

JOANNA KAŁUŻA, MARTA JERUSZKA, ANNA BRZOZOWSKA

OCENA STANU ODŻYWIENIA ŻELAZEM, CYNKIEM I MIEDZIĄ OSÓB  
STARSZYCH ZAMIESZKAŁYCH W REJONIE WARSZAWSKIM NA  
PODSTAWIE ANALIZY WŁOSÓW\*

IRON, ZINC AND COPPER STATUS OF ELDERLY PEOPLE LIVING IN WARSAW  
DISTRICT DETERMINED BY HAIR ANALYSIS

Zakład Podstaw Żywienia  
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW  
02-787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166  
Kierownik: prof. dr hab. W. Roszkowski

*Dokonano oceny stanu odżywienia żelazem, cynkiem i miedzią 73 osób w wieku 75-80 lat zamieszkałych w rejonie warszawskim na podstawie przeprowadzonej analizy włosów metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA).*

WSTĘP

W ostatnich kilku dekadach obserwuje się zmiany zachodzące w strukturze demograficznej krajów wysokorozwiniętych, w tym również w Polsce. Postępujący spadek urodzeń i wzrost średniej długości życia powoduje starzenie się populacji. Powiększająca się liczba ludzi w wieku podeszłym, a jednocześnie wiedza, że prawidłowe żywienie może łagodzić lub nawet znacznie ograniczyć wiele niekorzystnych zmian w stanie zdrowia sprawia, iż rośnie zainteresowanie problemami żywieniowymi tej grupy wiekowej.

Wiele chorób, które mogą być groźne w skutkach dla osób starszych, występuje na tle niedoborów składników mineralnych. Przyczyną tych niedoborów może być zarówno niedostateczne spożycie, jak też niektóre choroby, szczególnie przewodu pokarmowego i nerek oraz stosowane leki.

Ludzie starsi często chorują na niedokrwistość na tle niedoborów żelaza i innych składników odżywczych. Niedobory żelaza obniżają zdolność ustroju do utrzymania właściwej temperatury ciała przy niskiej temperaturze otoczenia, mogą powodować zmiany behawioralne oraz zmniejszać odporność organizmu na infekcje.

Niedobory cynku często manifestują się zmianami na skórze, na śluzówkach (owrzodzenia), zahamowaniem lub opóźnieniem gojenia się ran. Skutkami niedoboru cynku mogą być także zaburzenia funkcjonowania zmysłów smaku i węchu (co może prowadzić do zmniejszenia apetytu), zdolności adaptacji wzroku do ciemności oraz zachowa-

---

\* Finansowane z grantu KBN nr 4P05D01713

nia równowagi, również obniżania się wydolności intelektualnej, a u mężczyzn może prowadzić do przerostu gruczołu krokowego.

W stanach niedoboru miedzi zakłócone zostaje tworzenie elastyny w ścianach naczyń krwionośnych oraz kolagenu w układzie kostnym, często występuje niedokrwistość niedobarwliwa.

Aby uniknąć wielu komplikacji zdrowotnych u ludzi starszych, poprawić jakość ich życia, sprawność fizyczną i psychiczną, lekarze i żywieniowcy powinni zwracać uwagę zarówno na sposób żywienia się tej grupy wiekowej, jak i na jej stan odżywienia, zwłaszcza witaminami i składnikami mineralnymi. W badaniach populacyjnych do oceny stanu odżywienia co raz częściej stosowane są metody charakteryzujące się łatwością pobrania próbki, nieinwazyjnością, prostotą wykonania analizy. Powyższe zalety posiada metoda analizy pierwiastkowej włosów. Potencjalne możliwości wykorzystania tej metody, jej zalety oraz ograniczenia były przedstawiane w wielu publikacjach [2, 3, 9, 12].

Celem pracy była ocena stanu odżywienia osób starszych zamieszkałych w rejonie warszawskim wybranymi składnikami mineralnymi: żelazem, cynkiem i miedzią, którą przeprowadzono na podstawie zawartości wyżej wymienionych pierwiastków we włosach badanych osób.

#### MATERIAŁ I METODYKA

Niniejsza praca została zrealizowana jako część projektu badawczego dotyczącego uwarunkowań sposobu żywienia i stanu odżywienia osób starszych zamieszkałych w rejonie warszawskim urodzonych w latach 1918–1923.

Próbki włosów do badań pobrano w maju i czerwcu 1999 roku od 73 osób (23 kobiet i 50 mężczyzn) zamieszkałych w Warszawie i jej okolicach. Mniejszy udział kobiet spowodowany był nieprzydatnością ich włosów do analizy (były one farbowane bądź po trwałej ondulacji). Podstawowe informacje o respondentach zostały zebrane za pomocą wywiadu kwestionariuszowego.

Włosy ucinano nożyczkami ze stali nierdzewnej z karku, tuż przy skórze, pozostawiając do badań około trzycentymetrowe ich odcinki. Naważki włosów około 0,5 g, pociętych na około 0,5 cm fragmenty poddawano myciu zgodnie z zaleceniami IAEA – Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej [17] t.j. kolejno: acetonem (Merck 1.00014.1000), trzykrotnie wodą dejonizowaną i znów acetonem. Następnie próbki włosów suszono w temperaturze 105°C do stałej masy.

Włosy mineralizowano na mokro w mikrofalowym systemie przygotowania próbek Model MARS 5, w naczyniach typu HP-500 z użyciem 7 cm<sup>3</sup> 65% kwasu azotowego (Merck 1.00456.1000). Proces mineralizacji prowadzono przez 10 minut w temperaturze około 210°C i ciśnieniu około 150 PSI. Użyta moc była regulowana w zależności od liczby mineralizowanych próbek i wynosiła od 300 do 1200 W.

Zawartość badanych składników mineralnych w mineralizatach oznaczano metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA) przy użyciu spektrofotometru Solaar 989 firmy UNICAM. W analizie zastosowano następujące długości fal: 248,3 nm dla żelaza; 213,9 nm dla cynku i 324,8 nm dla miedzi. W przypadku oznaczania żelaza i cynku użyto również lampy deuterowej do korekcji tła. Przed przystąpieniem do właściwych oznaczeń przeprowadzono analizę materiału referencyjnego GBW09101.

Do statystycznego opracowania uzyskanych wyników zastosowano testy  $Chi^2$  Pearsona oraz RIR *Tuckey'a* przyjmując za istotne różnice przy  $p \leq 0,05$ .

## WYNIKI

Spośród badanych osób w wieku 75–80 lat połowa określiła swoją aktywność fizyczną i stan zdrowia jako średni. Blisko 100% kobiet i 70% mężczyzn cierpiało przynajmniej na jedną chorobę przewlekłą. Zdecydowana większość (53%) respondentów oceniła swoją sytuację ekonomiczną jako przeciętną, jednak aż 26% uznało ją za złą.

W wywiadzie żywieniowym stwierdzono, że 18% badanych stosowało dietę, głównie łatwostrawną i niskotłuszczową. Ze względów zdrowotnych blisko 1/3 celowo wprowadzała do posiłków różne grupy artykułów spożywczych, przy czym najczęściej były to: surowe owoce i warzywa, fermentowane napoje mleczne, ciemne pieczywo, a także bardzo chude mięso i wędliny oraz soki owocowe i warzywne.

Znacznie więcej respondentów, bo około 67% twierdziło, że ogranicza ze względów zdrowotnych spożycie pewnych produktów. Kierując się rolą jaką poszczególne produkty spożywcze odgrywają w dostarczeniu badanych składników mineralnych oraz ich biodostępności, dla celów niniejszej pracy podzielono respondentów na następujące grupy: 1) osoby unikające produktów mięsnych i mlecznych; 2) osoby unikające produktów mięsnych, ale nie ograniczające spożycia przetworów mlecznych; 3) osoby, które nie ograniczały spożycia mięsa, ale unikały produktów mlecznych oraz 4) osoby nie unikające tych grup produktów.

Dane dotyczące zawartości oznaczanych pierwiastków we włosach badanej populacji zostały zestawione w tabeli I, a porównanie otrzymanych wyników z wartościami referencyjnymi w tabeli II.

Tabela I. Stężenie żelaza, cynku i miedzi we włosach badanej populacji osób starszych  
Iron, zinc and copper content in hair of the elderly

Wyróżnik	Badane osoby			Wpływ płci RIR wartości p
	Ogółem n = 73	Mężczyźni n = 50	Kobiety n = 23	
<b>Żelazo</b>				
Średnia ± odch. stand. [µg/g s.m.]	17,32±12,38	17,86±14,18	16,14±7,16	> 0,05
Zakres [µg/g s.m.]	5,49÷78,67	5,49÷78,67	7,26÷30,16	
Współczynnik zmienności [%]	71,5	79,4	44,4	
<b>Cynk</b>				
Średnia ± odch. stand. [µg/g s.m.]	176,44±64,33	170,21±63,01	189,99±66,48	> 0,05
Zakres [µg/g s.m.]	39,74÷445,99	39,74÷421,43	122,08÷445,99	
Współczynnik zmienności [%]	36,5	37,0	35,0	
<b>Miedź</b>				
Średnia ± odch. stand. [µg/g s.m.]	11,25±6,32	11,37±7,47	11,00±2,57	> 0,05
Zakres [µg/g s.m.]	6,74÷55,96	6,74÷55,96	7,79÷18,83	
Współczynnik zmienności [%]	56,2	65,7	23,4	

Otrzymane wyniki charakteryzowały się, szczególnie dla żelaza, dużym rozrzutem, przy czym współczynniki zmienności były zawsze wyższe dla mężczyzn niż dla kobiet. Nie stwierdzono zależności znamiennej statystycznie pomiędzy zawartością badanych

Tabela II. Klasyfikacja badanych osób starszych w zależności od zawartości żelaza, cynku i miedzi we włosach w porównaniu z wartościami referencyjnymi  
Distribution of respondents according to iron, zinc and copper in hair in comparison with references values

Pierwiastek	Zawartość we włosach $\mu\text{g/g s.m.}$	Liczba osób						Wpływ płci $\text{Chi}^2$ wartości p
		Ogółem		Mężczyźni		Kobiety		
		n = 73	%	n = 50	%	n = 23	%	
Żelazo	< 12	29	39,7	21	42,0	8	34,8	> 0,05
	12–30*	36	49,3	22	44,0	14	60,9	
	> 30	8	11,0	7	14,0	1	4,3	
Cynk	< 160	29	39,7	21	42,0	8	34,8	> 0,05
	160–200**	30	41,1	23	46,0	7	30,4	
	> 200	14	19,2	6	12,0	8	34,8	
Miedź	< 10	39	53,4	29	58,0	10	43,5	> 0,05
	10–20**	32	43,8	19	38,0	13	56,5	
	> 20	2	2,7	2	4,0	0	0,0	

\* – wartości referencyjne wg Graczyk, 1994 [inf. ustne]

\*\* – wartości referencyjne wg Zachwieji [16]

pierwiastków we włosach a płcią. Średnie stężenia wszystkich trzech składników mineralnych we włosach badanej populacji osób starszych mieściły się w zakresie wartości referencyjnych (dla miedzi w dolnej granicy). U ponad połowy badanych stwierdzono jednak niższą od wartości referencyjnych zawartość miedzi we włosach, podczas gdy dla żelaza i cynku dotyczyło to niespełna 40% osób. Zauważono, iż większy odsetek mężczyzn niż kobiet miał we włosach stężenia wszystkich trzech pierwiastków poniżej wartości referencyjnych.

Oceniając wpływ czynników żywieniowych na zawartość badanych pierwiastków we włosach respondentów, stwierdzono statystycznie wyższe stężenie żelaza we włosach u osób, które nie unikały konsumpcji żadnych produktów spożywczych w porównaniu z ankietowanymi stosującymi jakieś ograniczenia dietetyczne (tabela III). Podobne tendencje zaobserwowano w przypadku cynku i miedzi, lecz uzyskane wyniki nie różniły się statystycznie między sobą.

Pośród respondentów nie unikających w swojej diecie produktów mięsnych (tabela IV), większe stężenie żelaza we włosach zauważono u osób, które ograniczały konsumpcję przetworów mlecznych, niż u tych które tego nie robiły. Dla cynku uzyskano wyniki odwrotne, mimo iż wapń jest czynnikiem utrudniającym wykorzystanie z diety zarówno żelaza, jak i cynku. Najwyższy poziom miedzi zawierały włosy ankietowanych, którzy unikali zarówno produktów mięsnych, jak i mlecznych.

W ramach niniejszej pracy przeanalizowano również wiele innych czynników, które mogą wpływać na zawartość składników mineralnych we włosach m.in. występowanie chorób przewlekłych, stosowanie leków oraz suplementów, palenie tytoniu, kolor włosów, jednak w większości przypadków nie stwierdzono zależności istotnych statystycznie. Wykazano jedynie, iż osoby z nadciśnieniem i chorobami układu oddecho-

Tabela III. Stężenie żelaza, cynku i miedzi we włosach badanych osób starszych w zależności od unikania spożycia wybranych grup produktów  
Iron, zinc and copper content in hair of the elderly dependent on excluding some food products from diet

Unikanie spożycia pewnych grup produktów (n)	Stężenie we włosach [ $\mu\text{g/g s.m.}$ ]					
	Żelazo	RIR wartości p	Cynk	RIR wartości p	Miedź	RIR wartości p
Nie (24)	22,38 $\pm 16,35$	0,0318	193,97 $\pm$ 77,20	> 0,05	12,06 $\pm$ 5,09	> 0,05
Tak (49)	14,83 $\pm$ 9,09		167,85 $\pm$ 55,88		10,85 $\pm$ 6,86	

Tabela IV. Stężenie żelaza, cynku i miedzi we włosach badanych osób starszych stosujących ograniczenia dietetyczne ze szczególnym uwzględnieniem produktów mięsnych i mlecznych  
Hair iron, zinc and copper of the elderly applying some dietetic restrictions with special consideration of meat and dairy products

Unikanie spożycia			Stężenie we włosach [ $\mu\text{g/g s.m.}$ ]					
Produktów mięsnych	Produktów mlecznych	n	Żelazo	RIR wartości p	Cynk	RIR wartości p	Miedź	RIR wartości p
tak	tak	7	11,28 $\pm 6,96$	> 0,05	167,50 $\pm 31,48$	> 0,05	15,87 $\pm 17,74$	> 0,05
tak	nie	30	15,01 $\pm 9,79$		158,65 $\pm 44,63$		10,00 $\pm 2,16$	
nie	tak	4	19,32 $\pm 4,76$		153,49 $\pm 19,52$		10,26 $\pm 2,13$	
nie	nie	8	15,01 $\pm 9,71$		209,84 $\pm 98,24$		9,97 $\pm 1,53$	

wego odznaczały się niższym stężeniem żelaza we włosach w porównaniu z respondentami nie cierpiącymi na żadne choroby przewlekłe oraz osoby palące regularnie tytoń miały we włosach znacznie wyższą zawartość miedzi, niż niepalące.

#### DYSKUSJA

Istnieje niewiele danych w piśmiennictwie o wpływie różnych czynników na zawartości żelaza we włosach, ponieważ do oceny stanu odżywienia tym pierwiastkiem najczęściej stosuje się inne wskaźniki [3]. Uzyskane średnie stężenie żelaza we włosach badanej populacji osób starszych było zbliżone do podawanego przez *Radomską* i wsp. [11]. Było ono jednak znacznie wyższe w porównaniu z wynikami uzyskanymi przez *Paschala* i wsp. [9].

W niniejszej pracy badane kobiety starsze miały we włosach średnio nieco mniej żelaza niż mężczyźni, co również zaobserwowano w badaniach *Radomskiej* i wsp. [11]. Natomiast *Brzozowska* i *Sulkowska* [1] u podobnej grupy wiekowej, ale z innego środowiska stwierdziły, iż włosy kobiet zawierały znacznie więcej żelaza w porównaniu

z włosami mężczyzn. W populacji badanej przez *Vanca* i wsp. [15] płeć i wiek nie różnicowały zawartości tego pierwiastka we włosach.

Średnie stężenie cynku we włosach badanych osób w wieku podeszłym nie odbiegało zasadniczo od wartości uzyskiwanych przez innych badaczy, z wyjątkiem pracy *Brzozowskiej* i *Sulkowskiej*, ale autorki zastosowały bardziej drastyczną procedurę przygotowania włosów (mycie detergentem, acetonem z alkoholem) [1].

Zawartość cynku we włosach badanej populacji była nieco wyższa w porównaniu z danymi podawanymi przez innych autorów [4, 7, 9–11], a znacznie wyższa niż u *Brzozowskiej* i *Sulkowskiej* [1].

Zauważone różnice stężeń cynku we włosach badanej populacji osób starszych w zależności od płci znalazły potwierdzenie w danych opublikowanych przez innych badaczy [1, 8, 11]. Również *Gordon* [5], *Ryan* i wsp. [12] oraz *Sturaro* i wsp. [13] podali, iż włosy kobiet zawierają większe ilości tego pierwiastka niż włosy mężczyzn.

Porównując średnią zawartość miedzi we włosach badanych osób starszych z danymi literaturowymi można stwierdzić, że była ona zbliżona do wartości uzyskanych w innych populacjach [4, 8, 10, 11]. Wyższe wyniki uzyskali *Paschal* i wsp. [9], *Kozielec* i wsp. [7], niższe zaś *Brzozowska* i *Sulkowska* [1].

W niniejszej pracy nie zauważono różnic w stężeniach tego mikroelementu we włosach w zależności od płci. Również *Gordon* [5], *Leotsinidis* i *Kondakis* [8], *Radomska* i wsp. [11] obserwowali zbliżony poziom miedzi we włosach kobiet i mężczyzn. W populacji badanej przez *Brzozowską* i *Sulkowską* [1] kobiety miały wyższy poziom tego pierwiastka we włosach niż mężczyźni.

W piśmiennictwie spotyka się rozbieżne zdania dotyczące zależności pomiędzy pobraniem składników mineralnych z diety a ich stężeniem we włosach. Kilku autorów [2, 4, 6] nie stwierdziło korelacji między spożyciem cynku i miedzi a stężeniem tych mikroelementów we włosach badanych populacji (młodzież i kobiety starsze). Natomiast *Tsakada* i *Sugahara* [14] wykazali wpływ stosowanej diety na skład pierwiastkowy włosów. Poziom żelaza, miedzi i cynku był statystycznie wyższy we włosach chłopców, którzy żyli się racjonalnie przez okres pobytu w domu poprawczym (7 miesięcy) w porównaniu z grupą kontrolną chłopców, którzy dopiero w tym domu się znaleźli (ich poprzednia dieta była uboga w wyżej wymienione składniki mineralne).

*Reinhold* i wsp. (cyt. za [2]) stwierdzili, iż stężenie cynku we włosach osób odżywających się dietą ubogą w ten pierwiastek, było statystycznie niższe niż w grupie kontrolnej (dieta zbilansowana).

W ramach niniejszej pracy, dokonano tylko jakościowej oceny sposobu żywienia i wykazano, że osoby wykluczające ze swojej diety niektóre produkty spożywcze miały we włosach niższą zawartość żelaza niż pozostali respondenci.

Nie wykazano zależności istotnych statystycznie pomiędzy zawartością oznaczanych mikroelementów we włosach, a włączaniem do posiłków przez osoby badane różnych produktów spożywczych. Uzyskane wyniki były trudne do interpretacji, gdyż na ogół ankietowani celowo wprowadzali do swoich diet więcej niż jeden rodzaj produktów spożywczych, np.: fermentowane napoje mleczne (bogate źródło wapnia, który zmniejsza biodostępność żelaza i cynku), chude mięsa i wędliny (bogate źródło żelaza oraz cynku), surowe owoce i warzywa czy soki (bogate źródło witaminy C podwyższającej wykorzystywanie żelaza, a obniżającej przyswajalność miedzi).

Zauważono najwyższe stężenie żelaza we włosach badanych osób starszych, które nie unikały spożycia mięsa i jego przetworów, ale ograniczały konsumpcję produktów mlecznych.

Oceny stanu odżywienia składnikami mineralnymi badanej populacji można dokonać na podstawie analizy włosów, ale w połączeniu z innymi metodami np. pomiarem różnych parametrów w krwi czy ślinie oraz z uwzględnieniem wielkości spożycia. Należy jednak pamiętać, że stężenie pierwiastków we włosach nie jest odbiciem aktualnego spożycia, ale przeszłego i odzwierciedla istniejącą pulę zapasową. Odniesienie do aktualnego spożycia może być prawidłowe, o ile jest ono takie samo jak w przeszłości. Natomiast inne wskaźniki tzw. wczesne mogą odzwierciedlać bieżące spożycie. Poza tym parametry krwi mogą być prawidłowe u osób z niedoborami składników mineralnych dzięki mechanizmom homeostatycznym.

Ze względu na brak wystandaryzowanej procedury przygotowania prób włosów do analizy, brak norm oraz liczne czynniki, które determinują stężenie pierwiastków we włosach w chwili obecnej metodę analizy włosów częściej stosuje się do oceny stanu odżywienia populacji niż pojedynczych osób.

#### WNIOSKI

1. Średnie stężenia żelaza, cynku i miedzi we włosach badanych osób w wieku podeszłym mieściły się w zakresie wartości referencyjnych przyjętych dla populacji polskiej. Stężenie żelaza i cynku we włosach u prawie 40% respondentów i stężenie miedzi we włosach u ponad 50% badanych osób starszych było niższe od wartości referencyjnych dla tych pierwiastków.

2. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w stężeniach badanych pierwiastków we włosach kobiet i mężczyzn, chociaż włosy kobiet zawierały średnio nieco mniej żelaza, a więcej cynku niż włosy mężczyzn.

3. Sposób żywienia miał istotny wpływ na zawartość żelaza we włosach tj. u osób, które nie stosowały żadnych ograniczeń dietetycznych ze względów zdrowotnych stężenie tego mikroelementu było statystycznie wyższe w porównaniu z respondentami wykluczającymi niektóre produkty z diety. Spośród osób stosujących ograniczenia dietetyczne najwyższe stężenie żelaza we włosach stwierdzono u osób, które nie unikały konsumpcji produktów mięsnych, ale ograniczały spożycie mleka i jego przetworów.

J. Kałuża, M. Jeruszka, A. Brzozowska

#### IRON, ZINC AND COPPER STATUS OF ELDERLY PEOPLE LIVING IN WARSAW DISTRICT DETERMINED BY HAIR ANALYSIS

##### Summary

The aim of this study was to assess the iron, zinc and copper status of elderly people using hair trace element levels determined by using atomic absorption spectrophotometry (AAS).

The samples of hair were taken in May – June 1999 from 73 people aged 75–80 years (50 men and 23 women) living in Warsaw district.

The mean content of iron was  $17.32 \pm 12.38$   $\mu\text{g/g}$  dry weight, zinc  $176.44 \pm 64.33$   $\mu\text{g/g}$  d.w. and copper  $11.25 \pm 6.32$   $\mu\text{g/g}$  d.w. Although these values were in range of reference intervals almost 40% of population had iron and zinc level below them, and for copper the result was even worse (50% of the elderly people).

No significant differences between trace element content in hair of male and female have been observed. However it has revealed a trend that female hair contained less iron and more zinc than male hair. The mean copper level was similar for both sexes.

It has been found that subject who had not excluded any food products from their diets had higher hair iron contents than those with some dietetic restrictions.

#### PIŚMIENNICTWO

1. *Brzozowska A., Sulkowska J.*: Mineral and trace element intake and status of Seneca participants in Poland. Annual Meeting, The Role of Trace Elements for Health Promotion and Disease Prevention, 22–24 sierpnia 1996, Kopenhaga, Dania.
2. *Contiero E., Folin M.*: Trace elements nutritional status, use of hair as a diagnostic tool. *Biol. Trace Elem. Res.* 1994, 40, 151–159.
3. *Eltayeb M.A.H., van Grieken R.E.*: Iron, copper, zinc and lead in hair from Sudanese populations of different age groups. *Sci. Total Environ.* 1990, 95, 157–165.
4. *Gibson R.S., Martinez O.B., MacDonald A.C.*: The zinc, copper and selenium status of selected sample of Canadian elderly women. *J. Geront.* 1985, 40, 296–302.
5. *Gordon G.F.*: Sex and age related differences in trace element concentrations in hair. *Sci. Total Environ.* 1985, 42, 133–147.
6. *Greger J.L., Higgins M.M., Abernathy R.P., Kirksey A., DeCorso M.B., Baligar P.*: Nutritional status of adolescent girls in regard to zinc, copper, and iron. *Am. J. Clin. Nutr.* 1978, 31, 269–275.
7. *Kozielec T., Kotkowiak L., Stanosz S.*: Poziom biopierwiastków u kobiet z osteoporozą typu I-pomenopauzalną. *Biuletyn Magnezologiczny* 1996, 7, 17–19.
8. *Leotsinidis M., Kondakis X.*: Trace metals in scalp hair of Greek agricultural workers. *Sci. Total Environ.* 1990, 95, 149–156.
9. *Paschal D.C., DiPietro E.S., Phillips D.L., Gunter E.W.*: Age dependence of metals in hair in a selected U.S. population. *Environ. Res.* 1989, 48, 17–28.
10. *Piccinini L., Borella P., Bargellini A., Medici C.I., Zoboli A.*: A case – control study on selenium, zinc, and copper in plasma and hair of subjects affected by breast and lung cancer. *Biol. Trace Elem. Res.* 1996, 51, 23–29.
11. *Radomska K., Graczyk, Konarski J., Adamowicz B.*: Ocena zawartości makro- i mikroelementów w organizmie ludzkim na podstawie analizy włosów. *Pol. Tyg. Lek.* 1991, 46, 461–463.
12. *Ryan D.E., Holzbecher J., Stuart D.C.*: Trace elements in scalp-hair of persons with multiple sclerosis and of normal individuals. *Clin. Chem.* 1978, 24, 1996–2000.
13. *Sturaro A., Parvoli G., Doretti L., Allegrì G., Costa C.*: The influence of color, age, and sex on the content of zinc, copper, nickel, manganese, and lead in human hair. *Biol. Trace Elem. Res.* 1994, 40, 1–7.
14. *Tsukada N., Sugahara A.*: Study on trace element values in hair analysis of boys living in national home for resocialization of minors. *Jpn. J. Nutr.* 1996, 54, 33–40.
15. *Vance D.E., Ehman W.D., Markesbery W.R.*: Trace element content in fingernails and hair of nonindustrialized US control population. *Biol. Trace Elem. Res.* 1988, 17, 109–121.
16. *Zachwieja Z.*: Wykorzystanie analizy wybranych makro- i mikroelementów we włosach dzieci do badań środowiskowych. Konferencja PAN „Nieinwazyjne metody oceny wysycenia organizmu makro- i mikropierwiastkami”. 27 kwietnia 1999, Warszawa.
17. *Zachwieja Z., Schlegel-Zawadzka M., Zięba K.*: Poziom kadmu i ołowiu we włosach dzieci wskaźnikami zanieczyszczenia środowiska. Zagrożenia i stan środowiska przyrodniczego rejonu śląsko-krakowskiego. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa 1990.

Otrzymano: 2000.10.30