

Exogenní karcinogeny v potravinách

Zuzana Tomášů

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie a mikrobiologie potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Zuzana TOMÁŠŮ**
Osobní číslo: **T07883**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Exogenní karcinogeny v potravinách**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte literární průzkum na dané téma podle pokynů vedoucího práce.
2. Na základě literárního průzkumu zpracujte přehled o vlastnostech, zdrojích exogenních karcinogenů v potravinách a charakterizujte nejvýznamnější zástupce.
3. Výsledky literárního průzkumu kriticky zhodnoťte a přehledně písemně zpracujte.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] Literární databáze dostupné online na FT,UTB.

[2] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 2, OSSIS, Tábor 1999.

[3] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 3, OSSIS, Tábor 1999.

[4] STRATIL, P., KUBÁŇ, V. Exogenní karcinogeny v potravinách a karcinogeny vznikající při jejich technologickém zpracování. Chemické listy [online]. 2005 [cit. 2010-02-08].

Dostupný z WWW: >http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2005_01_3-12.pdf<.

[5] STRATIL, P., KUBÁŇ, V. Princip karcinogeneze a přírodní karcinogenní sloučeniny v potravinách. Chemické listy [online]. 2004 [cit. 2010-02-08]. Dostupný z WWW:

>http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2004_07_02.pdf<.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Markéta Julinová, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2010

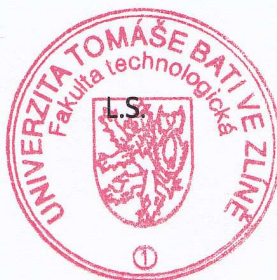
Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2010

Ve Zlíně dne 15. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Zuzana Tomášů

Obor: Chemie a technologie potravin

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 27.5.2010

..... Tomášů Zuzana

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá karcinogenními látkami obsaženými v potravinách rostlinného i živočišného původu. První část práce popisuje klasifikaci karcinogenů a jejich původ v potravinách. Dále se práce zaměřuje především na pesticidy, kdy se karcinogeny dostávají do potravního řetězce prostřednictvím zemědělské výroby. Následuje kapitola věnovaná polycyklickým aromatickým uhlovodíkům, zvláště vzniku a výskytu benzo(a)pyrenu v potravinách. V závěru práce je věnována pozornost mykotoxinům a vybraným typům toxických kovů. Uváděn je především jejich výskyt a obsah v potravinách, popisována je také toxicita.

Klíčová slova: aflatoxiny, arzen, benzo(a)pyren, cizorodé látky, kadmium, karcinogen, mykotoxiny, nikl, ochratoxin, olovo, patulin, pesticidy, polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH), toxicita

ABSTRACT

Bachelor thesis is concerned with carcinogenic substances contained in foods of plant and animal origin. The first part describes the classification of carcinogens and their origin in food. Further work is focused primarily on pesticides, which are carcinogens and it get into the food chain through agricultural production. A following chapter is devoted to polycyclic aromatic hydrocarbons, particularly to formation and presence of benzo(a)pyrene in foodstuffs. In conclusion an attention is paid to selected types of mycotoxins and toxic metals. Their presence and content in food is related first of all and the toxicity is also described.

Keywords: aflatoxins, arsenic, benzo(a)pyrene, foreign matter, cadmium, a carcinogen, mycotoxins, nickel, ochratoxin A, lead, patulin, pesticides, polycyclic hydrocarbons (PAHs), toxicity

Poděkování:

Velmi děkuji své vedoucí práce Ing.Markétě Julinové, PhD. za odborné vedení, poskytnuté rady, čas a pozornost, kterou mi věnovala při vypracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
1 KARCINOGENITA/KARCINOGENY	11
1.1 KARCINOGENNÍ LÁTKY A JEJICH PŮVOD V POTRAVINĚ.....	14
2 PESTICIDY	17
2.1 KLASIFIKACE PESTICIDŮ A JEJICH CHARAKTERISTICKÉ VLASTNOSTI	17
2.2 REZIDUA PESTICIDŮ V POTRAVINÁCH	18
3 POLYCYKlickÉ AROMATICKÉ UHLOVODÍKY (PAH)	22
3.1 PŮVOD PAH V PLODINÁCH A POTRAVINÁCH	23
3.2 PŘÍPUSTNÉ MNOŽSTVÍ PAH V POTRAVINÁCH	26
3.3 NAMĚŘENÉ OBSAHY PAH V POTRAVINÁCH.....	26
4 MYKOTOXINY	28
4.1 VÝSKYT V POTRAVINÁCH	30
4.2 VÝZNAMNÉ SKUPINY MYKOTOXINŮ	31
4.2.1 Aflatoxin	31
4.2.2 Ochratoxin A	34
4.2.3 Patulin	35
5 ANORGANICKÉ KARCINOGENY V POTRAVINÁCH	38
5.1 ARSEN A JEHO SLOUČENINY	38
5.2 NIKL.....	39
5.3 OLOVO A KADMIUM.....	40
ZÁVĚR	43
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	49
SEZNAM OBRÁZKŮ	50
SEZNAM TABULEK	51

ÚVOD

Již v roce 1775 popsal anglický lékař Sir Percival Pott zvýšený výskyt rakoviny kominíků a jako příčinu předpokládal expozici kouřem a zplodinami hoření [1]. Teprve ve 20. století byly ze sazí a dehtu izolovány a chemicky identifikovány látky, které mají karcinogenní účinek. Objev Percivala Potta byl tak prvním důkazem karcinogenní aktivity chemické látky [2].

V současné době patří onemocnění na některou formu rakoviny k nejrozšířenějším chorobám dnešní moderní společnosti. Nádorová onemocnění jsou v ekonomicky vyspělých státech druhou nejčastější příčinou úmrtí. V roce 1990 vzniklo na světě přes osm milionů nových případů těchto onemocnění (v téže roce zemřelo přes 5 milionů nemocných). Odhaduje se, že v roce 2000 to bylo již o dva miliony více. Podle národního onkologického registru bylo v České republice v roce 2000 nově hlášeno přes 56 tisíc nádorových onemocnění. Průměrně u nás tedy každý den na následky této diagnózy zemře okolo 76 pacientů, tj. ročně přes 27 tisíc osob [3].

Toto onemocnění vyvolává celá řada faktorů, které označujeme pojmem karcinogen (také karcenogeny či kancerogeny). Při studiu těchto faktorů stojí ve středu zájmu především syntetické chemické látky. Dosud bylo identifikováno přes 3000 karcinogenních sloučenin, z nichž se většina užívá v průmyslu, dostává se tak do životního prostředí a šíří se potravním řetězcem. Do lidského těla se mohou dostat potravou, pitnou vodou, dýcháním i přes kůži. Hlavní zdroj karcinogenních látek pro člověka tak představují především cizorodé látky obsažené v potravinách (kontaminanty). V převážné většině jsou externího původu nebo vznikají při technologických procesech.

Mezi nejdůležitější patří např. nitrososloučeniny, heterocyklické aminy, monocyklické a polycyklické aromatické uhlovodíky. Může se jednat také o reziduální látky ze zemědělské výroby (hnojiva, pesticidy, léky, stimulanty růstu, apod.), látky přidávané potravinářským průmyslem (barviva, emulgátory, konzervační látky, aromatizující látky, sladidla, okyselovadla a mnoho dalších) nebo o látky, které vznikají při technologickém zpracování potravin (např. látky obsažené v uzeninách).

Asi nejvíce diskutované jsou v této oblasti přídavné látky. Můžeme se dočíst o různém povoleném množství přídavné látky v potravině, ale toto množství je určeno pouze pro jednu dávku přídavné látky na den. Málokdo z nás však jí pouze jedno jídlo denně, takže ve skutečnosti může člověk toto množství v několika jídlech překročit.

Tělo umí překonat ojedinělé přestupky, ne však pravidelný konzum. Záludnost nesprávné stravy je v tom, že degenerativní nemoci se často vyvíjejí desítky let, aniž by to člověk nějak výrazněji pociťoval. Jedinou bezprostřední reakcí těla na nesprávnost výživy bývá nervozita, nespokojenost, deprese, bolesti hlavy, zapomnětlivost, únava, malátnost a podobné subklinické potíže, kterým lidé většinou nevěnují žádnou pozornost nebo hledají jejich příčiny ve zcela jiných důvodech a zahání je léky.

Cílem této práce není podat vyčerpávající přehled karcinogenních látek obsažených v potravinách, ale upozornit na ty, s kterými se můžeme setkat nejčastěji, a tím pádem nejvíce ohrožují naše zdraví. Z tohoto důvodu je práce zaměřena především na pesticidy, polyaromatické uhlovodíky, mykotoxiny a toxické kovy.

1 KARCINOGENITA/KARCINOGENY

Ve vědeckých publikacích se obecně používá termín karcinogen pro faktor vyvolávající zhoubné nádorové (onkologické, maligní) onemocnění a termín karcinogeneze pro proces vedoucí ke vzniku nádoru. V české odborné literatuře jsou termíny karcinogen a karcinogeneze vymezeny pro nádory epiteliálního původu (karcinomy). Pro nádory i z jiných tkání, např. pojivových, byl zaveden širší termín kancerogen a kancerogeneze. Avšak oba typy termínů se jak ve vědeckých publikacích, tak i v učebnicích onkologie používají často jako synonyma. Proto budou v této práci užívány běžnější termíny karcinogen a karcinogeneze [3].

Definice karcinogenu

Karcinogeny jsou chemické látky, které vyvolávají nebo podporují vznik neoplazií (novotvarů). Jsou účinné v malých dávkách a často mají extrémně chronický účinek. Ke vzniku maligního onemocnění může dojít až po mnoha letech expozice [1].

Asi 80% lidských nádorů je způsobeno působením především syntetickými chemickými sloučeninami. K expozici těmto sloučeninám může dojít v důsledku [4]:

- **zaměstnání** (např. chemický průmysl – výroba pesticidů)
- **stravy** (např. aflatoxin B1, který je produkován plísní *Aspergillus flavus* a je občas nalézán jako kontaminace burských oříšků a jiných potravin)
- **životní styl** (např. aromatické a polyaromatické nitrosloučeniny přítomné v cigaretovém kouři) [4].

Většina dnes známých chemických karcinogenů potřebuje jistou formu chemické přeměny, metabolické aktivace na to, aby mohla vyvinout svůj karcinogenní účinek. Mimo polyaromatických uhlovodíků patří do této skupiny aromatické aminy, vinylchlorid a mnoho dalších. Můžeme říct, že ty dosud známé přímé karcinogeny, které můžou bez předcházející metabolické aktivace projevit svůj účinek, jsou vlastně jen výjimkou ze všeobecného pravidla [5].

I když je chemický charakter karcinogenních látek velmi různý, jejich metabolismus v organismu má mnoho podobných znaků. Jejich základní společnou charakteristikou je to, že jsou to takzvaně tělu cizí látky, xenobiotika, a organismus se jich snaží zbavit pro něho typickými detoxikačními procesy. Na škodu organismu je, že v procesu tohoto vyloučení, odstranění cizích látek z organismu, vznikají i takové ultimativní deriváty xenobiotik, které projevují karcinogenní účinek. Můžeme odůvodněně předpokládat, že ultimativní karcinogeny vznikají v organismu jen tak mimochodem, náhodně, jako nežádoucí produkty a ne jako celkové látky, jejichž vznik je účelný pro organismus [5].

Čím více je člověk exponován karcinogenním činitelům (co do počtu a množství), tím dříve a více poruch DNA vzniká, a tím je i větší riziko onkologického onemocnění. Je-li již porucha některého z těchto genů vrozená, může být karcinogeneze značně urychlena [3].

U organických sloučenin je karcinogenní schopnost často spojena s určitou strukturou sloučeniny nebo s určitými charakteristickými skupinami. Významné organické karcinogeny převážně přísluší k následujícím skupinám sloučenin [3] :

- A. kondenzované aromatické uhlovodíky (4-6 cyklů) a jejich heterocyklické analogy
- B. N-nitrososloučeniny
- C. Aromatické aminy a nitrososloučeniny
- D. Alifatické hydraziny, azosloučeniny, azoxysloučeniny
- E. Některé alkylující a další sloučeniny (ftaláty)

Klasifikace chemických karcinogenů [4, 6].

1. **primární karcinogeny:** aktivní bez metabolické aktivace
2. **sekundární karcinogeny (prokarcinogeny):** nejprve musí být aktivovány biotransferací

3. **kokarcinogeny:** přímo zvyšují karcinogenní účinek jiné látky (indukcí biotransformačních enzymů). Rozumí se tím látky, které jsou schopné vyvolávat neoplastické změny pouze ve spojení s dalšími látkami, ať již působí současně nebo sukcesivně.
4. **promotory:** nepřímo zvyšují karcinogenní účinek stimulací proliferace[4,6].

Velký význam, jenž se přikládá karcinogenním a kokarcinogenním látkám, není nutné zdůrazňovat. Tento účinek již byl zjištěn u velkého počtu sloučenin. Látky s karcinogenním účinkem se vyskytují jak mezi syntetizovanými látkami, tak i mezi látkami přírodního původu. Výzkum karcinogenů je značně znesnadněn velmi rozdílnou citlivostí různých orgánů a species vůči rakovinotvorným látkám. Využití dat z pokusů na zvířatech u člověka je v této oblasti experimentální medicíny mnohem obtížnější než v jiných oblastech výzkumu [6].

Oficiální databázi karcinogenů vede Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC – International Agency for Research on Cancer), která je součástí Světové zdravotní organizace (WHO) OSN, sídlí ve francouzském městě Lyon. Vede oficiální databázi kategorizující karcinogeny, vydává monografie věnované jednotlivým činitelům a koordinuje výzkum příčin rakoviny. Také karcinogeny kategorizuje podle míry vědeckých důkazů v souvislosti mezi vystavením danému faktoru a výskytem rakoviny [7,8].

Dle IARC rozděluje karcinogeny do těchto kategorií [8] :

Skupina 1 – prokázaný karcinogen pro člověka (např. benzen, azbest, látky obsažené v tabákovém kouři, výroba koksu)

Skupina 2A – pravděpodobně karcinogenní pro člověka (např. cisplatina, ethylenoxid)

Skupina 2B – podezřelý karcinogen pro člověka (např. DDT, akrylamid, chloroform)

Skupina 3 – neklasifikovaný - látky, které dosud nemůžeme hodnotit pro nedostatek informací

Skupina 4 – pravděpodobně není karcinogenní pro člověka [8].

Klasifikace karcinogenů v ČR [7]

Skupina 1 – prokázané karcinogeny (benzen, azbest aj.)

Skupina 2 – pravděpodobné karcinogeny (cytostatika, prachy tvrdých dřev aj.)

1.1 Karcinogenní látky a jejich původ v potravině

Podle původu rozeznáváme karcinogenní látky přirozené a takové, které vznikají činností člověka. Mohou být jak anorganického (např. arsen, olovo, chrom, rtuť aj.) tak i organického charakteru (např. pesticidy, DDT, PAH aj.).

1. Přírodní karcinogenní látky [3]

A. Přírodní složky potravin

- rostlinné fenoly, jako flavonoidy, třísloviny, hydroxy-9,10-antrachinony a jejich glykosidy
- hydraziny
- safrol a isosafrol
- agaritin
- estragol
- pyrrolizidinové alkaloidy

- parasorbová kyselina
- cyklopropenové mastné kyseliny atd.

B. Metabolicky a mikrobiálně vznikající v potravinách

C. Mykotoxiny (např. aflatoxiny)

2. Karcinogenní látky vznikající činností člověka [3]

A. Kontaminace z vnějšího prostředí

- rezidua pesticidů - vznikají při pěstování (zelenina, ryby, ovoce)
- pesticidy (kontaminace kulturních plodin)
- polychlorované aromatické sloučeniny
- chemická konzervace
- z obalových materiálů (např. bisfenol A, ftaláty, akrylamid)
- monocyklické aromatické uhlovodíky apod.

B. Technologické zpracování potravin

- Nitrosloučeniny
- Heterocyklické aminy
- PAH ~ tepelné zpracování
- akrylamid

V Tab.1 jsou uváděny karcinogenní látky, které jsou přijímány potravou ve významnějším množství. Další kontaminanty jako např. rezidua ze zemědělské výroby obvykle přispívají ke vzniku nádorů málo. Karcinogenní potenciál látek u zvířat se vyjadřuje hodnotou TD50 (množství látky přijaté zvířetem na kg tělesné hmotnosti a den indukující nádor u poloviny zvířat) [3].

Tab. 1. Nejzávažnější skupiny karcinogenních látek u lidí a odhadnutý počet jimi indukovaných nádorů (v závorce) na milion obyvatel [3]

Ethanol (< 4000)	Alkylační činidla
N-Nitrososloučeniny (135)	Mykotoxiny (zejména aflatoxin B1) (5-20)
Ethyl-karbamát (100)	Steroidní hormony
Aromatické aminy (15-150)	Kovy (As, Cd, Hg, Pb, Ni, Cr, Be)
Polycyklické aromatické uhlovodíky (6-14)	Azbestová vlákna, minerální prach
Monocyklické aromatické uhlovodíky	Jiné sloučeniny (nejméně 50 dalších)
Alkyl- a arylhalogenidy	

2 PESTICIDY

Podle definice FAO se jako pesticidy označují všechny sloučeniny nebo jejich směsi určené pro prevenci, ničení, potlačení, odpuzení či kontrolu škodlivých činitelů, to znamená nežádoucích mikroorganismů, rostlin a živočichů během produkce, skladování, transportu, distribuce a rovněž zpracování potravin, zemědělských komodit a krmiv [9].

2.1 Klasifikace pesticidů a jejich charakteristické vlastnosti

Pesticidy jsou látky reprezentující širokou škálu chemických sloučenin často velmi složité struktury. Pro usnadnění komunikace se většina chemických pesticidů označuje triviálními názvy. Daná biologicky účinná látka může být v pesticidním přípravku přítomna sama či ve směsi s dalšími pesticidy, může být také obsažena v různých typech přípravků lišících se označením (komerčním názvem) [10].

V Tab. 2. jsou uvedeny nejznámější skupiny moderních pesticidů.

Podle určení k hubení určitého škůdce pesticidy dělíme na [11]:

- Akaricidy: přípravky určené k hubení roztočů
- Algicidy: přípravky určené k hubení řas
- Arborocidy: pesticidy určené k hubení stromů a keřů
- Avicidy: přípravky určené k hubení ptáků
- Fungicidy: prostředky určené k ochraně před houbovými chorobami
- Herbicidy: pesticidy určené k hubení rostlin
- Insekticidy: přípravky určené k hubení hmyzu (dezinsekce)
- Molluskocidy: prostředky určené k hubení měkkýšů
- Piscicidy: přípravky určené k hubení ryb
- Rodenticidy: přípravky určené k hubení hlodavců (deratizace)

Tab. 2. Nejvýznamnější skupiny moderních pesticidů - klasifikace podle chemické struktury [12]

Skupina pesticidů		Skupina pesticidů
Organofosfáty		organochlorové sloučeniny
	Fosfáty	pyrethrum, syntetické pyrethroidy
	Fosfonáty	Fenoly
	fosfináty	Morfolíny
	fosforothiaty	chloralkythioly
	fosforoditioáty	organokovové sloučeniny
	fosforamidy	Azoly
	fosforthioamidáty	Bipyridiliové sloučeniny
Karbamáty		močoviny, thiomčoviny
	N-	Aniliny
	dithiokarbamáty	Chlornitrily
	benzimidazoly	

S rozšířením aplikace pesticidů vzniklo však i mnoho problémů. 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 [12]. Dostalo se tak do oběhu tisíce tun chemických sloučenin, které jsou mnohdy toxické či vykazují jiné nežádoucí vlastnosti. Nadměrné používání pesticidů a jiných cizorodých látek se projevuje v konečné fázi zvýšenou zátěží organismů a narušení jejich fyziologických procesů.

Pesticidy mohou proniknout do potravního řetězce přímo – jako 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 [12].

2.2 Rezidua pesticidů v potravinách

Maximální limit reziduí

Maximální limit reziduí (MLR) pesticidů (Tab. 3.) je nejvyšší přípustné, toxikologicky přijatelné množství pesticidů (vyjádřené v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), které je výsledkem použití pesticidních přípravků v souladu se správnou zemědělskou praxí při ochraně rostlin během vegetace a skladování nebo je výsledkem kontaminace životního prostředí dnes již nepoužívanými pesticidy [12].

Nejvíce ohroženou věkovou skupinou lidské populace jsou bezesporu kojenci a malé děti, kteří mají podstatně vyšší příjem potravy na jednotku tělesné hmotnosti. Proto byl pro potraviny určené pro kojence a malé děti stanoven speciální nízký hygienický limit pro přítomnost reziduí pesticidů, který je 0,010 mg/kg pro všechny pesticidní látky [9].

Tab. 3. Nařízení Evropské komise č.149/2008 uvádí maximální reziduální limity (MRL) [13]

	Potravina	MRL (mg.kg⁻¹)
Potraviny rostlinného původu	Bavlníková semena/čaj	5/30
	Rajčata, sójové boby, hrozny stolní a moštové	0,5
	Hrušky	0,3
	Olejnata semena, ořechy ze stromů, chmel	0,1
	Paprika zeleninová	1
	Ostatní potraviny	0,05
Potraviny živočišného původu	Maso, drůbeží maso, včetně tuku a vnitřností; masné výrobky	0,1
	Mléko, mléčné výrobky	0,004
	Vejsce, vaječné výrobky	0,1

Rostlinné produkty

V rostlinné výrobě jsou pesticidní přípravky často aplikovány do půdy či na listovou plochu. Nejčastěji dochází k jejich penetraci kutikulou listů či příjmu kořenovým systémem a poté jsou v rostlině translokovány (distribuce v plodině může být nerovnoměrná, nicméně rezidua se mohou nacházet i v částech, na které nebyl pesticid bezprostředně aplikován) [12].

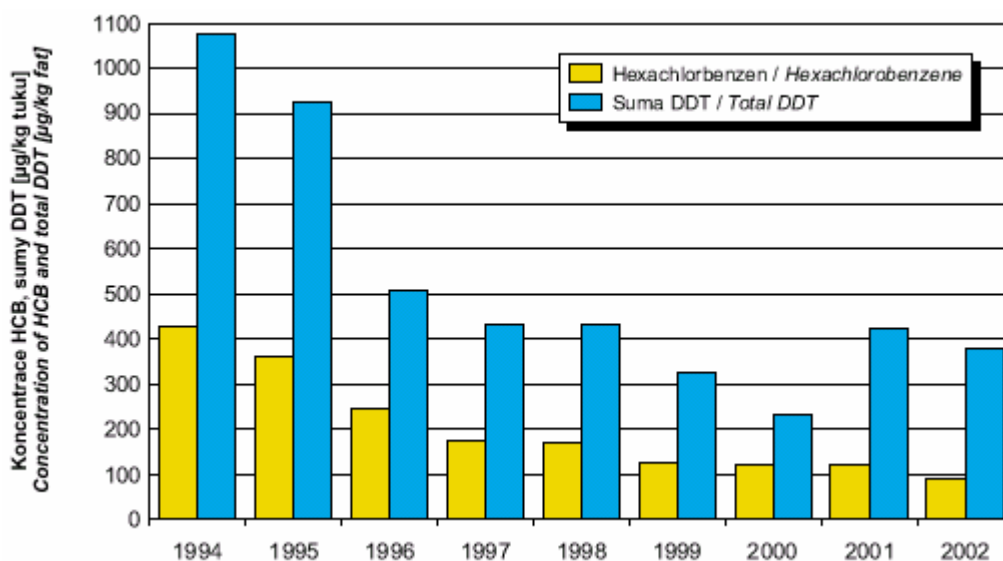
Ovoce a zelenina představují významné složky diety dodávající lidskému organismu řadu nezbytných a prospěšných sloučenin jako jsou vitamíny, minerální látky, vlákninu a další látky, vykazují řadu pozitivních efektů na lidské zdraví. S ohledem na labilitu některých výše zmíněných látek je vhodnou formou především čerstvý (tepelně nezpracovaný) produkt. Na straně druhé je nutné zdůraznit, že konzumace čerstvého ovoce a zeleniny je spojena s jistým rizikem dietární expozice reziduí pesticidních přípravků používaných pro jejich ochranu v průběhu pěstování, případně skladování [9]

Živočišné produkty

Mezi nejvýznamnější zdroje reziduí pesticidů u živočišných produktů patří kontaminované krmivo [14]. 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. Informace o distribuci reziduí mateřského pesticidu a charakteru degradačních produktů, resp. metabolitů v organismu hospodářských zvířat je požadována i při procesu registrace přípravku [12].

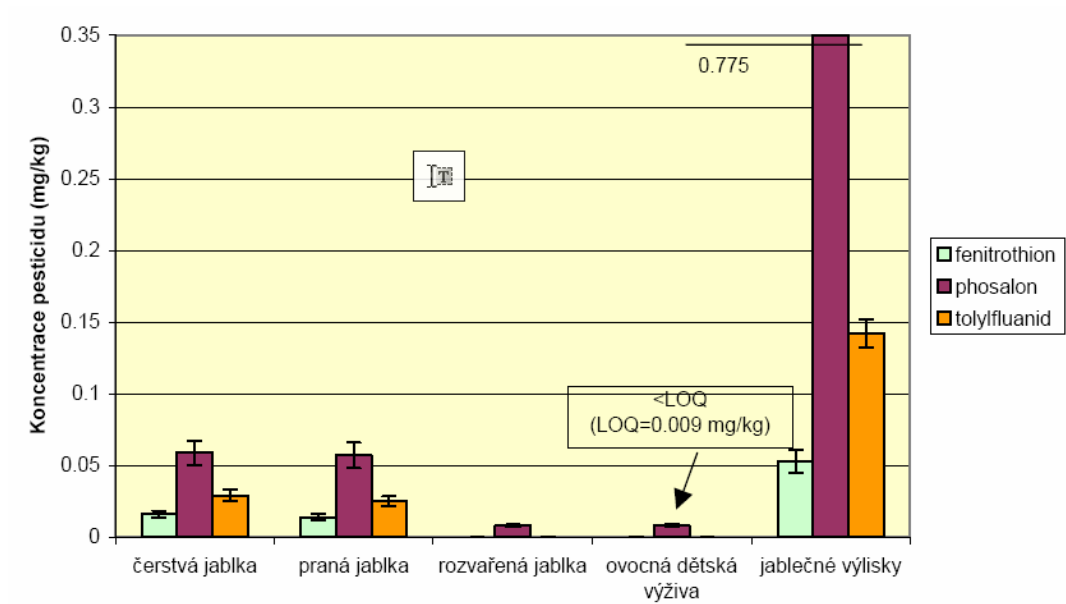
Např. při monitoringu (Obr. 1) indikátorových kongenerů polychlorovaných bifenylů (PCBs) v mateřském mléce bylo zjištěno, že jejich hladina vykazuje z hlediska dlouhodobých časových trendů sestupnou tendenci se značnou individuální variabilitou a možností lokálních rozdílů v zátěži populace. Pozvolný pokles je pozorován u koncentrace chlorovaného pesticidu hexachlorbenzenu v mateřském mléce a od roku 2001 vzestup sumy DDT v mateřském mléce. Vývoj mediánu koncentrace vybraných chlorovaných pesticidů v mateřském mléce v letech 1994-2002 je znázorněn

na Obr. 1 [15].



Obr. 1. Vybrané chlorované pesticidy obsažené v mateřském mléce, medián koncentrace, 1994–2002 [15]

V práci Hajšlové a kol. [16] je uvedeno, že rezidua testovaných pesticidů se koncentrují v odpadních produktech (výlisky). Autoři práce konstatují, že tento výsledek je ve shodě s jejich fyzikálně-chemickými vlastnostmi (rozpuštností ve vodě). Vyrobena dětská výživa neobsahovala žádná analyticky detekovatelná rezidua pesticidů (vyjimkou je pouze organofosforový insekticid phosalon) – viz. Obr.2.



Obr. 2. Obsah reziduí pesticidů v čerstvé surovině, meziproductech a výrobku [16]

3 POLYCYKLIČKÉ AROMATICKÉ UHLOVODÍKY (PAH)

Polycyklické aromatické uhlovodíky (zkratka PAH) a jejich deriváty představují skupinu perzistentních organických látek přítomných ve všech složkách a oblastech životního prostředí.

PAH jsou uvedeny jako prioritní polutanty na seznamu ATS-DR (Agency of Toxic Substances and Disease Register), IARC (International Agency for Research on Cancer), EU (European Union) a EPA (Environmental Protection Agency), a to z důvodu jejich mutagenity a karcinogenity [17].

Nejvíce pozornosti je věnováno benzo(a)pyrenu BaP, a to z důvodu jeho vysoké karcinogenity [18, 19].

Karcinogenita PAHs

Karcinogenita PAHs stoupá se vzrůstajícím počtem jader, až dosáhne maxima pro uhlovodíky s pěti kondenzovanými benzenovými jádry, pak opět klesá.

IARC hodnotí 12 sloučenin PAHs jako karcinogenních [20]:

Skupina 2A – pravděpodobně karcinogenní pro lidi (benz(a)antracen, benzo(a)pyren, dibenz(ah)antracen).

Skupina 2B – možná karcinogenní pro lidi (benzo(b)fluorenten, benzo(j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, dibenzo(ae)pyren, dibenzo(ah)pyren, dibenzo(ai)pyren, dibenzo(al)pyren, indeno(123cd)pyren, 5-methylchrysen).

Skupina 3 – neklasifikovatelné jako lidský karcinogen (v této skupině uvádí IARC dalších 20 sloučenin) [20].

Karcinogenní efekt se projevuje především lokálně v místě aplikace (na kůži, plicní tkáni, žaludku), ale i systémově v jiných orgánech. Podle studií by se PAH mohly podílet na vzniku 6–14 nádorů na milion obyvatel.

Při perorální aplikaci u zvířat mají mírné karcinogenní účinky. Po metabolické enzymatické aktivaci tvoří s DNA definované adukty. Komplexní směs PAH, jako kondenzát z cigaretového kouře, uhlí, sazí a dehtu, má prokazatelně karcinogenní účinek u lidí [18].

V zahraničních studiích jsou uváděné expoziční dávky PAH pro dospělého člověka (Tab.4.). Obdobnou situaci lze předpokládat i v ČR [21].

Tab. 4. Typické expoziční dávky PAH pro člověka z různých zdrojů [21]

Zdroj PAU	Medián		Maximální hodnoty	
	Denní příjem (µg)	% celkového příjmu	Denní příjem (µg)	% celkového příjmu
Potraviny	3	96,3	12	79
Vzduch	0,05	1,6	2,7	18
Voda	0,006	0,2	0,124	1
Půdní částice	0,06	1,9	0,4	2
Celkem	3,1	100	15,2	100
Tabákový kouř	2-5 (1 balíček za den)		6-15 (3 balíček za den)	
Kuřáci celkem	5-8		21-30	

3.1 Původ PAH v plodinách a potravinách

Největším zdrojem PAH pro člověka (nekuřáka) jsou potraviny (denní příjem v evropských zemích se pohybuje mezi 14 až 270 ng/osobu) [22]. Je zřejmé, že řada potravinových komodit může být kontaminována současně z více zdrojů, např. používáním pesticidů apod. [10].

Od nepaměti jsou PAH, resp. jejich směsi, součástí životního prostředí člověka. Do ekosystému, a tudíž i do potravního řetězce člověka mohou vstupovat ze zdrojů antropogenních (zdrojů souvisejících s lidskou činností přímo či nepřímo) a ze zdrojů neantropogenních (přírodních, především geochemických) [21]. Prokázána však byla i biosyntéza těchto látek některými organismy [10].

Hlavní zdroje PAH v životním prostředí člověka [10]:**A. Antropogenní zdroje***A.1. průmyslové*

- výroba tepelné a elektrické energie
- výroba koksu
- produkce a zpracování kamenouhelného dehtu
- výroba, zpracování a použití asfaltu
- katalytické krakování
- stroje s vnitřním spalováním
- výroba a použití sazí
- odpadní vody, čistírenské kaly
- potravinářské technologie

A.2. neprůmyslové

- požáry lesů, stepí, havárie tankerů
- volné hoření odpadů
- spalovny odpadů
- kouření tabáku
- domácí topeniště

B. neantropogenní zdroje*B.1. geochemické*

- uhlí
- přirozený průsak ropy sedimentované horniny minerály
- vulkanická činnost

B.1. biologické

- biochemická syntéza makrofyty a mikroorganismy

V důsledku atmosférické depozice je značná část PAH uložena do půdy nebo na povrch vegetace. Hlavní cestou kontaminace vegetace je sorpce PAH na listovou plochu přímo z ovzduší a dále z uložených částic. Na rozdíl od pesticidů je přímý přestup PAH z kontaminované půdy přes kořenový systém zřejmě minimální [23].

Výskyt PAH v rostlinách [24]:

1. vegetace a půda v blízkosti známých zdrojů PAH je více kontaminována než vzdálenější oblasti,
2. koncentrace PAH jsou obecně vyšší na povrchu rostlin než ve vnitřních pletivech,
3. koncentrace PAH v nadzemních částech rostlin je vyšší než u podzemních částí,
4. rostliny s velkým relativním povrchem obsahují vyšší hladiny PAH než rostliny s povrchem malým, což indikuje možnou koleraci mezi povrchem listu a adsorpcí PAH z atmosféry,
5. omývání vodou (srážky) není efektivní metodou dekontaminace vegetace do PAH [24].

Zemědělské plodiny a úroveň jejich kontaminace jsou přísně posuzovány zejména v případě, pokud jsou součástí potravního řetězce skotu, prasat a lovné zvěře, případně pokud se využívají jako bioindikátory znečištění životního prostředí [23].

3.2 Přípustné množství PAH v potravinách

Přípustné množství je stanoveno pro jednotlivé látky jednotlivě (Tab. 5). Celkový obsah vyjmenovaných látek v potravině nesmí překročit desetinásobek přípustného množství [25].

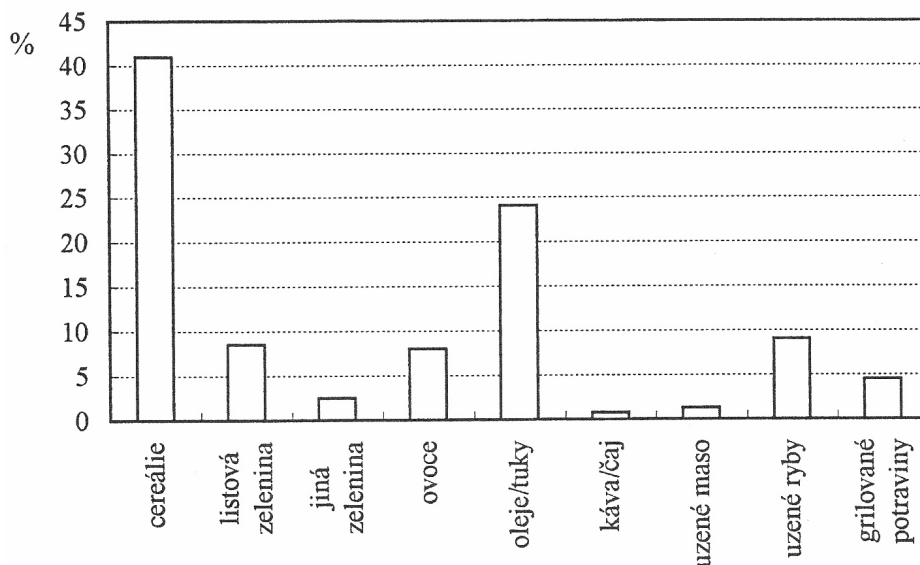
Tab. 5. Přípustné množství PAH v potravinách [25]

Potravina	PM mg.kg ⁻¹
Masné výrobky, ryby uzené	0,003
Káva pražená	0,002
Obilí	0,002
Ryby	0,001
Ovoce	0,002
Zelenina listová	0,002
Tuky	0,002
Látky určené k aromatizaci	0,001
Nápoje, pivo, víno, čaj	0,0005
Lihoviny	0,001

3.3 Naměřené obsahy PAH v potravinách

Do skupiny potravin s relativně vyššími hladinami PAH můžeme zahrnout cereálie, uzené nebo grilované maso, listovou zeleninu, olejnatá semena a tuky. Pro tuto skupinu potravin se koncentrace PAH zpravidla uvádí v µg/kg (ppb).

Pro ilustraci jsou na Obr. 3. uvedeny příspěvky významných skupin potravinových komodit k dietárnímu příjmu reprezentativního vzorku populace. Kde % udává PAH celkem, tj. obsah fluoranthenu, pyrenu, benz(a)anthracenu, chrysenu, trifenylnu, benzo(b)fluoranthenu, benzo(k)fluoranthenu, benzo(e)pyrenu, benzo(a)pyrenu a indeno(1,2,3-c,d)pyrenu [21].



Obr. 3. Příspěvek různých druhů potravinových komodit k celkovému příjmu PAH dietou [21]

Ve studii, která se zabývala sledováním obsahu PAH v dietě v USA byl celkový příjem PAH na osobu odhadnut na 1-5 $\mu\text{g}/\text{den}$, ovšem u osob, u kterých převládala konzumace masa, byl největší odhad potenciální dávky 6-9 $\mu\text{g}/\text{den}$. Za hlavní zdroj PAH v této dietě byly označeny smažené nebo uzené ryby a maso [24]. V Tab. 6. jsou popsány naměřené obsahy PAH v některých skupinách potravin.

Tab. 6. Obsahy PAH (v $\mu\text{g}/\text{kg}$) v některých skupinách potravin [24]

Potravina		Průměrná hodnota	
		Minimální	Maximální
Negrilované maso		0,1	0,69
Grilované nebo uzené maso	Hovězí	28	35
	Vepřové	12	26
	Drůbež	12	19
Frankfurtské párky		8	12
Ryby	Sladkovodní	0,1	0,1
	Uzené	9	36
Zelenina	Rajčata	1,06	1,06
	Zelená listová zelenina	19	46
	Brambory/jiná zelenina	11	21
Semena		0,6	9
Ovoce		0,5	2,4
Nápoje	Nealkoholické	2	27
	Alkoholické	0,04	0,08
	Mléko	0,01	0,09
Jiné	Tuky a oleje	3,4	68
	Sýr	1,7	1,7

4 MYKOTOXINY

Mykotoxiny jsou toxické sekundární metabolity řady druhů mikroskopických vláknitých hub (plísní), jež mohou kontaminovat rozsáhlé spektrum potravin a krmiv [26]. Mykotoxiny jsou všudypřítomné, a proto se vyskytují prakticky na všech úrovních potravního řetězce většiny živočichů, a mohou vyvolat různé syndromy mykotoxikózy [21, 26].

Mykotoxikózy byly historicky popisovány již od starověku, avšak mykotoxiny jako jejich původci onemocnění nebyly v té době dosud známy. K nejstarším popsáním mykotoxikózám (otravám způsobeným mykotoxiny) patří např. ergotismus a onemocnění ze žluté rýže. Ergotismus, který vzniká kontaminací žita námelem, si např. r. 944 ve Francii vyžádal na 40 000 lidských životů. Zaručené jsou také lékařské zprávy o ergotismu na Mimoňsku v Českých zemích – z období hladomoru v letech 1736-37, kdy otravy způsobené chlebem z pšeničné mouky kontaminované námelem (*Claviceps purpurea*) byly jednou z hlavních příčin úmrtnosti. Tehdy onemocnělo přibližně 500 lidí a zemřelo jich asi 100.

Velký pokrok ve vědeckém bádání na poli mykotoxinů se datuje rokem 1960, kdy ve Velké Británii byly „objeveny aflatoxiny“, poté co způsobily úhyn asi 100 000 kusů vánočních krocanů krmených moučkou z brazilské podzemnice olejné. Není pochyb, že i v současnosti jsou některé mykotoxiny příčinou chorob, utrpení a smrti, zejména v tropických a subtropických rozvojových zemích. Taktéž není pochyb o tom, že se mykotoxiny musejí v surovinách a potravinách sledovat, a to nejen z důvodu globalizace potravinového trhu [27].

Klasifikace

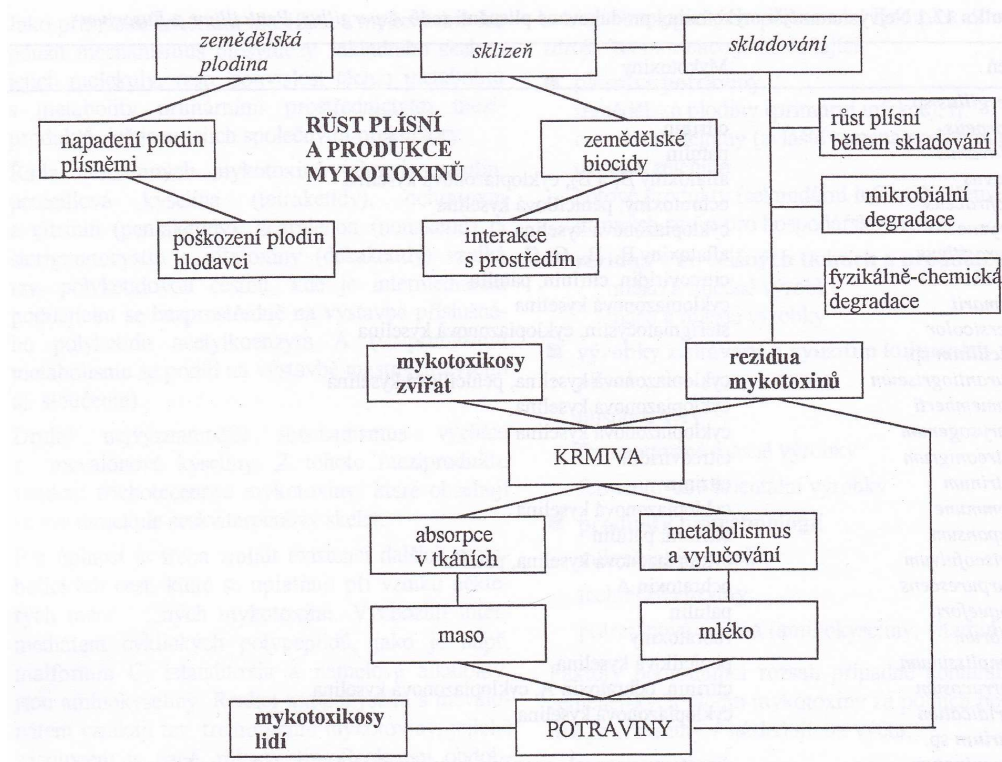
Mykotoxiny představují nesmírně širokou skupinu sloučenin, jejichž relativní hmotnost nepřesahuje 500 Da. Mykotoxiny nelze jednoduše klasifikovat do jednotlivých skupin pouze na základě chemické struktury bez současného zohlednění jejich výskytu, producentů nebo charakteru a intenzity vyvolávaných účinků [26]. Podle hlavních producentů lze mykotoxiny členit na 3 hlavní skupiny viz. Tab. 7. [28].

Tab. 7. Nejvýznamnější mykotoxiny produkované plísněmi rodů *Aspergillus*, *Penicillium* a *Fusarium* [28]

Plíseň	Mykotoxiny
<i>Aspergillus sp.</i>	
<i>A. carneus</i>	Citrinin
<i>A. clavatus</i>	patulin
<i>A. flavus</i>	alfatoxiny B1 a B2
<i>A. oryzae</i>	cyklopiazonová kyselina
<i>A. ochraceus</i>	ochratoxiny
<i>A. parasiticus</i>	alfatoxiny B1, B2, G1 a G2
<i>A. terreus</i>	patulin, citrinin
<i>A. versicolor</i>	Sterigmatocystin
<i>Penicillium sp.</i>	
<i>P. citrinin</i>	Citrinin
<i>P. camamberti</i>	cyklopiazonová kyselina
<i>P. expansum</i>	patulin, citrinin
<i>P. verrucosum</i>	citrinin, ochratoxin A, cyklopiazonová kyselina
<i>Fusarium sp.</i>	
<i>F. acuminatum</i>	HT-2, T-2, diacetoxyscirpenol
<i>F. crookwellense</i>	deoxynivalenol, nivalenol, zearalenon
<i>F. graminearum</i>	deoxynivalenol, diacetoxyscirpenol, zearalenon
<i>F. moniliformae</i>	fumonisin, fusarin C
<i>F. poae</i>	fusarin C, diacetoxyscirpenol, HT-2, T-2
<i>F. semitectum</i>	Moniliformin

4.1 Výskyt v potravinách

Ke kontaminaci zemědělských produktů může dojít v různých fázích předcházejících jejich konzumaci [26]. Obr. 4. znázorňuje průnik mykotoxinů do potravního řetězce člověka i hospodářských zvířat a jejich další osud [21].



Obr. 4. Faktory ovlivňující výskyt mykotoxinů v potravinách a krmivech [21]

Existuje široká škála faktorů, které ovlivňují přítomnost plísní a následně i mykotoxinů v potravinách. Tvorba mykotoxinů je podmíněna jak biologickými, tak i chemickými a fyzikálními faktory. Mezi kritické fyzikální faktory patří teplota a relativní vlhkost substrátu. Chemické faktory zahrnují používání hnojiv nebo fungicidů. Mezi biologické faktory patří např. přítomnost hmyzu nebo přirozená odolnost rostlin vůči napadení plísněmi. Některé druhy rostlin jsou totiž více náchylné ke kolonizaci nežli jiné [29]. V Tab. 8. jsou uvedeny faktory podporující produkci vybraných mykotoxinů během uskladnění [29].

Tab. 8. Faktory podporující produkci vybraných mykotoxinů během uskladnění [29]

Mykotoxiny	Vláknité mikromycety	Druh substrátu	Podporující podmínky
Aflatoxiny	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i>	Arašídý,bavlna, cereálie,olejniny, sušené ovoce	Vlhké teplo <ul style="list-style-type: none"> tropické oblasti přehřátí před uložením
Ochratoxin A	<i>Aspergillus ochraceus</i> <i>Penicillium viridicatum</i>	Káva,ječmen,oves, žito, pšenice	Vlhost při uskladnění, studené a vlhké klima
Paulin	<i>Penicillium expansum</i> <i>Byssoschlamys</i>	Jablka,kompoty, džusy, siláž	Makroskopické poškození plodu, nedostatek anaerobiózy

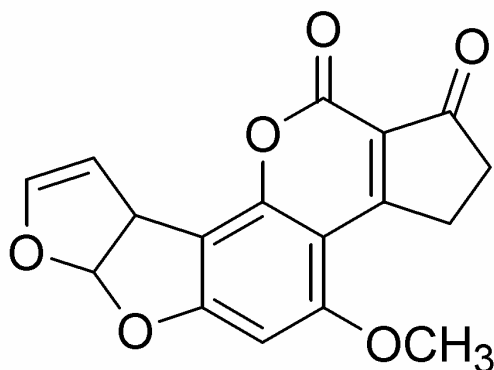
4.2 Významné skupiny mykotoxinů

4.2.1 Aflatoxin

Aflatoxiny patří s ohledem na svoji extrémně vysokou karcinogenitu mezi nejvíce sledované mykotoxiny, které byly objeveny anglickými vědci v roce 1960 při hledání příčiny uhynutí tisíců mladých káčat a bažantů [26, 30]. Od té doby byly identifikovány 4 přirozeně se vyskytující typy aflatoxinů: AFB1, AFB2, AFG1, AFG2. Nejčastěji se vyskytuje AFB1 (Obr. 5.). Do současnosti bylo identifikováno 20 aflatoxinů [26, 31]. Nejvýznamnějšími producenty aflatoxinů jsou toxigenní kmeny *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus* [31].

Za příznivých podmínek (zvláště vysoká teplota, vlhkost) může docházet k jejich rozvoji prakticky na každém substrátu (včetně všech zemědělských komodit), nicméně nejvyšší nálezy aflatoxinů (v ojedinělých případech až stovky mg.kg⁻¹) byly zaznamenány u kukuřice, podzemnice olejné, pistácií, para ořechů, bavlníkových semen a kopru. Nižší hladiny aflatoxinů lze nalézt i v mandlích, pekanových a vlašských ořechách, hrozinkách, fících a různých druzích koření [21, 32].

Nejvíce sledovaný je aflatoxin B1 (Obr. 5.), proto legislativa platná v ČR udává jeho nejvyšší přípustné limity (viz. Tab. 9.) [25].

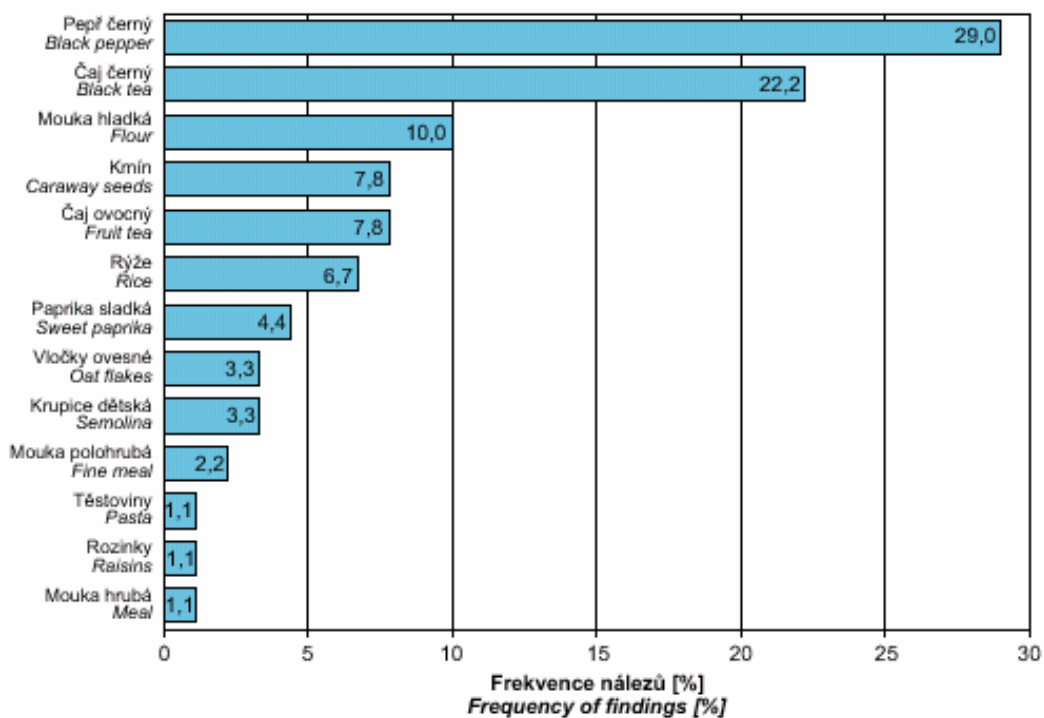


Obr. 5. Aflatoxin B1 [33]

Tab. 9. Nejvyšší přípustné množství aflatoxinu B1 v potravinách [25]

Potravina	NPM mg.kg ⁻¹
Dětská a kojenecká výživa	0,0005
Arašídý k přímé spotřebě	0,002
Kakao	0,01
Ořechy a sušené ovoce jako surovina	0,005
Ořechy a sušené ovoce pro přímou spotřebu	0,002
Koření	0,02
Obiloviny, včetně pohanky, a výrobky z nich	0,002

Při monitoringu kmenů *Aspergillus flavus* (Obr. 6.) ve vybraných potravinách v letech 1999-2004 bylo zjištěno, že se nejvíce kmenů nachází v pepři černém, čaji černém a mouce hladké [34].

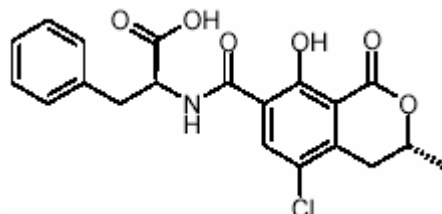


Obr. 6. Frekvence nálezů kmenů *Aspergillus flavus* v různých typech potravin v letech 1999–2004 [34]

Nutno zdůraznit, že většina problémů s aflatoxiny u nás souvisí především s dovezenými potravinami, krmivy a surovinami. Při zajištění dostatečného filtru na hranicích a kvalitního uskladnění surovin, potenciálně obsahujících toxinogenní kmeny mikroskopických hub, by většina problémů s aflatoxiny přestala existovat [35].

4.2.2 Ochratoxin A

K objevu ochratoxinů došlo v roce 1965 v Jihoafrické republice při laboratorním vyšetřování toxigenních mikromycetů z *Aspergillus ochraceus* [36].



Obr. 7. Ochratoxin A [37]

Ochratoxin A (Obr. 7.) se nejčastěji nachází v komoditách jako je kukuřice, ječmen, pšenice, oves, rýže, burské oříšky, seno, zelená káva [32]. Objev ochratoxinu A v zelených kávových bobech vzbudilo v posledních letech mimořádnou pozornost odborníků [21].

Živočišné produkty nepředstavují mimořádně závažné riziko, přesto byla prokázána jeho rezidua v masných výrobcích. K jeho vzniku dochází i při použití kulturních plísní, např. v uherském salámu. Z živočišných potravin může být významným zdrojem ochratoxinů vepřová krev (výrobky z krve), ve které se ochratoxin váže na sérový albumin [38].

Jak ilustruje Tab.10. tepelné zpracování kontaminovaných surovin vede vesměs k výraznému poklesu koncentrace ochratoxinu A [21].

Tab. 10. Změny obsahu ochratoxinu A při zpracování kontaminovaných zemědělských plodin [21]

Produkt	Podmínky zpracování	Ztráty (%)
Káva	Pražení	10-20
Kávové boby	Pražení, 200°C, 5 min	0
Pivovarský rmut	Vaření	27-28
Cereální výrobky	Autoklávování, 120 °C, 3h	30

Ochratoxiny jsou velmi toxické pro kuřata a krůty. Už nízké hladiny v krmivu pro brojlerův ovlivňují konverzi živin, rychlost růstu a zbarvení masa. U nosnic snižují produkci vajec a způsobují charakteristické žlutohnědé zbarvení vaječných skořápek. Přežvýkavci jsou vůči ochratoxinům rezistentní, protože v bachoru zvířat dochází k jejich detoxikaci [22].

Nelze doporučit podávat zvířatům krmiva s obsahem nad 0,2 mg/kg v obilninách (lidský konzum), maximálně 0,3 mg/kg v dietě [38].

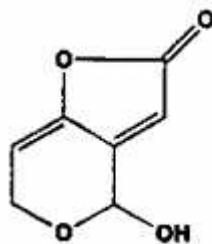
V rámci monitoringu byl ochratoxin A (Tab. 11.) zjišťován v koření, kávě, pivu, vínu a dětské obilné výživě. Na přítomnost ochratoxinu A bylo vyšetřeno celkem 186 vzorků, pozitivní nález byl zaznamenán u 12 vzorků. Pozitivním zjištěním je fakt, že u 40 hodnocených vzorků dětské obilné výživy nebyl zaznamenán jediný pozitivní nález tohoto mykotoxinu [39].

Tab. 11. Monitoring ochratoxinu A ve vybraných potravinách. [39]

Komodita	Počet zkoumaných vzorků	Počet vzorků s pozitivním nálezem ochratoxinu A	Počet vzorků s pozitivním nálezem[%]
Káva	38	6	15,79
Dětská výživa	36	0	0
Víno	31	2	6,45
Pivo	38	3	7,89
Koření	39	1	2,56

4.2.3 Patulin

Patulin (Obr. 8.), který byl objeven během výzkumu nových antibiotik v roce 1941, je nenasycený laktón obvykle izolovaný z jablek a jejich produktů. Je to metabolit parazitující houby *Penicillium expansum*, *P. patulinum*, *Byssochlamys nivea* [32, 40].

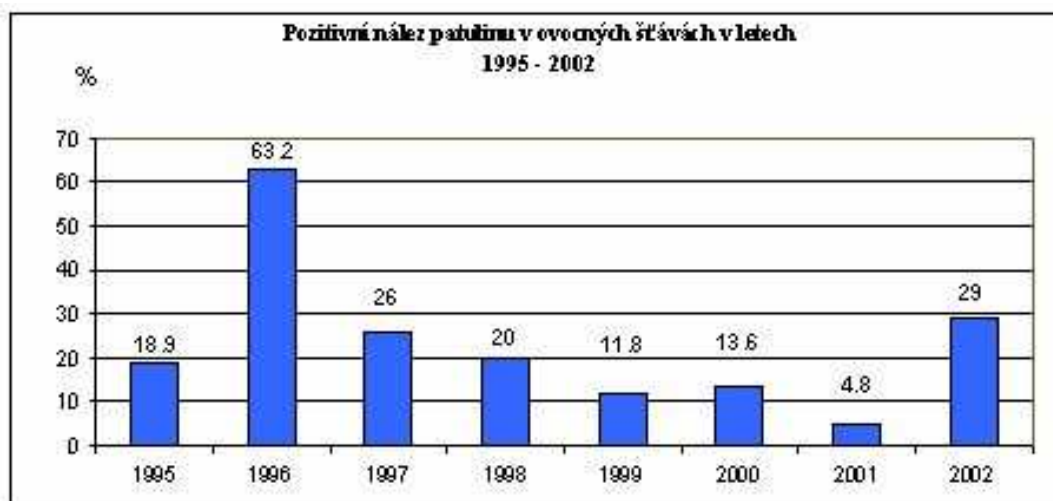


Obr. 8. Patulin [41]

Jak již bylo řečeno, patulin se nalézá především v jablkách, ale prokázán byl i v hroznech, pomerančích apod. [26]. Jde o relativně velmi běžný kontaminant koncentrátů a džusů připravených z těchto surovin, zejména bylo-li k jejich výrobě použito ovoce ve vysokém stupni zralosti, přezrálé či poškozené (hladiny patulinu však běžně nepřevyšují $0,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) [21].

Je však dokazován i v mase včetně drůbežního, kde se koncentruje po zkrmování obilovin kontaminovaných *Aspergillus clavatus* [32]. Patulin v potravinách je spíše indikátor špatných výrobních postupů - používání "plesnivých" vstupních surovin, než bezprostřední vážná hrozba zdraví člověka či zvířete [42].

Při monitoringu patulinu v ovocných šťávách v letech 1995-2002 (obr. 9.), bylo zjištěno, že v roce 1996 bylo 63,2% zkoumaných vzorků šťáv kontaminováno patulinem [39].



Obr. 9. Pozitivní nález patulinu v ovocných šťávách v letech 1995-2002 [39]

Např. v roce 2002 SZPI zjistila, že v kojenecké výživě Hami – jablečný příkrm (kojenecká výživa), kterou vyrobila Deva a.s., Nové Město nad Metují, je obsaženo nadlimitní množství patulinu. Zatímco vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR povoluje v případě výživy pro děti a kojence limit 0,02 mg/kg, v laboratořích ČZPI bylo prokázáno množství 0,0855 mg/kg [39]. Limit patulinu je stanoven z hlediska možné karcinogenity (jde o prokázaný karcinogen pro některá pokusná zvířata) [35].

5 ANORGANICKÉ KARCINOGENY V POTRAVINÁCH

5.1 Arsen a jeho sloučeniny

Nejvíce arsenu (přes 90%) se spotřebovává na výrobu přípravků na konzervaci dřeva a v zemědělství na výrobu pesticidů – např. různé herbicidy nebo insekticidy, které se používají k ochraně bavlny, tabáku, ovoce a zeleniny [10,19]. Syntetické organické sloučeniny arsenu se v USA a v některých dalších zemích používají jako stimulanty růstu a veterinární léčiva u prasat a drůbeže [10]. Arsen se může zapojovat do potravního řetězce a patří mezi inhibitory biochemických reakcí [19].

Z živočišných produktů jsou vysoké koncentrace charakteristické pro mořské ryby a především mořské koryše a měkkýše (např. ústřice $3,7 \text{ mg.kg}^{-1}$, chobotnice $7,2 \text{ mg.kg}^{-1}$, krevety $3,2\text{-}26 \text{ mg.kg}^{-1}$, humr $1,5\text{-}122 \text{ mg.kg}^{-1}$). V těchto potravinách je ale převážná část arsenu obsažena v téměř netoxických organických sloučeninách, např. v arsenobetainu a arsenocholinu [10].

Z potravin rostlinného původu se vyšší množství arsenu (desetiny mg.kg^{-1}) vyskytuje v ovsu. Vyšší množství arsenu obsahují i některé vína. Běžné koncentrace ve vínech jsou $0,002\text{-}0,1 \text{ mg.dm}^{-3}$ [22].

Při monitoringu obsahu arsenu v rýži (Obr. 10.) bylo zjištěno, že 97 % zkoumaných vzorků je pozitivní na obsah arzenu. Z grafu je patrné, že průměrná hodnota arsenu v rýži v jednotlivých letech značně kolísala, což se projevilo ve výši čerpání hygienického limitu stanovující nejvyšší přípustné množství arsenu v rýži. V roce 1999 dosáhla zjištěná průměrná hodnota arsenu v rýži téměř úrovně hygienického limitu [39].



Obr. 10. Čerpání hygienického limitu pro obsah arsenu u rýže [39]

V Tab. 12. jsou uvedeny nejvyšší přípustné množství pro arzen (NPM), při jehož překročení je potravina a potravinová surovina vyloučena z oběhu [22].

Tab. 12. Nejvyšší přípustné množství arzenu v potravinách [22]

Potravina	NPM mg.kg ⁻¹
Čokoláda a kakaové máslo	0,5
Výrobky z kaka	1,0
dětská a kojenecká výživa	0,1
Ocet	1,0
Ovoce a ovocné šťávy	0,2

5.2 Nikl

Nikl přítomný v ovzduší se může atmosférickou depozicí dostávat do půdy nebo vody. Rostliny přijímají nikl z půdy převážně kořeny a jsou schopné ho akumulovat [19]. Velmi malý obsah niklu (setiny až desetiny mg.kg⁻¹) mají ovoce, cereálie, potraviny živočišného původu s výjimkou některých mořských živočichů (ústřice). Vyšší koncentrace se nacházejí u luštěnin, ořechů, čajových lístků, kakaových bobů a výrobků z kaka a čokolády [10]. Koncentrace niklu v potravinách mohou být také

zvýšeny skladováním v kovových obalech, což bylo prokázáno např. u konzervovaného ovoce [10].

V Tab. 13. můžeme zjistit kolik % zkoumaných vzorků při monitoringu v roce 2002 bylo pozitivní na přítomnost niklu. U zkoumaných komodit nejvíce niklu obsahovala rýže (80%) a chléb (71,43%) [39].

Tab. 13. Procentuální zastoupení pozitivních nálezů těžkých kovů u vybraných komodit [39]

	Arsen	Nikl	Olovo	Kadmium
Brambory	-	-	24,39	32,5
Mrkev	-	-	41,46	95,12
Chléb	-	71,43	34,04	100
Mouka	-	50	29,17	91,67
Rýže	97,37	80	16,67	50
Dětská výživa	-	-	19,23	15,38
Mák	-	-	-	100

5.3 Olovo a kadmium

Obsah olova a kadmia v potravinách je velmi malý a velmi proměnlivý. U potravin rostlinného původu je obsah olova a kadmia závislý především na obsahu těchto prvků v půdě. Relativně vysokými koncentracemi (v setinách až desetínách mg.kg^{-1}) se vyznačují některé druhy zeleniny (např. špenát, hlávkový salát, mrkev), jedlé houby a olejnatá semena (např. mák obsahuje $0,04 - 1,96 \text{ mg.kg}^{-1}$ kadmia). Relativně vysoké koncentrace olova byly zjištěny ve vínech ($0,016 - 0,17 \text{ mg.dm}^{-3}$).

Z potravin živočišného původu mají nejvyšší obsahy olova a kadmia vnitřnosti. Zvláště obsah kadmia v ledvinách je vysoký [10].

Při monitoringu kadmia (Tab. 13.) ve vybraných komoditách bylo celkem hodnoceno 26 vzorků máku. U všech analyzovaných vzorků byl zjištěn pozitivní nález tohoto těžkého kovu, v jednom případě byl zaznamenán nadlimitní nález kadmia ve vzorku máku z Rakouska [39].

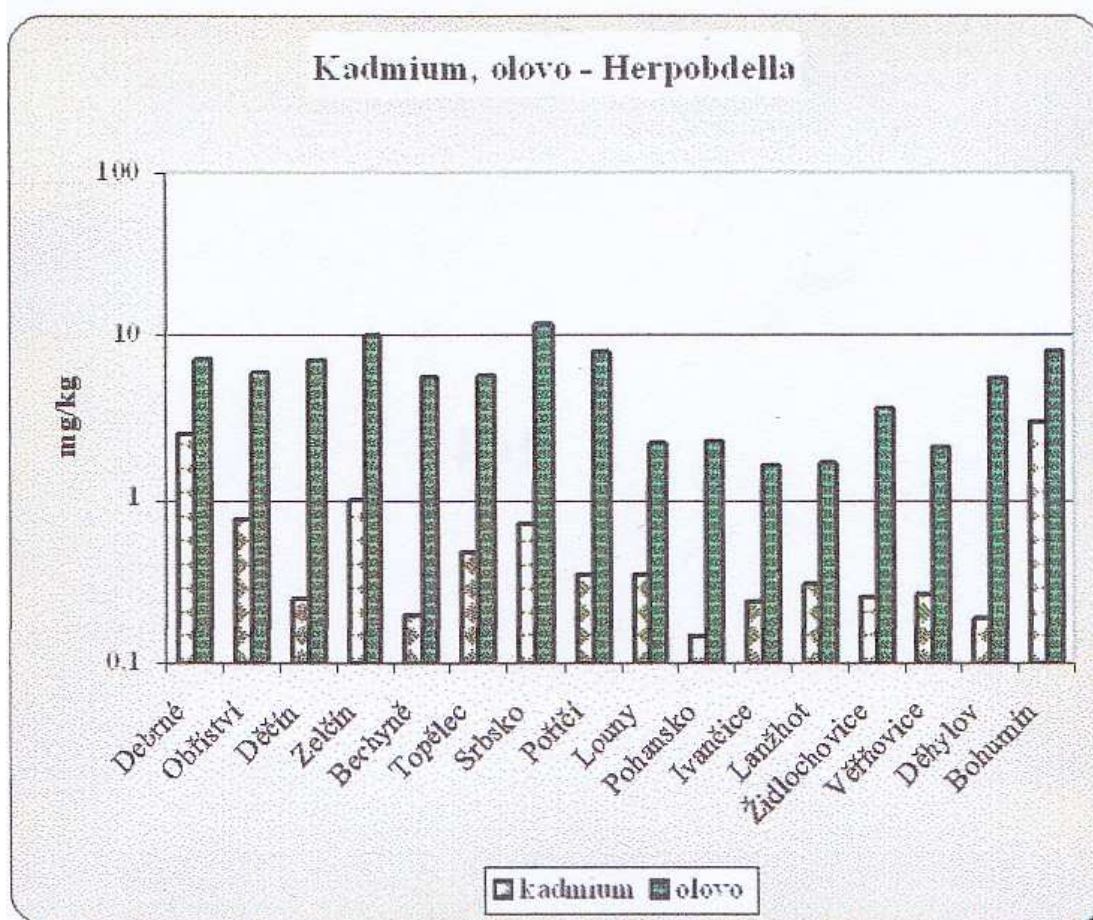
V konzervovaných potravinách balených v plechovkách se často nacházejí vyšší množství olova. U potravin, na které jsou kladeny zvýšené hygienické nároky (např. dětská výživa), se z tohoto důvodu doporučuje balení konzervovaných výrobků do skla [10].

Ve studii Lišky a kol. [43] „Výskyt těžkých kovů a organických látek v organismech říčních ekosystémů ČR“ bylo zjištěno, že za velmi dobré bioindikátory pro kadmium lze považovat bentické druhy *Asellus aquaticus*, *Herpobdella octoculata* a měkkýše r. *Bithinia sp.*

Jak ilustruje Obr. 11. jako nejvíce kontaminované oblasti kadmiem lze označit horní část toku Labe, tj. profily Debrné, Obříství a oblast severní Moravy především lokality Odra – Bohumín a Olše – Věřňovice.

Významnější obsah olova byl zaznamenán u bentofágních druhů makrozoobestosu, zejména *Herpobdella octoculata*, *Hydropsyche sp.* a *Asellus aquaticus*, kteří pravděpodobně akumulují olovo z potravin.

Za nejvíce kontaminované profily olovem (obr. 11.) lze uvést Lužická Nisa – hrádek n.N., Berounka – Srbsko, Sázava – Nespeky a Vltava – Telčím [43].



Obr. 11. Výskyt Pb a Cd ve vybraných říčních ekosystémech ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) [43]

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo charakterizovat karcinogenní látky v potravinách rostlinného i živočišného původu, s kterými se setkáváme v každodenním životě. Z dostupných informací je zcela patrné, že karcinogeny jsou všudypřítomné látky, a proto ohrožují naše zdraví.

Na základě prostudovaných informací z databázových informačních zdrojů a odborné literatury byl zpracován přehled výskytu vybraných typů karcinogenů (pesticidy, PAH, mykotoxiny, toxické kovy) v živočišných i rostlinných materiálech.

Práce dokládá, že nejvíce ohroženou komoditou pesticidy jsou ovoce a zelenina, a to z toho důvodu, že pesticid je aplikován do půdy či na listovou plochu, a translokací kořenovým systémem či kutikulou se dostávají do všech částí rostlin. Mezi nejvýznamnější zdroje reziduí pesticidů patří také kontaminované krmivo, jehož prostřednictvím se karcinogenní látky dále dostávají do potravního řetězce.

Druhou velmi sledovanou skupinou látek s karcinogenním účinkem jsou PAHs, a to především benzo(a)pyren. Mimo potravin, jako např. cereálie, uzené nebo grilované maso, listová zelenina, olejnatá semena a tuky, obsahuje vyšší hladinu této nebezpečné látky také tabákový kouř.

Práce poukazuje na to, že velmi nebezpečné z hlediska karcinogenity jsou také mykotoxiny, a proto bychom se měli vyvarovat jakémukoli kontaktu s nimi. Práce pojednává o nejnebezpečnějším mykotoxinu, a to aflatoxinu B1. Jehož vyšší koncentrace byly nalezeny u kukuřice, podzemnice olejné, pistácií, para ořechů, bavlníkových semen a kopru. Nutno zdůraznit, že většina problémů s aflatoxiny souvisí především s dovezenými potravinami, krmivy a surovinami. Z tohoto poznatku vyplývá, že při zajištění dostatečného filtru na hranicích a kvalitního uskladnění surovin, potenciálně obsahující kmeny mikroskopických hub, by většina problémů s aflatoxiny přestala existovat.

V neposlední řadě jsou stručně zmíněny i vybrané toxické kovy. Z dostupných informací vyplývá, že vyšší obsah arzenu obsahuje oves. Vyšší koncentrace niklu byly zjištěny především u luštěnin, ořechů, čajových lístků a kakaa. U konzervovaného ovoce bylo dokázáno, že skladování v plechových obalech zvyšuje obsah niklu. Relativně vysokými koncentracemi olova a kadmia se vyznačují

některé druhy zeleniny (např. špenát, hlávkový salát, mrkev), jedlé houby a olejnatá semena. Jak je v práci uvedeno, všechny zkoumané vzorky máku byly pozitivní na přítomnost kadmia.

Závěrem je nutno dodat, že s ohledem na ochranu spotřebitelů by bylo vhodné systematicky provádět monitoring cizorodých látek a kontroly potravin, který v současnosti provádí Státní zemědělská a potravinářská inspekce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KUPEC, J. *Toxikologie*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2004. 176 s. ISBN 8073182165.
- [2] KOČÁREK, E. *Mutageny a karcinogeny v životním prostředí*. [online]. [cit.2010-04-04].Dostupné z WWW: <<http://camelot3.lf2.cuni.cz/turnovec/ublg/vyuka/index.php>>.
- [3] STRATIL, P.; KUBÁŇ, V. *Princip karcinogeneze a přírodní karcinogeny v potravinách*. Chemické listy 98(2004), 379-387 ISSN 1213-7103.
- [4] *Chemická karcinogeneze*. [online]. [cit. 2010-03-24]. Dostupné z WWW: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Chemick%C3%A1_karcinogeneze>.
- [5] HOCMAN, Gabriel. *Chémia a karcinogenita*. 1. Bratislava : ALFA, 1986. 136 s. ISBN 63-236-86
- [6] HEINZ, L. *Farmakologie a toxikologie*. 2.vyd.,české. Praha : GRADA, 2004. 725 s. ISBN 8024708361.
- [7] Elektronická encyklopedie Wikipedia: *Karcinogen* [online].[cit. 2010-02-21]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Karcinogen>>.
- [8] *Databáze karcinogenů*. [online]. [cit. 2010-02-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.iarc.fr/>>
- [9] HAJŠLOVÁ,J. *Rezidua pesticidů v ovoci a zelenině, možnosti minimalizace*. [online]. [cit. 2010-03-07]. Dostupný z WWW: <http://www.phytopsanitary.org>
- [10] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 1.vyd. Praha:OSSIS, 1999. 328 s. ISBN 80-902391-4-5
- [11] Elektronická encyklopedie Wikipedia : *Pesticidy*. [online]. [cit. 2010-02-21]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pesticidy>>.
- [12] HAJŠLOVÁ, J. *Rezidua pesticidů v potravinách*. [online]. [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.chpr.szu.cz/vedvybor/vvp.htm>>.
- [13] *Databáze pesticidů*. [online]. [cit. 2010-02-24].Dostupný z WWW: <<http://www.toxickelatky.arnika.org/databaze-pesticidu/endosulfan>>.

- [14] *Kontaminace potravin a veterinárních komodit* [online]. [cit. 2010-03-27].
Dostupný z WWW:
<http://www.recetox.muni.cz/sources/unido_NIP/Anex_07.pdf>.
- [15] *PCB v mateřském mléce*. [online]. [cit. 2010-05-10]. Dostupný z WWW:
<www.chpr.szu.cz>.
- [16] HAJŠLOVÁ, J. *Osud prostředků pro ochranu rostlin v potravním řetězci člověka*. [online]. [cit. 2010-05-10]. Dostupný z WWW:
<<http://www.phytopsanitary.org>>.
- [17] SALGUEIRO, L. a kol. *Effects of toasting procedures on the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in toated bread*. Food Chemistry 108 (2008), 607-615.
- [18] STRATIL, P.; KUBÁŇ, V. *Karcinogeny v potravinách a karcinogeny vznikající při jejich technologickém zpracování*. Chemické listy 99(2005), 3-12 ISSN 1213-7103.
- [19] *Ohlašované látky: PAH. Arsen. Nikl. Olovo. Kadmium*. [online] .
[cit. 2010-03-04 21] Dostupný z WWW: <<http://www.irz.cz>>.
- [20] *Karcinogenita PAH*. [online]. [cit. 2010-02-25]. Dostupné z WWW:
<<http://www.bezjedu.arnika.org/chemicke-latky/polycyklicke-aromaticke-uhlovodiky-pahs>>.
- [21] VELÍŠEK, J: *Chemie potravin 3*. 1.vyd. Praha:OSSIS, 1999.368 s.
ISBN 80-902391-5-3
- [22] *Původ PAH. Ochratoxin. Arsen* [online] .[cit. 2010-03-04 21]
Dostupný z WWW: <<http://www.agronavigator.cz>>
- [23] *Kontaminace vegetace – PAH. Závěrečná zpráva 2006*. [online].
[cit. 2010-03-04] Dostupný z WWW:
<http://www.phytopsanitary.org/pdf/zprava_2006.pdf>
- [24] TOMANIOVÁ, M. a kol. *Polycyklické aromatické uhlovodíky v potravinách*. Chemické listy 91(1997), 357-366 ISSN 1213-7103.

- [25] ČR. *Sbírka zákonů*. Příloha č.3 k vyhlášce č.53/2002- Kontaminované látky v potravinách. 2002, částka 22, s. 946-971.
- [26] VELÍŠEK, JAN: *Chemie potravin II*. Praha: Osis, 2003.
ISBN 80-86659-03-8.
- [27] *Mykotoxiny*. [online]. [cit. 2010-05-16]. Dostupné z WWW:
<<http://www.zupu.cz/index.php?pid=268>>.
- [28] *Nejvýznamnější mykotoxiny*. [online]. [cit. 2010-05-01]. Dostupné z WWW:
<<http://hplc1.sweb.cz/Mycotoxins/index.htm>>.
- [29] Malíř, F., Ostrý, V. a kol. *Vláknité mikromycety (plísňe), mykotoxiny a zdraví člověka*. Brno,2003. ISBN 80-7013-395-3
- [30] *Aflatoxins in Corn*. [online]. [cit. 2010-03-24]. Dostupné z WWW:
<<http://www.extension.iastate.edu/publications/pm1800.pdf>>.
- [31] HUSSAIN, S., BRASEL, J. *Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals*. *Toxicology* 167 (2001) 101-134
- [32] HRDINA, V. *Přírodní jedy a toxiny*. Praha: Galén, 2004, 302 s.
ISBN 8072622560.
- [33] *Aflatoxin B1*. [online]. [cit. 2010-05-10]. Dostupný z WWW:
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/Aflatoxin_B1.png>.
- [34] *Aspergillus flavus*. [online]. [cit. 2010-03-10]. Dostupné z WWW:
<<http://chrp.szu.cz/>>.
- [35] *Aflatoxiny*. [online]. [cit. 2010-05-11]. Dostupný z WWW:
<http://www.med.muni.cz/prelek/MYKOTW/mtpr_idx.htm>.
- [36] BAYMAN, P., BAKER, L. *Ochratoxins: A global perspective*. *Mycopathologia*(2006) 162: 215-223
- [37] *Ochratoxin A*. [online]. [cit. 2010-05-12]. Dostupný z WWW:
<http://www.fermentek.co.il/struct/Ochratoxin_A.png>.
- [38] SUCHÝ, J. *Mykotoxiny, plísňe*. [online]. [cit. 2010-05-12]. Dostupný z WWW: <www.bezpecna-krmiva.cz/soubory/2-studie_prof_suchoho.rtf>.

- [39] *Mykotoxiny*. Ohlašované látky. [online]. [cit. 2010-05-16].
Dostupné z WWW: <http://www.szpi.gov.cz>.
- [40] MOAKE, M. a kol. *Comprehensive Review of Patulin Control Methods in Foods*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety: 8 - 21 (Vol. 1, 2005 Institute of Food Technologists).
- [41] *Patulin*. [online]. [cit. 2010-05-12]. Dostupný z WWW:
<http://www.scielo.br/img/revistas/rbf/v29n2/41f1.gif>.
- [42] *Mikromycety*. [online]. [cit. 2010-05-12]. Dostupný z WWW:
<http://www.biotox.cz/toxikon/mikromycety/patulin.php>.
- [43] LIŠKA, M. a kol. *Výskyt těžkých kovů a organických látek organismech říčních ekosystémů ČR. Povodí Vltavy*. Vodohospodářské laboratoře Praha a Plzeň.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AFB1	Aflatoxin B1.
AFB2	Aflatoxin B2.
AFG1	Aflatoxin G1.
AFG2	Aflatoxin G2.
ATS-DR	The Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
ČR	Česká republika.
ČZPI	Česká zemědělská a potravinářská inspekce.
DDT	Dichlordifenyiltrichlormethylmethan.
DNA	Deoxyribonukleová kyselina.
EPA	Environmental Protection Agency
EU	Evropská unie.
FAO	Food and Agriculture Organisation (Organizace pro potraviny a zemědělství).
IARC	Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny.
MRL	Maximální reziduální limity.
NPM	Nejvyšší přípustné množství.
OSN	Společnost spojených národů.
PAH	Polycyclic aromatic hydrocarbon (Polycyklické aromatické uhlovodíky).
PCB	Polychlorinated biphenyls (Polychlorované bifenyly).
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce.
TD50	Množství látky přijaté zvířetem na 1 kg tělesné hmotnosti a den indukující nádor u poloviny zvířat
USA	Spojené státy americké.
WHO	World Health Organisation (Světová zdravotnická organizace).

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Vybrané chlorované pesticidy obsažené v mateřském mléce, medián koncentrace, 1994–2002.....	20
Obr. 2. Obsah reziduí pesticidů v čerstvé surovině, meziproduktech a výrobku.....	21
Obr. 3. Příspěvek různých druhů potravinových komodit k celkovému příjmu PAH dietou	27
Obr. 4. Faktory ovlivňující výskyt mykotoxinů v potravinách a krmivech	30
Obr. 5. Aflatoxin B1	32
Obr. 6. Frekvence nálezů kmenů <i>Aspergillus flavus</i> v různých typech potravin v letech 1999–2004	33
Obr. 7. Ochratoxin A	34
Obr. 8. Patulin.....	36
Obr. 9. Pozitivní nález patulinu v ovocných šťávách v letech 1995-2002	36
Obr. 10. Čerpání hygienického limitu pro obsah arsenu u rýže.....	39
Obr. 11. Výskyt Pb a Cd ve vybraných říčních ekosystémech($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$).....	42

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Nejzávažnější skupiny karcinogenních látek u lidí a odhadnutý počet jimi indukovaných nádorů (v závorce) na milion obyvatel.....	16
Tab. 2. Nejvýznamnější skupiny moderních pesticidů - klasifikace podle chemické struktury	18
Tab. 3. Nařízení Evropské komise č.149/2008 uvádí maximální reziduální limity (MRL)	19
Tab. 4. Typické expoziční dávky PAH pro člověka z různých zdrojů.....	23
Tab. 5. Přípustné množství PAH v potravinách.....	26
Tab. 6. Obsahy PAH (v µg/kg) v některých skupinách potravin	27
Tab. 7. Nejvýznamnější mykotoxiny produkované plísněmi rodů <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> a <i>Fusarium</i>	29
Tab. 8. Faktory podporující produkci vybraných mykotoxinů během uskladnění	31
Tab. 9. Nejvyšší přípustné množství aflatoxinu B1 v potravinách.....	32
Tab. 10. Změny obsahu ochratoxinu A při zpracování kontaminovaných zemědělských plodin	34
Tab. 11. Monitoring ochratoxinu A ve vybraných potravinách.....	35
Tab. 12. Nejvyšší přípustné množství arzenu v potravinách	39
Tab. 13. Procentuální zastoupení pozitivních nálezů těžkých kovů u vybraných komodit.....	40