

Výskyt ochratoxinu A v pivech

The Occurrence of Ochratoxin A in Beers

Sylvie BĚLÁKOVÁ, Karolína BENEŠOVÁ, Renata MIKULÍKOVÁ, Zdeněk SVOBODA

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Sladařský ústav Brno, Mostecká 7, 614 00 Brno, Česká republika / *Research Institute of Brewing and Malting, Malting Institute Brno, Mostecká 7, 614 00 Brno, Czech Republic*

e-mail: belakova@beerresearch.cz

Recenzovaný článek / *Reviewed paper*

Běláková, S. – Benešová, K. – Mikulíková, R. – Svoboda, Z.: Výskyt ochratoxinu A v pivech. *Kvasny Prum.* 61, 2015, č. 2, s. 34–37

V letech 2011–2014 byl sledován výskyt ochratoxinu A v pivech z obchodní sítě České republiky. Jednalo se o piva výčepní, ležáky, speciální, nealkoholická a pivní mixy. Celkem bylo analyzováno 132 vzorků. Ochratoxin A byl nalezen u 81 % z nich. Jeho koncentrace se pohybovala v rozmezí 1,0–194,6 ng.l⁻¹. Průměrný obsah ochratoxinu A ve všech vzorcích v souvislosti s rokem výskytu byl 14,2–39,9 ng.l⁻¹. Obsah ochratoxinu A byl analyzován metodou kapalinové chromatografie s fluorescenční detekcí (UPLC/FLR).

Běláková, S. – Benešová, K. – Mikulíková, R. – Svoboda, Z.: The Occurrence of Ochratoxin A in Beers. *Kvasny Prum.* 61, 2015, No. 2, pp. 34–37

In 2011–2014 the occurrence of ochratoxin A in beers from Czech retail network was studied. The beers included draught beers, lagers, special non-alcoholic beers and beer mixtures. Totally, 132 samples were analyzed. Ochratoxin A was detected in 81 % of the samples. Its concentration moved from 1.0–194.6 ng.l⁻¹. Average ochratoxin A content in all samples in connection with the year of the occurrence was 14.2–39.9 ng.l⁻¹. Ochratoxin A content was analyzed using the method of liquid chromatography with the fluorescent detection (UPLC/FLR).

Běláková, S. – Benešová, K. – Mikulíková, R. – Svoboda, Z.: Das Auftreten des Ochratoxins A in den Bieren. *Kvasny Prum.* 61, 2015, Nr. 2, S. 34–37

Im Zeitraum 2011 – 2014 wurde das Auftreten des Ochratoxins A in den Bieren aus dem Biermarkt der Tschechischen Republik verfolgt. Es handelte sich um Zapf-, Lager-, Spezial-, Alkoholfrei- und Biermische, insgesamt wurde 132 Muster analysiert. In 81% wurde Ochratoxin A festgestellt, seine Konzentration lag im Bereich 1,0 – 194,6 ng.l⁻¹. In Zusammenhang mit dem Jahr des Auftretens lag in allen Mustern ein durchschnittlicher Gehalt an Ochratoxin A im Bereich 14,2 – 39,9 ng.l⁻¹. Ochratoxin A wurde durch die Methode der Flüssigchromatographie mit Fluoreszenzdetektion (UPLC/FLR) analysiert.

Klíčová slova: pivo, mykotoxiny, ochratoxin A, UPLC/FLR

Keywords: beer, mycotoxins, ochratoxin A, UPLC/FLR

1 ÚVOD

Ochratoxin A (OTA) patří mezi významné nefrotoxické mykotoxiny s karcinogenními účinky a je spojován s nádory ledvin (Malíř et al., 2014). Tento toxický metabolit je v tropických a subtropických oblastech v potravinách produkovan zejména vláknitými mikroskopickými houbami rodu *Aspergillus*. Optimální teplota pro jeho produkci (např. pro *Aspergillus ochraceus*) se pohybuje okolo 28 °C, i když může být touto vláknitou mikroskopickou houbou produkovan v teplotním rozsahu 15–37 °C. V oblastech mírného podnebního pásu a v chladnějších oblastech je OTA produkovan spíše vláknitými mikroskopickými houbami rodu *Penicillium*. Mikroskopické houby rodu *Penicillium verrucosum* jsou schopny produkovat OTA již v rozmezí od 4–30 °C (Malíř et al., 2003).

OTA se chová jako kumulativní jed s rychlou absorpcí a pomalým vylučováním. V organismu metabolizuje na hydroxylované deriváty, které se vyznačují obdobnými cytotoxickými a imunopresivními účinky, jako OTA. Mezinárodní organizace pro výzkum rakoviny – IARC FAO/WHO (1993) klasifikuje OTA jako možný karcinogen pro člověka (kategorie 2B) (Anli et al., 2010).

OTA se vyskytuje v řadě komodit jak rostlinného, tak i živočišného původu (Malíř et al., 2003; Zöllner et al., 2006). Za jeho hlavní zdroje v potravinách jsou pokládány obiloviny (ječmen, žito, oves, pšenice, rýže, kukuřice) a výrobky z nich (Kabak, 2009), dále vinné hrozny a produkty z nich – víno, vinná šťáva a vinný ocet, a rovněž káva, luštěniny, koření a zelený čaj (Varga et al., 2005; Studer-Rohr et al., 1995).

V obilovinách je ochratoxin A produkovan zejména mikroskopickou vláknitou houbou *P. verrucosum*, zřídka *A. ochraceus*. Kontaminace obilovin OTA je považována především za posklizňový problém (Amézqueta et al., 2009; Anli et al., 2010). Kritické faktory, které ovlivňují produkci OTA v napadených obilovinách během pěstování, sklizně a především skladování, jsou teplota, vlhkost a čas, po který je obilovina vystavena nepříznivým podmínkám (Amézqueta et al., 2009). OTA se přirozeně vyskytuje v ječmeni i ve sladu (Běláková et al., 2011). Ačkoli se OTA řadí mezi „skladištní“ mykotoxiny, může se vyskytovat i na poli nebo vznikat během procesu sladování (Anli et al., 2010).

1 INTRODUCTION

Ochratoxin A (OTA) belongs to important nephrotoxic mycotoxins with carcinogenic effects, it is associated with kidney cancer (Malíř et al., 2014). In the tropical and subtropical areas, this toxic metabolite is produced in foods mainly by filamentous microscopic fungi of *Aspergillus* species. The optimum temperature for its production, e.g. for *Aspergillus ochraceus*, moves around 28 °C, although it can be produced by this filamentous microscopic fungi in the thermal range of 15–37 °C. In the areas of the moderate climate zone and in colder areas, OTA is produced by filamentous microscopic fungi of *Penicillium* species. Microscopic fungi of *Penicillium verrucosum* sp. can already produce OTA in the range from 4–30 °C (Malíř et al., 2003).

OTA behaves as a cumulative poison with fast absorption and slow elimination. In the organism it is metabolized to hydroxylated derivatives with similar cytotoxic and immunosuppressive effects as OTA. The International Agency for Research on Cancer IARC FAO/WHO (1993) classifies OTA as a possible carcinogen for man (category 2B) (Anli et al., 2010).

OTA occurs in dozens of commodities of both plant and animal origin (Malíř et al., 2003; Zöllner et al., 2006), its main sources in foods being cereals (barley, rye, oats, wheat, rice, maize) and cereal products (Kabak, 2009), in addition grapes and derived products such as wine, juice, vinegar, then coffee beans, legumes, spices and green tea (Varga et al., 2005; Studer-Rohr et al., 1995).

In cereals, ochratoxin A is mainly produced by filamentous fungi *P. verrucosum*, rarely *A. ochraceus*. The contamination of cereals by OTA is considered to be a particularly post harvest problem (Amézqueta et al., 2009; Anli et al., 2010). Critical factors affecting OTA production in infected cereals during growing, harvest and namely storing include temperature, humidity and time for which the cereal is exposed to unfavorable conditions (Amézqueta et al., 2009). OTA occurs naturally in barley and malt (Běláková et al., 2011). Although OTA belongs to “storage” mycotoxins, it can also occur in the field or be produced during storage (Anli et al., 2010).

The presence of OTA in beer depends on the contamination of the input raw materials, i.e. malting barley and malt. Ochratoxin A is

Tab. 1 Počty analyzovaných piv / Table 1 Numbers of the analyzed beers

Rok / Year	Nealkoholická / Non-Alcoholic	Výčepní / Draught	Ležáky / Lagers	Speciály / Special Beers	Pivní mixy / Beer Mixtures	Celkem / Total
2011	3	11	15	4	0	33
2012	4	1	16	5	0	26
2013	2	6	19	7	1	35
2014*	3	8	17	4	6	38
Celkem / Total	12	26	67	20	7	132

*data do konce měsíce listopadu 2014 / data till the end of November 2014

Tab. 2 Průměrný obsah OTA (ng.l⁻¹) v pivu / Table 2 Average OTA content (ng.l⁻¹) in beer

Rok / Year	Positivní / Celkem Positive / Total	Rozmezí / Range	Prům. obsah OTA / Average OTA content
2011	33/33	4.8–194.6	39.9
2012	22/26	<1.0–170.1	26.9
2013	28/35	<1.0–77.6	14.2
2014	24/38	<1.0–141.0	13.5
Celkem / Total	107/132	<1.0–194.6	23.6

Přítomnost OTA v pivu závisí na kontaminaci vstupních surovin, tj. sladovnického ječmene a sladu. Ochratoxin A je při vysokých teplotách relativně stabilní. Při rmutování část OTA přechází do mláta, část zůstává ve sladince. Při fermentaci se OTA může adsorbovat na kvasinky a zbytek přechází do piva (Scott, 1996; Baxter et al., 2001; Mateo et al., 2007). OTA je také hydrolyzován kyselinami a některými proteasami na ochratoxin α a fenylalanin (Inoue et al., 2013).

V naší práci jsme dlouhodobě monitorovali výskyt OTA v pivech.

2 MATERIÁL A METODY

V letech 2011–2014 byl sledován výskyt mykotoxinu OTA v lahvoých pivech z maloobchodní sítě ČR. Jednalo se o piva výčepní, ležáky, speciály, nealkoholická a pivní mixy. Celkem bylo analyzováno 132 piv (viz tab. 1).

Ochratoxin A (OTA) v pivu byl analyzován po předchozím přečištění přes imunoafinitní kolonku OCHRAPREP. Vzorek piva byl odplyněn na ultrazvuku a jeho pH bylo upraveno na 7,2 pomocí 2M roztoku hydroxidu sodného. Takto upravený vzorek byl aplikován přímo na imunoafinitní kolonku. K promytí kolonky byl použit fosfátový pufr PBS. Eluce byla prováděna opakovaně (třikrát) 1,5 ml směsí methanol/kyselina octová 98/2 (v/v). Eluát byl odpařen ve vakuové odpare. Před nástřikem byl odparek rozpuštěn v 1 ml směsí methanol/voda 50/50 (v/v). Pro analytické stanovení OTA v pivu byla použita metoda ultra vysokoučinné kapalinové chromatografie ve spojení s fluorescenční detekcí (UPLC / FLR). Separace byla provedena na chromatografické koloně Acquity UPLC BEH C18 (2,1 mm x 100 mm s velikostí částic 1,7 μ m) pomocí gradientové eluce. Jako mobilní fáze byl použit acetonitril (ACN) a deionizovaná voda okyselená na pH 2,0 pomocí H₃PO₄. Separace byla provedena při 40 °C, průtokem mobilní fáze 0,3 ml.min⁻¹ a nástřiku 10 μ l. Excitační a emisní vlnová délka byly 335 a 440 nm. Délka analýzy byla 5 minut. Byla optimalizována a validována metoda s gradientovou elucí (LOD 0,3 ng.l⁻¹, LOQ 1,0 ng.l⁻¹, RSD 4,8 %) (Běláková et al., 2011).

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Ochratoxin A v koncentraci vyšší než 1,0 ng.l⁻¹ byl nalezen u 81 % analyzovaných vzorků (tab. 2).

Průměrná koncentrace OTA v nealkoholických pivech byla 9,0 ng.l⁻¹, výčepních pivech 28,9 ng.l⁻¹, ležáčích 29,2 ng.l⁻¹, speciálních pivech 16,9 ng.l⁻¹ a pivních mixech 27,9 ng.l⁻¹.

Podle nálezů OTA byla piva rozdělena do 4 kategorií (obr. 1).

Koncentrace OTA < 1 ng.l⁻¹

25 piv (19 %) neobsahovalo OTA (OTA byl pod mezí stanovení). Tato kategorie zahrnovala všechny druhy sledovaných piv. Nejvíce byla zastoupena piva z roku 2014 (14 piv).

relatively stable at high temperatures. During mashing, some OTA passes to spent grains, some remains in sweet wort. During fermentation, OTA can be adsorbed onto yeasts and the rest passes to beer (Scott, 1996; Baxter et al., 2001; Mateo et al., 2007). OTA is also hydrolyzed by acids and some proteases to ochratoxin α and phenylalanin (Inoue et al., 2013).

In this study we performed a long-term monitoring of the OTA occurrence in beers.

2 MATERIALS AND METHODS

In 2011–2014, the occurrence of OTA mycotoxin in bottled beers from the retail network in the CR was monitored. The beer samples included draught beers, lagers, special beers, non-alcoholic beers and beer mixtures. Totally, 132 beers were analyzed (see Table 1).

Ochratoxin A (OTA) in beer was analyzed after the previous purification on the immunoaffinity column OCHRAPREP. The beer sample was degassed in an ultrasonic bath and pH adjusted to 7.2 with 2M solution of sodium hydroxide. The sample was then applied directly on the immunoaffinity column. The column was washed with phosphate buffered saline (PBS). Elution was performed repeatedly (3x) in 1.5 ml of methanol/acetic acid mixture 98/2 (v/v). The eluate was evaporated in the vacuum evaporator and before injecting it was dissolved in 1 ml of methanol/water mixture 50/50 (v/v). For the analytical determination of OTA in beer, the ultra performance liquid chromatography method with the fluorescence detection (UPLC / FLR) was used. The separation was performed with the chromatographic column Acquity UPLC BEH C18 (2.1 mm x 100 mm with the particle size 1.7 μ m) using the gradient elution, with the mobile phase consisting of acetonitrile (ACN) and deionized water acidified to pH 2.0 with H₃PO₄. The separation was performed at 40 °C, flow rate of the mobile phase 0.3 ml.min⁻¹ and injection volume of 10 μ l. The excitation and emission wavelengths were 335 and 440 nm, respectively. The duration of the analysis was 5 minutes. The method with gradient elution (LOD 0.3 ng.l⁻¹, LOQ 1.0 ng.l⁻¹, RSD 4.8%) was optimized and validated (Běláková et al., 2011).

3 RESULTS AND DISCUSSION

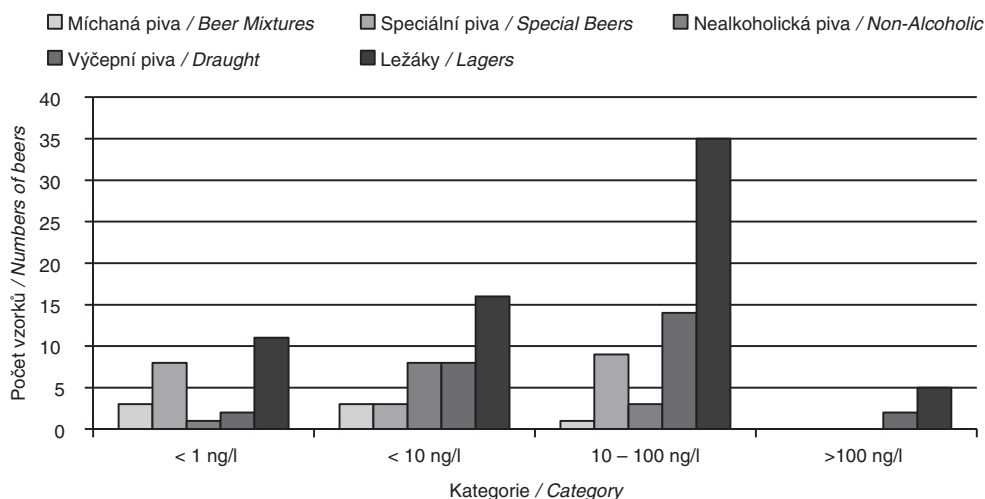
Ochratoxin A at concentration higher than 1.0 ng.l⁻¹ was detected in 81 % of the analyzed samples (Table 2).

The average OTA concentrations in non-alcoholic beers, draft beers, lagers, special beers, and beer mixtures were 9.0 ng.l⁻¹, 28.9 ng.l⁻¹, 29.2 ng.l⁻¹, 16.9 ng.l⁻¹, and 27.9 ng.l⁻¹, respectively.

According to the detected OTA contents, beers were split into four categories (Fig. 1).

OTA concentration < 1 ng.l⁻¹

25 beers (19 %) did not contain OTA (OTA was under the limit of detection). This category included all kinds of the beers under study. The most represented beers were from 2014 (14 beers).



Obr. 1 Rozdělení vzorků podle kategorií a zastoupení jednotlivých druhů pív / Fig. 1 Samples split according to categories and representation of the individual kinds of beers

Koncentrace OTA < 10 ng.l⁻¹

38 pív (29 %) obsahovalo OTA v nízké koncentraci, která nepřevyšovala 10 ng.l⁻¹. V této kategorii byly také zastoupeny všechny druhy sledovaných pív, nejvíce z roku 2014 (17 pív).

Koncentrace OTA v rozmezí 10–100 ng.l⁻¹

62 pív (47 %) obsahovalo OTA v koncentraci, která nepřevyšovala 100 ng.l⁻¹. Byly zde zastoupeny všechny druhy sledovaných pív, nejvíce z roku 2011 (24 pív).

Koncentrace OTA > 100 ng.l⁻¹

7 pív (5 %) obsahovalo OTA v koncentraci vyšší než 100 ng.l⁻¹, nejvíce vzorků pocházelo z roku 2011 (4 piva). V této kategorii byly zastoupeny pouze ležáky a výčepní piva.

Maximální povolené limity OTA v potravinách v České republice a Evropské unii jsou stanoveny Nařízením komise (ES) č. 1881/2006 stanovujícím maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách ve znění Nařízení komise (EU) č. 105/2010. Maximální limit pro výskyt OTA v ječmeni (nezpracovaná obilovina) je 5,0 µg.kg⁻¹ a sladu (produkt pocházející z nezpracované obiloviny) je 3,0 µg.kg⁻¹.

Maximální hodnota pro výskyt OTA v pivu nebyla dosud evropskou legislativou stanovena. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) stanovil v roce 2006 tolerovatelný týdenní příjem (TWI) pro OTA 120 ng.kg⁻¹ tělesné hmotnosti. TWI je dávka, kterou může spotřebitel přijmout během každého týdne svého života bez výrazného zvýšení poškození zdraví.

Nejvyšší koncentrace OTA v pivu, která byla během této studie na našem pracovišti naměřena, činila 194,6 ng.l⁻¹. Tato koncentrace byla naměřena v roce 2011, jednalo se o světlý ležák. Při vypití 0,5 l tohoto piva by byl konzument exponován dávkou 97,3 ng OTA. Průměrný muž, vážící 83 kg by takto přijal 1,0 % z TWI. Můžeme tedy říct, že obsah OTA v pivu nepředstavuje významné zdravotní ohrožení.

V roce 2005 bylo analyzováno 88 pív z obchodní sítě Španělska. OTA se vyskytoval v 83 % analyzovaných vzorcích v rozmezí 7,0–204 ng.l⁻¹ (Medina et al., 2005). V roce 2009 proběhla na VÚPS, a.s. v Brně studie, kde bylo analyzováno 115 pív z obchodní sítě ČR, OTA se vyskytoval ve 39 % vzorků, rozmezí kontaminace 1,0–244 ng.l⁻¹ (Běláková et al., 2011). V letech 2010–2011 bylo analyzováno 106 pív z obchodní sítě evropských zemí, OTA se vyskytoval v 68 % analyzovaných vzorků v rozmezí 5,0–189 ng.l⁻¹ (Bertuzzi et al., 2011).

Naše výsledky jsou plně v souladu s dříve publikovanými daty.

4 ZÁVĚR

Pivo patří mezi nejoblíbenější alkoholické nápoje po celém světě. V České republice činila jeho spotřeba v roce 2013 144 l na obyvatele (Český svaz pivovarů a sladoven). Z důvodu masivní spotřeby tohoto nápoje je nezbytné sledovat jeho kvalitativní parametry, ke

OTA concentration < 10 ng.l⁻¹

38 beers (29%) contained OTA at low concentration not exceeding 10 ng.l⁻¹. This category also included all kinds of the studied beers, mostly from 2014 (17 beers).

OTA concentration in the range of 10–100 ng.l⁻¹

62 beers (47%) contained OTA at concentration not exceeding 100 ng.l⁻¹. It included all kinds of the studied beers, mostly from 2011 (24 beers).

OTA concentration > 100 ng.l⁻¹

7 beers (5%) contained OTA at concentration higher than 100 ng.l⁻¹, most samples were from 2011 (4 beers). This category included only lagers and draft beers.

The maximum permissible limits of OTA in foodstuffs in the Czech Republic and the European Union were established by the Commission Regulation (ES) no. 1881/2006 setting the maximum limits of some contaminants in foodstuffs in wording of the Commission Regulation (EU) no. 105/2010. The maximum limit for the OTA occurrence in barley (unprocessed cereal) is 5.0 µg.kg⁻¹ and malt (product derived from the unprocessed cereal) is 3.0 µg.kg⁻¹.

The maximum value for the OTA occurrence in beer has not been set by the European legislative. In 2006, the European Food Safety Authority (EFSA) established a tolerable weekly intake (TWI) of 120 ng.kg⁻¹ per kg body weight for OTA. TWI is a dose that a consumer can intake during each week of his/her life without risking adverse health effects.

The highest OTA concentration in beer measured within this study in our laboratory was 194.6 ng.l⁻¹. This concentration was measured in pale lager in 2011. When drinking 0.5 l of this beer, a consumer was exposed to the dosage of 97.3 ng of OTA. An average man weighing 83 kg could thus intake 1.0 % of the TWI. Thus we can state that the OTA content in beer did not represent any significant health risk.

In 2005, 88 beers marketed in Spain were analyzed. OTA occurred in 83% of the analyzed samples in the range from 7.0–204 ng.l⁻¹ (Medina et al., 2005). In 2009, in the study conducted in the RIBM, Plc. in Brno, 115 beers from Czech shops were analyzed, OTA was detected in 39% of the samples, the range of contamination varied from 1.0–244 ng.l⁻¹ (Běláková et al., 2011). In 2010–2011, 106 beers from shops obtained in European countries were studied, OTA occurred in 68% of the analyzed samples in the range of 5.0–189 ng.l⁻¹ (Bertuzzi et al., 2011).

Our results are fully in compliance with the data published previously.

4 CONCLUSIONS

Beer belongs to the most favorable alcoholic beverages worldwide. In 2013, its consumption per capita in the Czech Republic

kterým patří i možný výskyt ochratoxinu A. Přestože v naší studii bylo kontaminováno OTA 81 % vzorků, můžeme říct, že obsah OTA v pivu nepředstavuje pro konzumenta významné zdravotní ohrožení. Je však nezbytné výskyt OTA v pivu průběžně sledovat a chránit tak zdraví spotřebitelů.

PODĚKOVÁNÍ

Výsledky byly získány využitím poskytnuté institucionální podpory Ministerstva zemědělství České republiky na dlouhodobý koncepční rozvoj VÚPS.

LITERATURA / REFERENCES

- Amézqueta, S., González-Penas, E., Murillo-Arbizu, M., López de Cerain, A., 2009: Ochratoxin A decontamination: A review. *Food Control*. 20: 326–333.
- Anli, E., Alkis, M., 2010: Ochratoxin A and Brewing Technology: A Review. *J. Inst. Brew.* 116 (1): 23–32.
- Baxter, E. D., Slaiding, I. R., Kelly, B., 2001: Behavior of ochratoxin A in brewing. *American Society of Brewing Chemists* 59: 98–100.
- Běláková, S., Benešová, K., Mikulíková, R., Svoboda, Z., 2011: Determination of ochratoxin A in brewing materials and beer by ultra performance liquid chromatography with fluorescence detection. *Food Chemistry*, May 2011, 126 (1): 321–325.
- Bertuzzi, T., Rastelli, S., Mulazzi, A., Donadini, G., Pietri, A., 2011: Mycotoxin occurrence in beer produced in several European countries. *Food Control*. 22: 2059–2064.
- Inoue, T., Nagatomi, Y., Uyama, A., Mochizuki, N., 2013: Fate of mycotoxins during beer brewing and fermentation. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 77 (7): 1410–1415.
- Kabak, B., 2009: Ochratoxin A in cereal-derived products in Turkey: Occurrence and exposure assessment. *Food and Chemical Toxicology* 47 (2): 348–352.
- Malíř, F., Ostrý, V., Prohl-Leszakowicz, A., Novotná, E., 2014: Mycotoxin ochratoxin A and developmental and reproductive toxicity – an overview. *Developmental and Reproductive Toxicology*: 1–10.
- Malíř, F., Ostrý, V., 2003: Vlákňité mikromycety (plísňe), mykotoxiny a zdraví člověka. 1. vydání, Mikada, Brno. ISBN: 80-7013-395-3.

was 144 l (Czech Beer and Malt Association). Due to the massive consumption of this beverage it is necessary to monitor its quality parameters, including the occurrence of ochratoxin A. Although in our study, 81 % of samples were contaminated by OTA, we can claim that OTA content in beer does not represent for a consumer a significant health risk. Nevertheless, it is necessary to continuously monitor the OTA occurrence in beer and protect thus consumers' health.

ACKNOWLEDGEMENTS

The results were obtained using the institutional support of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic for a long-term conceptual development of the RIBM.

Translated by Vladimíra Nováková

- Mateo, R., Medina, A., Mateo, E. M., Mateo, F., Jiménez, M., 2007: An overview of ochratoxin A in beer and wine. *International Journal of Food Microbiology* 119 (1–2): 79–83.
- Medina, A., Jiménez, M., Gimeno-Adelantado, J. V., Valle-Algarra, F. M., Mateo, R., 2005: Determination of ochratoxin A in beer marketed in Spain by liquid chromatography with fluorescence detection using lead hydroxyacetate as a clean-up agent. *Journal of Chromatography A*. 1083 (1–2): 7–13.
- Scott, P. M.: Mycotoxins transmitted into beer from contaminated grains during brewing. *Journal of AOAC International* 79: 875–882.
- Studer-Rohr, D. R., Dietrich, J., Schlatter, C., 1995: The occurrence of ochratoxin A in coffee. *Food and Chemical Toxicology* 33 (5): 341–355.
- Varga, J., Kozakiewicz, Z., 2005: Ochratoxin A in grapes and grape-derived products. *Trends in Food Science & Technology* 17 (2):72–81.
- Zöllner, P., Mayer-Helm, B., 2006: Trace mycotoxin analysis in complex biological and food matrices by liquid chromatography-atmospheric pressure ionisation mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 1136: 123–169.

*Do redakce došlo / Manuscript received: 5. 12. 2014
Přijato k publikování / Accepted for publication: 7. 1. 2015*

Přehled akcí pořádaných Českým Obalovým institutem Syba (březen–duben 2015)



3. 3. REACH a obalový průmysl
5. 3. Obalový zákon komplexně

26. 3. Pěnové fixace a výplně
15. 4. Speciality obalového designu

Kontakt: Obalový institut Syba; Kateřina Kolářová; Lípová 15, 120 00 Praha 2; Tel. +420 224 919 529; e-mail: info@syba.cz

PIVOVARSKÝ KALENDÁŘ 2015

cena 200 Kč včetně DPH

Objednávky: Irena Boudová, boudova@beerresearch.cz, tel. 224 900 146
Množstevní slevy