Přes veškerá pozitiva, která lidstvu užívání pesticidů přináší, a jež jsme se pokusili popsat výše v této kapitole, má aplikace pesticidů také své stinné stránky. Mezi negativní důsledky užívání těchto chemických látek, kterými se budeme zabývat podrobněji, patří vliv pesticidů na půdu, vzduch a vodu a rovněž jejich nejvíce diskutovaný negativní dopad na lidské zdraví. Dále se zmíníme i o obecných záporných vlivech pesticidů, v nichž převažují zejména negativa spojená s rostlinnou a živočišnou říší.

3.2.1 Negativní vlivy pesticidů na půdu, vodu, vzduch

Účinky pesticidů se neomezuji pouze na plnění svých výše popsaných primárních funkcí, týkajících se především ochrany kulturních plodin, ale převážně neplánovaně a negativně působí na všechny složky biosféry, tedy i na půdu, vodu a vzduch.

Půda

Pesticidy, které znečišťují půdu, mohou pocházet z různých zdrojů, zejména z používání prostředků na ochranu rostlin v zemědělství, odpadů a atmosférického prachu s obsahem pesticidů. Pesticidy, sedimentující na rostlinách a půdním povrchu, pocházejí z ovzduší. Z celkového aplikovaného množství pesticidů se zhruba třetina těchto chemických přípravků pomocí větru a vody dostane na půdní povrch. Některé z pesticidů se též aplikují přímo do půdy.

Co se týče důsledků působení pesticidů v půdě, podstatnou část této problematiky tvoří otázka perzistence. Perzistenci pesticidů v prostředí bylo věnováno velké množství výzkumů.

Prostřednictvím určení časových intervalů, během nichž se pesticidy odbourají z půdy, lze tyto chemické přípravky, odstraňující nežádoucí rostliny, užívat racionálně, a zabránit tak jejich hromadění.

Pesticidy lze z hlediska půdní perzistence rozdělit následovně:

- vysoko perzistentní (přítomné i po 18 měsících, např. DDT a aldrin)
- perzistentní (vyskytující se i do 18 měsíců, např. močovinné a triazinové pesticidy)
- středně perzistentní (zjistitelné do 1 roku, např. midy a deriváty kyseliny benzoové)
- méně perzistentní (přítomné do 6 měsíců, např. fenoxycetové kyseliny a nitrily)
- neperzistentní (vyskytují se pouze do 3 měsíců, karbamáty a org. sloučeniny fosforu)

V rámci půdního znečištění pesticidy dochází dále prostřednictvím velkých dešťů a jimi způsobených záplav k odplavení těchto pesticidů z půdy do vodních ploch, což může mít za následek např. otravu a úhyn ryb. [2]; [3]

Voda

Intenzivní lidská činnost snížila odolnost retence vod³ a tím způsobila nárůst znečištění až do té míry, že ohrožuje zdraví obyvatelstva. Ke konci dvacátého století začala být věnována pozornost nejen znečištění vody kovy, oleji, detergenty apod., ale též pesticidům obsahujícím vysoce aktivní látky. Znečištění vod pesticidy má původ zejména ve značném užívání pesticidů v zemědělství a jiných hospodářských odvětvích, což se děje především prostřednictvím přemístování těchto chemických látek, které ve velké míře ovlivňují atmosférické, půdní a vodní podmínky. Jako zdroje neustálého nebo náhodného znečištění vod prostřednictvím pesticidů lze označit:

- průmyslové odpadní vody a jejich havárie
- průmyslové odpady s obsahem pesticidů
- popraš a postřik lesů a polí, jsou-li aplikovány při nepříznivém větru
- proniknutí pesticidů do vody z ovzduší, rostlin a půdy
- prosáknutí pesticidů z podzemních šachet, ve kterých bývají uskladňovány
- přímé použití pesticidů do vody (např. z důvodu hubení komárů, popř. nežádoucích vodních rostlin)
- průnikem z plošně pesticidy ošetřených zemědělských pozemků mohou být zasaženy také podzemní vody

S tímto znečištěním vod souvisí též toxicita pesticidy, týkající se vodních organismů. Tyto organismy potravu přijímají zároveň se značným množstvím vody, které závisí na velikosti jejich těl. Ačkoli u některých pesticidů dochází v tělech vodních živočichů k metabolickým přeměnám, jiné se naopak v rámci dobré rozpustnosti v lipidech a rezistence proti biochemickým proměnám v jejich tělech shromažďují. Z toho důvodu je množství pesticidů nahromaděné ve vodních organismech výrazně vyšší, než jejich koncentrace v dané vodní ploše.

³ Zadržování vody přirozeným způsobem např. v jezerech nebo umělých nádržích.

Vzduch

Znečištění pesticidy se ve vzduchu projevuje v různých podobách, především ve formě prachu, mlhy a plynů. Nejčastějšími zdroji tohoto znečištění jsou podniky vyrábějící pesticidy, dále aplikace chemických látek na hubení nežádoucích rostlin v zemědělství, lesnictví apod., ale rovněž neplánovaný rozptyl či únik pesticidů během jejich přepravy a uskladňování. Ovzduší je pesticidy znečišťováno také plánovanou aplikací ve formě popraše a postřiku rostlin, k čemuž dochází zejména vypouštěním těchto látek na zemědělské plochy prostřednictvím letadel. Pesticidy je nutno v lesnatých plochách, obzvláště na území s vysokými stromy, rozprašovat (nebo postřikovat) z větších výšek, což způsobuje znečištění také vyšších vrstev ovzduší.

Rozsah znečištění ovzduší pesticidy závisí především na následujících faktorech:

- způsobu průniku látky do ovzduší
- množství použitých pesticidů
- výšce, ze které jsou rozptylovány
- topografických podmínkách
- intenzitě větrů (rychlost, proudění vzduchu)

Prostřednictvím výzkumů koncentrace pesticidů v ovzduší nad územím, kde byly tyto přípravky použity, lze určit oblasti bezprostředně ohrožující zdraví člověka a stejně tak stanovit vzdálenosti šíření pesticidů v ovzduší. [3]

3.2.2 Dopad pesticidů na zdraví člověka

Pesticidy primárně ohrožují zdraví zemědělců, kteří je užívají, sekundárně mají také vliv na zdraví spotřebitelů požívajících potraviny, v nichž se nacházejí rezidua těchto látek. Není výjimkou, že se zbytky pesticidů vyskytují nejen v ovoci a zelenině, ale i v dalších běžně konzumovaných výrobcích a potravinách, jako jsou např. mléko a mléčné výrobky, vejce, maso, ryby nebo obiloviny. Některé z těchto potravin mohou dokonce obsahovat více druhů pesticidů.

„Podle světové zdravotnické organizace (WHO) je každý rok zasaženo účinkem pesticidů asi 3 milióny zemědělců, přičemž 18 tisíc následkům podlehne. Na ochranu spotřebitelů byly již před několika lety zavedeny speciální normy, které určují, jaké procento pesticidů může být v potravinách. V evropské unii se jeho kontrolou zabývá speciální komise DG-SANCO. Přestože je úroveň pesticidů kontrolována, znamená dlouhodobá konzumace takto pěstovaných potravin zvýšené riziko. Možné následky jejich působení jsou stále v centru pozornosti vědeckých výzkumů.“ [5]

Pesticidy v lidském těle mohou způsobit:

- kožní onemocnění (např. dermatitida, popáleniny)
- žaludeční potíže (např. otravy)
- závrať a slabost
- ochrnutí nohou
- problémy s dýcháním
- dopad na funkčnost jater a ledvin
- cukrovka (zejména v těhotenství)
- hromadění toxických metabolitů
- zpomalení biologických procesů lidského těla
- možnost vzniku rakoviny (např. dýchacího systému, jícnu, kůže, plic, prostaty, úst, žaludku)

Podle nejnovějších výzkumů mohou též pesticidy ohrožovat vývoj mozku u dětí a snižovat tak jejich inteligenci. Doporučuje se omezit užívání pesticidů na místech, jako jsou např. veřejné parky, okolí škol, dětská hřiště, sportoviště a okolí nemocnic, popř. dalších zdravotnických zařízení. [17]

3.2.3 Negativní působení pesticidů z obecného hlediska

Vyjma výše popsaných negativních dopadů na zdraví člověka a složky biosféry, pesticidy záporně působí též na mnohé další oblasti, zejména na rostlinnou a živočišnou říši. Z těchto obecných negativních dopadů pesticidů zdůrazněme především tyto:

- narušují zoogenofond a fytofenofond krajiny
- jejich opakovanou aplikací často dochází k rezistenci hmyzu
- užívání insekticidů může vést k zániku některých druhů opylovačů a tím i k rozpadu populací daných rostlinných taxonů
- oslabují funkci hormonů v těle živočichů různých druhů (též člověka)
- zhoršují rozmnožovací schopnosti zasažených organismů (např. u některých ptáků může dojít k poruše reprodukčního cyklu, ke zpožděné ovulaci, dále k problémům s kladením vajec a s nedostatečnou tloušťkou skořápky – což může mít za následek rozmačkání vajec během hnízdění)
- v biomase vyvolává větší množství chlorovaných pesticidů změny psychiky predátorů, to může vést až k požívání vlastních mláďat
- jejich hromadění v organismech má za následek poškození živočichů, především těch, kteří jsou blíže k vrcholu pyramidy potravinového řetězce, u nichž může po překročení určité hranice koncentrace zbytkových pesticidů dojít k náhlému úhynu (např. dravci)
- k hromadným úhynům živočišných druhů často dochází nečekaně, vliv pesticidů může být totiž znát až v kritických situacích, jako jsou např. delší hladovění, dlouhodobě nepříznivé počasí nebo změně potravy
- v přírodě dochází k rozkladu pesticidů, přičemž některé z těchto rozkladných produktů mohou být toxičtější než původní látka
- většina pesticidů nemá řízený účinek, tím pádem poškozují či zabíjí větší množství živočichů (kromě cílené skupiny hubí i další organismy, především edafon⁴) [3]

⁴ Organismy žijící v půdě.

ZÁVĚR

Srovnáme-li kladné a záporné aspekty aplikace pesticidů, které jsou v této práci uvedeny, lze se snad přiklonit spíše k názoru, že přes všechny své neplánované negativní důsledky jsou pesticidy díky svým pozitivům v dnešním zemědělství jen těžko postradatelné. Nelze však říci, že pesticidy jsou nenahraditelné. Alternativním řešením zemědělské produkce jsou biopotraviny. Ačkoli by se mohlo zdát, že biopotraviny jsou ekologickou, zdravotně nezávadnou alternativou odsuzovaných potravin pěstovaných s použitím chemických látek, jejich množství, kvalita a dostupnost pro spotřebitele nemohou s chemicky ošetřenými produkty soupeřit. Biopotraviny dovedou uspokojit pouze omezené množství spotřebitelů, zároveň jsou také finančně velmi nákladné.

Pokud by byly pesticidy celosvětově zakázány, mělo by to pravděpodobně na různé části světa odlišné následky. Na našem území, ve střední Evropě, by to zřejmě vedlo ke snížení výnosů, menší kvalitě potravin a samozřejmě jejich podstatnému zdražení. V rozvojových zemích a zejména tropických oblastech by měl však takový zákaz fatální následky. Nešlo by pouze o horší dostupnost produktů, ale často o totální vyhladovění obyvatel, a dále o výraznější šíření zákeřných a ve většině případů smrtelných onemocnění. Zásoby, které by unikly nepřízní počasí a nežádoucím rostlinám a živočichům, by také mohli být z větší části zničeny během skladování či převozu. A v tom tkví právě hlavní pozitiva pesticidů. I přes určitá rizika a negativní dopady, které lze zmírnit či omezit správným zacházením s pesticidy a dodržováním předepsaných norem, mají pesticidy pro blaho lidstva značný význam. V první řadě zajišťují zaručené výnosy značného množství potravin vysoké kvality, brání šíření chorob a plísní, omezují fyzickou námahu v oblastech, kde nemocní či podvyživení lidé nejsou schopni vykonávat náročné práce a dále zabezpečují mnohé sekundární výhody, které vedou k lepším zítřkům pro zemědělce, jejich rodiny i zaměstnance. Ani přesto však negativní důsledky používání těchto chemických látek nelze opomenout. Často zmiňovaný záporný vliv na lidské zdraví nemusí být, jak jsme výše uvedli, v širším kontextu až tak katastrofální, jako další zápory užívání pesticidů, mezi než patří zejména jejich působení na zoogenofond a fytogenofond krajiny.

Problematika negativ a pozitiv aplikace pesticidů v zemědělství je tématem širokým a obtížně zhodnotitelným. Konečné rozhodnutí o převažujícím aspektu jejich užívání by se mohla stát námětem rozsáhlejší práce s podobnou tematikou.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CREMLYN, Richard. *Pesticidy*. 1. Praha: SNTL, 1985. 244 s.
- [2] NIKONOROW, Maksym. *Pesticidy a toxicita prostredia*. 1. Bratislava: Príroda, 1983. 203 s.
- [3] *Pesticidy*. [online]. [Cit. 2011-05-21].
Dostupný z WWW: <http://arnika.org/pesticidy>
- [4] *Zemědělství a životní prostředí*. [online]. [Cit. 2011-05-21].
Dostupný z WWW:
http://www.itr.si/javno/youth_farm/cz/agriculture2.html#4.pesticidy
- [5] *Pesticidy škodí zdraví, shodují se vědci*. [online]. [Cit. 2011-05-21].
Dostupný z WWW: <http://www.mebio.cz/clanky/pesticidy-skodi-zdravi-shoduji-vedci/>
- [6] *Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2009*. [online]. [Cit. 2011-05-21]. Dostupný z WWW:
<http://www.mzp.cz/cz/search?query=statistick%C3%A1+ro%C4%8Denka>
- [7] *Subgroup of Agriculture and the Environment*. [online]. [Cit. 2011-05-21].
Dostupný z WWW:
http://www.personal.ceu.hu/students/06/Alexander_Romanov/GIS_assignment_Agriculture-web.htm
- [8] *Česká republika - Spotřeba účinných látek v roce 2009 (kg,l)*. [online]. [Cit. 2011-05-21]. Dostupný z WWW:
http://eagri.cz/public/web/file/100358/Spotreba_ucinnych_latek_podle_kategorii_kg_l_.htm
- [9] *Pesticides and Humanity: The Benefits of using Pesticides*. [online]. [Cit. 2011-05-21]. Dostupný z WWW:
<http://www.croplifefoundation.org/Documents/Research%20Briefs/Pesticidesandhumanitybenefits.pdf>

- [10] *Populační trendy: rychlý růst, rychlý pokles, rychlé stárnutí.* [online]. [Cit. 2011-05-21]. Dostupný z WWW:
<http://www.zdrava-rodina.cz/med/med0402/med0401.html>
- [11] *Fungicides.* [online]. [Cit. 2011-05-21].
Dostupný z WWW: http://npic.orst.edu/RMPP/rmpp_ch15.pdf [5]
- [12] *Chemistry homework Help for DDT.* [online]. [Cit. 2011-05-21].
Dostupný z WWW: <http://www.transtutors.com/chemistry-homework-help/halogen-containing-compounds/ddt.aspx>
- [13] *Chemická ochrana.* [online]. [Cit. 2011-05-21].
Dostupný z WWW:
http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=56&idkapitola=4
- [14] *Vývoj spotřeby pesticidů v Evropě a České republice.* [online]. [Cit. 2011-05-21].
Dostupný z WWW:
http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=56&idkapitola=5
- [15] *Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2009.* [online]. [Cit. 2011-05-21]. Dostupný z WWW:
[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSFYXSS4W](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFYXSS4W)
- [16] *Základní technologie v ekologickém zemědělství a výstavbě.* [online]. [Cit. 2011-05-21]. Dostupný z WWW:
http://projects.czu.cz/EF/prednasky_2.html
- [17] *Pesticidy snižují IQ dětí, varují americké vědecké studie.* [online]. [Cit. 2011-05-21]. Dostupný z WWW:
<http://www.enviweb.cz/clanek/chemlatky/86308/pesticidy-snizuji-iq-deti-varuji-americke-vedecke-studie>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

OSN Organizace spojených národů

DDT 2, 2-di (4'-Chlorfenyl) –1,1,1-trichlorethan

SRS Státní rostlinolékařská správa

WHO World Health Organisation

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: výroba DDT.....	18
Obrázek 2: Vývoj a spotřeba přípravků v ČR v tunách v letech 1980 až 2003.....	21
Obrázek 3: Spotřeba pesticidů na území ČR v letech 2000 až 2009.....	22
Obrázek 4: Spotřeba pesticidů ve světě.....	24

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Spotřeba jednotlivých účinných látek v ČR za rok 2009.....	23
---	----