



VĚDECKÝ VÝBOR FYTOSANITÁRNÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Klasifikace:	Draft	<input type="checkbox"/>	<i>Pro vnitřní potřebu VVF</i>
	Oponovaný draft	<input type="checkbox"/>	<i>Pro vnitřní potřebu VVF</i>
	Finální dokument	<input type="checkbox"/>	<i>Pro oficiální použití</i>
	Deklasifikovaný dokument	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Pro veřejné použití</i>

Název dokumentu:

Rizika kontaminace potravin a pitné vody herbicidy

Poznámka:

VVF-12-03
Zpracovatel: Ing. Jan Mikulka, CSc. & Ing. Marta Kneifelová
(VÚRV; Envicho, s.r.o)

Rizika kontaminace potravin a pitné vody herbicidy

JAN MIKULKA & MARTA KNEIFELOVÁ

Výzkumný ústav rostlinné výroby

Historie používání herbicidů

Hubení plevelů – nežádoucích rostlin v porostech kulturních plodin provázelo lidstvo od prvního osetí pozemku. Potlačení, popřípadě likvidace plevelných rostlin prošla dlouhým vývojem. Z počátku se využívalo ruční práce, později potahu zvířat, mechanizace a vývoj dospěl i k používání chemických látek – herbicidů. První pokusy s chemickými látkami na orné půdě byly zaznamenány již roku 1896, kdy byla použita modrá skalice, následně Raphanit (dusičnan měďnatý), chlorid měďnatý, zelená skalice, kyselina sírová, sloučeniny arsenu, sloučeniny boru, ohnicový kainit, dusíkaté vápno. Od roku 1945 MCPA (kyselina 2-methyl-4-chlorfenoxyoctová), IPC (Isopropyl-N-fenylkarbamát), TCA (kyselina trichloroctová), monuron, fenuron, dalapon, silvex, aminotriazol, diuron, neuron, simazin, erbon, 2,4-DB, MCPB, natrin., diaquat, paraquat, chlortoluron a dále např. od roku 1972 glyphosate, pendimethalin, clopyralid, isoproturon, fluroxypyr, fluazifop-butyl, chlorsulfuron, nicosulfuron. (1986).

V dalších letech následovala celá řada dalších účinných látek ze skupiny sulfonylmočoviny (tribenuron, amidosulfuron, iodosulfuron, tribenuron-methyl, thifensulfuron, triasulfuron aj). Dále se objevila celá řada látek z nových skupin jako například florasulam, cinidon – ethyl, tralkoxydim, fenoxaprop – methyl, propoxycarboxone-sodium, imazathabenz, lactofen atd. Nutné je si uvědomit, že nároky na nové herbicidy z pohledu přísných ekotoxikologických hledisek vývoj nových přípravků neustále ekonomicky zatěžují. Proto počet nových účinných látek postupně klesá. Naproti tomu dochází k rozmachu ve výrobě již vyvinutých herbicidů (generica) s již prošlou licenci. Tyto přípravky jsou ekonomicky dostupnější pro zemědělce ve srovnání s nově zaváděnými přípravky.

Vliv herbicidů na životní prostředí

Herbicidy mohou především při nesprávném používání významně negativně ovlivňovat životní prostředí. V minulosti docházelo velmi často k ohrožení životního prostředí především při nesprávné likvidaci zbytků herbicidů a v důsledku nedodržení správné technologie aplikace. V posledních letech je však kladen vysoký důraz na minimalizaci ekotoxikologických rizik ve vztahu k životnímu prostředí a zdraví lidí. Kritéria pro nově povolované herbicidy jsou stále přísnější. Odsklon je od účinných látek, které jsou perzistentní, zůstávají v rostlinách dlouhou dobu, a proto hrozí riziko jejich přenosu do krmení zvířat nebo potravin pro lidi.

Perzistentní herbicidy zůstávají dlouhou dobu v půdě a mohou být vyplavovány do spodních vod a ohrožovat půdní organizmy. Herbicidy mohou ovlivňovat i živočichy přímým kontaktem při nebo po aplikaci. Při nesprávném používání herbicidů dochází i k poškození necílových rostlinných druhů v blízkosti zemědělské půdy. Při aplikacích může docházet i ke smyvu zbytků herbicidů do povrchových vod a k jejich toxickému působení na vodní ptáky, ryby, obojživelníky, plazy i bezobratlé.

Využití geneticky modifikovaných plodin

Využití geneticky modifikovaných plodin významně zjednodušuje technologie jejich pěstování. Především regulace plevelů se výrazně snadnější. Geneticky modifikované plodiny obsahují geny rezistence vůči herbicidním látkám. Mezi nejznámější patří plodiny odolné vůči herbicidu glyphosat. Regulace plevelů je proto poměrně jednoduchá. Totálně působící glyphosat spolehlivě hubí jak jednoleté tak i vytrvalé plevele, protože je schopen pronikat do mohutného kořenového systému plevelů jako pcháč rolní, mléč rolní, pýr plazivý atd. Výhodou je, že tento herbicid je možné aplikovat na vzešlé plodiny i plevele podle skutečného zaplevelení. Herbicid glyphosat je možné aplikovat i vícekrát po sobě a tak zajistit dokonalé odplevelení porostů. Aplikace herbicidů tohoto typu je spolehlivá na plevelné rostliny a ekonomicky poměrně nenáročná. Mezi nejrozšířenější plodiny patří ozimá řepka, kukuřice a cukrovka.

Přesto velkoplošné pěstování GMO plodin může přinášet jistá rizika:

Rizika pro člověka:

- * Alergenní a toxické působení proteinu, který je kódován transgenem
- * Eventuální teratogenní a karcinogenní účinky herbicidů a jejich metabolitů zvířat a člověka
- * Teratogenní a karcinogenní účinky dalších látek, které mohou být produkovány jako vedlejší produkty aktivity enzymu kódovaného transgenem.

Rizika pro přírodní prostředí:

- * Transgenní rostlina se může stát dominantní v populaci a rozšířit se jako významný plevel
- * Může dojít k přenesení transgenu, který přináší selekční výhodu do genomu běžných plevelů.
- * Vzniká riziko přemnožení plevelných rostlin, které vykazují jisté prvky tolerance vůči herbicidům a z ohledem na morfologii plevelů nebo jejich biologické vlastnosti.

Možnost spontánního přenesení transgenu do genomu příbuzných plevelů je závislá vždy na mnoha okolnostech. Závisí to na samotné plodině a ekosystému kde je plodina pěstována. Nejvíce záleží na tom, zda je plodina samosprašná nebo cizosprašná. Absolutní samosprašnost neexistuje a proto možnost přenosu pylu nemůže být zcela vyloučena.

Rozdělení herbicidů

Dle mechanismu účinku:

Herbicidní účinek je způsoben blokadí některého z životně důležitých biochemických pochodů v plevelné rostlině. Znalost biochemické aktivity herbicidu je významná především z hlediska selekce odolných druhů a rezistence v plevelných společenstvech při dlouhodobém používání přípravků se stejným mechanismem účinku.

V současné době používané klasifikace WSSA a HRAC člení mechanismy účinku do 28 resp. 22 skupin, z nichž převážná část u nás používaných přípravků patří do následujících skupin:

a) Syntetické auxiny – velmi početná skupina herbicidů tzv. regulátorů růstu, jejichž účinné látky vyvolávají nadměrný růst, projevující se deformacemi listů a stonku a vyčerpáním rostliny. Účinné látky jsou ze chemické skupiny karboxylových kyseliny (např. MCPA, MCPP, 2,4 D, dicamba, dichlorprop, clopyralid, fluroxypyr, quinmerac aj.).

b) Inhibitory syntézy aminokyselin - zahrnuje především herbicidy ze skupiny sulfonylmočoviny (chlorsulfuron, tribenuron-methyl, amidosulfuron, rimsulfuron aj.) a dále triazolopyrimidinů (metosulam), imidazolinů (imazapyr, imazethapyr) a některých dalších (glyphosate). Účinek se projevuje blokadí syntézy esenciálních aminokyselin, nezbytných ke stavbě rostlinného těla, zastavením růstu a pozvolným úhynem.

c) Inhibitory fotosyntézy - narušují fotosyntézu, především její část fotosystém II. Skupina zahrnuje triazinové herbicidy (atrazine, terbuthylazin, cyanazin), fenyl-karbamáty (phenmedipham, desmedipham) a substituované močoviny (chlortoluron, isoproturon, metobromuron). Ve fotosystému I narušují transport elektronů (diquat a paraquat).

d) Inhibitory buněčného dělení - převážně půdní herbicidy, působící na klíčící plevele. Nejrozšířenější je skupina chloracetamidů (acetochlor, alachlor, metolachlor, metazachlor) a karbamátů (napropamid).

e) Inhibitory biosyntézy karotenoidů - narušují tvorbu rostlinných barviv, zejména chlorofylu. Účinek se projevuje vybělením listů a postupným odumřením rostliny. Mezi nejčastěji používanými účinnými látkami s tímto mechanismem účinku patří diflufenican, clomazone a isoxaflutol.

f) Inhibitory acetyl – CoA - karboxylázy - především graminicidní přípravky ze skupiny aryloxyfenoxypropionátů (fenoxaprop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, quizalofop-P-ethyl) a cyklohexandionů (clethodim, cycloxydim, tralkoxydim).

Dle účinku

a) Selektivní herbicidy – jde o sloučeniny, jimiž jsou při vhodném použití ničeny určité druhy plevelů nebo jejich biologické skupiny (např. dvouděložné rostliny), aniž je poškozena kulturní rostlina, v jejímž porostu byl herbicid aplikován. Účinek herbicidu je umožněn některými kvalitativními rozdíly mezi určitou kulturní rostlinou a určitým plevellem, ať již jde o odlišný tvar a postavení listů, jejich ochlupení, či krytí voskovou vrstvou nebo způsob uložení vegetačního vrcholu.

b) Neselektivní herbicidy – slouží k ničení veškeré vegetace. Používají se např. k hubení plevelů v meziorostním období, desikaci porostů před sklizní, udržování černého úhoru v ovocných výsadbách apod.

Dle způsobu účinku:

a) Dotykové herbicidy (kontaktní) – poškozuji nebo zcela ničí pouze tu část rostliny, která jimi byla zasažena. Účinná látka není rozváděna v těle rostliny a hubí se jimi pouze vzešlé plevele. Používají se především v době, kdy plevele vytvořily pouze 2-6 pravých listů a plodiny netvoří příliš hustý zápoj. Mechanismus kontaktních herbicidů spočívá zejména ve srážení bílkovin (působí jako plazmatické jedy) a v dehydrataci pletiv.

b) Translokační neboli systémově působící herbicidy – pronikají do rostliny a jsou rozváděny do jejich částí. Translokace se může dít floémem (z listů do podzemních částí) nebo xylémem (z kořenů do nadzemních částí rostliny). Tyto herbicidy mohou ničit i vytrvalé plevele. Zasažené citlivé rostliny mají porušenou výměnu látkovou, zpomalují růst nadzemních i podzemních částí a postupně hynou.

c) Herbicidy sterilizující půdu – tj. zbavující půdu plevelů, jsou přípravky, které umrtvují rozmnožovací orgány plevelů v půdě.

Dle způsobu příjmu rostlinou:

a) Listová aplikace – ošetření rostlin se děje během jejich vegetace. Patří sem dotykové herbicidy a systemické herbicidy translokované floémem.

b) Kořenová aplikace – přípravek se aplikuje na půdu a herbicidní látka je přijímána kořeny (látka se šíří xylémem). V literatuře bývají herbicidy ke kořenové aplikaci někdy označovány jako půdní sterilizátory.

Dle doby aplikace:

a) Předset'ová aplikace – herbicidem se ošetří připravená nebo i nepřipravená půda před setím nebo sázením plodin. Jde o poměrně málo rozšířený způsob, který se používá např. u půdních herbicidů, které jsou na světle nestabilní nebo špatně pronikají hlouběji ke klíčovému semenu plevelů. Prosto se po aplikaci zapravují např. kypřičem nebo bránami mělce do půdy.

b) Preemergentní aplikace – provádí se v období po zasetí plodiny, avšak ještě před jejím vzejitím. Jde buď o kontaktní preemergentní aplikaci, která se provádí po vzejití plevelů a nebo o reziduální preemergentní aplikaci, která se provádí před vzejitím plevelů.

c) Postemergentní aplikace – provádí se po vzejití plodiny. Podle typu použitého herbicidu je přesný termín aplikace zpravidla vymezen růstovou fází plodiny a plevelů. Předností postemergentních aplikací je možnost rozhodnutí se pro provedení zásahu a výběru účinných látek až podle skutečného zaplevelení. Při ojedinělém a nerovnoměrném výskytu plevelů není na pozemku při postemergentní aplikaci nutno ošetřovat celou plochu, ale lze provést pouze ohniskovou aplikaci. Rozvoj výpočetní a telekomunikační techniky přispěl v posledních letech k vývoji automatizovaných systémů pro ohniskovou aplikaci. Zaplevelení v jednotlivých částech pozemku je buď snímáno přímo při jízdě postřikovače kamerou a on-line vyhodnocováno informačním systémem, který vypočítá předpokládanou ztrátu na výnosu a stanoví optimální dávku přípravku pro příslušné místo, nebo je dávkování přípravku prováděno s využitím geografického informačního systému (GIS), který vytvoří mapu zaplevelení pozemku a řídí aplikační techniku podle její polohy udané družicovým globálním pozičním systémem (GPS).

- c1) klasická aplikace** – herbicid je použit jednorázově v optimální fázi růstu plevelů i zemědělské plodiny.
- c2) dělená aplikace** – plevelé mají různou vzcházivost v průběhu vegetace a aplikace herbicidů musí být provedena v takové fázi růstu plevelé, aby byla co neoptimálnější a nejúčinnější. Některé plevelé ovšem vzchází během celého vegetačního roku a jedna aplikace na ně celkově nepůsobí, protože zasáhne pouze plevelé vzešlé, avšak semena v půdní zásobě nejsou potlačena. Proto se v praxi někdy využívá tzv. dělených dávek herbicidů. To znamená, že se dávka herbicidu rozdělí na několik dávek nebo se použije více herbicidů na určité plevelé, které postupně rostou. Příkladem jsou tzv. Betanal systémy používané v cukrové řepě (např. na mračňák Theofrastův).

Faktory ovlivňující pohyb herbicidů v prostředí

a) Teplota vzduchu – s rostoucí teplotou stoupá účinek herbicidů. Při vyšších teplotách nad 22°C dochází k „popálení“ i kulturních rostlin. U vytrvalých plevelů dochází při vyšších teplotách také k rychlejšímu odumírání nadzemní hmoty. V řadě případů fytotoxicitu zvyšují i nízké teploty, proto je vhodné respektovat vlastnosti jednotlivých skupin herbicidů.

b) Rychlost větru – bezprostředně ovlivňuje kvalitu aplikace. Při silnějším větru dochází k únosům postřikové jichy, což se projevuje nepravidelným účinkem nebo poškozením okolních kultur. Při větru není tedy možné ošetřovat porosty až na výjimky především při používání speciálních postřikovačů s usměrněným postřikem, tzv. twin systém.

c) Půdní druh – v půdách lehkých, písčítých, s malou sorpční kapacitou se herbicid velmi snadno pohybuje v půdním profilu, hrozí jeho vyplavování do podzemních vod. Herbicid se projevuje vyšší fytotoxicitou vůči plodinám. V takových půdách aplikujeme nižší dávky herbicidů. Naproti tomu půdy těžké, jílovité s vysokou sorpční kapacitou váží velmi silně herbicidy. Nehrozí nebezpečí vyplavování do podzemních vod, proto volíme dávky v horním rozpětí povolené dávky. Velmi aktivně ovlivňuje účinek herbicidů obsah humusu v půdě. Půdy s vysokým obsahem humusu poutají značné množství účinné látky herbicidů.

d) Vlhkost půdy – v suché půdě herbicidy zpravidla neúčinkují, naopak ve vlhčí půdě stoupá jejich aktivita. V suché půdě se poločas rozpadu velmi významně prodlužuje, ve vlhké půdě naopak klesá. To souvisí s mikrobiální aktivitou.

e) Dešťové srážky – v menším množství neovlivní účinek herbicidů. Naopak u preemergentních aplikací napomohou k dokonalému rozptýlení herbicidů v povrchové vrstvě půdy. U postemergentních aplikací umožňují dokonalé pokrytí listů herbicidem, rozvádí herbicid do listových pochev nebo paždí listů a umožní lepší příjem do listových pletiv. Dokonce po mírných srážkách po aplikaci je zaznamenán vyšší účinek herbicidů. Avšak při prudkých srážkách dochází k proplavení půdních herbicidů do spodních vrstev ornice, kde neovlivní vzcházející plevelé. U postemergentních herbicidů dochází ke splavování účinné látky z rostlin. Doporučuje se neprovádět aplikaci před deštěm nebo při dešti.

f) Vliv rosy – především při aplikacích na podzim při nižších teplotách dohází k pomalému příjmu herbicidů plevelnými rostlinami. Při tvorbě rosy potom dochází k opětovnému rozpuštění herbicidů a jeho stékání z listů, což může významně snížit celkový účinek herbicidů.

g) Intenzita světla – ovlivňuje účinek herbicidů působících na fotosyntézu. Bývá spojována i s teplotou vzduchu, která je doprovodným jevem slunečního záření. Ovšem i za doporučených teplot vzduchu při vysoké intenzitě slunečního záření dochází k poměrně značným projevům fytotoxicity na kulturních rostlinách. Herbicidy ovlivňující fotosyntézu ve tmě nepůsobí poškození rostlin. V polních podmínkách při silně zataženém počasí klesá účinek herbicidů.

h) Růstová fáze plevelů – z hlediska hubení plevelů je velmi důležité aplikovat herbicidy v termínu, kdy jsou plevelné rostliny nejcitlivější. U jednoletých plevelů platí, že menší rostlina je citlivější než rostlina vyvinutá, která zpravidla po aplikaci herbicidu snadněji regeneruje. U vytrvalých plevelů je situace složitější. Je vhodnější aplikovat herbicidy na vyvinutější rostliny, které vytvořily dostatečnou listovou plochu, na které ulpí potřebné množství účinné látky herbicidů, která je následně translokována do podzemních orgánů.

Škodlivost herbicidů

Vedlejší účinky herbicidů mohou být následující:

- být jedovaté pro živočichy a člověka – herbicidy jsou látky zdraví škodlivé, jedovaté nebo zvláště nebezpečně jedovaté,
- znehodnocovat vodu – nebezpečí představuje zasažení povrchových zdrojů vody při manipulaci s herbicidy. Znehodnocení spodních vod herbicidy je relativně malé,
- narušit genetický základ živočichů a lidí – lze usuzovat, že herbicidní látky mohou vyvolat změny na chromozomech (genová mutace). Zvýšená pozornost v tomto smyslu byla věnována látce 2,4,5 trichlorfenoxyoctové kyselině,
- mít vliv na půdní mikroorganismy – převážná většina herbicidů v doporučených dávkách půdním mikroorganismům neškodí. K poškození půdních mikroorganismů dochází při předávkování přípravku na určitou plochu.

Podíl nákladů na regulaci jednotlivých škodlivých činitelů

V roce 1998 byly v českém zemědělství použity přípravky na ochranu rostlin za 4,7 miliardy korun. Za tuto částku bylo nakoupeno celkem 10 152 tun přípravků, což představuje 4 136 tun účinných látek. Na jeden hektar zemědělské půdy přišlo průměrně 2,37 kg přípravků a v nich 0,97 kg účinných látek.

Tabulka 1 představuje rozdělení podle jednotlivých kategorií přípravků do základních skupin plodin. Nejvyšší podíl, 41% z celkové sumy zakoupených přípravků, byl určen do obilovin. Druhým největším trhem

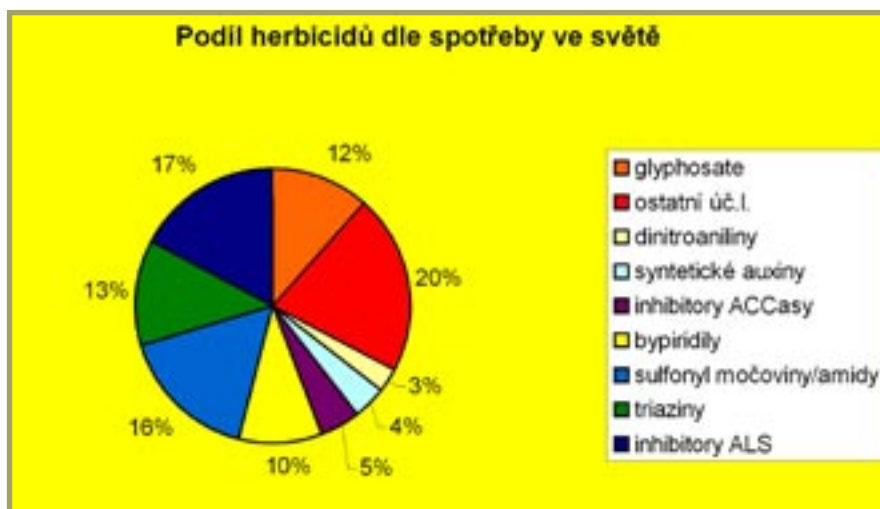


byla řepka se 17%, dále cukrovka se 13% a kukuřice s 8% celkových nákladů.

U jednotlivých kategorií je situace následující: v obilninách se spotřebovalo 35% z celkové sumy 3,3 miliardy Kč za herbicidy a desikanty. Na druhém místě se objevuje řepka s 20% podílem a na dalším místě cukrovka s 18% podílem.

V tabulce 2 je uvedeno srovnání mezi roky 1996 – 1998. Celkový nárůst ze 3,9 miliardy Kč v roce 1996 na hodnotu roku 1998 představuje 20%. Jestliže v roce 1996 zemědělci zaplatili za pesticidy 920 Kč na průměrný hektar zemědělské půdy, pak v roce 1997 to bylo 988 Kč/ha a v roce 1998 dokonce již 1107 Kč/ha.

Uvedené přehledy jsou získány z údajů terénní služby Státní rostlinolékařské správy na základě podkladů z kontrolní činnosti při evidenci zásahů přípravy na ochranu rostlin v zemědělských podnicích, v zařízeních k moření osiv a z dalších podkladů.



Vývoj sortimentu pesticidů a jejich použití z hlediska požadavků ochrany životního prostředí

Přes veškerou snahu věnovanou vývoji nových látek se nedaří objevit a vyrábět látky, které by zasahovaly pouze cílový objekt a neměly žádný vliv na jiné živé organismy. Naopak lze předpokládat, že se to nikdy nepodaří. Nežádoucí vedlejší účinky pesticidů můžeme omezovat, ale nikoliv vyloučit.

Je to dáno řadou důvodů. Prvním z nich jsou vlastnosti společně zcela různým živým organismům, které jsou pak nutně zasahovány látkou aplikovanou proti jednomu z nich. Dalším důvodem je to, že každá molekula může být nositelem různých biologických aktivit. Jakmile dojde k jejímu štěpení, stávají se nositeli dalších aktivit degradační produkty. Navíc každý pesticid kromě účinné látky obsahuje řadu dalších pomocných látek, především tenzidů, které také mohou mít určitou biologickou aktivitu. Poslední příčinou různých nežádoucích vedlejších účinků mohou být nečistoty a příměsi vzniklé při výrobě pesticidu.

Z tohoto prostého výčtu vyplývá, proč nemůžeme očekávat vývoj nějakých ekologicky zcela neutrálních pesticidů. Tím více se musíme snažit, abychom všemi nám dostupnými cestami omezili nežádoucí vlivy pesticidů na životní prostředí. Proto si musíme nejdříve ujasnit, jaké tyto vlivy mohou být. Z hlediska ochrany rostlin má klíčový význam vedlejší účinek pesticidů na užitečný hmyz, což je také samostatná problematika.

Při posuzování účinku pesticidů obecně, nejen jejich vlivu na životní prostředí, se zapomíná na rozdílnou citlivost jedinců daného druhu vůči téže látce. Vždy musíme uvažovat o tom, že pesticidem zasahujeme populaci o velmi odlišných vlastnostech jednotlivých jejích členů. Pracovníci v ochraně rostlin si této problematiky všimají hlavně v souvislosti se vznikem rezistence vůči pesticidům, tento jev má ale obecnou platnost. V důsledku aplikace pesticidů dochází nejen ke změně druhového spektra organismů, ale i ke změnám uvnitř druhů, především k určité selekci subpopulací méně citlivých vůči danému pesticidu, nebo subpopulací, které se nějakým jiným mechanismem vyhnou přímému vlivu pesticidu.

U všech vedlejších vlivů pesticidů na životní prostředí vždy musíme sledovat jejich účinek v širších souvislostech. Zpravidla je vyhodnocován pouze přímý toxický vliv pesticidu na daný organismus. To je přístup zcela chybný, nutně vedoucí ke zkresleným závěrům nesprávně interpretujícím danou situaci. Navíc vždy musíme brát do úvahy všechny ostatní změny v pěstování rostlin, případně i další změny, které byly v krajině provedeny. Jako příklad můžeme uvést studie, které dokládaly, že současně se zvyšováním spotřeby pesticidů klesá počet zajíců a koroptví. Zcela pominuly, že se změnilo i hnojení, velikost honů a struktura pěstovaných plodin, počty dravců a další faktory. Proto došlo k mylnému závěru, že jedovaté pesticidy hubí zvěř a tedy i otravují obyvatelstvo. Tiše přešly skutečnost, že současně se zvýšily počty vysoké a černé zvěře. Nelze ovšem popřít, že aplikace některých pesticidů a hlavně DAM 390 může mít negativní vliv na lovnou zvěř, pouze je zdůrazňováno, že je situace složitější.

Obdobné zjednodušující závěry často nacházíme i u studií vlivu pesticidů na půdní mikroflóru, populace hmyzu a podobně. Například zjištění, že po aplikaci určitého herbicidu klesla aktivita některé ze složek půdní mikroflóry, např. hub, či bakterií o šedesát i více procent, bývají prezentovány jako doklad katastrofálních důsledků vlivu pesticidů na životní prostředí. Ve skutečnosti naprosto nic neříkají. V důsledku změn vlhkosti, teploty a dalších faktorů se aktivita jednotlivých složek půdní mikroflóry může měnit o několik řádů. Ve srovnání s tím jsou změny v desítkách procent zanedbatelné. Půda je navíc velmi proměnlivým systémem. Jestliže poklesne aktivita některé ze složek půdní flóry či fauny, tak buď ihned, nebo s určitým zpožděním se zvýší aktivita jiných složek. Po určité době zákonitě vzroste i aktivita té složky, která byla inhibována. Je velmi obtížné učinit jakýkoliv závěr o důsledcích zjištěné změny na půdní úrodnost či jiné půdní vlastnosti. Vždyť např. zpomalení rozkladu celulózy může být příznivé. Není přece žádný důvod, abychom co nejvyšší aktivitu složek půdního života považovali vždy za žádoucí. Navíc vyhubení plevelů znamená, že v půdě nejsou jejich kořeny a tyto nevylučují kořenové exudáty, nemluvě o tom, že v půdě po sklizni nezůstanou zbytky těchto plevelů. Tím půdní mikroflóra ztrácí zdroj živin a nutně proto klesá její aktivita – nejen v důsledku toxického působení pesticidů.

Z hlediska nežádoucích ekologických vlivů pesticidu na životní prostředí je snad ještě důležitější otázka jeho perzistence, případně počtu aplikací během roku než přímé toxicity. Mimo jiné také proto, že látky s neselektivním přímým toxickým účinkem byly již zakázány (dinoseb). Rychlost degradace pesticidu

v přírodě závisí na mnoha faktorech. Základní je stabilita molekuly účinné látky. Z vnějších podmínek je degradace ovlivněna pH půdy. Pesticidy se obecně rychleji rozkládají v půdě o vyšší biologické aktivitě. To znamená, že zapravováním organické hmoty do půdy podpoříme tyto ozdravné procesy. Bylo prokázáno, že pokud se do půdy dlouhodobě dostávají tytéž látky, zvyšuje se schopnost půdy je rozkládat. Na druhé straně při vysokém předávkování pesticidu může biologická aktivita výrazně poklesnout a rozklad se dlouhodobě zastaví. Tento jev nastává pouze při bodovém znečištění.

Pesticidy z půdy zdánlivě mizí také v důsledku vazby na jílové minerály. Tímto způsobem jsou dočasně inaktivovány, neboť z těchto vazeb mohou být postupně uvolňovány.

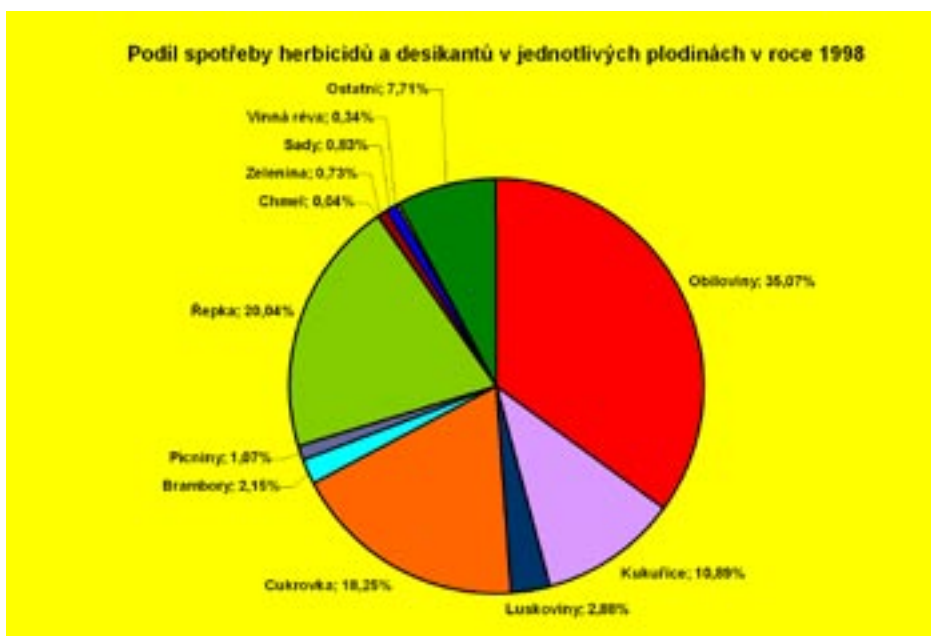
Nejznámější látky s velkou perzistencí, které z tohoto důvodu mají nepříznivé ekologické dopady jsou chlorované uhlovodíky a triaziny. Mezi zcela perzistentní látky je však třeba zařadit i anorganické látky. U nás jsme již zapomněli na dávno zakázané sloučeniny arzenu. V USA bylo uváděno, že se v půdách některých sadů nahromadily v takové míře, že v půdě přestaly růst rostliny.

V provozní praxi můžeme vedlejší nežádoucí účinky pesticidů na životní prostředí omezit především jejich správným používáním jen v případech skutečně oprávněných. Při výběru pesticidů se musíme striktně držet „Seznamu registrovaných prostředků na ochranu rostlin“ a z něj vybírat nejvhodnější látky. Schválené pesticidy nevyvolávají v přírodě dlouhodobé irreverzibilní změny. Řada přípravků zůstává pro veřejnost zdánlivě nezměněna, ale byla v nich nahrazena rozpouštědla, jako xylén, jinými ekologicky přijatelnějšími látkami.

Především se však musíme vyhnout chybám v aplikaci, zasažení jiných plodin a hlavně bodovému znečištění. To představuje největší riziko především pro spodní vody.

Spotřeba účinných látek na ochranu rostlin (kg,l)				
spotřeba účinných látek	1997	1998	1999	2000
herbicidy a desikanty	2 546 802	2 664 060	2 540 840	2 598 852
fungicidy	750 050	739 250	746 512	870 899
zoocidy	99 466	122 956	118 291	154 229
regulátory růstu	280 807	377 022	568 736	465 173
spotřeba celkem	3 889 047	4 135 980	4 197 146	4 302 987

Spotřeba účinných látek na ochranu rostlin (kg,l) na 1 ha				
spotřeba úč. látek na 1 ha	1997	1998	1999	2000
herbicidy a desikanty	0,5951	0,6225	0,5931	0,6069
fungicidy	0,1753	0,1727	0,1742	0,2034
zoocidy	0,0232	0,0287	0,0276	0,036
regulátory růstu	0,0656	0,0881	0,1328	0,1086
spotřeba celkem	0,9087	0,9663	0,9796	1,0049



Spotřeba přípravků na ochranu rostlin v ČR v roce 1998 v tis. Kč

Kategorie	Celkem	Obiloviny	Kukuřice	Luskoviny	Cukrovka	Brambory	Pícniny	Řepka	Chmel
Herbicidy a desikanty	3 313 033	1 161 790	360 696	95 343	604 515	71 320	35 588	644 053	1 435
Fungicidy	818 754	511 879		30	5 448	103 459	59	11 422	33 658
Zoocidy	256 238	13 039	2 176	7 731	8 661	18 419	926	107 026	42 823
Regulátory růstu	69 455	61 650			190	471	105	4 972	575
Celkem	4 735 992	1 941 707	368 899	108 819	619 355	194 687	39 767	819 470	78 637

Kategorie	Zelenina	Sady	Vinná réva	Ostatní
Herbicidy a desikanty	24 220	27 491	11 121	255 461
Fungicidy	12 736	71 041	53 760	15 262
Zoocidy	6 831	27 959	5 300	11 156
Regulátory růstu	823	306		363
Celkem	45 450	127 911	73 707	304 763

Aplikace přípravků na ochranu rostlin – dopady na včely

Ochrana včel medonosných, chovaných člověkem, je velice významná, protože včely jsou nejpočetnějšími a nejdůležitějšími opylovači rostlin. Navíc z údajů o toxicitě chemických látek na včely můžeme usuzovat i na stav ochrany ostatního užitečného hmyzu.

Z hlediska účinků na včely rozdělujeme přípravky na ochranu rostlin do tří kategorií: jedovaté, škodlivé a relativně neškodné. Základem pro zařazení je LD 50 akutní kontaktní a požerové toxicity, vztažená k stanovené maximální hektarové dávce přípravku. Tento vztah se vyjadřuje tzv. rizikovým faktorem RF podle vzorce navrženého Oomenem v roce 1986.

$$RF = \frac{\text{dávka přípravku na ha v g}}{\text{LD50 (24 hod) přípravku v } \mu\text{g/včela}}$$

Jedovaté přípravky vykazují RF 2 500 a reziduální (sekundární) toxicitu, nebo poškození plodu či změny v chování včel. Tyto přípravky se nesmějí používat do kvetoucích porostů, přičemž za kvetoucí se považuje porost s 2 rozkvetlými rostlinami na 1 m² nebo porost, který vylučuje medovici nebo mimokvětní nektar.

Reziduální (sekundární) toxicita znamená, že hyne více včel než je těch, které byly přípravkem zasaženy při ošetřování rostlin. Zjišťuje se laboratorní a v proletové hale.

Škodlivé přípravky mají RF v rozmezí od 50 do 2 500 a nesmějí vykazovat reziduální toxicitu ani změny na plodu a v chování včel. V proletové hale nesmí počet uhynulých včel překročit počet včel ošetřených. Tyto přípravky se smějí používat i do kvetoucích porostů, ale jen v době, kdy včely nelétají, zpravidla brzy ráno před výletem včel a pozdě večer.

Relativně neškodné přípravky vykazují RF 50 a nepoškozují plod ani nemění chování včel. V proletové hale nevykazují zvýšený úhyn včel. V takových případech je možné tolerovat i mírné navýšení RF nad stanovený limit (50). Tyto přípravky se mohou používat do kvetoucích porostů i v době letu včel. Přesto je doporučováno aplikovat přípravky brzy ráno nebo večer, protože jejich neškodnost je skutečně jen relativní. Stačí technologická chyba v dávkování a způsobí otravu včel.

Obsah:

Historie používání herbicidů	1
Vliv herbicidů na životní prostředí	1
Využití geneticky modifikovaných plodin	1
Rozdělení herbicidů	2
Dle mechanismu účinku:	2
Dle účinku	3
Dle způsobu účinku:	3
Dle způsobu příjmu rostlinou:	3
Dle doby aplikace:	3
Faktory ovlivňující pohyb herbicidů v prostředí	4
Škodlivost herbicidů	5
Podíl nákladů na regulaci jednotlivých škodlivých činitelů	5
Vývoj sortimentu pesticidů a jejich použití z hlediska požadavků ochrany životního prostředí	7
Aplikace přípravků na ochranu rostlin – dopady na včely	10