

MIGRACE FTALÁTŮ Z PLASTOVÉ NÁDŽE DO ROSTLINNÝCH OLEJŮ JAKO SOUČÁSTÍ KRMNÝCH SMĚSÍ POUŽÍVANÝCH K VÝKRMU KUŘECÍCH BROJLERŮ

MIGRATION OF PHTHALATES FROM PLASTIC TANK TO VEGETABLE OIL AS A PART OF FEEDING MIXTURES USED FOR CHICKEN BROILERS FATTENING

Alžbeta Jarošová, Vlasta Stancová, Jiří Harazim, Pavel Suchý

ABSTRACT

The concentrations of phthalic acid esters (PAEs) as di-n-butyl phthalate (DBP) and di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP) were measured in samples of rapeseed oil, which was used as a feed. First samples were collected during the production process and second after the storage in plastic tank (21 days). The results of measurements are that there is 2.93-10.10 mg PAEs.kg⁻¹ in the oil before storage and 22.73-61.55 mg PAEs.kg⁻¹ after storage.

For the monitoring of distribution and accumulation of PAEs in animal tissues and organs (muscles, adipose tissue, skin and liver) broiler chicks ROSS 308 were used. The chicks were divided into 4 groups (50 chicks each). All the chicks were fed by commercial diets (complete feed, KKS) for broiler chicks (starter – BR1; grower – BR2 and finisher – BR3). The experimental diets were supplemented with vegetable oil (RO) with low (group N) or high (group V) phthalate content, or animal fat with high phthalate content (group Z). Neither the control diets (K) nor the grower (BR1) diets contained vegetable oil or animal fat. DBP and DEHP were found in all tissues of all chicks. The highest concentration of DBP of 1.28 ± 1.00 mg.kg⁻¹ of fresh sample (an average value from 8 chicks) was determined in the adipose tissue of V chicks. The highest concentration of DEHP of 3.27 ± 2.87 mg.kg⁻¹ of fresh sample (average of 8 chicks) was also determined in the V group.

Keywords: DBP, DEHP, analysis, monitoring, contamination, feed material, plastic

ÚVOD

Estery kyseliny ftalové (PAE) představují početnou skupinu průmyslových chemikálií se širokým využitím asi od 30. let 20. století. Mezi nejčastěji se vyskytující ftaláty patří di-(2-ethylhexyl) ftalát (DEHP) a di-n-butyl ftalát (DBP). Ftaláty se staly ubiquitárními kontaminanty životního prostředí, nacházíme je v půdě, vodě, ovzduší, těle zvířat i lidí (Schettler, 2006). V dnešní době jsou lidé působení ftalátů vystaveni během celého života, dokonce i během prenatálního vývoje. Přítomnost těchto kontaminantů byla zjištěna i v mateřském mléce (Zhu et al., 2006). Za nejrizikovější skupinu populace jsou považovány děti. Expozice ftalátů u dětí je vzhledem k jejich tělesné hmotnosti dvakrát tak vysoká než u dospělých (Koch et al., 2006). Další ohroženou skupinou jsou i pacienti léčení hemodialýzou, kteří jsou působení ftalátů ze zdravotnických materiálů (dialyzační, infuzní sety) vystaveni dlouhodobě (Tickner et al., 2001). Akutní toxicita ftalátů je velice nízká, z pohledu chronické toxicity byly prokázány jejich negativní účinky. DEHP vykazuje vývojovou (Högberg et al., 2008) a reprodukční toxicitu (Martino-Andrade a Chahoud, 2010) u zvířat a u lidí narušuje endokrinní systém (Koch et al., 2006).

PAE se používají jako plastifikátory, které umožňují pružnost PVC materiálu. Plastifikátory nejsou v matrici plastu pevně vázány, proto se uvolňují do prostředí a látek, se kterými přicházejí do kontaktu. Nejčastěji používaným plastifikátorem je DEHP. Většina potravin, která přišla do kontaktu s plastovými obaly, obsahovala DEHP a DBP (Wormuth et al., 2006). Jejich přítomnost byla zjištěna i v kompletních krmných směsích (KKS), (Raszyk et al., 1998) a krmných složkách pro hospodářská zvířata (Jarošová et al., 2009a). Ke kontaminaci KKS dochází i z rizikových komponent, vyluhováním z plastů, obalů (Harazim et al., 2008).

Cílem práce bylo prokázat, že zvyšující se hladiny PAE v krmivu působí zvyšování obsahu PAE ve tkáních a orgánech kuřat.

MATERIÁL

Řepkový olej

Vzorky řepkového oleje byly odebírány u výrobce krmné suroviny, který je registrován podle Nařízení č. 183/2005 o hygieně krmiv, v průběhu technologického procesu výroby přímo za olejovými lisami. Lisování probíhalo po dobu pěti dnů a v průběhu lisování bylo v pravidelných intervalech odebráno 8 vzorků (n=8, A1 až A8). Bezprostředně po vylisování byl olej přečerpáván do plastové nádrže (2x3x2m), kde byl skladován po dobu 21 dnů. Po ukončení doby skladování byl řepkový olej přečerpáván z plastové nádrže do cisterny nákladního auta. V průběhu přečerpávání bylo v pravidelných intervalech odebráno 8 vzorků (n=8, C1 až C8).

Byla analyzována i plastová nádrž, v které byl olej skladován.

Kuřecí brojleři

Do pokusu bylo zařazeno 200 kusů jednodenních kuřat ROSS 308. Kuřata byla rozdělena do 4 skupin (v každé skupině 50 kuřat) – Tab 1.

Výkrm probíhal do 42. dne. Brojlerová kuřata byla krmena komerčně vyrobenými kompletními krmnými směslemi (KKS) pro brojlerová kuřata (BR1; BR2 a BR3), podle stáří kuřat. Do KKS byl přidáván rostlinný olej (RO) s nízkým (skupina kuřat „N“), nebo vysokým obsahem ftalátů (skupina kuřat „V“), nebo živočišný tuk (ŽT) s vysokým obsahem ftalátů (skupina kuřat „Ž“). Přidávané rostlinné oleje a tuk byly odebrány od registrovaných výrobců krmných surovin. Rostlinný řepkový olej, který

byl určen jak pro humánní výživu, tak pro výživu zvířat, byl ihned po vylisování přečerpáván a skladován ve dvou nádržích, z nichž jedna byla ocelová (nízký obsah ftalátů), jedna plastová (vysoký obsah ftalátů). Rostlinné oleje byly odebrány z nádrží po 21 dnech skladování.

Obsahy DBP a DEHP ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) v krmivech, která byla podávána kuřatům kontrolní skupiny (K), kuřatům skupiny s nízkým obsahem ftalátů (N), kuřatům skupiny s vysokým obsahem ftalátů (V) a kuřatům skupiny s přidavkem živočišného tuku (Ž) jsou uvedeny v Tab 2.

Kuřata hybrida ROSS 308 byla chována v akreditované experimentální stáji Veterinární a farmaceutické univerzity v Brně (VFU Brno), (Jarošová et al., 2009b).

Pro chemickou analýzu bylo náhodným výběrem z každé skupiny vybráno 8 kuřat (4 slepičky a 4 kohoutci). Průměrné hmotnosti (kg) (průměr \pm SD.) kontrolních (K) a pokusných kuřat (N, V, Ž) před porážkou byly: K – 2,42 \pm 0,33; N – 2,39 \pm 0,30; V – 2,30 \pm 0,43; 2,50 \pm 0,35 a pohybovaly se od 1,56 do 3,14 kg. Kuřata po omráčení byla pařena horkou vodou a oškubána tak, aby nedošlo k poškození kůže. Jatečná těla kuřat byla zpracována a

METODY

Vzorky olejů byly odebírány do skleněných láhví a skladovány při chladírenských teplotách do 5 °C.

Vzorky krmiv požitě k výkrmu kuřat byly odebírány do mikroténových sáčků a do doby analýzy zamrazeny a bezprostředně před analýzou lyofilizovány.

Vzorky tkání byly odebrány ihned po poražení zvířat, homogenizovány, naváženy do aluminiových misek (50-300g) a zamrazeny. Postupně byly zmrazené vzorky lyofilizovány.

Rezidua PAE byla extrahována n-hexanem. Od koextraktů byly PAE separovány gelovou permeační chromatografií na gelu Bio beads S-X3. Pro dočištění eluátů bylo použito čistícího postupu s koncentrovanou kyselinou sírovou. Stanovení PAE bylo provedeno vysoko účinnou kapalinovou chromatografií (HPLC), kapalinový chromatograf Agilent Technologies LC/MSD VL, na koloně Cogent e-Colum C 18, zrnění 5 μm , délka 150 mm, Super Link s UV a MS detekcí, mobilní fáze acetonitril: voda (99:1). Vyhodnocení bylo provedeno programem Agilent chemstation.

Pro stanovení PAE byly použity zavedené metody pro

Tab 1: Skupiny kuřat a kompletní krmné směsi (KKS) BR1, BR2, BR3 bez přidavku tuku (skupina kuřat K), s přidavkem rostlinného oleje (RO) s nízkým obsahem ftalátů (skupina kuřat N), rostlinného oleje s vysokým obsahem ftalátů (skupina kuřat V) a KKS s přidavkem živočišného tuku (ŽT) s vysokým obsahem ftalátů (skupina kuřat Ž) používaných v průběhu výkrmu kuřat od 1. do 42. (1–21, 22–35, 36–42) dne

Skupiny kuřat	Krmivo použité v průběhu výkrmu		
	1–21	22–35	36–42
	[den]		
K	KKS BR1 (netukovaná)	KKS BR2 (netukovaná)	KKS BR3 (netukovaná)
N	KKS BR1 (netukovaná)	KKS BR2 s přidavkem 5 % RO s nízkým obsahem ftalátů	KKS BR3 s přidavkem 3 % RO s nízkým obsahem ftalátů
V	KKS BR1 (netukovaná)	KKS BR2 s přidavkem 5 % RO s vysokým obsahem ftalátů	KKS BR3 s přidavkem 3 % RO s vysokým obsahem ftalátů
Ž	KKS BR1 (netukovaná)	KKS BR2 s přidavkem 5 % ŽT s vysokým obsahem ftalátů	KKS BR3 s přidavkem 3 % ŽT s vysokým obsahem ftalátů

chemická analýza provedena na Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně. Na obsah DEHP a DBP byla analyzována svalovina (směsný vzorek prsní a stehenní svaloviny levé půlky), kůže a mezenteriální tuk. Játra byla pro malou hmotnost analyzována jako směsný vzorek (homogenát 8 jater z každé skupiny).

U kontrolních i pokusných kuřat bylo stanovení DEHP a DBP provedeno individuálně u každého kuřete.

stanovení ftalátů v potravinách (Jarošová et al., 1998 a 1999). Souběžně u každého vzorku byla stanovena sušina a obsah tuku soxhletem.

Všechny vzorky byly analyzovány v duplikátech. Koncentrace DEHP a DBP jsou vztaheny na původní vzorek.

Tab 2: Koncentrace DBP a DEHP ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) v použitých tucích a kompletních krmných směsích, která přijímala kuřata skupin K, N, V a Ž od 1. do 42. dne

Krmivo	DBP	DEHP	Σ DBP + DEHP
	[$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]		
KKS BR1 – K, N, V, Ž	0,96	0,48	1,44
KKS BR2 – K	1,37	0,52	1,89
KKS BR3 – K	1,02	0,76	1,78
rostlinný olej s nízkým obsahem ftalátů – N	15,56	2,25	17,81
rostlinný olej s vysokým obsahem ftalátů – V	51,35	7,0	58,35
živočišný tuk s vysokým obsahem ftalátů – Ž	43,28	2,10	45,38
KKS BR2 – N	2,15	0,63	2,78
KKS BR3 – N	1,49	0,83	2,32
KKS BR2 – V	3,94	0,87	4,81
KKS BR3 – V	2,56	0,97	3,53
KKS BR2 – Ž	3,53	0,63	4,16
KKS BR3 – Ž	2,32	0,82	3,14

Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny pomocí programu Unistat 5.1. Pro zpracování dat byla použita ANOVA a následně mnohonásobné srovnání pomocí Tukey-HSD testu k nalezení dvojic skupin se statisticky významnými rozdíly (Zar, 1999).

DBP se nejvíce kumuloval v tuku kuřat. Průměrné koncentrace DBP v tuku jednotlivých skupin kuřat se pohybovaly v rozmezí 0,55 až 1,28 mg.kg⁻¹. Nejvyšší koncentrace DBP v tuku byla zjištěna u skupiny kuřat „V“ a to 1,28±1,00 mg.kg⁻¹. V kůži kuřat byla zjištěna druhá

Tab. 3: Průměrné hodnoty DBP a DEHP (x ± S.D) v mg.kg⁻¹ původního vzorku ve svalovině, tuku, kůži a játrech kuřat kontrolní skupiny (K), skupiny kuřat krmných krmivem s nízkým obsahem ftalátů (N), skupiny kuřat krmných krmivem s vysokým obsahem ftalátů (V), skupiny kuřat krmných krmivem s přidavkem živočišného tuku (Ž), (n = 8)

Vzorky	K	N	V	Ž
	kontrolní skupina kuřat	kuřata krmna krmivem s nízkým obsahem ftalátů	kuřata krmna krmivem s vysokým obsahem ftalátů	kuřata krmna přidavkem živočišného tuku do krmiva
	mg.kg ⁻¹			
Svalovina				
DBP	0,22±0,10 (0,10–0,36)	0,08±0,04 (0,03–0,15) a,b	0,15±0,07 (0,07–0,33)	0,22±0,19 (0,07–0,55)
DEHP	0,35±0,08 (0,20–0,45)	0,08±0,04 (0,03–0,14)	0,32±0,18 (0,09–0,62)	0,39±0,30 (0,19–1,15)
Tuk				
DBP	0,55±0,36 0,24–1,45	0,59±0,46 < 0,20–1,70	1,28±1,00 0,28–2,56	0,89±0,74 0,34–2,54
DEHP	1,38±0,91 0,31–3,08	1,92±1,35 0,67–4,96	3,27±2,87 0,71–9,85	1,85±1,27 0,25–3,84
Kůže				
DBP	0,39±0,23 < 0,20–0,78	0,51±0,39 0,20–1,49	0,57±0,37 0,23–1,14	0,44±0,17 0,21–0,73
DEHP	1,18±1,36 0,31–4,68	1,10±0,55 0,58–1,95	1,38±1,07 0,33–3,61	1,60±,01 <,20–3,02
Játra*				
DBP	0,05	0,03	0,11	0,13
DEHP	0,16	0,16	0,24	0,23

*analyzována jako směsný vzorek

Mez stanovitelnosti DBP a DEHP v tukových maticích – 0,2 mg.kg⁻¹ Mez stanovitelnosti DBP a DEHP pro živočišný a rostl. materiál s nízkým obsahem tuku – 0,03 mg.kg⁻¹, a – vůči K statisticky významné (P < 0,05), b – vůči Ž statisticky významné (P < 0,05)

VÝSLEDKY A DISKUSE

Analýzou plastové nádrže byl zjištěn obsah PAE (suma DBP a DEHP) 335,52 mg.kg⁻¹ původního vzorku. Koncentrace sumy PAE u lisovaného oleje před skladováním se pohybovala od 2,93 do 10,10 mg.kg⁻¹. Po 21 dnech skladování řepkového oleje v plastové nádrži dosáhla koncentrace PAE hodnot od 22,73 do 61,55 mg.kg⁻¹. Byl zjištěn vysoce průkazný rozdíl obsahů DBP, DEHP a sumy DBP a DEHP mezi olejem vzorkovaným bezprostředně po vylisování a olejem vzorkovaným po 21 dnech skladování (P < 0,01), (Harazim et al., 2008).

Výsledky našeho experimentu jsou v souladu se zjištěním Imhof et al. (1994), který uvádí, že estery kyseliny ftalové jsou rovněž v mléčných produktech, a že možnými zdroji jsou vzduch, voda, krmiva a migrace z obalových materiálů. Rovněž Latini (2005) uvádí, že DEHP je nejrozšířeněji užívaným změkčovadlem v PVC materiálech. Experimentem zjištěna skutečnost, že došlo k průniku esterů kyseliny ftalové ze skladovací plastové nádrže do řepkového oleje nás přimělo k provedení pokusu s kuřecími brojlery, u kterých se sledoval vliv obsahu ftalátů v krmivu na jejich distribuci a kumulaci ve tkáních a orgánech.

Koncentrace DBP a DEHP ve svalovině, v tuku, kůži a játrech kuřat kontrolní skupiny (K), kuřat skupiny krmných krmivem s nízkým obsahem ftalátů (N), kuřat skupiny krmných krmivem s vysokým obsahem ftalátů (V) a kuřat skupiny krmných krmivem s přidavkem živočišného tuku (Ž) jsou uvedeny v Tab. 3.

nejvyšší koncentrace DBP. Průměrné koncentrace DBP v kůži kuřat jednotlivých skupin kolísaly v úzkém rozsahu 0,39 až 0,57 mg.kg⁻¹. Nejvyšší koncentrace DBP v kůži byla rovněž zjištěna u skupiny kuřat „V“ a to 0,57±0,37 mg.kg⁻¹. Průměrné koncentrace DBP ve svalovině kuřat jednotlivých skupin se pohybovaly v rozsahu 0,08 až 0,22 mg.kg⁻¹. Nejnižší koncentrace DBP byly zjištěny v játrech kuřat. Průměrné koncentrace DBP v játrech jednotlivých skupin se pohybovaly v rozsahu 0,03 až 0,13 mg.kg⁻¹.

DEHP se podobně jako DBP nejvíce kumuloval v tuku kuřat. Průměrné koncentrace DEHP v tuku u jednotlivých skupin kuřat se pohybovaly v rozmezí 1,38 až 3,27 mg.kg⁻¹. Nejvyšší koncentrace DEHP v tuku byla zjištěna u skupiny kuřat „V“ a to 3,27±2,87 mg.kg⁻¹. V kůži kuřat byla zjištěna druhá nejvyšší koncentrace DEHP. Průměrné koncentrace DEHP v kůži kuřat jednotlivých skupin kolísaly v rozsahu 1,10 až 1,60 mg.kg⁻¹. Nejvyšší koncentrace DEHP v kůži byla zjištěna u skupiny kuřat „Ž“ a to 1,60±1,01 mg.kg⁻¹.

Průměrné koncentrace DEHP ve svalovině kuřat jednotlivých skupin se pohybovaly v rozsahu 0,08 až 0,39 mg.kg⁻¹. Nejvyšší koncentrace DEHP ve svalovině byla zjištěna u skupiny kuřat „Ž“ a to 0,39±0,30 mg.kg⁻¹. Nejnižší koncentrace DEHP byly zjištěny v játrech kuřat. Průměrné koncentrace DEHP v játrech jednotlivých skupin kuřat se pohybovaly v rozsahu 0,16 až 0,24 mg.kg⁻¹.

Ve svalovině, tuku, kůži i játrech byl obsah DEHP vždy vyšší, než obsah DBP. Ve svalovině 1,0 až 2,1 krát, v tuku

2,1 až 3,2 krát, v kůži 2,2 až 3,6 krát a játrech 1,8 až 5,3 krát.

Z hlediska kumulace byly v tuku a kůži u všech skupin kuřat zjištěny nejvyšší hodnoty ftalátů (sumy DBP a DEHP). Kuřata, která přijímala krmivo s vysokým obsahem ftalátů (V), stejně jako kuřata, která přijímala krmivo s přidavkem živočišného tuku (Ž) měla výrazně vyšší obsahy ftalátů v tuku, kůži a játrech, než kuřata kontrolní skupiny (K) a skupiny s nízkým obsahem ftalátů v krmivu (N).

Zjištěné rozdíly v koncentracích DBP a DEHP nebyly statisticky významné. Výjimkou byla koncentrace DEHP ve vzorcích svaloviny skupiny N, která byla testována jako statisticky významně nižší oproti skupinám K a Ž, koncentrace DBP a DEHP ve svalovině se však pohybovaly v blízkosti meze stanovitelnosti.

V naší předešlé práci (Jarošová et al., 1999) byla modelovými pokusy sledována distribuce a kumulace DEHP a DBP v tělesných tkáních prasat a brojlerů po perorálním podávání ftalátů. U brojlerů byly zjištěny tyto průměrné hodnoty: obsah DBP v kůži 0,9; ve svalovině 0,19; v mezenteriálním tuku 3,13 a v játrech 0,27 mg.kg⁻¹ původního vzorku; obsah DEHP v kůži 8,28; ve svalovině 1,93; v mezenteriálním tuku 18,20 a v játrech 0,32 mg.kg⁻¹ původního vzorku. V předkládané práci byly zjištěny hodnoty ftalátů poněkud nižší, hlavně v obsahu DEHP a DBP v kůži a tuku, což souviselo s obsahem PAE v krmné dávce.

ZÁVĚR

Hlavním zdrojem kontaminace rostlinného oleje byla plastová nádrž, ve které byl olej před expedicí skladován. Měsíční skladování rostlinného oleje v plastové nádrži výrazně zvyšuje obsah ftalátů v rostlinném oleji.

Zjištěné výsledky dokumentují, že komerční krmné směsi pro kuřata (KKS BR1, KKS BR2, KKS BR3) používané k výkrmu kuřat obsahují hladiny ftalátů (suma DBP a DEHP), mají za následek zvyšování obsahu ftalátů v orgánech a tkáních kuřat. K nejvyšší kumulaci ftalátů dochází v tuku kuřat. Tuk představuje vhodný indikátor kontaminace kuřat ftaláty. Byl prokázán průnik ftalátů z plastové skladovací nádrže do rostlinného oleje, což může mít za následek ohrožení potravního řetězce. Kompetentní orgány by měly legislativně stanovit maximální povolené koncentrace v potravinách a krmivech.

LITERATURA

HARAZIM, J., JAROŠOVÁ, A., KRÁTKÁ, L., STANCOVA, V., SUCHÝ, P., 2008. Contamination of feedstuffs with phthalic acid esters. *Toxicology Letters*, 2008, 180: 67. ISSN 0378-4274.

HÖGBERG, J., HANBERG, A., BERGLUND, M., SKERFVING, S., REMBERGER, M., CALAFAT, A. M., FILIPSSON, A. F., JANSSON, B., JOHANSSON, N., APPELGREN, M., HAKANSSON, H., 2008. Phthalate Diesters and Their Metabolites in Human Breast Milk, Blood or Serum, and Urine as Biomarkers of Exposure in Vulnerable Populations. *Environmental Health Perspectives*, 116(3), 2008, p. 334–339. ISSN 0091-6765.

IMHOF, R., GAUCH, R., SIEBER, R., BOSSET, J., 1994. About some volatile organic pollutants in milk and dairy products. *Mitteilungen aus dem Gebiete der*

Lebensmitteluntersuchung und Hygiene. 85(6). 1994, p. 681–703.

JAROŠOVÁ, A., GAJDUŠKOVÁ, V., RASZYK, J., ŠEVELA, K., 1998. Determination of phthalic acid esters (PAEs) in biological materials by HPLC. *Czech Journal of Food Sciences*, 16, 1998, 122–130. ISSN 1212-1800.

JAROŠOVÁ, A., GAJDUŠKOVÁ, V., RASZYK, J., ŠEVELA, K., 1999. Di-2-ethylhexyl phthalate and di-n-butyl phthalate in the tissues of pigs and broiler chicks after their oral administration. *Veterinarni Medicina*, 44 (3), 1999, p. 61–70. ISSN 0375-8427.

JAROŠOVÁ, A., HARAZIM, J., KRÁTKÁ, L., KOLENČIKOVÁ, D., 2009a. Screening of phthalic acid esters in feed ingredients, premixes and feed additives in the Czech republic. *Environmental Chemistry Letters*, Published online: 11 september 2009 (DOI 10.1007/s 10311-009-0237-7). ISSN 1804-0152.

JAROŠOVÁ, A., HARAZIM, J., SUCHÝ, P., KRÁTKÁ, L., STANCOVA, V., 2009b. The distribution and accumulation of phthalates in the organs and tissues of chicks after the administration of feedstuffs with different phthalate concentrations. *Veterinarni Medicina*, 54 (9), 2009, p. 427–434. ISSN 0375-8427.

KOCH, H. M., PREUSS, R., ANGERER, J. L., 2006. Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP): human metabolism and internal exposure-- an update and latest results. *International Journal of Andrology*, 29 (1), 2006, p. 155–165. ISSN 0105-6263.

LATINI, G., 2005. Monitoring phthalate exposure in human. *Clinica Chimica Acta*, 36, 2005, p. 20–29. ISSN 1803-7364.

MARTINO-ANDRADE, A. J., CHAHOUD, I., 2010. Reproductive toxicity of phthalate esters. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54(1), 2010, P. 148–57. ISSN 1613-4125.

RASZYK, J., GAJDUŠKOVÁ, V., JAROŠOVÁ, A., SALAVA, J., PALÁC, J., 1998. Occurrence of phthalic acid esters (PAEs) in combined feedstuffs and adipose tissues of swine and cattle. *Veterinarni Medicina*, 43, 1998, p. 93–95. ISSN 0375-8427.

SCHETTLER, T., 2006. Human exposure to phthalates via consumer products. *International Journal of Andrology*, 29, 2006, p. 134–139. ISSN 1365-2605.

TICKNER, J. A., SCHETTLER, T., GUIDOTTI, T., McCALLY, M., ROSSI, M., 2001. Health risks posed by use of Di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP) in PVC medical devices: a critical review. *American Journal of Industrial Medicine*, 39(1), 2001, p. 100–111. ISSN 0271-3586.

WORMUTH, M., SCHERINGER, M., VOLLENWEIDER, M., HUNGERBUHLER, K., 2006. What are the sources of exposure to eight frequently used phthalic acid esters in Europeans? *Risk Analysis*, 26, 2006, p. 803–824. ISSN 1573-9147.

ZAR, J. H., 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Uppwar Saddle River, N. J. ZHU, J., PHILIPS, S. P., FENG, Y. L., YANG, X., 2006. Phthalate esters in human milk: Concentration variations over a 6-month postpartum time. *Environmental science & technology*, 40 (17), 2006, p. 5276–5281. ISSN: 0013-936X.

Poděkování:

Studie byla řešena za podpory MZe ČR, Národní agentura pro zemědělský výzkum (NAZV), projekt QG 60066.

Kontaktní adresa:

doc. Ing. Alžbeta Jarošová, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, Tel. : +420 545 133 191; fax : + 420 545 133 190, e-mail: ualja@mendelu.cz