

MALGORZATA JĘDRA, BOGUMIŁA URBANEK-KARŁOWSKA, HALINA GAWARSKA,  
DOROTA SAWILSKA-RAUTENSTRAUCH

## ZAWARTOŚĆ FLUORU W NAPOJACH BEZALKOHOLOWYCH PRODUKOWANYCH W POLSCE

### FLUORIDE CONTENT OF SOFT DRINKS PRODUCED IN POLAND

Zakład Badania Żywności i Przedmiotów Użytku  
Państwowy Zakład Higieny  
00-791 Warszawa, ul Chocimska 24  
Kierownik: doc. dr hab. *K. Karłowski*

*Oznaczono poziom fluoru w pobranych z rynku napojach bezalkoholowych wytwarzanych przez 32 zakłady na terenie kraju. Oceniono wpływ niektórych składników na poziom fluoru w napojach. Omówiono na podstawie uzyskanych wyników oraz piśmiennictwa wpływ spożycia napojów na pobranie fluoru.*

**Słowa kluczowe:** fluor, napoje, napoje bezalkoholowe  
**Key words:** fluoride, beverages, soft drinks

#### WSTĘP

Żywność i woda stanowią w warunkach naturalnych podstawowe źródło fluoru dla organizmu. Pierwiastek ten, w odpowiednich proporcjach z wapniem, bierze udział w mineralizacji tkanki kostnej. Ze względu na dużą aktywność biologiczną może mieć również wpływ niekorzystny, gdyż jego nadmierna kumulacja prowadzi do schorzenia (fluorozy) uwiidoczniającego się w postaci zmian struktury kości i szkliwa zębów. Fluoroza jest rozpowszechniona w niektórych rejonach Chin, Indii, Afryki, gdzie ludność korzysta ze źródeł wody o dużej zawartości fluorków. Badania wykonane w Afryce Południowej wykazały występowanie fluorozy w powiązaniu z zawartością pierwiastka w wodzie pitnej w ilości przekraczającej 2 mg/l. W rejonach o wysokiej średniej temperaturze (ok. 26°C) poziom fluoru w wodzie pitnej nie powinien przekraczać 1 ppm, ze względu na zwiększone jej spożycie [14].

W badaniach wykonanych w USA, w klimacie chłodniejszym od afrykańskiego, nie stwierdzono istotnych zależności między ilością spożywanego płynu i średnią temperaturą dzienną w żadnej grupie wiekowej dziewczynki ani chłopców, natomiast wykazano, że pobranie płynu przez dzieci jest w sposób znaczący związane z wiekiem, płcią, statusem społecznym i rasą [19].

Badając pobranie fluoru przez dzieci irańskie [24] żyjące w 3 rejonach, charakteryzujących się różnym poziomem fluoru w wodzie: 0,3; 0,6; 4,0 mg/litr, obliczono, że ponad 70%

fluoru w diecie pochodzi z napojów, przy czym napoje przyrządzone z wody o najwyższym poziomie fluoru wnoszą do diety nawet 87% fluoru.

W ostatnim okresie w Polsce można zaobserwować zmiany w zakresie spożywanych napojów. Na podstawie jadłospisów z domów dziecka i internatów szkolnych [11] stwierdzono, że w miejsce napojów przygotowywanych na bazie wody wodociągowej (takich jak kompot, woda z sokiem) wprowadzane są napoje bezalkoholowe, soki i napoje mleczne.

Wśród ankietowanych uczniów klas I-III w szkołach stołecznych, drugie śniadanie zabierane z domu przez 14,6% dzieci zawierało napoje gazowane. Dodatkowo 22% dzieci kupowało w sklepiku szkolnym napoje gazowane i 28,8% soczki [17]. Podobne dane uzyskano we Wrocławiu, badając jadłospisy w grupie dzieci otyłych w wieku 13-15 lat – napoje gazowane spożywało 11,6% [7].

Oceniając sposób żywienia studentów [9] stwierdzono, że jedynie ok. 13% pije wyłącznie kawę lub herbatę a większość włącza do diety soki owocowe i warzywne oraz napoje mleczne. Najliczniejsza grupa badanych wypijała dziennie 3 szklanki ale wśród mężczyzn ponad 43% spożywało co dzień 6 szklanek napojów. Tak więc zawartość fluoru w napojach może mieć istotny wpływ na codzienne pobranie tego pierwiastka.

Poziom fluoru w wodzie do picia w Polsce, zgodnie z danymi stacji sanitarno-epidemiologicznych, wynosił najczęściej 0,1-0,7 mg/l. Wyższe stężenia stwierdzono w niektórych ujęciach wody w okolicach Gdańska, Elbląga, Skierniewic i Jeleniej Góry [5, 6, 20].

W Polsce działa około 500 producentów napojów, wśród których są firmy niewielkie, wytwarzające produkty na rynek lokalny oraz wielcy producenci, których napoje są dostępne na terenie całego kraju. Zakłady produkcyjne często dysponują własnymi ujęciami wody i w takich przypadkach poziom fluoru może być inny niż w wodzie wykorzystywanej do celów spożywczych przez mieszkańców tego terenu. Przykładem może być Warszawa, gdzie poziom fluoru w wodzie z wodociągów miejskich wynosi średnio 0,15 mg/l natomiast woda ze studni głębinowych, udostępnionych mieszkańcom w wielu punktach miasta, zawiera w litrze średnio 0,3 mg jonów fluorowych.

Celem pracy było zbadanie zawartości fluoru w napojach bezalkoholowych produkowanych w Polsce i dostępnych na rynku krajowym.

## MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań były różne rodzaje napojów bezalkoholowych. Napoje produkowane na bazie wody pitnej, źródłanej lub mineralnej, zawierały wymienione w składzie na etykietach: substancje smakowo-aromatyczne, barwniki, substancje słodzące i/lub cukier; niektóre napoje zawierały ponadto konserwanty i CO<sub>2</sub>. W zależności od zawartych w nich składników podzielono je na 5 grup:

A – wody źródlane i mineralne (8 próbek)

B – napoje z dodatkiem soków lub koncentratów owocowych (38 próbek)

C – napoje typu cola (19 próbek)

D – napoje typu oranżada (6 próbek)

E – napoje z ekstraktem herbaty (10 próbek)

Do badań pobrano napoje wytwarzane przez 30 producentów w 32 zakładach, zlokalizowanych w województwach: podlaskim, warmińsko-mazurskim, pomorskim, zachodnio-pomorskim, wielkopolskim, łódzkim, mazowieckim, dolnośląskim, małopolskim, podkarpackim. Wśród producentów znajduje się 14 firm, których napoje są dostępne w sklepach całego kraju. Napoje w opakowaniach jednostkowych zakupiono w kilku miastach Polski.

Próbki napojów gazowanych pozbawiano dwutlenku węgla przechowując je w zlewkach w temperaturze 25° przez 24 godz., okresowo mieszając. Kontrolowano odczyn próbek i w razie konieczności doprowadzano do pH 5,2, dodając nasycony roztwór węglanu sodu. Przed pomiarem do próbek o obj. 50 ml dodawano 5 ml buforu (TISAB III with CDTA – Total Ionic Strength Adjustment Buffer – firmy Thermo Orion).

Oznaczenia zawartości fluoru wykonywano na aparacie firmy Orion Research Inc., model 920A. elektrodą jonoselektywną, stosując dwukrotne dodawanie standardowych roztworów NaF (Fluoride Standard 100 ppm F<sup>-</sup> firmy Orion). Wykrywalność tej metody wynosi 10<sup>-6</sup> mola/l (0,02 mg/l).

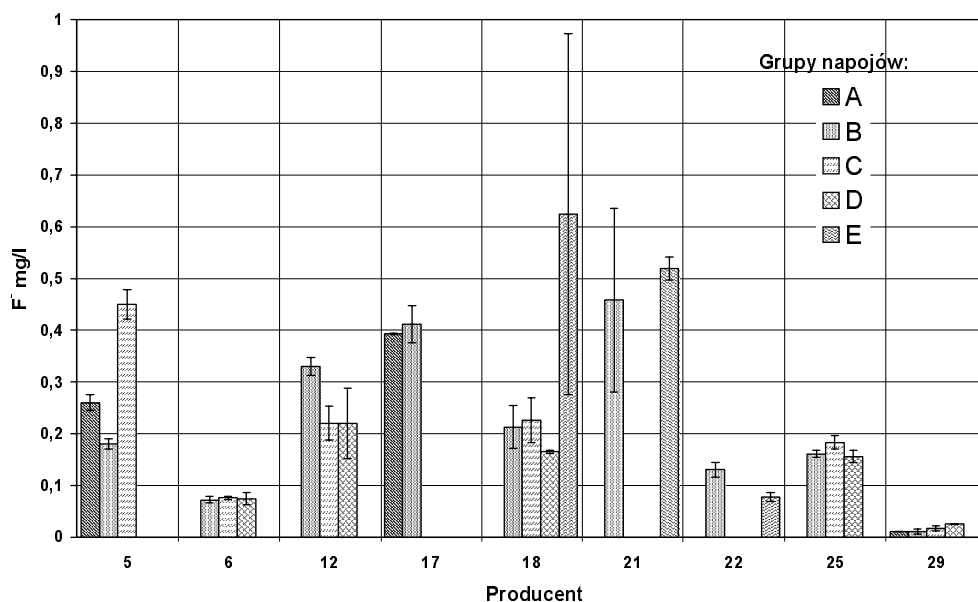
Zawartość fluoru w próbce napoju jest średnią z 3 pomiarów. Względne odchylenie standardowe nie przekraczało 7%.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

Wykonano oznaczenia w 81 próbkach napojów. Lokalizację zakładów produkcyjnych przedstawiono na ryc. 1.



Ryc. 1. Rozmieszczenie na obszarze Polski zakładów produkujących badane napoje  
Distribution of factories produced investigated drinks in Poland



Ryc. 2. Porównanie zawartości fluoru w różnych grupach napojów produkowanych przez wybrane zakłady  
Comparison of fluoride contents in different groups of drinks which were produced by selected factories

Zawartość fluoru w różnego rodzaju napojach wytwarzanych przez 9 producentów przedstawiono na ryc. 2. Porównując uzyskane wartości stwierdzono, że poziom tego pierwiastka był podobny w wodzie i napojach pochodzących z jednego zakładu produkcyjnego. Woda używana do produkcji stanowi główny składnik napojów toteż wpływa istotnie na zawartość w nich fluoru. Różnice w składzie napojów, polegające na dodatku koncentratów soków z różnych owoców, ekstraktu cola lub substancji dodatkowych, wpływały w niewielkim stopniu na różnice poziomu fluoru jednakże nie zaobserwowano stałej tendencji w tym zakresie.

Badania meksykańskie napojów pobranych z rynku Mexico City wykazały, że średnie stężenia fluoru były ponad trzykrotnie wyższe w sokach i ok. dwukrotnie wyższe w napojach gazowanych i cola niż w wodzie butelkowanej (0,21mg/l) [12]. Natomiast w USA, badając napoje Coca Cola Co. produkowane w 7 miejscowościach stanu Iowa stwierdzono, że zawartość aromatów, cukru, kofeiny a także rodzaj opakowań nie wpływały na różnice w poziomie fluoru [8].

Napoje z ekstraktem herbaty wytwarzano jedynie w 3 zakładach. Zawartość fluoru w tych napojach była bardzo zróżnicowana i wahała się od 0,08 do 1,28 mg/l a więc 0,016 do 0,26 mg fluoru/200ml (szkłankę). Suche liście herbaty zawierają fluor w ilości do kilkuset mg/kg. Znaczne ilości fluoru obecne są również w ekstraktach herbaty stosowanych jako dodatek do napojów. Poziom fluoru w takich napojach może być wielokrotnie wyższy niż w wodzie stosowanej do ich wytwarzania. Częste spożywanie napojów *ice tea* może znacząco wpływać na zwiększenie dziennego pobrania fluoru [10].

Tabela I. Zawartość fluoru w napojach bezalkoholowych wytwarzanych przez zakłady na terenie Polski

Fluoride content in soft drinks produced by factories in Poland

Lokalizacja zakładu produkcyjnego*	Średnia zawartość fluoru [mg/l]	Zakres ** [mg/l]	Lokalizacja zakładu produkcyjnego*	Średnia zawartość fluoru [mg/l]	Zakres** [mg/l]
1	0,02	0,01 – 0,02	17	0,40	0,38 – 0,43
2	0,21	-	18	0,21	0,16 – 0,25 (0,37 – 1,28)
3	1,39	-	19	0,02	0,01 – 0,02
4	0,27	-	20	0,15	0,14 – 0,16
5	0,30	0,18 – 0,45	21	0,46	0,31 – 0,61 (0,52)
6	0,07	0,07 – 0,08	22	0,13	- (0,08)
7	0,25	-	23	0,21	-
8	0,16	0,15 – 0,16	24	0,14	-
9	0,16	-	25	0,17	0,16 – 0,18
10	0,21	0,20 – 0,23	26	0,21	0,19 – 0,23
11	0,19	0,17 – 0,21	27	0,05	0,05 – 0,06
12	0,28	0,22 – 0,35	28	0,10	-
13	0,22	0,22 – 0,30	29	0,02	0,01 – 0,03
14	0,22	-	30	0,01	0,00 – 0,01
15	0,09	-	31	0,06	0,05 – 0,07
16	0,25	0,25 – 0,26	32	0,16	0,15 – 0,16

\* przedstawiona na rycinie 1

\*\* zakres wartości oznaczonych w różnych grupach napojów (A,B,C,D), w nawiasie podano średnią zawartość fluoru w napojach z grupy E (z dodatkiem ekstraktu herbaty)

Średnią zawartość fluoru w napojach produkowanych przez zakłady rozmieszczone na terenie Polski przedstawia Tabela I. W przypadku produkcji w jednym zakładzie kilku asortymentów napojów (z grup A – D), podano również zakres uzyskanych wyników umieszczając dla porównania średnią zawartość fluoru w napojach z ekstraktem herbaty (grupa E). Na podstawie średniej zawartości fluoru w napojach można wnioskować o poziomie tego pierwiastka w wodzie stosowanej do produkcji w danym zakładzie. W większości badanych napojów (20 zakładów) stwierdzono niski poziom fluoru od 0,1 do 0,3 mg/l, poniżej 0,1 mg/l stwierdzono w napojach 8 producentów, a zawartość fluoru powyżej 0,3 mg/l w napojach 4 producentów.

Uwzględniając wartości uzyskane we wszystkich pomiarach obliczono średnią zawartość fluoru w badanych napojach – 0,17 mg/litr. W badaniach przeprowadzonych na terenie Niemiec stwierdzono podobny poziom fluoru 0,014-0,35 mg/l przy czym poziom fluoru w wodzie pitnej w różnych rejonach wynosił 0,02-0,17 mg/l [2].

Wśród badanych próbek wysokim poziomem fluoru 1,39 mg/l wyróżniała się woda mineralna „Augustowianka” (miejsce produkcji nr 3). Pozostałe badane wody zawierały od 0,01 do 0,39 mg fluoru/litr. Zawartość fluoru we wszystkich badanych wodach źródłanych i mineralnych była zgodna z wartościami deklarowanymi na etykietach. Zgodnie z wynikami badań opublikowanych w 1999 roku, poziomy fluorków w krajowych wodach mineralnych wynoszą najczęściej od 0,1 do 0,3 mg/l, w niektórych stwierdzono do 0,8 mg/l [3].

Przy podawaniu wody mineralnej do picia niemowlętom i małym dzieciom lub stosowaniu takiej wody do przygotowania posiłków z preparatów dla nich przeznaczonych, należy zwracać uwagę na zawartość rozpuszczalnych składników mineralnych, w tym również fluorków [22]. Potwierdzono związek między pobraniem fluoru z napojów przez niemowlęta a fluorozą mlecznych zębów. Badania takie przeprowadzono na terenie gdzie woda komunalna była fluorkowana [16].

Jony fluorkowe znajdujące się w wodzie są łatwo wchłaniane toteż długotrwałe spożywanie niektórych wód mineralnych znajdujących się na rynku europejskim (8,5 mg F<sup>-</sup>/l) może powodować fluorozę kości i uszkodzenie nerek [1]. W związku ze stwierdzeniem takich przypadków Komisja Europejska opublikowała w 2003 r. listę składników naturalnie obecnych w wodach mineralnych, ich maksymalne stężenia i wymagania dotyczące znakowania. Maksymalny poziom fluorków, którego przekroczenie może stanowić zagrożenie dla zdrowia publicznego, określono na 5 mg/l [4].

Zwiększony poziom fluoru w napojach może być również związany z produkcją ich na terenie objętym fluorkowaniem wody pitnej. Jeśli zakład wytwórczy korzystał z ujęcia wody z dodatkiem 1 mg fluoru/litr to poziom fluoru w napojach gazowanych wynosił 0,37-0,55 mg/l podczas gdy napoje produkowane w innej okolicy zawierały jedynie do 0,15 mg/l. [21]. Problem ten nie dotyczy Polski, lecz fluorkowanie wody odbywa się w niektórych rejonach krajów europejskich i innych i ma na celu profilaktykę próchnicy zębów.

Badania przeprowadzone w USA z udziałem 642 dzieci w wieku 1-5 lat potwierdziły, że regularne spożywanie napojów gazowanych, napojów instant i soków owocowych jest związane ze zwiększonym ryzykiem próchnicy zębów [15]. Napoje owocowe zawierają znaczne ilości kwasów, które wpływają na erozję zębów. W doświadczeniach *in vitro* stwierdzono, że wysycenie napoju CaF<sub>2</sub> może zredukować o 28% uszkodzenia zębów, wywołane przez napoje o pH > 3,0 natomiast w roztworach bardziej kwaśnych fluorek nie wywiera działania ochronnego [13].

Zgodnie z krajowym ustawodawstwem najwyższa dopuszczalna zawartość fluorków w wodzie do picia i na potrzeby gospodarcze wynosi 1,5 mg/l [18].

Uzyskane wyniki odniesiono do norm żywienia dla ludności w Polsce [23], według których dawka fluoru odpowiednia dla niemowląt w pierwszym roku życia waha się od 0,1 do 0,7 mg/dzień, dla dzieci do 3 lat wzrasta do 1,0 mg/dzień, dla młodzieży 10-18 lat wynosi do 2,5 mg/dzień a dla osób dorosłych mieści się w granicach 1,5 do 4,0 mg/dzień.

## WNIOSKI

1. Napoje z ekstraktem herbaty (*ice tea*) oraz niektóre wody mineralne mogą stanowić istotne źródło fluoru w diecie. Dzielne spożycie tych napojów powinno być kontrolowane szczególnie w przypadku dzieci.

2. Poziom fluoru w pozostałych badanych napojach był niski, co wskazuje na niską za-

wartość tego pierwiastka w wodzie wykorzystywanej do ich produkcji. Spożywanie tych napojów nie stwarza realnej możliwości przekroczenia dziennego pobrania fluoru.

### Podziękowanie

Autorzy dziękują pani *Annie Moczydłowskiej* za pomoc techniczną przy wykonywaniu pracy.

M. Jędra, B. Urbanek-Karłowska, H. Gawarska, D. Sawilska-Rautenstrauch

### FLUORIDE CONTENT OF SOFT DRINKS PRODUCED IN POLAND

#### Summary

Fluoride content of 81 commercial brands of soft drinks and bottled waters were determined using potentiometric method with ion selective electrode.

In the beverages produced in the same factory fluoride level were similar. The connection between elevation of fluoride levels and ingredients of investigated products such as juice or cola extract was not found. However, in some samples of *ice tea* drinks containing the tea extract fluoride levels might have been raised up to 1,28 mg/l.

Fluoride contents of beverages from 28 producers ranged from 0,01 to 0,30 mg/l and only from 4 producers up to 0,60 mg/l. The highest level of fluoride (1,39 mg/l) has been determined in one sample of mineral water.

In conclusion, *ice tea* beverages and certain mineral water, made and sold in Poland, may constitute an important source of fluoride in diet. Their consumption, particularly in case of children, must be controlled.

#### PIŚMIENNICTWO

1. *Boivin G., Chavassieux P., Chapuy M.C., Baud C. A., Mounier P. J.*: Histomorphometric profile of bone fluorosis induced by prolonged ingestion of Vichy Saint-Yorre water. Compare with bone fluorine levels. *Pathol. Biol.* 1986, 34, 33-39.
2. *Bergmann R.*: Fluorid in the Ernährung des Menschen. Biologische Bedeutung für den wachsenden Organismus. Habilitationsschrift. Berlin. Virchow-Klinikum der Humboldt-Universität, 1995, 133 pp.
3. *Borysewicz-Lewicka M., Chlapowska J., Wagner L., Trykowski J.*: Ocena zawartości fluorków w niektórych krajowych wodach mineralnych. *Czas Stomat.* 1999, LII, 29-32.
4. Commission Directive 2003/40/EC of 16 May 2003 establishing the list, concentration limits and labeling requirements for the constituents of natural mineral waters and the conditions for using ozone-enriched air for the treatment of natural mineral waters and the conditions for using ozone-enriched air for the treatment of natural mineral waters and spring waters. *Off. J. European Union L 126/34, 22.05.2003.*
5. *Czarnowski W., Wrześniowska K., Krechniak J.*: Fluoride in drinking water and human urine in northern and central Poland. *Sci. Total Environ.* 1996, 191, 177-184.
6. *Gajewska R., Nabrzyski M.*: Występowanie fluorków w wodzie pitnej i w preparatach do czyszczenia zębów pochodzenia zagranicznego i krajowego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1993, XXVI, 5-11.

7. *Grajeta H., Biernat J.*: Badanie przyczyn występowania nadwagi i otyłości u dzieci w wieku 13-15 lat. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2005, XXXVIII Suplement, 41-44.
8. *Heilman J.R., Kiritsy M.C., Levy S.M.*: Assessing fluoride levels of carbonated soft drinks. *JADA* 1999, 130, 1593-1599.
9. *Iłow R., Regulska-Iłow B.*: Ocena sposobu żywienia studentów Akademii Medycznej we Wrocławiu w latach 1993-1994. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1997, XXX, 1, 37-43.
10. *Jędra M., Urbanek-Karłowska B., Gawarska H., Sawilska-Rautenstrauch D., Badowski P.*: Zawartość fluoru w herbatach oraz napojach i koncentraty napojów z ekstraktem herbaty, *Bromat. Chem. Toksykol. Suplement*, 2003, str. 41-45.
11. *Jędra M., Urbanek-Karłowska B., Gawarska H., Sawilska-Rautenstrauch D., Bertrand J., Kłos A.*: Zawartość fluoru w dietach dzieci, młodzieży i osób dorosłych z Polski centralnej. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*, 2005, XXXII suplement 1 – cz. II, 728-732.
12. *Jimenez-Farfán M.D., Hernandez-Guerrero J.C., Loyola-Rodriguez J.P., Ledesma-Montes C.*: Fluoride content in bottled waters, juices and carbohydrate soft drinks in Mexico City, Mexico. *Int. J. Pediatr. Dent.* 2004, 14, 260-266.
13. *Larsen M.J., Richards A.*: Fluoride is unable to reduce dental erosion from soft drinks. *Caries Res.* 2002, 36, 75-80.
14. *Louw A.J., Grobler S.R., van W Kotze T. J.*: Degree of fluorosis in areas of South Africa with differing levels of fluoride in drinking water. *Gen. Dent.* 2002, 50, 352-356.
15. *Marshall T.A., Levy S. M., Broffitt B., Warren J.J., Eichenberger-Gilmore J.M., Burns T.L., Stumbo P.J.*: Dental caries and beverage consumption in young children. *Pediatrics*, 2003, 112, 184-191.
16. *Marshall T.A., Levy S.M., Warren J.J., Broffitt B., Eichenberger-Gilmore J.M., Stumbo P.J.*: Associations between intakes of fluoride from beverages during infancy and dental fluorosis of primary teeth. *J. Am. Coll. Nutr.* 2004, 23, 108-116.
17. *Ostalska J., Bzdęga J., Klarecki D.*: Promocja zdrowego żywienia wśród dzieci objętych kształceniem zintegrowanym klas I-III wybranych szkół podstawowych z gminy Warszawa-Bielany. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*, 2005, XXXII, suplement Nr 1 cz. 1. 284-289.
18. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. *Dz.U.* 2002, nr 203, poz. 1718.
19. *Sohn W., Heller K.E., Burt B.A.*: Fluid consumption related to climate among children in the United States. *J. Public Health Dent.* 2001, Spring, 61 (2) 99-106;
20. *Szponar L., Traczyk I., Wojtasik A., Rutkowska U.*: Fluor w profilaktyce próchnicy. Cz. I. Rola fluoru, źródła i spożycie. *Żywn. Żyw. Zdr.* 1998, 2, 151.
21. *Walters C.B., Sherlock J.C., Evans W.H., Read J.I.*: Dietary intake of fluoride in the United Kingdom and fluoride content of some foodstuffs. *J. Sci. Food. Agric.* 1983, 34 (5) 523-528.
22. *Weker H., Więch M.*: Woda w żywieniu dziecka – podstawowe kryteria oceny. *Bromat Chem. Toksykol.* 2005, XXXVIII suplement, 321-324.
23. *Ziemlański Ś., Bulhak-Jachymczyk B., Budzyńska-Topolewska J. i wsp.*: Normy żywienia dla ludności w Polsce (energia, białko, tłuszcze, witaminy i składniki mineralne). *Nowa Medycyna* 1995, 5, 1.
24. *Zohouri F.V., Rugg-Gunn A.J.*: Sources of dietary fluoride intake in 4 year-old children residing in low, medium and high fluoride areas in Iran. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 1999, 50 (4) 265-274.