

JULIA OLECHNOWICZ, HALINA STANIEK

OCENA ZAWARTOŚCI WYBRANYCH PIERWIASTKÓW W RÓŻNYCH RODZAJACH CZEKOLAD

Streszczenie

Celem pracy była ocena zawartości wybranych pierwiastków (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn i Zn) w różnych rodzajach czekolad. Analizie poddano 20 czekolad, w tym: białe (B), mleczne (M) i gorzkie (G) o różnej zawartości masy kakaowej. Pogrupowano je według zawartości suchej masy kakaowej następująco [%]: G6 – 60, G7 – 70, G8 – do 85, G9 – 90. Suchą masę w próbkach oznaczono metodą suszarkowo-wagową. Oznaczenie zawartości Ca, Mg, Cu, Fe, Mn i Zn wykonano metodą płomieniowej atomowej spektrometrii absorpcyjnej (F-AAS) przy użyciu spektrometru AAS-3 Carl-Zeiss po uprzedniej mineralizacji próbek techniką spopielenia w piecu muflowym.

Zaobserwowano istotnie większą zawartość Mg, Fe, Zn, Mn oraz Cu w czekoladach gorzkich w porównaniu z czekoladami mleczną i białą. Zawartość tych pierwiastków była tym większa, im większy był udział kakao w czekoladzie. W czekoladach gorzkich zawartość magnezu wynosiła $1545,40 \div 2862,55 \mu\text{g/g s.m.}$. Wykazano także znaczne ilości cynku ($356,70 \div 511,35 \mu\text{g/g s.m.}$) i żelaza ($127,47 \div 155,74 \mu\text{g/g s.m.}$), a mniejsze – miedzi ($16,49 \div 25,37 \mu\text{g/g s.m.}$) i manganu ($15,85 \div 21,46 \mu\text{g/g s.m.}$). Z kolei w czekoladach mlecznych i białych przeważał wapń, którego zawartość wahała się w granicach $3396,21 \div 4313,44 \mu\text{g/g s.m.}$

Czekolady gorzkie o większej zawartości suchej masy kakaowej mogą być dobrym źródłem Mg, Fe, Zn oraz Mn i Cu w diecie. Natomiast znaczącymi nośnikami wapnia mogą być czekolady białe i mleczne.

Słowa kluczowe: czekolada, rodzaje czekolad, pierwiastki, zawartość

Wprowadzenie

Czekolada jest wyrobem głównie cukierniczym, chociaż stosuje się ją również do dań wytrawnych. Uzyskiwana jest z miazgi kakaowej, masła kakaowego (tłuszczu kakaowego) oraz dodatku cukru lub substancji słodzącej w wieloetapowym procesie produkcji. Proces ten obejmuje fermentację ziaren kakaowca, następnie ich suszenie,

czyszczenie, prażenie, mielenie, zgniatanie, walcowanie, konszowanie oraz temperowanie [13].

Czekolada jest źródłem flawonoidów o prozdrowotnych właściwościach, szczególnie flawan-3-olu [9]. W badaniach potwierdzono pozytywny wpływ flawonoidów zawartych w gorzkiej czekoladzie na poprawę wyników badań morfologicznych pacjentów z zespołem metabolicznym [6]. Zomer i wsp. [14] wykazali, że konsumpcja gorzkiej czekolady ma dla organizmu znaczenie hipotensyjne i hipolemizujące. W innych badaniach stwierdzono, że spożycie gorzkiej czekolady zmniejsza ryzyko zachorowania na insulinooporność i miażdżycę [3]. Oboh i wsp. [8] udokumentowali z kolei korzystny wpływ konsumpcji gorzkiej czekolady na obniżenie poziomu glukozy we krwi i ciśnienia tętniczego krwi. Równocześnie produkt ten jest również źródłem nasyconych kwasów tłuszczowych [6], dlatego zaleca się spożywanie niewielkich ilości gorzkiej czekolady o zawartości > 70 % suchej masy kakaowej pacjentom z zespołem metabolicznym [7].

Celem niniejszej pracy była ocena zawartości wybranych pierwiastków (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn) w czekoladach w zależności od ich rodzaju.

Material i metody badań

Material do badań stanowiło 20 czekolad, w tym: 3 białe (B), 5 mlecznych (M) oraz 12 gorzkich (G), które dodatkowo pogrupowano w zależności od zawartości suchej masy kakaowej (s.m.k.) [%] na: G6 – 60, G7 – 70, G8 – do 85 oraz G9 – 90. Czekolady zakupiono w sieci handlowej.

Oznaczenie zawartości pierwiastków (Ca, Fe, Mg, Zn, Mn, Cu) w czekoladach wykonywano metodą płomieniowej spektrometrii atomowo-absorpcyjnej (F-AAS). W pierwszym etapie oznaczano zawartość suchej masy czekolad. W tym celu odważano ok. 1 g odpowiednio rozdrobnionej czekolady w 3 równoległych powtórzeniach na wadze analitycznej LC 620 S (Sartorius, Niemcy). Następnie wszystkie próbki suszono w suszarce laboratoryjnej SUP-30 (Wamed, Polska) w standardowej temperaturze suszenia – 105 °C do uzyskania stałej masy. Następnie badane próbki poddawano mineralizacji techniką „na sucho”. Odważano na wadze analitycznej ok. 5 g czekolady do tygli kwarcowych w 3 równoległych powtórzeniach. Próbki spopielano w piecu muflowym P 330 (Nabertherm, Niemcy) w temp. 550 °C w ciągu 10 h. Powstały popiół roztwarzano roztworem 1N (4 mol/l) HNO₃ (Merck, GR ISO, Niemcy) i przenoszono ilościowo do kolb miarowych o pojemności 50 ml wykonanych z polipropylenu. W powstałych próbkach oznaczano zawartość Ca, Mg, Fe, Mn, Zn oraz Cu metodą płomieniowej atomowej spektrometrii absorpcyjnej F-AAS przy użyciu spektrometru AAS-3, (Carl Zeiss, Niemcy) bezpośrednio lub po uprzednim rozcieńczeniu próbek wodą dejonizowaną do zakresu pomiarowego aparatu. W przypadku Ca i Mg do rozcieńczenia używano 0,5-procentowego roztworu chlorku lantanu (LaCl₃·7H₂O, Merck,

Niemcy) w celu niwelowania interferencji. Wapń oznaczano przy długości fali $\lambda = 422,7$ nm w zakresie krzywej standardowej $0 \div 5,0$ ug/ml, Mg – $\lambda = 285,2$ nm ($0 \div 2,0$ ug/ml), Fe – $\lambda = 248,3$ nm ($0 \div 2,5$ ug/ml), Zn – $\lambda = 213,9$ nm ($0 \div 2,5$ ug/ml), Mn – $\lambda = 279,5$ nm ($0 \div 2,0$ ug/ml), Cu – $\lambda = 324,8$ nm ($0 \div 2,0$ ug/ml).

Po weryfikacji uzyskanych wyników pod względem błędów grubych poddano je analizie statystycznej przy użyciu arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel 2010 oraz programu statystycznego Statistica ver. 10 (StatSoft Inc., Tulsa, USA). Obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe, a następnie przeprowadzono weryfikację statystyczną uzyskanych wyników za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA oraz testu Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Średnie zawartości badanych pierwiastków wraz z odchyleniami standardowymi przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Zawartość badanych pierwiastków w różnych rodzajach czekolad

Table 1. Content of analyzed elements in different types of chocolates

Rodzaj czekolady Type of chocolate		Zawartości pierwiastków [$\mu\text{g/g s.m.}$] / Contents of elements [$\mu\text{g/g d.m.}$]					
		Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Biała White n = 3	B	3396,21 ^b ± 323,22	292,77 ^a ± 96,87	0,17 ^a ± 0,03	14,98 ^a ± 2,08	0,32 ^a ± 0,08	158,96 ^a ± 24,19
Mleczna Milk n = 5	M	4313,44 ^c ± 430,21	701,14 ^a ± 110,92	3,33 ^b ± 0,74	46,12 ^{ab} ± 17,95	5,29 ^a ± 1,96	417,00 ^{bc} ± 62,37
Gorzka 60 % Dark 60 % n = 3	G6	1011,15 ^a ± 272,28	1545,40 ^b ± 438,07	16,49 ^c ± 3,47	139,93 ^c ± 85,33	17,30 ^b ± 5,80	356,70 ^b ± 51,69
Gorzka 70 % Dark 70 % n = 3	G7	1029,48 ^a ± 140,10	2094,40 ^c ± 168,44	17,07 ^c ± 2,78	155,74 ^c ± 75,28	18,27 ^b ± 4,04	363,14 ^b ± 45,20
Gorzka do 85 % Dark up to 85 % n = 4	G8	1245,58 ^a ± 133,85	2285,21 ^c ± 330,48	18,80 ^c ± 1,56	151,83 ^c ± 32,93	15,85 ^b ± 1,41	439,88 ^c ± 73,14
Gorzka 90 % Dark 90 % n = 2	G9	1469,27 ^a ± 281,41	2862,55 ^d ± 564,27	25,37 ^d ± 1,27	127,47 ^{bc} ± 50,50	21,46 ^b ± 8,33	511,35 ^c ± 37,34

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; a, b, c – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values in columns and denoted with different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$.

Wykazano, że największą zawartością wapnia odznaczała się czekolada mleczna (4313 $\mu\text{g/g}$ s.m.) oraz biała (3396 $\mu\text{g/g}$ s.m.). Były to ilości 4-krotnie większe od oznaczonych w czekoladzie gorzkiej G6. Natomiast w czekoladach gorzkich G7, G8 i G9 poziomy wapnia były niższe i wynosiły odpowiednio [$\mu\text{g/g}$ s.m.]: 1029,48 μg , 1245,58 μg oraz 1469,27 μg . Wyższe poziomy wapnia w czekoladach białej i mlecznej spowodowane były tym, że w ich składzie znaczny był udział masy mlecznej bogatej w ten pierwiastek.

Wraz ze wzrostem udziału miazgi kakaowej analizowanych czekolad zaobserwowano wzrost zawartości magnezu, którego najwięcej było w czekoladzie G9 – 2862,55 $\mu\text{g/g}$ s.m. W czekoladach gorzkich o mniejszej zawartości s.m.k, czyli G8, G7 oraz G6, poziom tego pierwiastka zmniejszył się i wyniósł odpowiednio [$\mu\text{g/g}$ s.m.]: 2285,21 μg , 2094,40 μg i 1545,40 μg . Czekolady biała i mleczna charakteryzują się niewielkim udziałem lub brakiem miazgi kakaowej będącej dobrym źródłem magnezu, dlatego w czekoladach tych odnotowano nawet 10-krotnie mniejszą zawartość tego pierwiastka. Poziom tego pierwiastka w czekoladzie białej wyniósł 292,77 $\mu\text{g/g}$ s.m., a w mlecznej – 701,14 $\mu\text{g/g}$ s.m.

Zaobserwowano wzrost zawartości miedzi wraz ze zwiększającym się udziałem masy kakaowej. W czekoladach białej i mlecznej zawartość tego pierwiastka wynosiła odpowiednio [$\mu\text{g/g}$ s.m.]: 0,17 μg oraz 3,33 μg . Prawie 95-krotnie wyższe poziomy miedzi stwierdzono natomiast w czekoladach gorzkich G6, G7 oraz G8 w porównaniu z czekoladami białą i mleczną. Zawartość tego pierwiastka w czekoladzie gorzkiej z 90-procentowym udziałem masy kakaowej (G9) była zaś największa i wynosiła 25,37 $\mu\text{g/g}$ s.m.

Podobną zależność wykazano w przypadku żelaza. Wśród badanych czekolad gorzkich próbki G9 zawierały najmniej tego pierwiastka (127,47 $\mu\text{g/g}$ s.m.). Czekolada G6 zawierała żelazo średnio na poziomie 139,93 $\mu\text{g/g}$ s.m., G7 – 155,74 $\mu\text{g/g}$ s.m., a G8 – 151,83 $\mu\text{g/g}$ s.m. Wartości te były znamienne wyższe niż zawartość żelaza w czekoladzie białej – 14,98 $\mu\text{g/g}$ s.m. oraz mlecznej – 46,12 $\mu\text{g/g}$ s.m.

Wraz ze wzrostem udziału miazgi kakaowej w czekoladach zwiększała się także zawartość manganu. Najmniej stwierdzono go w czekoladzie białej (0,32 $\mu\text{g/g}$ s.m.) oraz mlecznej (5,29 $\mu\text{g/g}$ s.m.), najwięcej natomiast (nawet 70-krotnie więcej) – w czekoladzie gorzkiej G9. Dużą zawartością Mn cechowały się również czekolady gorzkie G6 (17,30 $\mu\text{g/g}$ s.m.), G7 (18,27 $\mu\text{g/g}$ s.m.) oraz G8 (15,85 $\mu\text{g/g}$ s.m.).

Wykazano także zróżnicowaną zawartość cynku w badanych czekoladach. Najmniej stwierdzono go w czekoladzie białej (158,96 $\mu\text{g/g}$ s.m.). Najwięcej Zn było natomiast w czekoladzie gorzkiej G9 (511,35 $\mu\text{g/g}$ s.m.). Zawartość cynku w czekoladzie mlecznej wynosiła 417,00 $\mu\text{g/g}$ s.m. i była większa niż w czekoladach gorzkich G6 (356,70 $\mu\text{g/g}$ s.m.) oraz G7 (363,14 $\mu\text{g/g}$ s.m.). W czekoladzie gorzkiej G8 zawartość ta była jeszcze większa i wynosiła 439,88 $\mu\text{g/g}$ s.m.

Zawartość analizowanych pierwiastków oznaczona przez innych autorów była zróżnicowana. Ieggli i wsp. [5] stwierdzili w białej czekoladzie zawartość wapnia w zakresie $3203 \div 4534 \mu\text{g/g s.m.}$. Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych. Pod względem zawartości magnezu ($325,7 \div 496,8 \mu\text{g/g s.m.}$) i żelaza ($1,2 \div 3,0 \mu\text{g/g s.m.}$) oraz cynku – $10,3 \div 13,5 \mu\text{g/g s.m.}$ [5] wyniki badań własnych były odpowiednio: 2- i 14-krotnie wyższe. W czekoladzie mlecznej oznaczona przez cytowanych autorów zawartość wapnia ($1546 \div 2523 \mu\text{g/g s.m.}$) i żelaza ($14,7 \div 27,4 \mu\text{g/g s.m.}$) była prawie 3-krotnie mniejsza od wyników własnych, a cynku ($7,5 \div 10,7 \mu\text{g/g s.m.}$) – 40-krotnie mniejsza. Zawartość magnezu wynosiła $528,6 \div 867,2 \mu\text{g/g s.m.}$ [5] W badaniach własnych zawartość magnezu kształtowała się na zbliżonym poziomie. Z kolei w czekoladzie gorzkiej z 70-procentowym udziałem s.m.k. Ieggli i wsp. [5] oznaczyli [$\mu\text{g/g s.m.}$]: $692,4 \mu\text{g}$ wapnia, $1834 \mu\text{g}$ magnezu i $140 \mu\text{g}$ żelaza, co jest niższym poziomem niż stwierdzono w badaniach własnych. W czekoladzie badanej przez wymienionych autorów było prawie 16-krotnie mniej cynku ($23,3 \mu\text{g/g s.m.}$). W czekoladzie białej Ieggli i wsp. [4] oznaczyli zawartość manganu na poziomie $0,8 \div 2,7 \mu\text{g/g s.m.}$ (9-krotnie więcej niż w badaniach własnych), a miedzi – $0,1 \div 0,2 \mu\text{g/g s.m.}$ (poziom zbliżony do wyników własnych). Czekolada mleczna analizowana przez wymienionych autorów [4] zawierała mangan na poziomie $3,6 \div 5,2 \mu\text{g/g s.m.}$ oraz miedź – $1,5 \div 2,3 \mu\text{g/g s.m.}$ W badaniach własnych uzyskano zbliżone wyniki pod względem zawartości manganu i 2-krotnie wyższe – miedzi. W czekoladzie gorzkiej z 70-procentowym udziałem s.m.k. średnia zawartość manganu ($17,3 \mu\text{g/g s.m.}$) [4] była porównywalna z wynikami własnymi, a pod względem zawartości miedzi ($12,4 \mu\text{g/g s.m.}$) [4] – nieznacznie mniejsza.

W czekoladzie mlecznej analizowanej przez Rehmana i wsp. [11] zawartości żelaza ($30 \mu\text{g/g s.m.}$), manganu ($4,4 \mu\text{g/g s.m.}$) oraz miedzi ($3,1 \mu\text{g/g s.m.}$) były zbliżone do wyników własnych. Pod względem zawartości cynku ($12,7 \mu\text{g/g s.m.}$) [11] wyniki własne były nawet 32-krotnie wyższe. Zawartości magnezu ($460 \div 693 \mu\text{g/g s.m.}$), żelaza ($20,1 \div 88,1 \mu\text{g/g s.m.}$), manganu ($2,73 \div 6,02 \mu\text{g/g s.m.}$) i miedzi ($3,09 \div 6,10 \mu\text{g/g s.m.}$) w czekoladzie mlecznej podane przez Sagera [12] można uznać za porównywalne z wynikami własnymi. W porównaniu z wynikami własnymi autor [12] oznaczył nieznacznie mniej wapnia ($1422 \div 2447 \mu\text{g/g s.m.}$) i nawet 46-krotnie mniej cynku ($9,11 \div 17 \mu\text{g/g s.m.}$). Za zbliżone z wynikami własnymi można uznać poziomy magnezu ($1467 \div 2383 \mu\text{g/g s.m.}$), żelaza ($45,7 \div 162 \mu\text{g/g s.m.}$), manganu ($13,1 \div 21,5 \mu\text{g/g s.m.}$) oraz miedzi ($9,91 \div 26,7 \mu\text{g/g s.m.}$) wykazane przez Sagera [12] w czekoladzie gorzkiej z 70-procentowym udziałem s.m.k. Nieznacznie mniejszy od wyników własnych był natomiast poziom wapnia ($573 \div 890 \mu\text{g/g s.m.}$), a poziom cynku ($22,4 \div 41,5 \mu\text{g/g s.m.}$) w tym produkcie [12] był aż 16-krotnie niższy. Z kolei Peixoto wsp. [10] określili w czekoladzie białej średnie zawartości miedzi ($0,17 \mu\text{g/g s.m.}$) i manganu ($0,23 \mu\text{g/g s.m.}$), które były zbliżone do wyników własnych, natomiast

zawartości żelaza (1,60 µg/g s.m.) i cynku (3,89 µg/g s.m.) należy ocenić odpowiednio jako 9-krotnie i prawie 40-krotnie mniejsze od wyników własnych. W czekoladzie mlecznej poziomy miedzi (3,30 µg/g s.m.) oraz manganu (4,03 µg/g s.m.) oznaczone przez wymienionych autorów różniły się od wyników własnych. Zawartość cynku (10,65 µg/g s.m.) [10] była prawie 38-krotnie mniejsza, chociaż zawartość żelaza (56,44 µg/g s.m.) [10] była większa od wyników własnych.

Analizy zawartości manganu, miedzi, cynku oraz żelaza w czekoladach białych i mlecznych przeprowadzili również Alagić i wsp. [1]. Wykazali, że czekolada biała zawierała [µg/g s.m.]: 0,33 ÷ 0,67 µg manganu, 0,63 ÷ 0,92 µg miedzi oraz 3,59 ÷ 14,37 µg żelaza i były to wartości porównywalne z wynikami uzyskanymi w niniejszej pracy. Natomiast zawartość cynku była nawet 22-krotnie mniejsza i wynosiła 2,00 ÷ 7,08 µg/g s.m. [1]. W porównaniu z wynikami własnymi w czekoladzie mlecznej, badanej przez ww. autorów [1], było nieznacznie więcej miedzi – 2,75 ÷ 3,38 µg/g s.m., nawet 100-krotnie mniej cynku – 4,38 ÷ 10,17 µg/g s.m., 2-krotnie mniej żelaza – 18,64 ÷ 20,44 µg/g s.m. i porównywalnie manganu – 2,75 ÷ 3,13 µg/g s.m.).

Zawartość wapnia, magnezu, miedzi, żelaza, cynku i manganu w czekoladach mlecznych i gorzkich o zawartości suchej masy kakaowej [%]: 60, 70, 80 i 90 badali także Cinquanta i wsp. [2]. W czekoladzie mlecznej zawartość żelaza wynosiła 11,9 µg/g s.m. (4-krotnie mniej niż w badaniach własnych), wapnia – 1804,3 µg/g s.m. (2-krotnie mniej niż w badaniach własnych) oraz manganu – 3,1 µg/g s.m. (10-krotnie więcej niż w badaniach własnych). Średnie zawartości magnezu (522,8 µg/g s.m.) i miedzi (3,1 µg/g s.m.) były zbliżone do wyników przedstawionych w niniejszej pracy. W czekoladach gorzkich zawartość wapnia była prawie 2 razy mniejsza od wyników własnych. Według wymienionych autorów [2] czekolady gorzkie o udziale suchej masy kakaowej (s.m.k.) 60 % zawierały [µg/g s.m.]: 643,3 µg wapnia, 70 % s.m.k. – 795,1 µg, 80 % s.m.k. – 724,1 µg, a 90 % s.m.k. – 908,3 µg. Z kolei średnie zawartości żelaza w czekoladach [% s.m.k.]: 60, 70, 80 i 90 wynosiły odpowiednio [µg/g s.m.]: 97,3 µg, 98,4 µg, 112,4 µg i 108,9 µg. W niniejszej pracy odnotowano również prawie 16-krotnie mniejsze ilości cynku w czekoladach gorzkich w stosunku do wyników Cinquanty i wsp. [2], którzy wykazali w czekoladach następujące zawartości tego pierwiastka [µg/g s.m.]: 60 % s.m.k. – 22,4 µg, 70 % s.m.k. – 31,9 µg, 80 % s.m.k. – 28,5 µg, i 90 % s.m.k. – 35,2 µg. Ww. autorzy stwierdzili również, że średnie poziomy magnezu w czekoladach gorzkich z udziałem s.m.k w ilości [%]: 60, 70, 80 i 90 wynosiły odpowiednio [µg/g s.m.]: 1587,8 µg, 1922,3 µg, 1987,6 µg i 2522,1 µg. Były to ilości porównywalne z przedstawionymi w niniejszej pracy. Podobne do wyników własnych zawartości miedzi zostały oznaczone w czekoladach gorzkich [µg/g s.m.]: 60 % s.m.k. – 14,3 µg, 70 % s.m.k. – 18,3 µg, 80 % s.m.k. – 17,8 µg i 90 % s.m.k. – 20,2 µg [2]. Ponadto poziomy manganu w czekoladach gorzkich z udziałem s.m.k.

[%]: 60, 70, 80 i 90 również były podobne do wyników własnych i wynosiły odpowiednio [$\mu\text{g/g s.m.}$]: 16,5 μg , 19,8 μg , 18,5 μg i 20,5 μg .

Różnice pod względem zawartościach badanych pierwiastków w zależności od rodzaju czekolad pomiędzy wynikami badań własnych a wynikami przedstawionymi przez innych autorów mogą wynikać przede wszystkim z odmiennego składu surowców wykorzystanych do ich produkcji.

Stwierdzono, że czekolada może stanowić dobre źródło takich składników mineralnych w diecie człowieka, jak: wapń (Ca), magnez (Mg), żelazo (Fe), cynk (Zn), mangan (Mn) czy miedź (Cu). Spożycie 100 g gorzkiej czekolady o zawartości 70 % suchej masy kakaowej pokrywało zapotrzebowanie na te pierwiastki odpowiednio w [%]: 0,1, 0,7, 1,4, 5, 0,5 i 3. Z kolei czekolada gorzka (100 g produktu) o udziale 90 % s.m.k. mogła zaspokoić zapotrzebowanie na wapń, magnez, miedź, żelazo, mangan i cynk odpowiednio w [%]: 0,1, 1, 2,8, 1,4, 0,5 i 6,2.

W przypadku wapnia konsumpcja czekolad białych i mlecznych może stanowić jedynie uzupełnienie zrównoważonej diety.

Wnioski

1. Wraz ze wzrostem zawartości kakao w czekoladach zwiększała się zawartość badanych pierwiastków.
2. Największymi zawartościami magnezu, żelaza, manganu, cynku oraz miedzi odznaczały się czekolady gorzkie o wysokim udziale suchej masy kakaowej. Natomiast czekolady mleczne i białe cechowała duża zawartość wapnia.
3. Czekolady gorzkie mogą stanowić dobre źródło Mg, Fe, Zn, Mn i Cu w żywieniu, ale w Ca bogatsze były czekolady białe i mleczne. 100 g czekolady gorzkiej o zawartości 70 % suchej masy kakaowej pokrywało zapotrzebowanie na Mg w 0,7 %, Zn – 5 % i Cu – 3 %. Czekolada gorzka o udziale 90 % s.m.k. pokrywała z kolei zapotrzebowanie na te pierwiastki odpowiednio w [%]: 1, 6,2 i 2,8.
4. Czekolady mleczne w ilości 100 g pokrywały 0,4 % dziennego zapotrzebowania na wapń.

Badania były finansowane z dotacji przedmiotowej na utrzymanie potencjału badawczego nr. 508-786-00.

Literatura

- [1] Alagić N., Huremović J.: Determination of metal contents in various chocolate samples. Glas. Hem. Technol. Bosne Herceg., 2015, 45, 39-42.
- [2] Cinquanta L., Di Cesare C., Manoni R., Piano A., Roberti P., Salvatori G.: Mineral essential elements for nutrition in different chocolate products. Int. J. Food Sci. Nutr., 2016, 67 (7), 773-778.
- [3] Grassi D., Desideri G., Ferri C.: Protective effects of dark chocolate on endothelial function and diabetes. Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care, 2013, 16 (6), 662-668.

- [4] Ieggli C.V.S., Bohrer D., Nascimento P.C., Carvalho L.M., Gobo L.A.: Determination of aluminum, copper and manganese content in chocolate samples by graphite furnace atomic absorption spectrometry using a micro-emulsion technique. *J. Food Comp. Anal.*, 2010, 24 (3), 465-468.
- [5] Ieggli C.V.S., Bohrer D., Nascimento P.C., Carvalho L.M., Gobo L.A.: Determination of sodium, potassium, calcium, magnesium, zinc and iron in emulsified chocolate samples by flame atomic absorption spectrometry. *Food Chem.*, 2011, 124 (3), 1189-1183.
- [6] Latif R.: Chocolate/cocoa and human health: A review. *Neth. J. Med.*, 2013, 71 (2), 63-68.
- [7] Majewska M., Czeczot H.: Flawonoidy w profilaktyce i terapii. *Farm. Pol.*, 2009, 65 (5), 369-377.
- [8] Oboh G., Ademosun A.O., Ademiluyi A.O., Omojokun O.S., Nwanna E., Longe K.O.: *In vitro* studies on the antioxidant property and inhibition of α -amylase, α -glucosidase, and angiotensin I-converting enzyme by polyphenol-rich extracts from cocoa (*Theobroma cacao*) Bean. *Patholog. Res.*, 2014, Art. ID 549287, 1-6.
- [9] Olechnowicz J., Suliburska J.: Możliwości zastosowania gorzkiej czekolady i zawartych w niej flawonoidów w profilaktyce i terapii zespołu metabolicznego. *Forum Zab. Met.*, 2015, 6 (2), 49-55.
- [10] Peixoto R.R.A., Villa J.E.L., Silva F.F., Cadore S.: Nutrition evaluation of the mineral composition of chocolate bars: Total contents vs. bioaccessible fractions. *J. Food Process. Technol.*, 2016, 7 (4), 1-5.
- [11] Rehman S., Husnain S.M.: Assessment of trace metal contents in chocolate samples by Atomic Absorption Spectrometry. *J. Trace Element Anal.*, 2012, 1 (1), 1-11.
- [12] Sager M.: Chocolate and cocoa products as a source of essential elements in nutrition. *J. Nutr. Food Sci.*, 2012, 2 (1), 1-10.
- [13] Verna R.: The history and science of chocolate. *Malaysian J. Pathol.*, 2013, 35 (2) 111-121.
- [14] Zomer E., Owen A., Magliano D.J., Liew D., Reid C.M.: The effectiveness and cost effectiveness of dark chocolate consumption as prevention therapy in people at high risk of cardiovascular disease: Best case scenario analysis using a Markov model. *B.M.J.*, 2012, 344, e3657, 1-10.

ASSESSING CONTENTS OF SELECTED ELEMENTS IN DIFFERENT TYPES OF CHOCOLATES

Summary

The objective of the research study was to assess the contents of some selected elements (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, and Zn) in different types of chocolates. 20 chocolates were analyzed, including: white chocolates (B), milk chocolates (M), and dark chocolates (G) with various contents of cocoa mass. Based on the content of dry cocoa mass, they were grouped as follows [%]: G6: 60; G7: 70%; G8: up to 85; G9: 90%. The dry mass in the samples was determined using a dry oven test. The contents of Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, and Zn were determined by a flame atomic absorption spectrophotometry (F-AAS) method using an AAS-3 Carl-Zeiss spectrometer (Jena, Germany) after the "dry" method mineralization of samples in a muffle furnace.

It was found that the contents of Mg, Fe, Cu, Mn, and Zn were significantly higher in the dark chocolates than in the milk and white chocolates. The content of those elements was the higher the greater the cocoa content therein was. In the dark chocolates, the content of magnesium was between 1545.40 $\mu\text{g/g}$ and 2862.55 $\mu\text{g/g}$ d.m. There were shown considerable contents of zinc (356.70 \div 511.35 $\mu\text{g/g}$ d.m.) and iron (127.47 \div 155.74 $\mu\text{g/g}$ s.m.) and lower contents of copper (16.49 \div 25.37 $\mu\text{g/g}$ d.m.) and manganese (15.85 \div 21.46 $\mu\text{g/g}$ s.m.). Then, calcium was prevalent in the milk and whites chocolates and its content ranged between 3396.21 $\mu\text{g/g}$ d.m. and 4313.44 $\mu\text{g/g}$ d.m.

The dark chocolates with a higher content of dry matter can be a good source of Mg, Fe, Zn, Mn, and Cu in the diet. And white and milk chocolates can be significant carriers of calcium.

Key words: chocolate, types of chocolates, elements, content 