

## **Sledovanie obsahu fluóru v požívatinách v oblasti Žiaru nad Hronom v rokoch 1986-1997**

MARIÁN SCHWARZ

**SÚHRN.** V predkladanej práci sú sumarizované výsledky stanovenia fluóru v požívatinách, rozdelené podľa oblasti ich pôvodu. V kontaminovanej oblasti Žiaru nad Hronom bol zistený nadlimitný obsah fluóru v zemiakoch, v mäse a mäsových výrobkoch, zatiaľ čo ostatné komodity (okrem čaju) ani v Žiarskej, ani v porovnávacej oblasti neprekračovali maximálny limit. Sú diskutované nadlimitné hladiny fluóru v ovzduší. V pitnej vode najvyššia medzná hodnota pre fluór nebola prekročená.

Potravinové zvyklosti obyvateľstva (nadmerné pitie čaju, fajčenie, požívanie fluoridovaných zubných pást deťmi atď.) zvlášť v kontaminovaných oblastiach môžu hrať významnú úlohu v patogenéze chorôb indukovaných zvýšeným obsahom fluóru. Získané výsledky vykazujú v potravinovom reťazci významný klesajúci trend počtu vzoriek s nadlimitným obsahom fluóru.

**KLÚČOVÉ SLOVÁ:** fluór, monitoring, požívatiny

Hygienická problematika fluóru a jeho zlúčenín je zaujímavá v tom, že fluór (podobne ako ďalšie stopové prvky) je na jednej strane nepostrádateľný pre zdravý rast zubov (pridáva sa do zubných pást, oficiálne sa používa vo farmakoterapii, v určitých oblastiach sa dokonca fluoriduje pitná voda), na druhej strane však nadbytok fluóru môže spôsobiť vážne poruchy zdravia [1-4]. Pri akútnej intoxikácii je to hypokalcémia spojená až s tetaniformnými kŕčmi, pri chronickej otrave vzniká fluoróza kalcifikovaných tkanív, ako sú zuby a kosti. Ďalšími prejavmi sú škvrnitosť skloviny, osteoskleróza hlavne na chrbtici, vyskytujú sa poruchy krvotvorby, krvného tlaku, bradykardia a popisuje sa narušenie metabolickej rovnováhy buniek, v dôsledku čoho dochádza k zmenám na štítnej žľaze, obličkách alebo k retardácii rastu [5]. Toxický účinok fluoridov spočíva v ireverzibilnej inhibícii celého radu enzýmov, hlavne metaloenzýmov, čím sa vážne naruší bazálny metabolizmus bunky. Významný je aj fyto toxický účinok fluóru so zjavnými hospodárskymi

---

Ing. Marián SCHWARZ, CSc., Štátny zdravotný ústav, Sládkovičova 9, 965 01 Žiar nad Hronom.

následkami, ktoré sa prejavia znížením výnosov v rastlinnej výrobe a zvýšené hladiny fluóru v krmovinách kontaminovaných oblastí nachádzajú svoj odraz aj v zdravotnom stave hospodárskych zvierat [6].

Najvýznamnejší príjem fluóru do organizmu je perorálnou cestou a v oblastiach kontaminovaných fluórom aj respiráciou, pričom z gastrointestinálneho traktu sa resorbuje až 90 % požitej dávky. Z prijatého fluóru sa najviac vylúči močom (50 %), stolicou sa vylúči maximálne 10 % fluóru prijatého pitnou vodou, ale až 20 % fluóru obsiahnutého v tuhej strave a relatívne mnoho fluóru sa vylúči potom (až 20 %). Zvyšok fluóru (10 - 20 %) sa deponuje v organizme prevažne v kostiach, až sa u chronicky exponovaných osôb vytvorí rovnovážny stav, kde je množstvo prijatého fluóru rovnaké, ako množstvo fluóru vylučovaného [1].

Spoločensky najzávažnejšou črtou kolobehu fluóru v prírode je skutočnosť, že antropogénnou činnosťou dochádza k intenzifikácii jeho cyklu a k zvýšeniu koncentrácií fluóru v efektívnych zložkách životného prostredia (ovzdušie, voda, pôda). Medzi najvýznamnejšie zdroje prísunu fluóru hlavne do ovzdušia patrí spaľovanie fosílnych palív, používanie umelých hnojív v poľnohospodárstve, priemyselná výroba hliníka a skla, ale aj celý rad ďalších technických aplikácií zlúčenín fluóru, napr. pri výrobe chladiacich zmesí (freóny), umelých hmôt (teflóny), raketových palív, dielektrík, farmaceutických prípravkov (Halotan) a pod. [7,8]. Aj keď sa v literatúre publikované údaje o prijateľných denných dávkach (acceptable daily intake - ADI) fluóru do ľudského organizmu značne líšia, zdá sa, že životné prostredie na Slovensku je fluórom saturované dostatočne [9]. Podľa potravinových zvyklostí obyvateľstva sú ADI fluóru dokonca v mnohých prípadoch prekračované [10].

Problematickou stanovenia fluoridov sa zaoberáme na ŠZÚ v Žiari nad Hronom už vyše 30 rokov, a to okrem pôdy vo všetkých zložkách životného prostredia (ovzdušie, voda), v požívatinách a v biologickom materiáli (moč, zuby, vlasy). Okrem požívatín podávame aj stručný prehľad výskytu fluóru vo voľnom ovzduší a vo vodách Žiarskej oblasti.

### **Materiál a metódy**

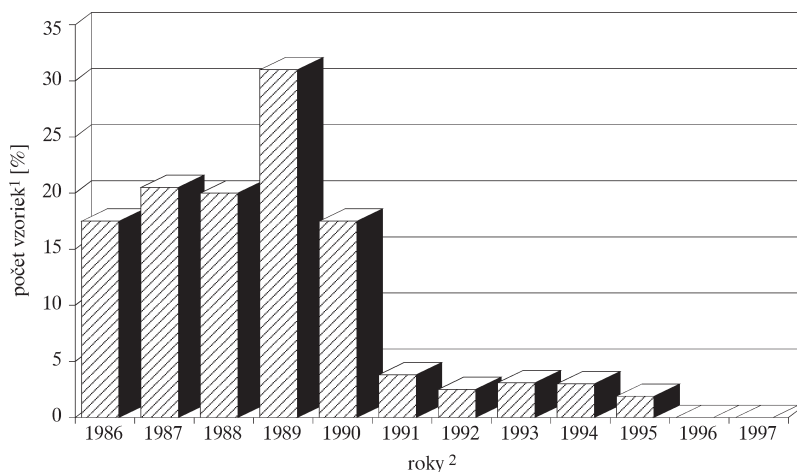
Vlastné stanovenie fluoridov na našom ústave sa uskutočňuje metódou ISE na prístroji pH/iónmeter 692 Metrohm za použitia fluoridovej selektívnej elektródy 6.0502.150 a referenčnej argentochloridovej elektródy [4,11]. Variačný koeficient dvadsiatich paralelných stanovení fluóru na koncentračnej úrovni 1 - 5 mg.l<sup>-1</sup> bol menší ako 3 %. Vzorky ovzdušia boli

odoberané štandardnou odberovou aparátúrou podľa [12]. Išlo o 24-hodinové odbery zo siedmich odberových miest (Žiar nad Hronom - ŠZÚ, Žiar nad Hronom - Etapa, Žiar nad Hronom - Svätokrížske námestie, Ladomerská Vieska, Lovča, Hliník nad Hronom a Sklené Teplice). Vo vzorkách požívatín organického pôvodu bola separácia fluoridov od balastných a rušivých látok matrice uskutočnená mineralizáciou alkalickým tavením za následného prevodu fluoridov do roztoku kyselinou chloristou. Fluoridy boli potom vytesnené destiláciou vodnou parou podľa [13]. Táto úprava vzorky predstavuje najmenej reprodukovateľný krok v priebehu celej analýzy, pričom na koncentračnej úrovni 1 - 5 mg.kg<sup>-1</sup> bola výťažnosť separačného procesu 80 - 88 % a na koncentračnej úrovni 10 - 50 mg.kg<sup>-1</sup> bola výťažnosť viac ako 94 %. Pretože destilácia sa uskutočňuje v sklenenej aparátúre, treba mať na pamäti možnú chybu stanovenia, vyplývajúcu z tzv. pamäti skla, pretože slepé stanovenia destilované po vzorkách s vysokým obsahom fluóru vykazujú až desaťnásobne vyššie koncentrácie fluóru, než slepé stanovenia destilované pred týmito vzorkami. Prísny dodržiavaním zásad správnej laboratórnej praxe, t.j. pravidelným zavádzaním kontrolných vzoriek za použitia certifikovaných referenčných materiálov, kontrolou slepých pokusov a účasťou v medzilaboratórnych porovnávacích testoch sa však dá ľahko dosiahnuť správnosť stanovených výsledkov. Vo vzorkách vôd a požívatín minerálneho pôvodu (soľ, minerálky, vylúhovaný čaj) bolo stanovenie fluoridov uskutočnené priamo bez úpravy.

Vzorky požívatín boli odoberané terénnymi oddeleniami ŠZÚ jednak cielene priamo z poľnohospodárskych podnikov na kontaminovanom území okresu (napr. zemiaky, zrná obilovín, mäso a mäsové výrobky, mlieko - v tabuľkách sú označené ako oblasť ZH), ako aj z obchodnej siete v rámci bežného hygienického dozoru, kde však nebolo možné vždy určiť oblasť pôvodu (táto oblasť je v tabuľkách označená ako oblasť iná a mohla by slúžiť ako porovnávacia).

## Výsledky a diskusia

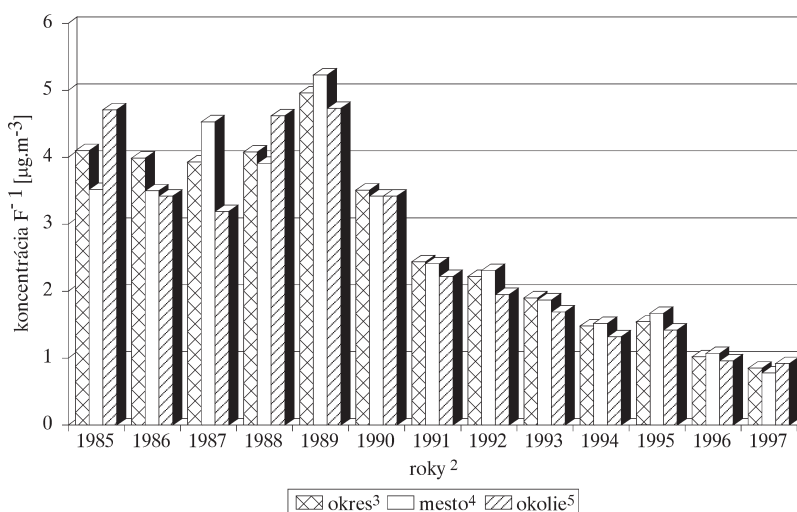
Vo voľnom ovzduší ročne vyšetříme na obsah fluoridov priemerne 480 vzoriek zo siedmich odberových miest. Na obrázku 1. je znázornený percentuálny počet vzoriek prekračujúcich denné najvyššie prípustné koncentrácie fluoridov vo voľnom ovzduší okresu Žiar nad Hronom ( $K_d = 5 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) v období rokov 1985-1997, pričom do roku 1990 10 - 30 % vzoriek prekračovalo denné NPK. Na obrázku 2. sú zachytené priemerné ročné koncentrácie fluoridov v tom istom období, pričom sú zvlášť vynesené hodnoty pre samot-



OBR. 1. Prekročenie denných NPK fluóru vo vzorkách ovzdušia okresu Žiar nad Hronom.

FIG. 1. Exceeding of daily tolerable content of fluorine in air samples within the district of Žiar nad Hronom.

1 - proportion of samples [%], 2 - years.



OBR. 2. Priemerné ročné koncentrácie fluoridov v ovzduší okresu Žiar nad Hronom.

FIG. 2. Average annual concentrations of fluorides in air in the district of Žiar nad Hronom.

1 - concentration  $F^{-1}$  [µg.m⁻³], 2 - years, 3 - district, 4 - town, 5 - vicinity.

né mesto, jeho okolie a pre celý okres ( $K_r = 1 \mu\text{g.m}^{-3}$ ). Z obrázku je zrejmé, že do roku 1990 boli 3,5 až 5-násobne prekračované prípustné ročné imisné limity vo voľnom ovzduší. V nasledujúcich rokoch došlo k ich postupnému znižovaniu v dôsledku technologických zmien v Závode SNP na výrobu hliníka. V rokoch 1992-95 tu bola postavená nová elektrolýza a staré bloky boli postupne odpájané, až v roku 1996 ani jedna z vyšetrených vzoriek neprekročila dennú NPK a priemerná ročná koncentrácia fluóru vo voľnom ovzduší klesla pod  $1 \mu\text{g.m}^{-3}$ .

V oblastiach nekontaminovaných fluórom je najvýznamnejšia cesta jeho prívodu do organizmu pitnou vodou (až 2/3) [5]. V Žiarskej oblasti je situácia uspokojivá, pretože samotné mesto je pitnou vodou zásobované zo vzdialených nekontaminovaných zdrojov. Výsledky vyšetrení pitných vôd na obsah fluóru zo skupinového vodovodu, ale aj z domácich zdrojov za posledných desať rokov ukazujú, že najvyššia medzná hodnota pre fluór z STN pre pitnú vodu ( $\text{NMH} = 1,5 \text{ mg.l}^{-1}$ ) nebola prekročená a priemerné hodnoty v jednotlivých lokalitách sa pohybovali v intervale  $0,15 - 1,45 \text{ mg.l}^{-1}$ . Zaujímavé výsledky sme získali pri sledovaní obsahu fluóru v dažďových vodách, kde v roku 1992 v 17 vzorkách z 3 odberových miest boli namerané hodnoty v intervale  $0,24 - 1,63 \text{ mg.l}^{-1}$ , čo je o 2 až 3 rády viac, než hodnoty publikované pre lokality fluórom nekontaminované [10].

Výsledky stanovenia fluóru v požívatinách za posledných desať rokov boli rozdelené na rastlinné, živočíšne a ostatné. K uvádzaným celkovým počtom vyšetrených vzoriek a počtom vzoriek, ktoré presahovali NPK pre jednotlivé komodity podľa [14,15] boli vyznačené oblasti ich pôvodu (oblasť ZH ako kontaminovaná a oblasť iná ako porovnávacia). Z údajov v tabuľke 1. je zrejmé, že v zelenine z 51 vyšetrených vzoriek, ako v Žiarskej, tak aj v porovnávacej oblasti neboli prekročené NPK ani v jednom prípade. V roku 1993 dokonca vzorky z porovnávanej oblasti (koreňová zelenina, cibuľa, paprika) vykazovali vyšší obsah fluóru, ako vzorky pochádzajúce zo Žiarskej oblasti (uhorky, kapusta) zrejme v dôsledku vyššieho hnojenia. Vo vzorkách ovocia (ríbezle) odobratých v blízkosti hliníkarne v roku 1994 bol zaznamenaný o niečo vyšší obsah fluoridov s priemernou hodnotou  $2,02 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

V zemiakoch Žiarskej oblasti sa nachádzal v porovnaní s inou oblasťou v roku 1993 v priemere až trojnásobne vyšší obsah fluoridov, pričom hodnoty presahujúce NPK boli v rokoch 1989-1993 zaznamenané takmer vo všetkých poľnohospodárskych podnikoch nielen v blízkom okolí Žiaru nad Hronom, ale aj na Štiavnicku. V nasledujúcich rokoch však na podobnom súbore vzoriek zemiakov neboli prekročené hodnoty NPK, zrejme v súvislosti s obmedzovaním nákladov na hnojenie, ale aj v dôsledku zníženia fluórových imisií.

TABUĽKA 1. Obsah fluóru v požívatinách rastlinného pôvodu.  
TABLE 1. Fluorine content in foods of plant origin.

Komodita (NPK) <sup>1</sup>	Rok <sup>2</sup>	Oblasť pôvodu <sup>3</sup>	c <sub>min.</sub> -c <sub>max.</sub> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	c <sub>priem.</sub> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	n <sub>celk.</sub>	n <sub>nevyhov.</sub>
zelenina <sup>4</sup> 2,5 mg.kg <sup>-1</sup>	1992	iná	1,25 - 1,90	1,50	10	0
	1993	ZH	0,64 - 0,66	0,65	2	0
		iná	0,60 - 1,80	1,33	15	0
	1994	ZH	0,85 - 1,80	1,09	11	0
		iná	0,43 - 0,78	0,56	6	0
ovocie <sup>5</sup>	1995	ZH	0,43 - 0,85	0,55	10	0
	1994	ZH	1,62 - 2,43	2,01	3	0
zemiaky <sup>6</sup> 2,5 mg.kg <sup>-1</sup>	1986	ZH	0,59 - 2,12	0,97	6	0
	1988	ZH	0,90 - 2,00	1,39	10	0
	1989	ZH	1,37 - 3,67	2,60	10	5
	1990	ZH	2,53 - 3,45	3,01	5	5
	1991	ZH	1,50 - 4,10	2,93	13	8
	1992	ZH	0,90 - 1,40	1,13	5	0
	1993	ZH	2,50 - 4,30	3,22	10	9
		iná	0,83 - 1,65	1,15	6	0
	1994	ZH	0,53 - 0,70	0,61	5	0
	1996	ZH	0,40 - 0,75	0,46	10	0
cereálie <sup>7</sup> 2,5 mg.kg <sup>-1</sup>	1997	ZH	0,06 - 1,16	0,62	7	0
	1991	ZH	1,30 - 1,80	1,56	5	0
	1993	ZH	0,30 - 2,10	1,02	12	0
	1994	ZH	0,43 - 1,55	0,98	10	0
	1995	ZH	0,30 - 1,68	0,54	18	0
	1996	ZH	0,30 - 2,20	0,54	14	0
čaj pravý <sup>8</sup> 100 mg.kg <sup>-1</sup> 400 mg.kg <sup>-1</sup>	1997	ZH	0,07 - 0,36	0,25	11	0
	1995	iná	115,3 - 447,8	261,8	10	10
	1996	iná	363,0	363,0	1	0
čaj bylinný <sup>9</sup> 2,5 mg.kg <sup>-1</sup>	1997	iná	167,2 - 472,9	261,8	7	1
	1996	iná	0,43 - 0,85	0,54	4	0
tabak <sup>10</sup>	1997	iná	1,83 - 2,96	2,54	4	3
	1997	iná	5,1 - 10,7	7,58	7	?

c<sub>min.</sub> - minimálny obsah fluóru, c<sub>max.</sub> - maximálny obsah fluóru, c<sub>priem.</sub> - priemerný obsah fluóru vo vyšetrovaných vzorkách, n<sub>celk.</sub> - celkový počet vyšetrovaných vzoriek, n<sub>nevyhov.</sub> - počet vzoriek presahujúcich maximálny limit v požívatinách, ZH - Žiar nad Hronom.

c<sub>min.</sub> - minimum fluorine content, c<sub>max.</sub> - maximum fluorine content, c<sub>priem.</sub> - average fluorine content in the analyzed samples, n<sub>celk.</sub> - total number of samples, n<sub>nevyhov.</sub> - number of samples exceeded maximum limit in food, ZH - Žiar nad Hronom, 1 - commodity (tolerable daily content), 2 - year, 3 - area of origin, 4 - vegetables, 5 - fruits, 6 - potatoes, 7 - cereals, 8 - black tea, 9 - herbal tea, 10 - tobacco.

U cereálií boli vyšetrované nielen samotné zrná obilovín, ale aj múka a pekárske výrobky zo Žiarskej oblasti, u ktorých však nebol vždy známy pôvod primárnej suroviny. Na rozdiel od údajov v literatúre [6,9,10], ale aj našich údajov z predchádzajúcich rokov, keď v zrnách obilovín boli zisťované až o jeden rád vyššie hladiny fluóru, nezaznamenali sme v sledovanom období u cereálií prekročenia NPK a priemerné koncentrácie postupne v priebehu rokov klesali.

Z literatúry je známe, že existuje korelačný vzťah medzi obsahom fluóru vylúhovateľného z pôdy a obsahom fluóru v rastlinnom pletive, čo je však v silnej závislosti od pH a vlhkostných pomerov pôdy, použitého hnojenia, druhu rastliny, jej tkaniva a fázy rastu [3,6,9]. Napríklad čaj a tabak patria k rastlinám, ktoré fungujú ako akýsi „vychytávač“ fluóru z pôdy, pričom listy čaju obsahujú omnoho viac fluóru ako plody. Naša NPK pre obsah fluóru v čaji bola do roku 1996  $100 \text{ mg.kg}^{-1}$  [14]. Vyšetrenia čaju v našom laboratóriu ukázali, že táto norma bola v roku 1995 prekročená vo všetkých prípadoch, kedy sa obsah fluoridov pohyboval v rozmedzí 115,3 - 447,8  $\text{mg.kg}^{-1}$ . Aj na základe našich výsledkov bola NPK pre fluór v čaji upravená v roku 1996 na  $400 \text{ mg.kg}^{-1}$  [15], pričom v roku 1997 bol vyšší obsah zistený už len u jedinej vzorky. V tejto súvislosti nás zaujímalo, aký bude obsah fluóru vo vodnom výluhu (1,5 g čajoviny/250 ml vody), teda v roztoku bežne získavanom pri príprave čaju ako nápoja podľa návodu pre spotrebiteľa. V tabuľke 2. sú uvedené výsledky stanovenia obsahu fluóru v čajovine a v príslušnom výluhu získanom za štandardizovaných podmienok u vzoriek

TABUĽKA 2. Obsah fluóru v čajovinách a v ich vodnom výluhu (1,5 g čaju/250 ml vody).

TABLE 2. Fluorine content in tea products and their aqueous extracts (1,5 g of tea/250 ml of water).

Číslo <sup>1</sup>	Názov vzorky <sup>2</sup>	Obsah fluóru <sup>3</sup>				Výťažnosť vylúhovania <sup>8</sup> [%]
		v čajovine <sup>4</sup> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	v sáčku <sup>5</sup> [mg/1,5 g]	vo výluhu <sup>6</sup> [mg.l <sup>-1</sup> ]	v porcii <sup>7</sup> [mg/250 ml]	
1	Pigi čaj	288,9	0,43	1,47	0,37	86,1
2	Pigi čaj	254,7	0,38	1,38	0,35	92,1
3	Pigi čaj	231,4	0,35	1,28	0,32	91,4
4	Zlatý čaj	329,8	0,49	1,47	0,37	75,5
5	Zlatý čaj	346,8	0,52	1,59	0,40	76,9
6	Indický čaj	156,7	0,24	0,89	0,22	92,7

1 - number, 2 - name of sample, 3 - fluorine content, 4 - in tea product, 5 - in consumer bag, 6 - in extract, 7 - in portion, 8 - yield of extraction.



čajov vyšetrených v roku 1995. Bolo zistené, že výťažnosť vylúhovania fluóru bola o niečo vyššia v čajovine s nižším obsahom fluóru (celkovo sa pohybovala v rozmedzí 75,5 - 92,7 %), pričom jeho koncentrácia vo vodnom výluhu bola na hranici NPK pre pitnú vodu.

V bylinných čajoch tuzemskej proveniencie vyšetrených v roku 1996 sme zistili hladiny fluóru v rozmedzí 0,43 - 0,85 mg.kg<sup>-1</sup> (šípkové čaje). V ďalších bylinných čajoch vyšetrených v roku 1997 (čaj jahodový, višňový, malinový a broskyňový) bol zaznamenaný vyšší obsah fluóru, ktorý v troch prípadoch presahoval NPK pre ostatné požívatiny (1,83 - 2,96 mg.kg<sup>-1</sup>). V tabaku cigariet domácich výrobcov sa obsah fluóru pohyboval v rozmedzí 5,1 - 10,7 mg.kg<sup>-1</sup>, čo sú hodnoty významne nižšie, než hodnoty v literatúre [10].

V tabuľke 3. sú zaradené výsledky stanovenia fluoridov v požívatinách živočíšneho pôvodu, ale aj v celodennej strave a v ostatných požívatinách (soľ, minerálky a zubné pasty). U všetkých vzoriek mäsa, vnútorností a mäsových výrobkov, vyšetrených v roku 1991 zo Žiarskej oblasti sme zaznamenali prekročenie NPK. Vyšší obsah fluóru bol paradoxne zistený v svaľovine (5,2 - 7,0 mg.kg<sup>-1</sup>) v porovnaní s vnútornosťami (3,2 - 4,7 mg.kg<sup>-1</sup>). Naproti tomu u rýb (mrazené rybie filé a kocky), kde sa aj podľa normy dá očakávať vyšší obsah fluóru, bol v troch vzorkách zistený jeho obsah v intervale 0,43 - 2,05 mg.kg<sup>-1</sup>. Je známe, že vylučovanie fluóru z organizmu cez mlieko prebieha len v obmedzenej miere. Aj v našich vzorkách kravského mlieka a mliečnych výrobkov, ako zo Žiarskej, tak aj z porovnávacej oblasti, sme zistili nízke hladiny fluóru, ktoré v priebehu rokov postupne klesali.

V morskej soli (aj keď bola vyšetrená iba jedna vzorka) bol zistený až o jeden rád vyšší obsah fluóru v porovnaní s jedlou soľou domáceho výrobcu (Prešovské solivary), kde v 21 vzorkách bol zistený obsah fluóru v rozmedzí 0,07 - 0,29 mg.kg<sup>-1</sup>. Minerálne vody podľa očakávania vykazovali vyšší obsah fluóru (Baldovská - 0,66 mg.l<sup>-1</sup>, Santovka 2,47 mg.l<sup>-1</sup>, Hanácka kyselka 2,60 mg.l<sup>-1</sup> a Slatina 3,03 mg.l<sup>-1</sup>). V zubných pastách domácich výrobcov sa koncentrácie fluoridov pohybovali v intervale 702,9 - 1067,8 mg.kg<sup>-1</sup>.

V tabuľke 3. sú ďalej uvedené aj výsledky vyšetrení celodennej stravy u štyroch detí v priebehu 7 za sebou idúcich dní z roku 1994 a 6 vzoriek celodennej stravy z nemocnice v Žiari nad Hronom. Merania sa uskutočnili v rámci riešenia Čiastkového monitorovacieho systému „Záťaž obyvateľstva faktormi prostredia“. Namerané hodnoty fluóru z roku 1994 sa pohybovali v intervale 0,21 - 0,54 mg.kg<sup>-1</sup> okrem jediného prípadu, kde bola nameraná hodnota 3,53 mg.kg<sup>-1</sup> stravy. Pri retrospektívnom šetrení tohoto prípadu sa zistilo, že zvýšený obsah fluóru bol spôsobený nadmernou konzumáciou čaju tohoto dieťaťa, čo našlo svoj odraz aj v biologickom expozičnom teste, kde bol potvrdený vyšší obsah fluóru vo vylučovanom moči.



Tabuľka 3. Obsah fluóru v požívatínach živočíšneho pôvodu a v ostatných požívatínach.

Table 3. Fluorine content in foods of animal origin and in other foodstuffs.

Komodita (NPK) <sup>1</sup>	Rok <sup>2</sup>	Oblasť pôvodu <sup>3</sup>	c <sub>min.</sub> - c <sub>max.</sub> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	c <sub>priem.</sub> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	n <sub>celk.</sub>	n <sub>nevyhov.</sub>
mäso <sup>4</sup> 2,5 mg.kg <sup>-1</sup>	1991	ZH	3,00 - 7,00	4,68	14	14
		iná	0,50 - 4,50	1,70	8	2
mäsové výrobky <sup>5</sup> 2,5 mg.kg <sup>-1</sup>	1991	ZH	4,13 - 5,25	4,68	6	6
	1992	ZH	1,00 - 2,60	1,64	8	1
		iná	2,10 - 3,25	2,82	3	2
	1993	ZH	1,10 - 2,40	1,25	5	0
	1994	ZH	1,62 - 2,15	1,70	5	0
	1995	ZH	0,43 - 3,08	1,01	14	1
	1996	ZH	0,043 - 0,66	0,13	16	0
	1997	ZH	0,43 - 2,36	1,07	10	0
ryby <sup>6</sup> 30 mg.kg <sup>-1</sup>	1994	iná	0,43 - 2,09	0,98	3	0
mlieko a mliečne výrobky <sup>7</sup> 1,5 mg.kg <sup>-1</sup>	1992	iná	0,29 - 0,53	0,43	7	0
	1993	ZH	0,20	0,20	1	0
	1994	ZH	0,06 - 0,82	0,36	13	0
	1995	ZH	0,08 - 0,15	0,12	5	0
	1996	ZH	0,11	0,11	1	0
soľ jedlá <sup>8</sup> 2,5 mg.kg <sup>-1</sup>	1996	iná	0,085 - 0,29	0,096	19	0
	1997	iná	≥0,07	0,07	10	0
soľ morská <sup>9</sup> 2,5 mg.kg <sup>-1</sup>	1996	iná	2,31	2,31	1	0
zubná pasta <sup>10</sup>	1996	iná	702,9 - 1067,8	838,1	5	0
minerálne vody <sup>11</sup>	1997	ZH	0,66 - 3,02	2,28	5	0
celodenná strava <sup>12</sup>	1994	ZH	0,21 - 3,53	0,38	28	1
	1997	ZH	0,20 - 1,26	0,56	6	0

c<sub>min.</sub> - minimálny obsah fluóru, c<sub>max.</sub> - maximálny obsah fluóru, c<sub>priem.</sub> - priemerný obsah fluóru vo vyšetrených vzorkách, n<sub>celk.</sub> - celkový počet vyšetrených vzoriek, n<sub>nevyhov.</sub> - počet vzoriek presahujúcich maximálny limit v požívatínach, ZH - Žiar nad Hronom.

c<sub>min.</sub> - minimum fluorine content, c<sub>max.</sub> - maximum fluorine content, c<sub>priem.</sub> - average fluorine content, n<sub>celk.</sub> - total number of samples, n<sub>nevyhov.</sub> - number of samples exceeded maximum limit in food, ZH - Žiar nad Hronom, 1 - commodity (tolerable daily content), 2 - year, 3 - area of origin, 4 - meat, 5 - meat products, 6 - fish, 7 - milk and milk products, 8 - salt, 9 - sea salt, 10 - toothpaste, 11 - mineral water, 12 - whole-day diet.

Okrem vzoriek ovzdušia, vody a spomenutých požívatín sme stanovovali obsah fluóru aj v biologickom materiáli, a to v moči ako profesionálne exponovanej, tak aj neexponovanej populácie zo Žiarskej a porovnávacej oblasti. V rokoch 1983 - 1989 bol fluór stanovovaný u detskej populácie, a to v 327 vzorkách vlasov, kde sa namerané hodnoty fluóru pohybovali v intervale 0,9 - 29,3 mg.kg<sup>-1</sup> a v 109 vzorkách zubov detí vo veku 7 - 11 rokov, kde boli namerané hodnoty v rozmedzí 49,9 - 353,7 mg.kg<sup>-1</sup>. Analýza týchto výsledkov v závislosti od lokality bydliska vyšetovaných osôb však bola podaná na inom mieste. Klesajúci trend nadlimitného výskytu fluóru v potravinovom reťazci na Slovensku bol potvrdený aj v rámci výsledkov sledovania koordinovaného cieleného monitoringu na pracovisku VÚP Bratislava [16].

### Záver

Hygienickej problematike zlúčenín fluóru je treba naďalej venovať zvýšenú pozornosť, a to komplexne monitorovaním všetkých možných ciest jeho vstupu do organizmu, ako z ovzdušia, vody a požívatín, tak aj z pôdy do poľnohospodárskych produktov. V Žiarskej oblasti došlo za posledných päť rokov k významnému poklesu fluórových imisíí vďaka modernizácii výroby hliníka. Ukazuje sa však, že sekundárny príjem fluóru v požívatinách predstavuje jeho významný zdroj aj v nekontaminovaných oblastiach, zvlášť pri zvýšenej konzumácii čaju a minerálok, fajčení a u detskej populácie aj pri požití zubných pást. Pri niektorých vyšetrených komoditách zvlášť zo Žiarskej oblasti došlo k prekročeniam NPK, aj keď postupom rokov sme zaznamenali klesajúci trend výskytu fluóru v porovnateľných súboroch vzoriek. Napriek tomu, že názory na prijateľnú dennú dávku zlúčenín fluóru sa v literatúre značne líšia, hlavne v súvislosti s prevenciou zubného kazu, v kontaminovaných oblastiach, podľa stravovacích zvyklostí jednotlivých skupín obyvateľstva, môžu niektoré požívatiny zohrávať významnú úlohu v patogeneze chorôb indukovaných zvýšeným obsahom fluóru.

#### *Zoznam použitých skratiek a symbolov:*

- K<sub>d</sub> - najvyššia denná prípustná koncentrácia
- K<sub>r</sub> - najvyššia ročná prípustná koncentrácia
- NPK - najvyššia prípustná koncentrácia
- NMH - najvyššia medzná hodnota

# *Podakovanie*

Autor ďakuje bývalej vedúcej oddelenia LŽP ŠZÚ v Žiari nad Hronom, Ing. Anne Ritte-rovej, za jej dlhoročnú prácu a skúsenosti v analytike fluoridov.

## Literatúra

1. BARDODĚJ, Z. - DAVID, A. - ŠEDIVEC, V. - ŠKRAMOVSKÝ, S. - TEISNINGER, J.: Expoziční testy v průmyslové toxikologii. Praha, Avicenum 1980. 367 s.
2. SRB, V. - KUBZOVÁ, E. - MRÁČKOVÁ, G. - MICHALCOVÁ, I. - VANÍČKOVÁ, H.: Monitorování genotoxicity fluoridu sodného. Československá hygiena, 35, 1990, č. 3, s. 137-143.
3. SUHAJ, M. - SKOUMALOVÁ, O. - BARTALSKÁ, A.: Kontaminácia potravinového reťazca na Slovensku fluoridmi. I. Výskyt fluoridov v životnom prostredí. Bulletin potravinárskeho výskumu, 34, 1995, č. 1-2, s. 83-89.
4. SUHAJ, M. - ZAUŠKOVÁ, P.: Kontaminácia potravinového reťazca na Slovensku fluoridmi. II. Stanovenie fluoridov metódou kapilárnej izotachoforézy a iónovoselektívnou elektródou. Bulletin potravinárskeho výskumu, 35, 1996, č. 1-2, s. 33-38.
5. VARGOVÁ, M. - ERBAN, M.: K otázke neprofesionálnej expozície fluóru. Československá hygiena, 34, 1989, s. 304-310.
6. SYMON, K. - BENCKO, V.: Znečištění ovzduší a zdraví. Praha, Avicenum 1988. 250 s.
7. JANEČEK, J.: Současná problematika fluoru v životním prostředí s hlavním zaměřením na otázku fluorování pitné vody. Acta hygienica et epidemiologica, 2, 1989, č. 1, s. 1-5.
8. URSÍNYOVÁ, M. - PAĽUŠOVÁ, O. - VAŇOVÁ, R. - UHNÁK, J.: Výsledky dlhodobého sledovania obsahu vybraných plynných škodlivín vo vonkajšom prostredí. Československá hygiena, 34, 1989, č. 5, s. 402-409.
9. VALACH, R.: Současná problematika fluoru v životním prostředí s hlavním zaměřením na otázku fluorování pitné vody (1. a 2. část - Polemika k článku J. Janečka). Acta hygienica et epidemiologica, 3, 1990, č. 1, s. 1-9.
10. VALACH, R.: Výskyt a koloběh fluoru v přírodě a některé aspekty vlivu fluoru na organismy. In: Zborník zo sympózia „Fluór v životnom prostredí“. Bratislava, MPVŽ SR, SPPLPV pri SAV, UVSH 1984, 95 s.
11. VESELÝ, J. - WEISS, D. - ŠTULÍK, K.: Analýza iontově selektivními elektrodami. Praha, SNTL 1979. 222 s.
12. Směrnice hlavního hygienika ČSR č. 6: Metodický návod pro zjišťování obsahu škodlivin v ovzduší. Jednotné analytické metody. Hygienické předpisy MZ ČSR, sv. 52/1981. Praha, Avicenum 1982. 100 s.
13. DAVÍDEK, J. - HRDLÍČKA, J. - KARVÁNEK, M. - POKORNÝ, J. - SEIFERT, J. - VELÍŠEK, J.: Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL 1977. 718 s.
14. Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 2/1994 Z.z., ktorou sa ustanovujú hygienické požiadavky na cudzorodé látky v požívatinách. Vestník Ministerstva zdravotníctva SR, 42, čiastka 6-10, s. 33-80.
15. Výnos Ministerstva pôdohospodárstva a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 981/1996-100 z 20.5.1996, ktorým sa vydáva prvá časť a prvá, druhá a tretia hlava druhej časti Potravinového kódexu SR. Vestník Ministerstva zdravotníctva SR, 44, 1996, čiastka 9-13, s. 113-117.

16. ZAUŠKOVÁ, P. - SUHAJ, M.: Kontaminácia potravinového reťazca fluoridmi na Slovensku. III. Výsledky monitorizácie fluoridov v rokoch 1993-1996. Bulletin potravinárskeho výskumu, 36, 1997, č. 1, s. 141-145.

Do redakcie došlo 2.3.1998.

**Monitoring of fluorine in foodstuffs  
within the district of Žiar nad Hronom in 1986-1997**

SCHWARZ, M.: Bull. potrav. Výsk., 37, 1998, p. 53-64.

SUMMARY. Results of fluorine monitoring in food products according to the region of their origin are summarized. In the contaminated district of Žiar nad Hronom, the overlimited contents of fluorine in potatoes and in meat and meat products were observed, while the fluorine contents in the other commodities (with the exception of tea) were below the maximum limit values. The values of fluorine content in air, exceeding the limit value, are considered. The maximum limit value was not exceeded in drinking water.

Dietary habits of population (excessive consumption of tea, smoking, eating of fluorinated toothpastes by children, etc.) seem to play a significant role in the pathogenesis of diseases induced by increased fluorine levels, especially in the contaminated regions. A significant decrease in the number of samples exceeding maximum hygiene limit values of fluorine is evident.

KEYWORDS: fluorine, monitoring, foodstuffs