

CHANGING THE CONTENT OF DI-N-BUTYL PHTHALATE AND DI-2-ETHYLHEXYL PHTHALATE IN THE CARCASS OF PACKAGED CHICKEN DURING REFRIGERATED STORAGE

Puškářová L., Jarošová A., Zorníková G.

Department of Food Technology, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno,
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xpuskaro@node.mendelu.cz

ABSTRACT

In the packed samples of frozen chicken, the value of di-n-butyl phthalate (DBP) and di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP) was monitored. During the storage period, samples from muscles, skin and mesenterial fat have been analyzed every three months. In all analyzed samples of chicken tissue, both tracked phthalates have been detected. The highest concentrations were detected in samples of mesenterial fat for DBP 0.64–2.33 mg.kg⁻¹, for DEHP 2.07–8.73 mg.kg⁻¹ of the original sample. An upward trend in the concentration of DEHP depending on storage period ($p < 0.05$) in samples of muscle and mesenterial fat was proven. The difference ($p < 0.05$) in the presence of DBP and DEHP in tissues with different fat content was statistically proven. During the whole duration of the experiment a difference ($p < 0.05$) between the concentration of DBP and DEHP in the same tissue was observed.

Key words: phthalates, di-n-butyl phthalate, di-2-hexyl phthalate, chicken tissue, package

ÚVOD

Estery kyseliny ftalovej (PAE) sú všadeprítomné znečisťujúce látky a sú bežnou súčasťou životného prostredia a potravinového reťazca (GROB, 2008). Svetová produkcia týchto látok sa odhaduje na niekoľko miliónov ton ročne, čo je prvým ukazovateľom ich veľkého sociálneho a ekonomického významu (GÓMEZ-HENZ a AGUILAR-CABALLOS, 2003).

Ftaláty sa pridávajú do plastov na zlepšenie ich mechanických vlastností, do kozmetiky, parfémov, do produktov ako sú stavebné materiály, farby, detské hračky a zdravotnícke pomôcky (API, 2001). PAE sú nekovalentne viazané (LOTTRUP ai., 2006) a preto sa môžu vylúhovať, migrovať, odparovať do vnútorného prostredia, atmosféry a do materiálu, s ktorým sú v kontakte (HEUDORF ai., 2007). Pridávané sú i do potlačových farieb obalov používaných pre balenie potravín a môžu byť detekované i v potravinách v dôsledku ich migrácie (JAROŠOVÁ, 2000).

Toxicita ftalátov bola a stále je predmetom diskusie a znepokojenia verejnosti (GÓMEZ-HENZ a AGUILAR-CABALLOS, 2003). Ftaláty a ich metabolity sa ukázali ako potenciálne škodlivé pre človeka a životné prostredie vzhľadom na ich hepatotoxické, teratogénne a karcinogénne vlastnosti (MATSUMOTO ai., 2008). Sú živočíšnymi karcinogénmi a môžu spôsobiť smrť plodu, malformácie, testikulárne poranenia, poškodenie pečene, antiandrogénnu aktivitu, teratogenicitu a najmä reprodukčnú toxicitu u laboratórných zvierat (LATINI, 2005). V záujme verejného zdravia sú jednak preto, že je známa ich toxicita u pokusných zvierat a ich vysoký potenciál pre expozíciu súvisiacu s ich prítomnosťou v spotrebnom tovare (CALAFAT a NEEDHAM, 2008).

Významné poznatky týkajúce sa problematiky esterov kyseliny ftalovej boli získané na Výskumném ústave veterinárneho lékařství v Brně a na Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně. V priebehu rokov 1992 až 2009 bol sledovaný obsah ftalátov (DBP a DEHP) v obalových materiáloch a plastoch, v zdravotníckych materiáloch, krmných zmesiach pre hospodárske zvieratá, v tkanivách a orgánoch hospodárskych zvierat, v potravinách a rôznych typoch obalov, u prasiat a hydiny v modelových pokusoch a v svalovine rýb. Sledovanie obsahu ftalátov v krmivách a krmných komponentoch v priebehu troch rokov ukázalo, že je nutná i kontrola vstupov do potravinového reťazca. Potvrdenie kumulácie a distribúcie toxických ftalátov v tele hospodárskych zvierat po perorálnej aplikácii je významné z hľadiska zdravotnej nezávadnosti surovín a potravín živočíšneho pôvodu (JAROŠOVÁ, 2010).

MATERIÁL A METODIKA

Pre pokus boli použité vzorky jatočných tiel kurčiat odobrané z porážkovej linky hydinárskeho závodu. V decembri 2008 bolo náhodným výberom odobraných 70 kusov jatočných tiel. Jatočné

telá po predchádzajúcej eviscerácii a jatočnom opracovaní boli zabalené do spotrebiteľských obalov a následne mraziarensky skladované pri $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po každých troch mesiacoch skladovania bolo pre analýzu odobraných 8 vzoriek. Do konca roka 2009 boli v priebehu deviatich mesiacov skladovania uskutočnené 3 odbery, čo predstavuje 24 kusov kurčiat. Odobrané zmrazené kurčatá boli pred vlastnou analýzou rozmrazené pri chladničkových teplotách.

Pre analýzu boli použité overené metódy pre stanovenie DBP (di-butyl ftalát) a DEHP (di-2-ethylhexyl ftalát) v potravinách (JAROŠOVÁ ai., 1999). DBP a DEHP boli stanovené u každého kurčatá individuálne. Odobraná svalovina (zmesná vzorka prsnej a stehennej svaloviny), koža a vnútorný tuk boli zhomogenizované, zlyofilizované a následne boli PAE tri krát extrahované zmesou rozpúšťadiel acetón:hexán (1:1). Spojené zfiltrované extrakty sa zahustili na rotačnej vákuovej odparke. PAE boli od koextraktov separované gélovou permeačnou chromatografiou (GPC) s kolonou Bio Beads S-X3, eluáty sa po GPC dočistili koncentrovanou kyselinou sírovou (65 %). Po vyušení dusíkom boli vzorky doplnené acetonitrilom na objem 1 ml. PAE boli stanovené metódou HPLC s UV detekciou pri vlnovej dĺžke 224 nm. Použitá bola kolóna Cogent e-Column C18 s veľkosťou častíc $5\text{ }\mu\text{m}$ a rozmermi $4,6\text{ mm} \times 150\text{ mm}$. Mobilnou fázou bola zmes acetonitril:voda (99:1). Výsledné koncentrácie boli vypočítané na základe kalibračnej krivky v softvare Agilent Chemstation for LC and LC/MS systems.

Výsledky boli štatisticky spracované v program STATISTIKA 9. Použitý bol t-test a regresná analýza.

VÝSLEDKY A DISKUZE

U všetkých analyzovaných vzoriek kuracích tkanív boli detekované oba sledované ftaláty, DBP i DEHP. Koncentrácie ftalátov v mg.kg^{-1} pôvodnej hmotnosti vo vzorkách svaloviny, kože a vnútorného tuku sú uvedené v Tab. 1 a na Obr. 1.

Tab.1 Priemerné koncentrácie ftalátov (DBP, DEHP, DBP + DEHP) v mg.kg^{-1} pôvodnej hmotnosti v kuracích tkanivách (svalovine, koži a vnútornom tuku) v priebehu 9 mesiacov mraziarenskeho skladovania

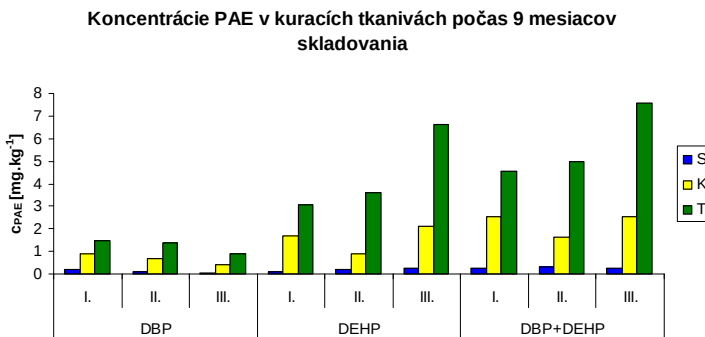
odber C_{PAE} mg.kg^{-1} pôv.hm.	svalovina			koža			tuk		
	DBP	DEHP	Σ DBP +DEHP	DBP	DEHP	Σ DBP +DEHP	DBP	DEHP	Σ DBP +DEHP
I. 3/2009	0,20	0,08	0,28	0,89	1,67	2,56	1,48	3,09	4,56
II. 6/2009	0,11	0,19	0,30	0,71	0,92	1,63	1,39	3,59	4,98
III. 9/2009	0,04	0,24	0,28	0,45	2,11	2,59	0,92	6,64	7,56

(Medza stanovitelnosti DBP a DEHP u tukových matric – $0,2\text{ mg.kg}^{-1}$, pre živočíšny materiál s nízkym obsahom tuku – $0,03\text{ mg.kg}^{-1}$.)

Najnižšia priemerná koncentrácia DBP bola nameraná vo vzorke svaloviny po 9. mesiacoch skladovania ($0,04 \text{ mg.kg}^{-1}$ pôv. vz.) a najvyššia vo vzorke vnútorného tuku po 3. mesiacoch skladovania ($1,48 \text{ mg.kg}^{-1}$ pôv. vz.). Najnižšia priemerná koncentrácia DEHP bola nameraná vo vzorke svaloviny po 3. mesiacoch skladovania ($0,08 \text{ mg.kg}^{-1}$ pôv. vz.) a najvyššia vo vzorke vnútorného tuku po 9. mesiacoch skladovania ($6,64 \text{ mg.kg}^{-1}$ pôv. vz.). Podľa predpokladu bol pozorovaný štatisticky preukázaný rozdiel vo výskyte DBP i DEHP v tkanivách s rozdielnym obsahom tuku ($p < 0,05$).

Po celú dobu experimentu bol pozorovaný rozdiel ($p < 0,05$) medzi koncentráciou DBP a DEHP v rámci jedného tkaniva. U svaloviny bolo zistené rozmedzie pre DBP $0,03\text{--}0,24 \text{ mg.kg}^{-1}$ pôv. vz. a pre DEHP $0,05\text{--}0,32 \text{ mg.kg}^{-1}$ pôv. vz., u kože pre DBP $0,19\text{--}1,25 \text{ mg.kg}^{-1}$ pôv. vz. a DEHP $0,63\text{--}2,94 \text{ mg.kg}^{-1}$ pôv. vz., u vnútorného tuku pre DBP $0,64\text{--}2,33 \text{ mg.kg}^{-1}$ pôv. vz. a pre DEHP $2,07\text{--}8,73 \text{ mg.kg}^{-1}$ pôv. vz.

Zmeny, ku ktorým dochádzalo v priebehu skladovania znázorňuje Obr. 1. U DBP vo všetkých sledovaných tkanivách bola preukázaná klesajúca tendencia nameraných hodnôt v priebehu doby skladovania ($p < 0,05$). U DEHP bola preukázaná stúpajúca tendencia u svaloviny a vnútorného tuku ($p < 0,05$). V svalovine stúpol obsah DEHP z hodnoty $0,08$ na hodnotu $0,24 \text{ mg.kg}^{-1}$, teda 3 krát. Vo vnútornom tuku z hodnoty $3,09$ na hodnotu $6,64 \text{ mg.kg}^{-1}$, teda 2,2 krát. Stúpajúca tendencia ($p < 0,05$) bola tiež preukázaná u celkového obsahu ftalátov (DBP + DEHP) vo vzorkách vnútorného tuku.



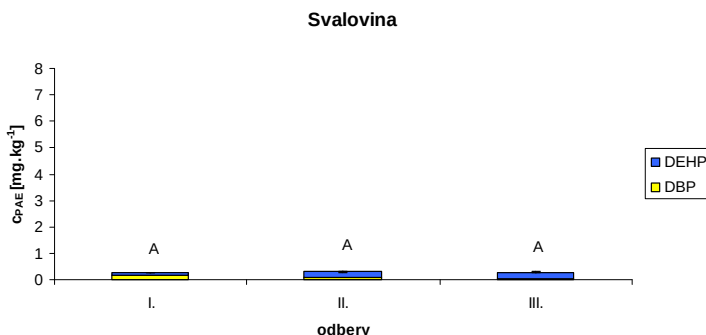
Obr.1 Koncentrácie ftalátov (DBP, DEHP a DBP + DEHP) v mg.kg^{-1} pôvodnej hmotnosti kuracích tkanivách (svalovina = S, koža = K, vnútorný tuk = T) v priebehu 9 mesiacov mraziarenského skladovania (I. ober po 3. mesiacoch, II. odber po 6. mesiacoch, III. odber po 9. mesiacoch)

Koncentrácia ftalátov v svalovine v priebehu 9 mesiacov mraziarenského skladovania

Vo vzorkách svaloviny sa hodnoty DBP sa pohybovali v rozmedzí 0,03–0,24 mg.kg⁻¹ pôvodnej vzorky. Zmeny koncentrácie DBP v priebehu skladovacieho obdobia majú klesajúcu tendenciu (I. odber = 0,20, II. odber = 0,11, III. odber 0,04 mg.kg⁻¹ pôv. vz., $p < 0,05$).

Hodnoty DEHP sa pohybovali v rozmedzí 0,05–0,32 mg.kg⁻¹ pôvodnej vzorky. Zmeny koncentrácie DEHP v priebehu skladovania majú stúpajúcu tendenciu (I. odber = 0,08, II. odber = 0,19, III. odber 0,24 mg.kg⁻¹ pôv. vz., $p < 0,05$).

Hodnoty oboch ftalátov (DBP + DEHP) sa pohybovali v rozmedzí 0,24–0,40 mg.kg⁻¹ pôvodnej vzorky. Koncentrácie sumy ftalátov v priebehu skladovacieho obdobia sú rozdielne, ale tendencia nebola preukázaná (I. odber = 0,28, II. odber = 0,30, III. odber = 0,28 mg.kg⁻¹ pôv. vz., $p > 0,05$). Zmeny, ku ktorým dochádzalo v priebehu skladovania znázorňuje Obr. 2.



Obr.2 Koncentrácie DBP a DEHP v mg.kg⁻¹ pôvodnej hmotnosti v svalovine v priebehu 9 mesiacov mraziarenského skladovania (I. odber po 3. mesiacoch, II. odber po 6. mesiacoch, III. odber po 9. mesiacoch); A, B, C = priemery označené rôznymi písmenami sa významne líšia ($p < 0,05$)

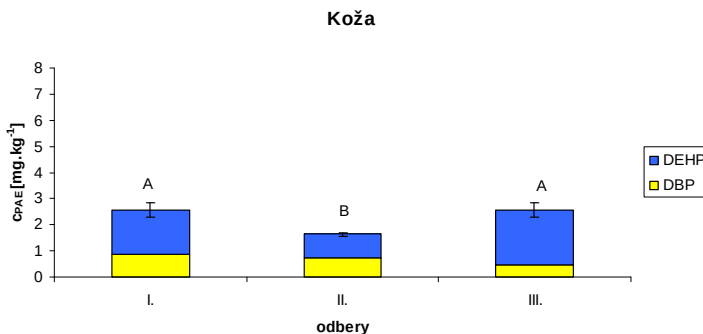
Koncentrácia ftalátov v koži v priebehu 9 mesiacov mraziarenského skladovania

Vo vzorkách kože sa hodnoty DBP sa pohybovali v rozmedzí 0,19–1,25 mg.kg⁻¹ pôvodnej vzorky. Zmeny koncentrácie DBP v priebehu skladovacieho obdobia majú klesajúcu tendenciu (I. odber = 0,89, II. odber = 0,71, III. odber 0,45 mg.kg⁻¹ pôv. vz., $p < 0,05$).

Hodnoty DEHP sa pohybovali v rozmedzí 0,63–2,94 mg.kg⁻¹ pôvodnej vzorky. Koncentrácie DEHP v priebehu skladovania sú rozdielne, ale tendencia nebola preukázaná (I. odber = 1,67, II. odber = 0,92, III. odber 2,11 mg.kg⁻¹ pôv. vz., $p > 0,05$).

Hodnoty oboch ftalátov (DBP + DEHP) sa pohybovali v rozmedzí 1,32–3,75 mg.kg⁻¹ pôvodnej vzorky. Koncentrácie sumy ftalátov v priebehu skladovacieho obdobia sú rozdielne, ale tendencia

nebola preukázaná (I. odber = 2,56, II. odber = 1,63, III. odber = 2,56 mg.kg⁻¹ pôv. vz., $p > 0,05$). Zmeny, ku ktorým dochádzalo v priebehu skladovania znázorňuje Obr. 3.



Obr.3 Koncentrácia sumy ftalátov (DBP + DEHP) v koži v mg.kg⁻¹ pôvodnej hmotnosti v priebehu 9 mesiacov mraziarenského skladovania (I. odber po 3. mesiacoch, II. odber po 6. mesiacoch, III. odber po 9. mesiacoch) a zastúpenie jednotlivých ftalátov (DBP a DEHP); A, B = priemery označené rôznymi písmenami sa významne líšia ($p < 0,05$)

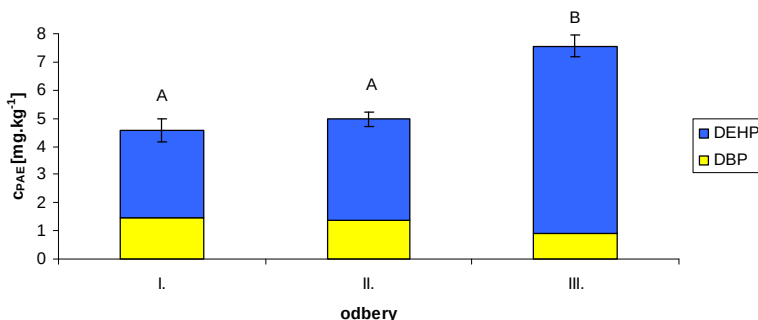
Koncentrácia ftalátov vo vnútornom tuku v priebehu 9 mesiacov mraziarenského skladovania

Vo vzorkách vnútorného tuku sa hodnoty DBP sa pohybovali v rozmedzí 0,64–2,33 mg.kg⁻¹ pôvodnej vzorky. Zmeny koncentrácie DBP v priebehu skladovacieho obdobia majú klesajúcu tendenciu, (I. odber = 1,48, II. odber = 1,39, III. odber 0,92 mg.kg⁻¹ pôv. vz., $p < 0,05$).

Hodnoty DEHP sa pohybovali v rozmedzí 2,07–8,73 mg.kg⁻¹ pôvodnej vzorky. Zmeny koncentrácie DEHP v priebehu skladovania majú stúpajúcu tendenciu (I. odber = 3,09, II. odber = 3,59, III. odber 6,64 mg.kg⁻¹ pôv. vz., $p < 0,05$).

Hodnoty oboch ftalátov (DBP + DEHP) sa pohybovali v rozmedzí 2,89–9,87 mg.kg⁻¹ pôvodnej vzorky. Zmeny koncentrácie sumy ftalátov v priebehu skladovacieho obdobia majú stúpajúcu tendenciu (I. odber = 4,56, II. odber = 4,98, III. odber = 7,55 mg.kg⁻¹ pôv. vz., $p < 0,05$). Zmeny, ku ktorým dochádzalo v priebehu skladovania znázorňuje Obr. 4.

Vnúťorný tuk



Obr.4 Koncentrácia sumy ftalátov (DBP + DEHP) vo vnútornom tuku v mg.kg^{-1} pôvodnej hmotnosti v priebehu 9 mesiacov mraziarenskeho skladovania (I. ober po 3. mesiacoch, II. odber po 6. mesiacoch, III. odber po 9. mesiacoch) a zastúpenie jednotlivých ftalátov (DBP a DEHP); A, B = priemery označené rôznymi písmenami sa významne líšia ($p < 0,05$)

JAROŠOVÁ ai. (1999), sledovali distribúciu a akumuláciu DEHP a DBP v tkanivách brojlerov po perorálnom podaní ftalátov. Obsah DBP v svalovine, koži a vnútornom tuku bol 0,19, 0,9, a 3,13 mg.kg^{-1} pôvodnej vzorky. JAROŠOVÁ ai. (2009) sledovali distribúciu a akumuláciu PAE v živočíšnych tkanivách brojlerových kurčiat ROSS 308. Obsah DBP v svalovine bol v rozmedzí 0,03–0,55 mg.kg^{-1} , v koži <0,20–1,49 mg.kg^{-1} , v tukovom tkanive <0,20–2,56 mg.kg^{-1} pôvodnej vzorky. Nami zistené hodnoty DBP v svalovine sú v rozmedzí 0,03–0,24 mg.kg^{-1} , v koži 0,19–1,25 mg.kg^{-1} a vo vnútornom tuku 0,64–2,33 mg.kg^{-1} pôvodnej vzorky. Obdobné výsledky pre DBP v svalovine hydiny 0,08–0,24 mg.kg^{-1} a v hydinovom tuku 0,20–0,68 mg.kg^{-1} boli namerané pri vyšetrovaní tkanív zvierat z fariem Južnej Moravy (RASZYK ai., 1998; JAROŠOVÁ ai., 1998).

Po perorálnom podaní ftalátov kurčatám bol zistený obsah DEHP v svalovine 1,93 mg.kg^{-1} , v koži 8,28 mg.kg^{-1} a vo vnútornom tuku 18,20 mg.kg^{-1} pôvodnej vzorky (JAROŠOVÁ ai., 1999). U brojlerových kurčiat ROSS 308 bol obsah DEHP v svalovine v rozmedzí 0,03–1,15 mg.kg^{-1} , v koži <0,20–4,68 mg.kg^{-1} , v tukovom tkanive 0,25–9,85 mg.kg^{-1} pôvodnej vzorky (JAROŠOVÁ ai., 2009). Nami zistené hodnoty DEHP v svalovine sú v rozmedzí 0,05–0,32 mg.kg^{-1} , v koži 0,63–2,94 mg.kg^{-1} a vo vnútornom tuku 2,07–8,73 mg.kg^{-1} pôvodnej vzorky. V tuku hydiny z fariem Južnej Moravy boli však zistené nižšie hodnoty DEHP (0,20–1,71 mg.kg^{-1}), hodnoty DEHP v svalovine (0,02–0,30 mg.kg^{-1}) boli porovnateľné s našimi.

Pozorovaný bol rozdiel ($p < 0,05$) medzi koncentráciou DBP a DEHP v rámci jedného tkaniva, napríklad vo vzorkách vnútorného tuku bola koncentrácia DBP 0,64–2,33 mg.kg^{-1} a DEHP 2,07–8,73 mg.kg^{-1} pôvodnej vzorky. Rozdiely vo výskyte DEHP a DBP v tele kurčiat môžu byť

spôsobené individuálnymi rozdielmi v metabolizme, pomerom medzi akumuláciou a odstránením z tela, ako aj rozdielmi vo fyzikálnych a chemických vlastnostiach medzi ftalátmi. DBP má menšie molekuly s kratším, nerozvetveným reťazcom, ktorý umožňuje čiastočnú rozpustnosť vo vode. DEHP je nerozpustný vo vode.

Výsledky naznačujú, že hlavne DEHP sa akumuluje v tuku, teda bol potvrdený lipofilný charakter ftalátov a kumulácia ftalátov v živočíšnych tkanivách. Ftaláty nájdené vo vzorkách môžu pochádzať z kontaminovaného krmiva, vody, z kontaminovaného prostredia vo výkrme, alebo ku kontaminácii mohlo dôjsť počas porážky kurčiat, z výrobného zariadenia, alebo oplachovej vody.

U balených a mraziarensky skladovaných kurčiat bolo sledované potenciálne riziko migrácie ftalátov z PVC obalu. Túto migráciu potvrdili autori PAGE a LACROIX (1992) na vzorkách masla a margarínu, DOBIÁŠ ai. (1996) na modelových roztokoch a obaloch na bázi PET, HARAZIM ai. (2008) pri skladovaní repkového oleja v plastovej nádrži. JEN a LIU (2006) poukázali na vysoký obsah ftalátov v horúcich polievkach v jednorazových plastových miskách. Aj keď dochádzalo k štatisticky preukázanému zvyšovaniu DEHP vo vzorkách svaloviny a vnútorného tuku, rovnako k zvyšovaniu koncentrácie sumy ftalátov (DBP + DEHP) počas doby skladovania ($p < 0,05$) migrácia v našom pokuse potvrdená nebola. Potvrdenie, alebo vyvrátenie tohto predpokladu si vyžaduje pokračovať v experimente do ukončenia doby trvanlivosti kurčiat (18 mesiacov).

ZÁVER

Sledovaný bol výskyt esterov kyseliny ftalovej (DBP a DEHP) v kuracích tkanivách balených mrazených kurčiat (24 kusov) v priebehu mraziarenskeho skladovania (9 mesiacov). Analyzované boli vzorky svaloviny, kože a vnútorného tuku, pretože sú vhodnými indikátormi kontaminácie DEHP a DBP.

Oba sledované ftaláty boli stanovené vo všetkých analyzovaných tkanivách. Najnižšia koncentrácia DBP bola nameraná v svalovine v rozmedzí $0,03\text{--}0,24\text{ mg.kg}^{-1}$, najvyššia bola vo vnútornom tuku $0,64\text{--}2,33\text{ mg.kg}^{-1}$ pôvodnej vzorky. Vo vnútornom tuku bola nájdená i najvyššia hodnota DEHP $2,07\text{--}8,73\text{ mg.kg}^{-1}$. Svalovina obsahovala najmenej DEHP $0,05\text{--}0,32\text{ mg.kg}^{-1}$ pôvodnej vzorky, rovnako ako aj najmenej DBP. V koži bolo nájdených $0,19\text{--}1,25\text{ mg.kg}^{-1}$ DBP a $0,63\text{--}2,94\text{ mg.kg}^{-1}$ DEHP pôvodnej vzorky. V tkanivách s rozdielnym obsahom tuku bol štatisticky preukázaný rozdiel ($p < 0,05$) vo výskyte DBP i DEHP. Po celú dobu experimentu bol pozorovaný významný rozdiel ($p < 0,05$) medzi koncentráciou DBP a DEHP v rámci jedného tkaniva.

Vo všetkých sledovaných tkanivách bola preukázaná klesajúca tendencia ($p < 0,05$) nameraných hodnôt DBP medzi I. a III. meraním (teda medzi 3. a 9. mesiacom skladovania). U DEHP bola preukázaná stúpajúca tendencia ($p < 0,05$) vo vzorkách svaloviny a vnútorného tuku. V svalovine stúpol obsah DEHP z hodnoty 0,08 na hodnotu $0,24\text{ mg.kg}^{-1}$, teda 3 krát. Vo vnútornom tuku z hodnoty 3,09 na hodnotu $6,64\text{ mg.kg}^{-1}$, teda 2,2 krát. Stúpajúca tendencia ($p < 0,05$) bola tiež preukázaná u celkového obsahu ftalátov (DBP + DEHP) vo vzorkách vnútorného tuku.

Potvrdený bol lipofilný charakter DBP a DEHP, kumulácia v živočíšnych tkanivách, migrácia ftalátov z obalu do mrazeného kurčaťa však potvrdená nebola.

V súčasnej dobe nie je dostatok informácií o kontaminácii potravín ftalátmi ani o ich obsahu v potravinárskych obaloch. Vzhľadom na ich negatívny vplyv na zdravie ľudí je žiaduce prijať všetky potrebné legislatívne opatrenia na zníženie prenikania ftalátov do prostredia a potravín, a tým znížiť expozíciu ľudí ftalátmi.

LITERATÚRA

Api, A.M. (2001): Toxicological profile of diethyl phthalate: a vehicle for fragrance and cosmetic ingredients. *Food Chem. Toxicol.* 39, 97-108.

Calafat A. M., Needham L. L. (2008): Factors affecting the evaluation of biomonitoring data for human exposure assessment. *International Journal of Andrology*, 31 (2), 139-143.

Dobiáš J., Voldřich M., Prokš M. (1996): Migrace oligomerů polyetylenftalátu z obalů do modelových roztoků potravin. *Potravinářské vědy*, 14 (1), 25-32. ISSN 0862-8653.

Gómez-Hens A., Aguilar-Caballos M. P. (2003): Social and economic interest in the control of phthalic acid esters. *Trends in Analytical Chemistry*, 22 (11), 847-857.

Grob, K. (2008): Analytical chemistry does not support the food safety consumers expect. In *Abstract book of the 32nd ISSC and 5th GCxGC symposium*, Italy: Riva del Garda, 44-45.

Harazim J., Jarošová A., Krátká L., Stancová V., Suchý P. (2008): Contamination of feedstuffs with phthalic acid esters. *Toxicology Letters*, 180 (1), 67.

Heudorf U., Mersch-Sundermann V., Angerer J. (2007): Phthalates: Toxicology and exposure. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 210 (5), 623-634.

Jarošová A., Gajdůšková V., Raszyk J., Ševela K. (1998): Determination of phthalic acid esters (PAEs) in biological materials by HPLC. *Czech Journal Food Sciences*, 16, 122-130.

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 (3), 61-70.

Jarošová A. (2000): Ftaláty v potravním řetězci a jejich toxicita. *Výživa a potraviny*, 55 (2), 34-35. ISSN 1211-846X.

Jarošová A., Harazim J., Suchý P., Krátká L., Stancová V. (2009): 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.

Jarošová, A. (2010): Výskyt ftalátu v potravním řetězci. *Sborník XXXVI. Semináře o jakosti potravin a potravinových surovin – „Ingrový dny“*, Brno, 11-19. ISBN 978-80-7375-384-9.

Jen J. F., Liu T. CH. (2006): Determination of phthalate esters from food-contacted materials by on-line microdialysis and liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1130 (1), 28-33.

Latini G. (2005): Monitoring phthalate exposure in humans. *Clinica Chimica Acta*, 361 (1-2), 20-29. ISSN 0009-8981.

Lottrup G., Andersson A. M., Leffers H., Mortensen G. K., Toppari J., Skakkebaek N. E., Main K. M. (2006): Possible impact of phthalates on infant reproductive health. *International Journal of Andrology*, 29 (1), 172-180.

Matsumoto M., Hirata-Koizumi M., Ema M. (2008): Potential adverse effects of phthalic acid esters on human health: A review of recent studies on reproduction. *Regulatory Toxicology Pharmacology* 50 (1), 37-49.

Page B. D., Lacroix G. (1992): Studies into the transfer and migration of phthalate esters from aluminium foil-paper laminates to butter and margarine. *Food Additives Contaminants*, 9 (3), 197-212.

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.