

# SPOŻYCIE SKŁADNIKÓW MINERALNYCH Z WODĄ PITNĄ PRZEZ MŁODE KOBIETY

## MINERALS INTAKE FROM DRINKING WATER BY YOUNG WOMEN

*Olga Januszko, Dawid Madej, Emilia Postaleniec, Anna Brzozowska, Barbara Pietruszka,  
Joanna Kałuża*

Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji  
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Słowa kluczowe:** woda pitna, składniki mineralne, spożycie

**Key words:** drinking water, minerals, intake

### STRESZCZENIE

**Cel badań.** Celem niniejszych badań było określenie i ocena spożycia wapnia, magnezu, żelaza, cynku, potasu i sodu z wodą pitną w wybranej grupie 19-26 letnich kobiet, studentek Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

**Material i metoda.** Dane na temat spożycia wody pitnej oraz składników mineralnych zebrano metodą 4-dniowego bieżącego notowania, natomiast informacje o rodzaju wody używanej do przygotowywania napojów i posiłków przy pomocy specjalnie przygotowanego kwestionariusza. Stężenia pierwiastków w próbkach wody oznaczono metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (ASA).

**Wyniki.** Średnie spożycie wody pitnej kształtowało się na poziomie  $870 \pm 389 \text{ cm}^3/\text{d}$  ( $100\text{-}2738 \text{ cm}^3/\text{d}$ ). Średni udział wody używanej przez kobiety do przygotowywania napojów i/lub posiłków w dostarczaniu wapnia i magnezu wynosił odpowiednio 9,8% i 3,8%. Udział wody wodociągowej w spożyciu wapnia i magnezu był zależny od ilości pierwiastków w wodzie, wynosił dla wapnia od 6,0% (przy zawartości wapnia w wodzie  $\leq 68,3 \text{ mg}/\text{dm}^3$  - dolny kwartyl) do 14,8% ( $>112 \text{ mg}/\text{dm}^3$  - górny kwartyl), natomiast dla magnezu od 2,9% ( $\leq 10,9 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ) do 4,7% ( $>15,4 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ). Natomiast udział wody w spożyciu żelaza, cynku, potasu i sodu był niski, średnio nie przekraczał 2%. Porównując średnie zawartości pierwiastków w wodzie wodociągowej niegotowanej i gotowanej stwierdzono wpływ procesu gotowania wody na poziom wapnia ( $95,8 \pm 31,8$  vs  $89,7 \pm 31,1 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), magnezu ( $12,1 \pm 3,24$  vs.  $12,7 \pm 3,04 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), cynku ( $0,35 \pm 0,87$  vs.  $0,17 \pm 0,89 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), potasu ( $3,31 \pm 2,67$  vs.  $3,66 \pm 4,18 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ) i sodu ( $23,2 \pm 15,4$  vs.  $25,9 \pm 17,2 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), jednakże z żywieniowego punktu widzenia otrzymane różnice w stężeniach nie były istotne.

**Wnioski.** Woda pitna może być w diecie ważnym źródłem wapnia i magnezu, przy czym ilości dostarczonego pierwiastka zależą od jego zawartości w wodzie używanej do przygotowywania napojów i/lub posiłków.

### ABSTRACT

**Objective.** The aim of this study was to assess the intake of calcium, magnesium, iron, zinc, potassium and sodium with drinking water among 19-26 years old women, students at the Warsaw University of Life Sciences (SGGW).

**Material and methods.** Data on intake of drinking water and food products were collected based on 4-day record method. Information about kind of water usage to prepare beverages and meals were obtained by using a specific questionnaire. Minerals concentrations in water samples were assessed using the atomic spectrophotometer absorption (ASA) technique.

**Results.** The average consumption of drinking water equaled  $870 \pm 389 \text{ cm}^3/\text{d}$  ( $100\text{-}2738 \text{ cm}^3/\text{d}$ ). The drinking water used by the women for meals or beverages preparation contributed in 9,8% of calcium and 3,8% of magnesium to their daily diet. Contribution of tap water in the intake of calcium and magnesium depended on the contents of these minerals in water, and amounted from 6,0% ( $\leq 68,3 \text{ mg}$  calcium on  $\text{dm}^3$  water – 1<sup>st</sup> quartile) to 14,8% ( $>112 \text{ mg}/\text{dm}^3$  – 4<sup>th</sup> quartile) for calcium and from 2,9% ( $\leq 10,9 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ) to 4,7% ( $>15,4 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ) for magnesium. The contribution of iron, zinc, potassium and sodium was low, and not exceeded 2%. Comparing the average content of minerals in non-boiled and boiled tap water the cooking process influenced the levels of calcium ( $95,8 \pm 31,8$  vs  $89,7 \pm 31,1 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), magnesium ( $12,1 \pm 3,24$  vs.  $12,7 \pm 3,04 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), zinc ( $0,35 \pm 0,87$  vs.  $0,17 \pm 0,89 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), potassium ( $3,31 \pm 2,67$  vs.  $3,66 \pm 4,18 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ) and sodium ( $23,2 \pm 15,4$  vs.

**Adres do korespondencji:** Olga Januszko, Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 02-766 Warszawa ul. Nowoursynowska 159c, tel. +48 22 59 37 119, fax: +48 22 59 37 117, e-mail: olga\_januszko@sggw.pl

25,9±17,2 mg/dm<sup>3</sup>). Nevertheless, from the nutritional point of view the differences in the concentrations of these minerals were insignificant.

**Conclusions.** Drinking water can be an important source of calcium and magnesium in diet, wherein the amount of the supplied element depends on its content in drinking water used for preparing beverages and/or meals.

## WSTĘP

Woda warunkuje prawidłowe funkcjonowanie organizmu człowieka, stanowi środowisko dla przebiegu procesów życiowych, jest substratem wielu reakcji biochemicznych, bierze udział w transporcie licznych składników odżywczych, metabolitów, tlenu i dwutlenku węgla. Pełni funkcje regulujące i ochronne, jest niezbędna do utrzymania stałej temperatury ciała. Woda nie jest magazynowana w organizmie, w związku z tym musi być do niego dostarczana każdego dnia [4, 15]. Uważa się, że przeciętna ilość wody, jaka powinna być średnio spożywana przez osoby dorosłe wynosi około 2000 cm<sup>3</sup>/dzień, w tym 1000-1500 cm<sup>3</sup> w postaci napojów [19]. WHO zaleca dorosłym mężczyznom spożycie płynów na poziomie 2000 cm<sup>3</sup>/d, natomiast kobietom 1400 cm<sup>3</sup>/d [7].

Wiele badań wskazuje, iż woda pitna może być istotnym źródłem składników mineralnych, co zależy nie tylko od zawartości tych pierwiastków w wodzie, ale także od jej spożycia [3, 6, 9, 14]. Należy podkreślić, iż składniki mineralne w wodzie występują w postaci zjonizowanej i dlatego ich biodostępność jest duża [9].

Na podstawie informacji znajdujących się na opakowaniach butelkowanych wód pitnych można obliczyć ile składników mineralnych dostarczają one do organizmu. Natomiast w przypadku wody wodociągowej lub oligoceńskiej nie ma takiej możliwości bez analizy chemicznej jej składu. Wyniki badań zawartości składników mineralnych w wodzie wodociągowej pochodzącej z trzech wodociągów oraz ze studni oligoceńskich w Warszawie w 1995 roku wskazały na duże różnice w ich stężeniu w zależności od ujęcia wody [13]. Biorąc pod uwagę znaczne ilości wody, które każdego dnia dostarczamy do naszego organizmu, można spodziewać się, że będzie ona stanowiła istotne źródło niektórych składników mineralnych.

W związku z powyższym w ramach niniejszej pracy określono spożycie wapnia, magnezu, żelaza, cynku, potasu i sodu z wodą pitną w wybranej grupie młodych kobiet.

## MATERIAŁ I METODA

W badaniu wzięło udział 149 kobiet w wieku 19-26 lat, studentek różnych wydziałów Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, które zgłosiły się dobrowolnie do badania.

Ogólne informacje o respondentkach, dotyczące wieku, miejsca zamieszkania, aktywności fizycznej, stanu zdrowia, zachowań żywieniowych, zebrano metodą wywiadu kwestionariuszowego. Dane o spożyciu żywności i ilości wypijanych napojów uzyskano na podstawie 4-dniowego bieżącego notowania. Osoby badane przez 3 dni powszednie i 1 dzień weekendowy notowały wszystkie spożyte produkty, potrawy oraz wypijane napoje, w tym wodę. Ilość spożywanej żywności określana była w jednostkach masy i objętości lub w miarach domowych. W celu uściślenia wielkości porcji oraz przeliczenia miar domowych na wagowe wykorzystano „Album fotografii produktów i potraw” [18].

Na podstawie danych uzyskanych z 4-dniowego bieżącego notowania wyliczono, indywidualnie dla każdej badanej osoby, korzystając z „Tabel składu i wartości odżywczej żywności” [11], wartość energetyczną diety, ilość spożytej wody ogółem oraz składników odżywczych, w tym składników mineralnych. Analizując sposób żywienia badanych studentek brano pod uwagę naturalną zawartość pierwiastków w produktach spożywczych, nie uwzględniono natomiast spożywania składników mineralnych z suplementami diety oraz z produktami wzbogacanymi.

Na potrzeby niniejszej pracy jako „wodę pitną” zdefiniowano wodę stosowaną przez respondentki do przygotowania napojów i potraw, bądź spożywaną w postaci surowej. Dane o rodzaju spożywanej wody pitnej zebrano za pomocą specjalnie skonstruowanej ankiety, w której pytano o rodzaj wody (wodociągowa, oligoceńska, butelkowana woda mineralna) wykorzystywanej do przygotowywania poszczególnych napojów (typu kawa, herbata, zioła itp.), potraw (zupy, kisiele, galaretki), gotowania kasz, ryżu, makaronów, o picie wody przegotowanej i/lub nieprzegotowanej oraz o używanie filtrów do wody. Ilość „wody pitnej” wykorzystanej do przygotowania napojów i potraw obliczono indywidualnie dla każdej badanej osoby na podstawie receptur napojów i potraw [16]. W obliczeniach uwzględniono również wodę wchłoniętą przez kasze, ryż, makarony itp. Ilość składników mineralnych pobranych z „wodą pitną” obliczono biorąc pod uwagę średnią ilość wody spożytej przez daną osobę w ciągu doby (w ilościach i proporcjach zgodnych z 4-dniowym notowaniem) oraz stężenie danego składnika w wodzie (nieprzegotowanej lub przegotowanej zależnie od tego jaką wodę spożywano). W związku z tym, iż wodę mineralną do przygotowywania napojów używało 8 kobiet, natomiast do przygotowywania zup, kisielei

i galaretek jedynie 2 kobiety w dalszej części pracy skupiono się na spożyciu składników mineralnych z wodami powszechnie stosowanymi przez respondentki do przygotowywania napojów oraz potraw, mianowicie na wodzie wodociągowej oraz oligocieńskiej.

W celu oznaczenia zawartości pierwiastków w wodzie pitnej osoby badane proszone były o dostarczenie dwóch próbek wody stosowanej przez nie do celów spożywczych. Pierwsza próbka zawierała wodę nieprzeogotowaną, druga – przegotowaną, przy czym gotowanie wody odbywało się w domu respondenta w naczyniu i w warunkach zwykle do tego celu stosowanych. Próbkę wody pobierane były do plastikowych pojemników wytrawionych w 10% HCl, wypłukanych kilkakrotnie wodą dejonizowaną. Po zakwaszeniu przez dodatek 2-3 kropli 65% HNO<sub>3</sub>, próbki przechowywano w lodówce do czasu oznaczenia składników mineralnych. Wszystkie pomiary stężeń składników mineralnych wykonano przy użyciu aparatu UNICAM 989 firmy SOLAAR w laboratorium Katedry Żywności Człowieka SGGW. Zawartość wapnia, magnezu, żelaza i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (FASA), natomiast sodu i potasu metodą emisyjną (FAES). Wiarygodność stosowanych metod analitycznych sprawdzono oznaczając zawartość badanych pierwiastków w materiale odniesienia (*Water; nr kat. SRM 1643d*).

Przyjmując za 100% sumę składników mineralnych spożytych z wodą pitną oraz z produktami i/lub potrawami wyliczono procentowy udział wody w dostarczaniu wapnia, magnezu, żelaza, cynku, potasu i sodu.

Analizę statystyczną otrzymanych wyników przeprowadzono przy użyciu pakietu statystycznego Statistica PL v.6.0. Średnie zawartości wapnia, magnezu, żelaza, cynku, potasu i sodu w wodzie pitnej przed i po gotowaniu porównano testem kolejności par *Wilcoxon* dla prób zależnych. Korelacje między stężeniami pierwiastków w wodzie przed i po gotowaniu oceniono przy użyciu korelacji *Spearmana*. Wyniki uznano za statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$ .

## WYNIKI

Charakterystykę kobiet, które zgłosiły się dobrowolnie do badań przedstawiono w tabeli 1. W domu akademickim i w domu rodzinnym mieszkało po około 37% respondentek. Większość kobiet oceniła swoją sytuację ekonomiczną jako średnią i dobrą, zaś stan zdrowia – jako dobry. Ponad 65% badanych uznało, iż charakteryzuje się średnią aktywnością fizyczną, zaś 19% – małą. Ponad połowa badanych charakteryzowała się BMI świadczącym o prawidłowej masie ciała, natomiast niedowagę stwierdzono u prawie 43% badanych, podczas gdy nadwagę jedynie u 3%.

Tabela 1. Charakterystyka badanej populacji młodych kobiet  
Characteristics of the young women population under study

Wyróżnik	Ogółem, n = 149	% n*
Miejsce zamieszkania		
dom rodzinny	55	36,9
akademik	56	37,6
stacja	25	16,8
inne	8	5,4
Samoocena sytuacji materialnej		
bardzo dobra	5	3,4
dobra	42	28,2
średnia	88	59,1
zła	6	4,0
trudno powiedzieć	6	4,0
Samoocena stanu zdrowia		
bardzo dobry	26	17,5
dobry	101	67,8
średni	15	10,1
trudno powiedzieć	5	3,4
Samoocena aktywności fizycznej		
duża	12	8,1
średnia	97	65,1
mała	29	19,5
trudno powiedzieć	7	4,7
Choroby przewlekłe		
tak	13	8,7
Stosowanie suplementów		
tak	86	57,7
Palenie tytoniu		
tak	11	7,4
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]		
< 18,4	64	42,9
18,5-24,9	77	51,7
>25	5	3,4

\* procenty nie sumują się do 100, ponieważ nie wszystkie respondentki udzieliły odpowiedzi na pytanie

Średnia wartość energetyczna racji pokarmowych studentek była niska i wynosiła  $1578 \pm 392$  kcal/d. Spożycie białka ogółem kształtowało się na poziomie  $60 \pm 15$  g, tłuszczu  $62 \pm 22$  g, węglowodanów  $210 \pm 54$  g, natomiast błonnika na poziomie  $16 \pm 6$  g.

Ogólna ilość spożywanej wody z uwzględnieniem wszystkich źródeł (pokarmy stałe, potrawy, napoje, zupy) wyniosła średnio  $1969 \pm 537$  cm<sup>3</sup>/dobę (zakres 882-3831 cm<sup>3</sup>/d). Analiza rozkładu spożycia wody wykazała, że u 25% badanych (pierwszy kwartył) spożycie wody na dobę kształtowało się poniżej 1576 cm<sup>3</sup>, natomiast u osób z czwartego kwartyła przekraczało 2271 cm<sup>3</sup>.

Spożycie „wody pitnej”, czyli wypijanej jako napój, stosowanej do przygotowania np. kawy, herbaty itp., potraw typu zupy, galaretki, kisiele, a także wody wchłoniętej podczas gotowania kasz, ryżu i makaronu, wynosiło średnio  $870 \pm 389$  cm<sup>3</sup>/d (zakres 100 – 2738 cm<sup>3</sup>/d) i stanowiło około 44% ogólnego spożycia wody w ciągu dnia.

Tabela 2. Rodzaj wody stosowanej do przygotowywania gorących napojów, zup, kisielei, galaretek oraz gotowania kasz, ryżu, makaronu  
Type of water used for preparing hot drinks, soups, jellies and cooking groats, rice, pasta

Rodzaj przygotowywanego napoju lub potrawy	Rodzaj wody	n	%*
Kawa, herbata, zioła itp.	woda wodociągowa	119	81,5
	woda wodociągowa po użyciu filtra	14	9,6
	woda oligoceńska	20	13,7
	woda mineralna	8	5,5
Zupy, kisiele, galaretki	woda wodociągowa	129	87,8
	woda wodociągowa po użyciu filtra	11	7,5
	woda oligoceńska	5	3,4
	woda mineralna	2	1,4
Ryż, kasze, makarony	woda wodociągowa	135	91,8
	woda wodociągowa po użyciu filtra	10	6,8
	woda oligoceńska	2	1,4
	woda mineralna	0	0

\* procenty nie sumują się do 100 ze względu na możliwość stosowania więcej niż jednego rodzaju wody

Do przygotowywania gorących napojów respondenci najczęściej używały wody wodociągowej (82% badanych), następnie wody oligoceńskiej (14%), najrzadziej zaś wody mineralnej (niespełna 6%) – (Tab. 2). Do przygotowywania zup, kisielei i galaretek oraz do gotowania kasz, ryżu i makaronów odpowiednio 88% i 92% kobiet używało wody wodociągowej. Ponadto około 88% badanych deklaroowało, iż bez gotowania spożywa butelkowane wody mineralne, 14% wodę pochodzącą ze studni oligoceńskiej, natomiast 9% nieprzygotowaną wodę wodociągową.

Zawartość badanych składników mineralnych w wodzie wodociągowej i wodzie oligoceńskiej spożywanej przez osoby badane przedstawiono w tabeli 3. Średnie zawartości pierwiastków w badanej wodzie nie przekraczały wartości podanych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [17]. Woda wodociągowa niegotowana zawierała średnio więcej wapnia i cynku niż woda oligoceńska. Natomiast woda ze studni oligoceńskich zawierała średnio więcej magnezu niż woda wodociągowa, 2 razy więcej potasu oraz blisko 3 razy więcej sodu.

Proces gotowania wody wpłynął na poziom analizowanych składników mineralnych, z wyjątkiem żelaza w próbkach wody wodociągowej oraz magnezu

Tabela 3. Średnia zawartość wybranych składników mineralnych w wodzie pitnej (mg/dm<sup>3</sup>)  
The mean content of chosen minerals in drinking water (mg/dm<sup>3</sup>)

Pierwiastek	Rodzaj wody	N	śr. ± odch. stand.	Min.	Max.	Wartość p*
Woda wodociągowa						
Wapń	niegotowana	143	95,8 ± 31,8	33,4	158	< 0,001
	gotowana	144	89,7 ± 31,1	6,82	152	
Magnez	niegotowana	145	12,1 ± 3,24	<0,01	18,1	< 0,001
	gotowana	145	12,7 ± 3,04	1,57	18,6	
Żelazo	niegotowana	145	0,061 ± 0,144	<0,01	0,9	0,50
	gotowana	146	0,062 ± 0,273	<0,01	0,67	
Cynk	niegotowana	138	0,35 ± 0,87	<0,01	1,98	< 0,001
	gotowana	138	0,17 ± 0,89	<0,01	2,05	
Potas	niegotowana	144	3,31 ± 2,67	0,88	20,6	< 0,001
	gotowana	144	3,66 ± 4,18	0,80	22,1	
Sód	niegotowana	142	23,2 ± 15,4	2,75	93,1	< 0,001
	gotowana	142	25,9 ± 17,2	4,06	95,3	
Woda oligoceńska						
Wapń	niegotowana	23	76,8 ± 30,4	35,2	143	0,006
	gotowana	19	57,2 ± 34,7	12,5	125	
Magnez	niegotowana	20	14,2 ± 2,8	9,83	23,4	0,09
	gotowana	21	13,5 ± 2,1	10,5	20,2	
Żelazo	niegotowana	24	0,08 ± 0,10	<0,01	0,45	0,004
	gotowana	21	0,07 ± 0,28	<0,01	0,28	
Cynk	niegotowana	22	0,14 ± 0,27	<0,01	0,95	0,02
	gotowana	21	0,03 ± 0,08	<0,01	0,28	
Potas	niegotowana	24	7,27 ± 3,12	1,36	10,8	0,002
	gotowana	22	8,40 ± 3,38	1,96	12,1	
Sód	niegotowana	22	69,0 ± 35,1	3,67	104	0,55
	gotowana	21	69,6 ± 35,7	8,57	107	

\* Test kolejności par *Wilcoxon* dla prób zależnych (porównanie wody „surowej” i gotowanej)



i sodu w próbkach wody oligoceńskiej (Tab. 3). Jednak z żywieniowego punktu widzenia otrzymane różnice nie były istotne. Wykazano silny związek korelacyjny między zawartością składników mineralnych w wodach przed i po gotowaniu. W wodzie wodociągowej współczynniki korelacji *Spearmana* wahały się w przedziale od  $r = 0,90$  dla magnezu do  $r = 0,61$  dla żelaza.

Tabela 4. Średnie spożycie wybranych składników mineralnych przez młode kobiety  
The average intake of chosen minerals by young women

Pierwiastek	Spożycie (mg/d)			Udział wody w spożyciu (%)
	Ogółem	Z dietą	Z wodą	
Wapń	753 ± 255	679 ± 255	73,6 ± 44,2	9,8
Magnez	285 ± 77	274 ± 77	10,9 ± 5,77	3,8
Żelazo	8,73 ± 2,22	8,65 ± 2,21	0,078 ± 0,219	0,9
Cynk	8,84 ± 2,28	8,66 ± 2,22	0,179 ± 0,544	2,0
Potas	2721 ± 690	2717 ± 691	3,80 ± 4,74	0,1
Sód	2049 ± 780	2023 ± 778	26,2 ± 29,3	1,3

Średnie spożycie analizowanych składników mineralnych z dietą i wodą pitną w grupie badanych kobiet zamieszczono w tabeli 4. Całkowite spożycie wapnia i potasu z dietą i wodą pitną było niskie w stosunku do norm żywieniowych, które dla wapnia (AI – wystarczające spożycie) wynoszą 1000 mg/dobę, zaś dla potasu 4700 mg/dobę. Spożycie magnezu, żelaza i cynku kształtowało się na poziomie zbliżonym do średniego zapotrzebowania w grupie (EAR). Natomiast, mimo iż w badaniu nie uwzględniono dosalania potraw w czasie

ich przygotowywania oraz przy stole, spożycie sodu znacznie przekraczało ustalone wartości wystarczającego spożycia (1500 mg) [8].

Średnio procentowy udział wody pitnej (wodociągowej gotowanej i niegotowanej oraz oligoceńskiej gotowanej i niegotowanej) w dostarczaniu wapnia w badanej grupie młodych kobiet wynosił 9,8%, magnezu 3,8%, natomiast pozostałych pierwiastków był bardzo niski i nie przekraczał 2,0%. W tabeli 5 zamieszczono wartości średniego spożycia wapnia i magnezu z wodą wodociągową, łącznie z wodą i dietą oraz procentowy udział wody wodociągowej w spożyciu wymienionych pierwiastków w zależności od rozkładu kwartylnego ich zawartości w wodzie. Wykazano, iż procentowy udział wody pitnej w dostarczaniu wapnia w dużym stopniu zależał od zawartości pierwiastka w wodzie. U osób, których woda wodociągowa zawierała poniżej 68,3 mg pierwiastka na  $\text{dm}^3$  (dolny kwartył) wynosił 6,0%, natomiast u kobiet, w wodzie których pierwiastka było najwięcej, powyżej 112  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (górnny kwartył) – 14,8%, co pozwalało na realizację normy AI odpowiednio w 4,2% i 10,9%. Udział wody wodociągowej w spożyciu magnezu u kobiet, których woda zawierała poniżej 10,9  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (dolny kwartył) wynosił 2,9%, zaś u osób z największą jego zawartością w wodzie, powyżej 15,4  $\text{mg}/\text{dm}^3$  – 4,7%, co stanowiło odpowiednio 3,3% i 5,6% normy EAR.

Tabela 5. Spożycie wapnia i magnezu z wodą wodociągową, dietą i wodą oraz procentowy udział wody w spożyciu wymienionych pierwiastków w zależności od ich zawartości w wodzie  
Intake of calcium and magnesium with tap water, diet and tap water and diet and the percentage of the contribution of intake those minerals with tap water in relation to their content in water

Spożycie	Zawartość wapnia w wodzie wodociągowej ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )			
	≤68,3 (1 kwartył)	68,3-90,0 (2 kwartył)	90,1-112 (3 kwartył)	>112 (4 kwartył)
Woda ( $\text{cm}^3$ )	825 ± 381	868 ± 475	805 ± 308	853 ± 346
Wapń z wodą (mg)	42,2 ± 24,1	64,6 ± 36,2	79,8 ± 33,4	109 ± 51
Wapń w wodą i dietą (mg)	709 ± 257	781 ± 231	783 ± 296	734 ± 243
Udział wody w spożyciu wapnia (%)	6,0	8,3	10,2	14,8
Udział wody w realizacji normy AI na wapń (%)*	4,2	6,5	8,0	10,9
	Zawartość magnezu w wodzie wodociągowej ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )			
	≤10,9 (1 kwartył)	10,9-11,8 (2 kwartył)	11,8-15,4 (3 kwartył)	>15,4 (4 kwartył)
Woda ( $\text{cm}^3$ )	837 ± 408	819 ± 413	842 ± 359	854 ± 350
Magnez z wodą (mg)	8,3 ± 4,3	9,4 ± 4,1	11,6 ± 5,7	14,2 ± 6,9
Magnez w wodą i dietą (mg)	284 ± 80	272 ± 84	275 ± 68	303 ± 72
Udział wody w spożyciu magnezu (%)	2,9	3,5	4,2	4,7
Udział wody w realizacji normy EAR na magnez (%)*	3,3	3,7	4,5	5,6

\* Według *Jarosz i Bulchak-Jachymczyk* [8] dla kobiet w wieku 19-30 lat norma AI (wystarczające spożycie) na wapń wynosi 1000 mg/d, natomiast EAR (średnie zapotrzebowanie w grupie) na magnez – 255 mg/d

## DYSKUSJA

Składniki mineralne niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka powinny być dostarczane w odpowiednich ilościach i proporcjach. Wiadomo, że zbyt małe spożycie składnika w stosunku do ilości zalecanych niesie za sobą ryzyko wystąpienia niedoborów w organizmie. Nadmierne spożycie natomiast ma istotne znaczenie ze względu na zachodzące wzajemne interakcje między pierwiastkami. W badaniach dotyczących spożycia składników mineralnych powinno się uwzględniać wszystkie ich źródła, w tym wodę pitną. Określenie pobrania składników mineralnych z wodą pitną nie jest łatwe, gdyż zawartość pierwiastków w wodzie waha się w dużym zakresie w zależności od ujęcia, co powoduje konieczność oznaczenia składu wody indywidualnie dla każdej badanej osoby.

Średnie stężenie wapnia, magnezu, żelaza, potasu i sodu w niegotowanej wodzie wodociągowej wykorzystywanej przez osoby badane do przygotowania napojów i posiłków było zbliżone do wyników uzyskanych przez *Perchuc* [13] w próbkach wody pochodzących z trzech wodociągów warszawskich, natomiast stężenie cynku w wodzie wykorzystywanej przez studentki do przygotowywania napojów i posiłków było znacznie wyższe. Średnie stężenia wapnia i cynku w próbkach wody oligoceńskiej używanej przez studentki różniły się od wyników otrzymanych dla warszawskich wód oligoceńskich przez *Perchuc* [13], które w zależności od ujęcia wody były istotnie niższe lub wyższe od wyników uzyskanych w niniejszej pracy. Natomiast średni poziom magnezu w próbkach wody oligoceńskiej studentek był zbliżony do zawartości tego pierwiastka w wodzie z bielańskiej studni oligoceńskiej (dzielnica Warszawy), zaś żelaza do poziomu w wodzie pobranej ze studni Praga Południe.

W badaniach przeprowadzonych przez *Bartonia* [3] wykazano, że stężenie wapnia w wodzie z różnych rejonów Krakowa wynosiło średnio  $77 \text{ mg/dm}^3$ , co było wartością niższą od uzyskanej w niniejszej pracy dla wody wodociągowej. Natomiast średnie stężenie cynku w wodzie w Krakowie było podobne, wynosiło  $0,14 \text{ mg/dm}^3$  (zakres  $0,01-1,95 \text{ mg/dm}^3$ ), natomiast na terenach podmiejskich Krakowa znacznie przewyższało wynik otrzymany w niniejszej pracy -  $0,52 \text{ mg/dm}^3$  (zakres  $0,03-10,2 \text{ mg/dm}^3$ ). W badaniu *Kaluży i wsp.* [10], w którym przeanalizowano zawartość pierwiastków w wodach wodociągowych w środowisku miejskim, małomiasteczkowym i wiejskim w rejonie warszawskim, otrzymane wyniki były zbliżone do wyników niniejszego badania. Średnie zawartości wapnia w wodzie pitnej w zależności od środowiska wynosiły  $80-95 \text{ mg/dm}^3$ , magnezu  $10-15 \text{ mg/dm}^3$ , żelaza  $0,15-1,3 \text{ mg/dm}^3$ , zaś cynku  $0,13-1,6 \text{ mg/dm}^3$ . W badaniach

*Pietruszki i Kollajtis-Dołowy* [14] oznaczono poziom sodu w próbkach wód oligoceńskich pobranych z 40 studni w Warszawie. Stwierdzono, że średnie stężenie sodu w analizowanych próbkach wynosiło  $118 \text{ mg/dm}^3$  (zakres  $6 - 171 \text{ mg/dm}^3$ ), natomiast wyniki uzyskane w niniejszej pracy były dużo niższe, średnia zawartość tego pierwiastka w wodzie oligoceńskiej z różnych studni warszawskich i wodociągowej wynosiła odpowiednio  $69 \text{ mg/dm}^3$  (zakres  $4-104 \text{ mg/dm}^3$ ) i  $23 \text{ mg/dm}^3$  (zakres  $3 - 93 \text{ mg/dm}^3$ ).

W niniejszej pracy stwierdzono, że wody wodociągowa i oligoceńska różniły się między sobą pod względem zawartości wybranych składników mineralnych. Woda wodociągowa niegotowana zawierała średnio więcej wapnia i cynku niż woda oligoceńska. Średnie stężenie magnezu w wodzie ze studni oligoceńskich było istotnie wyższe niż w wodzie wodociągowej, ponadto średni poziom potasu był 2 razy wyższy, natomiast sodu 3 razy. Wysoka zawartość sodu w wodzie oligoceńskiej może być niekorzystna z żywieniowego punktu widzenia szczególnie dla osób, które powinny ze względów zdrowotnych ograniczać spożycie tego pierwiastka.

Na podstawie przeprowadzonego badania stwierdzono, że gotowanie wody, zarówno wodociągowej jak i oligoceńskiej, miało wpływ na zawartość składników mineralnych. Proces gotowania wpłynął na obniżenie średniej zawartości w wodzie wodociągowej wapnia i cynku oraz na zwiększenie poziomu magnezu, potasu i sodu. próbki wody oligoceńskiej gotowanej w stosunku do wody niegotowanej charakteryzowały się średnio niższym poziomem wapnia, magnezu i żelaza, natomiast wyższym potasu. Wyższa zawartość niektórych składników mineralnych w wodzie gotowanej może być spowodowana uwalnianiem się pierwiastków z naczyń stosowanych do tego celu oraz z urządzeń przeznaczonych do magazynowania wody. Istotne jest jaki materiał został użyty do wykonania instalacji doprowadzającej wodę do konsumenta oraz w jakim stanie technicznym jest instalacja. Na przykład ze skorodowanych przewodów wodociągowych może uwalniać się cynk i żelazo. *Marzec i wsp.* [12] wykazali, że najmniejsze ilości pierwiastków uwalniają się do wody z naczyń szklanych, natomiast najwięcej żelaza uwalniane jest z naczyń stalowych. Ponadto składniki mineralne mogą być uwalniane z grzałek (np. grzałek cynkowych) w czajnikach elektrycznych w zależności od materiału, z którego zostały wykonane, a także z osadzonego w czajnikach i na grzałkach kamienia. W niniejszej pracy respondentki nie były pytane o rodzaj używanych do gotowania wody czajników, ani o występowanie, czy też stopień osadzenia kamienia. Wykazanie przyczyn różnic w zawartości pierwiastków w próbkach wody niegotowanej i po ugotowaniu wykraczało poza zakres niniejszej pracy. Jednakże w badaniu *Marca i wsp.* [12]

nie wykazano istotnego wpływu procesu uwalniania pierwiastków z naczyń na wzrost zawartości składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych.

Badane studentki spożywały w ciągu dnia średnio 1969 cm<sup>3</sup> wody ze wszystkich źródeł, przy czym, aż u 25% badanych (pierwszy kwartyl) spożycie nie przekraczało 1576 cm<sup>3</sup>, co jest ilością zbyt małą w stosunku do zaleceń. Proponowane normy na wodę na poziomie wystarczającego spożycia (AI) dla kobiet w tej grupie wiekowej wynoszą 2700 ml [8]. U 25% badanych (czwarty kwartyl) stwierdzono spożycie wody powyżej 2271 cm<sup>3</sup>/d, w tym 14 kobiet (9,4% badanych) realizowało normę AI. Średnie spożycie „wody pitnej” z napojami i potrawami wynosiło 870 cm<sup>3</sup> na dobę, co stanowiło ponad 43% ogólnego spożycia wody.

W badaniu przeprowadzonym przez *Kalużę* i wsp. [10] wśród mieszkańców Warszawy i okolic wykazano, że woda pitna, którą spożywały kobiety starsze (75-80 lat) była ważnym źródłem wapnia, cynku, żelaza i magnezu, dostarczała odpowiednio 15%, 10%, 5% oraz 4% wymienionych pierwiastków. Kobiety w wieku starszym spożywały z wodą 15% wapnia, zaś studentki w niniejszym badaniu 10%. Różnice w udziale wody pitnej jako źródle wapnia mogły być spowodowane faktem, iż grupa młodych kobiet spożywała większe ilości wapnia z mlekiem i produktami mlecznymi (69% pobranego wapnia) w porównaniu do starszych kobiet (47% wapnia pochodziło z tego źródła) oraz całodobowa ilość spożytego wapnia w grupie studentek była znacznie wyższa (753 ± 255 mg/d) niż w grupie kobiet badanych przez *Kalużę* i wsp. [10] (505 ± 279 mg/d). Należy podkreślić, iż średnie spożycie wody pitnej przez starsze kobiety było niższe niż przez studentki badane w niniejszej pracy, wynosiło 754 ± 245 cm<sup>3</sup>. *Kaluża* i wsp. [10] wykazali, że udział „wody pitnej” w spożyciu cynku oraz żelaza w grupie starszych kobiet wynosił odpowiednio 10% i 5%. W niniejszym badaniu uzyskano znacznie niższe wyniki – dla cynku 2,0%, zaś dla żelaza – 0,9%. Niski udział wody pitnej w dostarczaniu obu pierwiastków mógł być spowodowany faktem, iż młode kobiety miały wysoki udział produktów zbożowych oraz mięsa i przetworów w spożyciu tych składników mineralnych oraz z faktu, iż pobrane próbki wody pochodziły z Warszawy, ośrodka, w którym woda wodociągowa zawiera znacznie niższe ilości żelaza i cynku w stosunku do wody z Marek k/Warszawy oraz wsi podwarszawskich, skąd pochodziła część próbek wody analizowanych w badaniu *Kaluży* i wsp. [10].

W badaniach *Azouleya* i wsp. [1] w Ameryce Północnej stwierdzono, że udział wody w dostarczaniu wapnia kształtował się na poziomie 8-16% w zależności od ujęcia wody, magnezu na poziomie 8-31%, a sodu poniżej 5%. Podobny stopień udziału wapnia w całodziennego jego podaży stwierdzili *Cuartas* i wsp. [5] w USA i Kanadzie.

Określony w niniejszej pracy udział wody w spożyciu analizowanych składników mineralnych był niższy od wartości uzyskanych przez innych badaczy. Mogło to być spowodowane faktem, iż do obliczenia pobrania pierwiastków z wodą brano pod uwagę rzeczywiste ilości wody spożyte z napojami, zupami oraz wchłonięte podczas obróbki kulinarnej przez takie produkty jak ryż, kasze, makaron itp. W badaniu *Azouley* i wsp. [1] oraz *Bartonia* i wsp. [2] w obliczeniach założono spożycie wody na poziomie 2 dm<sup>3</sup> na dobę, co jest wartością około 2,3-raza przekraczającą spożycie „wody pitnej” przez badane studentki.

Na podstawie przeprowadzonego badania wykazano, iż woda pitna w diecie młodych kobiet może być ważnym źródłem wapnia i magnezu, przy czym ilość spożytych z nią pierwiastków zależy od ich zawartości w wodzie używanej do przygotowywania napojów i/lub posiłków.

## PODSUMOWANIE

1. Średnie spożycie z diety i wodą pitną wapnia, żelaza i potasu w grupie badanych kobiet było zbyt małe, natomiast sodu znacznie przekraczało ustalone normy żywieniowe.
2. Średni udział wody pitnej w spożyciu wapnia wyniósł 9,8%, zaś magnezu 3,8%. Natomiast udział wody w dziennym pobraniu żelaza, cynku, potasu i sodu nie przekraczał 2,0%.
3. Udział wody wodociągowej w spożyciu wapnia i magnezu był zależny od ilości pierwiastków w wodzie, wynosił dla wapnia od 6,0% (przy zawartości wapnia w wodzie ≤68,3 mg/dm<sup>3</sup> - dolny kwartyl) do 14,8% (>112,3 mg/dm<sup>3</sup> - górny kwartyl), natomiast dla magnezu od 2,9% (≤10,91 mg/dm<sup>3</sup>) do 4,7% (>15,37 mg/dm<sup>3</sup>).
4. Proces gotowania wody wpłynął na poziom analizowanych składników mineralnych, z wyjątkiem żelaza w próbkach wody wodociągowej oraz magnezu i sodu w próbkach wody oligoceńskiej. Jednakże z żywieniowego punktu widzenia otrzymane różnice nie były istotne.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Azoulay A., Garzon P., Eisenberg M.J.*: Comparison of the mineral content of tap water and bottled waters. *J. Gen. Intern. Med.* 2001, 16, 168–178.
2. *Bartoń H., Zachwieja Z., Foltta M.*: Ocena udziału wody pitnej w realizacji dziennego zapotrzebowania mieszkańców Krakowa na wapń – badania pilotowe. *Żyw. Człow. Metab.* 2000, 18, supl, 154–157.
3. *Bartoń H.*: Predicted intake of trace elements and minerals via household drinking water by 6-year-old children



- from Krakow, Poland. Food Addit. Contam. Part A. Chem. Anal. Control Expo. Risk Assess. 2010, 27, 315-326.
4. *Brzozowska A.*: Woda w organizmie człowieka. W: *Woda w żywieniu i jej źródła*. Red. *A. Brzozowska, J. Gawęcki*, Wyd. Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, Poznań 2008, 19-28.
  5. *Cuarteras SME, Alwatter B, Lane JM*: How much calcium is in our drinking water? A survey of calcium concentrations in bottled water and tap water and their significance for medical treatment and drug administration. HSSJ 2006, 2, 130-135.
  6. *Deveau M.*: Contribution of drinking water to dietary requirements of essential metals. J. Toxicol. Environ. Health A. 2010, 73, 2, 235-241.
  7. *Guy H., Jamie B.*: Domestic water quantity, service level and health. WHO 2003
  8. *Jarosz M., Bułchak-Jachymczyk B.*: Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych. Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2008.
  9. *Kaluża J., Krajewski P.*: Źródła wody pitnej i jej jakość. W: *Woda w żywieniu i jej źródła*. Red. *A. Brzozowska, J. Gawęcki*, Wyd. Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, Poznań 2008, 49-62.
  10. *Kaluża J., Zyśk A., Brzozowska A.*: Udział grup produktów i wody pitnej w spożyciu wybranych składników mineralnych przez osoby starsze. Roczn. PZH, 2002, 53, 4, 407-417.
  11. *Kunachowicz H., Nadolna J., Przygoda B., Iwanow K.*: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005.
  12. *Marzec Z., Marzec A., Zaręba S.*: Badania uwalniania metali z naczyń używanych do gotowania potraw. Pierwiastki śladowe – kryteria jakości środowiska przyrodniczego. Książka streszczeń. Olsztyn 2006.
  13. *Perchuc M.*: Jakość wody wodociągowej. W: *Doczyszczanie wody, filtry domowe*. COIB, Warszawa 1998.
  14. *Pietruszka B., Kollajtis-Dolowy A.*: Oligocene and bottled water as a source of sodium in everyday diet of adults. Pol. J. Food Nutr. Sc. 2007, 57, 247-252.
  15. *Pietruszka B.*: Woda w termoregulacji. W: *Woda w żywieniu i jej źródła*. Red. *A. Brzozowska, J. Gawęcki*, Wyd. Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, Poznań 2008, 29-38.
  16. Przepisy kulinarne dla zakładów gastronomicznych, Warszawska Wojewódzka Komisja Branżowa Przemysłu Gastronomicznego i Garmazeryjnego, Warszawa, 1970.
  17. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. 2010, Nr 72, poz. 466.
  18. *Szponar L., Wolnicka K., Rychlik.*: Album fotografii produktów i potraw. Wydawnictwo IŻŻ, Warszawa 2000.
  19. *Zielke M.*: Zapotrzebowanie na wodę i ocena jej pobrania. W: *Woda w żywieniu i jej źródła*. Red. *A. Brzozowska, J. Gawęcki*, Wyd. Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, Poznań 2008, 39-48.

Otrzymano: 07.07.2011

Zaakceptowano do druku: 08.12.2011