

APARATURA

BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

Charakterystyka i ocena jakości tłuszczu kakaowego i jego zamienników

BARTOSZ KRUSZEWSKI, MIECZYŚLAW OBIEDZIŃSKI

SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE, WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOŚCI, KATEDRA BIOTECHNOLOGII, MIKROBIOLOGII I OCENY ŻYWNOŚCI

Słowa kluczowe: tłuszcz kakaowy, zamienniki tłuszczu kakaowego, kwasy tłuszczowe, liczby tłuszczowe, GC/MS

STRESZCZENIE

Celem podjętych badań była charakterystyka i ocena jakości wybranych masel kakaowych różnego pochodzenia geograficznego oraz ich zamienników. Wykonano analizę kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC/MS). Na podstawie uzyskanych chromatogramów wyliczono dla analizowanych próbek liczbę tłuszczową jodową (LI) oraz kwasową (LK). Ponadto w celu porównania wyników przeprowadzono tradycyjne analizy fizykochemiczne próbek i wyznaczono liczby: jodową, kwasową oraz nadtlenkową (LOO).

Profil kwasów tłuszczowych poszczególnych masel kakaowych potwierdził ich zróżnicowanie pod względem miejsca pochodzenia geograficznego. Dominującymi kwasami były: palmitynowy, stearynowy i oleinowy. Próbkami zamienników tłuszczu kakaowego charakteryzowały się bogatszym składem kwasów tłuszczowych, z dominacją kwasów z zakresu C8-C16. Na podstawie liczb tłuszczowych wyznaczonych zarówno metodą instrumentalną jak i fizykochemiczną można stwierdzić, że w większości przypadków jakość ogólna przebadanych surowców była dobra, a wartości nie przekraczały zakresów ustalonych w przyjętych standardach. Wyjątkiem były trzy próbki masła kakaowego oraz jedna próbka zamiennika, których LK i LOO wskazywały na postępujący proces jełczenia.

Characteristics and quality evaluation of cocoa butter and its substitutes

Keywords: cocoa butter, cocoa butter substitutes, fatty acids, fat values, GC/MS

ABSTRACT

The main purpose of this study was to make characterization and quality evaluation of chosen cocoa butters from different place of origin and its substitutes. Fatty acids analysis by gas chromatography coupled to mass spectrometry method (GC/MS) was performed. The obtained chromatograms allowed to calculate fat values, such as acid (AV) and iodine value (IV). Furthermore, in order to compare results from instrumental method, several physicochemical analysis was carried out, based on iodine, acid and peroxide values (PV) determination.

Individual fatty acid profiles of cocoa butters confirmed their diversity in terms of geographical origin. The predominant acids were palmitic, stearic and oleic acid. Cocoa butter substitutes samples were characterized by a richer composition of fatty acids with domination of C8-C16 range. Based on fat values, determined both by instrumental and physicochemical methods, it can be concluded that in most cases overall quality of tested materials was quite good, and values did not exceed ranges specified in the standards. Exception occurred in three cocoa butter samples and in one substitute sample, in which LK and LOO showed a progressive process of rancidity.

1. WPROWADZENIE

Tłuszcz kakaowy jest jednym z najważniejszych składników czekolad i polew czekoladowych nie tylko ze względów technologicznych, ale także jako czynnik kształtujący ogólną smakowość produktu [1]. Ze względu na to, że uprawy kakaowca, z którego owoców po uprzedniej obróbce pozyskiwany jest tłuszcz, znajdują się na szerokościach geograficznych o dość zróżnicowanej sytuacji geopolitycznej, cena kakao i pozostałych surowców kakaowych jest bardzo niestabilna [2, 3]. Z tego powodu tłuszcz kakaowy jest obecnie najdroższym na świecie tłuszczem roślinnym stosowanym w przemyśle spożywczym.

Względy ekonomiczne oraz stabilność właściwości skłaniają producentów czekolady do stosowania alternatyw tłuszczu kakaowego (CBA) [4]. Takie mieszanki o niemal identycznych właściwościach co tłuszcz kakaowy opracowano i zaczęto stosować w produkcji czekolady już w latach 60-tych XX wieku [5]. Aby ograniczyć stosowanie tłuszczów roślinnych w czekoladach, Unia Europejska wprowadziła w życie tzw. „czekoladową” dyrektywę. Głównym postanowieniem dyrektywy 2000/36/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 czerwca 2000 roku jest zezwolenie na dodatek do wyrobów czekoladowych tłuszczów innych niż kakaowy w ilości do 5%, z zachowaniem

minimalnej, zalecanej dla danego rodzaju wyrobu zawartości części kakaowych, z zastrzeżeniem zamieszczenia na opakowaniu czytelnej informacji o zastosowanych tłuszczach. Dodatek przekraczający dozwoloną ilość 5% traktowany jest jako fałszowanie produktu spożywczego [6].

Istnieją różne rodzaje zamienników masła kakaowego [7]. Można je podzielić na tłuszcze wymagające temperowania: ekwiwalenty (CBE) i polepszające tłuszczu kakaowego (CBI) oraz tłuszcze nie wymagające temperowania: zamienniki (CBR) i substytuty tłuszczu kakaowego (CBS). Różnią się między sobą składem kwasów tłuszczowych w triacyloglicerolach oraz stopniem mieszalności z oryginalnym masłem kakaowym. Każdy rodzaj zamienników oprócz zastępowania masła kakaowego, przez wzgląd na swoje właściwości, pełni w wyrobach czekoladowych również dodatkowe funkcje, np. stabilizuje frakcję tłuszczową, podnosi temperaturę topnienia [8-10].

Do badań składu substancji biologicznie aktywnych w czekoladzie najczęściej stosuje się metody instrumentalne takie jak chromatografia gazowa i wysokosprawna chromatografia cieczowa. Obie pozwalają na dość szybką i kompleksową analizę. W wyrobach czekoladowych najczęściej bada się skład kwasów tłuszczowych, triacylogliceroli, steroli oraz profil związków lotnych [11-13].

Tłuszcz kakaowy jak każdy tłuszcz roślinny pod wpływem czynników zewnętrznych i wewnętrznych podlega podczas transportu i przechowywania wielu niekorzystnym zmianom, m.in. hydrolytycznym, ketonowym, nadtlenkowym. Do określania charakterystyki tłuszczów oraz stanu zachodzących w nich zmian służą liczby tłuszczowe. Typ tłuszczu można poznać na podstawie liczby jodowej, natomiast informacje o jakości tłuszczu dostarczają liczby: kwasowa i nadtlenkowa [14]. Celem pracy była charakterystyka i ocena jakości wybranych masel kakaowych różnego pochodzenia geograficznego oraz ich zamienników. Przeprowadzono profilowanie kwasów tłuszczowych metodą GC/MS oraz wykonano oznaczenia liczb tłuszczowych (LI, LK, LOO).

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badany stanowiło osiem rodzajów handlowych tłuszczów kakaowych pochodzących z czterech różnych krajów (Tab. 1) oraz trzy rodzaje zamienników masła kakaowego – każdy od różnych producentów (CBA-1, CBA-2, CBA-3). Łącznie przebadano jednaście próbek tłuszczów przeznaczonych do produkcji wyrobów czekoladowych. Wszystkie analizowane produkty znajdowały się w okresie przydatności do użycia według dat zamieszczonych na etykietach. Materiał badany przechowywano w warunkach chłodniczych bez dostępu światła, w izolacji od pozostałych produktów przechowywanych w chłodziarni (opakowania próżniowe z tworzywa sztucznego lub szklane).

Tabela 1 Materiał badany (CB - tłuszcz kakaowy, CBA - zamiennik tłuszczu kakaowego)

Table 1 Research material (CB - cocoa butter, CBA -cocoa butter alternatives)

Produkt	Kraj pochodzenia lub producent
CB-1	Indonezja
CB-2	Indonezja
CB-3	Ghana
CB-4	Ghana
CB-5	Peru
CB-6	Wybrzeże Kości Słoniowej
CB-7	Wybrzeże Kości Słoniowej
CB-8	Ghana

Każdą próbkę tłuszczu poddaną analizie pobierano ze zmieszanych ze sobą, pochodzących z różnych miejsc opakowania (gryfu), mechanicznie rozdzielonych fragmentów danego produktu. Każdą próbkę niezależnie od rodzaju badania analizowano w dwóch równoległych powtórzeniach, a uzyskane wyniki uśredniano w celu poddania analizie statystycznej przy użyciu programów StatGraphics Plus 5.1 i Microsoft Excel 2011.

2.1 Analizy instrumentalne

2.1.1 Oznaczenie udziału procentowego kwasów tłuszczowych

Pierwsze oznaczenie stanowiło wyznaczenie profilu składu procentowego związanych kwasów tłuszczowych w masłach kakaowych i ich zamiennikach. W tym celu do probówek na 10 ml naważono 10 mg rozdrobnionego, reprezentatywnego materiału badanego i zalano 2 ml heksanu (cz.d.a.) oraz 1 ml mieszaniny metylującej (2M KOH w metanolu cz.d.a.). Probki wytrząsano przez chwilę, po czym wstawiono do łaźni ultradźwiękowej na 30 minut. Po procesie metylacji pobierano odpowiednie ilości roztworu z górnej warstwy do wialki i rozcieńczano. Do analizy ostatecznie pobierano 1 µl przygotowanego roztworu za pomocą autosamplera AOC-20i (Shimadzu). W przypadku oznaczenia wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) zastosowano procedurę proponowaną przez O'Fallon i in. [15].

Analizy kwasów tłuszczowych prowadzono za pomocą chromatografu gazowego sprzężonego ze spektrometrem mas (model QP 2010S Shimadzu) wyposażonego w kolumnę arylenową ZB-5MS (5%-fenyl-95%-dimetylopolisiloksan) o wymiarach 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm (Phenomenex). Nastrzyki wykonano w trybie dzielnikowym (35:1). Parametry pracy chromatografu ustawiono następująco: przepływ helu jako gazu nośnego 1,25 ml/min, temperatura portu nastrzykowego 250°C, początkowa temperatura pieca 60°C (izoterma przez 3 minuty), narost temperatury 5°C/min do 330°C, a następnie utrzymanie izotermy przez 5 minut. Temperatura linii łączącej GC-MS wynosiła 240°C. W przypadku parametrów pracy spektrofotometru mas temperatura źródła jonów wynosiła 230°C, zakres przemieszczenia filtru kwadrupolowego 50-400 m/z, przy energii jonizacji wynoszącej 70eV. Identyfikacji poszczególnych kwasów dokonywano na podstawie porównania czasu retencji z czasem retencji dostępnych

standardów oraz widm, jak również danych literaturowych.

2.1.2 Wyznaczenie liczby jodowej i kwasowej na podstawie chromatogramów

Liczbę jodową dla poszczególnych próbek tłuszczów obliczono stosując metodę proponowaną w załączniku B normy PN-EN 14214:2012 [16]. Według procedury liczba jodowa jest sumą indywidualnych udziałów poszczególnych estrów metylowych kwasów tłuszczowych, uzyskanych poprzez pomnożenie udziałów procentowych uzyskanych z chromatogramów przez odpowiedni dla każdego estru współczynnik (tabela ze współczynnikami zawarta w normie). Jedną z adnotacji dołączonych do normy zaznacza, że liczba jodowa wyliczona w ten sposób może być nieco niższa od rzeczywistej dla tłuszczów z zakresu niskiej liczby jodowej. Nie podano jednak przedziału liczbowego dla tego zakresu.

Liczbę kwasową wyliczono opierając się na uzyskanej zawartości procentowej FFA dla poszczególnych próbek tłuszczów (chromatogramy) oraz wzorach i definicji liczby kwasowej podanych w normie PN-EN ISO 660:2010 [17].

2.2 Analizy fizykochemiczne

Oznaczenia liczb tłuszczowych dla materiału badanego, to jest liczby jodowej, kwasowej i nadtlenkowej, wykonano według norm – odpowiednio PN-EN ISO 3961:2011, PN-EN ISO 660:2010 i PN-EN ISO 3960:2012 [18, 19].

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Masło kakaowe ma różne właściwości w zależności od miejsca pochodzenia, warunków klimatycznych oraz obróbki wstępnej owoców kakaowca. W związku z tym, można zaobserwować różnice w składzie kwasów tłuszczowych występujących w triacyloglicerolach masel kakaowych [20]. Natomiast udziały poszczególnych kwasów tłuszczowych w alternatywach masła kakaowego uzależnione są od rodzaju i proporcji tłuszczów roślinnych użytych do ich produkcji [8, 9].

W niniejszej pracy zidentyfikowano chromatograficznie 15 kwasów tłuszczowych. Wśród nich znajdowały się te należące do grup nasyconych, jednonienasyconych i wielonienasyconych (Tab. 2). Na podstawie otrzymanych chromatogramów masel kakaowych (Tab. 3), stwierdzono dominację

Tabela 2 Czas retencji kwasów tłuszczowych wykrytych w materiale badanym

Table 2 Retention time of fatty acids detected in research material

Czas retencji t_r	Kwas tłuszczowy
11,280	kwas kaprylowy
17,009	kwas kaprynowy
22,175	kwas laurynowy
26,819	kwas mirystynowy
30,582	kwas palmitoleinowy
31,032	kwas palmitynowy
33,003	kwas margarynowy
33,821	kwas α -linolenowy
34,241	kwas linolowy
34,365	kwas oleinowy
34,877	kwas stearynowy
37,939	kwas ikozenowy
38,406	kwas arachidowy
41,241	kwas erukowy
41,670	kwas behenowy

trzech kwasów tłuszczowych: stearynowego, oleinowego i palmitynowego. Udział dominujących i podstawowych kwasów był zbliżony do danych literaturowych [11, 12, 21-23]. Tłuszcz CB-5 pochodzący z Peru był bogatszy o jeden kwas w porównaniu do pozostałych tłuszczów (kwas palmitoleinowy). Posiadał jednak prawie dwa razy mniejszą zawartość kwasu arachidowego i kwasów wielonienasyconych takich jak linolowy i linolenowy. Tłuszcze CB-1 i CB-2 pochodzące z Indonezji odznaczały się najniższą zawartością kwasu palmitynowego i behenowego spośród wszystkich przebadanych tłuszczów kakaowych. Z kolei procentowy udział kwasu stearynowego oraz linolenowego był u nich najwyższy. Masła kakaowe CB-3, CB-4 oraz CB-8 produkcji Wybrzeża Kości Słoniowej posiadały najbardziej uśredniony profil kwasów tłuszczowych. Odznaczały się jedynie niższą od pozostałych tłuszczów kakaowych zawartością kwasu oleinowego. Natomiast próbki CB-6 i CB-7 pochodzące z Ghany posiadały najwięcej kwasu oleinowego jak i linolowego. Nie wykryto w żadnym z tłuszczów kakaowych kwasu laurynowego, co świadczy o czystości surowcowej badanych produktów oraz dobrej praktyce producentów.

Tabela 3 Średni udział procentowy kwasów tłuszczowych w masłach kakaowych
Table 3 Percentage average content of fatty acids in cocoa butters

Kwas tłuszczowy	CB-1	CB-2	CB-3	CB-4	CB-5	CB-6	CB-7	CB-8
C16:0	23,95 ±0,07	23,18 ±0,14	25,93 ±0,37	26,32 ±0,28	27,75 ±0,13	26,03 ±0,04	26,00 ±0,10	26,05 ±0,25
C16:1	nw.	nw.	nw.	nw.	0,20 ±0,08	nw.	nw.	nw.
C17:0	0,14 ±0,03	0,19 ±0,03	0,38 ±0,05	0,24 ±0,07	0,24 ±0,02	0,17 ±0,04	0,20 ±0,10	0,29 ±0,01
C18:0	39,03 ±0,10	40,05 ±0,12	37,48 ±0,06	37,36 ±0,40	36,51 ±0,28	35,05 ±0,35	34,90 ±0,20	37,44 ±0,03
C18:1	33,39 ±0,03	33,32 ±0,08	31,77 ±0,17	31,87 ±0,02	32,47 ±0,19	34,19 ±0,30	34,70 ±0,20	32,00 ±0,11
C18:2	2,03 ±0,06	1,83 ±0,08	2,52 ±0,07	2,40 ±0,02	1,85 ±0,14	3,04 ±0,08	2,80 ±0,10	2,35 ±0,04
C18:3	0,36 ±0,07	0,28 ±0,04	0,19 ±0,01	0,17 ±0,03	0,10 ±0,01	0,26 ±0,02	0,20 ±0,00	0,20 ±0,02
C20:0	0,96 ±0,04	1,02 ±0,02	1,40 ±0,13	1,33 ±0,05	0,74 ±0,01	1,05 ±0,07	1,10 ±0,10	1,35 ±0,06
C22:0	0,15 ±0,06	0,15 ±0,01	0,35 ±0,02	0,32 ±0,03	0,16 ±0,01	0,19 ±0,03	0,20 ±0,00	0,34 ±0,02

nw. – nie wykryto

W przypadku alternatyw tłuszczu kakaowego analiza kwasów tłuszczowych pozwoliła zakwalifikować próbki do poszczególnych rodzajów CBA. Produkt oznaczony jako CBA-1 należy do substytutów masła kakaowego (CBS). Wskazuje na to wysoka, bo 48% zawartość kwasu laurynowego (Tab. 4). Natomiast produkt CBA-2 ma skład najbardziej zbliżony do charakterystyki grupy polep-

szaczy masła kakaowego (CBI). Przemawia za tym wysoka zawartość kwasu palmitynowego (54%) i oleinowego (34%). Zastanawiający jest jednak fakt obecności śladowej ilości kwasu laurynowego (1,15%), gdy z definicji tłuszcze CBI nie powinny zawierać kwasu laurynowego. Ostatni badany produkt CBA-3 niewątpliwie należy do grupy zamienników tłuszczu kakaowego (CBR). Ten gatu-

Tabela 4 Średni skład procentowy kwasów tłuszczowych w zamiennikach masła kakaowego
Table 4 Percentage average content of fatty acids in cocoa butters alternatives

Kwas tłuszczowy	CBA-1	CBA-2	CBA-3	Kwas tłuszczowy	CBA-1	CBA-2	CBA-3
C8:0	0,87 ±0,06	0,06 ±0,01	0,32 ±0,03	C18:0	13,66 ±0,06	7,75 ±0,04	6,08 ±0,37
C10:0	1,68 ±0,06	0,06 ±0,01	0,34 ±0,03	C18:1	0,72 ±0,28	32,97 ±0,19	47,36 ±0,91
C12:0	48,37 ±0,49	1,15 ±0,01	4,11 ±0,06	C18:2	nw.	2,18 ±0,21	8,42 ±0,05
C14:0	23,23 ±0,35	1,04 ±0,03	2,27 ±0,06	C20:0	0,13 ±0,03	0,29 ±0,01	0,35 ±0,01
C16:0	11,36 ±0,16	54,30 ±0,42	30,12 ±0,31	C20:1	nw.	nw.	0,32 ±0,02
C16:1	nw.	nw.	0,09 ±0,01	C22:0	nw.	0,29 ±0,01	0,15 ±0,01
C17:0	nw.	0,12 ±0,03	nw.	C22:1	nw.	nw.	0,09 ±0,01

nw. – nie wykryto

nek tłuszczów produkowany jest z olejów roślinnych takich jak kokosowy, sojowy, rzepakowy, bawełniany czy palmowy. Uzyskany profil kwasów tłuszczowych odzwierciedla ten fakt. W CBA-3 wykryto zarówno tłuszcz laurynowy, jak i jednonienasycone kwasy typu palmitoleinowy, ikozenowy i erukowy wskazujące na obecność wcześniej wymienionych tłuszczów [8, 9, 24].

Liczby tłuszczowe wyznaczone dwiema metodami nie różnią się od siebie istotnie (Tab. 5). W przypadku liczby kwasowej, uwzględniając odchylenia standardowe, wartości wyliczone z chromatogramów oraz te uzyskane z analiz fizykochemicznych wzajemnie się pokrywają. Świadczy to o prawidłowości metodyki przyjętej do wyliczania tej liczby tłuszczowej. Jeśli chodzi o liczbę jodową, uzyskane wyniki nieco odbiegają od siebie. Należy zauważyć, że norma, na podstawie której wyliczono liczbę jodową, zwracała uwagę na możliwość otrzymywania zaniżonych wyników dla olejów charakteryzujących się niską liczbą jodową. Tłuszczu kakaowego nie można zaliczyć do olejów o niskiej liczbie jodowej (śr. 36,5). Być może rozbieżność wynika z niedokładności przyjętej metodyki. W większości przypadków analizowanych w niniejszej pracy aby uzyskać liczbę jodową zgodną z tą wyznaczoną metodą fizykochemiczną, należy wprowadzić odpowiednią poprawkę. Zauważono bowiem, że dla badanych tłuszczów kakaowych wyliczana liczba jodowa była mniejsza od miareczkowej od 6,1 do 6,9% (śr. 6,6%). Nie stwier-

dzono takiej zależności w przypadku zamienników masła kakaowego. Tu różnice wynosiły 2,5%, 6,8% oraz 18,9% odpowiednio dla próbek CBA-3, CBA-2 i CBA-1.

Liczby kwasowe razem z profilem kwasów tłuszczowych dobrze współgrały w scharakteryzowaniu materiału badanego. Najwyższą liczbę jodową posiadała próbka CBA-3, która to odznaczała się najwyższą koncentracją nienasyconych kwasów tłuszczowych spośród wszystkich badanych tłuszczów. Z kolei najniższą posiadała próbka CBA-1, o najniższym udziale kwasu oleinowego, a najwyższym kwasów z grupy nasyconych. Średnia wartość liczby jodowej dla przebadanych tłuszczów kakaowych wynosiła 35,3 co zgodne jest z ogólnie przyjętym standardem (33 - 40) [5, 10, 24].

Stan jakościowy tłuszczów roślinnych jest równie ważny co procentowy skład kwasów tłuszczowych. Wyznaczone liczby kwasowa i nadtlenkowa wykazały postępujący proces jełczenia w trzech z ośmiu próbek masła kakaowego (CB-1, CB-2, CB-8) i w jednej próbce zamiennika CBA-3. Według standardów, liczba kwasowa masła kakaowego powinna oscylować przy wartości około 3 [5, 10, 24]. Wyżej wspomniane próbki przekraczały tę normę od dwóch do trzech razy. Jednak maksymalna dopuszczalna liczba nadtlenkowa (około 4) nie została przekroczona [5, 10, 24]. Sugeruje to dopiero początkową fazę zachodzących przemian opartą na hydrolizie triacylogliceroli. Ma-

Tabela 5 Liczby tłuszczowe

Table 5 Fat values

Materiał badany	Metoda instrumentalna		Metoda fizykochemiczna		
	LI	LK	LI	LK	LOO
CB-1	33,2±0,1	4,8±0,2	35,5±0,2	4,7±0,3	3,4±0,3
CB-2	32,5±0,3	9,6±0,2	34,9±0,3	9,5±0,7	3,1±0,2
CB-3	32,2±0,1	1,5±0,1	34,6±0,2	1,6±0,1	2,5±0,1
CB-4	32,0±0,2	2,4±0,2	34,3±0,1	2,3±0,1	3,0±0,3
CB-5	31,6±0,3	3,0±0,1	33,8±0,3	2,9±0,1	1,9±0,2
CB-6	35,3±0,1	2,5±0,2	37,7±0,2	2,6±0,1	2,6±0,4
CB-7	35,2±0,2	3,1±0,1	37,5±0,2	3,2±0,1	1,3±0,2
CB-8	32,1±0,1	4,5±0,2	34,4±0,3	4,4±0,1	1,3±0,1
CBA-1	0,2±0,0	0,5±0,1	0,3±0,0	0,4±0,1	2,2±0,3
CBA-2	32,1±0,3	0,0±0,0	34,5±0,3	0,2±0,1	1,0±0,1
CBA-3	55,7±0,5	0,7±0,1	57,1±0,5	0,5±0,1	66,4±0,4

teriał CBA-3 charakteryzował się bardzo wysoką liczbą nadtlenkową (śr. 66,4). Jest to ten sam tłuszcz, którego kwas oleinowy stanowił niemalże 50% składu. Był więc bardzo podatny na zjawisko utleniania. Tak wysoka wartość LOO może znajdować przyczynę w nieprawidłowych warunkach transportu i/lub przechowywania tego tłuszczu.

4. STWIERDZENIA I WNIOSKI

1. Zastosowanie techniki GC/MS pozwoliło na uzyskanie profilów procentowych udziałów kwasów tłuszczowych w materiale badanym. Analiza chromatograficzna ujawniła w próbkach przedstawiciele kwasów nasyconych, mononienasyconych i wielonienasyconych.

2. Profile kwasów tłuszczowych potwierdziły szerokie zróżnicowanie składu tłuszczów kakaowych w zależności od pochodzenia geograficznego, jak również zamienników w zależności od zastosowanych do ich produkcji olejów.

3. Wydaje się, że liczby tłuszczowe wyliczane na podstawie uzyskanych chromatogramów kwasów tłuszczowych oraz te uzyskane fizykochemicznie mogą dostarczać podobne informacje o stanie jakościowym badanych tłuszczów.

4. Wyliczanie liczb tłuszczowych z chromatogramów pozwala na zaoszczędzenie analitykowi czasu i odczynników. Jednakże instrumentalna analiza musi być wykonana rzetelnie, z dobrą powtarzalnością.

LITERATURA

- [1] Gasparska R., Kluczowe parametry produktów kakaowych w różnych zastosowaniach. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 1, 2005, 48-49.
- [2] Kania-Lentes P., Od ziarna kakaowego do czekolady. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 10, 2005, 62-63.
- [3] Świechowski C., Ziarno kakaowe – pochodzenie, odmiany, gatunki, *Przegl. Piek. i Cuk.*, 1, 2000, 45-47.
- [4] Lipp M., Simoneau C., Ulberth F., Anklam E., Crews C., Brereton P., Greyt de W., Schwack W., Wiedmayr C., Composition of Genuine Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents, *J. Food Compos. Anal.*, 14(4), 2001, 399-408.
- [5] The De Zaan Cocoa Products Manual, Netherlands, ADM Cocoa B.V., 1999, 13-25, 74, 130-153.
- [6] Dyrektywa 2000/36/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23.06.2000 r. w sprawie wyrobów kakaowych i czekoladowych przeznaczonych do spożycia przez ludzi. *Dz. Urz. WE L 197/19*.
- [7] Gasparska R., Zamienniki funkcjonalne i składniki strukturotwórcze w technologiach przemysłu spożywczego, *Przegl. Piek. i Cuk.*, 5, 2001, 38.
- [8] Krygier K., Ratusz K., Alternatywy tłuszczu kakaowego w produkcji cukierniczej Cz. I, *Przegl. Piek. i Cuk.*, 8, 30-31.
- [9] Krygier K., Ratusz K., Alternatywy tłuszczu kakaowego w produkcji cukierniczej Cz. II, *Przegl. Piek. i Cuk.*, 9, 22-23.
- [10] Beckett S. T., *The science of chocolate*, Cambridge, The Royal Society of Chemistry, 2004, 85-102.
- [11] Kruszewski B., Markiewicz E., Obiedziński M., Wybrane prozdrowotne składniki czekolady, *Zesz. Probl. Postępów Nauk Rol.*, z. 569, 2011, 173-181.
- [12] Kruszewski B., Obiedziński M., Analiza frakcji triacylogliceroli jako narzędzie do oceny jakości wybranych czekolad gorzkich i miążg kakaowych, *Zesz. Probl. Postępów Nauk Rol.*, z. 566, 2011, 99-107.
- [13] Kruszewski B., Obiedziński M., Porównanie profilu lotnych związków wybranych czekolad naturalnych oraz miążg kakaowych, *ABiD*, tom XVI, nr 4, 2011, 57-64.
- [14] Obiedziński M. red., *Wybrane zagadnienia z analizy żywności*, Warszawa, Wydawnictwo SGGW, 2009, 96-106.
- [15] O'Fallon J. V., Busboom J. R., Nelson M. L., Gaskins C. T., A direct for fatty acids methyl ester synthesis: Application to wet meat tissues oils, and feedstuffs, *J. Anim. Sci.*, 85, 2007, 1511-1521.
- [16] PN-EN 14214:2012 Paliwa do pojazdów samochodowych – Estry metylowe kwasów tłuszczowych (FAME) do silników o zapłonie samoczynnym (Diesla) – Wymagania i metody badań.

- [17] PN-EN ISO 660:2010 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- [18] PN-EN ISO 3961:2011 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie liczby jodowej.
- [19] PN-EN ISO 3960:2012 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie liczby nadtlenkowej – Jodometryczne (wizualne) oznaczanie punktu końcowego.
- [20] Drozdowski B., Lipidy. Charakterystyka ogólna tłuszczów jadalnych. W: Chemia żywności, sacharydy, lipidy, białka – pod red. Z. E. Sikorskiego, Warszawa, WNT, 2007, 145-164.
- [21] Kowalska J., Łata A., Charakterystyka zamienników tłuszczu kakaowego i wyrobów z nich otrzymanych, *Bromat. Chem. Toksykol.*, XLII (3), 2009, 257-262.
- [22] Pawłowicz R., Analiza fazy tłuszczowej czekolady w celu stwierdzenia jej zafałszowania, *Tłuszcze Jadalne*, 41 (1-2), 2006, 99-105.
- [23] Pawłowicz R., Bakuła A., Analiza tłuszczów obecnych w surowcach stosowanych do produkcji czekolady, *Tłuszcze Jadalne*, 44 (1-2), 2009, 53-61.
- [24] Beckett S. T., *Industrial chocolate manufacture and use*, Third edition. Blackwell Publishing, UK, 2005, 8-10, 32-35, 307-322.