

# **Sledovanie výskytu aflatoxínov v potravinárskych surovinách, dovážaných z rozvojových krajín**

E. DUDÍKOVÁ

---

## **Ú v o d**

Potraviny, potravinárske suroviny a krmivá podliehajú v našich klimatických podmienkach pri nevhodnom skladovaní a pri nedostatočnej ochrane mikrobiálnemu znehodnoteniu, najčastejšie splesniveniu. Tým viac dochádza k napadnutiu plesňami v teplých a vlhkých podmienkach rozvojových krajín. Pri raste plesní však často dochádza k vytváraniu toxických látok — mykotoxínov, ktoré sa vylučujú a difundujú do substrátu a ktoré predstavujú veľké zdravotné riziko pre ľudí a zvieratá, ak požívajú takúto stravu. Pritom v technicky vyspelých krajinách sa považujú plesnivé potraviny za pokazené — nepožívajú sa a vylučujú sa z ľudského konzumu. V prípade menšieho lokálneho výskytu plesňového porastu sa ešte často napadnuté miesto z povrchu potraviny odstráni a produkt sa konzumuje. Ak však pleseň vyprodukovala toxíny, tieto sa dostávajú do organizmu. Aj keď pre relatívne nízky obsah toxínov nedochádza k akútnym otrávam, ich účinok je veľmi nebezpečný, pretože niektoré mykotoxíny, predovšetkým aflatoxíny, sú silne karcinogénne. Nebezpečenstvo konzumovania závadných potravín je samozrejme vyššie v rozvojových krajinách, kde sa z nedostatku potravín často konzumujú takto znehodnotené potraviny, nehľadiac na to, že sú tam podstatne nepriaznivejšie podmienky pre ochranu potravín.

Problematika výskytu aflatoxínov vystupuje do popredia najmä v oblasti krmovín pre hospodárske zvieratá tak v rozvojových krajinách, ako aj u nás pri dovážaných krmivách. U nás sa pracovní veterínarnej služby tiež už stretli s výskytom aflatoxikózy u hydiny pri skrmovaní zmesí, obsahujúcich zložky z podzemnice olejnej. V našej práci sme sa zamerali užšie na sledovanie možného výskytu aflatoxínov v potravinových substrátoch dovážaných z rozvojových krajín.

## Účinok aflatoxínov, podmienky tvorby, výskyt, detoxifikácia

Koncom päťdesiatych rokov sa vyskytli prípady hromadného hynutia domácich zvierat na neznámu chorobu. Vo všetkých prípadoch boli zvieratá kŕmené naplesnivou múčkou z podzemnice. Dokázalo sa, že na príčine bola infekcia krmív plesňou *Aspergillus flavus*, ktorá produkovala toxické látky. Tieto látky boli podľa produkujúceho mikroorganizmu nazvané aflatoxíny. Pretože výrobky z podzemnicovej múčky a proteín podzemnicových jadier majú vysokú výživnú hodnotu, a zvlášť v Indii prichádzajú do úvahy na výživu ľudí, rozšíril sa výskum aflatoxínov z oblasti krmív aj do oblasti potravín (1).

Aflatoxíny sú najúčinnnejšie a najsilnejšie karcinogénne látky rastlinného pôvodu. Ich akútny účinok je pre väčšinu teplokrvných organizmov prudko jedovatý, zatiaľčo chronický účinok vyvoláva rakovinové nádory na pečeni a iných vnútorných orgánoch. Po chemickej stránke sú aflatoxíny deriváty kumarínov. Doposiaľ je známych 8 derivátov: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>2a</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>2a</sub>, M<sub>1</sub> a M<sub>2</sub>. Pomer najčastejšie sa vyskytujúcich derivátov je obyčajne B<sub>1</sub>:B<sub>2</sub>:G<sub>1</sub>:G<sub>2</sub> = 40:1:50:1. Aflatoxíny B<sub>1</sub> a M<sub>1</sub> vykazujú najvyššiu toxicitu, aflatoxín G<sub>1</sub> má asi polovičnú účinnosť a deriváty B<sub>2</sub>, G<sub>2</sub> a M<sub>2</sub> majú asi štvrtinovú toxicitu ako príslušné B<sub>1</sub>, G<sub>1</sub> a M<sub>1</sub>. O toxicite B<sub>2a</sub> a G<sub>2a</sub> nie sú ešte presné údaje (2). Akútna toxická dávka pre ľudí je 25 mg/75 kg telesnej váhy (3).

Aflatoxíny sú produkty lákovej výmeny rôznych druhov plesní. Najznámejšia je produkcia aflatoxínov kmeňmi *Aspergillus flavus*; okrem nich má túto schopnosť celý rad ďalších kmeňov iných druhov a rodov. Prehľad udáva nasledovná tabuľka: (4)

Uvedené druhy mikroorganizmov, resp. všetky ich kmene, však neprodukujú aflatoxíny vždy a za každých podmienok. Zistilo sa, že z 43 kmeňov *A. flavus* izolovaných z kukurice bolo 26 schopných produkcie. U *A. niger* boli 3 izoláty z počtu 9 aflatoxín-pozitívne. U *Penicillium puberulum* 2 z 24. Z 10 kmeňov *A. flavus*, izolovaných zo splesnivelej pšenice, len 1 produkoval aflatoxíny (2).

Množstvo vyprodukovaného toxínu závisí tak od kmeňa, ako aj od živného prostredia. Niektoré kmene môžu produkovať až 100 µg/g mycélia, iné sotva dosiahnu hranicu dokázateľnosti. Na druhej strane sú živné prostredia, na ktorých tvoria pozitívne kmene veľa aflatoxínov (obilie, olejniny), a iné, na ktorých sa tvoria len minimálne množstvá (zemiakový škrob, sušené ovocie, čaj, káva, bielkovinové substráty).

Okrem prítomnosti vhodného kmeňa a živného prostredia, ktoré sú vlastne k dispozícii, je pre rast plesní a tvorbu toxínov dôležitá najmä teplota. Je zaujímavé, že u *A. flavus* sa teplotné optimum rastu (30 °C) nezhoduje s optimom produkcie aflatoxínov (okolo 24 °C), (2, 4). Skutočnosť, že niektoré druhy *Penicillii* sú schopné produkovať aflatoxíny, je mimoriadne dôležitá najmä preto, že *Penicília* znášajú pomerne dobre chlad (v protiklade s *Aspergillus*, ktorý k svojmu rastu potrebuje vyššie teploty). Uloženie potravín v chlade preto nevylučuje možnosť tvorby aflatoxínov (4, 5).

Ďalším dôležitým faktorom pre tvorbu aflatoxínov je vlhkosť

Tabuľka 1. Prehľad producentov aflatoxínov

| Aspergillus | Penicillium         |
|-------------|---------------------|
| amsterodami | glaucum             |
| avenaceus   | expansum            |
| carneus     | frequentans         |
| chevalerii  | citromyces strictum |
| clavatus    | alebo asymmetricum  |
| flavus      | citrinum            |
| fumigatus   | species             |
| glaucus     | digitatum           |
| nidulans    | puberulum           |
| niveus      | variabile           |
| niger       |                     |
| ochraceus   | Mucor mucedo        |
| oryzae      |                     |
| parasiticus | Rhizopus sp.        |
| wentii      |                     |
| ostianus    |                     |
| ruber       |                     |

prostredia. U *A. flavus* je minimum rastu 13 % vlhkosti v živnom prostredí; od 17,5 % nastáva tvorba toxínov. Avšak práve vysoká vlhkosť je v tropických krajinách najväčším problémom [2].

Relatívna vlhkosť vzduchu musí byť nad 65 %, aby mohlo dôjsť k vyklíčeniu spór a k produkcii toxínov. Pritom má najväčší význam povrchová vlhkosť v mikropriestoroch [4].

Kyslík je potrebný najmä pri klíčení spór, avšak je nezbytný aj pre tvorbu aflatoxínov. Pri pokusoch s baleným chlebom sa ukázalo, že toxické kmene síce môžu pod obalom pomaly rásť, avšak netvoria aflatoxíny [2].

Z mycélia sa aflatoxín dostáva v krátkom čase do okolitých vodnatých vrstiev potravy. To znamená, že potraviny, z ktorých bol odstránený povrchový plesňový porast, môžu obsahovať aflatoxíny. Pokusmi sa zistilo, že aflatoxín B<sub>1</sub> difunduje veľmi rýchle do potravín bez ohľadu na to, či je zachovaná pôvodná bunčná štruktúra potravy alebo či je v dô-

sledku technologických procesov porušená. Často sa stáva tak v domác-  
nostiach, ako aj v obchodnej sieti, že sa z potravín odstráni plesňový  
porast mytím, oškriabaním alebo vyrezaním a tovar sa týmto zákrokom  
stáva na pohľad nezávadným. Ak však pleseň bola producentom toxínov,  
difundovala už časť toxínov do potraviny (4).

Najčastejšie dochádza k výskytu aflatoxínov v podzemnici a podzemni-  
cových produktoch. Výskyt aflatoxínov predpokladá, že surovina musela  
byť napadnutá plesňami aj keď len mikroskopického rozsahu. Dosiaľ je  
známa široká škála produktov, pri ktorých sa dokázala prítomnosť afla-  
toxínov. Pritom je dôležité, že sa vo veľa prípadoch jednalo o množstvá  
na hranici dokázateľnosti alebo o potraviny so znateľným plesňovým  
porastom, ktoré už neprichádzali do úvahy pre ľudský konzum. Aflato-  
xíny sa zistili v nasledovných produktoch: pšenica, pšeničná krupica a  
múka, kukurica, ryža, celoražný chlieb, makaróny, podzemnica, produkty  
z podzemnice, sušený hrach, hrachová múčka, sója, sójový olej, múčka  
z bavlníkového semena, kakao, kokosový orech, lieskové a muškátové  
oriešky, para orechy, mandle, sezam; sušené zemiaky, sušený maniok,  
rybacia múčka; saláma, šunka, slanina, syr; pomaranče, citróny, brosky-  
ne, jablká, rajčinový pretlak, biele víno, nakladané uhorky (2, 4, 5).

Svetové organizácie FAO a WHO (Food and Agricultural Organization,  
World Health Organization) stanovili maximálny možný obsah aflatoxí-  
nov v potravinách 30  $\mu\text{g/kg}$ . Avšak predpisy niektorých krajín nepri-  
púšťajú aflatoxíny v potravinách vôbec. Pre krmivá sú predpisy odlišné.  
V Taliansku a NSR nie je dovolené používať aflatoxín-pozitívne produkty  
na kŕmenie mladej hydiny a zvierat v laktácii. Na kŕmenie výkrmového  
dobytky a nosníc sa smie používať aflatoxín-pozitívne krmivo s obsahom  
až 2 mg/kg len po častiach. Tieto obmedzenia vychádzajú z poznatkov,  
že pri kŕmení dobytky krmivom obsahujúcim aflatoxíny vylučujú sa do  
mlieka aflatoxíny M<sub>1</sub> a M<sub>2</sub>, ktoré vznikajú premenou B<sub>1</sub> a B<sub>2</sub>. Toxicita  
mlieka sa nezniží ani pasterizáciou ani sušením. Naopak, vo vajciach  
sliepok a v mäse a pečení hovädzieho dobytky, kŕmených aflatoxín-pozí-  
tívnymi krmivami, sa aflatoxíny nenachádzajú (4).

Na detoxifikáciu aflatoxínov v potravinách a krmovinách sú  
vhodné rôzne metódy:

- fyzikálna separácia — pre potravinárske účely
- extrakčné metódy — extrakcia aflatoxínov polárnymi rozpúšťadla-  
mi vhodná pre krmivá
- kombinovaný účinok tepla a vlhkosti — teplotná stabilita aflatoxí-  
nov až do 200 °C nedovoľuje využiť ohrev na inaktiváciu. Výrazná  
redukcia aflatoxínov nastane pri autoklávaní vlhkých materiá-  
lov
- chemická inaktivácia — reakcie s NH<sub>3</sub>, NaOH, metylamínom, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> vhodný pre bielkovinové materiály (6).

## Materiál a metódy

Sortiment potravín a potravinárskych surovín dovážaných z rozvojo-  
vých krajín je pomerne úzky. Niektoré druhy potravín, zaujímavé z hľa-  
diska možnosti výskytu aflatoxínov, sa dovážajú len zo socialistických

## S ú h r n

Článok uvádza do problematiky výskytu aflatoxínov v potravinách. Prináša najdôležitejšie poznatky z oblasti výskumu aflatoxínov, oboznamuje s ich účinkami a podmienkami tvorby, ako aj možnými spôsobmi redukcie aflatoxínov v potravinách. V experimentálnej časti sa uvádzajú výsledky rozborov vzoriek potravín a potravinárskych surovín dovážaných z rozvojových krajín.

## L i t e r a t ú r a

1. Thier, H. P.: Über Aflatoxine. Dtsch. Lebensm. Rdsch. **62**, 1969, 4, 118—120.
2. Frank, H. K.: Vorkommen, Verbreitung und Eigenschaften von Carzinogenen bei Schimmelpilzen. Planta medica, dodatok 1968, 63—76.
3. Mráz, A.: Aflatoxikóza kačíc. II. časť. Veterinářství **20**, 1970, 7.
4. Hanssen, E. G. a Hagedorn, G.: Untersuchungen über Vorkommen und Wanderung von Aflatoxin B<sub>1</sub> und seine Veränderungen bei einigen lebensmitteltechnologischen Prozessen. Z. Lebensmittel-Untersuch. u.-Forschung **141**, 1969, 3 129—145.
5. Frank, H. K., Eyrich, W.: Über den Nachweis von Aflatoxinen und das Vorkommen Aflatoxin-vortäuschender Substanzen in Lebensmitteln. Z. Lebensmittel-Untersuchung u.-Forsch. **138**, 1968, 1.
6. Goldblatt, L. A.: Aflatoxin. New York 1969, 1—11.
7. Frank, H. K.: Nachweis von Aflatoxinen in Lebens- und Futtermitteln. Alimenta **8**, 1969, 3, 63.

Наблюдение за нахождением афлатоксинов в пищевом сырье, импортированном из малоразвитых стран

## Выводы

Статья вводит в проблематику нахождения афлатоксинов в пищу. Приводит основные познания в отрасли исследования афлатоксинов, ознакомливает с их действиями, условиями возникновения, а также с возможными способами редукции афлатоксинов в пищу. В экспериментальной части статья приводит результаты анализов образцов пищи и пищевого сырья, импортируемого из малоразвитых стран.

## Survey of aflatoxin presence in food raw-materials imported from underdeveloped countries

## Summary

The paper deals with the problem of aflatoxins presence in food. There are presented the most important knowledge in the area of the aflatoxin research, their effects, the conditions of their production and the possibility of reduction of aflatoxins in food.

The results of food samples and food raw-materials analysis, imported from underdeveloped countries are showed in experimental part.