



Vědecký výbor pro potraviny

Klasifikace: Draft *Pro vnitřní potřebu VVP*
Oponovaný draft *Pro vnitřní potřebu VVP*
Finální dokument *Pro oficiální použití*
Deklasifikovaný dokument *Pro veřejné použití*

Název dokumentu:

REZIDUA PESTICIDŮ V POTRAVINÁCH

Poznámka:

Veřejně dostupný průřezový dokument VVP

Státní zdravotní ústav, Palackého 3a, 612 42 Brno
tel/fax +420541211764, URL: <http://www.chpr.szu.cz/vedvybor/vvp.htm>

Preambule

Vědecký výbor pro potraviny na svém prvním řádném zasedání dne 5.2.2003 schválil plán práce na rok 2003. V rámci tohoto plánu se rozhodl postupně zpracovat průřezové dokumenty pro oblasti, které mu byly svěřeny k odborné práci. Členové Výboru se shodli na potřebě zahájit práci v jednotlivých oblastech inventurou situace a je-li to možné, pak i identifikací mezer v systému a vytipování priorit pro další odbornou práci. Toto pojednání, jež je součástí řady průřezových dokumentů připravených Výborem, se zabývá nejvýznamnějšími aspekty aplikace pesticidních prostředků (nezabývá se „klasickými“ perzistentními organochlorovými pesticidy, tyto budou detailněji prezentovány v materiálu „Chemické kontaminanty“) při ochraně zemědělských plodin a chovu hospodářských zvířat vztahujícími se k bezpečnosti potravin. Zmíněny jsou zde nejen doporučení pro výrobce potravin, ale i možnosti ochrany spotřebitele. Diskuze k alternativním formám expozice (inhalace, perkutánní přívod apod.), ke kterým může dojít při výrobě či aplikaci pesticidních přípravků, leží mimo rámec tohoto dokumentu. Zařazena zde není ani problematika výskytu reziduí pesticidů v pitné vodě. Z dostupných dat je zřejmé, že expozice populace touto cestou je nevýznamná, rezidua jsou detekována jen zcela výjimečně.

Dokument je určen pro Koordinační skupinu pro bezpečnost potravin a pro veřejnost.

Seznam členů Vědeckého výboru pro potraviny v abecedním pořadí:

J. Drápal, K. Ettlrová, J. Hajšlová, P. Hlúbik, M. Jechová, M. Kozáková, F. Malíř, V. Ostrý, J. Ruprich, J. Sosnovcová, V. Špelina, D. Winklerová.

Seznam osob / institucí, které se podílely na přípravě podkladů:

Jana Hajšlová, Milena Kozáková

Právní odpovědnost

Podle článku 1, odstavec 2, Statutu, Výbor nemá právní subjektivitu. Jeho závěry a usnesení mají charakter doporučení a signálních informací pro členy a sekretariát KS. Výbor sám proto nenesé právní odpovědnost za jakékoli škody způsobené jako důsledek použití jeho závěrů a usnesení.

© Vědecký výbor pro potraviny

Všechna práva rezervována. Tento dokument Vědeckého výboru pro potraviny může být jako celek nebo jeho část reprodukován nebo překládán, pro nekomerční nebo komerční použití, pouze se souhlasem Vědeckého výboru pro potraviny (Státní zdravotní ústav, Palackého 3a, 612 42 Brno, tel/fax +420541211764, email: sekretariat@chpr.szu.cz). Další využití dokumentu není omezeno. Při citaci dokumentu by měl být vždy uveden kód publikace ze záhlaví tiskové strany. Za autory dokumentu se považují všichni členové Výboru bez určení prvního autora. Proto by měli být citováni všichni členové Výboru.

Klíčová slova:

pesticidní přípravky, rezidua pesticidů, potraviny, dietární přívod, riziko

Obsah:

	Kapitola:	str.
	Seznam použitých zkratk	4
	Vysvětlení základních pojmů	5
1.	Souhrn	7
1.1	Závěry a doporučení	9
2.	Klasifikace pesticidů, charakteristické vlastnosti	11
3.	Osud pesticidů po aplikaci ve vztahu ke kontaminaci potravin	12
3.1	Průnik reziduí do potravního řetězce člověka	12
3.1.1	Rostlinné produkty	12
3.1.2	Živočišné produkty	13
3.2.	Degradace, biotransformace - typy terminálních reziduí	13
3.3	Změny při kulinárním / technologickém zpracování, procesní faktory	14
4.	Rezidua pesticidů a zdraví	15
4.1	Toxikologické hodnocení	15
4.2.	Odhad dietárního přívodu	16
4.3	Mechanismus pesticidních účinků, toxicita pro člověka	17
5.	Strategie stanovení MLR a registrace pesticidů, legislativa	18
5.1	Současná legislativa v ČR	19
6.	Kontrola a monitoring	19
6.1	Situace v ČR	20
6.2.	Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva (Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF)	21
7.	Přílohy	
	Příloha č. 1: Nejvýznamnější skupiny moderních pesticidů - klasifikace podle chemické struktury	22
	Příloha č. 2: Klasifikace pesticidů podle mechanismu působení na škodlivého činitele	23
	Příloha č. 3: Klasifikace akutní toxicity pesticidů dle WHO	24
	Příloha č. 4: Rezidua pesticidů s nejvyšší frekvencí nálezů (souhrn z výstupů SZPI za období 2000 - 2004; zahrnuty jsou pesticidy, jejichž rezidua v uvedeném období byla prokázána ve více než 1% kontrolovaných komodit)	25
	Příloha č. 5: Přehled pesticidů, které v letech 2000- 2003 překročily hodnoty MRL více než jednou	28
8.	Odborná literatura	29

Seznam použitých zkratk:

ADI	Acceptable Daily Intake (akceptovatelný/přijatelný denní přívod)
ARfD	Acute Reference Dose (akutní referenční dávka)
CAC	Codex Alimentarius Commission (Komise Kodex Alimentarius)
CAS	Chemical Abstracts Service (Služba pro chemické abstrakty)
CCPR	Codex Committee on Pesticide Residues (Kodexový výbor pro rezidua pesticidů)
DG SANCO	Direction Générale Santé et Protection des Consommateurs; European Commission Health and Consumer Protection Directorate General (Evropská komise pro ochranu zdraví spotřebitele)
EFSA	European Food Safety Authority (Evropský úřad pro bezpečnost potravin)
EPA	Environmental Protection Agency (Agentura pro ochranu životního prostředí)
ETU	Ethylenethiourea (ethylthiomocovina)
EU	European Union (Evropská unie)
FAO	Food and Agriculture Organisation (Organizace pro potraviny a zemědělství)
FDA	Food and Drug Administration (Úřad pro kontrolu potravin a léčiv)
GAP	Good Agriculture Practice (Správná zemědělská praxe)
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point (Systém kritických kontrolních bodů)
HCB	Hexachlorbenzen
IARC	International Agency for Research of Cancer (Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny)
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normy)
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry (Mezinárodní svaz pro čistou a užitou chemii)
JMPR	Joint Meeting on Pesticide Residues (Společné zasedání k reziduíům pesticidů)
LD ₅₀	Lethal Dosis 50 (Letální dávka pro 50 % testovaných organismů)
MLR	Maximální limit reziduí
MRL	Maximum Residue Limit (Maximální limit reziduí)
MZe ČR	Ministerstvo zemědělství ČR
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level (Úroveň expozice, při které není pozorován nepříznivý účinek)
PCB	Polychlorinated biphenyls (Polychlorované bifenyly)
PCDD/F	Polychlorinated dibenzodioxins and polychlorinated dibenzofurans (Polychlorované dibenzodioxiny/furany)
POPs	Persistent Organic Pollutants (Perzistentní organické polutanty)
RASFF	Rapid Alert System for Food and Feed (Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva)
RfD	Reference Dose (referenční dávka)
SRS	Státní rostlinolékařská správa
SVS	Státní veterinární správa
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
UDMH	Unsymmetrical dimethylhydrazin (nesymetrický N, N- dimethylhydrazin)
UNEP	United Nations Environmental Program (Environmentální program spojených národů)
USDA	United States Department of Agriculture (US ministerstvo zemědělství)
TMDI	Theoretical Maximum Daily Intake (Teoretický maximální denní přívod)
WHO	World Health Organisation (Světová zdravotní organizace)

Vysvětlení základních pojmů :

Pesticidy

1.

Podle mezinárodní definice formulované komisí Kodex Alimentarius (Codex Alimentarius Commission - CAC) se jako pesticidy¹ označují všechny sloučeniny nebo jejich směsi, určené pro prevenci, zničení, potlačení, odpuzení či kontrolu škodlivých organismů (t.j. nežádoucích rostlin, mikroorganismů či živočichů) během produkce, skladování, transportu, distribuce a zpracování potravin, zemědělských komodit a krmiv a dále látky aplikované u zvířat proti ektoparazitům. Termín „pesticidy“ zahrnuje též sloučeniny používané jako desikanty, regulátory či stimulátory růstu a inhibitory klíčení aplikované na plodiny před nebo po jejich sklizni.

2.

EU ve svých legislativních odkazech používá širší termín „prostředky na ochranu rostlin a biocidy“.

Prostředky na ochranu rostlin jsou definovány jako produkty chemické či biologické povahy určené pro:

- (i) ochranu rostlin nebo rostlinných produktů proti škodlivým organismům;
- (ii) ovlivnění životních procesů v rostlinách mechanismy jinými než působí nutrienty (sem spadají např. regulátory růstu);
- (iii) zajištění údržnosti rostlinných produktů;
- (iv) zničení nežádoucích rostlin či jejich částí;
- (v) kontrolu / prevenci nežádoucího růstu rostlin.

Biocidy zahrnují široké spektrum produktů určených v rámci dané aplikace proti různým cílovým organismům, jde zejména o:

- (i) látky s dezinfekčním účinkem (proti bakteriím, virům);
- (ii) látky s konzervačním účinkem (proti plísním, hmyzu);
- (iii) insekticidy pro komunální hygienu (proti hmyzu - mouchám, komárům, mravencům);
- (iv) rodenticidy (proti myším, potkanům);
- (v) látky zabraňující usazování organismů (zejména řas) na površích předmětů.

Rezidua pesticidů

3.

Jako rezidua pesticidů se označují zbytková množství pesticidů (aktivních složek pesticidních přípravků) a jejich metabolitů a rozkladných nebo reakčních produktů, v potravinách, zemědělských plodinách nebo krmivech².

¹ Definice pojmu “pesticid“ není z celosvětového pohledu jednotná a v některých oblastech, jako např. v případě fungicidů, existuje určitý překryv s pojmy, které jsou využívány pro klasifikaci terapeutických přípravků aplikovaných v humánní medicíně - v daném případě proti patogenním plísním.

² Metabolity či degradační produkty pesticidů jež jsou do definice “reziduum pesticidu“ zahrnuty, jsou buď vhodnými indikátory dodržování zásad správné zemědělské praxe (t.j. umožňují jednoduchou laboratorní kontrolu MLR) nebo jde o sloučeniny, které jsou závažné z hlediska toxikologického a je nutné sledovat jejich dietární přívod (podklad pro odhad zdravotních rizik).

Maximální limit reziduí

4.

Maximální limit reziduí (MLR³) pesticidů je nejvyšší přípustné, toxikologicky přijatelné množství pesticidů (vyjádřené v mg/kg), které je výsledkem použití pesticidních přípravků v souladu se správnou zemědělskou praxí⁴, při ochraně rostlin během vegetace a skladování, nebo je výsledkem kontaminace životního prostředí dnes již nepoužívanými pesticidy⁵.

Je nutné zdůraznit, že MLR není toxikologický referenční bod⁶ a jeho mírné překročení neznamena bezprostřední ohrožení zdraví konzumenta; rizikové koncentrace, které by vyvolaly symptomy akutní otravy či vedly v případě dlouhodobého přívodu k chronické intoxikaci, jsou vyšší. Jde o kritérium významné pro kontrolu dodržování příslušných předpisů pro aplikaci pesticidů a jedním z významných aspektů vyplývajících ze zavedení MLR je podpora (mezinárodního) obchodování se zemědělskými komoditami.

³ V anglických textech se setkáváme spíše se zkratkou MRL (Maximum Residue Limit)

⁴ Pojem správná zemědělská praxe je velmi široký; v daném kontextu jde o důsledné uplatňování opatření vedoucích k produkci bezpečných potravin. Pokud jde o pesticidní přípravky, zásady správné zemědělské praxe (v anglických textech Good Agriculture Practice, GAP) předpokládají jejich indikované použití ve vhodný čas (t.j. vhodném vývojovém stádiu škodlivého činitele), v souladu s pokyny pro aplikaci schválenými při registraci. Z hlediska zajištění minimálních hladin reziduí pesticidů v zemědělských plodinách je významné vedle doporučených aplikačních dávek dodržení intervalu mezi posledním ošetřením a sklizní t.j. ochranné lhůty.

⁵ Stopové koncentrace některých pesticidů mohou být v plodině prokázány i v případě, že přípravek obsahující příslušnou aktivní složku nebyl cíleně aplikován. Pozadová kontaminace nejčastěji souvisí s atmosférickým transportem resp. s imisní zátěží agrárního ekosystému.

⁶ Toxikologický referenční bod je hodnota charakterizující nebezpečnost pesticidu. Obvykle se vyjadřuje jako dávka pesticidu na kg tělesné hmotnosti průměrného zdravého člověka a den, která představuje ještě akceptovatelné zdravotní riziko po přívodu do organismu člověka. Většinou je reprezentována hodnotami typu ADI a RfD pro chronický celoživotní přívod nebo ARfD pro akutní přívod (jednorázová dávka), které stanovují např. mezinárodní organizace.

Rezidua pesticidů v potravinách

1. Souhrn

5.

Dokument shrnuje základní informace o problematice reziduí „moderních“ pesticidů, jež se mohou za určitých okolností vyskytovat v potravinářských surovinách a následně i v potravinách. Cílem je pomoci nalézt jak spotřebitelům, tak i producentům či zpracovatelům zemědělských produktů, stejně jako výrobcům potravin, odpovědi na otázky týkající se vlastností těchto látek (aktivních složek pesticidních přípravků) a rizik, které pro člověka resp. konzumenta přináší možný dietární přívod. Text v odstavcích zařazených v kapitole č. 3 uvádí i podněty pro přijetí opatření směřující k omezení průniku reziduí těchto látek do potravního řetězce člověka.

6.

Aplikace pesticidních přípravků představuje celosvětově jeden z významných faktorů intenzifikace zemědělské produkce. Eliminace či potlačení škodlivých činitelů jako jsou hmyzí škůdci, plevely, mikroskopické vláknité houby (plísňe) apod. umožňuje nejenom dosažení dobrých výnosů a omezení ztrát při skladování, ale v řadě případů použití těchto přípravků pozitivně ovlivňuje i kvalitativní parametry (např. nutriční, technologické, sensorické) zemědělských plodin. Ve specifických případech je přímá aplikace pesticidních přípravků nezbytná i v živočišné výrobě.

7.

Na rozdíl od pesticidů staré generace např. organochlorových (látky typu DDT, aldrin, heptachlor apod.), které se vyznačovaly vysokou perzistencí v životním prostředí a u nichž, díky jejich značné afinitě k lipidické složce živých organismů, docházelo ke kumulaci v potravních řetězcích, tzv. „moderní“, v současnosti rozsáhle používané, pesticidy, po splnění své ochranné funkce podléhají vlivem různých fyzikálně-chemických či biochemických faktorů řadě změn, které vesměs vedou k postupnému poklesu mateřských reziduí. K jejich kumulaci v potravním řetězci tak nedochází.

8.

Pro povolení použití (registraci) pesticidních přípravků musí výrobce předložit rozsáhlou dokumentaci zahrnující mimo jiné údaje o: (i) dynamice reziduí po aplikaci včetně jejich typických hladin v době sklizně (průměr, medián); (ii) charakterizaci změn aktivní složky v životním prostředí; (iii) toxikologická data získaná při pokusech se zvířaty; (iv) údaje o ekotoxicitě atd. Hodnocení nových, ale i již dříve povolených přípravků (na základě aktualizovaných dat), probíhá na mezinárodní úrovni za účasti expertů v příslušných oblastech.

9.

Aplikované pesticidní přípravky mohou i při dodržení podmínek správné zemědělské praxe (viz pozn. pod čarou č. 4) zanechávat v zemědělských plodinách či ve složkách ekosystému detekovatelná rezidua. Stopy některých pesticidů či jejich degradačních produktů mohou být za určitých okolností prokázány i v pitné vodě. Významným nástrojem ochrany konzumentů jsou maximální limity reziduí (MLR), které jsou pro danou kombinaci pesticid / potravinová komodita vyjadřovány v mg/kg. MLR pro pesticidy respektují limity toxikologické, při jejichž stanovení se počítá i s tzv. bezpečnostním faktorem. Pro vybrané potraviny určené pro kojence a malé děti⁷, jež představují zvláště citlivou složku populace, platí všeobecně v rámci zemí EU jednotný „přísnější“ MRL 0,01 mg/kg v souladu se směrnicí 1996/5/ES o obilných a

⁷ Potraviny této skupiny jsou označeny jako „počáteční a kojenecká dětská výživa“ a „obilné a ostatní příkrmy“

ostatních příkrmech pro kojenče a malé děti v platném znění. Pro některé pesticidy (zejména pro ty, které vykazují vysokou akutní toxicitou) pak platí dokonce ještě přísnější (tj. nižší) limity.

10.

Rizika vyplývající z výskytu reziduí v potravinách se klasifikují buď jako chronická anebo akutní. Při odhadu chronické expozice se vychází ze součinu typických hladin reziduí v jednotlivých komoditách a jejich - pro danou (regionální) dietu typické denní spotřeby. Je nutné zdůraznit, že kulinární příprava pokrmů a technologické procesy při zpracování zemědělských plodin, které mohou obsahovat rezidua, vedou vesměs k významným poklesům jejich hladin či jejich úplné eliminaci⁸. Při výpočtu akutní jednorázové resp. krátkodobé expozice se uvažují nejvyšší možná naměřená rezidua v potravine a obvykle 97,5 percentil spotřeby uvažovaných potravinových komodit.

11.

Informace o druhu a koncentracích reziduí pesticidů v potravinářských surovinách a produktech se stejně jako u jiných cizorodých látek, získávají prostřednictvím národních monitorovacích programů⁹ a dále též v rámci cílených vyšetření reagujících na aktuální problémy zjištěné při běžných monitorovacích aktivitách anebo např. ze systému rychlého varování (RASFF). Získaná data slouží mimo jiné k posouzení účinnosti legislativních opatření tedy dodržování zásad správné zemědělské praxe a potažmo hygienických limitů. Současně lze data z monitorovacích programů (nikoli cílená vyšetření) použít i pro hodnocení zdravotních rizik.

12.

V ČR za státní kontrolu reziduí pesticidů v oblasti potravin rostlinného původu zodpovídá SZPI. Kontrolu produktů živočišného původu garantuje SVS. Frekvence výskytu reziduí moderních pesticidů není pro tento typ potravin významná (na rozdíl od „klasických“ organochlorových pesticidů a jejich metabolitů kumulovaných v tukové složce¹⁰).

Jak vyplývá ze zpráv o činnosti SZPI, pokrývá spektrum pravidelně sledovaných pesticidů více jak 120 účinných látek a jejich počet se průběžně zvyšuje. V roce 2003 byly mezi pravidelně sledovaná rezidua zařazeny také více polární, v předchozím období nesledované, pesticidy. Rozsah prováděných stanovení a počet analyzovaných vzorků v rámci kontroly a monitoringu odpovídá srovnatelným aktivitám v zemích EU. Obdobné jsou i počty vzorků s detekovatelnými rezidui, jejich počet se v dlouhodobém průměru pohybuje mezi 20 a 30%. Vzorky s nadlimitními nálezy reziduí nejsou časté, pohybují se typicky mezi 1 až 4%. Také v systému RASFF se objevuje hlášení o výskytu reziduí pesticidů jen výjimečně.

13.

Zatímco ve vyspělých zemích prakticky neexistují dokumentované příklady onemocnění v důsledku akutní dietární expozice pesticidům, potenciální efekty dlouhodobé chronické expozice vyvolané nízkými dávkami reziduí pesticidů či jejich směsí nejsou dosud dostatečně zmapovány, vzhledem k složitosti takové analýzy. Obecně lze konstatovat, že hodnoty přijatelného denního přívodu pro akutní expozici (ARfD) jsou pro běžně používané pesticidy a různé typy diet překročeny jen zcela výjimečně. Ve většině případů je přijatelný denní

⁸ Z tohoto pohledu je nutné hodnotit data získaná orgány státní správy při monitoringu, v řadě případů se vyšetřovaná komodita konzumuje jako čerstvá jen zčásti nebo vůbec ne. Kalkulace uvažující pouze rezidua z monitoringu tak mohou vést k nadhodnocení dietárního přívodu.

⁹ Odběr vzorků je realizován podle předem stanoveného harmonogramu; opakuje se v delším časovém horizontu

¹⁰ Zvýšené hladiny organochlorových POPs (jako jsou DDT a příbuzné látky) existují zejména u živočichů z volné přírody (ryby, zvěřina).

přívod (ADI) pro chronickou expozici čerpán jen z několika %¹¹ a nezdá se proto být zdravotně příliš významný. Z toxikologického hlediska však závažným a dosud neuzavřeným problémem zůstává současný výskyt několika druhů reziduí (synergie, antagonismus, adice), např. pesticidů s účinkem na enzym cholinesterázu (organofosfáty, karbamáty). Zdokonalení hodnocení zdravotního rizika může v budoucnu přinést nová metoda pravděpodobnostního hodnocení expozice a charakterizace rizika.

1.1 Závěry a doporučení

14.

Vědecký výbor pro potraviny na základě dostupných relevantních informací a odborných zkušeností svých členů vyzdvihl pro současné období zejména existenci těchto priorit a následujících doporučení:

1. Producentům zemědělských plodin

- V maximální míře uplatňovat integrovaný systém ochrany rostlin vedoucí k minimalizaci spotřeby pesticidů a jejich reziduí v zemědělských plodinách. za dodržování zásad správné zemědělské praxe (GAP).
- K aplikaci pesticidních přípravků přistupovat pouze v indikovaných případech. Při jejich použití dbát na striktní dodržování zásad GAP, zejména zajistit technicky správný způsob aplikace, vyloučit zasažení necílových plodin pesticidními přípravky, nepřekračovat doporučené aplikační dávky a dodržovat předepsané ochranné lhůty. Nepoužívat směsi přípravků ani přípravky, které nejsou pro danou aplikaci registrovány.
- Zajistit alespoň příležitostná vyšetření ošetřených plodin na přítomnost reziduí pesticidů. Zejména v případě posklizňové aplikace (tzn. během transportu či skladování) je nutné počítat s přítomností detekovatelných zbytků aktivních složek použitých přípravků. Zvláštní pozornost je nutné věnovat produktům určeným pro další zpracování na kojeneckou a dětskou výživu, kde platí nízký MLR (0,01 mg/kg a nižší). Pesticidy, které se vyznačují vyšší perzistencí v průběhu zpracování mohou totiž zanechat nadlimitní rezidua i ve finálním výrobku a je proto nutné je z postřikových plánů v doloženém případě zcela eliminovat¹².
- Dbát na vzdělávání pracovníků provádějících aplikace přípravků, aby jejich znalosti odpovídaly vykonávané činnosti s ohledem na možná rizika kontaminace potravin vyplývající z nesprávné aplikace těchto přípravků.

2. Chovatelům hospodářských zvířat

- Při zkrmování vedlejších produktů vznikajících při zpracování zemědělských plodin (např. výlisky), je v odůvodněných případech vhodné je zkontrolovat na obsah reziduí. Některé pesticidy se v nich mohou kumulovat a poté přecházet do masa, mléka či vajec.
- Přijmout veškerá opatření k ochraně zvířat před kontaminací pesticidy při jejich aplikaci v hospodářských budovách a stájích.

¹¹ Opačný případ by byl impulsem ke zrušení registrace.

¹² Tento problém může nastat i v případě použití přípravku v souladu se správnou zemědělskou praxí.

3. Výrobci, zpracovatelům a dovozcům potravin

- Důsledně aplikovat systém HACCP. Na základě stanovení kritických bodů přijmout příslušná preventivní opatření, modifikovat technologický proces tak, aby byla rezidua v maximální míře eliminována.
- Věnovat zvýšenou pozornost kontrole výskytu reziduí pesticidů v zemědělských surovinách a produktech. Pozornost zaměřit zejména na rezidua fungicidů a insekticidů, která nejčastěji pronikají do potravního řetězce. Akceptovat pouze výsledky akreditovaných zkoušek (dle ČSN EN ISO/IEC 17025). Ověřit, zda předložená dokumentace obsahuje údaje o hodnotách mezí stanovitelnosti a nejistotu měření na koncentrační hladině nálezu.
- Spolupracovat s producenty zemědělských plodin resp. dodavateli surovin. Požadovat informaci o aplikovaných přípravcích i výsledcích laboratorní kontroly suroviny.

4. Státním organizacím

- Průběžně rozšiřovat spektrum sledovaných kombinací pesticid/komodita na úroveň běžnou ve vyspělých členských zemích EU, zajistit průběžnou aktualizaci předmětu kontrolní činnosti jak v případě registrace nových přípravků, tak i v případě jejich nezákonného použití. Rozvíjet aktivity navazující na impulzy např. z notifikací systému RASFF.
- Shromáždit dostatečné množství dat (údaje o spotřebě potravin a koncentracích jednotlivých látek) umožňující odhad dietární expozice české populace pesticidům.
- Zaměřit se na účinnou komunikaci o existujících rizicích reziduí pesticidů se sdělovacími prostředky tak, aby nedocházelo k vyvolání neopodstatněných obav či paniky spotřebitelů a následně k finančním ztrátám u producentů a distributorů potravin.

5. Spotřebitelům

- Seznámit se s problematikou související s domácí aplikací pesticidů, zejména se způsoby praktické ochrany spotřebitelů.
- V případě potravin z vlastní produkce konzumovat jen takové, u kterých byla dodržena v případě nutnosti aplikace pesticidních přípravků všechna doporučená bezpečnostní pravidla.
- Čerstvé ovoce a zeleninu důkladně omývat, u citrusů nekonzumovat povrchové vrstvy, u listové zeleniny odstranit obalové listy.
- Sledovat informace o aktivitách státních organizací zaměřených na bezpečnost potravin, které mohou informovat spotřebitele o průniku závadných potravin do tržní sítě.

6. Pracovníkům ve výzkumu

- Zaměřit pozornost na výběr, rozvíjení a validaci vhodného modelu pro odhad dietární expozice pesticidům a hodnocení zdravotního rizika.
- Vytvořit a validovat multireziduální analytické postupy umožňující spolehlivou a rychlou kontrolu MLR.
- Hledat vhodný způsob hodnocení kumulovaného / vícenásobného výskytu pesticidů ve vzorcích z hlediska jak akutní, tak chronické toxicity.
- Studovat osud reziduí pesticidů za podmínek odpovídajících kulinárnímu či průmyslovému zpracování potravinářských surovin tak, aby mohly být kalkulovány procesní faktory nezbytné k predikci terminálních reziduí v dietě a následně odhad dietární expozice.

2. Klasifikace pesticidů, charakteristické vlastnosti

15.

Rozsáhlé používání syntetických organických pesticidů v zemědělství se datuje až po druhé světové válce, tedy zhruba od 50.let minulého století. V současné době je ve světě registrováno zhruba 800 látek s pesticidními účinky. Klasifikace těchto významných agrochemikálií je možná na základě různých kritérií, která reflektují např. jejich chemickou strukturu, toxické účinky na živé organismy (cílové či necílové), vlastnosti podmiňující jejich chování při aplikaci či osud v prostředí (biotransformaci, degradaci, transport).

16.

Pesticidy zahrnují širokou škálu chemických sloučenin, často velmi složité struktury. Příloha č. 1 uvádí přehled nejvýznamnějších skupin pesticidů z hlediska klasifikace podle jejich chemické struktury.

Jejich systematické chemické názvy jsou tvořeny v souladu se zásadami IUPAC a v souladu s CAS¹³; pro usnadnění komunikace na různých úrovních se většina pesticidů označuje triviálním názvem¹⁴ přijatým technickou komisí ISO (dokument ISO/TC 81)¹⁵. Daný pesticid může být sám či ve směsích s dalšími biologicky aktivními látkami obsažen v různých typech přípravků, které se mohou lišit označením resp. komerčním názvem používaným daným výrobcem. V současné době existuje řada přehledů shrnujících vlastnosti pesticidních přípravků, které jsou dnes na světovém trhu dostupné, jedním z nejkompaktnějších zdrojů informací je např. britský manuál [1].

17.

S přihlédnutím k praktickému použití, tedy podle cílových škodlivých organismů u kterých vyvolávají toxické efekty, lze pesticidy resp. aktivní složky pesticidních přípravků rozdělit do několika skupin z nichž nejvýznamnější jsou následující:

- herbicidy (proti plevelným rostlinám)
- fungicidy (proti houbovým chorobám)
- insekticidy (proti hmyzu)
- akaricidy (proti roztočům)
- nematocidy (proti háďátkům)
- molluskocidy (proti měkkýšům)
- rodenticidy (proti hlodavcům)

Speciálními pesticidními prostředky jsou dále:

- regulátory růstu kulturních rostlin
- retardátory klíčení

18.

Jednotlivé skupiny pesticidů vykazují široké spektrum fyzikálně-chemických vlastností, které přímo či nepřímo podmiňují výskyt detekovatelných reziduí v zemědělských plodinách, produktech živočišné výroby a potažmo i v dietě konzumentů. Z fyzikálních parametrů je v tomto kontextu významná rozpustnost ve vodě, rozdělovací koeficient n-oktanol - voda (K_{OW}) indikující afinitu k lipidům, disociační konstanta K_a , která přináší informaci o ionizovatelnosti dané sloučeniny a tlak nasycených par naznačující těkavost. Z chemických vlastností je důležitý zejména údaj o stabilitě vůči hydrolýze a oxidaci. Důležitou vlastností ve vztahu k degradaci v životním prostředí, je náchylnost k fotolýze (fotolabilita)

¹³ Ninth Collective Index Period (Devátý souhrnný index)

¹⁴ Anglicky common name

¹⁵ Principy tvorby těchto názvů jsou vysvětleny v ISO 257: 1988.

19.

Historicky nejstarší skupinu organických pesticidů představují organochlorové insekticidní uhlovodíky se širokým spektrem účinnosti. Jde o látky s velmi dobrou rozpustností v tucích (vysokou lipofilitou) a velmi obtížně degradovatelné, ať již účinkem fyzikálně-chemických faktorů či enzymových systémů živých organismů. Uvedené vlastnosti promítající se ve vysoké perzistenci v prostředí a značném bioakumulačním potenciálu v potravních řetězcích, je zařazují mezi globální kontaminanty ekosystému. „Klasické“ pesticidy této skupiny (aldrin, chlordan, endrin, DDT, dieldrin, heptachlor, HCB, pentachlorfenol, Mirex a toxafen) jsou spolu s PCB, a PCDD/F zařazeny UNEP do seznamu perzistentních organických polutantů (POPs), pro něž má být dosaženo celosvětového zákazu užívání či produkce. V současné době používané pesticidy se často označují jako „moderní“ a na rozdíl od předchozí skupiny se vesměs vyznačují menší stabilitou v prostředí a tedy i nižší perzistencí. Jejich kumulace v potravních řetězcích není významná.

3. Osud pesticidů po aplikaci ve vztahu ke kontaminaci potravin

20.

Aktivní složky pesticidních přípravků podléhají po aplikaci řadě změn vedoucích k postupnému poklesu jejich reziduí, nicméně zcela zabránit průniku těchto látek do potravního řetězce člověka není prakticky možné. V potravinách se mohou v detekovatelných koncentracích vyskytovat volná rezidua použitého pesticidu či produkty jeho transformace, část reziduí může být vázaná v konjugátech či přímo na složky matrice¹⁶. Za určitých okolností (viz pozn. pod čarou č. 2) definice MLR zahrnuje i tyto sekundární produkty. Při posklizňové aplikaci k významným degradacím pesticidů nedochází, úbytky jejich hladin souvisí především s jejich odpařováním.

3.1 Průnik reziduí do potravního řetězce člověka

21.

Pro objasnění možností přijetí efektivních preventivních či nápravných opatření vedoucích k minimalizaci rizik dietární expozice pesticidům jsou níže shrnuty základní poznámky týkající se jejich osudu v potravním řetězci člověka. Pesticidy do něj mohou proniknout přímo - rezidua z ošetřených plodin přechází do produktů z nich připravených; nebo nepřímo, dojde-li k přenosu reziduí do mléka, vajec či masných produktů kontaminovaným krmivem. Informaci o distribuci reziduí a jejich chemické formě v potravinách lze nejlépe získat prostřednictvím metabolických studií využívajících izotopy značené pesticidy (nejčastěji radioaktivním izotopem uhlíku ¹⁴C).

3.1.1 Rostlinné produkty

22.

V rostlinné výrobě jsou pesticidní přípravky často aplikovány do půdy (pre-emergentně) či na listovou plochu (post-emergentně). Pokud jde o pesticidy se systémovými účinky, dochází k jejich penetraci kutikulou listů či příjmu kořenovým systémem¹⁷ a poté jsou v rostlině translokovány (distribuce v plodině může být nerovnoměrná, nicméně rezidua se mohou

¹⁶ Pro stanovení vázaných reziduí je nutné běžné analytické postupy modifikovat, tak aby došlo k jejich uvolnění z přirozených vazeb a umožnila se jejich izolace.

¹⁷ Dostupnost pesticidů z půdy je podmíněna jak jejich vlastnostmi tak i obsahem organického uhlíku v částicích (možnost imobilizace).

nacházet i v částech, na které nebyl pesticid bezprostředně aplikován). Naopak tzv. kontaktní pesticidy jsou lokalizovány na povrchu rostliny jako depozit, k jejich translokaci do neošetřených částí nedochází, v některých případech lze pozorovat jen postupnou penetraci kutikulou do podpovrchových částí.

23.

Aplikace pesticidních přípravků, zejména ve formě sprejů a prášků, může vést ke značné kontaminaci atmosféry. Odhaduje se, že v průměru 10 – 20 % použitého přípravku je tak buď ve formě par nebo jako kapénky, případně pevné částice transportovány vzdušným prouděním do více či méně vzdálených lokalit (drift), kde jako imise vstupují do (agro)ekosystému. U více těžkých pesticidů (t.j. u látek s vyšší tenzí par) může docházet i ke zpětnému odpaření z terestrického (suchozemského) prostředí v místě aplikace či vodního prostředí do kterého pronikly. Dálkový transport reziduí je zvláště aktuální v případě perzistentních organochlorových sloučenin s dlouhými poločasy odbourání.

3.1.2 Živočišné produkty

24.

Nejvýznamnějším zdrojem reziduí pesticidů u živočišných produktů je kontaminované krmivo. V úvahu ovšem připadá i dermální či inhalační expozice, ke které dochází např. při aplikaci prostředků ve stájích (zde jde především o insekticidy). Biologicky dostupná rezidua mohou v živočišném organismu podléhat řadě změn (viz dále). Informace o distribuci reziduí mateřského pesticidu a charakteru degradačních produktů, resp. metabolitů v organismu hospodářských zvířat je požadována i při procesu registrace přípravku.

3.2. Degradace, biotransformace - typy terminálních reziduí

25.

Jak již bylo naznačeno, „moderní“ pesticidy se po aplikaci rozkládají účinkem řady fyzikálně-chemických faktorů jako je sluneční záření (fotolýza), vyšší teplota (vypařování) či vlhkost (hydrolyza), které přispívají k postupnému poklesu reziduí¹⁸. Významným degradačním mechanismem je též oxidace vzdušným kyslíkem. V exponovaných rostlinách a živočišných (cílových i necílových organismech) běžně dochází k postupné biotransformaci reziduí pesticidů, která je součástí detoxifikačních pochodů. Vznikající produkty se tak mohou nacházet i v potravinách a za určitých okolností je nutné je sledovat (viz pozn. pod čarou č. 2). Zejména obratlovci a z nich především ptáci a savci disponují aktivními enzymovými systémy schopnými xenobiotika účinně metabolizovat. Biotransformační fáze I typicky zahrnuje změny enzymově katalyzované hydrolázami a oxidázami, při kterých jsou do molekuly mateřské sloučeniny buď nově zavedeny polární funkční skupiny anebo odštěpením části původní molekuly se takovéto skupiny odkryjí. Vznikající primární metabolity často dále vstupují do sekundárních reakcí fáze II, kde dochází k jejich konjugaci s malými polárními endogenními molekulami za vzniku produktů, které lze snadno z organismu vyloučit. Typ vznikajících sekundárních metabolitů je charakteristický pro jednotlivé druhy organismů, tak např. u savců, ptáků a některých ryb dochází ke konjugaci především s glukuronovou kyselinou (u ryb připadá v úvahu též konjugace s glycinem), zatímco u bezobratlých živočichů a také u rostlin jsou dominantní produkty konjugace s glukózou. Zatímco u vyšších organismů jsou tvořící se metabolity transportovány v krevním řečišti a posléze vylučovány, u rostlin se předpokládá, že takovéto „odpadní“ produkty jsou ukládány do ligninových struktur. Takováto rezidua jsou téměř bez výjimek biologicky nedostupná.

¹⁸ Pokles obsahu reziduí vztahených na jednotku hmotnosti může též souviset se „zředovacím efektem“ resp. s nárůstem biomasy v průběhu zrání dané plodiny a nemusí tedy přímo znamenat eliminaci či degradaci pesticidu.

26.

Pesticidy, které pronikly nebo byly vpraveny do půdního prostředí mohou též podléhat řadě změn, v závislosti na jejich vlastnostech¹⁹. Docházet zde může ke zpětnému odpařování do atmosféry, fotolýze v povrchových vrstvách, sorpci na půdní částice či biodegradaci přítomnou mikroflórou, která může některé pesticidy využívat jako substrát a konvertovat je až na jednoduché anorganické metabolity (oxid uhličitý, amoniak, voda a pod.). Některé polární pesticidy (nejčastěji jde o herbicidy) či polární organické transformační produkty jsou díky dobré rozpustnosti ve vodě v půdním ekosystému značně mobilní a mohou tak penetrovat až do zdrojů pitné vody²⁰.

3.3 Změny při kulinárním / technologickém zpracování, procesní faktory

27.

Z pohledu rizika dietární expozice reziduí pesticidů je nutné zohlednit skutečnost, že operace používané při kulinárním či komerčním technologickém zpracování kontaminovaných surovin mohou vést k jejich významným změnám. V úvahu připadají následující varianty:

- výrazný pokles reziduí v důsledku: (i) fyzikálně-chemické případně biochemické (enzymové) degradace; (ii) fyzikálních ztrát; (iii) mechanické selekce jedlého podílu s nižším obsahem reziduí resp. odstranění nejedlého podílu (např. slupek citrusů či manga) obsahujícího vyšší koncentrace povrchových reziduí (typicky u kontaktních pesticidů)
- zakoncentrování rezidua v dané frakci v důsledku: (i) nerovnoměrné distribuce reziduí ve výchozí komoditě; (ii) vyšší afinity k dané frakci (podobná polarita)
- tvorba toxických degradačních produktů z relativně netoxických prekurzorů resp. mateřských pesticidů

28.

Pro vymezení rozsahu přechodu rezidua pesticidů do jednotlivých frakcí (finální produkt - odpad z výroby) a tím pro možnost zpřesnění odhadu dietární expozice se definuje procesní faktor (P) jako poměr mezi reziduí v produktu a v původní surovině (vztaženo na jednotku hmotnosti). Ve většině případů $P < 1$, neboť dochází k výraznému poklesu reziduí (mytí, vaření, fermentace atd.). Mechanismy vedoucí ke změně reziduí shrnuje následující přehled (v závorce je uvedena příslušná kulinární/technologická úprava):

- hydrolyza, oxidace a další chemické reakce - zrychluje je zvýšená teplota a změny pH (*pečení, vaření, ohřev v páře, mikrovlny, rafinace*)
- rozpouštění (*mytí, blanžírování, macerace...*)
- vytěkání (*záhřev, odpařování, propařování parou...*)
- distribuce mezi vodnou a lipidickou fází (*lisování olejů, vytavování tuku...*)
- adsorpce (*bělení s využitím hlínky či dřevěného uhlí, filtrace, centrifugace, při které jsou odstraněny pevné částice obsahující rezidua apod.*)

29.

S hodnotami $P > 1$ se můžeme setkat např. při lisování rostlinných olejů, kdy méně polární pesticidy (např. parathion) přítomné v olejninách mohou přednostně přecházet do surového

¹⁹ Některé, více perzistentní pesticidy mohou v půdě přetrvávat až do dalšího vegetačního období a být opět translokovány do zemědělských plodin, pro některé z nich mohou být fytotoxické. Riziko kontaminace půdy pesticidy z předešlých použití je zohledněno i při registraci organického způsobu zemědělské výroby (ekologické zemědělství), kde se vyžaduje víceleté přechodné období (např. dva roky u orné půdy, luk a pastvin, tři roky u trvalých kultur /vinice, sady, chmelnice/).

²⁰ Z tohoto důvodu je použití některých pesticidů v blízkosti zdrojů pitné vody zakázáno (ochranná pásma).

(panenského) oleje. Vlastní rafinační proces²¹ však vede k prakticky úplné eliminaci většiny reziduí, výjimkou mohou být relativně stabilní, netěkavé pyrethroidy. Při výrobě ovocných džusů se mohou lipofilnější pesticidy kumulovat ve výliscích. Jejich zkrmování může nejen vyvolat nežádoucí efekty u hospodářských zvířat, ale představuje i možnost průniku některých toxických reziduí do potravního řetězce. Také při mletí insekticidy ošetřených cereálií (ochrana před skladištními škůdci) může dojít k relativnímu koncentračnímu nárůstu reziduí ve frakci s vyšším obsahem povrchových vrstev (otruby) a to za předpokladu že jde o kontaktní pesticid, který je deponovaný v povrchových vrstvách obilí.

30.

Z některých pesticidů však mohou při hydrotermických operacích vznikat produkty s podstatně vyšší toxicitou než mateřská sloučenina. Jako příklad lze uvést vznik ethylthiomočoviny (ETU) z ethylen-bisdithiokarbamatových (EBDC) fungicidů či nesymetrického N, N- dimethylhydrazinu (UDMH) z růstového regulátoru daminozidu (používání této sloučeniny bylo v 90. letech zakázáno).

4. Rezidua pesticidů a zdraví

31.

Potenciální přítomnost reziduí pesticidů v dietě je konzumenty vnímána zvláště citlivě²². Obecně postoje EU v otázkách bezpečnosti potravin včetně ustanovení Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA), mezinárodních aspektů a komunikace s konzumenty shrnuje dokument White Paper on Food Safety vydaný v roce 2000 (plný text viz http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/pub/pub06_en.pdf). Aktuálně platí nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 178/2002, které lze nalézt na adrese http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2002/l_031/l_03120020201en00010024.pdf.

32.

Pesticidy mohou být za určitých okolností nebezpečné i pro necílové organismy, člověka nevyjímaje. Zdravotní rizika spojená s různými cestami expozice člověka pesticidy, včetně dietárních reziduí jsou klíčovým aspektem uvažovaným při formulaci kritérií pro registraci (povolení použití) daného pesticidního přípravku. Registrační proces předpokládá mimo jiné i důsledné zhodnocení dostupných informací o toxikologických aspektech.

33.

Odborníci se dnes zaměřují především na rizikové skupiny konzumentů, zejména na děti, u nichž je spotřeba potravin při přepočtu na jednotku tělesné hmotnosti vysoká a jejichž detoxikační a vylučovací mechanismy nejsou ještě plně rozvinuty. Ve srovnání s dospělými jedinci tak jsou zdravotní rizika vyplývající z dietárního přívodu pesticidů vyšší.

4.1 Toxikologické hodnocení

34.

Cílem toxikologických studií realizovaných v této oblasti je určit charakter a rozsah toxických efektů způsobených u experimentálních organismů testovaným pesticidem a určení úrovně expozice, při které není pozorován nepříznivý účinek (NOAEL). Pro charakterizaci celého spektra potenciálních efektů jsou prováděny jak studie krátkodobé (akutní) tak i chronické

²¹ Používané rafinační postupy mohou zahrnovat operace (i) jako ošetření roztokem alkalického hydroxidu (odkyselení), (ii) přidavek adsorpčního materiálu (bělení) či (iii) zavádění přehřáté páry (deodorace).

²² Pro řadu konzumentů je toto nebezpečí rozhodujícím argumentem pro preferenci produktů organického zemědělství, kde používání syntetických organických pesticidů je vyloučeno.

(dlouhodobé), přičemž k expozici laboratorních zvířat dochází za podmínek různých dávkovacích režimů. Přijatelná úroveň dlouhodobé dietární expozice člověka označovaná jako přijatelný denní přívod ADI se určuje na základě NOAEL s využitím bezpečnostního faktoru (jeho typická hodnota je 100) dle vztahu: $ADI = NOAEL/100$. ADI se tedy používá k charakterizaci chronického rizika a vyjadřuje se v mg daného pesticidu na kg tělesné hmotnosti člověka a den. Při hodnocení akutního rizika souvisejícího s dietárním přívodem pesticidů se používá pojem zavedený JMPR - akutní referenční dávka (ARfD). Její hodnota se odvozuje od NOAEL stanovené v rámci krátkodobých studií pro nejcitlivější skupinu testovacích organismů. Také ARfD se vyjadřuje v mg daného pesticidu na kg tělesné hmotnosti člověka.

35.

Obecnou strategii hodnocení toxicity pesticidů uvádí na svých webových stránkách Světová zdravotnická organizace (WHO) www.who.org. Metodika realizace a vyhodnocování testů karcinogenity, reprodukčních poruch, neurotoxicity, genotoxicity, imunotoxicity a dalších toxických efektů je průběžně aktualizována. V příloze č. 3 je uvedena klasifikace akutní toxicity pesticidů na základě hodnot LD₅₀ pro laboratorní potkany dle WHO [4]. Nejnovější doplněk informací o nebezpečnosti pesticidů je dostupný z WHO na adrese“:

http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/.

4.2. Odhad dietárního přívodu

36.

V rámci procesu hodnocení rizik je nutné vycházet ze znalosti expoziční dávky resp. dietárního přívodu. Odhad dietárního přívodu je nezbytný pro posouzení přijatelnosti MLR a tomu odpovídající správné zemědělské praxe z hlediska ochrany zdraví konzumentů (viz "Vysvětlení základních pojmů" v úvodu dokumentu).

37.

Dlouhodobý (chronický) denní přívod reziduí daného pesticidu lze považovat za „bezpečný“ pokud po přepočtu na kg tělesné hmotnosti nepřekračuje příslušnou hodnotu ADI. Přesné stanovení chronického dietárního přívodu resp. expozice je však velmi obtížné, neboť v řadě případů nejsou k dispozici potřebné údaje. Pro účely mezinárodního hodnocení je nutné znát (i) typické hladiny reziduí (průměry, mediány) experimentálně získané za specifikovaných podmínek aplikace v souladu se správnou zemědělskou praxí, (ii) typický podíl reziduí v jedlém podílu dané komodity (t.j. po odstranění nejedlých slupek, skořápek, povrchových listů a pod.); (iii) procesní faktory (vliv kulinárních a komerčních procesů), (viz kapitola č. 3.3); (iv) další možné aplikace daného pesticidu (např. použití jako veterinární léčivo), které mohou navýšit rezidua. Pro odhad na národní úrovni je dále třeba zohlednit: (i) podíl plodiny či příslušné komodity ošetřené příslušným přípravkem; (ii) podíl plodiny či komodity pocházející z importu; (iii) výsledky monitorovacích aktivit a dozorové činnosti; (iv) výsledky studií spotřebního koše potravin; (v) data o spotřebě potravin včetně údajů pro citlivé skupiny populace.

38.

Systematické řešení otázek spojených s akutním dietárním přívodem na mezinárodní úrovni iniciovaly především britské studie dokumentující variabilitu reziduí - v jednotlivě konzumovaných kusech zeleniny či ovoce mohou být hladiny i několikanásobně vyšší než průměrný nález odpovídající reprezentativnímu vzorku. Vypracovaná metodologie uvažuje krátkodobý přívod (typicky během 24 hod.) značného množství komodity kontaminované pesticidem s relativně vysokou akutní toxicitou a s maximálním obsahem reziduí. Odhad je pak porovnáván s ARfD získanou v rámci toxikologických studií.

4.3 Mechanismus pesticidních účinků, toxicita pro člověka

39.

Komplexní charakterizace mechanismu interakce daného pesticidu se škodlivým činitelem je samozřejmě základním předpokladem jejich účinné aplikace. Příklady mechanismů pesticidních účinků uvádí tabulka v příloze č. 2.

40.

Navzdory mnoha studiím, které byly v této oblasti realizovány, mechanismus toxických účinků na člověka je exaktně popsán jen u omezeného počtu skupin pesticidů. Podrobněji byla studována např. neurotoxicita insekticidních organofosfátů a karbamátů spočívající v inhibici acetylcholinesterázy. Podrobněji popsány byly též toxické efekty dinitrofenolů a polychlorovaných fenolů jež se odvíjí od inhibice oxidativní fosforylace příslušných substrátů. Ke vzrůstu toxicity některých pesticidů *in vivo* může dojít v průběhu jejich biotransformace. Jde především o vznik oxo- analogů organofosfátů, které jsou silnějšími inhibitory acetylcholinesterázy než mateřské thio/thiono fosfáty.

41.

Perzistentní organochlorové pesticidy, které se kumulují v lidském tuku (DDT, lindan apod.), nejsou sice snadno metabolizovány, nicméně za určitých podmínek jako je hladovění dochází k jejich mobilizaci a jejich koncentrace v krevním oběhu může vést až k projevům toxických účinků.

42.

Ačkoliv žádný z v současné době registrovaných pesticidů²³ nebyl Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) klasifikován jako lidský karcinogen, přesto některé z nich, ze starších pesticidů konkrétně DDT či toxafen, z později zavedených pak např. amitrol a některé fenoxycyanové kyseliny jsou klasifikovány jako potenciální lidské karcinogeny. Karcinogenním potenciálem mohou disponovat nejenom mateřské sloučeniny, ale někdy mohou vznikat takovéto škodliviny i z relativně netoxických prekurzorů (ETU, UDMH).

43.

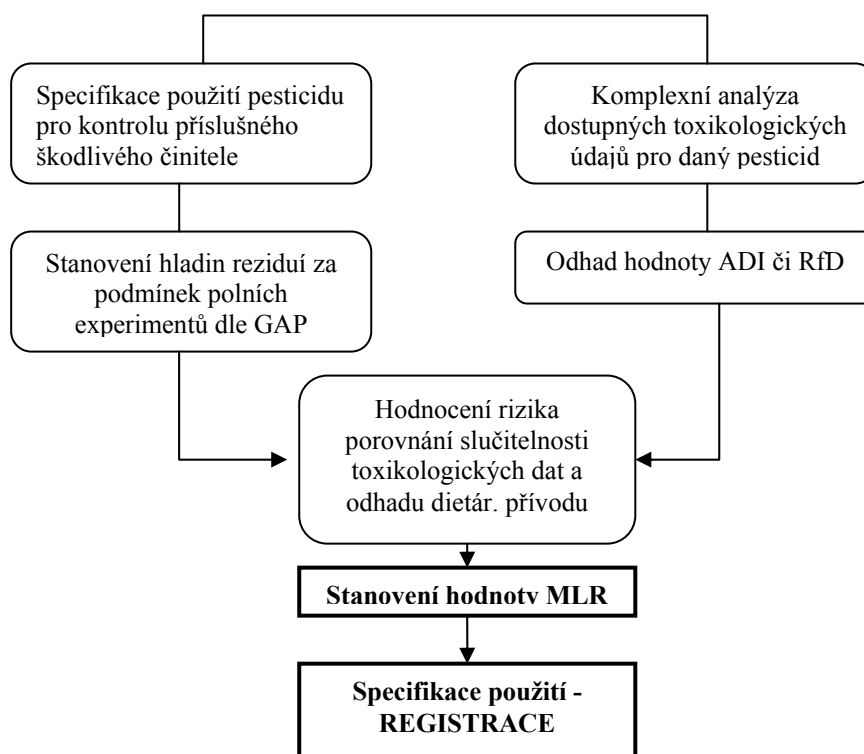
V posledních letech se v souvislosti s posuzováním expozičních rizik často hovoří o schopnosti některých pesticidů interferovat s hormonálními pochody obratlovců včetně člověka (endokrinní disruptory) a vyvolávat tak řadu nežádoucích efektů. Mezi pesticidy u kterých byly prokázány estrogenní účinky se řadí nejenom některé organochlorové pesticidy s vysokým akumulacním potenciálem jako jsou toxafen, dieldrin, heptachlor, DDT a jeho metabolity, zvl. DDE, ale i moderní pesticidy reprezentované herbicidy 2,4-D, atrazinem a alachlorem, fungicidy benomylenem a EBDC či insekticidy carbarylem, dicofolem, permethrinem, parathionem a dalšími.

²³ Registraci moderních pesticidů předchází komplexní toxikologické hodnocení

5. Strategie stanovení MLR a registrace pesticidů, legislativa

44.

Následující schéma přehledně ilustruje proces stanovení hodnot MLR a registrace pesticidů. Zdrojové materiály a podklady jsou získávány jak na mezinárodní tak i národní úrovni.



45.

Mezinárodní doporučení pro hodnoty MLR vydává Codex Committee on Pesticide Residues (CCPR) vycházející z návrhů Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR) (více informací viz <http://www.who.int/pcs/jmpr/jmpr.htm>), což je společný expertní panel FAO a WHO²⁴. V USA zodpovídá za legislativu v oblasti MLR Food and Drug Administration (FDA)²⁵. V EU hodnoty MLR stanovovaly odborné skupiny Evropské komise (DG SANCO's working group). Z rozhodnutí Evropského parlamentu přebírá od roku 2005 tuto agendu European Food Safety Authority (EFSA), jež se v současné době podílí na vědeckém hodnocení rizik regulovaných sloučenin, mezi které pesticidy patří (více podrobností o činnosti této organizace lze nalézt na <http://www.efsa.eu.int/>).

²⁴ Hodnoty MLR doporučené CCPR využívají zejména rozvojové země

²⁵ FDA stanovuje MLR na základě podkladů EPA (Environmental Protection Agency) a USDA (United States Department of Agriculture). <http://www.cfsan.fda.gov/>

5.1. Současná legislativa ČR

46.

V ČR je rozhodnutí o registraci přípravků na ochranu rostlin upraveno zákonem č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči. Posouzení přípravku včetně jeho použití z hlediska ochrany zdraví lidí zajišťuje Ministerstvo zdravotnictví ČR. Výsledkem tohoto posouzení je posudek přípravku, který je podkladem pro rozhodnutí o jeho registraci. Posouzení přípravku koordinuje rostlinolékařská správa s MZ ČR v rámci řízení o jeho registraci.

47.

Základní normou ČR v oblasti potravin je zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, ve znění pozdějších předpisů. Klíčovou právní normou pro oblast pesticidů je nová vyhláška č. 158/2004 Sb., kterou se stanoví maximálně přípustné množství reziduí jednotlivých druhů pesticidů v potravinách a potravinových surovinách²⁶. Novelizaci přináší vyhláška č. 68/2005 Sb. MLR pro rezidua pesticidů v potravinách rostlinného původu jsou uvedeny v příloze č. 3, v příloze č. 4 jsou pak uvedeny MLR pro potraviny živočišného původu. Hodnoty MLR jsou ve velké míře harmonizované s legislativními předpisy EU (více informací viz http://europa.eu.int/comm/food/index_en.htm).

Další významné normy v této oblasti jsou:

- zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči, ve znění pozdějších předpisů
- zákon č. 329/2004 Sb., o přípravcích a dalších prostředcích na ochranu rostlin, ve znění pozdějších předpisů

48.

Důležitým faktorem pro zajištění objektivní a věrohodné kontroly a monitoringu reziduí pesticidů (viz část 6.) je aplikace vhodných metod odběru vzorků. V roce 2003 vyšla Směrnice 2002/63 (nahradila předchozí směrnici 79/700 z roku 1979), která řeší komplexně problematiku odběru vzorků jak rostlinného tak i živočišného původu pro účely kontroly reziduí pesticidů (viz http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2002/1187/1_18720020716en00300043.pdf). Text směrnice je ve shodě s mezinárodně přijatým dokumentem Codex Alimentarius CAC/GL 33-1999.

6. Kontrola a monitoring

49.

Informace o druhu a koncentracích reziduí pesticidů v potravinářských surovinách a produktech se stejně jako u jiných cizorodých látek, získávají prostřednictvím národních monitorovacích programů²⁷ a dále v rámci cílených vyšetření reagujících na aktuální problémy zjištěné v rámci různých souvisejících aktivit. Získaná data slouží mimo jiné k posouzení účinnosti legislativních opatření, tedy dodržování zásad dobré zemědělské praxe a potažmo hygienických limitů. Současně lze data z monitorovacích programů (nikoli cílená vyšetření) použít i pro hodnocení zdravotních rizik.

²⁶ Vyhláška č. 158/2004 Sb. v souladu s právními předpisy Evropských společenství stanoví u jednotlivých druhů potravin a surovin (dále jen "potraviny") uvedených v příloze č. 1 (členění potravin do skupin) maximálně přípustné množství reziduí jednotlivých druhů pesticidů (příloha č. 2 uvádí názvy reziduí pesticidů; příloha č. 3 MLR pesticidů v potravinách rostlinného původu; Příloha č. 4. MLR pesticidů v potravinách živočišného původu). Uvedená vyhláška se vztahuje na sušené a zpracované potraviny, i pokud jsou složkou jiné potraviny, a rovněž na potraviny určené pro vývoz do třetích zemí. Nevztahuje se však na potraviny, které jsou určeny pro jiný účel než lidskou spotřebu.

²⁷ Odběr vzorků je realizován podle předem stanoveného harmonogramu; vzorkování se opakuje v delším časovém horizontu.

6.1. Situace v ČR

50.

Systém kontroly/monitoringu v ČR je v současné době již plně kompatibilní s ostatními členskými zeměmi EU a odpovídá požadavkům na „úřední kontrolu“. Institucí zodpovědnou za státní kontrolu reziduí pesticidů v oblasti potravin rostlinného původu je SZPI. Cílená kontrola reflektuje signály ze zahraničí (včetně výstupů z RASFF, viz kapitola 6.2), nové informace z odborné literatury, podezření z vlastních šetření i podněty spotřebitelů. Monitoring reziduí (odběr vzorků podle předem stanoveného plánu, který však nemá charakter „došetřování“ dříve zjištěných problémů) slouží nejen k identifikaci trendů, ale i vyhledávání potenciálních problémů (nepovolené použití pesticidů, záměna přípravků apod.); významným výstupem těchto aktivit je i shromažďování podkladů pro stanovení hygienických limitů (MLR) a posouzení dietární expozice obyvatelstva (viz kapitola č. 4.2.).

51.

Jak vyplývá ze zpráv o činnosti SZPI (podrobnosti viz <http://www.szpi.gov.cz/cze/dokumenty>), spektrum sledovaných pesticidů²⁸ se průběžně zvyšuje, v roce 2005 pokrývají aplikované analytické postupy asi 120 účinných látek přičemž tento počet není konečný. Rozsah prováděných stanovení a počet analyzovaných vzorků v rámci kontroly a monitoringu odpovídá srovnatelným zemím v EU.

52.

V posledních letech se podíl pozitivních vzorků, t.j. s detekovatelnými rezidui, pohyboval mezi 18 % a 28 %. V příloze č. 4 jsou uvedena rezidua pesticidů s nejvyšší frekvencí nálezů (souhrn z výstupů SZPI za období 2000 - 2004; zahrnuti jsou pesticidy, jejichž rezidua v uvedeném období byla prokázána ve více než v 1% kontrolovaných komodit). V příloze č. 5 jsou uvedeny pesticidy, jejichž rezidua překročila v daném roce hodnotu MLR vícekrát než jednou. Podíl nadlimitních nálezů včetně zjištění neautorizovaného (nepovoleného) použití některého pesticidu v letech 2000 - 2003 dosáhl maximálně 3,3%; největší měrou se na této hodnotě podílí čerstvé ovoce a zelenina. Nejproblematictější komoditou z této skupiny jsou citrusy, kde nálezy (vztahují se na celý plod včetně slupky) nad limitem detekce jsou hlášeny téměř u 99% vzorků²⁹. Zdánlivý pokles nadlimitních nálezů zaznamenaný v roce 2003 zřejmě souvisí s probíhajícími legislativními změnami v tomto období. V roce 2004 bylo z celkového počtu 847 vzorků odebraných pro stanovení reziduí pesticidů 9 vzorků nadlimitních. Podíl nadlimitních nálezů činil 1,1% a to u těchto potravin: fazolové lusky, pomeranče, salátové okurky, pór, petržel, jahody a mouka (žitná, amarantová).

53.

S rozšířením multireziduálních metod stoupá počet záchytu vzorků, které obsahují několik různých účinných látek přičemž jednotlivá rezidua jsou z pohledu MLR vesměs podlimitní. Vícenásobné použití různých pesticidů při dodržení správné zemědělské praxe (GAP) není v principu omezeno, avšak případné synergistické účinky a kumulativní efekty nebyly dosud předmětem detailních toxikologických hodnocení. Samotný fakt použití různých látek se stejným nebo obdobným účinkem (např. organofosfátů) jeví známky „obcházení“ GAP

²⁸ Pro dosažení efektivity laboratorního vyšetřování vzorků jak z hlediska kapacitního tak i ekonomického se dnes využívají multireziduální a multimatriční metody. S ohledem na řadu variantních možností aplikací různých typů instrumentace, normativní postupy v diskutované oblasti nejsou k dispozici. Požadavky na kvalitu generovaných dat specifikuje legislativa EU.

²⁹ Je nutné zdůraznit, že vyhodnocovací kritéria pokud jde o pozitivní nálezy či překročení MLR se v hodnoceném období měnily nejenom s postupným zlepšováním citlivosti používaných metod, ale i změnou legislativy v roce 2004.

způsobem, který je sice z legislativního hlediska nepostižitelný (dosud), avšak pro spotřebitele v důsledku potenciálně rizikový.

54.

Monitoring produktů živočišného původu garantuje SVS. Rezidua moderních pesticidů se v komoditách živočišného původu vyskytují jen zcela ojediněle, častěji jsou nalézána rezidua „klasických“ organochlorových pesticidů a jejich metabolitů kumulovaných v tukové složce³⁰.

6.2. Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva (Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF)

55.

Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI) je zákona č.110/97 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, ve znění pozdějších předpisů, národním kontaktním místem v systému rychlého varování. Národní kontaktní místo soustřeďuje informace ze všech dozorových orgánů nad potravinami a krmivy v ČR: Státní veterinární správy, SZPI, orgánů ochrany veřejného zdraví a Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. S Národním kontaktním místem spolupracují také další účastníci národního systému rychlého varování: Generální ředitelství cel, Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Ministerstvo vnitra, Ministerstvo obrany, Ministerstvo spravedlnosti a Ústav zemědělských a potravinářských informací. Koordinačním místem je sekretariát koordinační skupiny bezpečnosti potravin při Ministerstvu zemědělství ČR.

56.

Tok informací o výskytu nebezpečných výrobků je obousměrný, dozorové orgány ČR se prostřednictvím národního kontaktního místa dozvídají o nebezpečných výrobcích, které mohou být na českém trhu a v rámci svých pravomocí následně provádí kontrolu. Evropská komise je pak zpětně informována o skutečnostech, které byly v návaznosti na informaci z EU zjištěny a o uložených opatřeních. Dojde-li ke zjištění výskytu nebezpečného výrobku některým z dozorových orgánů v ČR, odesílá Národní kontaktní místo do Evropské komise informace získané od jednotlivých účastníků národního systému. Česká republika je pak zpětně informována o kontrolních zjištěních v členských státech EU.

57.

Jak vyplývá ze Zprávy za rok 2003 (plný text viz http://europa.eu.int/comm/food/food/rapidalert/report2003_en.pdf), do systému bylo nahlášeno³¹ celkem 64 případů nadlimitních nálezů reziduí pesticidů či výskytu v EU neregistrovaných či neharmonizovaných sloučenin (v deseti případech byla hlášení klasifikována jako kategorie „varování“ /alert/). Podíl pesticidů ve srovnání s ostatními kategoriemi byl poměrně malý, tvořil pouze 3% informativních hlášení (tzv. notifikací). Podrobné informace lze získat na webových stránkách http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/ras_index_en.html.

Zpráva za rok 2004 (http://europa.eu.int/comm/food/food/rapidalert/report2004_en.pdf) uvádí, že do systému RASFF bylo nahlášeno celkem 48 nadlimitních nálezů reziduí pesticidů (7 případů bylo klasifikováno jako „varování“). Podíl informativních oznámení, která se týkala reziduí pesticidů v roce 2004 činil 2 %. (V počtu notifikovaných případů vede i v roce 2004 Německo, dále pak Spojené království a Itálie).

³⁰ Riziko zvýšených hladin organochlorových POPs jako jsou DDT a příbuzné látky existuje zejména u živočichů z volné přírody (ryby, zvěřina)

³¹ Nejvyšší počet hlášení mělo původ v Německu a Holandsku, tedy v zemích, kde úroveň sledování reziduí pesticidů v potravinách a krmivech je na velmi vysoké úrovni (vysoký počet kombinací komodita/analyt).

7. Přílohy

Příloha č. 1. Nejvýznamnější skupiny moderních pesticidů - klasifikace podle chemické struktury

skupina pesticidů	
organofosfáty	
	fosfáty
	fosfonáty
	fosfináty
	fosforothiáty
	fosforoditioáty
	fosforamidy
	fosforthioamidáty
karbamáty	
	N-methylkarbamáty
	dithiokarbamáty
	benzimidazoly
organochlorové sloučeniny	
pyrethrum, syntetické pyrethroidy	
fenoly	
morfolíny	
chloralkythioly	
organokovové sloučeniny	
azoly	
bipyridiliové sloučeniny	
močoviny, thiomčoviny	
aniliny	
chlornitrily	
...	

Příloha č. 2. Klasifikace pesticidů podle mechanismu působení na škodlivého činitele

inhibitory acetylcholiesterázy
inhibitory chitin syntetázy
antagonisty ekdysonu (hmyzí steroidní hormon ovlivňující larvální stádium vývoje)
inhibitory kyseliny γ -aminomáselné
analogy juvenilních hormonů (regulátory růstu hmyzu)
antikoagulanty
inhibitory glutamin syntetázy
inhibitory demethylace steroidů (biosyntéza ergosterolu)
inhibitory protoporphyrinogen oxidázy
inhibitory RNA polymerázy
reaktanty s thioley
inhibitory syntézy proteinů
inhibitory transportu elektronů při fotosyntéze
inhibitory mitochondriální respirace

Příloha č. 3. Klasifikace akutní toxicity pesticidů dle WHO [4]

třída	nebezpečí	LD ₅₀ pro krysy (mg/kg)			
		perorálně		perkutánně	
		pevné látky	kapaliny	pevné látky	kapaliny
Ia	extrémní	≤ 5	≤ 20	≤ 10	≤ 40
Ib	vysoké	5 - 50	20 - 200	10 - 100	40 - 400
II	střední	50 - 500	200 - 2000	100 - 1000	400 - 4000
III	malé	≥ 501	≥ 2001	≥ 1001	≥ 4000

Příloha č. 4. Rezidua pesticidů s nejvyšší frekvencí nálezů (souhrn z výstupů SZPI za období 2000 - 2004; zahrnutý jsou pesticidy, jejichž rezidua v uvedeném období byla prokázána ve více než v 1% kontrolovaných komodit)

rok 2000 (max.počet labor.vzorků 999)			rok 2001 (max.počet labor.vzorků 541)			rok 2002 (max.počet labor.vzorků 998)			rok 2003 (max.počet labor.vzorků 891)			rok 2004 (max.počet labor.vzorků 847)		
pesticid	pozit. nálezy %	nález nad MRL	pesticid	pozit. nálezy %	nález nad MRL	Pesticid	pozit. nálezy %	nález nad MRL	pesticid	pozit. nálezy %	nález nad MRL	Pesticid	pozit. nálezy %	nález nad MRL
dithiokarbamáty (jako CS ₂)	37,0	0	o-fenylfenol	44,7 ^{*)}	0	o-fenylfenol	67,4 ^{*)}	0	o-fenylfenol	71,1 ^{*)}	0	O-fenylfenol	66,23	0
o-fenylfenol	36,0 ^{*)}	0	anorganický bromid	37,9 ^{**)}	1	anorganický bromid	36,5 ^{**)}	0	anorganický bromid	43,1 ^{**)}	0	Bromide	33,33	0
anorganický bromid	35,7 ^{**)}	1	dithiokarbamáty (jako CS ₂)	26,4	0	dithiokarbamáty (jako CS ₂)	19,3	0	carbendazim	18,1	0	Maneb group	17,86	0
procymidon	2,6	12	procymidon	7,4	3	daminozid	5,0	1	dithiokarbamáty (jako CS ₂)	14,1	2	Imazalil	12,45	0
chlorpyrifos	2,4	0	pirimiphos- methyl	4,2	3	pirimiphos- methyl	2,8	3	imazalil	13,9	0	Carbendazim	11,05	0
endosulfan (suma izomerů)	1,7	12	chlorpyrifos	4,1	0	procymidon	2,4	0	thiabendazol	11,0	0	Thiabendazole	10,77	0
phosalon	1,4	0	endosulfan (suma izomerů)	2,8	2	hexachlorben zen (HCB)	2,4	0	bifenyl	7,9	0	Ethephon	5,26	0
brompropylat e	1,1	0	chlorothalonil	1,9	0	endosulfan (suma izomerů)	1,7	11	chlormequat	3,6	0	DDT (sum)	4,93	1

tetradifon	1,0	1	vinclozolin	1,7	0	chlorpyrifos	1,6	1	chlorpyrifos	3,5	0	Procymidon	4,14	0
vinclozolin	0,9	4	malathion	1,7	0	brompropylate	1,5	0	chlorothalonil	3,4	0	Chlormequat	3,85	0
methidathion	0,8	0	tetradifon	1,1	0	chlorothalonil	1,3	5	procymidon	2,5	0	Chlorpyrifos	3,59	2
chlorpropham	0,7	0	azinphos-methyl	1,1	3	phosalon	1,0	0	phosalon	2,1	0	Endosulfan (sum of isomers)	3,19	2
captan	0,7	0	methidathion	1,1	0	methidathion	1,0	0	dichlofluanid	2,0	0	Biphenyl	2,6	0
pirimiphos-methyl	0,7	0	phosalon	1,1	2	captan	0,8	2	captan	1,9	0	Beta endosulfan	2,39	0
chlorpyrifos-methyl	0,5	1	brompropylate	0,9	0	vinclozolin	0,7	1	triflumuron	1,9	0	Captan	2,21	0
tolyfluanid	0,4	0	captan	0,8	1	malathion	0,7	4	suma DDT	1,6	0	4,4' - DDE	2,21	0
malathion	0,4	1	dicofol	0,7	1	dimethoat	0,7	0	methidathion	1,5	0	Captan + Folpet (sum)	2,07	0
ethion	0,3	0	tolyfluanid	0,7	0	folpet	0,5	2	endosulfan (suma izomeru)	1,5	0	Alfa endosulfan	1,86	0
parathion	0,3	3	deltamethrin	0,6	0	tolyfluanid	0,5	0	4,4' - DDE	1,5	0	Vinclozolin	1,86	0
parathion-methyl	0,3	3	cyhalothrin	0,6	0	tetradifon	0,4	1	teflubenzuron	1,4	1	Pirimiphos-methyl	1,73	2
fenitrothion	0,2	0	dimethoat	0,6	0	imazalil	0,3	2	malathion	1,2	0	HCH-gamma (Lindane)	1,67	0
imazalil	0,2	1	chlorpyrifos-methyl	0,6	0	carbofuran	0,3	0	vinclozolin	1,2	0	Chlorothalonil	1,6	0
chlorothalonil	0,2	1	carbofuran	0,4	2	parathion-methyl	0,3	3	tolyfluanid	1,1	0	Lambda-cyhalothrin	1,6	0

carbaryl	0,2	0	bifenthrin	0,2	1	dicofol	0,3	3	endosulfan	1,1	0	Hexachlorbenzen (HCB)	1,58	0
												Carbaryl	1,47	0
												Endosulfan-sulphate	1,2	0
												Methidathion	1,2	0
												Dichlofluamid	1,06	0

*) jedná se o procentický podíl pouze ze vzorků citrusů, nikoliv z celkového počtu vzorků

***) jedná se o procentický podíl pouze ze vzorků koření, suchých plodů a čaje

Příloha 5. Přehled pesticidů, které v letech 2000- 2004 překročily hodnoty MRL více než jednou (údaje o počtech vzorků jsou uvedeny v záhlaví tabulky 4)

2000		2001		2002		2003		2004	
procymidon	12	procymidon	3	endosulfan (suma izomerů)	11	dithiokarbamáty (jako CS2)	2	Chlorpyrifos	2
endosulfan (suma izomerů)	12	Pirimiphos- methyl	3	chlorothalonil	5			Endosulfan (suma izomerů)	2
vinclozolin	4	endosulfan (suma izomerů)	2	malathion	4			Pirimiphos- methyl	2
parathion	3	azinphos- methyl	3	pirimiphos- methyl	3				
parathion- methyl	3	phosalon	2	parathion- methyl	3				
azinphos- methyl	2	carbofuran	2	dicofol	3				
				tolclofos-methyl	2				
				imazalil	2				
				folpet	2				
				captan	2				

8. Odborná literatura

Citace literatury není zpracována podle normy ČSN ISO 690 z r. 1996.

1. The Pesticide Manual, 12th Edition (C.D.S Tomli, editor), British Crop Protection Council, up-grade, 2003; editor), CRC Press, 2001
2. Food Safety Handbook (Schmidt R.H and G.E. Rodrick, editors), John Wiley & Sons, 2003
3. Pesticide Toxicology and International Regulation (T.C.Marris and B. Ballantyne, editors), John Wiley & Sons, 2004
4. Recommended Classification of Pesticides by Hazard, WHO / IPCS,
5. Pesticide Residues in Food and Drinking Water: Human Exposure and Risks (D. Hamilton and S.Crossley), John Wiley & Sons, 2004
6. Pesticide Residues in Foods, Methods, Techniques and Regulation (W.G.Fong, H.A Moye, J.N. Seiber and J.P Toth.; editors), John Wiley & Sons, 1999
7. Chemistry of Crop Protection, Progress and Prospects in Science and Regulation (G. Voss and G.Ramos; editors), Wiley-VCH, 2003
8. Pesticide Chemistry and Bioscience: the Food-Environment Challenge. (G.T.Brooks and T.R.Roberts, editors), Royal Society of Chemistry, 1999
9. Food toxicology (W. Helferich and C.K.Winter, editors), CRC Press, 2001
10. Environmental Contaminants in Food (C.F. Moffat and K.J.Whittle, editors) Sheffield Academic Press, 1999
11. J.A. Moore: The need for common goals in pesticide management that reflect the consumers general interest, in Pesticide Residues and Food Safety: a Harvest of Viewpoints (B.G. Tweedy, H.J. Dishburger, L.G. Ballantine, J., McCarthy and J. Murphy, editors), ACS Symposium Series 446, American Chemical Society, Washington, pp 262-266 (1991)
12. F. Kuchler, K.Ralston, L. Unnevehr and R. Chandran.: Pesticide residues - reducing dietary risks. Agricultural Economic Report No. 728, United States Department of Agriculture, Washington (1996)
13. Pesticide Chemistry (H. Frehse, editor), VCH Publishers, 1991
14. Organization of the United Nations International code of conduct on the distribution and use of pesticides, Food and Agriculture Organization, Rome (1990)
15. Weddie, P.W. Pesticide-Free Tree fruit crops: Can we meet consumer demands? in Pesticide Residues and Food Safety: a Harvest of Viewpoints (B.G. Tweedy, H.J. Dishburger, L.G. Ballantine, J., V. McCarthy and J. Murphy; editors), ACS Symposium Series 446, American Chemical Society, Washington, pp 63-68, (1991)
16. WHO Guidelines for Predicting Dietary Intake of Pesticide Residues (revised). Report GEMS/Food in collaboration with CCPR (WHO/FSF/FOS/97.7), World Health Organization, Geneva (1997)
17. FAO/WHO Application of Risk Analysis to Food Standard Issues. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation (WHO/FNU/FOS/95.3), World Health Organisation, Geneva (1995)