

Prehľad o kontaminácii potravinového reťazca estermi kyseliny ftalovej

JÁN ČEPČEK - VIKTOR PRACHAR - JÁN UHNÁK

SÚHRN. Práca sa venuje prehľadu o vlastnostiach, priemyselnej výrobe, použití a výskyte esterov kyseliny ftalovej (ftalátov). Hladiny ftalátov v potravinovom reťazci, vzduchu a vo vode, ktoré boli publikované v zahraničných časopisoch ukazujú, že sa ftaláty do ľudského organizmu dostávajú predovšetkým cez potravinový reťazec vrátane pitnej vody distribuovanej v obaloch z plastických hmôt. Práce, ktoré sa zaoberali výskytom ftalátov v komoditách živočíšneho a rastlinného pôvodu boli zamerané predovšetkým na hladiny di-(2-etylhexyl)ftalátu (DEHP) a dibutylftalátu (DBP). Z častého výskytu ftalátov v zložkách životného prostredia a potravinového reťazca vyplýva, že expozícia populácie je stále aktuálnym problémom. Preto treba vykonať v Slovenskej republike nové štúdie, ktoré budú zamerané na expozíciu zvlášť citlivej skupiny dojčiat a detí.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: ftaláty, di-(2-etylhexyl)ftalát, dibutylftalát, ovzdušie, voda, potraviny, expozícia

V posledných desaťročiach sa mnohé pracoviská, ktoré sledujú kontaminanty v životnom prostredí, zaoberali aj sledovaním skupiny látok označovaných ako estery kyseliny ftalovej alebo ftaláty. Nie je jasné, či ich výskyt v životnom prostredí súvisí iba s činnosťou človeka, alebo sa v životnom prostredí vyskytujú aj prirodzene. Je známe, že ftaláty boli prítomné vo vzorkách, ktoré boli odobraté ešte pred tým, ako sa táto skupina látok začala priemyselne využívať vo väčšej miere. Ich skutočnú prítomnosť v týchto vzorkách spochybňujú skúsenosti mnohých analytikov, podľa ktorých sa vzorky často kontaminujú ftalátmi počas odoberania, skladovania a spracovania. Po ich identifikovaní v rozličných druhoch vzoriek sa začali skúmať otázky súvisiace s ich rozšírením v životnom prostredí a s ich vplyvom na organizmus človeka. Ftaláty prenikajú do ľudského organizmu najmä cez potravinový reťazec, v ktorom sa môžu kumulovať vstupom z kontaminovanej biosféry.

RNDr. Ján ČEPČEK, Dr. Ing. Viktor PRACHAR, Ing. Ján UHNÁK, CSc., Ústav preventívnej a klinickej medicíny, Limbová 14, 833 01 Bratislava.

Vlastnosti, výroba a použitie ftalátov

Ftaláty sú vo väčšine prípadov kvapalné látky s vysokou teplotou varu a s nízkym tlakom nasýtených pár, čo spôsobuje ich stabilitu v plastických látkach. Sú málo rozpustné vo vode. V tab. 1 sú uvedené niektoré dôležité údaje a fyzikálne vlastnosti najdôležitejších predstaviteľov tejto skupiny látok, ktoré sa vyrábajú priemyselne [1]. Najväčšia pozornosť pri sledovaní ftalátov sa venovala di-(2-etylhexyl)ftalátu (DEHP) a dibutylftalátu (DBP), pretože ich výroba, rozšírenie a výskyt sú najrozsiahlejšie. DEHP je silne lipofilná a stredne stabilná zlúčenina. DEHP aj DBP sú miešateľné s väčšinou bežných organických rozpúšťadiel. S vodou môžu tvoriť koloidné roztoky, čo môže viesť k stanoveniu vyšších koncentrácií vo vodách, ako je ich rozpustnosť [2,3].

TABUĽKA 1. Fyzikálne vlastnosti najdôležitejších ftalátov.
TABLE 1. Physical properties of the most important phthalates.

Názov ¹	Skratka ²	Teplota varu ³ [°C]	Rozpustnosť vo vode ⁴ [g/100 g]
Dimetylftalát	DMP	282	0,5 (20 °C)
Dietylftalát	DEP	296,1	0,1 (20 °C)
Dibutylftalát	DBP	340	0,45 (25 °C)
Benzylbutylftalát	BBP	370*	nerozpustný (20 °C)
Di-(2-etylhexyl)ftalát	DEHP	385**	0,01 (20 °C)
Di- <i>n</i> -oktylftalát	DOP	220 (4 mm)	nerozpustný (20°C)

* - podľa [4], ** - podľa [5].

* - according to [4], ** - according to [5], 1 - name, 2 - abbreviation, 3 - boiling point, 4 - solubility in water.

Priemyselne sa ftaláty vyrábajú esterifikáciou príslušného alkoholu anhydridom kyseliny ftalovej v prítomnosti katalyzátora (kyselina sírová alebo *p*-toluénsulfónová), alebo nekatalyticky za vysokých teplôt. Anhydrid kyseliny ftalovej sa vyrába oxidáciou naftalénu alebo *o*-xylénu vo vzduchu v prítomnosti oxidu vanadičného a čistí sa destiláciou [1,6].

Ročná produkcia ftalátov vo svete sa odhaduje približne na $2,7 \cdot 10^9$ kg. DEHP predstavuje 50 % celkovej produkcie ftalátov [2]. Produkcia DBP bola v roku 1994 v západnej Európe odhadnutá na $4,9 \cdot 10^7$ kg, v USA v roku 1987 na $1,14 \cdot 10^7$ kg a v Japonsku v roku 1994 na $1,7 \cdot 10^7$ kg [3]. Ostatné ftaláty prispievajú k celkovej produkcii v rozmedzí 1-10 % každého. Najbež-

nejším ftalátom používaným ako plastifikátor je DEHP a to hlavne od roku 1949. Údaje o množstvách vyprodukovaných v ZSSR a v bývalých štátoch RVHP sú ťažko dostupné, aj keď určitý odhad je urobený v práci [6].

Ftaláty sa využívajú najmä ako plastifikátory pri výrobe plastických látok. Nižšie ftaláty, a to hlavne dimetylftalát (DMP) a dietylftalát (DEP), sa používajú v zmesi s indalónom aj ako insekticídne repelenty. Dimetoxetylftalát sa používa pri výrobe cigaretových filtrov a v pesticídnych aerosoloch [1]. Plastické látky môžu obsahovať 40 aj viac % DEHP. Ftaláty sú prítomné v izoláciách drôtov a káblov, v podlahových krytínach, ochranných náteroch, čalúneniach, priemyselných hadiciach, náteroch bazénov, v obuvi a oblečení. Používajú sa tiež pri výrobe obalov a kontajnerov na potraviny, hoci v niektorých krajinách to je zakázané zákonom [2]. V Dánsku je zákonom zakázané použitie plastických hadíc s obsahom DEHP pri technológii spracovania mlieka [7].

Do potravinového reťazca sa ftaláty dostávajú priamym vstupom z kontaminovanej biosféry, ako aj migráciou z obalových materiálov do potravín s vysokým obsahom tuku. Z hľadiska ich možného vplyvu na človeka je významný aj ich vstup do ľudského organizmu z iných zdrojov, ako je napr. kontaminácia organizmu pri transfúziách či dialýzách, pri ktorých ftaláty prechádzajú z plastických hadičiek a iných plastických materiálov do telových tekutín [2].

Výskyt v prostredí a v požívatinách

Ftaláty boli identifikované v rôznych geografických lokalitách v olejoch, v pôdach, vo vodách, v rastlinách a vo zvieratách. Bolo dokázané, že niektoré vzorky boli kontaminované pri styku s plastickými látkami. Najčastejšie sa vyskytujúcimi ftalátmi v environmentálnych vzorkách boli DEHP a DBP [6].

Ovzdušie

Di-(2-etylhexyl)ftalát: V znečistenom ovzduší dosahovali koncentrácie DEHP hodnoty do 300 ng.m^{-3} a vo vzduchu nad oceánom od 0,5 do 5 ng.m^{-3} [2].

Dibutylftalát: Väčšina stanovených hladín DBP v ovzduší sa pohybuje pod hodnotou 5 ng.m^{-3} [3].

Voda

Di-(2-etylhexyl)ftalát: Dažďová voda nad oceánom obsahovala DEHP v množstvách okolo $0,2 \text{ mg.l}^{-1}$, v riekach a jazerách sa namerali koncent-

rácie do 4 mg.l^{-1} , pričom v priemyselne znečistených povrchových vodách boli hodnoty vyššie. V moriach sa namerali koncentrácie nižšie ako 1 mg.l^{-1} [2].

Dibutylftalát: Hladiny DBP v dažďovej vode sa pohybovali od 0,2 do $1,4 \text{ mg.l}^{-1}$, pričom v odľahlých regiónoch boli hodnoty oveľa nižšie. V povrchových vodách sa našli hodnoty nižšie ako 1 mg.l^{-1} , ale v znečistených lokalitách od 12 do 34 mg.l^{-1} , a v podzemných vodách od 0,15 do $0,46 \text{ mg.l}^{-1}$ [3].

Riečne sedimenty

Di-(2-etylhexyl)ftalát: V riečnych sedimentoch dosahovali hodnoty DEHP 70 mg.kg^{-1} suchej hmotnosti, ale v znečistených lokalitách až 1480 mg.kg^{-1} [2].

Dibutylftalát: Hodnoty sa pohybujú pod 1 mg.kg^{-1} suchej hmotnosti a v znečistených lokalitách až 20 mg.kg^{-1} [3].

Potraviny

V tab. 2 je uvedený prehľad stanovených hladín niektorých ftalátov v potravinách rastlinného pôvodu, v tab. 3 v potravinách živočíšneho pôvodu a v tab. 4 v nápojoch. Tieto údaje pochádzajú z rôznych pracovísk v časovom rozmedzí 25 rokov. Autori používali viaceré analytické techniky, takže dolné hranice stanovených koncentračných hladín sú limitované dosiahnutými medzami stanovenia. Ftaláty sa nenašli vo všetkých vzorkách, ktoré boli v uvedených prácach analyzované, z čoho vyplýva, že hodnoty majú skôr ilustračný charakter.

V Českej republike stanovili množstvá DEHP v rozsahu 0,01 až $0,22 \text{ mg.kg}^{-1}$ a množstvá DBP v rozsahu 0,01 až $1,31 \text{ mg.kg}^{-1}$ v 30 vzorkách rastlinného a živočíšneho pôvodu [26]. Na Slovensku stanovili celkové množstvo ftalátov v 24 liehovinách v koncentračnom rozsahu 0,38 až $14,2 \text{ mg.kg}^{-1}$, v 18-tich nealkoholických nápojoch 0,02 až $8,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ a v 24 pitných vodách 0,02- $8,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ s dominantným zastúpením DBP a di-*n*-oktylftalátu (DOP) [27].

Migráciu DEHP z obalov do potravín sledovali v prácach [10] a [12]. V Anglicku zistili, že DBP môže prechádzať z atramentu na vonkajšej strane obalu do potravín. Autori uvádzajú, že po 180 dňoch skladovania čokoládových cukríkov sa zvýšila koncentrácia DBP z $0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ na $6,7 \text{ mg.kg}^{-1}$. V 47 vzorkách cukríkov, potravín rýchleho občerstvenia a keksov v polypropylénových obaloch s tlačou stanovili hladiny v rozsahu 0,02 až $14,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ [28]. Najrozsiahlejší prehľad množstiev ftalátov v potravinách urobili v Kanade, kde analyzovali 260 vzoriek 98 druhov balených potravín [8].

TABUĽKA 2. Hladiny DEHP, DBP, BBP a DEP v potravinách rastlinného pôvodu.

TABLE 2. Levels of DEHP, DBP, BBP and DEP in foodstuffs of vegetable origin.

Druh požívateľiny ¹	Koncentrácia ² [mg.kg ⁻¹]				Lokalizácia ³	Citácia ⁴	Rok ⁵
	DEHP	DBP	BBP	DEP			
obilie				0,04	Kanada	[8]	1995
otruby a pšenica				0,19	Kanada	[8]	1995
produkty z obilia	0,02 - 3,40	0,03 - 1,90			Kanada	[8]	1995
pšeničný chlieb				0,05	Kanada	[8]	1995
varená pšenica				0,17	Kanada	[8]	1995
sendvič		2			Anglicko	[3]	1987
zemiaky		0,02 - 14,10			Anglicko	[3]	1987
pečené zemiaky	-	0,63			Kanada	[8]	1995
zemiakové lupienky		2,8			Taliansko	[9]	1986
zelenina			0,11		Kanada	[8]	1995
zeleninová polievka		2,06			Taliansko	[9]	1986
stužený rastlinný tuk	0,7 - 11,3	4,1 - 10,6	3,9 - 16,1		Kanada	[10]	1992
stužený rastlinný tuk	1,2 - 2,0				Anglicko	[11]	1994
stužený rastlinný tuk	1,24	0,64			Kanada	[8]	1995
slnečnicový olej	30 - 150					[12]	1975
jedlý olej	<40				Dánsko	[13]	1979
cukor	-	0,2			Kanada	[8]	1995
kapusta	0,14	0,11			Kanada	[8]	1995
rajčiny	0,09	-			Kanada	[8]	1995
banány	-	0,12			Kanada	[8]	1995
čučoriedky	-	0,09		0,09	Kanada	[8]	1995
ananás	-	0,05		0,05	Kanada	[8]	1995
zavárané uhorky	0,17	-			Kanada	[8]	1995
konzervov. citrusy	0,05	-			Kanada	[8]	1995
slivky	0,07	-			Kanada	[8]	1995
džemy	0,02 - 1,20	-			Kanada	[8]	1995
pekárské prísady		3,9 - 11			Anglicko	[3]	1987
instantný pudíng				0,41	Kanada	[8]	1995
cukríky		13			Anglicko	[3]	1987
čokoládové cukríky		8 - 32			Anglicko	[3]	1987
čokoládové cukríky	0,51	-		5,3	Kanada	[8]	1995
želatínový dezert	-	0,09			Kanada	[8]	1995
keksy		0,09 - 0,13			Anglicko	[3]	1987
keksy			0,48	1,2	Kanada	[8]	1995
koláčiky		11			Anglicko	[3]	1987
koláčiky	1,0	-			Kanada	[8]	1995
jablkový koláč				2,2	Kanada	[8]	1995
čučoriedkový koláč				1,3	Kanada	[8]	1995

1 - food commodity, 2 - concentration, 3 - country, 4 - reference, 5 - year.

TABUĽKA 3. Hladiny DEHP, DBP a BBP v potravinách živočíšneho pôvodu.

TABLE 3. Levels of DEHP, DBP and BBP in foodstuffs of animal origin.

Druh potraviny ¹	Koncentrácia ² [mg.kg ⁻¹]			Lokalizácia ³	Citácia ⁴	Rok ⁵
	DEHP	DBP	BBP			
potraviny z rýb	2 - 7			Sev. Amerika	[2]	1972
konzervovaný tuniak	0,04 - 0,16	0,078		Kanada	[14]	1973
úhory	0,104			Kanada	[14]	1973
konzervovaný losos	0,063 - 0,089	0,037		Kanada	[14]	1973
rôzne druhy rýb	0,07 - 0,45			Japonsko	[2]	1974
rôzne druhy rýb	0,002 - 0,020	<0,001		Mexický záliv	[15]	1975
rôzne druhy rýb	<0,05 - 1,80			Japonsko	[2]	1978
najmä ryby	<0,001 - 0,135			Mexický záliv	[2]	1978
rôzne druhy rýb	0,05 - 0,72			Japonsko	[2]	1979
rôzne druhy rýb	<0,001 - 7,24			Kanada	[16]	1981
ryby		0,18		Japonsko	[17]	1989
mäso		0,1		Japonsko	[17]	1989
pečené bravčové mäso			0,8	Kanada	[8]	1995
solené mäso		1,09		Taliansko	[9]	1986
balené mäsové výrobky	0,1 - 3,9	0,3 - 7,3		Kanada	[8]	1995
syr, klobásky, mäso, múka, ryža	4 - 16				[12]	1975
konzervovaná mäsová polievka	0,1	-		Kanada	[8]	1995
mäsová paštéta		6 - 10		Anglicko	[2]	1987
vajíčka		0,08		Japonsko	[17]	1989
vajíčka - biela	0,05 - 0,40	0,15		Japonsko	[18]	1981
mlieko		0,07		Taliansko	[9]	1986
mlieko	0,05 - 0,14*			Dánsko	[7]	1991
mlieko 3 % tuku	0,06 - 0,38			Nórsko	[11]	1994
mlieko 1 % tuku	0,05			Nórsko	[11]	1994
mlieko < 1 % tuku	0,02 - 0,04			Nórsko	[11]	1994
mlieko	0,01 - 0,05			Španielsko	[11]	1994
mlieko	<0,01 - 0,09			Anglicko	[11]	1994
mlieko	0,01 - 0,13	-		Kanada	[8]	1995
práškové mlieko	0,2 - 0,4			Anglicko	[11]	1994
smotana 35 % tuku	1,06 - 1,67			Nórsko	[11]	1994
smotana	0,48 - 0,55			Španielsko	[11]	1994
smotana	0,2 - 2,7			Anglicko	[11]	1994
smotana	1,2	-		Kanada	[8]	1995
maslo	3,7 - 11,9	2,4 - 8,9	3,1 - 47,8	Kanada	[10]	1992
maslo	2,4 - 7,4			Anglicko	[11]	1994
maslo	3,4	1,5	0,64	Kanada	[8]	1995
jogurt	0,07	-	0,6	Kanada	[8]	1995
syr		0,84		Taliansko	[9]	1986
syr	0,2 - 16,8			Anglicko	[11]	1994
syr	0,5 - 5,5	-	1,6	Kanada	[8]	1995
zmrzlina	0,82	-		Kanada	[8]	1995

* - v [mg.l⁻¹].* - in [mg.l⁻¹], 1 - food commodity, 2 - concentration, 3 - country, 4 - reference, 5 - year.

Tabuľka 4. Hladiny DEHP, DBP, DEP a DOP v nápojoch.
TABLE 4. Levels of DEHP, DBP, DEP and DOP in beverages.

Druh požívatiny ¹	Koncentrácia ² [mg.kg ⁻¹]				Lokalizácia ³	Citácia ⁴	Rok ⁵
	DEHP	DBP	DEP	DOP			
pitná voda		0,01 - 5,0*			USA	[19]	1974
voda z vodovodu		0,8 - 1,0*			Japonsko	[20]	1979
voda z vodovodu		1,9 - 2,5*			Japonsko	[21]	1980
pitná voda		0,014*			Kanada	[3]	1990
fľašková voda		0,021 - 0,055*			Kanada	[3]	1990
fľašková voda	0,006 - 0,010	-			Kanada	[8]	1995
nealkohol. nápoje	0,006 - 1,700	-	0,09		Kanada	[8]	1995
džúsy	0,053 - 0,560	0,56	0,04		Kanada	[8]	1995
pivo	0,03 - 0,09	0,09			Kanada	[8]	1995
víno - biele	0,01 - 0,02	-			Kanada	[8]	1995
víno - červené	0,01 - 0,03	-			Kanada	[8]	1995
gruzínske brandy		1,13 - 10,62			SR	[22]	1995
vodka		do 0,2*			Japonsko	[23]	1993
vodka	0,062 - 0,492*	0,020 - 0,204*		0,057 - 0,131*	USA	[24]	1995
Ruská vodka		0,7*			Japonsko	[25]	1993
Európska vodka		1,1*			Japonsko	[25]	1993
ražný alkohol	0,108 - 0,144*	-			USA	[24]	1995

* - v [mg.l⁻¹].

* - in [mg.l⁻¹], 1 - food commodity, 2 - concentration, 3 - country, 4 - reference, 5 - year.

Na minimalizovanie hladín ftalátov v potravinách sa určujú limity ich množstiev vo vybraných komoditách. V Slovenskej republike sa najvyššie prípustné množstvo ftalátov vyjadruje ako suma dietylhexyl- a dibutylesterov kyseliny ftalovej. Pri posudzovaní ich množstva v potravinách nie je rozhodujúci spôsob, ako sa dostali do potravín. Pre koreňovú zeleninu a zemiaky je táto hodnota 0,7 mg.kg⁻¹ sumy DEHP a DBP, pre ovocie, múku, listovú zeleninu a liehoviny 1,0 mg.kg⁻¹ a pre prave ušľachtilé destiláty 2,0 mg.kg⁻¹ (smerný limit je 1,0 mg.kg⁻¹) [29].

Z uvedeného prehľadu vidieť, že najviac údajov v literatúre sa týka DEHP a DBP, a to aj v prácach, v ktorých sa sledovali iné ftaláty. Súvisí to s ich rozšírením v životnom prostredí, ktoré je dôsledkom objemu výroby a následného použitia. Veľká väčšina literárnych prác sa zaoberá rozšírením ftalátov v priemyselne vyspelých krajinách Ameriky, Európy a Ázie. Údaje zo Slovenska a z porovnateľných krajín stredoeurópskeho regiónu sú obmedzené [22,26,27] a môžu byť odlišné v dôsledku inej histórie priemyselného rozvoja, ale aj legislatívy.

Expozícia populácie

Na základe úrovní DEHP v potravinách odhadli v USA celkový priemerný denný príjem ftalátov z potravín, vzduchu a vody na 0,27 mg na osobu a deň, pričom priemerný denný príjem z potravín tvorí z tejto hodnoty vyše 90 %. Maximálna expozícia populácie bola odhadnutá na 2 mg na osobu a deň [5]. V Anglicku vypočítali hladinu maximálneho denného príjmu DEHP z potravinových zdrojov na menej než 0,02 mg na osobu a deň [2].

V USA na základe stanovených hladín v širokom spektre potravinových komodít [8], ich priemernej spotreby za deň a priemernej telesnej hmotnosti mužov a žien (64 kg) [5] bola odhadnutá hladina denného príjmu DBP z potravín na 0,007 mg.kg⁻¹ telesnej hmotnosti a deň. Pri priemernej spotrebe pitnej vody 1,4 l, pri priemernej telesnej hmotnosti mužov a žien 64 kg [30] a priemernej koncentrácii DBP v pitnej vode (pod 0,001 mg.l⁻¹) odhadli hladinu priemerného denného príjmu z pitnej vody na menej ako 0,00002 mg.kg⁻¹ telesnej hmotnosti a deň [3]. V Anglicku odhadli hladinu denného príjmu DBP z potravín na 0,031 mg.kg⁻¹ telesnej hmotnosti a deň [3].

Uvedené údaje boli odhadnuté na základe výpočtov a sú len teoretické. Údaje o hladinách týchto zlúčenín v celodennej strave, ktoré by reprezentovali skutočný príjem, sme v literatúre nenašli. Naše skúsenosti so sledovania rezíduí pesticídov v celodennej strave [31] ukázali, že takto zistený príjem je najbližší skutočnosti. Preto by bolo správne vykonať takéto štúdie aj pre ftaláty.

Záver

Z uvedeného prehľadu vyplýva, že rezíduá esterov kyseliny ftalovej boli stanovené v rozmanitých vzorkách zo životného prostredia a potravinového reťazca. Je publikovaných množstvo pôvodných údajov zo zahraničia v medzinárodných odborných časopisoch, avšak zo Slovenska sú k dispozícii iba obmedzené údaje publikované v niektorých domácich zborníkoch. Aj keď hladiny ftalátov boli pomerne nízke, bola vysoká frekvencia ich výskytu. Vzhľadom na ich „všadeprítomnosť“ nie je možné vysloviť jednoznačné závery o trende kontaminácie životného prostredia a potravinového reťazca človeka. Výsledky mnohých zahraničných autorov dokumentujú, že expozíciu ľudského organizmu cestou potravinového reťazca možno pritom považovať za majoritný zdroj ich príjmu. Je málo údajov o účinkoch ftalátov na ľudský organizmus. V prípade DEHP je však závažná skutočnosť, že jeho dlhodobé podávanie pokusným zvieratám spôsobilo zvýšenie hmotnosti pečene a obli-

čiek. U potkanov aj myší sa zistil aj teratogénny vplyv DEHP a vplyv na reprodukciu. Predpokladá sa, že DEHP môže mať u človeka určitý vplyv na pečeň, reprodukčné orgány, obličky, štítnu žľazu a pankreas [5]. Podávanie vysokých dávok DEHP hlodavcom počas celého života spôsobilo vznik rakoviny pečene [2,5]. Je nesporné, že výskyt rezíduí esterov kyseliny ftalovej vzhľadom na ich priemyselnú aplikáciu už začiatkom päťdesiatych rokov nie je novým problémom. Ich kontinuálny výskyt aj v základných potravinových článkoch (mlieko a mliečne výrobky, ryby) si vyžaduje monitorovanie možných zdrojov kontaminácie. To si ale vyžaduje kvalitný monitorovací program, využívanie moderných analytických metód a skúsené odborné pracoviská v oblasti analýzy potravín. Je známe, že vzájomná kontaminácia počas analytickej úpravy vzorky, prípadne interferencia s inými látkami viedla často k mylným a nesprávnym výsledkom. Častou príčinou kontaminácie je takisto odber vzorky, jej transport a skladovanie.

Z hľadiska budúceho výskumu je potrebné zamerať sa na výskum ftalátov v ekosystéme a ďalej sa zaoberať ich prienikom do potravinového reťazca. Dodnes je celosvetovo akútny nedostatok údajov o epidemiologických štúdiách expozície všeobecnej populácie ftalátom. V podmienkach Slovenskej republiky je prioritou napojenie sa na medzinárodné trendy výskumu, hlavne čo sa týka najnovších toxikologických poznatkov a ich aplikácie pri interpretácii hladín ftalátov. To je základným predpokladom pre odhad rizika a efektívne opatrenia na jeho minimalizáciu.

Literatúra

1. FISHBEIN, L. - ALBRO, P. W.: Chromatographic and biological aspects of the phthalate esters. *Journal of Chromatography*, 70, 1972, s. 365-412.
2. WHO: International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 131: Diethylhexyl phthalate. Roma, World Health Organization 1992. 141 s.
3. WHO: International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 189: Di-n-butyl phthalate. Roma, World Health Organization 1997. 205 s.
4. LEWIS SR., R. J.: Sax's dangerous properties of industrial materials. Volume II. 8. vyd. New York, Van Nostrand Reinhold 1992. 1772 s.
5. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY TOXICOLOGICAL PROFILES: Di-(2-ethylhexyl) phthalate. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, CRC Press, Inc. 1997. 154 s.
6. PEAKALL, D. B.: Phthalate esters: Occurrence and biological effects. *Residue Reviews*, 54, 1975, s. 1-41.
7. PETERSEN, J. H.: Survey of di-(2-ethylhexyl) phthalate plasticizer contamination of retail Danish milks. *Food Additives and Contaminants*, 8, 1991, č. 6, s. 701-705.
8. PAGE, B. D. - LACROIX, G. M.: The occurrence of phthalate ester and di-2-ethylhexyl adi-

- pate plasticizers in Canadian packaging and food sampled in 1985-1989: a survey. *Food Additives and Contaminants*, 12, 1995, č. 1, s. 129-151.
9. COCHIERI, R. A.: Occurrence of phthalate esters in Italian packed foods. *Journal of Food Protection*, 49, 1986, č. 4, s. 265-266.
 10. PAGE, B. D. - LACROIX, G. M.: Studies into the transfer and migration of phthalate esters from aluminium foil-paper laminates to butter and margarine. *Food Additives and Contaminants*, 9, 1992, č. 3, s. 197-212.
 11. SHARMAN, M. - READ, W. A. - CASTLE, L. - GILBERT, J.: Levels of di-(2-ethylhexyl) phthalate and total phthalate esters in milk, cream, butter and cheese. *Food Additives and Contaminants*, 11, 1994, č. 3, s. 375-385.
 12. ANTONYUK, O. K.: Toxicology of complex esters of phthalic acid. (A review of literature). *Gigijena truda i professionalnye zabojevanija*, 1, 1975, s. 32-35.
 13. ANDERSEN, K. S. - LAM, J.: Simple and direct method for quantitative gas chromatographic determination of di-(2-ethylhexyl) phthalate in edible oils. *Journal of Chromatography*, 169, 1979, s. 101-106.
 14. WILLIAMS, D. T.: Dibutyl- and di-(2-ethylhexyl) phthalate in fish. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 21, 1973, s. 1128-1129.
 15. GIAM, C. S. - CHAN, H. S. - NEFF, G. S.: Sensitive method for determination of phthalate ester plasticizers in open-ocean biota samples. *Analytical Chemistry*, 47, 1975, č. 13, s. 2225-2229.
 16. BURNS, B. G. - MUSIAL, CH. J. - UTHE, J. F.: Novel cleanup method for quantitative gas chromatographic determination of trace amounts of di-2-ethylhexyl phthalate in fish lipid. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 64, 1981, č. 2, s. 282-286.
 17. HOWARD, P. H.: Handbook of environmental fate and exposure data for organic chemicals. Chelsea, Michigan, Lewis Publishers Inc. 1989. 574 s. In: [3].
 18. ISHIDA, M. - SUYAMA, K. - ADACHI, S.: Occurrence of dibutyl and di-(2-ethylhexyl) phthalate in chicken eggs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 29, 1981, s. 72-74.
 19. KEITH, L. H. - GARRISON, A. W. - ALLEN, F. R. - CARTER, M. H. - FLOYD, T. L. - POPE, J. D. - THRUSTON, A. D.: Identification of organic compounds in drinking water from thirteen U.S. cities. In: Identification and analysis of organic pollutants in water. Ed. Keith, L. H. Ann Arbor, Michigan, Ann Arbor Science Publishers Inc. 1976, s. 329-373.
 20. SHIBUYA, S.: Phthalic acid esters as one of the marker environmental pollutants - occurrence in the water and aquatic environment in Shizuoka Prefecture. *Numazu Kogyo Kota Semmon Gakko Kenkyu Hokoku*, 14, 1979, s. 63-72. In: [3].
 21. ISHIDA, M. - SUYAMA, K. - ADACHI, S.: Background contamination by phthalates commonly encountered in the chromatographic analysis of lipid samples. *Journal of Chromatography*, 189, 1980, s. 421-424.
 22. HERMÉLY, V. - MICHALOVIČOVÁ, M.: Výskyt dibutylftalátu v Gruzínskom brandy. In: Zborník XVI. konferencie Cudzorodé látky v požívatinách. Tatranská Štrba 9.-11.5.1995. Bratislava, Ústav preventívnej a klinickej medicíny 1995, s. 189-190.
 23. ITO, S. - TAKEDA, H. - KOBAYASHI, A. - SAKURAI, H. - TADA, Y. - AOKI, G. - HOSOGAI, T. - YAMANAKA, T. - ISHIWATA, H.: A simple and rapid method for determination of *n*-dibutylphthalate in imported vodka by FID-GC and GC/MS. *Journal of the Food Hygienic Society of Japan*, 34, 1993, č. 3, s. 254-256. In: [3].
 24. LEIBOWITZ, J. N. - SARMIENTO, R. - DUGAR, S. M. - ETHRIDGE, M. W.: Determination of six common phthalate plasticizers in grain neutral spirits and vodka. *Journal of AOAC International*, 78, 1995, č. 3, s. 730-735.
 25. SAITO, K. - NAKAZATO, M. - ISHIKAWA, F. - FUJINUMA, K. - MORIYASU, T. - NAGAYAMA, T. - KOBAYASHI, M. - SHIODA, H. - KAMIMURA, K.: Determination of methyl isocyanate

- in wine and dibutyl phthalate in vodka. Kenkyu Nempo Tokyo - Torytsu Eisei Kenkyusho, 44, 1993, s. 119-127. In: [3].
26. JAROŠOVÁ, A. - GAJDUŠKOVÁ, V. - ULRICH, R. - ŠEVELA, K.: Zhodnocení výskytu esterů kyseliny ftalové v potravním řetězci. In: Zborník XVII. konferencie Cudzorodé látky v požívatinách, Tatranská Štrba 13.-15.5.1997. Bratislava, Ústav preventívnej a klinickej medicíny 1997, s. 178-181.
27. NOVAKOVSKÝ, R. - SUCHÁNEK, P. - MYDLO, J.: Sledovanie ftalátov a ich príbuzných látok v nápojoch. In: Zborník XVI. konferencie Cudzorodé látky v požívatinách, Tatranská Štrba 9.-11.5.1995. Bratislava, Ústav preventívnej a klinickej medicíny 1995, s. 187-188.
28. CASTLE, L. - MAYO, A. - GILBERT, J.: Migration of plasticizers from printing inks into foods. Food Additives and Contaminants, 6, 1989, č. 4, s. 437-443.
29. Kontaminanty v potravinách. Časť G. II. Estery kyseliny ftalovej. Príloha č. 2 tretej hlavy druhej časti potravinového kódexu. Vestník Ministerstva zdravotníctva SR, 44, 1996, čiastka 9-13, s. 140.
30. WHO: International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 170: Assessing human health risks of chemicals: Derivation of guidance values for health-based exposure limits. Roma, World Health Organization 1993. 73 s.
31. PRACHAR, V. - UHNÁK, J. - VENINGEROVÁ, M.: Levels of polychlorinated biphenyls in children's diet. Fresenius Environmental Bulletin, 3, 1994, s. 462-469.

Do redakcie došlo 7.9.1998.

Survey of food chain contamination with phthalic acid esters

ČEPČEK, J. - PRACHAR, V. - UHNÁK, J.: Bull. potrav. Výsk., 37, 1998, p. 141-151.

SUMMARY. The study is devoted to the review of properties, industrial production, use and occurrence of phthalic acid esters (phthalates). The levels of phthalates in the food chain, air, and water published in international journals show, that phthalates enter human organism mainly via food chain including drinking water distributed in plastic bottles. The reports on their occurrence in commodities of animal and vegetable origin were focused mainly to the levels of di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) and dibutyl phthalate (DBP). Based on the high incidence of phthalates in environmental compartments as well as in food chain it follows that, the exposure of population still presents an actual problem. With respect to this, new intake studies especially in the most vulnerable infants and children population subgroups should be carried out in the Slovak Republic.

KEYWORDS: phthalates, di-(2-ethylhexyl) phthalate, dibutyl phthalate, air, water, food, exposure