



## 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:

**STANOVISKO VĚDECKÉHO VÝBORU PRO POTRAVINY VE VĚCI:  
Snížení obsahu aflatoxinů v suchých skořápkových  
plodech (zejména v pistáciích a burských oříšcích)**

### Poznámka:

Stanovisko Výboru připravil: F. Malíř, V. Ostrý  
Stanovisko Výboru redigoval: I. Řehůrková

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

**Preambule**

Stanovisko Výboru bylo připraveno v souladu s formální procedurou plynoucí z „Procedurálního manuálu Vědeckého výboru pro potraviny“. Stanovisko je konsensuální dokument, pokud není uvedeno jinak (zahrnutí minoritního názoru nebo variantního názoru). Stanovisko je veřejně přístupný dokument. Připomínky a názory k tomuto dokumentu je možné zasílat na sekretariát Výboru.

**Seznam členů Vědeckého výboru pro potraviny v abecedním pořadí:**

J. Drápal, K. Ettlerová, 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:**

F. Malíř, V. Ostrý, J. Škarková, J. Ruprich.

**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 nenese právní odpovědnost za jakékoli škody způsobené jako důsledek použití jeho závěrů a usnesení.

**© Vědecký výbor pro potraviny (reprezentovaný majoritou členů)**

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:**

Suché skořápkové plody, aflatoxiny, bezpečnost potravin, snížení koncentrace

**Obsah:**

	<b>Kapitola:</b>	<b>str.</b>
	Seznam zkratek	3
1.	Vymezení problému	4
2.	Přehled o stavu problému	4
2.1.	Úvod	4
2.2.	Možnosti dekontaminace a detoxikace aflatoxinů v suchých skořápkových plodech, zejména v pistáciích a burských oříšcích	7
2.2.1.	Fyzikální separační metody odstranění aflatoxinů a detoxikace	7
2.2.2.	Fyzikální dekontaminace (Physical Decontamination)	8
2.2.3.	Biologická dekontaminace (Biological Decontamination)	9
2.2.4.	Chemická inaktivace (Chemical Inactivation)	10
2.3.	Přehled platné legislativy	11
2.4.	Závěry a doporučení	12
3.	Podklady	13

**Seznam použitých zkratek**

AFB <sub>1</sub>	Aflatoxin B <sub>1</sub>
AFB <sub>2</sub>	Aflatoxin B <sub>2</sub>
AFG <sub>1</sub>	Aflatoxin G <sub>1</sub>
AFG <sub>2</sub>	Aflatoxin G <sub>2</sub>
AFM <sub>1</sub>	Aflatoxin M <sub>1</sub>
ALARA	As Low As Reasonably Achievable, V co nejnižší rozumně dosažitelné míře
EEA	European Economic Area, Evropský hospodářský prostor
EU	European Union, Evropská unie
FAO	Food and Agriculture Organization, Organizace pro potraviny a zemědělství při WHO
GAP	Good Agriculture Practice, Správná zemědělská praxe
GTP	Good Technology Practice, Správná technologická praxe
IARC	International Agency for Research of Cancer, Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny při Světové zdravotnické organizaci
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
MZe ČR	Ministerstvo zemědělství České republiky
NRRL	Northern Regional Research Laboratory (now Agricultural Research Service Culture Collection, Severní regionální výzkumná laboratoř (nyní americká Sběrka mikroskopických hub služby zemědělskému výzkumu)
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
VVP	Vědecký výbor pro potraviny
WHO	World Health Organization, Světová zdravotnická organizace

## 1. VYMEZENÍ PROBLÉMU

1.

Dne 1. 9. 2004 obdržel sekretariát Vědeckého výboru pro potraviny (VVP) dopis od pana Ing. Martina Klanici, ředitele odboru kontroly, laboratoří a certifikace při Státní zemědělské a potravinářské inspekci, ústřední inspektorát v Brně (č.j.: 30/8/a 9/2004/OKLC). Ing. Klanica žádá VVP o stanovisko k problematice aflatoxinů v suchých skořápkových plodech.

V dopisu byly položeny tři otázky:

**1. Je možné odstranit nebo snížit obsah aflatoxinů v šaržích suchých skořápkových plodů (zejména v pistáciích a burských oříšcích) ?**

**2. Pokud ano, tak jakými způsoby (metody fyzikální, chemické, jiné) je lze odstranit, případně snížit jejich obsah ve výše zmíněných komoditách ?**

**3. Případná procentuální účinnost technologických nebo jiných postupů při snížení obsahu aflatoxinů v pistáciích a burských oříšcích ?**

2.

Výše zmíněné dotazy primárně spadají do oblasti řízení (managementu) rizika, který VVP nemá, na základě statutu, ve své náplni. VVP zadání chápe jako zpracování podkladů, které by měly SZPI sloužit v oblasti řízení rizika. VVP se rozhodl zpracovat stanovisko k uvedeným odborným otázkám, týkajících se způsobů odstranění, případně snížení obsahu aflatoxinů v šaržích suchých skořápkových plodů (zejména pistácií a burských oříšků /arašídů/).

## 2. PŘEHLED O STAVU PROBLÉMU

### 2.1. ÚVOD

3.

Aflatoxiny patří mezi významné toxiny přírodního původu (tzv. mykotoxiny), což jsou toxické sekundární metabolity toxinogenních vláknitých mikromycetů (plísní) rodu *Aspergillus* (např. *A. flavus*, *A. parasiticus* a *A. nomius*), které se běžně vyskytují na celém světě. Mezi nejvýznamnější a v přírodě se zcela běžně vyskytující patří aflatoxiny AFB<sub>1</sub>, AFB<sub>2</sub>, AFG<sub>1</sub> a AFG<sub>2</sub>.

4.

Aflatoxiny představují závažné riziko pro zdraví člověka i jiných živých organismů, a to zvláště prostřednictvím potravního řetězce, do kterého vstupují jako častý kontaminant potravin a krmiv. Aflatoxiny vykazují významnou hepatotoxicitu, imunotoxicitu, mutagenitu, karcinogenitu a teratogenitu. Toxicita aflatoxinů klesá v následujícím pořadí: AFB<sub>1</sub>>AFM<sub>1</sub>>AFG<sub>1</sub>>AFB<sub>2</sub>>AFG<sub>2</sub>.

5.

Hlavní komodity, které jsou nejčastěji kontaminovány aflatoxiny jsou kukuřice, burské oříšky (arašídů), pistácie, paraořechy, různé druhy dalších ořechů a bavlníková semena. Míra "zaplísňenosti" suchých skořápkových plodů, podobně jako u jiných surovin a potravin, závisí zejména na jejich stáří (tj. době, která uplynula od sklizně) a na podmínkách jejich skladování. Např. při skladování arašídů do 10 °C se koncentrace aflatoxinů ve stejné zásilce arašídů nemění. Při těchto podmínkách skladování však dochází ke znehodnocení arašídů "žluknutím". Maximální koncentrace aflatoxinů (vyjádřené jako suma aflatoxinů), které byly zjištěny např. v arašídech dosáhly koncentrace až 1 g.kg<sup>-1</sup>. V pistáciích byly stanoveny maximální koncentrace AFB<sub>1</sub> až 1,4 g.kg<sup>-1</sup>. V kontextu s tím je třeba zdůraznit, že přirozeně

se vyskytující kontaminace potravin aflatoxiny jsou nepředvídatelné a nelze jim zamezit nebo je úplně odstranit, a to dokonce i při dodržování doporučených zemědělských a technologických postupů (GAP, GTP), které mají vést ke snížení koncentrace aflatoxinů během vegetačního růstu plodin, sklizně a skladování.

6.

Krátkodobá dietární expozice  $\text{AFB}_1$   $1700 \text{ ug.kg}^{-1} \text{ t. hm.}$  údajně způsobuje závažné poškození jater. Akutní aflatoxikóza nebyla již prokázána při expozici  $\text{AFB}_1$   $340 \text{ ug.kg}^{-1} \text{ t.hm. den}^{-1}$ . IARC/WHO kategorizuje  $\text{AFB}_1$  do skupiny 1 - prokázaný karcinogen pro člověka. Dietární expozice např.  $1 \text{ ng. kg}^{-1} \text{ t.hm.den}^{-1}$  a nižší, může být příčinou vzniku nádorů jater. Pouze "nulová" expozice aflatoxinům by podle současných mechanistických teorií zaručovala nulové riziko vzniku nádorů. V USA bylo zjištěno, že konzumace  $\text{AFB}_1$  v kukuřici a potravinách na arašídovém základě byla z hlediska rizika rakoviny jater významnější oproti příjmu  $\text{AFM}_1$  v mléce a mléčných výrobcích.

7.

Proto je nutné koncentrace aflatoxinů v potravinových surovinách nejenom sledovat, ale také se snažit minimalizovat jejich obsah v potravinách a krmivech, za účelem snížení nejenom ekonomických ztrát, ale především dopadu jejich toxických účinků na lidské zdraví.

8.

Základním cílem je snížit expozici člověka a zvířat aflatoxinům na co nejnižší možnou rozumně dosažitelnou míru (tzv. ALARA).

9.

Nejúčinnější postupy, které vedou ke snížení koncentrace aflatoxinů v kontaminovaných suchých skořápkových plodech, spočívají v komplexním řešení této problematiky, při které jsou za rozhodující faktory pokládány [1, 3] :

- řízení produkce aflatoxinů pomocí správné zemědělské praxe (GAP),
- vlastní skladování suchých skořápkových plodů a manipulace s nimi,
- snižování koncentrace aflatoxinů v kontaminovaných komoditách vhodným technologickým zpracováním a dekontaminačními postupy
- hygienické limity a programy monitorování,
- vzdělávací programy pro zemědělce, výrobce potravin a krmiv, distributory, prodejce a spotřebitele.

10.

Pro stanovení hygienických limitů a monitorovacích programů jsou nezbytné znalosti, týkající se:

- toxikologických vlastností aflatoxinů a jejich metabolitů,
- dostupnosti citlivých analytických metod
- koncentrací aflatoxinů v jednotlivých komoditách,
- komodit, které jsou aflatoxiny nejvíce či nejčastěji kontaminované
- dietární expozice,
- dostupnosti dostatečného množství a zásob potravin a krmiv.

Uvedené postupy však nejsou zcela schopny zabránit kontaminaci potravinových surovin a potravin aflatoxiny. Nejúčinnějším postupem, jak snížit kontaminaci potravinových surovin aflatoxiny, je aplikace preventivních opatření, které předchází sklizni zemědělských plodin.

11.

V suchých skořápkových plodech je nutné provádět analýzy zaměřené na aflatoxinogenní plísňe a aflatoxiny a následně odstranit části kontaminovaného podílu. Tento postup je účinný, pokud většina aflatoxinů zůstane v nejdělném podílu. Způsob oddělení kontaminovaných podílů a případné ošetření však musí být provedeno v závislosti na finálním výrobku a jeho využití.

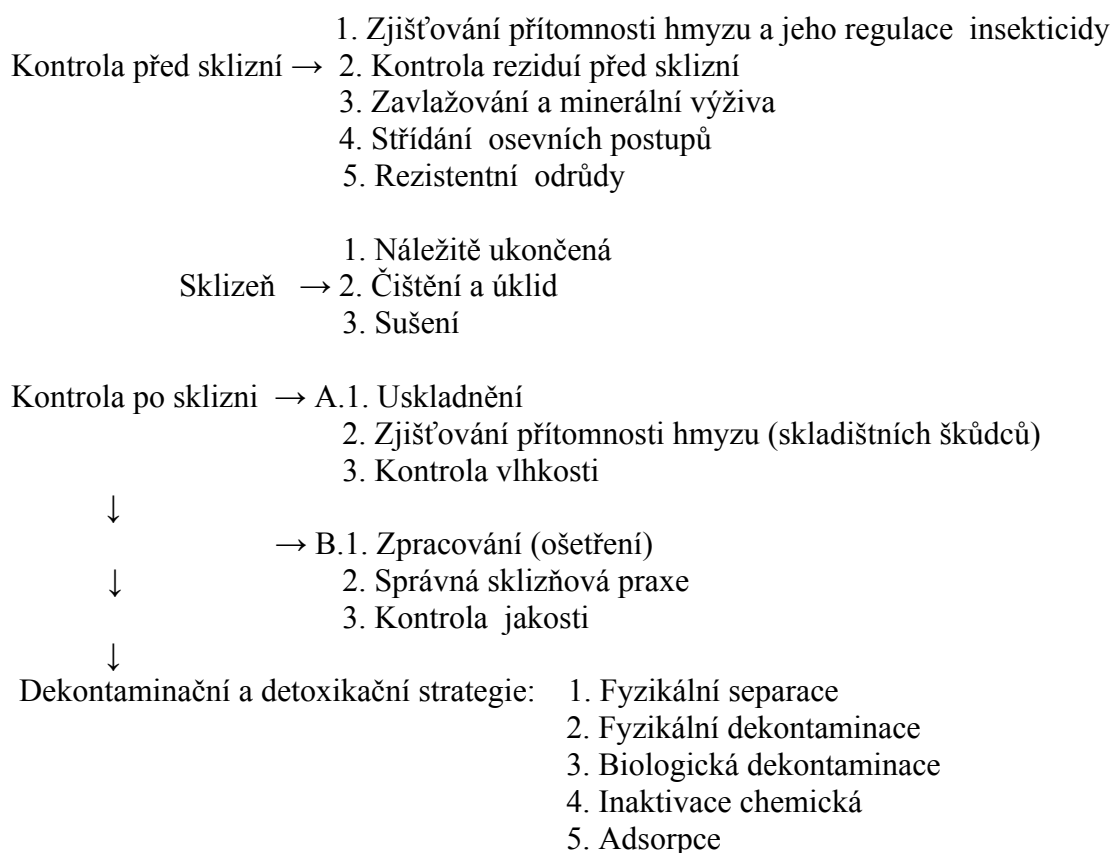
12.

Pro praktické dekontaminační postupy aflatoxinů v potravinách a krmivech je doporučena následující strategie [1, 3, 12] :

- ❑ provést inaktivaci, rozklad nebo odstranění aflatoxinů,
- ❑ nevytvářet a nezanechávat toxická rezidua v potravinách a krmivech,
- ❑ zachovat biologickou a nutriční hodnotu vyhovující, jak pro lidskou výživu, tak pro výživu zvířat,
- ❑ neměnit významným způsobem technologické vlastnosti ošetřené potravinové suroviny (plodiny),
- ❑ pokud to je prakticky možné inaktivovat (zničit) i spóry aflatoxinogenních vláknitých mikromycetů (plísní).

13.

Program kontroly aflatoxinů nejlépe dokumentuje následující schéma [1] :



14.

Výše položené dotazy SZPI však směřují pouze do oblasti dekontaminační a detoxikační strategie!

## 2.2. MOŽNOSTI DEKONTAMINACE A DETOXIKACE AFLATOXINŮ V SUCHÝCH SKOŘÁPKOVÝCH PLODECH, ZEJMÉNA V PISTÁCIÍCH A BURSÝCH OŘÍŠCÍCH

15.

Cílem postupů dekontaminace a detoxikace<sup>1</sup> je odstranění aflatoxinů, ze suchých skořápkových plodů, např. pistácií a burských oříšků (arašídů).

### 2.2.1. Fyzikální separační metody odstranění aflatoxinů a detoxikace

16.

#### a) Mechanická separace (oddělení)

Cílem postupu je oddělit zaplesnivělé a poškozené arašidy a pistácie od zjevně nepoškozených. Tyto technologické postupy jako je čištění (cleaning), třídění (sorting) a ruční vytřídění (handpicking) jsou neinvazivní a proto významně nemění jakost takto ošetřených arašídů a pistácií. Elektronickým tříděním (electronic sorted)<sup>2</sup> případně pouze ručním tříděním (hand-sorted) bylo prokázáno významné snížení koncentrací aflatoxinů v arašidech (cca 80-90 %). Do této skupiny patří také postupy třídění pistácií podle velikosti jader [11]. Bylo totiž prokázáno, že malé ořechy (>30 ořechů/1 unci, tj. 31,1 g) obsahují 20 až 40 % z původního množství aflatoxinů přítomných v jedné šarži, a proto je nezbytné jich více než 99 % odstranit. Vytřídít a odstranit je také nutné barevně změněné, sraštělé, seschlé či jinak poškozené suché skořápkové plody. Uvedený postup je v praxi běžně používán. Při použití uvedených separačních postupů však nelze očekávat kompletní (100%) odstranění aflatoxinů z kontaminovaných suchých skořápkových plodů, i když tyto postupy mohou přispět k významnému snížení koncentrace aflatoxinů ve finálním výrobku.

17.

#### b) Třídění na základě měrné hmotnosti (density segregation)

Postup zahrnuje třídění např. jader a zrn pomocí flotace<sup>3</sup>. Biologicky poškozené arašidy kontaminované aflatoxiny mají nižší měrnou hmotnost než jakostní a nepoškozené arašidy a proto se ve vodě vznášejí. V jedné studii [7] bylo zjištěno, že z celkového počtu 29 vzorků se 21 vzorků arašídů, které obsahovaly až 95 % aflatoxinů vznášelo (flotovalo) na vodě. Jiná studie [8] prokázala, že použití flotace umožnilo snížit průměrné koncentrace aflatoxinů z 301 ug.kg<sup>-1</sup> na 20 ug.kg<sup>-1</sup>. Tato metoda může opět významně snížit koncentraci aflatoxinů. Metoda flotace je vhodná i pro pistácie, kdy při použití uvedeného postupu došlo ke snížení koncentrace aflatoxinů cca až o 70 % [11]. Po provedení flotace se však pistácie musejí velmi dobře a kvalitně vysušit v sušícím zařízení, protože máčení většinou významně narušuje jejich sensorické vlastnosti.

18.

V potravinářském průmyslu, kde se zpracovávají arašidy se používá kombinace segregace (oddělování) aj. technik s cílem snížit koncentraci aflatoxinů v arašídových výrobcích [11] viz **Tab.1.**

<sup>1</sup> Pojem dekontaminace lze vysvětlit českým termínem odmoření a představuje souhrnný soubor opatření, jejichž cílem je v tomto případě ničení a odstranění aflatoxinů ze suchých skořápkových plodů. Pojem detoxikace znamená rozklad aflatoxinů ("zbavení se jedovatosti") v těchto suchých skořápkových plodech - a to s různým stupněm účinnosti.

<sup>2</sup> Jedná se např. o zařízení SORTEX, dostupné i v ČR, vybavené optickým čidlem pro odstraňování biologicky poškozených arašídů.

<sup>3</sup> Flotace je způsob čištění provzdušňováním, který se využívá u odpadních vod, nebo při tzv. rozdrůžování hornin mokrou cestou na základě rozdílných fyzikálních, případně chemických vlastností, kdy vzduch prochází vhodnou kapalinou a usadí se na částicích kapalinou nesmáčených, tj. tam kde se nevytvořila tenká povrchová kapalinová vrstva, a vynese ji na povrch (tzv. vzplavování).

**Tab.1.** Účinnost použitých postupů při zpracování surovin na bázi arašídů (např. arašídového másla)

Technologie	Koncentrace aflatoxinů ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Snížení koncentrace aflatoxinů o (%)	Kumulativní snížení (%)
Skladování v zemědělství	217	-	-
Pásový třídič	140	35	35
Vyloupání	100	29	54
Barevné třídění	30	70	86
Gravitační (tíhové) rozdružování	25	16	88
Bílení/blanching/barevné třídění	2,2	91	99,0
Opětovné barevné třídění (Re-color sorting)	1,6	27	99,3

19.

Fyzikální separace je velmi vhodnou alternativou pro potravinářský průmysl. K její realizaci je nezbytné zakoupit příslušné zařízení. Veškeré další výdaje (např. na údržbu těchto zařízení) jsou již minimální.

20.

Další metodou vedoucí k minimalizaci aflatoxinů v potravinových surovinách je technologický proces - mletí. Probíhá v mlýnech. Rozeznáváme mletí mokré a suché podle obsahu vody v technologicky zpracované potravinové surovině. Při mletí např. pšenice vzniká potravinářská mouka a odpady z mlynářského průmyslu (krmná mouka /tzv. zadní mouka, tj. mouka nejhorší kvality, vyznačující se tmavým zbarvením/, otruby /obsahují převážně obalové části zrna/ a klíčky). Před mlecím procesem musí být z potravinové suroviny odstraněny kontaminované podíly (frakce) kontaminované aflatoxiny.

**c) Mokrý mletí (Wet Milling)**

Mokrý mletí se využívá zejména pro dekontaminaci obilí, hlavně kukuřice a obilné mouky. Za výhodu při vlhkém mletí je považována možnost přidávání chemikálií. Tato metoda stále široce využívána, a to i přes to, že její efektivita je poměrně nízká.

21.

**d) Suchý mletí (Dry Milling)**

Metoda suchého mletí byla otestována u kukuřice přirozeně kontaminované aflatoxiny, dále u rýže spikované aflatoxiny a také u pšenice, kde došlo ke snížení koncentrace aflatoxinů až o 47 %. Nejvyšší hodnoty AFB<sub>1</sub> při suchém mletí byly nalezeny v klíčcích a v otrubách.

22.

Z hlediska perspektivy potravinářského průmyslu je kombinace čištění, separace a mletí pokládána za účinnou a finančně ne příliš nákladnou separační metodu, při které však musí být vždy stanovena distribuce aflatoxinů, izolován a odstraněn zjištěný kontaminovaný podíl s obsahem aflatoxinů.

**2.2.2. Fyzikální dekontaminace (Physical Decontamination)**

23.

**a) Tepelná inaktivace (Thermal Inactivation)**

Aflatoxiny jsou relativně termostabilní a proto se při použití technologických postupů (např. vaření a sterilizace) nerozkládají. Byla sledována stabilita aflatoxinů v arašidech při běžných teplotách. V potravinách na bázi arašídů (v syrových a pražených arašidech, oříškovém máse), které byly skladovány při teplotě cca 23 °C po dobu 2 let, nebyly nalezeny žádné změny koncentrace aflatoxinů.

Bylo prokázáno, že technologický proces pražení vedl ke snížení koncentrace aflatoxinů např. v sušených pražených arašidech, nebo pražených arašidech s využitím mikrovlnného ohřevu.



Pražení arašídů s využitím mikrovlnného ohřevu snižuje koncentraci aflatoxinů velmi významně. Jedná se však o technologický postup, který je značně nákladný.

Byly studovány podmínky pražení a jejich vliv na koncentraci aflatoxinů v syrových arašíděch. Došlo ke snížení koncentrace aflatoxinů v rozsahu od 45 do 83 % [9]. Jiné studie prokázaly účinnost pražení při snížení koncentrace aflatoxinů v ořechách, kukuřici a potravinách na bázi olejnatých semen. Destrukce aflatoxinů však není kompletní, ani stejnoměrná a je ovlivněna zejména dobou záhřevu. Řada experimentálních studií byla navíc provedena na "uměle" kontaminovaných vzorcích. Je proto nutné získané výsledky ještě potvrdit (konfirmovat) na přirozeně kontaminovaných vzorcích, protože účinnost postupu pražení může být v tomto případě odlišná [3].

24.

#### **b) Záření (Irradiation)**

Gama záření v dávce 2,5 Mrad bylo aplikováno na potraviny na bázi arašídů, které byly kontaminované aflatoxiny. K významnému snížení koncentrace aflatoxinů v kontaminované potravine však nedošlo. Podobně UV záření nevyvolalo žádnou viditelnou změnu fluorescence nebo toxicity testovaného vzorku arašídů. Bylo popsáno snížení koncentrace aflatoxinů v kontaminovaném arašídovém oleji po střídavé aplikaci krátkovlnného a dlouhovlnného UV záření. V testovaném arašídovém oleji však došlo po expozici UV záření ke zvýšení mutagenity [3].

25.

#### **c) Adsorpce z roztoků a kovalentní/nekovalentní vazba (Absorption from Solutions and Covalent /Non-covalent Binding)**

Použití speciálních materiálů např. aktivního uhlí a aluminosilikátů k adsorpci, ke kovalentnímu navázání, případně k nekovalentní vazbě, patří mezi vhodné metody dekontaminace aflatoxinů. Byly použity např. pro dekontaminaci arašídového oleje a krmiva pro skot. Z aluminosilikátů byl sledován např. phyllosilicate (HSCAS nebo NovaSil<sup>(tm)</sup>) pro svoji vazebnou kapacitu k aflatoxinům a schopnost snižovat toxicitu finálního produktu. HSCAS ve vodné, aflatoxiny kontaminované suspenzi, vytvořil s aflatoxiny velmi silnou vazbu a dále snížil biodisponibilitu (využitelnost) aflatoxinů. Tato metoda umožnila odstranit akutní aflatoxikózu u chovného dobytka a snížit obsah reziduí, tj. AFM<sub>1</sub> v mléce. Nicméně z důvodu protisrážlivého účinku HSCAS použití této metody není povoleno. Zdá se, že také bentonit, který se využívá k purifikaci oleje (za účelem eliminace pigmentů) může adsorbovat aflatoxiny přítomné v nerafinovaném oleji [3].

### **2.2.3. Biologická dekontaminace (Biological Decontamination)**

26.

Biologická dekontaminace aflatoxinů byla testována a ověřována především v pivovarnictví a v oblastech fermentačních technologií. Např. při vaření piva bylo prokázáno snížení koncentrace AFB<sub>1</sub> až asi o 70-80 %. Po vaření a fermentaci kukuřice a pšenice došlo ke snížení koncentrace AFB<sub>1</sub> o 47 %.

27.

V oblasti biologické dekontaminace aflatoxinů se v současnosti testuje cílené použití netoxinogenních kmenů vláknitých mikromycetů (plísní) *Aspergillus flavus* a *A. parasiticus* do zemědělské půdy. V rámci kompetice s aflatoxinogenními druhy vláknitých mikromycetů tak dochází k významnému snížení kontaminace aflatoxinů v arašíděch a semenech bavlny. Bylo zjištěno, že některé kvasinky, plísně a bakterie mohou aflatoxiny modifikovat nebo inaktivovat. Např. bylo prokázáno, že kmen *Flavobacterium aurantiacum* (NRRL B-184) významně odstraňuje aflatoxiny z tekutých medií, aniž by byly produkovány vedlejší toxické produkty nebo metabolity. Obdobně bylo zjištěno, že kmen *Flavobacterium aurantiacum* po aplikaci odstraní AFB<sub>1</sub> i z arašídového mléka [3].

#### 2.2.4. Chemická inaktivace (Chemical Inactivation)

28.

Byla testována řada chemikálií (např.: kyseliny, zásady, aldehydy, kyselé siřičitany, oxidační činidla a různé plyny) pro jejich schopnost degradace nebo detoxikace aflatoxinů. Ačkoliv mnohé z těchto chemických látek byly schopny úspěšně likvidovat aflatoxiny, jejich použití není příliš praktické a potenciálně může být dokonce i škodlivé, a to z důvodu vzniku vedlejších toxických sloučenin nebo významného snížení jakosti. Byly ověřeny četné metody chemického rozkladu aflatoxinů, které jsou poměrně praktické a účinné, např.: čpavkování, ozonizace a reakce s kyselým siřičitanem sodným, jako látkou přídatnou [3].

29.

##### a) Čpavkování (Ammoniation)

Čpavek je vysoce účinný agens, který ovlivňuje toxicitu a karcinogenitu aflatoxinů v potravinových surovinách (např. v arašidech, kukuřici, bavlníkových semenech). Tyto postupy jsou více než 20 let úspěšně využívány v USA a Francii, ale byly také vyzkoušeny v dalších zemích (v Senegal, Sudánu, Brazílii, Mexiku a Jižní Africe). Byly studovány a přezkoušeny různé postupy, např. s využitím vysokého tlaku a teploty, ale také atmosferického tlaku a běžné teploty. Jako nejúčinnější metoda, při které vzniká bezpečný produkt byla doporučena metoda čpavkování využívající vysoký tlak a teplotu. Metoda používá čpavek v koncentraci 0,5-2 %, kontrolovanou vlhkost 12-16 %, tlak 44-55 psi (1 psi =  $14,504 \cdot 10^{-5}$  Pa) a teplotu 80-100 °C po dobu 20-60 min. Čpavkování s využitím plynného čpavku nebo hydroxidu amonného za kontrolovaných podmínek dokázalo snížit hladinu aflatoxinů o více než 99 %.

30.

Při čpavkování krmiva dochází ke konverzi AFB<sub>1</sub> na méně toxické sloučeniny, např. AFD<sub>1</sub> a derivát s molekulovou hmotností 206, což u hospodářských zvířat nevede k žádným významným zdravotním důsledkům. Reakce však musí proběhnout kompletně, protože úvodní krok je reverzibilní a mohlo by u aflatoxinů dojít ke znovuvytvoření laktonového kruhu. Problematice bezpečnosti sloučenin vzniklých při čpavkování byla dosud věnována ve výzkumu poměrně malá pozornost.

31.

V experimentálních studiích na hospodářských zvířatech se po zkrmení krmiva ošetřeného čpavkováním vyloučilo močí a stolicí více než 98 % konvertovaných aflatoxinů. Do kravského mléka se vyloučilo 0,25-1,6 % aflatoxinů. Tyto studie prokázaly, že sloučeniny vzniklé po reakci aflatoxinů se čpavkem mají minimální nebo žádný vliv na zdraví zvířat, krmených kukuřicí, arašídami a bavlníkovým semenem, které obsahovaly aflatoxiny, ošetřené čpavkováním.

32.

##### b) Chemická inaktivace kyselým siřičitanem sodným (Treatment with Sodium Bisulfite)

Siřičitan sodný reaguje s AFB<sub>1</sub>, AFG<sub>1</sub>, AFM<sub>1</sub> a aflatoxikolem za tvorby ve vodě rozpustných sloučenin.

33.

##### c) Ozonizace (Ozonization)

Postup byl účinný při rozkladu aflatoxinů v kukuřici, pokrmecích na bázi bavlníkových semen a ve vodných roztocích. V jedné „in vitro“ studii bylo prokázáno, že plynný ozón rozložil a detoxikoval AFB<sub>1</sub>, AFB<sub>2</sub>, AFG<sub>1</sub>, AFG<sub>2</sub>. Ozón je poměrně stabilní plyn, ve vodném prostředí je však jeho poločas asi 20 min. Ozón se rozkládá na kyslík a tudíž může být řazen mezi neperzistentní chemikálie.

### 2.3. PŘEHLED PLATNÉ LEGISLATIVY

34.

Pro ČR je závazná legislativa EU mimo jiné i v oblasti nejvyšších přípustných množství aflatoxinů v suchých skořápkových plodech.

35.

Vyhl. MZ ČR č. 305/2004 Sb. [13], v souladu s právem Evropských společenství stanoví přípustná množství a druhy kontaminujících látek, toxikologicky významných látek a látek vznikajících činností mikroorganismů, které smějí potraviny a suroviny obsahovat. Na první straně této vyhlášky jsou petitem pod čarou uvedeny směrnice Rady, nařízení Komise a doporučení Komise<sup>4</sup>. Z hlediska obsahu aflatoxinů v suchých skořápkových plodech je z aktů ES v současné době zásadní:

- Nařízení Komise č. 466/2001/ES [14]
- Nařízení Komise č. 257/2002/ES [15]
- Nařízení Komise č. 472/2002/ES [16]
- Nařízení Komise č. 2174/2003/ES [17]
- Nařízení Komise č. 683/2004/ES [18]

36.

Nařízení komise č. 466/2001 v platném znění stanoví nejvyšší přípustná množství aflatoxinů v taxativně vypočítaných potravinách. Tyto hodnoty jsou závazné na celém území EU. Pouze u potravin, ve kterých právo ES nestanoví výslovně tyto hodnoty, mohou je stanovit členské státy samy, ovšem při důsledném respektování obecných požadavků potravinového práva ES.

37.

Právem ES jsou tak specificky upravena množství aflatoxinů v arašidech, ořechách, nebo sušeném ovoci a jejich derivátech (tj. výrobcích vzniklých na jejich základech), určených k přímé lidské spotřebě nebo ke zpracování tříděním nebo jinému fyzikálnímu ošetření před přímou lidskou spotřebou nebo použitím jako složka v potravinách.

38.

Pokud jde o obsah aflatoxinů v suchých skořápkových plodech (jejich jedlém podílu), vymezuje jejich nejvyšší přípustná množství bod 2.1 oddílu 2 přílohy 1 nařízení komise 466/2001, a to v arašidech, ořechách, suchých plodech a jejich derivátech (v potravinách z nich vyrobených). V arašidech, ořechách, suchých plodech a jejich derivátech, které jsou určeny pro přímou lidskou spotřebu, nebo jako přísada (ingredience) do potravin, je maximální (přípustné) množství AFB<sub>1</sub> stanoveno na 2 ug.kg<sup>-1</sup> a suma B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>+G<sub>1</sub>+G<sub>2</sub> na 4 ug.kg<sup>-1</sup>. V arašidech, které před přímou lidskou spotřebou nebo použitím jako přísada v potravinách podléhají třídění nebo fyzikálnímu ošetření, je maximální (přípustné) množství AFB<sub>1</sub> stanoveno na 8 ug.kg<sup>-1</sup> a suma B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>+G<sub>1</sub>+G<sub>2</sub> na 15 ug.kg<sup>-1</sup>. U ořechů a sušeného ovoce, které před přímou lidskou spotřebou nebo použitím jako přísada v potravinách podléhají třídění nebo fyzikálnímu ošetření, činí maximální (přípustné) množství AFB<sub>1</sub> 5 ug.kg<sup>-1</sup> a suma B<sub>1</sub>+ B<sub>2</sub>+G<sub>1</sub>+G<sub>2</sub> 10 ug.kg<sup>-1</sup>.

<sup>4</sup> Předpisy ES však procházejí častými novelizacemi, na které není vyhláška schopna reagovat, takže výčet zde uvedených předpisů není k dnešnímu datu úplný a neměnný.

## 2.4. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

39.

Zdravotní riziko vyplývající z přítomnosti aflatoxinů v potravinách a potravinových surovinách lze za současného stavu snížit především komplexním dodržováním integrovaného programu prevence (GAP, GTP, systém HACCP) a kontrolního plánu s důrazem na prevenci kontaminace potravinových surovin jak aflatoxiny, tak dalšími mykotoxiny. Právě prevence je pokládána za nejlepší cestu k ovlivnění expozice aflatoxinům.

40.

VVP na základě studia relevantní odborné literatury, dostupných informací, detailního rozboru dekontaminačních postupů a rozboru platné legislativy vypracoval odpovědi na položené otázky a konstatuje:

41.

**Otázka č. 1: Je možné odstranit nebo snížit obsah aflatoxinů v šaržích suchých skořápkových plodů (zejména v pistáciích a burských oříšcích) ?**

42.

Obsah aflatoxinů v šaržích suchých skořápkových plodů, zejména pistáciích a burských oříšcích, lze významně snížit. Není však možné aflatoxiny absolutně eliminovat.

43.

**Otázka č. 2: Pokud ano, tak jakými způsoby (metody fyzikální, chemické, jiné) je lze odstranit, případně snížit jejich obsah ve výše zmíněných komoditách ?**

44.

Metody založené na fyzikálním vytřídění (čištění a separaci) suchých skořápkových plodů, které jsou zaplísňené, či jinak poškozené, jsou použitelné z hlediska lidské výživy. Uvedené metody patří mezi nejbezpečnější a navíc jsou i relativně efektivní. Tento závěr vyplývá i z rozboru příslušné platné legislativy EU, kde se hovoří o arašidech a ořechách určených ke zpracování tříděním nebo jinému fyzikálnímu ošetření před přímou lidskou spotřebou nebo jako složce do potravin.

45.

Po provedení fyzikálního vytřídění je nutné suché skořápkové plody, pistácie a burské oříšky (arašidy), znovu otestovat na obsah aflatoxinů. Pokud vytříděním u těchto surovin došlo ke snížení obsahu aflatoxinů na přijatelnou úroveň v souladu s platnou legislativou, lze je použít pro další zpracování.

46.

**Otázka č. 3: Jaká je, případná procentuální účinnost technologických nebo jiných postupů při snížení obsahu aflatoxinů v pistáciích a burských oříšcích ?**

47.

Účinnost metod založených na fyzikálním vytřídění je uvedena v odstavci 17-20.

Např. při použití **metody elektronického třídění** došlo ke snížení obsahu aflatoxinů v arašidech **cca o 90 %**. Při použití **metody flotace** u pistácií došlo ke snížení obsahu aflatoxinů cca až **o 70 %**. Při oddělení **malých plodů** přítomných v šarži došlo ke snížení obsahu aflatoxinů v pistáciích **o 40 %**. Při **pražení arašidů** došlo ke snížení obsahu aflatoxinů v rozsahu od **45 do 83 %**.

48.

Další metody ke snížení obsahu aflatoxinů v pistáciích a burských oříšcích (arašidech) jsou podrobně rozebrány v odstavci 21-33. Tyto metody jsou velkým příslibem do budoucnosti. Jejich použití je v současné době zatím omezeno. Bude nutné provést další studie, jak z hlediska potvrzení účinnosti těchto postupů, tak zejména z hlediska bezpečnosti ošetřených potravinových surovin a potravin.

### 3. PODKLADY

formát citací neodpovídá ČSN ISO 690:1996

1. Lopez-Garcia, R., Park, D.L., Guttierrez de Zubiaurre, M.B.: *Procédés pour réduire la présence des mycotoxines dans les denrées alimentaires*. In: Pfohl-Leszkowicz, A.: *Les mycotoxines dans l' alimentation*. Technique & Documentation, Londres, Paris, New York, ISBN 2- 7430-0293-X, 1999, pp. 387-407
2. Park, D.L.: *Effect of Processing on Aflatoxin*. In.: De Vries, J.W. et al.: *Mycotoxins and Food Safety*. Kluwer Academic /Plenum Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, ISBN 0-306-46780-1, 2002, pp. 173-179
3. *Decontamination and Detoxification Strategies for Mycotoxins*. In: Richard, J.L. et al.: *Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems*, Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa,USA, ISBN 1- 887383-22-0, 2003, pp. 129-135
4. Ostrý, V., Malíř, F. a kol.: *Aflatoxiny*. In: Malíř, F., Ostrý, V. a kol.: *Vláknité mikromycety (plísňe), mykotoxiny a zdraví člověka*. NCO NZO Brno, ISBN 80-7013-395 -3, 2003, s. 201-216
5. Malíř F., Ostrý V., Černá M. a kol.: *Stav sledování významných biomarkerů mykotoxinů (ochratoxinu A, aflatoxinu M<sub>1</sub>) u populace v České republice*. Čas. Lék.čes., 143, 10, 2004, s. 691–696.
6. Weidebörner, M.: *Aflatoxins*. In: *Encyclopedia of Food Mycotoxins*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hong Kong, London, Milan, Paris, Singapore, Tokyo, ISBN 3540675566, 2001, pp. 3-16
7. Kirksey, J.W., Cole, R.J., Dorner, J.W.: *Relationship between aflatoxin content and buoyancy in Florunner peanuts*. Peanut Sci., 1989, 16, pp. 48-50
8. Phillips, T.D., Clement, B.A., Park, D.L. : *Approaches to reduction of aflatoxins in foods and feeds*. In: Eaton, D.L. & Groopman, J.D. eds.: *The Toxicology of Aflatoxins. Human Health, Veterinary and Agricultural Significance*. Academic Press, San Diego, 1994, pp.383
9. Lee, L.S. : *Aflatoxin*. J Am Oil Chem Soc., 1989, 66, 1398-1413
10. Park, D.L., Liang, B.: *Perspectives on Aflatoxin Control for Human Food and Animal Feed*. Trends Food Sci. Technol., 1993, 4, 334-337
11. Schatzki, T.F., Pan, J.L.: *Distribution of aflatoxin in pistachios. 3. Distribution in pistachios process streams*. In: *Manual on the Application of the HACCP System in Mycotoxin Prevention and Control*. FAO/WHO, 2004
12. Směrnice Rady 93/43/EHS, o hygieně potravin, Projednaný překlad, MZe ČR-SE 17, 9/1998, Revidovaný překlad, ÚNMZ-CTP 14, 4/2000.
13. Vyhláška MZ ČR č. 305/2004 Sb., kterou se stanoví druhy kontaminujících a toxikologicky významných látek a jejich přípustné množství v potravinách.
14. Nařízení Komise č. 466/2001/ES ze dne 8.března 2001, kterým se stanoví maximální limity určitých kontaminujících látek v potravinách. (Section 2: Mycotoxins), L77/1- L 77/13
15. Nařízení Komise č. 257/2002/ES ze dne 12. února 2002, kterým se mění nařízení č. 194/97/ES, kterým se stanoví maximální limity určitých kontaminujících látek v potravinách a nařízení Komise č. 466/2001/ES, kterým se stanoví maximální limity určitých kontaminujících látek v potravinách ( Article 2: Aflatoxins), L 41/12- L 41/15
16. Nařízení Komise č. 472/2002/ES ze dne 12. března 2002, kterým se mění nařízení Komise č. 466/2001/ES, kterým se stanoví maximální limity určitých kontaminujících látek v potravinách
17. Nařízení Komise č. 2174/ 2003/ES ze dne 12. prosince 2003, kterým se mění nařízení Komise, týkající se aflatoxinů.

18. Nařízení Komise č. 683/2004/ES ze dne 13. dubna 2004, kterým se mění nařízení Komise č. 466/2001/ES, co se týká limitů aflatoxinů a ochratoxinu A v potravinách pro kojence a malé děti.