

# **SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ**

## **XXXVI. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin**

**26. - 28. 5.2003**

**Skalský Dvůr**

**Odborná skupina pro potravinářskou a agrikulturní chemii České  
společnosti chemické**

**Odbor potravinářské techniky a technologie ČAZV**

**Odbor výživy obyvatelstva a jakosti potravin ČAZV**

**Výzkumný ústav potravinářský Praha**

**Ústav chemie a analýzy potravin, VŠCHT Praha**

**Ed. Holasová M., Fiedlerová V., Špicner J.  
VÚPP, Praha 2003**

**ISBN 80-902671-6-5**

# **BROMOVANÉ RETARDÁTORY HOŘENÍ (BFR) V MATEŘSKÉM MLÉCE ČESKÝCH ŽEN**

**Kazda R., Hajšlová J., Poustka J., Čajka T., Koten M.**

\*e-mail: [Radek.Kazda@vscht.cz](mailto:Radek.Kazda@vscht.cz)

**Ústav chemie a analýzy potravin, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6**

Bromované retardátory hoření (Brominated flame retardants - BFR) patří mezi látky, které našly široké použití v mnoha průmyslových odvětvích. Důvodem jejich použití je schopnost těchto látek zpomalovat proces hoření a snižovat riziko vznícení při nadměrném záhřevu daného materiálu. Z řady aplikací BFR lze uvést například jejich přidavek do polyurethanové pěny, polystyrenu a ostatních plastů, textilií, izolací elektrického vedení, těsnění a elektronických konektorů u spotřebičů.

BFR mohou být použity dvojím způsobem. Hovoříme tak o retardantech reaktivních nebo aditivních. Reaktivní FR (např. Tetrabrombisfenol A) jsou kovalentně vázány na polymerní matici, aditivní retardanty (např. polybromované difenyl ethery - PBDE) jsou s daným polymerem pouze volně smíchány či v něm rozpuštěny. Z této skutečnosti je patrné, že aditivní retardanty mohou za určitých okolností migrovat do okolního prostředí a být tak příčinou kontaminace potravních řetězců.

Hlavním expozičním zdrojem BFR je únik ze skládek a průmyslových podniků zabývajících se výrobou a dalším zpracováním BFR (zvláště textilní továrny) do vodního ekosystému a odtud dále do dalších složek životního prostředí, tj. i lidí, neboť zejména ryby jsou významným expozičním zdrojem těchto látek.

Další cestou jak se mohou BFR dostat do lidského organismu je například inhalace ze vzduchu, opět zejména přímo v průmyslové výrobě a zpracování BFR, popřípadě v menší míře v počítačových místnostech.

Hlavním cílem předkládané práce bylo přispět k posouzení úrovně lidské kontaminace polybromovanými difenyl ethery v České republice. Jako analyzovaná matrice bylo zvoleno mateřské mléko, neboť je velmi vhodným indikátorem zátěže lidské populace lipofilními kontaminanty, mezi které PBDE patří. Vzhledem ke skutečnosti, že doposud nebyly tyto kontaminanty v mateřském mléce na našem ústavu sledovány, bylo nutné nejprve zavést vhodnou analytickou metodu.

## **Analytický postup**

S ohledem na skutečnost, že PBDE patří mezi lipofilní látky je primárním krokem postupu izolace lipidického podílu – extrahovalo se cca 10 ml mléka (po přidavku 1 ml nasyceného roztoku šťavelanu draselného a 10 ml ethanolu) 20 ml směsi hexan – diethylether (1:1, v/v). Extrakt byl poté odpařen na rotační vakuové odparce (teplota lázně 40°C) do poslední kapky, která byla odstraněna slabým proudem dusíku. Gravimetricky se stanovil obsah lipidů a vzorek se rozpustil v odpovídajícím množství směsi ethylacetát - cyklohexan (1:1, v/v), obsahující vnitřní standard PCB 112.

Extrakt byl přečištěn gelovou permeační chromatografií, rozpuštěn v 0,25 ml isooktanu a případné zbytky lipidů byly odstraněny přidavkem několika kapek koncentrované kyseliny sírové. Identifikace a kvantifikace jednotlivých kongenerů PBDE byla provedena technikou GC/MS/NCI.

Ve vzorcích mléka byly sledovány následující PBDE kongenery: 28, 47, 49, 66, 85, 99, 100, 153, 154 a 183. Jednotlivé vzorky byly získány s laskavou pomocí Gynekologicko – porodnické kliniky LF a Fakultní nemocnice, Olomouc.

## Výsledky a diskuse

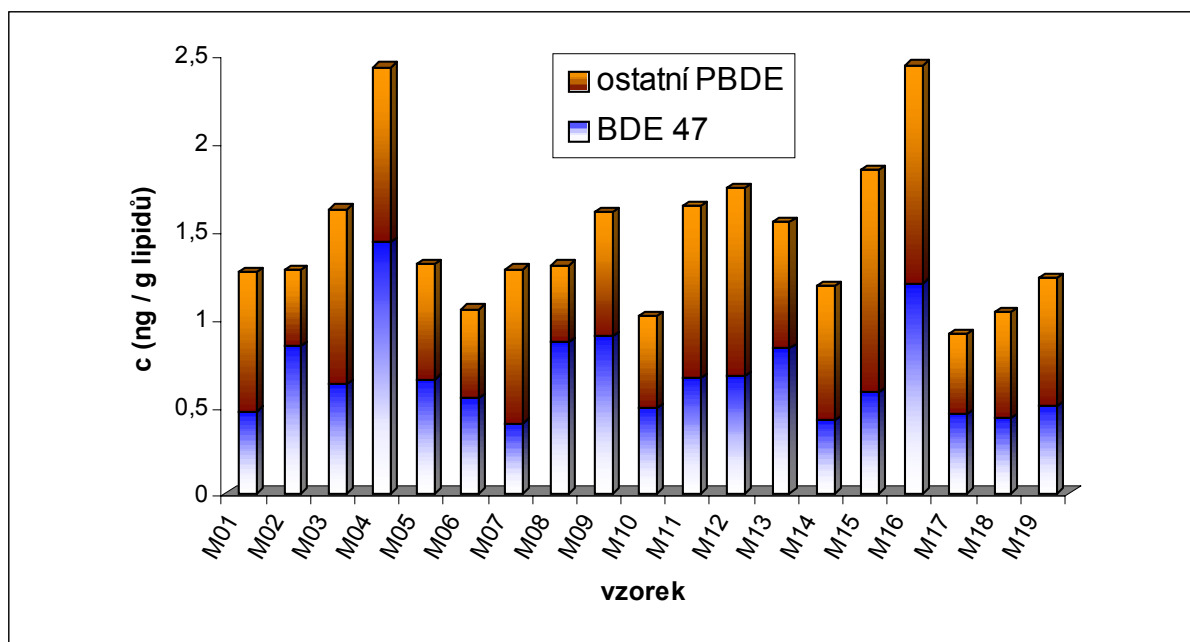
Dominantním kongenerem u všech vzorků podrobených analýze na přítomnost PBDE byl, stejně jako například u vzorků nedávno analyzovaných ryb z některých českých řek, kongener BDE 47, který představoval 30 – 70 % všech PBDE (viz. Obr. 1)

Kromě BDE 47 byly ve všech vzorcích mateřského mléka identifikovány i kongenery BDE 99, 100 a 153. Přítomnost kongenerů BDE 28, 47, 154 a 183 byla zjištěna jen u některých vzorků. Nejvyšší hladiny PBDE byly nalezeny ve vzorcích 4 a 16, které převyšovaly ostatní o 20 – 60 %.

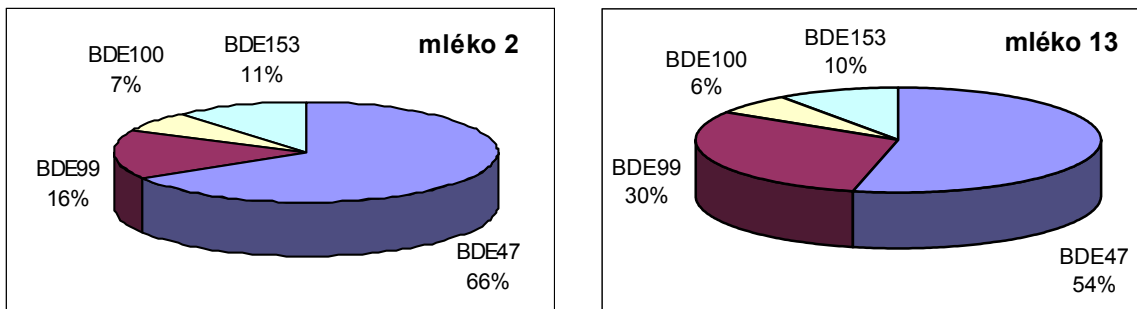
Jak ukazují obrázky č.2 a 3, procentuální zastoupení jednotlivých kongenerů PBDE ve vzorcích mateřského mléka se pohybuje v širokém rozmezí. Například na srovnání 2 vzorků u nichž byly identifikovány pouze 4 kongenery (mléka č. 2 a 13) lze vidět, že zatímco u vzorku 2 je kongener BDE 99 zastoupen pouze 16 %, u vzorku 13 je to 30 %. Stejně tak při srovnání vzorků s 6 identifikovanými kongenery (mléka č. 7 a 16) je patrný výrazný rozdíl v zastoupení kongeneru BDE 100, který tvoří 17 % u vzorku č. 16, ale u vzorku č. 7 je to pouze 6 %. Tyto rozdíly mohou být způsobeny pravděpodobně rozdílnými zdroji kontaminace u jednotlivých žen.

Mateřské mléko, respektive sledování kontaminace PBDE, bylo předmětem i několika zahraničních studií, jejichž přehled je uveden v tabulce XXIX.. Zjištěné koncentrace PBDE ve Švédsku a Kanadě převyšují hladiny detekované v ČR, zatímco hodnoty naměřené v Japonsku a Finsku jsou českými velmi podobné. Rozdílné hladiny PBDE v mateřském mléce mohou být způsobeny rozdílnou úrovní expozice (z dietárních případně jiných zdrojů, např. inhalací) populace v jednotlivých regionech světa.

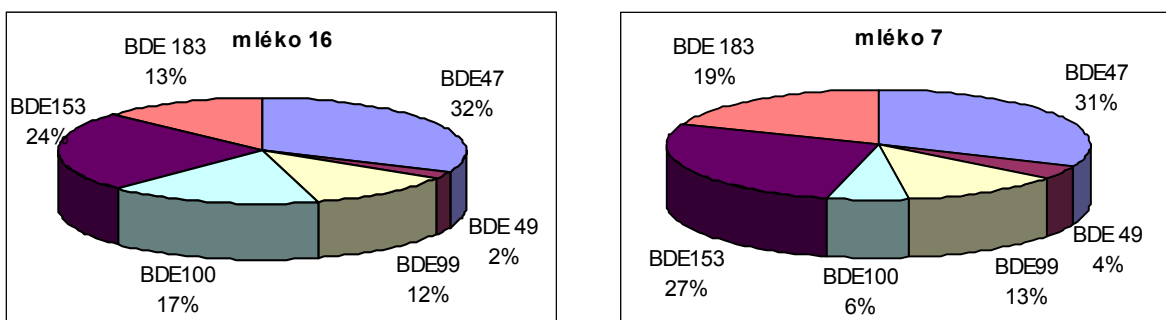
**Obrázek č. 1:** Porovnání obsahu PBDE jednotlivých vzorků mateřského mléka (ng/g lipidů)



**Obrázek č. 2:** Příklad zastoupení jednotlivých PBDE kongenerů ve vybraných vzorcích mateřského mléka se 4 identifikovanými kongenery (uvedeno v hmotnostních procentech)



**Obrázek č. 3:** Příklad zastoupení jednotlivých PBDE kongenerů ve vybraných vzorcích mateřského mléka se 6 identifikovanými kongenery (uvedeno v hmotnostních procentech)



**Tabulka I.** Srovnání zahraničních studií s námi zjištěnými výsledky stanovení PBDE v mateřském mléce (medián ng/g lipidů)

Země	Počet vzorků	BDE 47	Ostatní PBDE	Reference
Švédsko	39	1,83	1,32	1
Kanada	10	1,75	1,39	2
Finsko	11	0,85	0,77	3
Japonsko	6	0,48	0,62	4
Česká republika	19	0,62	0,76	Ústav chemie a analýzy potravin (2003)

## Literatura

1. P. O. Darnerud, S. Atuma, M. Aune, S. Cnattingius, M. L. Wernroth, A. Wicklund Glynn: Polybrominated diphenyls ethers (PBDEs) in breast milk from primiparous women in Upsala country, Sweden, *Organohalogen compd.* 35, 411 – 414, 1998.
2. J. J. Ryan, B. Patry: Determination of brominated diphenyl ethers (BDEs) and levels in Canadian human milks, *Organohalogen compd.* 47, 57 – 60, 2000.
3. T. Strandman, J. Koistinen, T. Vartiainen: Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in placenta and human milk, *Organohalogen compd.* 47, 61 – 64, 2000.
4. S. Ohta, D. Ishizuka, H. Nishimura, T. Nakao, O. Aozasa, Y. Shimidzu, F. Ochiai, T. Kida, H. Miyata: Real situation of contamination by polybrominated diphenyl ethers as flame retardants in market fish and mother milk of Japan, *Organohalogen compd.* 47, 218 – 221, 2000.