

VÝSKYT AFLATOXINU M₁ V SYROVÉM KRAVSKÉM MLÉCE V ČESKÉ REPUBLICE

THE PRESENCE OF AFLATOXIN M₁ IN RAW COW MILK IN THE CZECH REPUBLIC

Eva Baldíková¹ – Lucie Hasoňová¹ – Tereza Janů¹ – Simona Janoušek Honesová¹
Mohammed Sulaiman Iliyasu¹ – Oto Hanuš² – Hana Nejeschlebová^{1,2} – Eva Samková¹

¹Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická, Studentská 1668,
370 05 České Budějovice

² Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Ke Dvoru 12a, 160 00 Praha

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-048-1-0011>



ABSTRAKT

Mléko je klíčovou surovinou v lidské výživě, a proto je přítomnost jakýchkoliv kontaminujících látek vysoce nežádoucí. V této práci byla sledována přítomnost aflatoxinu M₁ (AFM₁) v bazénových vzorcích syrového kravského mléka pomocí semikvantitativního testu Aflasensor. Z celkového počtu 67 vyšetřených vzorků bazénového mléka u 30 % vzorků nebyla přítomnost AFM₁ vůbec detekována, u 30 % vzorků byla koncentrace AFM₁ v rozpětí 0,031–0,049 µg/kg a u 40 % byla zjištěna koncentrace AFM₁ nad 0,050 µg/kg.

Klíčová slova: dojnice; mléko; bazénové vzorky; mykotoxiny; aflatoxin M₁; kontaminace

ABSTRACT

Milk is a crucial part of human nutrition; therefore, the presence of any contaminant is highly undesirable. In this work, aflatoxin M₁ (AFM₁) in raw cows' milk samples was evaluated using a semi-quantitative test Aflasensor. From the total number of 67 bulk milk samples tested, 30 % of samples were AFM₁ negative, 30 % of samples had an AFM₁ concentration in the range of 0.031–0.049 µg/kg, and 40 % of samples had an AFM₁ concentration above 0.050 µg/kg.

Keywords: dairy cow; milk; bulk samples; mycotoxins; aflatoxin M₁; contamination

ÚVOD

Mléko je považováno za komplexní surovinu, která obsahuje nejen kvalitní bílkoviny a lehce stravitelné tuky, ale také minerální látky (vápník, draslík, fosfor) či vitamíny (A, B, D). K lidské výživě slouží zejména mléko kravské (96,4 %), v menší míře pak ovčí (1,8 %), kozí (1,6 %) a buvolí (0,2 %) (Eurostat, 2025). V České republice činila v roce 2023 spotřeba mléka a mléčných produktů v hodnotě tzv. mléčného ekvivalentu 254,9 kg na osobu (Kopáček, 2024). Mléko je konzumováno všemi věkovými skupinami a je tedy naprosto nezbytné zajistit jeho vysokou jakost a zdravotní nezávadnost. Jedny z potenciálních kontaminantů jsou mimo hojně skloňovaných antibiotik a jiných léčiv také aflatoxiny.

Aflatoxiny představují významnou skupinu mykotoxinů, sekundárních metabolitů produkovaných ubikvitními plísněmi především druhů *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus*. V mléce a mléčných produktech lze detekovat aflatoxin M₁ (AFM₁), který vzniká v játrech zvířat po pozření krmiva

kontaminovaného aflatoxinem B₁ (AFB₁). U laktujících jedinců pak dochází během 12–24 h od expozice k přenosu AFM₁ do mléka (Battacone et al., 2003). Míra tohoto přenosu se různí v závislosti na řadě faktorů, mj. zdravotním stavu, složení bачorové mikrobioty, biotransformační kapacitě jater či aktuální mléčné produkci (Zentai et al., 2023). Množství AFM₁ vylučovaného do mléka pak závisí na koncentraci AFB₁ v kontaminovaném krmivu. Uvádí se, že do mléka v podobě AFM₁ přechází 1–2 % (u dojnic s vysokou produkcí až 6,2 %) perorálně přijatého AFB₁ (Fink-Gremmels, 2008).

Jak AFB₁, tak AFM₁ byly Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) zařazeny mezi prokázané karcinogeny pro člověka (skupina 1). Kromě karcinogenních účinků vykazují také teratogenní, mutagenní, hepatotoxické a imunosupresivní účinky (Bennet a Klich, 2003). Zvláště nebezpečná je konzumace kontaminovaného mléka kojenci a malými dětmi, u kterých může dojít ke zdravotním potížím gastrointestinálního charakteru, kognitivním problémům, poškození imunitního systému či k retardaci ve vývoji (Kadan a Aral, 2021).

Maximální limit reziduí (MRL) AFM₁ v mléce a mléčných produktech byl Evropskou unií (Nařízení Komise (EU) 2023/915) stanoven na 0,050 µg/kg (v případě výživy pro kojence a malé děti na 0,025 µg/kg). Mírnější limit (0,5 µg/kg) je uplatňován např. v USA, Číně, Indii a z evropských zemí např. v Srbsku. Tento limit vychází z Codex Alimentarius. Pokud některé země samy nemají ustanoven maximální limit pro AFM₁ v mléce, potom se obvykle řídí jedním z těchto dvou limitů.

Cílem této práce bylo vyhodnocení výskytu AFM₁ v bazénových vzorcích syrového kravského mléka ve vybraných chovech pomocí semikvantitativní metody detekce.

MATERIÁL A METODIKA

Odběr vzorků

Bazénové vzorky kravského mléka (n = 67) byly odebrány jednorázově (listopad 2018) u náhodně vybraných chovů dojeného skotu v rámci České republiky. Vzorky mléka (50 ml/vzorek) byly odebrány pomocí automatického vzorkovacího zařízení mléčných cisteren v rámci pravidelných svozných linek. Vzorky byly v chladicích boxech (4 °C) transportovány do laboratoře, kde byly ihned analyzovány.

Stanovení AFM₁

Stanovení AFM₁ bylo provedeno pomocí rychlého semikvantitativního testu Aflasensor Milk (Unisensor, Seraing, Belgie) s mezí stanovitelnosti (LOQ) 30 ppt a rozsahem kvantifikace od 30 do 150 ppt. Aflasensor je kompetitivní test se specifickou protilátkou, která má vysokou afinitu k AFM₁. Testování proběhlo podle instrukcí výrobce, tzn., 200 µl vzorku bylo napipetováno do testovací jamky obsahující známé množství protilátky navázané na částice zlata. Následovala inkubace (3 min. při 40 °C), po které byl do jamky vložen testovací proužek (měrka, tvořená sadou membrán se specifickými záchytnými liniemi). Následovala druhá inkubace (7 min. při 40 °C) a odečtení výsledku dle intenzity barvy v porovnání s kontrolní linií. Současně byly použity pozitivní a negativní kontrolní standardy dodané výrobcem testu.

Výrobce testu jsou vzorky s AFM₁ hodnotami <0,050 µg/kg interpretovány jako negativní a nad ≥0,050 µg/kg jako pozitivní.

Pro účely této studie byly vzorky rozděleny dle AFM₁ koncentrací na: negativní – bez detekce AFM₁ resp. ≤0,030 µg/kg, pozitivní – přítomnost AFM₁ v rozmezí 0,031–0,049 µg/kg, a nadlimitní – s koncentrací AFM₁ vyšší než povolený limit pro mléko (≥0,050 µg/kg).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výskyt AFM₁ je ovlivněn řadou faktorů, zahrnujících jednak klimatické podmínky (teplota, vlhkost substrátu a vnějšího prostředí, pH, množství dešťových srážek), jednak podmínky určené zemědělskou praxí (druh používané plodiny/typ krmiva, včasná sklizeň, podmínky a doba skladování) (Köppen et al., 2010; Patyal et al., 2020; Chhaya et al., 2023). Výslednou hodnotu AFM₁ ovlivňují také analytické techniky využívané k detekci AFM₁, zejména jejich citlivost a přesnost (Boudra et al., 2007).

Z testovaných vzorků mlék (n = 67) obsahovalo 47 vzorků (70 %) detekovatelnou koncentraci AFM₁ (Tabulka 1). U 27 vzorků byla koncentrace AFM₁ vyšší než MRL, přičemž dva vzorky dokonce vykazovaly AFM₁ koncentraci vyšší než 0,100 µg/kg.

Tabulka 1: Výskyt aflatoxinu M₁ (AFM₁) ve vzorcích bazénového mléka v rámci České republiky v roce 2018.

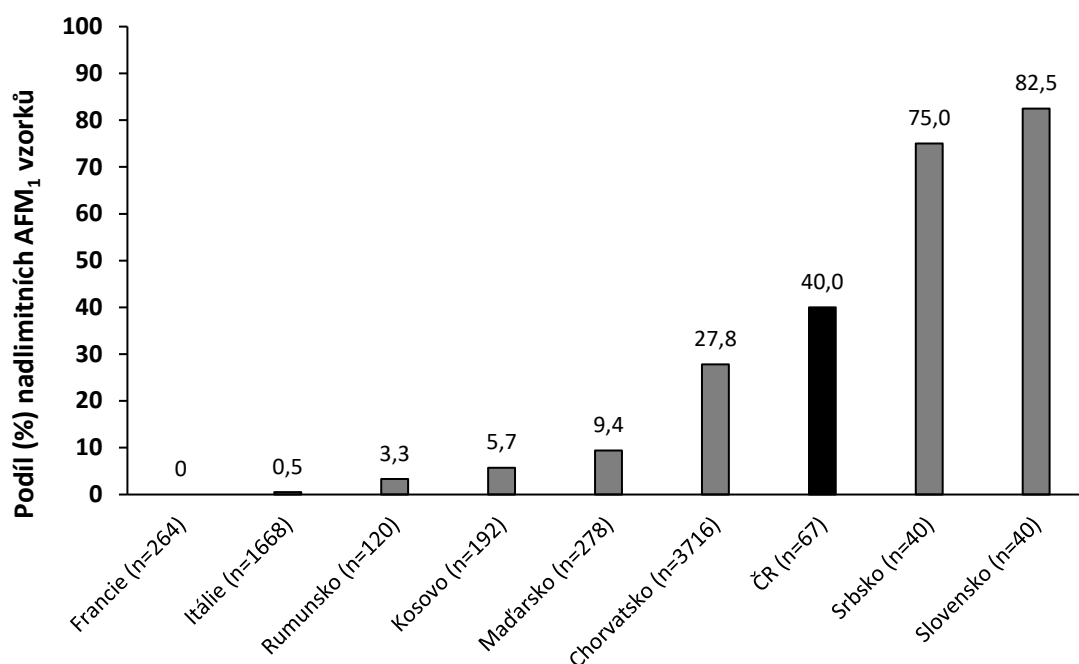
AFM ₁ skupina	Koncentrace AFM ₁ (µg/kg)	Četnost vzorků	
		n	%
Negativní	≤0,030	20	30
Pozitivní	0,031–0,049	20	30
Nadlimitní	≥0,050	27	40
Celkem		67	100

V České republice jsou cizorodé látky včetně AFM₁ v mléce pravidelně monitorovány Státní veterinární správou České republiky. Tato poskytuje přehled o výsledcích monitoringu v ročních hlášeních. V roce 2018 bylo analyzováno 36 vzorků syrového kravského mléka a žádný z nich neobsahoval detekovatelné množství AFM₁ (SVS, 2019).

Ve studii provedené v roce 2022 bylo vyšetřeno 172 vzorků bazénového mléka v rámci České republiky. Bylo zjištěno 13,4 % pozitivních vzorků a pouze dva (1,2 %) AFM₁ nadlimitní vzorky. Průměrná koncentrace AFM₁ byla 0,0037 µg/kg (Hasoňová et al., 2025).

Výskyt AFM₁ v evropských zemích je v porovnání se zeměmi afrického a asijského kontinentu (kde jsou dosahovány i velmi vysoké AFM₁ koncentrace a leckdy také 80–100 % pozitivita vzorků) nízký a tomu odpovídá i nastavená hodnota MRL. Např. ve Francii zaznamenali Boudra et al. (2007) 3,4 % pozitivních vzorků (n = 264), aniž by kterýkoliv z nich překročil MRL. V Itálii byla během let 2012–2014 detekována přítomnost AFM₁ u 2,2 % testovaných vzorků (n = 1668) a pouze 0,5 % z nich vykazovalo AFM₁ koncentraci nad MRL. Maximální zjištěná koncentrace AFM₁ činila 0,208 µg/kg (Bellio et al., 2016). Nízký výskyt nadlimitních vzorků byl zaznamenán také v Rumunsku, kdy pouze čtyři vzorky ze 120 testovaných překročily MRL, AFM₁ koncentrace těchto vzorků se pohybovaly v rozmezí 0,058–0,087 µg/kg (Tita et al., 2011).

V Maďarsku bylo v letech 2021–2022 testováno na přítomnost AFM₁ 278 vzorků, z nichž 68,7 % bylo pozitivních. Nadlimitní AFM₁ koncentraci vykazovalo 9,4 % testovaných vzorků (Buzás et al., 2024). 27,8 % nadlimitních vzorků (n = 3716) bylo zaznamenáno v roce 2013 v Chorvatsku, kde maximální AFM₁ koncentrace dosáhla 1,135 µg/kg (Bilandžić et al., 2014). Na Slovensku bylo testováno 40 vzorků syrového mléka, z nichž 36 bylo AFM₁ pozitivních. AFM₁ koncentrace u 17,5 % vzorků vyhovovala MRL a u 72,5 % přesáhla koncentraci 0,200 µg/kg (Hricikova et al., 2023). V Srbsku bylo v letech 2013–2014 zaznamenáno 56,3 % nadlimitních vzorků (n = 1438), z nichž 24,6 % obsahovalo AFM₁ koncentraci vyšší než limit podle Codex Alimentarius (0,5 µg/kg) (Tomašević et al., 2015). Podíl nadlimitních vzorků (%) v některých evropských zemích je znázorněn na Obrázku 1.



Obrázek 1: Podíl (%) aflatoxin M₁ (AFM₁) nadlimitních vzorků (>0,050 µg/kg) ve vybraných evropských zemích. Upraveno dle: Boudra et al., 2007; Tita et al. 2011; Bilandžić et al., 2014; Kos et al., 2014; Bellio et al., 2016; Camaj et al., 2018; Hriciková et al., 2023; Buzás et al., 2024; ČR – naše studie).

ZÁVĚR

Aflatoxin M₁ představuje vzhledem ke svým četným chronickým účinkům významné riziko pro zdraví lidí. Pomocí jednoduchého kompetitivního testu byla zjištěna detekovatelná koncentrace AFM₁ u 70 % testovaných vzorků syrového kravského mléka. Obsah AFM₁ byl u 40 % vzorků vyšší, než je maximální povolený limit, žádný ze vzorků však nepřekročil limit uváděný v Codex Alimentarius. Námi zjištěné výsledky potvrzují, že pravidelné hodnocení přítomnosti AFM₁ je zapotřebí s tím, že počty ročně hodnocených vzorků ze strany příslušných úřadů by mohly být i navýšeny. Významný faktor, který je třeba brát v úvahu, jsou klimatické podmínky za předchozí rok, neboť ty silně ovlivňují kvalitu krmiv předkládaných dojnícím, a tím i riziko výskytu AFM₁ v mléce.

PODĚKOVÁNÍ

Výzkum byl finančně podpořen Ministerstvem zemědělství České republiky (projekt QK21010326) a Grantovou agenturou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (projekt GAJU 005/2022/Z).

LITERATURA

Battaccone, G., Nudda, A., Cannas, A., Borlino, A. C., Bomboi, G., Pulina, G. (2003): Excretion of aflatoxin M1 in milk of dairy ewes treated with different doses of aflatoxin B1. *Journal of Dairy Science*, 86(8): 2667–2675. Dostupné z: doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73862-4.

Bellio, A., Bianchi, D. M., Gramaglia, M., Loria, A., Nucera, D., Gallina, S., Gili, M., Decasteli, L. (2016): Aflatoxin M1 in cow's milk: Method validation for milk sampled in Northern Italy. *Toxins*, 8(3):57. Dostupné z: doi:10.3390/toxins8030057.

Bennet, J. W., Klich, M. (2003): Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, 16: 497-516. Dostupné z: doi:10.1128/CMR.16.3.497-516.2003.

Bilandžić, N., Božić, Đ., Đokić, M., Sedak, M., Kolanović, B. S., Varenina, I., Tanković, S., Cvetnić, Ž. (2014): Seasonal effect on aflatoxin M1 contamination in raw and UHT milk from Croatia. *Food Control*, 40: 260–264. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodcont.2013.12.002.

Boudra, H., Barnouin, J., Dragacci, S., Mordavi, D. P. (2007): Aflatoxin M1 and ochratoxin A in raw bulk milk from French dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 90(7): 3197–3201. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2006-565.

Buzás, H., Szabó-Sárvári, L. C., Szabó, K., Nagy-Kovács, K., Bukovics, S., Süle, J., Szafner, G., Hucker, A., Kocsiso, R., Kovács, A. J. (2023): Aflatoxin M1 detection in raw milk and drinking milk in Hungary by ELISA - A one-year survey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 121. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2023.105368.

Camaj, A., Meyer, K., Berisha B., Arbnesi, T., Haziri, A. (2018): Aflatoxin M1 contamination of raw cow's milk in five regions of Kosovo during 2016. *Mycotoxin Research*, 34(3): 205–209. Dostupné z: doi:10.1007/s12550-018-0315-4.

Chhaya, R. S., Membré, J. M., Nag, R., Cummins, E. (2023): Farm-to-fork risk assessment of aflatoxin M1 in milk under climate change scenarios – A comparative study of France and Ireland. *Food Control*, 149: 109713. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodcont.2023.109713.

Eurostat (2025): Milk and milk product statistics [Online]. [cit. 2025/1/30]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics.

Fink-Gremmels, J. (2008): Mycotoxins in cattle feeds and carry-over to dairy milk: A review. *Food Additives and Contaminants Part A-Chemistry Analysis Control Exposure and Risk Assessment*, 25(2): 172–180. Dostupné z: doi:10.1080/02652030701823142.

Hasoňová, L., Samková, E., Baldíková, E., Reindl, K., Nejeschlebová, H., Janoušek Honesová, S., Hanuš, O. (2025). Occurrence and seasonal variation of aflatoxin M₁ in raw cow milk in the Czech Republic, Central Europe. *Food Control*, 170: 111028. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodcont.2024.111028.

Hricíková, S., Kožárová, I., McGoldrick, D., McCaul, O. (2023): Detection of antibiotic residues and mycotoxins in milk using competitive immunochromatographic tests. *Folia Veterinaria*, 67(1): 35–44. Dostupné z: doi:10.2478/fv-2023-0004.

Kadan, G., Aral, N. (2021): Effects of mycotoxins on child development. *Current Molecular Pharmacology*, 14(5): 770–781. Dostupné z: doi:10.2174/1874467213999201214225531.

Kopáček, J. (2024). Současný stav světového, evropského a českého mlékárenství a jeho perspektiva. Den s mlékem na Mendelu. Brno, 7. 3. 2024.

Köppen, R., Koch, M., Siegel, D., Merkel, S., Maul, R., Nehls, I. (2010): Determination of mycotoxins in foods: Current state of analytical methods and limitations. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 86(6), 1595–1612. Dostupné z: doi:10.1007/s00253-010-2535-1.

Kos, J., Lević, J., Đuragić, O., Kokić, B., Miladinović, I. (2014): Occurrence and estimation of aflatoxin M₁ exposure in milk in Serbia. *Food Control*, 38: 41–46. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foodcont.2013.09.060.

Patyal, A., Gill, J. P. S., Bedi, J. S., Aulakh, R. S. (2020): Occurrence of Aflatoxin M₁ in raw, pasteurized and UHT milk from Punjab, India. *Current Science*, 118(1): 79–86. Dostupné z: doi:10.18520/cs/v118/i1/79-86.

SVS (2019): Státní veterinární správa ČR: Kontaminace potravinového řetězce cizorodými látkami: Situace v roce 2018. Informační bulletin č. 1/2019 [cit. 2024/12/07]. Dostupné z: https://www.svscr.cz/wp-content/files/ib_01_2019_CZ.pdf.

Tita, P., Ketney, O., Tita, M. A., Tifrea, A. M. (2011): Assessment of aflatoxin M₁ in raw milk in the Maramures province of Romania. The General Association of the Engineers in Romania [Online], 1296 [cit. 2024/12/06]. Dostupné z: <https://www.agir.ro/buletine/1296.pdf>.

Tomašević, I., Petrović, J., Jovetić, M., Raičević, S., Milojević, M., Miočinović, J. (2015): Two year survey on the occurrence and seasonal variation of aflatoxin M₁ in milk and milk products in Serbia. *Food Control*, 56: 64–70. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodcont.2015.03.017.

Zentai, A., Józwiak, A., Süth, M., Farkas, Z. (2023): Carry-over of aflatoxin B₁ from feed to cow milk: A review. *Toxins*, 15(3). Dostupné z: doi:10.3390/toxins15030195.

Kontaktní adresa: prof. Ing. Eva Samková, Ph.D., Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice, Česká republika, e-mail: samkova@fzt.jcu.cz