

EWA JABŁOŃSKA-RYŚ

Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Grzybów  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

## ZAWARTOŚĆ POLIFENOLI W CZEKOLADACH

### CONTENT OF POLYPHENOLS IN CHOCOLATES

**Streszczenie.** Celem pracy była analiza dostępnych na rynku czekolad pełnych o zróżnicowanym udziale miazgi kakaowej pod względem zawartości związków polifenolowych. Trzydzieści czekolad, w tym białe (3), mleczne (6), deserowe (13) oraz gorzkie (8), zakupiono w sklepach na terenie Lublina. Modyfikacje w metodyce ekstrakcji (czas, temperatura oraz zastosowanie ultradźwięków) miały istotny wpływ na poziom odzysku polifenoli. Zawartość tych związków w analizowanych czekoladach była istotnie różna ( $p < 0,05$ ). Największą zawartość polifenoli stwierdzono w czekoladzie G5 (czekolada gorzka, 85% miazgi kakaowej) – 3128,71 mg w 100 g. Zawartość polifenoli w czekoladach białych była najmniejsza spośród wszystkich czekolad.

**Słowa kluczowe:** polifenole, czekolada biała, czekolada mleczna, czekolada deserowa, czekolada gorzka

### Wstęp

Spożycie czekolady w Polsce jest mniejsze niż w krajach Europy Zachodniej: według danych z 2009 roku wynosiło około 1,2 kg na osobę rocznie (PRUSAK 2009). Przeprowadzone badania rynku wykazują, że spożywanie czekolady deklaruje 81% Polaków, a najczęściej kupowanymi markami są Wedel (38%), Alpen Gold (24%) oraz Milka (21,5%) (SZYMECKI 2011). Największy udział w sprzedaży (70% asortymentu) mają czekolady mleczne (PRUSAK 2009), natomiast spośród czekolad o zwiększonej zawartości kakao większą akceptacją konsumencką cieszą się czekolady o zawartości kakao poniżej 70% (KOWALSKA i MAŁOSZEWSKA 2009).

Czekolada jest produktem otrzymywanym z przetworzonych ziaren kakaowca właściwego (*Theobroma cacao*). Według obowiązujących definicji czekolada oznacza wyrób otrzymany z wyrobów kakaowych i cukrów, który (z pewnymi zastrzeżeniami dla szczegółowych rodzajów czekolady – „vermicelli”, „couverture” czy „Gianduja”)

zawiera nie mniej niż 35% suchej masy kakaowej ogółem, w tym nie mniej niż 18% masła kakaowego i nie mniej niż 14% suchej odtłuszczonej masy kakaowej (DYREKTYWA... 2000, ROZPORZĄDZENIE... 2002). W nazewnictwie potocznych czekolady spełniające powyższe warunki zwane są ciemnymi, naturalnymi, deserowymi czy gorzkimi. Ogólnie jest przyjęty podział czekolad należących do tej grupy na deserowe, o zawartości miazgi kakaowej od 35 do 70%, oraz gorzkie, o udziale miazgi kakaowej przekraczającym 75% (CZERWIŃSKA 2006, 2009, RATAJCZAK 2011).

Czekolada mleczna oznacza wyrób otrzymany z wyrobów kakaowych, cukrów i mleka lub wyrobów mlecznych, który (z zastrzeżeniami analogicznymi do przedstawionych wyżej) zawiera nie mniej niż 25% suchej masy kakaowej ogółem, nie mniej niż 14% suchej masy mlecznej, nie mniej niż 2,5% suchej odtłuszczonej masy kakaowej, nie mniej niż 3,5% tłuszczu mlecznego oraz nie mniej niż 25% tłuszczu ogółem (masło kakaowe i tłuszcz mleczny). Jeśli minimalna zawartość tłuszczu mlecznego w wyrobie wynosi 5,5%, wyraz „mleczna” jest zastąpiony przez „śmietankowa” (DYREKTYWA... 2000, ROZPORZĄDZENIE... 2002).

Białą czekoladę produkuje się bez dodatku miazgi kakaowej, za to z większym udziałem masła kakaowego (CZERWIŃSKA 2006). Zgodnie z obowiązującą definicją czekolada biała oznacza wyrób otrzymany z masła kakaowego, mleka lub wyrobów mlecznych i cukru zawierający nie mniej niż 20% masła kakaowego i nie mniej niż 14% suchej masy mlecznej, otrzymanej w drodze częściowego lub całkowitego odwodnienia mleka, śmietanki, masła lub tłuszczu mlecznego, w którym zawartość tłuszczu jest nie mniejsza niż 3,5% (DYREKTYWA... 2000, ROZPORZĄDZENIE... 2002).

Czekolady mogą być pełne, nadziewane, z dodatkami, napowietrzane, a szczegółowe wymagania w zakresie ich nazewnictwa, sposobu znakowania i jakości handlowej regulują odpowiednie rozporządzenia (DYREKTYWA... 2000, ROZPORZĄDZENIE... 2002). Nazwy „wyrób czekoladowy” może być stosowana tylko w odniesieniu do produktu spełniającego te wymagania (ROZPORZĄDZENIE... 2007).

W zależności od rodzaju czekolada dostarcza różnych ilości podstawowych składników odżywczych – białka, tłuszczu i węglowodanów, składników mineralnych oraz substancji biologicznie aktywnych, m.in. polifenoli. Spośród tej grupy związków charakterystyczne dla czekolady są występujące w największych ilościach w ziarnie kakaowym flawanole – katechiny i epikatechiny oraz ich polimery – procyanidyny (WOLGAST i ANKLAM 2000 a, DING i IN. 2006). Substancje te wykazują właściwości przeciwutleniające i są odpowiedzialne za dużą trwałość tłuszczu kakaowego zawartego w ziarnie kakaowym. W procesie technologicznym ulegają jednak znacznym przemianom. Suszenie ziarna powoduje spadek zawartości epikatechiny o 50%, proces fermentacji zmniejsza zawartość procyanidyn trzy-pięciokrotnie (WOLGAST i ANKLAM 2000 b). Z kolejnych procesów technologicznych największe znaczenie ma zabieg prażenia ziarna, ze względu na stosowanie wysokich temperatur. Podwyższenie temperatury prażenia ze 127 do 181°C powodowało spadek w ziarnie zawartości polifenoli ogółem z 1953 do 425  $\mu\text{g/g}$  (KEALEY i IN. 1998). Zawartość polifenoli w czekoladach jest uzależniona w głównej mierze od udziału miazgi kakaowej – czekolady deserowe i gorzkie o zwiększonej zawartości kakao charakteryzują się największą zawartością tych związków.

Polifenole obecne w czekoladzie wykazują szereg korzystnych dla organizmu człowieka właściwości. Szeroko omawiane w literaturze są właściwości przeciwutleniające, przeciwnowotworowe, udowodniono ich działanie na choroby krążenia – związki te redukują ciśnienie krwi, obniżają poziom cholesterolu frakcji LDL, wykazują

działanie przeciwmiażdżycowe (CARNÉSECCHI i IN. 2002, MURSU i IN. 2004, DING i IN. 2006, VINSON i IN. 2006, SHIINA i IN. 2009).

Celem pracy była analiza dostępnych na rynku czekolad pełnych o zróżnicowanym udziale miazgi kakaowej pod względem zawartości związków polifenolowych, po uprzednim ustaleniu optymalnej metody ekstrakcji.

## Materialy i metody

Materiałem badań było 30 czekolad 14 producentów zakupionych w sklepach spożywczych na terenie Lublina. Czekolady te zostały pogrupowane na cztery kategorie w zależności od zawartości miazgi kakaowej w wyrobie gotowym: czekolady białe (3), mleczne (6), deserowe (13) oraz gorzkie (8). Marka handlowa została zakodowana w postaci rzymskich cyfr (I-XIV). Charakterystykę zakupionych produktów zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka badanych czekolad  
Table 1. Characteristic data of studied chocolates

Rodzaj czekolady deklarowany przez producenta / kod producenta (I-XIV) Type of chocolate declared by the producer / producer code (I-XIV)	Zawartość miazgi kakaowej Content of cocoa solids (%)	Kod produktu Product code
1	2	3
Czekolady białe – White chocolates		
Czekolada biała / I – White chocolate / I	–	B1
Czekolada biała / II – White chocolate / II	–	B2
Czekolada biała / III – White chocolate / III	–	B3
Czekolady mleczne – Milk chocolates		
Czekolada mleczna / IV – Milk chocolate / IV	25	M1
Czekolada mleczna / V – Milk chocolate / V	25	M2
Czekolada mleczna / VI – Milk chocolate / VI	26	M3
Czekolada mleczna / I – Milk chocolate / I	30	M4
Czekolada mleczna / II – Milk chocolate / II	30	M5
Czekolada mleczna / III – Milk chocolate / III	30	M6
Czekolady deserowe – Dark chocolates		
Czekolada deserowa / V – Dessert chocolate / V	40	D1
Czekolada gorzka / VI – Bitter chocolate / VI	45	D2
Czekolada gorzka / VII – Bitter chocolate / VII	45	D3
Czekolada gorzka / VIII – Bitter chocolate / VIII	45	D4

Tabela 1 – cd. / Table 1 – cont.

1	2	3
Czekolada gorzka / IV – Bitter chocolate / IV	46	D5
Czekolada deserowa / II – Dessert chocolate / II	50	D6
Czekolada gorzka / IX – Bitter chocolate / IX	55	D7
Czekolada gorzka / III – Bitter chocolate / III	60	D8
Czekolada gorzka / II – Bitter chocolate / II	64	D9
Ekstra gorzka czekolada / IV – Extra bitter chocolate / IV	65	D10
Gorzka czekolada naturalna / X – Natural bitter chocolate / X	70	D11
Czekolada gorzka / XI – Bitter chocolate / XI	70	D12
Czekolada ciemna / XII – Dark chocolate / XII	70	D13
Czekolady gorzkie – Extra dark chocolates		
Czekolada ciemna / II – Dark chocolate / II	76	G1
Czysta ciemna czekolada / VIII – Pure dark chocolate / VIII	77	G2
Czekolada ciemna / XIII – Dark chocolate / XIII	85	G3
Czekolada ciemna / XI – Dark chocolate / XI	85	G4
Czekolada ciemna / XIII – Dark chocolate / XIII	85	G5
Czekolada ciemna / XIV – Dark chocolate / XIV	86	G6
Ciemna czekolada gorzka / X – Dark bitter chocolate / X	90	G7
Czekolada ciemna / XI – Dark chocolate / XI	99	G8

Wszystkie produkty były przechowywane w oryginalnych opakowaniach, w temperaturze pokojowej, bez dostępu światła. Analizę zawartości polifenoli przeprowadzono przed upływem terminu przydatności czekolad do spożycia.

Naważki (po 5 g) rozdrobionej czekolady wytrząsano z n-heksanem (2 × 50 ml) w temperaturze pokojowej przez 30 min w celu odtłuszczenia próbek (SANBONGI i IN. 1997, MENG i IN. 2009). Ekstrakcję związków polifenolowych z odtłuszczonej czekolady przeprowadzono metodą podaną przez COOPER i IN. (2008) w modyfikacji własnej. Modyfikacja polegała na ustaleniu optymalnych warunków prowadzenia ekstrakcji, tj. czasu (15, 30, 45 i 60 min) i temperatury (60 i 80°C) w wytrząsarce laboratoryjnej z łaźnią wodną oraz w łaźni ultradźwiękowej. Doświadczenie przeprowadzono dla próby D1 (czekolada deserowa o zawartości miazgi kakaowej 40%). Na podstawie uzyskanych wyników ustalono warunki ekstrakcji dla pozostałych prób.

Naważkę 2-gramową odtłuszczonej czekolady uzupełniano w kolbkach stożkowych wodą o temperaturze 80°C do 100 ml, następnie prowadzono ekstrakcję w wytrząsarce laboratoryjnej z łaźnią wodną w zadanej temperaturze przez 45 min bez dostępu światła. W ostudzonych i odwirowanych ekstraktach (13 000 obr/min przez 10 min) oznaczano zawartość polifenoli ogółem metodą Folina, przy długości fali 765 nm, wobec epikatechiny jako standardu. Analizy przeprowadzono w trzech powtórzeniach, a uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej (test Tukeya) z wykorzystaniem programu Stati-

stica 9.0. Wyniki podano w miligramach na 100 g czekolady (tab. 2, rys. 1-4). Dodatkowo dla czekolad mlecznych, deserowych i gorzkich wyliczono współczynnik korelacji ( $r$ ) pomiędzy zawartością polifenoli ogółem a udziałem miazgi kakaowej w produkcji.

Tabela 2. Zawartość polifenoli w czekoladach w zależności od metody ekstrakcji (mg w 100 g)  
Table 2. Content of polyphenols in chocolates depending on extraction method (mg per 100 g)

Metoda ekstrakcji Extraction method	Czas ekstrakcji – Extraction time			
	15 min	30 min	45 min	60 min
WL60	670,81 aB	766,42 bC	623,89 aA	668,40 bB
WL80	743,84 cA	729,54 abA	1 100,33 dC	922,65 dB
LU60	689,53 bB	699,52 aB	677,73 bB	619,66 aA
LU80	727,89 cA	763,11 bA	909,18 cB	873,91 cB

WL60, WL80 – ekstrakcja w wytrząsarce laboratoryjnej z łaźnią wodną w temperaturze 60 i 80°C, LU60, LU80 – ekstrakcja w łaźni ultradźwiękowej w temperaturze 60 i 80°C.

Wartości średnie oznaczone tą samą dużą literą w wierszach i małą w kolumnach nie różnią się statystycznie istotnie przy  $\alpha = 0,05$ .

WL60, WL80 – extraction in laboratory water bath shaker at temperature of 60 and 80°C, LU60, LU80 – extraction in ultrasonic bath at temperature of 60 and 80°C.

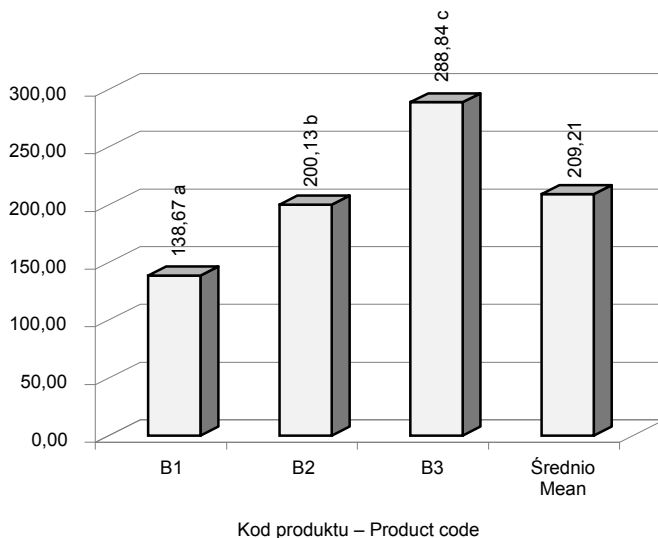
Mean values denoted by the same capital letter in the lines and small letter in the columns do not differ statistically significantly at  $\alpha = 0.05$ .

## Wyniki i dyskusja

Do ekstrakcji polifenoli charakterystycznych dla ziarna kakaowego stosowane są zwykle 70-80-procentowe wodne roztwory metanolu czy acetonu oraz woda i etanol (WOLGAST i ANKLAM 2000 b). W metodyce podanej przez COOPER i IN. (2008) ekstrakcję prowadzono gorącą wodą przez 1 h. W niniejszej pracy doświadczalnie ustalono temperaturę i czas ekstrakcji w warunkach normalnych (laboratoryjna łaźnia wodna z wytrząsaniem) oraz wspomaganych ultradźwiękami (łaźnia ultradźwiękowa) na przykładzie czekolady deserowej D1. Zarówno zastosowana metodyka ekstrakcji, jak i czas miały istotny wpływ na odzysk polifenoli (tab. 2). Zwiększenie temperatury z 60 do 80°C przy zachowaniu pozostałych parametrów powodowało zwiększenie stopnia ekstrakcji analizowanych związków. Wydłużenie czasu ekstrakcji również miało wpływ na efektywność metody, przy czym wpływ ten nie był jednolity we wszystkich kombinacjach doświadczalnych. Stwierdzono, że dla prób ekstrahowanych wodą w temperaturze 80°C optymalnym czasem ekstrakcji jest 45 min. Po przekroczeniu tego parametru zawartość polifenoli w badanych próbach malała. Wspomaganie ekstrakcji ultradźwiękami nie wykazało jednorodnego wpływu na stopień ekstrakcji polifenoli. Na podstawie uzyskanych wyników ustalono optymalne parametry procesu ekstrakcji dla badanych czekolad – temperatura 80°C, czas 45 min, ekstrakcja w warunkach normalnych (nie wspomaganą ultradźwiękami).

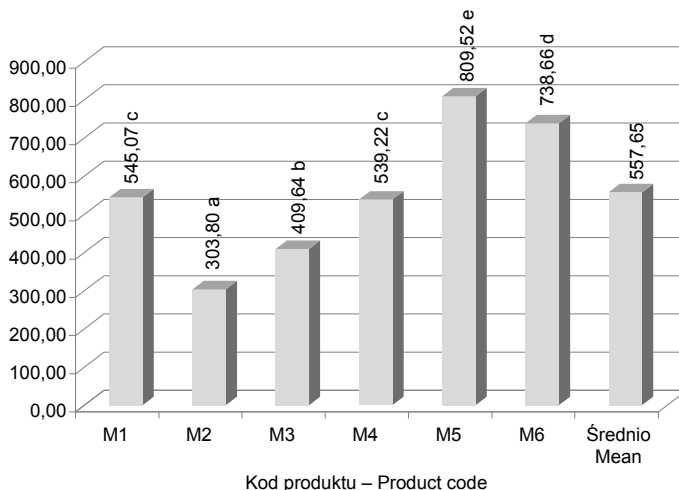
Badane czekolady różniły się istotnie pod względem zawartości polifenoli. Najmniejszą zawartość tych związków stwierdzono w czekoladach białych – średnio

209,21 mg w 100 g produktu (rys. 1). W tej grupie produktów największą zawartością badanych związków charakteryzowała się czekolada B3. Ze względu na brak udziału miazgi kakaowej w czekoladach białych są one ubogie w substancje polifenolowe. Dane literaturowe na ten temat są różnorodne i często sprzeczne. Według MURSU i IN. (2004) czekolada biała zawiera w 100 g jedynie 0,3 mg katechiny i nie zawiera procyanidyn. Masło kakaowe – podstawowy składnik czekolad białych – zawiera 8,8 mg polifenoli w 100 g (KOWALSKA i SIDORCZUK 2007). GENOVESE i LANNES (2009) analizowały zawartość polifenoli w różnych rodzajach cupuassu – produktów podobnych do czekolady, otrzymanych jednak z *Theobroma grandiflorum*. W białej „czekoladzie” cupuassu stwierdzono zawartość polifenoli na poziomie 96 mg w 100 g produktu w przeliczeniu na kwas galusowy. MENG i IN. (2009) podają dla 100 g czekolady białej wartość 126,39 mg polifenoli w przeliczeniu na epikatechinę (na 100 g), a PIMENTEL i IN. (2010) – 821 mg. Na wysoki poziom zawartości polifenoli mają wpływ zarówno metoda oznaczania, jak i skład czekolad. COOPER i IN. (2008) dowodzą, że białek mleka – składnika czekolad białych i mlecznych – mogą zawyżać poziom polifenoli oznaczanych metodą Folina, z tego względu w swoich badaniach do próbek czekolady przed procesem ekstrakcji stosowali oni dodatek proteazy.



Rys. 1. Zawartość polifenoli w czekoladach białych (mg w 100 g)  
 Fig. 1. Content of polyphenols in white chocolates (mg per 100 g)

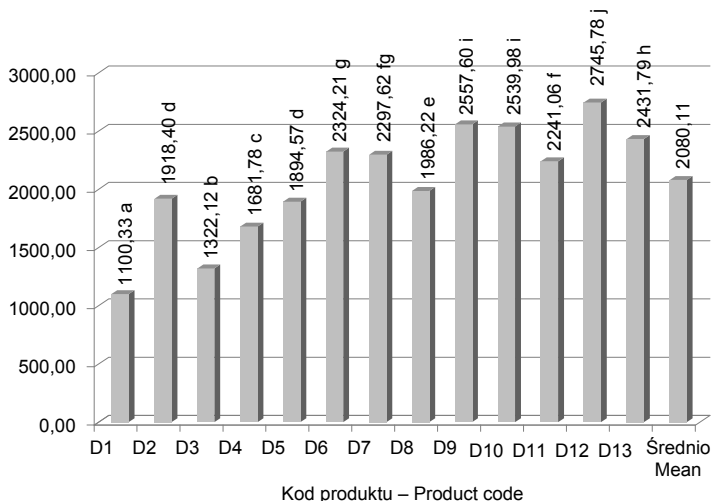
Według danych producentów analizowane czekolady mleczne zawierały w swoim składzie od 25 do 30% miazgi kakaowej. Współczynnik korelacji pomiędzy zawartością polifenoli ogółem a udziałem miazgi kakaowej wyniósł 0,78. Zawartość polifenoli w czekoladach pełnych mlecznych jest istotnie zróżnicowana i mieści się w granicach od 303,80 (M2) do 809,52 (M5) mg w 100 g (rys. 2). Wartości większe od średniej (557,65 mg w 100 g) uzyskano w przypadku dwóch czekolad mlecznych (M5 i M6) o 30-procentowym udziale miazgi kakaowej. Podobne wartości podają KOWALSKA i SIDORCZUK (2007) oraz GENOVESE i LANNES (2009) – odpowiednio 561,2 i 540 mg



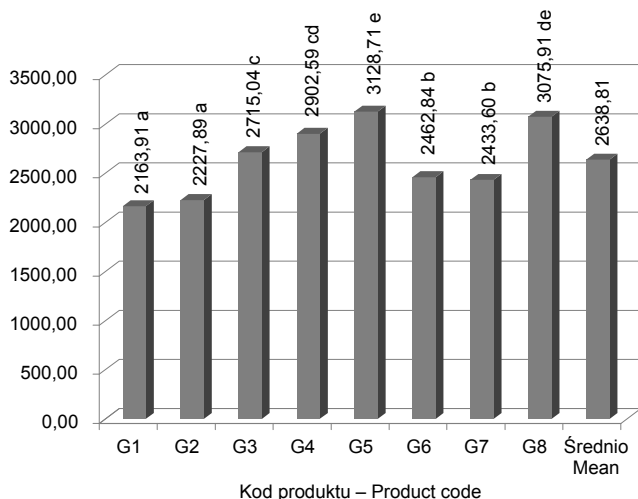
Rys. 2. Zawartość polifenoli w czekoladach mlecznych (mg w 100 g)  
 Fig. 2. Content of polyphenols in milk chocolates (mg per 100 g)

polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy w 100 g produktu. COOPER i IN. (2008), stosując ekstrakcję wodną, po uprzedniej obróbce enzymatycznej (proteaza), po zbadaniu ośmiu czekolad mlecznych uzyskali wyniki mieszczące się w zakresie od 520 do 850 mg polifenoli w przeliczeniu na epikatechinę w 100 g czekolady. Należy podkreślić, że wyniki te, dzięki zastosowanej metodyce, nie są zawyżone przez obecność białek mleka. MENG i IN. (2009) podają dla 100-gramowych czekolad mlecznych wartości mniejsze – 160,46 mg polifenoli ogółem wyrażonych jako katechina. Znacznie większe wartości uzyskali w swoich badaniach PIMENTEL i IN. (2010) oraz VINSON i IN. (1999) – odpowiednio 1137 i 1500 mg polifenoli ogółem w przeliczeniu na katechinę, choć jednocześnie drugi zespół autorów podaje dodatkowo zawartość samych monomerów (katechiny i epikatechiny) analizowanych za pomocą HPLC na poziomie 15-16 mg w 100 g.

Czekolady naturalne podzielono – niezależnie od opisu producenta – w zależności od udziału miazgi kakaowej w produkcie gotowym na dwie grupy: czekolady deserowe (13 rodzajów) oraz gorzkie (8). W przypadku niektórych czekolad deserowych, a więc o zawartości miazgi kakaowej od 35 do 70%, producenci umieszczali na opakowaniu napis „czekolada gorzka” (tab. 1). Największa wartość współczynnika korelacji pomiędzy zawartością polifenoli ogółem a udziałem miazgi kakaowej zaobserwowano w przypadku czekolad deserowych ( $r = 0,82$ ). Najmniejszą korelację stwierdzono w grupie czekolad gorzkich ( $r = 0,65$ ). Zarówno czekolady deserowe, jak i gorzkie były istotnie zróżnicowane pod względem zawartości polifenoli (rys. 3, 4). Średnia zawartość polifenoli w czekoladach deserowych wynosiła 2080,11 mg w 100 g. Wartości większe od średniej zaobserwowano w czekoladach, w których udział miazgi kakaowej wynosił lub przekraczał 50%. Wyjątek stanowiła czekolada D8, w której pomimo dużej zawartości miazgi kakaowej (60%) zawartość polifenoli była mniejsza od średniej i wynosiła 1986,22 mg w 100 g. W badanej grupie produktów wyróżniała się również czekolada D2, która pomimo stosunkowo małej zawartości miazgi kakaowej (45%) charakteryzowała się zawartością polifenoli na poziomie 1918,40 mg w 100 g.



Rys. 3. Zawartość polifenoli w czekoladach deserowych (mg w 100 g)  
Fig. 3. Content of polyphenols in dark chocolates (mg per 100 g)



Rys. 4. Zawartość polifenoli w czekoladach gorzkich (mg w 100 g)  
Fig. 4. Content of polyphenols in extra dark chocolates (mg per 100 g)

Zawartość polifenoli w grupie czekolad gorzkich mieściła się w granicach od 2163,91 (G1, 76% miazgi kakaowej) do 3128 mg w 100 g (G5, 85% miazgi kakaowej). W grupie tych produktów należy zwrócić uwagę na czekolady G6 i G7, w których pomimo dużego udziału miazgi kakaowej (odpowiednio 86 i 90%) zawartość polifenoli kształtowała się na poziomie niższym od wartości średniej.



W dostępnej literaturze dane na temat zawartości polifenoli w czekoladach deserowych i gorzkich są zróżnicowane. COOPER i IN. (2008), którzy przeanalizowali 46 rodzajów czekolad naturalnych, podają zawartość w nich polifenoli w zakresie od 340 do 2340 mg w 100 g. Inni autorzy podają wartości w 100 g czekolad naturalnych od 578,64 mg ekwiwalentu katechiny (MENG i IN. 2009) przez 1222,2 mg ekwiwalentu kwasu galusowego (KOWALSKA i SIDORCZUK 2007), 2377,5 mg ekwiwalentu katechiny (VINSON i IN. 2006) do nawet 3650 mg ekwiwalentu katechiny (VINSON i IN. 1999), nie uwzględniając jednak udziału miazgi kakaowej w analizowanych próbach. Jedynie PIMENTEL i IN. (2010) zestawiają zawartość polifenoli w zależności od składu czekolad, podając dla czekolad deserowych o zawartości miazgi kakaowej 40 i 70% wartości polifenoli odpowiednio 1447,1 oraz 1824 mg ekwiwalentu katechiny w 100 g produktu.

Uzyskane wyniki ukazują znaczne zróżnicowanie czekolad dostępnych na polskim rynku pod względem zawartości polifenoli. Niewątpliwie najlepszym ich źródłem są czekolady gorzkie, ale nie w każdym przypadku zwiększenie udziału miazgi kakaowej wiąże się ze wzrostem zawartości polifenoli w czekoladach.

## Wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono optymalne parametry procesu ekstrakcji wodnej polifenoli z czekolad: temperatura 80°C, czas 45 min, ekstrakcja w warunkach normalnych (nie wspomagana ultradźwiękami).

2. Najmniejszą zawartość polifenoli stwierdzono w czekoladach białych – średnio 209,21 mg w 100 g produktu.

3. Czekolady mleczne, pomimo podobnego udziału miazgi kakaowej (25-30%), różniły się istotnie pod względem zawartości polifenoli. Na uzyskane wyniki, podobnie jak w przypadku czekolad białych, mogły mieć wpływ pozostałe składniki, przede wszystkim białka mleka.

4. W czekoladach deserowych i gorzkich zwiększenie udziału miazgi kakaowej nie było jednoznaczne ze wzrostem zawartości polifenoli.

5. Produkty o największej zawartości polifenoli, przekraczającej wartość 3000 mg w 100 g, to czekolady gorzkie G5 oraz G8 o udziale miazgi kakaowej odpowiednio 85 i 99%.

## Literatura

- CARNÉSECCHI S., SCHNEIDER Y., LAZARUS S.A., COEHLO D., GOSSÉ F., RAUL F., 2002. Flavanols and procyanidins of cocoa and chocolate inhibit growth and polyamine biosynthesis of human colonic cancer cells. *Cancer Lett.* 175: 147-155.
- COOPER K.A., CAMPOS-GIMÉNEZ E., ALVAREZ D.J., RYTZ A., NAGY K., WILLIAMSON G., 2008. Predictive relationship between polyphenol and nonfat cocoa solids content of chocolate. *J. Agric. Food Chem.* 56, 1: 260-265.
- CZERWIŃSKA D., 2006. Kusząca tabliczka. *Przegl. Gastron.* 1: 21-22.
- CZERWIŃSKA D., 2009. Czekolada na szczęście. *Przegl. Gastron.* 9: 26-27.

- DING E.L., HUTFLESS S.M., DING X., GIROTRA S., 2006. Chocolate and prevention of cardiovascular disease: a systematic review. *Nutr. Metab. (Lond.)* 3, 2. [www.nutritionandmetabolism.com/content/3/1/2].
- DYREKTYWA 2000/36/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 czerwca 2000 r. odnosząca się do wyrobów kakaowych i czekoladowych przeznaczonych do spożycia przez ludzi. 2000. Dz. Urz. WE L 197/19: 431-437.
- GENOVESE M.I., LANNES S.C.S., 2009. Comparison of total phenolic content and antiradical capacity of powder and “chocolates” from cocoa and cupuassu. *Ciênc. Tecnol. Aliment. (Campinas)* 29, 4: 810-814.
- KEALEY K.S., SNYDER R.M., ROMANCZYK L.J., GEYER H.M., MYERS M.E., WITHCARE E.J., HAMMERSTONE J.F., SHITZ H.H., 1998. Cocoa component, edible products having enhanced polyphenol content, methods of making same and medical uses. Patent Cooperation Treaty WO 98/09533, Mars Incorporated, USA.
- KOWALSKA J., MAŁOSZEWSKA E., 2009. Ocena towaroznawcza czekolad wysokokakaowych. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 4, #141.
- KOWALSKA J., SIDORCZUK A., 2007. Analysis of the effect of technological processing on changes in antioxidant properties of cocoa processed products. *Pol. J. Food Sci.* 75, 2: 95-99.
- MENG C.C., JALIL A.M.M., ISMAIL A., 2009. Phenolic and theobromine contents of commercial dark, milk and white chocolates on the Malaysian market. *Molecules* 14: 200-209.
- MURSU J., VOUTILAINEN S., NURMI T., RISSANEN T.H., VITRANEN J.K., KAIKKONEN J., NYSSÖNEN K., SALONEN J.T., 2004. Dark chocolate consumption increases HDL cholesterol concentration and chocolate fatty acids may inhibit lipid peroxidation in healthy humans. *Free Radic. Biol. Med.* 37, 9: 1351-1359.
- PIMENTEL F.A., NITZKE J.A., KLIPPEL C.B., DE JONG E.V., 2010. Chocolate and red wine – a comparison between flavonoids content. *Food Chem.* 120: 109-112.
- PRUSAK T., 2009. Słodki rynek. *Hurt Detal* 37, 3: 16-22.
- RATAJCZAK J., 2011. Raport – rynek słodczy i słonych przekąsek. *Por. Handl. Online* 3. [poradnikhandlowca.pl].
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 4 grudnia 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej wyrobów kakaowych i czekoladowych. 2002. Dz. U. 214, poz. 1813.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 10 lipca 2007 r. w sprawie znakowania środków spożywczych. 2007. Dz. U. 137, poz. 966.
- SANBONGI C., SUZUKI N., SAKANE T., 1997. Polyphenols in chocolate, which have antioxidant activity, modulate immune functions in humans *in vitro*. *Cell. Immunol.* 177: 129-136.
- SHIINA Y., FUNABASHI N., LEE K., MURAYAMA T., NAKAMURA K., WAKATSUKI Y., DAIMON M., KOMURO I., 2009. Acute effect of oral flavonoid-rich dark chocolate intake on coronary circulation, as compared with non-flavonoid white chocolate, by transthoracic Doppler echocardiography in healthy adults. *Int. J. Cardiol.* 131, 3: 424-429.
- SZYMECKI W., 2011. Raport – słodycze. *Hurt Detal* 60, 2: 52-57.
- VINSON J.A., PROCH J., BOSE P., MUCHLER S., TAFFERA P., SHUTA D., SAMMAN N., AGBOR G.A., 2006. Chocolate is a powerful *ex vivo* and *in vivo* antioxidant, an antiatherosclerotic agent in an animal model, and significant contributor in the European and American diets. *J. Agric. Food Chem.* 54, 21: 8071-8076.
- VINSON J.A., PROCH J., ZUBIK L., 1999. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: cocoa, dark chocolate and milk chocolate. *J. Agric. Food Chem.* 47, 12: 4821-4824.
- WOLGAST J., ANKLAM E., 2000 a. Polyphenols in chocolate: is there a contribution on human health? *Food Res. Int.* 33: 449-459.
- WOLGAST J., ANKLAM E., 2000 b. Review on polyphenols in *Teobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Res. Int.* 33: 423-447.

## CONTENT OF POLYPHENOLS IN CHOCOLATES

**Summary.** The aim of this study was an analysis of commercially available chocolates of varied participation of cocoa pulp in terms of polyphenolic compounds. Thirty commercially available chocolates consisting of white (3), milk (6), dark (13) and extra dark (8) were bought from markets in Lublin. Modifications in extraction method (time, temperature and use of sonification) had significant influence on the polyphenols level of recovery. The content of this compound was significantly different ( $p < 0.05$ ) among the studies commercial chocolates. The highest phenolic concentration was found in G5 chocolate (extra dark, 85% of cocoa) – 3128.71 mg per 100 g. Polyphenols content in white chocolates was lower than in other chocolates.

**Key words:** polyphenols, white chocolate, milk chocolate, dark chocolate, extra dark chocolate

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Ewa Jabłońska-Ryś, Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Grzybów, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin, Poland, e-mail: ewa.jablonska-rys@up.lublin.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*13.01.2012*

*Do cytowania – For citation:*

*Jabłońska-Ryś E., 2012. Zawartość polifenoli w czekoladach. Nauka Przyr. Technol. 6, 2, #30.*