

CHARAKTERYSTYKA WÓD BUTELKOWANYCH DOSTĘPNYCH W SPRZEDAŻY W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM

CHARACTERISTICS OF BOTTLED WATERS AVAILABLE FOR PURCHASE IN THE SILESIA REGION

Łukasz J. Krzych ^{1 2}, Barbara Błońska-Fajfrowska ^{1 3}, Anna Kula ¹, Dominika Misik ¹

¹ Wydział Przyrodniczy, Śląska Wyższa Szkoła Informatyczno-Medyczna, Chorzów

² I Oddział Kardiochirurgii, Wydział Lekarski, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

³ Katedra Podstawowych Nauk Biomedycznych, Wydział Farmaceutyczny, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

Słowa kluczowe: woda mineralna, woda źródłana, zawartość składników mineralnych

Key words: mineral water, spring water, mineral contents

STRESZCZENIE

Celem pracy była charakterystyka wód butelkowanych dostępnych w sprzedaży w woj. śląskim, z uwzględnieniem zawartości najistotniejszych składników mineralnych. W modelu epidemiologicznego badania opisowego oceniono 70 rodzajów dostępnych, krajowych wód butelkowanych (mineralnych, źródłanych, stołowych), sprzedawanych w opakowaniach szklanych i z PET. Na podstawie wartości deklarowanych przez producentów, w poszczególnych kategoriach wód analizowano całkowitą zawartość składników mineralnych oraz stężenie najistotniejszych kationów (sodowy, magnezowy, wapniowy, potasowy) i anionów (wodorowęglanowy, siarczanowy, chlorkowy, fluorkowy). Badaną grupę stanowiło 35 rodzajów wód mineralnych i 35 źródłanych. Wody stołowe były niedostępne w sprzedaży. Całkowita ilość składników mineralnych w wodach mineralnych wynosiła $1310,0 \pm 814,8$ mg/dm³, kationów $295,4 \pm 181,2$ mg/dm³ a anionów $968,1 \pm 638,5$ mg/dm³. Stężenia poszczególnych kationów wynosiły odpowiednio: Ca $178,7 \pm 107,3$ mg/dm³, Mg $54,3 \pm 52,7$ mg/dm³, Na $53,5 \pm 67,4$ mg/dm³ oraz K $8,9 \pm 9,4$ mg/dm³. Stężenia badanych anionów wynosiły kolejno: HCO₃ $930,5 \pm 647,2$ mg/dm³, SO₄ $25,9 \pm 21,6$ mg/dm³, Cl $11,5 \pm 11,2$ mg/dm³ oraz F $0,2 \pm 0,27$ mg/dm³. W odniesieniu do wód źródłanych, całkowita ilość składników mineralnych wynosiła $365,9 \pm 150,8$ mg/dm³, kationów $87,9 \pm 37,6$ mg/dm³, natomiast anionów $255,1 \pm 111,9$ mg/dm³. Stężenia poszczególnych kationów wynosiły odpowiednio: Ca $55,4 \pm 19,7$ mg/dm³, Mg $10,6 \pm 6,9$ mg/dm³, Na $20,6 \pm 30,3$ mg/dm³ oraz K $1,3 \pm 1,7$ mg/dm³. Stężenia ocenianych anionów wynosiły: HCO₃ $223,2 \pm 105,8$ mg/dm³, SO₄ $18,9 \pm 19,1$ mg/dm³, Cl $12,9 \pm 16,5$ mg/dm³ oraz F $0,11 \pm 0,12$ mg/dm³. Ilość dostępnych w sprzedaży butelkowanych wód mineralnych i źródłanych jest zbliżona. Wody mineralne zawierają średnio prawie czterokrotnie więcej składników mineralnych niż wody źródłane. Dostępne w sprzedaży wody mineralne charakteryzują się większym zróżnicowaniem zawartych w nich składników mineralnych niż wody źródłane. Zarówno wśród wód mineralnych jak i źródłanych, największa zmienność w grupie kationów dotyczy zawartości jonów sodu i potasu, a wśród anionów zawartości chlorków i fluorków.

ABSTRACT

The aim of the study was to characterize bottled waters available for purchase in the Silesia region in relation to total mineral contents and main ion concentrations. In descriptive epidemiological design, we investigated 70 types of available for purchase bottled waters (mineral, spring and table ones), sold in glass or PET bottles. On the basis of data revealed by producers, we analyzed total mineral contents and concentrations of main cations (sodium, magnesium, calcium and potassium) and anions (hydrocarbons, sulfate, chloride and fluoride). The study group comprised of 35 mineral waters and 35 spring waters. There were no table waters available for purchase. Total mineral content in mineral waters was $1310,0 \pm 814,8$ mg/dm³, concentration of cations was $295,4 \pm 181,2$ mg/dm³ and of anions: $968,1 \pm 638,5$ mg/dm³. The concentrations of investigated cations were adequately: Ca $178,7 \pm 107,3$ mg/dm³, Mg $54,3 \pm 52,7$ mg/dm³, Na $53,5 \pm 67,4$ mg/dm³ and K $8,9 \pm 9,4$ mg/dm³. The contents of anions were: HCO₃ $930,5 \pm 647,2$ mg/dm³, SO₄ $25,9 \pm 21,6$ mg/dm³, Cl $11,5 \pm 11,2$ mg/dm³ and F $0,2 \pm 0,27$ mg/dm³. In relation to spring waters, total mineral content was $365,9 \pm 150,8$ mg/dm³ and concentrations of cations and anions were adequately: $87,9 \pm 37,6$ mg/dm³ and $255,1 \pm 111,9$ mg/dm³. The concentrations of analyzed cations were adequately: Ca $55,4 \pm 19,7$ mg/dm³, Mg $10,6 \pm 6,9$ mg/dm³, Na $20,6 \pm 30,3$ mg/dm³ and K $1,3$

Adres do korespondencji: Łukasz J. Krzych, I Oddział Kardiochirurgii, SP SK nr 7 Śląski Uniwersytet Medyczny, Górnośląskie Centrum Medyczne, 40-635 Katowice-Ochojec, ul. Ziołowa 45/47, tel. 32 35 98 611, e-mail: l.krzych@wp.pl

$\pm 1,7 \text{ mg/dm}^3$. For anions the concentrations were as follows: HCO_3 $223,2 \pm 105,8 \text{ mg/dm}^3$, SO_4 $18,9 \pm 19,1 \text{ mg/dm}^3$, Cl $12,9 \pm 16,5 \text{ mg/dm}^3$ and F $0,11 \pm 0,12 \text{ mg/dm}^3$. The quantity of available for purchase mineral waters is similar to spring waters. Total mineral content is on average 4-fold higher for mineral than spring waters. The variation of investigated ions concentrations is higher for mineral than spring waters. Both mineral and spring waters differ the most in relation to Na and K concentrations, and Cl and F contents.

WSTĘP

Rynek wód butelkowanych w ostatnich kilkunastu latach rozwija się bardzo dynamicznie. Producenci poszerzają swoją ofertę o ich nowe rodzaje, różniące się między sobą nie tylko ceną, ale przede wszystkim składem chemicznym. Zarówno działania komercyjne, jak i rosnąca świadomość prawidłowego stylu życia wśród konsumentów, w dużym stopniu oddziałują na wzrost sprzedaży tej kategorii środków spożywczych [1-5].

Klasyfikacja wód butelkowanych wyróżnia ich trzy główne rodzaje: naturalne wody mineralne, naturalne wody źródlane i wody stołowe [6]. Po raz pierwszy pojęcie wody mineralnej wprowadzono w 1911 roku na Międzynarodowym Kongresie Balneologicznym w Nauheim [7]. Przyjęto wówczas, że wodą mineralną jest woda, która zawiera co najmniej 1000 mg składników mineralnych w jednym litrze. Aktualnie w Polsce zasady produkcji oraz obrotu wodami butelkowymi regulowane są zapisami ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. „O bezpieczeństwie żywności i żywienia” [8] oraz treścią rozporządzeń Ministra Zdrowia z dnia: 29 kwietnia 2004 r. oraz 17 grudnia 2004 r. „W sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródłanych i wód stołowych” [6, 9]. Określają one szczegółowe wymagania, jakie powinny spełniać te wody, warunki sanitarne i zasady dotyczące ich produkcji i obrotu, a także kryteria znakowania wód butelkowanych. Przepisy te dotyczą wód wydobywanych i produkowanych na terenie Polski, całej Unii Europejskiej, jak również wód importowanych do Polski z państw nie będących członkami Unii Europejskiej. Wspomniana ustawa [8] definiuje naturalną wodę mineralną jako „wodę podziemną wydobywaną jednym lub kilkoma otworami naturalnymi lub wierconymi, różniącą się od wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi pierwotną czystością pod względem chemicznym i mikrobiologicznym oraz charakterystycznym stabilnym składem mineralnym, a także właściwościami mającymi znaczenie fizjologiczne, powodującymi korzystne oddziaływanie na zdrowie ludzi”, natomiast naturalną wodę źródlaną określa jako „wodę podziemną wydobywaną jednym lub kilkoma otworami naturalnymi lub wierconymi, pierwotnie czystą pod względem chemicznym i mikrobiologicznym, nie różniącą się właściwościami i składem mineralnym od wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, określonymi w przepisach ustawy z dnia 7 czerwca 2001

r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków”. Skład chemiczny i właściwości tej wody mogą podlegać niewielkim wahaniom uwarunkowanym geologicznie [10]. W myśl regulacji prawnych [6], wodą stołową jest „woda otrzymana po dodaniu do wody źródlanej, naturalnej wody mineralnej lub soli mineralnych, zawierających jeden lub więcej składników mających znaczenie fizjologiczne, jak: sód, magnez, wapń, chlorki, siarczany, wodorowęglany”, czyli – bardziej czytelnie – jest to woda naturalnie lub sztucznie mineralizowana, otrzymywana przez zmieszanie wody źródlanej lub wody podziemnej służącej do zaopatrzenia ludności w wodę z naturalną wodą mineralną, solami naturalnymi lub innymi składnikami mineralnymi [10].

Należy podkreślić, że o wpływie poszczególnych rodzajów spożywanych wód na metabolizm świadczy zawartość poszczególnych soli mineralnych, a nie ich ogólna suma [2, 7]. Do kluczowych składników mineralnych, mających znaczenie w bilansie żywieniowym zalicza się jony magnezu, wapnia, sodu, potasu, chloru, fluoru, jodu, żelaza, siarczany oraz wodorowęglany. Ponieważ każdy z nich spełnia inną rolę i potrzebny jest do prawidłowego funkcjonowania organizmu w różnej ilości, przy wyborze wody butelkowanej konsument powinien kierować się zawartością poszczególnych jej elementów mineralnych, a zatem wybierać wody o najkorzystniejszym profilu chemicznym, po uwzględnieniu potencjalnych przeciwwskazań do jej spożycia (związanych przede wszystkim ze stanem zdrowia) [3, 4, 11-15].

Celem prezentowanej pracy była charakterystyka wód butelkowanych dostępnych w sprzedaży w województwie śląskim, ze szczególnym uwzględnieniem zawartości najistotniejszych składników mineralnych.

MATERIAŁ I METODY

Epidemiologiczne badanie opisowe przeprowadzono w I półroczu 2008 roku. Dla realizacji zaplanowanego celu, ocenie poddano 70 rodzajów wód butelkowanych dostępnych w sprzedaży w woj. śląskim, sprzedawanych w opakowaniach szklanych i z politereftalanu etylenu (PET). Badaną grupę stanowiło 35 (50%) wód mineralnych i 35 (50%) źródłanych. Z analizy wyłączono wody importowane oraz krajowe i importowane wody lecznicze. Charakterystykę wód butelkowanych przeprowadzono w oparciu o aktualną regulację prawną

[6, 8-10], uwzględniając rodzaj wody (mineralna/źródłana/stołowa) i zawartość najważniejszych składników mineralnych. Nasylenie dwutlenkiem węgla nie było uwzględniane w analizie, chyba że wpływało na stężenie badanych pierwiastków (większość wód jest dostępnych zarówno w postaci niegazowanej, jak i nasyconej dwutlenkiem węgla, bez istotnego wpływu na zawartość składników mineralnych). Na podstawie wartości deklarowanych przez producentów i przedstawionych na etykietach, w poszczególnych grupach (kategoriach) wód butelkowanych analizowano całkowitą zawartość składników mineralnych, a także stężenie najistotniejszych kationów (sodowy, magnezowy, wapniowy, potasowy) i anionów (wodorowęglanowy, siarczanowy, chlorkowy, fluorkowy). Z uwagi na brak jednolitych

danych na etykietach, obliczono sumę jedynie badanych czterech kationów i czterech anionów.

Statystyczną analizę danych przeprowadzono w oparciu o procedury zawarte w programie EpiInfo wersja 3.3.2 (WHO, *Centers for Disease Control and Prevention*). Dla opisu zmiennych ilościowych podano wartości najmniejsze i największe, a także określono wartości średnie oraz odpowiadających im odchyłeń standardowych. W celu oceny zróżnicowania poszczególnych składników mineralnych, obliczono wartość współczynnika zmienności (V_c , *coefficient of variation*). Dla opisu zmiennych jakościowych podano ich częstość występowania.

Tabela 1. Zawartość badanych składników mineralnych w butelkowanych wodach mineralnych.

Nazwa wody mineralnej	KATIONY [mg/dm ³]				ANIONY [mg/dm ³]				Suma badanych kationów [mg/dm ³]	Suma badanych anionów [mg/dm ³]	Łączna suma składników mineralnych [mg/dm ³]
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	(SO ₄) ²⁻	Cl ⁻	F ⁻			
Aqua Minerale	88	19	30	6	380	2,9	17	0,4	143	400,3	570
Arctic	102,6	15,56	12,5	3,4	422,54	1	3,54	0,17	134,06	427,25	600
Bystra Muszyńska	166,3	146,1	137,7	27,7	1556	29,2	7,5	0	477,8	1592,7	2075,7
Carrefour	136	90	180	7,6	1352	15,6	9	0	413,6	1376,6	1792
Cechinianka	323,9	72,47	28	3,09	1464	12,5	3,55	0,12	427,41	1480,6	1947,89
Cisowianka	128,3	21,26	10	2,5	518,7	0	5	0,21	162,02	523,91	714
Dar Życia Muszyna	258,9	51,15	14,1	3,94	1098,32	21,13	5,32	0,3	328,11	1125,07	1495,19
Długopole Zdrój	98	27,34	120	6,67	585,7	74,27	51,8	1,5	252,01	713,27	1000
Familijna	161,3	15,31	49,43	4,3	601	52,8	28,16	0	230,34	681,96	935
Galicjanka	415,3	87,67	96,8	12,8	1705,16	19,4	5,6	0,136	612,57	1730,296	2365,25
Gerber	67,13	11,54	6,25	2,5	266	14,2	5,67	0	87,42	285,87	400,19
Jurajska	67,1	36,5	9	2,5	345,6	37,7	8,5	0,3	115,1	392,1	516,84
Kazimierska	87,7	28,9	10	4	387,5	0	7,4	0,5	130,6	395,4	589
Kinga Pienińska	97,8	13,13	4,59	2,31	335,6	28,5	7,09	0,05	117,83	371,24	512,56
Krynica	436,9	68,64	43,33	5,01	1818,34	19,58	8,86	0,13	553,85	1846,91	2459,535
Muszyna	232,5	36,75	24,8	4,7	1083,07	27,6	3,55	0,18	298,71	1114,4	1501,43
Muszyna Józef	323,9	72,47	28	0	1464	12,5	0	0,12	424,32	1476,62	1947,89
Muszyna Minerale	494,6	56,25	51,9	5,55	2013,59	2,74	7,09	0,3	608,29	2023,72	2695,337
Muszynianka	170	137	64,7	7	1342	31	9,1	0	378,7	1382,1	1760,8
Muszynianka plus	205	130	88	10,2	1477,5	28	14	0	433,2	1519,5	1952
Nałęczowianka	108,2	21,9	10	2,2	439,3	0	7	0,3	142,3	446,6	624
Odyszeusz	72,81	23,15	68,6	5,12	381,09	66,49	33,74	0	169,68	481,32	650
Ostromecko	115	12,7	12	4	258,9	94	32,7	0,1	143,7	385,7	600
Piwniczanka	181	92	0	13,6	1255	28,4	0	0,23	286,6	1283,63	1756
Polanica Zdrój	300,6	32,37	80,65	31,98	1293,58	30,49	10,64	0,48	445,6	1335,19	1801,47
Polaris	102,2	16	11,25	2,34	432,7	0	2,5	0,23	131,79	435,43	592,32
Słowianka	250,9	259	330	14,18	2995,98	3,88	15,96	0,09	854,06	3015,91	3931,22
Staropolanka (z Pieniawy)	152,3	16,74	35,61	24,83	634,59	24,67	10,64	0,28	229,48	670,18	915,34
Staropolanka (z Kłodzka)	146,3	15,97	33,34	24,87	589	30,6	5,45	0,25	220,48	625,3	846,89
Ustronianka (z Białej)	91,18	22,48	5	1	9,6	39,59	23,8	0,3	119,66	73,29	508,95
Ustronianka (z Ustronia)	94,59	16,65	6,35	1,13	308	41,1	27	0,02	118,72	376,12	523
Vita gazowana	116,9	60,3	73,6	5,5	829,6	22,5	9,3	0	256,3	861,4	1141,9
Vita niegazowana	147,2	24,7	4,6	2,8	503,2	41,7	3,7	0	179,3	548,6	754,7
Wielka Pieniawa	235,7	27,72	62,88	37,7	1049,51	24,04	7,09	0,31	363,97	1080,95	1467,14
Zdroje Piwniczne	222	101	159	7	1579	12	10	0	489	1601	2100

WYNIKI

Równie liczną grupę stanowiły wody mineralne (n=35) oraz źródlane (n=35). Wody stołowe były niedostępne w sprzedaży. Charakterystykę wód mineralnych, z uwzględnieniem zawartości składników mineralnych przedstawia tabela 1.

Całkowita ilość składników mineralnych wynosiła od 400,19 do 3931,22 mg/dm³ (średnio: 1310,0 ± 814,8), kationów: 87,42-854,06 mg/dm³ (średnio: 295,4 ± 181,2), natomiast anionów: 73,29-3015,91 mg/dm³ (średnio: 968,1 ± 638,5). W odniesieniu do ilości poszczególnych badanych kationów, zawartość wapnia wahała się w granicach 67,1-494,6 mg/dm³ (średnio: 178,7 ± 107,3), magnezu: 11,54-259 mg/dm³ (średnio:

54,3 ± 52,7), sodu: 0-330 mg/dm³ (średnio: 53,5 ± 67,4) a potasu: 0-37,7 mg/dm³ (średnio: 8,9 ± 9,4). Wśród ocenianych anionów zawartość wodorowęglanów mieściła się w zakresie 9,6-2995,98 mg/dm³ (średnio: 930,5 ± 647,2), siarczanów: 0-94 mg/dm³ (średnio: 25,9 ± 21,6), chlorków: 0-51,8 mg/dm³ (średnio: 11,5 ± 11,2) a fluorków: 0-1,5 mg/dm³ (średnio: 0,2 ± 0,27). Współczynnik zmienności badanych pierwiastków wynosił Vc=62,2%, kationów: Vc=61,4%, natomiast anionów: 66%. Spośród kationów, najbardziej zmienne pomiędzy wodami było stężenie sodu (Vc=125,8%), następnie potasu (Vc=106,3%) i magnezu (Vc=97,1%), najmniej – wapnia (Vc=60%). W grupie anionów największa zmienność dotyczyła zawartości fluorków (Vc=138%) i chlorków (Vc=97,3%), następnie siar-

Tabela 2. Zawartość badanych składników mineralnych w butelkowanych wodach źródłanych

Nazwa wody źródlanej	KATIONY [mg/dm ³]				ANIONY [mg/dm ³]				Suma badanych kationów [mg/dm ³]	Suma badanych anionów [mg/dm ³]	Łączna suma składników mineralnych [mg/dm ³]
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	(SO ₄) ²⁻	Cl ⁻	F ⁻			
Aleksandria	49,1	5,47	2,5	1,19	167,4	11,73	3,89	0,1	58,26	183,12	256,82
Aqua	52,2	4,2	3,78	0,97	159,2	13,42	4,4	0,03	61,15	177,05	267,7
Bystra	30,06	9,72	13,3	0	82,3	29	26,6	0	53,08	137,9	190,98
Carrefour	58,12	7,3	3,75	1	170,8	24,7	4,25	0,1	70,17	199,85	289
Cristal 1	90,2	0,89	4,71	0,47	226	9,8	0	0,1	96,27	235,9	389
Czantoria	111,2	11,54	1,25	0	336,8	32,41	4,96	0	124,01	374,17	506,76
Dar Natury	87,17	15,19	10	1,5	332,5	15,64	9,2	0,15	113,86	357,49	488,4
Dobrawa	55,2	29,6	1,2	0,85	286,8	20	5,32	0,1	86,85	312,22	402
Gorczańska Krynica	41,68	12,16	17,88	1,3	164,75	27,88	17,88	0	73,02	210,51	283,53
Kazimierz	65,09	7,78	2,3	1,1	218,14	9,68	6,74	0,17	76,27	234,73	354,85
Kropla Beskidu	42,9	19,3	18,5	1,5	237	25,5	2,7	0	82,2	265,2	363,6
Kuracjusz Beskidzki	41,1	11,54	100	1	384,4	44,85	7	0,08	153,64	436,33	600
Laguna	82	14,6	6,87	0	274,5	30	13,9	0	103,47	318,4	442
Lewiatan	74,15	32,81	50	0	500,3	0	14,2	0,32	156,96	514,82	719,71
Mama i ja	44,09	5,83	8,2	1,6	161,09	11,3	7,09	0,19	59,72	179,67	266
Mazowszanka	38,08	15,55	95	7,5	332,5	0	64,2	0,47	156,13	397,17	602,84
Nestle Aquarel (Jodła)	40,08	15,8	64	6,4	320,3	0	49,6	0,4	126,28	370,3	496,62
Niebieska Żywiec Zdrój	62,12	6,08	4	0	201,5	0	0	0	72,2	201,5	273,7
Poprad	70,54	19,46	102,5	3,73	469,84	15,6	63,82	0	196,23	549,26	760
Primavera	48,1	4,86	2,5	1,19	167,4	6,68	3,9	0,13	56,65	178,11	247,91
Rabka Zdrój	64,63	11,67	31,77	3,18	298,99	21,07	19,5	0	111,25	339,56	462,67
Rogowiec	52,1	7,3	2,5	0,5	170,8	23,04	4,6	0,1	62,4	198,54	293,6
San Terra	56,61	6,38	2,5	0,5	170,8	24,8	5,3	0,13	65,99	201,03	286,91
Słowianka	52,1	3,57	4,74	0,55	128	29,5	9,57	0,1	60,96	167,17	245
Świętokrzyska	36,07	9,11	6,7	1	67,1	0	25,8	0,12	52,88	93,02	202,1
Tesco Odrodzenie	46,89	10,45	1,25	0,75	167,9	23,25	0	0,07	59,34	191,22	261,7
Tesco Value	96,19	12,76	3,75	1,17	183	103,2	25,2	0,14	113,87	311,52	444,74
Vitalinea	50,1	6,08	1,55	0	152,2	18,21	8,1	0,1	57,73	178,61	262,23
Zamecka	40,4	5,83	12,2	3,4	97,93	42	20,92	0,3	61,83	161,15	234,712
Złoty Potok	72,14	6,08	1,25	1	213,6	14,71	16,7	0	80,47	245,01	335,4
Źródło Tymbark	45,7	15,3	78,4	0	384,4	0	0	0	139,4	384,4	585,48
Żywiec Aqua	36,1	3,64	3,33	1,17	109,83	19,96	3,89	0,09	44,24	133,77	190,86
Żywiec Hej	33	5,64	33,5	1,2	185,5	14	3	0,28	73,34	202,78	276,12
Żywiec Zdrój (z Jelesni)	42,62	5,52	9,73	0	136,24	0	0,07	0	57,87	136,31	232
Żywiec Zdrój (z Cięcina)	30,06	10,94	17,5	0	150,6	0	0,12	0	58,5	150,72	255,68

czanów ($V_c=83,4\%$), najmniejsza – wodorowęglanów ($V_c=69,6\%$).

W tabeli 2 przedstawiono charakterystykę badanych wód źródłanych. Całkowita ilość składników mineralnych mieściła się w przedziale: 190,86-760 mg/dm³ (średnio: 365,9 ± 150,8), kationów: 44,24-196,23 mg/dm³ (średnio: 87,9 ± 37,6), natomiast anionów: 93,02-549,26 mg/dm³ (średnio: 255,1 ± 111,9). Wśród poszczególnych kationów, zawartość wapnia zawierała się w granicach 30,06-111,2 mg/dm³ (średnio: 55,4 ± 19,7), magnezu: 0,89-32,81 mg/dm³ (średnio: 10,6 ± 6,9), sodu: 1,2-102,5 mg/dm³ (średnio: 20,6 ± 30,3), natomiast potasu: 0-7,5 mg/dm³ (średnio: 1,3 ± 1,7). W grupie ocenianych anionów, zawartość wodorowęglanów wynosiła od 67,1 do 500,3 mg/dm³ (średnio: 223,2 ± 105,8), siarczanów: 0-103,2 mg/dm³ (średnio: 18,9 ± 19,1), chlorków: 0-64,2 mg/dm³ (średnio: 12,9 ± 16,5) a fluorków: 0-0,47 mg/dm³ (średnio: 0,11 ± 0,12). Współczynnik zmienności badanych składników mineralnych wynosił $V_c=41,3\%$, kationów: $V_c=42,8\%$, natomiast anionów: 43,9%. Spośród kationów, największą zmienność wykazano w odniesieniu do stężenia sodu ($V_c=146,8\%$) i potasu ($V_c=129,5\%$), następnie magnezu ($V_c=65,5\%$), najmniejszą – wapnia ($V_c=35,7\%$). W grupie anionów, najbardziej zmienna była zawartość chlorków ($V_c=127,4\%$), następnie fluorków ($V_c=111,6\%$) i siarczanów ($V_c=101,2\%$), a najmniej – wodorowęglanów ($V_c=47,4\%$).

DYSKUSJA

Jak wskazują wyniki badania, ilość dostępnych w sprzedaży butelkowanych wód źródłanych i mineralnych była podobna. Wody mineralne zawierały średnio prawie czterokrotnie więcej składników mineralnych niż wody źródlane, zarówno w odniesieniu do stężenia kationów, jak i anionów. Badane wody butelkowane były najzasobniejsze w wapń oraz wodorowęglany i siarczany. Zarówno wśród wód mineralnych, jak i źródłanych największa zmienność w grupie kationów dotyczyła zawartości jonów sodu i potasu, a wśród anionów – chlorków i fluorków.

Rezultaty te są zgodne z doniesieniami innych autorów. Znaczne zróżnicowanie związane ze składem chemicznym sprzedawanych wód butelkowanych potwierdzono w wielu doniesieniach [12, 13, 16-18]. W swojej pracy *Garzon i Eisenberg* [12] ujawnili, że zawartość magnezu wahać może się w granicach od 0 do 126 mg/dm³, sodu: od 0 do aż 1200 mg/dm³, natomiast stężenie wapnia kształtuje się na poziomie od 0 do 546 mg/dm³. W badaniu zbliżonym do własnego, zawartość sodu w wodach butelkowanych wahała się w zakresie od 0,9 do 12830 mg/dm³, potasu w granicach 1,4-611 mg/dm³, a fluoru od 0,007 do 4,1 mg/dm³

[19]. Także wyniki badania oceniającego zawartość sodu w wodach podziemnych w Dalmacji ujawniły szeroki zakres jego stężeń: od 11,1 do 124,3 mg/dm³ [20]. W innym doniesieniu, zawartość fluoru wahała się w zakresie 0,01 do 2,04 mg/dm³ [21]. W naszym badaniu pewne ograniczenie we wnioskowaniu może jednak stanowić brak pełnych informacji dotyczących zawartości składników mineralnych, co wynika z braku odpowiednich informacji na etykietach ocenianych wód, a także wyłączenie z analizy wód leczniczych, z założenia bogatych w pierwiastki.

Udokumentowano, że spożycie wód źródłanych i mineralnych może pokrywać nawet połowę dziennego zapotrzebowania organizmu na składniki mineralne. W niniejszej pracy, korzystny profil w tym zakresie spełniały zarówno wody mineralne, jak i źródlane. Literatura przedmiotu sugeruje, że spożycie 1 litra wody butelkowanej może dostarczać osobom dorosłym 20-58% niezbędnego wapnia oraz 16-41% magnezu [22].

Bazując na udowodnionych skutkach zdrowotnych spożycia poszczególnych mikro i makroelementów, sugeruje się, iż idealna woda butelkowana powinna zawierać dużą ilość jonów magnezu i wapnia, a małą sodu [12, 23]. Spożycie wód bogatych w magnez sprzyja uzupełnieniu jego niedoboru u osób bezobjawowych, ale także dostarcza niezbędną jego ilość do regulacji podstawowej przemiany materii [12, 24]. Przed nadmiernym spożyciem wapnia, dostarczanego z pitą wodą przestrzegają jednak *Mayne i Edwards* [15], zwracając uwagę, że może ono sprzyjać formowaniu się kamieni nerkowych. Uwaga ta dotyczy zwłaszcza osób predysponowanych do występowania kamicy, którym z reguły zalecane jest spożywanie dużej ilości płynów. Obok wapnia, szczególne zainteresowanie budzi zawartość sodu i fluoru w wodach butelkowanych. W odniesieniu do ilości sodu, pamiętać należy, że nadmierne spożycie wiąże się przede wszystkim z dysregulacją wolemii i tendencją do podwyższania systemowego ciśnienia tętniczego. Woda o wysokiej zawartości sodu nie jest zalecana osobom z niewydolnością krążenia i nerek oraz kobietom w ciąży [12, 20, 25]. W stosunku do fluoru, wody butelkowane mogą pokrywać całkowite zapotrzebowanie ustroju na ten mikroelement [26, 27], jednak z drugiej strony wody zawierające dużą jego ilość mogą być przyczyną rozwoju fluorozy u dzieci [28]. W niniejszym badaniu największą zawartość jonów magnezu i wapnia stwierdzono w wodach mineralnych, natomiast mniejszą, korzystniejszą zawartością jonów sodu i fluoru charakteryzowały się wody źródlane.

Za rozległe zróżnicowanie w składzie chemicznym wód butelkowanych odpowiada wiele czynników, spośród których najistotniejsze znaczenie przypisywane jest wpływowi budowy geologicznej terenu oraz warunkom dyktowanym przez uregulowania prawne dotyczącym ich produkcji i warunków przechowywa-

nia [13, 29]. Przesłanki te znajdują odzwierciedlenie w otrzymanych rezultatach dotyczących zawartości i zmienności badanych składników mineralnych. Ponadto, co zrozumiałe, większa wartość współczynnika zmienności obserwowana jest dla jonów obecnych w wodach w mniejszych stężeniach (większa wartość odchylenia standardowego) a mniejsze wahania dotyczą składników występujących w największej ilości.

W dostępnym piśmiennictwie postulowane jest rzetelne deklarowanie zawartości składników mineralnych na etykietach sprzedawanych wód butelkowanych, mając na uwadze przede wszystkim występowanie potencjalnych przeciwwskazań do jej spożycia, związanych ze stanem zdrowia, wiekiem czy preferencjami konsumentów [19]. Udokumentowano także, iż część dostępnych wód nie spełnia kryteriów prawnych, dopuszczających je do sprzedaży, zwłaszcza w odniesieniu do różnic pomiędzy rzeczywistym składem chemicznym a tym podawanym na etykiecie [30]. Spostrzeżenia te ograniczają wnioskowanie także w prezentowanej pracy, gdyż – jak wspomniano – mogą mieć wpływ na spójność otrzymanych rezultatów. Nie można ponadto wykluczyć błędu wynikającego z wybiórczego włączenia dostępnych na rynku wód (badanie ograniczone do woj. śląskiego). W niniejszym badaniu nie poruszono istotnego problemu zanieczyszczenia mikrobiologicznego i chemicznego dostępnych w sprzedaży wód butelkowanych. Należy jednak zaznaczyć, iż w wielu badaniach nie stwierdzano nieprawidłowości w zakresie zawartości metali ciężkich [16, 27, 29] oraz jakości mikrobiologicznej wód butelkowanych, uwzględniając właściwy czas i temperaturę ich przechowywania [27, 31-34]. Podobne rezultaty można znaleźć w odniesieniu do zawartości aldehydów w wodach prawidłowo przechowywanych w butelkach z politereftalanu etylenu (PET) [35-37] czy ołowiu w wodach przechowywanych w butelkach szklanych [38].

WNIOSKI

1. Ilość dostępnych w sprzedaży butelkowanych wód mineralnych i źródłanych na terenie województwa śląskiego jest zbliżona.
2. Wody mineralne zawierają średnio prawie czterokrotnie więcej składników mineralnych niż wody źródlane.
3. Dostępne w sprzedaży wody mineralne charakteryzują się większym zróżnicowaniem zawartych w nich składników mineralnych niż wody źródlane.
4. Zarówno wśród wód mineralnych jak i źródłanych, największa zmienność w grupie kationów dotyczy zawartości jonów sodu i potasu, a wśród anionów zawartości chlorków i fluorków.

PIŚMIENNICTWO

1. *Latour T.*: Wody butelkowane i warunki zabezpieczenia ich jakości zdrowotnej. *Bezpieczeństwo i Higiena Żywności* 2004, 3, 40-42.
2. *Konarska I.*: Woda na Zdrowie. *Wprost* 2005, 34, 75-77.
3. *Whelton A.J., Dietrich A.M., Burlingame G.A., Schechs M., Duncan S.E.*: Minerals in drinking water: impacts on taste and importance to consumer health. *Water Sci. Technol.* 2007, 55, 283-91.
4. *Doria M.F.*: Bottled water versus tap water: understanding consumers' preferences. *J Water Health* 2006, 4, 271-6.
5. *Raj S.D.*: Bottled water: how safe is it? *Water Environ Res.* 2005, 77, 3013-8.
6. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29.04.2004 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródłanych i wód stołowych. *Dz. U. Nr 120, poz. 1256.*
7. *Wojtaszek T.*: Prawda i mity o wodach mineralnych i innych wodach butelkowanych. *Źródło* 2004, 3, 32-36.
8. Ustawa z dnia 25.08.2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. *Dz. U. Nr 171, poz. 1225.*
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17.12.2004 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródłanych i wód stołowych. *Dz. U. Nr 276, poz. 2738.*
10. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 08.07.1997 r. w sprawie szczególnych warunków sanitarnych przy produkcji i w obrocie naturalnych wód mineralnych, mineralnych wód mieszanych, naturalnych wód źródłowych oraz wód stołowych. *Dz. U. Nr 85, poz. 544.*
11. *Petraccia L., Liberati G., Giuseppe Masciullo S., Grassi M., Fraioli A.*: Water, mineral waters and health. *Clin Nutr.* 2006, 25, 377-85.
12. *Garzon P., Eisenberg M.J.*: Variation in the mineral content of commercially available bottled waters: implications for health and disease. *Am J Med.* 1998, 105, 125-30.
13. *Misund A, Frengstad B, Siewers U, Reimann C.*: Variation of 66 elements in European bottled mineral waters. *Sci Total Environ.* 1999, 243-244, 21-41.
14. *Armijo Valenzuela M.*: Sanitary characteristics of bottled drinking water. *An R Acad Nac Med (Madr).* 2001, 118, 459-72.
15. *Mayne P.D., Edwards L.*: What on earth are we drinking? *Br J Urol.*, 1990, 66, 123-6.
16. *Baba A., Ereeş F.S., Hiçsönmez U., Cam S., Ozdulek H.G.*: An assessment of the quality of various bottled mineral water marketed in Turkey. *Environ Monit Assess.* 2008, 139, 277-285.
17. *Thurman R.B., Athanasopoulos A.A., Allan M.S., Atchia S.M.*: Bottle wars: England versus Scotland versus France. *Int J Food Sci Nutr.* 2002, 53, 209-16.
18. *Ikem A., Oduyungbo S., Egiebor N.O., Nyavor K.*: Chemical quality of bottled waters from three cities in eastern Alabama. *Sci Total Environ.* 2002, 285, 165-75.

19. *Willershausen B., Kroes H., Brandenbusch M.*: Evaluation of the contents of mineral water, spring water, table water and spa water. *Eur J Med Res.* 2000, 5, 251-262.
20. *Stambuk-Giljanović N., Stambuk D.*: Sodium levels in the Dalmatian water resources in 2003. *Lijec Vjesn.* 2006; 128: 105-13.
21. *Grec R.H, Moura P.G., Pessan J.P., Ramires I., Costa B., Buzalaf M.A.*: Fluoride concentration in bottled water on the market in the municipality of São Paulo. *Rev Saude Publica.* 2008, 42, 154-157.
22. *Azoulay A., Garzon P., Eisenberg M.J.*: Comparison of the mineral content of tap water and bottled waters. *J Gen Intern Med.* 2001, 16, 168-75.
23. *Heaney R.P.*: Absorbability and utility of calcium in mineral waters. *Am. J. Clin. Nutr.* 2006, 84, 371-374.
24. *Kiss S.A, Forster T., Dongó A.*: Absorption and effect of the magnesium content of a mineral water in the human body. *J. Am. Coll. Nutr.* 2004, 23, 758S-62S.
25. *Calabrese E.J., Tuthill R.W.*: The Massachusetts Blood Pressure Study, Part 3. Experimental reduction of sodium in drinking water: effects on blood pressure. *Toxicol. Ind. Health* 1985, 1, 19-34.
26. *Cochrane N.J., Saranathan S., Morgan M.V., Dashper S.G.*: Fluoride content of still bottled water in Australia. *Aust. Dent. J.* 2006, 51, 242-244.
27. *Mahajan R.K., Walia T.P., Lark B.S., Sumanjit A.*: Analysis of physical and chemical parameters of bottled drinking water. *Int. J. Environ. Health Res.* 2006, 16, 89-98.
28. *Ahiropoulos V.*: Fluoride content of bottled waters available in Northern Greece. *Int. J. Paediatr. Dent.* 2006, 16, 111-116.
29. *Batarseh M.I.*: The quality of potable water types in Jordan. *Environ. Monit. Assess.* 2006, 117, 235-44.
30. *Allen H.E., Halley-Henderson M.A., Hass C.N.*: Chemical composition of bottled mineral water. *Arch Environ Health* 1989; 44: 102-16.
31. *Korzeniewska E., Filipkowska Z., Domeradzka S., Włodkowski K.*: Microbiological quality of carbonated and non-carbonated mineral water stored at different temperatures. *Pol J Microbiol.*, 2005, 54 Suppl. 27-33.
32. *Baumgartner A, Grand M.*: Bacteriological quality of drinking water from dispensers (coolers) and possible control measures. *J Food Prot.* 2006, 69, 3043-3046.
33. *Venieri D, Vantarakis A, Komninou G, Papapetropoulou M.*: Microbiological evaluation of bottled non-carbonated ("still") water from domestic brands in Greece. *Int. J. Food Microbiol.* 2006, 107, 68-72.
34. *Vasudevan P., Annamalai T., Sartori L., Hoagland T., Venkitanarayanan K.*: Behavior of enteroaggregative *Escherichia coli* in bottled spring and mineral water. *J. Food Prot.* 2003, 66, 497-500.
35. *Darowska A., Borcz A., Nawrocki J.*: Aldehyde contamination of mineral water stored in PET bottles. *Food Addit Contam.* 2003, 20, 1170-1177.
36. *Mutsuga M., Kawamura Y., Sugita-Konishi Y., Hara-Kudo Y., Takatori K., Tanamoto K.*: Migration of formaldehyde and acetaldehyde into mineral water in polyethylene terephthalate (PET) bottles. *Food Addit Contam.* 2006, 23, 212-218.
37. *Nawrocki J., Dabrowska A., Borcz A.*: Investigation of carbonyl compounds in bottled waters from Poland. *Water Res.* 2002, 36, 4893-4901.
38. *Shotyk W., Krachler M.*: Lead in bottled waters: contamination from glass and comparison with pristine groundwater. *Environ Sci Technol.* 2007, 41, 3508-3513.

Otrzymano: 16.01.2009

Zaakceptowano do druku: 05.11.2009

