

ZHODNOCENÍ VÝSKYTU FTALÁTŮ (1992–2009) V OBALOVÝCH MATERIÁLECH A PLASTECH, ZDRAVOTNICKÝCH MATERIÁLECH A KRVÍ PACIENTŮ, V KRMIVECH A POTRAVINÁCH A VE TKÁNÍCH JATEČNÝCH ZVÍŘAT A RYB

A. Jarošová

Došlo: 25. ledna 2010

Abstract

JAROŠOVÁ, A.: *Evaluation of phthalate presence (1992–2009) in packaging and plastic materials, medical materials and patients' blood, in feedstuffs and foodstuffs and in tissues of slaughtered animals and fish.* Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2010, LVIII, No. 4, pp. 263–268

Phthalic acid esters (phthalates, PAE) are very important contaminants of the food chain. In this paper, experimental data on the content of phthalates (di-n-butyl phthalate and di-(2-ethylhexyl) phthalate) in packaging materials for foodstuffs and in animal tissues (muscles of poultry, subcutaneous pork fat, poultry fat, renal beef fat, and muscles of fish) are presented. In packaging materials, detected concentrations of DEHP were higher than DBP concentrations. In feedstuffs for farm animals, detected concentrations of DBP are higher than DEHP concentrations, and, correspondingly, this was detected in fat of cattle and pigs as well. Examination of phthalate content in adipose tissue of farm animals is an appropriate indicator of contamination by phthalates. A correlation was found between the phthalate content of feedstuffs and tissues of slaughtered animals. High levels of DEHP have been proved in blood bags and in blood of patients regularly treated by haemodialysis. The main prevention is thus control of the phthalate content in feedstuffs.

phthalates, packaging, plastic material, feedstuffs, animal tissues, distribution and cumulation, pigs, broiler chicks

Estery kyseliny ftalové (PAE) představují závažnou skupinu kontaminujících cizorodých látek. Rezidua PAE byla prokázána ve všech složkách životního prostředí, v živých organismech, krmivech, surovinách a potravinách. Většina ftalátů má výborné plastifikační a adhezni vlastnosti, které se využívají v chemickém průmyslu při výrobě velkého sortimentu výrobků. PAE jsou rizikem pro lidský organismus. Při dlouhodobé expozici byly prokázány jejich nežádoucí účinky na živý organismus. Expozice běžné populace může nastat cestou inhalační, perorální i kožní resorpce a dokonce i v prenatálním vývoji. Mezi toxické a nejčastěji se vyskytující ftaláty patří di-2-ethylhexyl ftalát (DEHP) a di-n-butyl ftalát (DBP). Vzhledem k lipofilnímu charakteru přecházejí ftaláty především do potravin obsahujících tuk. Byla prokázána i migrace ftalátů z obalových materiálů.

Problematika ftalátů (PAE) je řešena od roku 1992. Výzkum se uskutečnil na dvou vědeckých pracovištích. V letech 1992 až 1997 na Oddělení hygieny potravin Výzkumného ústavu veterinárního lékařství v Brně a v letech 1998 až 2009 na Ústavu technologie potravin Medelovy univerzity v Brně.

Zdravotnický materiál a krve pacientů byly získány ve spolupráci s hemodialyzačním střediskem Fakultní nemocnice U sv. Anny v Brně.

Ve výše uvedeném období byl sledován obsah ftalátů: 1) v obalových materiálech a plastech; 2) ve zdravotnických materiálech; 3) v krvi pacientů léčených hemodialýzou; 4) v krmných směsích pro hospodářská zvířata; 5) ve tkáních a orgánech hospodářských zvířat; 6) v potravinách balených v různých typech obalů; 7) u prasat a drůbeže v modelových pokusech, 8) ve svalovině ryb.

Podrobný popis metod na stanovení ftalátů v různých typech matric je uveden v publikaci Jarošová et al. (1998).

Cílem předkládaného souhrnného článku je zhodnocení nejvýznamnějších poznatků a závěrů týkajících se problematiky ftalátů v obalových materiálech, plastech, zdravotnických materiálech, v krvi pacientů, v krmivech, v potravinách, ve tkáních ja-tečných zvířat a ryb.

OBALOVÝ MATERIÁL, PLASTY

Na obsah PAE byly analyzovány obaly z potravin v malospotřebitelském balení. Byly vybrány potraviny, které reprezentují jednotlivé komodity (cukrovinky, oplatky, masné a mléčné výrobky, zelenina, smažené brambůrky) konzumované hlavně dětmi a jsou balené do různých typů potištěných obalů (plastové obaly na bázi polypropyleny, polyamidu, polyvinylidenchloridu, hliníková fólie, papírový obal).

Celkem bylo analyzováno 42 vzorků obalů. Ve všech obalech byl prokázán di-n-butyl ftalát (DBP) i di-(2-ethylhexyl) ftalát (DEHP) v rozsahu jednotek až tisíců mikrogramů v obalu. Byly analyzovány celé obaly, aby se eliminovaly rozdíly z intenzity a rozmístění barevných potisků. Pouze u velkých balení (sýry, salámy, brambory) byl analyzován poměrný vzorek a koncentrace PAE jsou uvedeny v µg na gram obalu. Výsledky výskytu PAE jsou uvedeny v Tab. I. Obsah PAE byl sledován zvláště v potištěných a nepotištěných částech obalů. Obecně byly v obalech zjištěny vyšší koncentrace DEHP. V po-

I: Obsah DEHP a DBP v obalech (n = 42) pro potraviny
I: DEHP a DBP content in food packaging (n = 42)

Vzorek	DEHP	DBP
	[µg.g ⁻¹]	
Obal s potiskem	0,1–4259	0,1–1298
Obal bez potisku	0,1–1881	0,1–686

II: Obsah (%) di-2-ethylhexyl ftalátu (DEHP) v plastových zdravotnických materiálech

II: Di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP) contents (%) in plastic medical materials

Označení vzorku	DEHP [%]
Sety pro infuzní aplikaci	
1	22
2	21
3	21
4	23
5	22
6	22
7	31
8	31
9	29
10	36
11	35
12	25
13	25
Souprava pro peritoneální dialýzu	
- odpadní vak	28
- výtoková hadice	27
- vak	1
Soupravy pro peritoneální dialýzu	
10 L - výtoková hadice	19
10 L - vak	21
10 M - výtoková hadice	21
10 M - vak	21

Označení vzorku	DEHP [%]
Souprava pro peritoneální dialýzu	
- výtoková hadice	30
- vak	27
Souprava pro peritoneální dialýzu	
- vak	28
- hadička	23
Set pro hemodialýzu	
- hadice za konusem jehly	23
- T kus na setu arteriálním	26
- tvrdý začátek tajgonu	6
- hadička pro heparin	32
- konus na dialyzátor	15
- kapací komůrka návratového setu	16
Set pro hemodialýzu	
- vak na proplachový roztok	26
- běžná hadice	11
- tajgon	8
- kapací komůrka návratového setu	18
Set pro hemodialýzu	
- spojovací hadice	13
- vlastní hadice	18
- hadička před tajgonem	42
- tajgon	17

tištěných částech obalů, kde jsou ftaláty přidávány do potiskových barev pro dobré adhezivní vlastnosti, byly vyšší koncentrace PAE než v částech nepotíštěných (Tab. I). I když nebylo možné u většiny obalů analyzovat zvláště potíštěnou a nepotíštěnou část obalu, je patrný zvýšený obsah ftalátů z potiskových barev.

Byla prokázána variabilita ve výskytu a koncentracích DEHP a DBP v potravinářských obalech (Gajdůšková et al., 1996; Jarošová et al., 1996), které přímo kontaktují potraviny. Obsah PAE zjištěný v celém obalu nemusí ještě signalizovat, že obal je nevhodný na balení potravin. U některých druhů obalů existují bariérové vrstvy, které migraci PAE zabraňují, příp. ji snižují.

Při širokém sortimentu našich a zahraničních výrobců na trhu a velkém počtu dodavatelů a výrobců barevných plastových a dalších obalů nelze vyloučit riziko kontaminace potravin konzumovaných v České republice toxickými PAE. Kontrola obalů je vhodnou prevencí kontaminace potravin PAE.

Vzorky řepkového oleje byly odebrány 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 ($n = 8$). Bezprostředně po vylisování byl olej přečerpáván do plastové nádrže ($2 \times 3 \times 2$ m), 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 osm vzorků ($n = 8$). V řepkovém oleji, který byl 21 dnů skladován v plastové nádrži, došlo ke statisticky významnému zvýšení sumy DBP a DEHP. Před skladováním se obsah DBP a DEHP v řepkovém oleji pohyboval v rozsahu 0,14 až 8 mg.kg⁻¹. Po skladování pak v rozsahu 1,22 až 59,33 mg.kg⁻¹ (Harazim et al., 2008).

ZDRAVOTNICKÝ MATERIÁL

Ve spolupráci s hemodialyzačním střediskem Fakultní nemocnice U sv. Anny v Brně byl řešen problém přítomnosti ftalátů ve zdravotnických materiálech a možnost kontaminace organismu ftaláty z těchto materiálů. Součástí většiny setů používaných ve zdravotnictví jsou PVC výrobky (hadičky, spojky, vaky). Bylo vyšetřeno 60 dialyzačních a infúzních setů od firem Gambro (Švédsko), Bieffe Medital (Itálie), Braun Melsungen (Německo), Baxter (USA) a Fresenius (Německo). V Tab. II jsou uvedeny procentuální obsahy DEHP, které v některých případech dosahují až 40 % hmotnostních DEHP původního vzorku plastu (Jarošová, 1999).

KREV PACIENTŮ

Ftaláty, které nejsou v plastech vázány, migrují nebo se vyluhují do prostředí, a to v závislosti na fyzikálních a chemických podmínkách. Vyluhovatelnost PAE se zvyšuje v přítomnosti lipidů, látek s vysokou iontovou silou, při zvýšené teplotě, mechanickém poškození apod. Tak se mohou dostat PAE v různých koncentracích do infúzních, dialyzačních roztoků, krve a krevních derivátů pro transfuze. Odtud se přímou cestou transportují do lidského organismu.

Krev, analyzovaná na DEHP a mono-2-ethylhexyl ftalát (MEHP), byla odebrána z dialyzačních setů u pacientů léčených hemodialýzou v hemodialyzačním středisku Fakultní nemocnice U sv. Anny v Brně.

U pacientů léčených hemodialýzou dochází k vyluhování DEHP z PVC materiálů lipidickými složkami krve a po třech hodinách dialýzy bylo prokázáno až přes 500 mikrogramů DEHP v 1 kg krve. Hladiny DEHP v krvi pacientů byly ovlivněny proveniencí vyrobeného setu. Vyluhovatelnost DEHP z PVC patrně závisí na jednotlivých komponentách a technologii výroby PVC setů. Tabulka III dokumentuje vyluhování DEHP z PVC setů do krve pacientů v průběhu hemodialýzy (Jarošová, 1999).

III: Vyluhování DEHP z PVC setu do krve pacientů v průběhu hemodialýzy

III: DEHP leaching from PVC set into blood of patients during haemodialysis

Čas [h]	DEHP [ng.g ⁻¹]		
	pacient		
	1	2	3
0.00 a	< 30	< 30	< 30
b	37	33	< 30
2.00 a	92	124	94
b	182	164	247
3.45 a	195	197	256
b	242	233	261

a – vzorek krve odebrán ze sací jehly

b – vzorek krve odebrán ze setu

V krvi, skladované v PVC vácích a určené pro transfuzi, bylo stanoveno 7,8 mg.kg⁻¹ DEHP původního vzorku krve. Výše uvedené výsledky jsou závažné z hlediska možného ohrožení zdraví lidí. PVC materiály, případně další plasty s ftaláty, by měly být urychleně nahrazeny materiály bez rizikových toxických látek.

KRMNÉ SMĚSI PRO HOSPODÁŘSKÁ ZVÍŘATA

Vzorky komerčně vyráběných krmných směsí pro hospodářská zvířata byly odebrány z farem a vyrobených krmných směsí v regionu Jižní Morava. V krmivech pro hospodářská zvířata (prasata, skot, drůbež) byly nalezeny koncentrace DEHP 0,24–1,77 a DBP 0,06–2,36 mg.kg⁻¹ krmiva ($n = 30$). Hladiny DEHP a DBP v krmivech potvrdily nutnost kontroly krmiv na rezidua ftalátů (Raszyk et al., 1998; Jarošová et al., 1998), (Tab. IV).

IV: Obsah DEHP a DBP (mg.kg^{-1} krmiva) v krmných směsích pro prasata (1 až 7) a kuřecí brojlery (8 a 9)

IV: DEHP a DBP content (mg.kg^{-1} of feed) of the feedstuff for pigs (1 to 7) and broiler chicks (8 and 9)

Vzorek	DEHP	DBP
	[mg.kg^{-1}]	
1 – ČOS	0,49	0,45
2 – A1	0,24	0,47
3 – A2	0,35	0,61
4 – A3	0,44	0,66
5 – A3	0,34	0,32
6 – A3	0,45	0,52
7 – A3	0,33	0,96
8 – BR2	1,77	2,36
9 – BR2	0,24	0,06

Úroveň kontaminace estery kyseliny ftalové jako DBP a DEHP byla zjišťována v průběhu let 2005 a 2006 ve vzorcích krmiv u průmyslových výrobců krmiv v rámci České republiky (ČR). Byly odebrány vzorky doplňkových látek, premixů a krmných surovin (rok 2005, $n = 26$). U sójového oleje koncentrace dosáhla hladiny $131,42 \text{ mg.kg}^{-1}$ jako suma obou ftalátů (DBP a DEHP), u vzorků řepkového oleje, rybí moučky a živočišných tuku koncentrace $15,00$; $7,96$ a $58,87 \text{ mg.kg}^{-1}$. Nejvyšší koncentrace jako suma DBP a DEHP byla zjištěna u kukuřice ($2,03 \text{ mg.kg}^{-1}$). Na základě zjištěné kontaminace byly v roce 2006 odebrány vzorky doplňkových látek ($n = 28$) a krmných surovin ($n = 28$). Nejvyšší koncentrace jako suma DBP a DEHP byly zjištěny u krmných surovin s tukovou matricí. Koncentrace ftalátů u vzorků řepkového oleje byla od $1,38$ do $32,40 \text{ mg.kg}^{-1}$ DBP a DEHP. U doplňkových látek, u vitaminů, se hladina kontaminace pohybovala v rozmezí $0,06$ – $3,15$ a u aminokyselin $1,76$ – $4,52 \text{ mg.kg}^{-1}$ DBP a DEHP. Jako závažné zjištění lze hodnotit i skutečnost, že obsahy esterů kyseliny ftalové byly zjištěny u obilovin, jako jsou pšenice, ječmen a kukuřice, protože obiloviny tvoří největší podíl v krmných směsích pro hospodářská zvířata (Jarošová et al., 2009a).

TKÁNĚ A ORGÁNY HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT

Vzorky surovin živočišného původu (svalovina a tukové tkáně prasat, skotu a drůbeže) byly odebrány na jatcích v regionu Jižní Morava. Při vyšetřování svaloviny a tukových tkání hospodářských zvířat z farem jihomoravského regionu byly stanoveny měřitelné koncentrace DEHP a DBP u všech analyzovaných vzorků (Tab. V). Vysoké koncentrace DEHP a DBP ve svalovině a tukových tkáních hospodářských zvířat korelují s relativně vysokými koncentracemi v krmivech. Hospodářská zvířata mohou být kontaminována i dalšími zdroji z prostředí zemědělských farem (Raszyk et al., 1998; Jarošová et al., 1998), (Tab. V).

V: Obsah DEHP a DBP (mg.kg^{-1} původního vzorku) ve svalovině a tukové tkáni hospodářských zvířat

V: DEHP a DBP content (mg.kg^{-1} of original sample) in muscle and adipose tissue of farm animals

Vzorek	DEHP	DBP
	[mg.kg^{-1}]	
Ledvinový tuk krav	0,55–1,52	1,76–4,17
Podkožní tuk prasat	0,20–0,80	1,37–6,12
Drůbeží tuk	0,20–1,71	0,20–0,68
Svalovina drůbeže	0,02–0,30	0,08–0,24

POTRAVINY BALENÉ V RŮZNÝCH TYPECH OBALŮ

Vedle surovin živočišného původu byly analyzovány i potraviny (salámy, šunky, mražená kuřata, kachny, mléko) balené do různých typů obalů (plastové obaly na bázi polypropylenu, polyamidu, polyvinilidenchloridu, hliníková fólie, papírový obal) a odebrané v distribuční síti nebo dodané přímo z expedice potravinářského závodu (Jarošová et al., 1997). Ve všech vzorcích potravin byly měřitelné koncentrace DEHP (méně než $0,01$ až $0,22 \text{ mg.kg}^{-1}$ vzorku) a DBP (méně než $0,01$ až $1,31 \text{ mg.kg}^{-1}$ vzorku).

MODELOVÉ POKUSY NA PRASATECH A DRŮBEŽI

Po perorální aplikaci byla sledována distribuce a kumulace nejtoxičtějších ftalátů DEHP a DBP ve tkáních prasat (Jarošová et al., 1998; Jarošová et al., 1999). V krvi a moči byl vedle DBP a DEHP sledován i mono-2-ethyhexyl ftalát (MEHP), metabolit DEHP. Ftaláty byly aplikovány per os po dobu 14 dní prasatům v dávce 5 g na kus a den (rozpuštěné v jedlém oleji a přidané do prvního podílu krmiva). Ftaláty byly analyzovány v játrech, ledvinách, plicích, mozku, srdci, svalovině, ledvinovém a podkožním tuku. Po čtrnáctidenní aplikaci DEHP a DBP byly nalezeny nejvyšší koncentrace ve svalovině a podkožním tuku pokusných prasat (A_1 , A_2), (Tab. VI).

Byla sledována distribuce DEHP a DBP v těle kuřecích brojlerů. V krvi byl sledován i MEHP. Ftaláty brojlerům byly aplikovány per os po dobu 14 dní v dávce 100 mg na kus a den (v želatinové tobolce) přímo do volete. Ftaláty byly analyzovány ve svalovině, kůži, játrech, mesenterálním tuku a v krvi, a to po čtrnáctidenní aplikaci a dále za 14 a 28 dní

VI: Obsah DEHP a DBP (mg.kg^{-1} původního vzorku) ve svalovině a podkožním tuku pokusných prasat (A_1 , A_2)

VI: DEHP a DBP content (mg.kg^{-1} of original sample) in muscle and subcutaneous fat of experimental pigs (A_1 , A_2)

Vzorek	DEHP		DBP	
	[mg.kg ⁻¹]			
	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂
Svalovina	1,22	1,43	1,44	1,83
Podkožní tuk	14,37	12,20	9,42	9,64

od ukončení aplikace. Po aplikaci DEHP byl zjištěn v krvi brojlerů metabolit MEHP. Kumulace DBP u brojlerů byla v průměru osmkrát nižší než DEHP. DBP se distribuoval v těle brojlerů rovnoměrně ve všech sledovaných tkáních, DEHP se kumuloval převážně v tukové složce. Obsah DEHP a DBP v kůži, svalovině, v mesenterálním tuku a v játrech po čtrnáctidenní aplikaci uvádí Tab. VII. Za 14 a 28 dní od ukončení aplikace byla zjištěna vysoká perzistence obou ftalátů v těle brojlerů. Byl potvrzen lipofilní charakter DEHP a DBP. Tukové tkáně jsou vhodnými indikátory při zjišťování obsahu ftalátů v organismu.

VII: Obsah DEHP a DBP (mg.kg^{-1} původního vzorku) v kůži, ve svalovině, mesenterálním tuku a v játrech pokusných kuřecích brojlerů po čtrnáctidenní aplikaci

VII: DEHP a DBP content (mg.kg^{-1} of original sample) in skin, muscle and mesenteric fat and liver of experimental broiler chicks after 14 days of application

Vzorek	DEHP	DBP
	[mg.kg^{-1}]	
Kůže	8,28	0,90
Svalovina	1,93	0,19
Mesenteriální tuk	18,20	3,13
Játra	0,32	0,27

V dalším modelovém pokusu na drůbeži byl sledován vliv rozdílných hladin ftalátů v krmivu na distribuci a akumulaci ftalátů v orgánech a tkáních kuřat. Pro sledování distribuce a kumulace PAE v živočišných tkáních byly použity vzorky svaloviny, mesenterálního tuku (tuku), kůže a jater z brojlerových kuřat ROSS 308. Kuřata byla rozdělena do čtyř skupin (v každé skupině 50 kuřat). Všechna kuřata byla krmena komerčně vyrobenými kompletními krmnými směsmi (KKS) pro brojlerová kuřata (BR1; BR2 a BR3), podle stáří kuřat. Do pokusných KKS byl přidáván rostlinný (RV) olej s nízkým (skupina kuřat „N“), nebo vysokým obsahem ftalátů (skupina kuřat „V“), nebo živočišný tuk s vysokým obsahem ftalátů (skupina kuřat „Ž“).

Do žádné KKS kontrolní skupiny „K“, ani do žádné KKS BR 1 nebyl přidán žádný rostlinný olej, ani živočišný tuk. Kuřata skupiny „N“ byla krmena KKS BR 2 s 5% a BR 3 s 3% přídatkem RV oleje. Kuřata skupiny „V“ byla krmena KKS BR 2 s 5% a BR 3 s 3% přídatkem RV oleje. Kuřata skupiny „Ž“ byla krmena KKS BR 2 s 5% a BR 3 s 3% přídatkem živočišného tuku.

Výkrm probíhal do 42 dne. DBP i DEHP byly nalezeny ve všech tkáních kuřat u všech skupin. Obsah DBP ve svalovině se pohyboval v rozmezí od 0,03 do 0,55 mg.kg^{-1} , v tuku od < 0,20 do 2,56 mg.kg^{-1} , v kůži od < 0,20 do 1,49 mg.kg^{-1} a v játrech od 0,03 do 0,13 mg.kg^{-1} . Obsah DEHP se ve svalovině pohyboval od 0,03 do 1,15 mg.kg^{-1} , v tuku od 0,25 do 9,85 mg.kg^{-1} , v kůži od < 0,20 do 4,68 mg.kg^{-1} a v játrech od 0,16 do 0,24 mg.kg^{-1} .

Nejvyšší koncentrace DBP $1,28 \pm 1,00 \text{ mg.kg}^{-1}$ původního vzorku (průměr z 8 kuřat) byla stanovena v tuku kuřat skupiny „V“. Nejvyšší koncentrace DEHP $3,27 \pm 2,87 \text{ mg.kg}^{-1}$ původního vzorku (průměr z osmi kuřat) byla rovněž stanovena v tuku kuřat skupiny „V“, DEHP se kumuloval ve svalovině kuřat 3,2krát více než DBP, v tuku kuřat 2,6krát více než DBP a v kůži kuřat 2,9krát více než DBP.

Kuřata skupin „V“ a „Ž“ měla vyšší obsahy ftalátů (suma DBP a DEHP) v tuku, kůži a játrech než kuřata skupin „K“ a „N“.

Potvrzení kumulace a distribuce toxických ftalátů v těle hospodářských zvířat po perorální aplikaci je významné z hlediska zdravotní nezávadnosti surovin a potravin živočišného původu.

FTALÁTY VE TKÁNÍCH KAPRA OBECNÉHO (*Cyprinus carpio* L.)

Byly analyzovány vzorky ($n = 60$) kapra obecného z hlediska obsahu PAE, které se získaly z podzimního výlovu třech rybníků (R1, R2 a R3) z oblasti jižní Moravy a následně po sedmitýdenním sádkování (Jarošová et al., 2009c). Bylo zjištěno, že u vzorků po sádkování se u dvou rybníků obsah DBP zvýšil, a to u R1 z $0,56 \pm 0,39 \text{ mg.kg}^{-1}$ na $0,83 \pm 0,26 \text{ mg.kg}^{-1}$ a u R2 z $0,31 \pm 0,08 \text{ mg.kg}^{-1}$ na $0,35 \pm 0,11 \text{ mg.kg}^{-1}$ původní hmoty a u rybníku R3 se obsah DBP snížil z $0,62 \pm 0,29$ na $0,38 \pm 0,17 \text{ mg.kg}^{-1}$. U DEHP se u vzorků získaných z rybníku R1 průměrná koncentrace po sádkování zvýšila z $0,26 \pm 0,23 \text{ mg.kg}^{-1}$ na $0,72 \pm 0,16 \text{ mg.kg}^{-1}$ a u R2 a R3 snížila a to z $0,72 \pm 0,17 \text{ mg.kg}^{-1}$ na $0,12 \pm 0,18$ a z $0,71 \pm 0,32$ na $0,21 \pm 0,09 \text{ mg.kg}^{-1}$ původní hmoty.

Experimentem bylo zjištěno, že obsah PAE (jako suma DBP a DEHP) u vzorků kapra obecného získaných z třech rybníků jižní Moravy se po sádkování u dvou rybníků (R2 a R3) snížil, a to z $1,02 \pm 0,20$ na $0,46 \pm 0,23$ a z $1,33 \pm 0,57$ na $0,59 \pm 0,23 \text{ mg.kg}^{-1}$ původní hmoty. U rybníku R1 došlo ke zvýšení sumy obou ftalátů, a to z $0,81 \pm 0,26$ na $1,55 \pm 0,37 \text{ mg.kg}^{-1}$ původní hmoty.

Náš předpoklad, že se obsah PAE u rybí tkáně po sádkování, kdy ryby nepřijímají potravu, sníží, se potvrdil u dvou rybníků (R2 a R3). U rybníku R1 byla situace opačná. Prozatím pro tuto skutečnost nemáme jednoznačné vysvětlení. Další cenné poznatky by mohla přinést analýza stavebních materiálů sádek.

V předkládané publikaci jsou shrnuty a zhodnoceny výsledky řešení problematiky ftalátů v letech 1992 až 2009. Řešení probíhalo na Oddělení hygieny potravin Výzkumného ústavu veterinárního lékařství v Brně a na Ústavu technologie potravin Medelovy univerzity v Brně. Byl sledován obsah ftalátů v obalových materiálech a plastech, ve zdravotnických materiálech a krvi pacientů léčených hemodialýzou, v krmivech, ve tkáních a orgánech zvířat, v potravinách, v modelových pokusech na zvířatech a v rybí svalovině v závislosti na rybníčních podmínkách a sádkování. Vzhledem ke skutečnosti, že ftaláty patří mezi rizikové polutanty, které ohrožují

zdraví zvířat i člověka, je jejich další sledování v životním prostředí, v potravním řetězci i lidské populaci žádoucí a potřebné.

ZÁVĚR

Z hlediska prevence výskytu PAE a na základě komplexních poznatků o účincích ftalátů na živé organismy a výsledků o výskytu ftalátů v prostředí a potravním řetězci je nutné monitorovat hladiny

DEHP a DBP v krmivech a krmných komponentách s cílem zjistit rizikové komponenty a zdroje kontaminace ftaláty. Vhodným indikátorem kontaminace DEHP a DBP jsou tukové tkáně (podkožní tuk prasat, ledvinový tuk skotu, kůže drůbeže) a svalovina. Ke zjištění rizika PAE je nutné sledovat i obalové materiály používané pro skladování krmiv, surovin a potravin a zaměřit se i na barevné potisky, lepidla a další komponenty přicházející do styku s krmivem a potravinami.

LITERATURA

- GAJDŮŠKOVÁ, V., JAROŠOVÁ, A., ULRICH, R., 1996: Occurrence of phthalic acid esters in food packaging materials. *Czech J. Food Sci.*, 14: 99–108. ISSN 1212-1800.
- JAROŠOVÁ, A., GAJDŮŠKOVÁ, V., ULRICH, R., ŠEVELA, K., 1996: The occurrence of phthalic acid esters in packaging materials for foods and medical products. In: *International symposium on food packaging: Ensuring the quality and safety of foods*, Budapest 1996, s. 71.
- JAROŠOVÁ, A., GAJDŮŠKOVÁ, V., ULRICH, R., ŠEVELA, K., 1997: Zhodnocení výskytu esterů kyseliny ftalové v potravním řetězci. In: *Cudzorodé látky v požívatínách. XVII. Konference s mezinárodní účastí*. Tatranská Štrba 1997, s. 178–181.
- RASZYK, J., GAJDŮŠKOVÁ, V., JAROŠOVÁ, A., SALAVA, J., PALÁC, J., 1998: Occurrence of phthalic acid esters (PAEs) in combined feedstuffs and adipose tissues of swine and cattle. *Veterinární Medicína*, 43: 93–5. ISSN 0375-8427.
- JAROŠOVÁ, A., GAJDŮŠKOVÁ, V., RASZYK, J., ŠEVELA, K., 1998: Determination of phthalic acid esters (PAEs) in biological materials by HPLC. *Czech J. Food Sci.*, 16: 122–130. ISSN 1212-1800.
- JAROŠOVÁ, A., 1999: Hodnocení výskytu esterů kyseliny ftalové v potravním řetězci a životním prostředí. *Disertační práce*. MZLU, Brno, 102 s.
- JAROŠOVÁ, A., GAJDŮŠKOVÁ, 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. *Veterinární Medicína*, 44: 61–70. ISSN 0375-8427.
- HARAZIM, J., JAROŠOVÁ, A., KRÁTKÁ, L., STANCOVA, V., SUCHÝ, P., 2008: Contamination of feedstuffs with phthalic acid esters. *Toxicology Letters*. 180 s, 67. ISSN 0378-4274.
- JAROŠOVÁ, A., HARAZIM, J., KRÁTKÁ, L., KOLENČÍKOVÁ, 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. *Veterinární Medicína*, 54 (9), 427–434. ISSN 0375-8427.
- JAROŠOVÁ, A., STANCOVA, V., ZORNÍKOVÁ, G., 2009c: Di-2-ethylhexyl ftalát a di-n-butyl ftalát ve tkáních kapra obecného. In: XXXIX. *Lenfeldovy a Höklovy dny, Konference s mezinárodní účastí o hygieně a technologii potravin*, VFU, Brno, 13. a 14. říjen 2009, s. 13–16.

Adresa

doc. Ing. Alžběta Jarošová, Ph.D., Ústav technologie potravin, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: ualja@mendelu.cz