

ZAWARTOŚĆ BIAŁKA W RÓŻNYCH RODZAJACH SERÓW DOSTĘPNYCH NA RYNKU

PROTEIN CONTENT IN VARIOUS KINDS OF CHEESES AVAILABLE ON THE MARKET

Aneta Brodziak¹*, Jolanta Król², Małgorzata Ryszkowska-Siwko²

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Akademicka 13, 20-950 Lublin, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Instytut Hodowli Zwierząt i Ochrony Bioróżnorodności, Pracownia Ekologicznej Produkcji Żywności Pochodzenia Zwierzęcego, e-mail: aneta.brodziak@up.lublin.pl

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Akademicka 13, 20-950 Lublin, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Pochodzenia Zwierzęcego

* Adres do korespondencji/Corresponding author

Streszczenie: Celem pracy było oznaczenie zawartości białka ogólnego w wybranych serach podpuszczkowych dojrzewających i topionych oraz produktach seropodobnych dostępnych w sieci detalicznej Lublina. W badaniach łącznie uwzględniono 23 rodzaje serów wyprodukowanych z mleka krowiego, w tym 16 serów podpuszczkowych dojrzewających i 4 topione, a także 3 produkty seropodobne. W każdej próbce oznaczono zawartość białka przy użyciu metody Kjeldahla. Spośród wszystkich badanych serów sery topione stanowiły najuboższe źródło białka (od 8,07 do 9,06%), natomiast sery podpuszczkowe dojrzewające zawierały najwięcej tego składnika, a zwłaszcza jeden ser Emmentaler (29,20%). W żadnym przypadku nie stwierdzono istotnej różnicy między deklarowaną a uzyskaną zawartością białka, co świadczy o wiarygodności producentów serów w odniesieniu do znakowania tych wyrobów dotyczącego zawartości omawianego składnika.

Słowa kluczowe: sery podpuszczkowe dojrzewające, sery topione, produkty seropodobne, białko, metoda Kjeldahla.

Abstract: The aim of the study was to determine the total protein content of selected ripened rennet cheese, processed cheese, and cheese-like products available in a retail chain in Lublin. A total of 23 kinds of cheese made from cow milk were tested, including 16 ripened rennet cheeses, 4 processed cheeses, and 3 cheese-like products. Protein content was determined in each sample by the Kjeldahl method. Among all the cheeses tested the processed cheeses were the poorest source of protein (from 8.07 to 9.06%). Ripened rennet cheeses had the highest content of this protein, particularly one of the Emmentaler cheeses (29.20%). In no case was a significant difference noted between the protein content obtained and the value stated by the manufacturer, which indicates that labelling of products is reliable in this regard.

Keywords: ripened rennet cheeses, processed cheeses, cheese-like products, protein, Kjeldahl method.

1. WSTĘP

Przetwórstwo mleka, a w szczególności produkcja sera w Europie Północnej i w Polsce, istniało już w VI w. p.n.e. [Salque i in. 2013]. Pomimo że produkcja sera jest bardzo starą i tradycyjną rzemiosłem, wciąż cieszy się ogromną popularnością i cechuje znaczącym tempem rozwoju. Dla współczesnego konsumenta sery są cennym, bogatym źródłem wielu składników odżywczych, a przede wszystkim wysokowartościowego białka, lekkostrawnego tłuszczu oraz licznych związków mineralnych, zwłaszcza wapnia i fosforu. Białka sera zawierają aminokwasy egzogenne uczestniczące w regulowaniu procesów metabolicznych, m.in. w stymulacji układu nerwowego i immunologicznego czy poprawie wydolności psychofizycznej [Fox i McSweeney 2004; Śmietana, Bohdziewicz i Derengiewicz 2006; Marszałkowska-Jakubik 2011; El-Bakry i Sheehan 2014]. Właściwości buforujące białek sera, wynikające z dużej zawartości wapnia, fosforu, potasu i magnezu, są wykorzystywane w żywieniu ludzi cierpiących na chorobę wrzodową żołądka, a także w żywieniu sportowców [Cichosz 2006]. Współcześnie ser jest postrzegany jako oryginalna żywność wygodna, która może być konsumowana jako główny składnik posiłku, deser, przekąska, przyprawa lub dodatek do żywności.

Na świecie znanych jest bardzo wiele typów sera. Międzynarodowa Federacja Mleczarska rozpoznała ponad 500 różnych jego odmian. Z kolei ponad 400 zidentyfikowali Walter i Hargrove, ponad 500 – Burkhalter i więcej niż tysiąc – Sandine i Elliker [Fox 2000; Fox i McSweeney 2004]. Zainteresowanie serami oraz wymagania coraz bardziej świadomych konsumentów sprawiają, że produkowane są wciąż nowe odmiany. Konsumenty zwracają coraz większą uwagę na skład spożywanej żywności, jednocześnie poszukując produktów jak najbardziej naturalnych. W związku z tym ocena właściwości serów staje się coraz bardziej istotna.

Według danych FAO [2017] w 2014 r. Polska uplasowała się na piątym miejscu wśród czołowych producentów serów z mleka krowiego na świecie (744 tys. ton). Jak podaje IERiGŻ-PIB 2017, w 2016 r. w naszym kraju wyprodukowano 871,4 tys. ton serów, z czego 449,3 tys. ton stanowiły twarogi, 329,1 tys. ton – sery podpuszczkowe dojrzewające, 80,3 tys. ton – sery topione a 12,7 tys. ton – pozostałe (pleśniowe, tarte i proszkowane).

W ostatnim czasie spożycie produktów mleczarskich w Polsce wzrosło, lecz w porównaniu do innych krajów UE (Niemcy – 25 kg/osobę/rok, Włochy i Francja – 30 kg/osobę/rok) nadal utrzymuje się na dość niskim poziomie. W 2016 r. przeciętny Polak spożył średnio 10,2 kg serów, w tym 5,2 kg twarogów i 5,0 kg serów dojrzewających i topionych. Jednakże przewiduje się, że produkcja i konsumpcja sera w Polsce wzrośnie. Nasz kraj staje się bowiem coraz większym

producentem serów na świecie. Udział Polski w produkcji światowej wynosi obecnie około 3%, a unijnej – 8%.

Zawartość białka ogólnego w produkcie końcowym, nie tylko warunkuje jego wartość odżywczą, ale również wpływa na teksturę [Lucey, Johnson i Horne 2003]. Zdaniem Sołowieja [2013], adhezyjność wszystkich analogów serów topionych, w których kazeinę kwasową częściowo zastąpiono preparatami serwatkowymi, wzrastała wraz ze zwiększaniem zawartości białka w produkcie. Należy jednak pamiętać, że zawartość białka w produkcie końcowym oferowanym klientowi jest uzależniona od stężenia białka w pozyskiwanym, skupowanym surowcu, przebiegu procesu technologicznego, jak również warunków i czasu przechowywania i transportu [Messens i in. 1999; Brickley i in. 2007; Hladká i in. 2014]. Nelson i Barbano [2005], badając wydatek i dojrzewanie serów Cheddar, przygotowanych z mleka o różnej zawartości białek serum, stwierdzili, że ani zmniejszenie o 65% zawartości tych białek w mleku, ani zwiększenie o 21% nie wpływały istotnie na ogólny skład chemiczny sera. Ser wyprodukowany z mleka o niższym udziale białek serwatkowych, a zawierającego więcej kazeiny w białku ogólnym, był poddany większej proteolizie. Wynikało to z niższego stężenia wysokocząsteczkowych niezdenaturowanych białek, tj. β -laktoglobuliny, α -laktoalbuminy i immunoglobulin, pozostających w serach. Ponadto na właściwości produktu końcowego wpływa nie tylko ilość, ale także właściwości fizykochemiczne zawartych w nim białek, np. długość ich łańcuchów [Piska i Stetina 2004; Brickley i in. 2007].

Celem pracy było oznaczenie zawartości białka ogólnego w wybranych serach podpuszczkowych dojrzewających i topionych oraz produktach seropodobnych, dostępnych w sieci detalicznej Lublina.

2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W badaniach łącznie uwzględniono 23 rodzaje serów wyprodukowanych z mleka krowiego, w tym 16 serów podpuszczkowych dojrzewających i 4 topione, a także 3 produkty seropodobne. Do analizy procentowej zawartości białka ogólnego wykorzystano sery typu szwajcarskiego, holenderskiego, szwajcarsko-holenderskiego i angielskiego.

W każdej próbce oznaczono zawartość białka przy użyciu metody Kjeldahla według PN-EN ISO 8968-1:2004. Analiza przebiegała w trzech etapach: mineralizacja, destylacja i miareczkowanie. Naważono próbki o masie od 0,500 g do 0,520 g. Po naważeniu wszystkie próbki poddano mineralizacji. W tym celu do każdej dodano 15 cm³ stężonego H₂SO₄, 7,5 g bezwodnego K₂SO₄ i 0,31 g CuSO₄·5H₂O. Mineralizację przeprowadzono w piecu elektrycznym (Büchi K-435). Od momentu sklarowania próbki mineralizowano w temperaturze 360–380°C przez 90 minut, po czym chłodzono do temperatury pokojowej. W trakcie destylacji do każdej próbki dodano 40 cm³ 33% NaOH i 50 cm³ 2% H₃BO₃, a następnie miareczkowano

0,1 mol/dm³ HCl, do uzyskania różowofioletowego zabarwienia. Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach.

Podstawą do obliczenia procentowej zawartości białka w analizowanych próbkach serów była oznaczona bezpośrednio ilość azotu, przemnożona przez współczynnik 6,38 (tab. 1).

Tabela 1. Zawartość białka deklarowanego i uzyskanego ($\bar{x} \pm SD$) w analizowanych serach podpuszczkowych dojrzewających wytworzonych przez różnych producentów

Table 1. Protein content obtained and the value stated by the manufacturer in the ripened rennet cheese ($\bar{x} \pm SD$)

Numer próbki	Typ sera	Gatunek	Zawartość białka deklarowana przez producenta [%]	Zawartość białka uzyskana [%]
1	Angielski	Cheddar	25,40	25,10 ^A ±0,18
2	Angielski	Cheddar	–	24,80 ^A ±0,14
3	Holenderski	Edam	–	26,40 ^{AB} ±0,19
4	Holenderski	Edam	26,20	26,15 ^{AB} ±0,17
5	Szwajcarski	Ementaler	–	27,05 ^B ±0,21
6	Szwajcarski	Ementaler	29,00	29,20 ^C ±0,18
7	Holenderski	Gouda	23,20	24,00 ^A ±0,17
8	Holenderski	Gouda	–	25,70 ^{AB} ±0,22
9	Holenderski	Gouda	24,00	24,10 ^A ±0,19
10	Holenderski	Gouda	26,10	26,00 ^{AB} ±0,16
11	Holenderski	Maasdamer	–	25,70 ^{AB} ±0,24
12	Holenderski	Morski	–	26,69 ^{AB} ±0,20
13	Holenderski	Podlaski	–	24,10 ^A ±0,15
14	Szwajcarsko-holenderski	Radamer	26,20	26,32 ^{AB} ±0,21
15	Szwajcarsko-holenderski	Salami	25,00	25,10 ^A ±0,13
16	Szwajcarsko-holenderski	Salami	26,20	26,30 ^{AB} ±0,23

Objaśnienia:

A, B, C – różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie z użyciem programu StatSoft Inc. Statistica ver. 13.1 (Statsoft Inc., 2016), wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji. Jako wynik podano wartość średnią ± odchylenie standardowe ($\bar{x} \pm SD$).

Istotne różnice pomiędzy średnimi określono, wykorzystując test NIR Fishera, przy poziomie istotności p (alfa) = 0,05.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki zawarte w tabeli 1 wskazują, że sery podpuszczkowe dojrzewające, niezależnie od typu sera, różniły się statystycznie istotnie ($p \leq 0,01$) pod względem zawartości białka uzyskanego. Spośród badanych serów najmniejszą zawartością białka charakteryzował się ser Gouda, reprezentujący typ holenderski – próbka nr 7 (24,00%), natomiast najwyższą – Ementaler, należący do typu szwajcarskiego – próbka nr 6 (29,20%), wyprodukowane przez jednego producenta. Należy zaznaczyć, że ser Ementaler, mający delikatny słodki posmak, ze wszystkich serów typu szwajcarskiego jest najpopularniejszym serem w Polsce. Z kolei spośród serów dojrzewających typu holenderskiego polscy konsumenci najchętniej wybierają ser Gouda. Niestety, deklarowana zawartość białka nie została podana na opakowaniu przez wszystkich producentów, stąd też nie w każdym przypadku uzyskane wyniki mogły być do niej odniesione. W porównaniu do wartości deklarowanych, w przypadku sera Ementaler wartość uzyskana była większa o 0,20%, a dla sera Gouda większa aż o 0,80%. Jednocześnie, spośród wszystkich analizowanych serów podpuszczkowych dojrzewających ser Gouda (próbka nr 7) charakteryzował się największą rozbieżnością w wynikach deklarowanych i uzyskanych. Najmniejszą zaś różnicę (0,05%) uzyskano dla sera Edam (próbka nr 4). Sery Gouda (próbki nr 9 i 10) oraz Salami (próbki nr 15 i 16) także nie różniły się znacząco w odniesieniu do wartości deklarowanej i uzyskanej – o 0,10%. Wyniki zawartości białka uzyskanej metodą Kjeldahla w serach Cheddar i Edam, niezależnie od producenta, były porównywalne.

Warto wspomnieć, że technologia produkcji sera Cheddar, należącego do typu angielskiego, oparta jest na tzw. czedaryzacji masy serowej, czyli intensywnym ukwaszaniu, kruszeniu i soleniu oraz uplastycznianiu, dzięki czemu ser ten posiada ostry, kwaskowaty smak [Sałacki 2011]. Z kolei Edam zaliczany jest do serów typu holenderskiego, które charakteryzują się łagodnym, również lekko kwaskowym smakiem. Sery Edam różniły się między sobą o 0,25% białka, natomiast sery Salami o 1,20%, przy czym różnice te nie były statystycznie istotne. Ser Salami reprezentuje typ szwajcarsko-holenderski, czyli typ serów o ostrym zapachu i smaku [Sałacki 2011]. Największe różnice w procentowej zawartości białka wśród jednego rodzaju sera stwierdzono dla Goudy, reprezentującego typ holenderski. Najcenniejszym źródłem białka okazał się ser Gouda oznaczony jako próbka nr 10, a najuboższym – ser Gouda oznaczony jako próbka nr 7. Uzyskana różnica w zawartości tego składnika wynosiła 2%.

Wiadome jest, że białko w zależności od odmiany, rodzaju, typu czy gatunku sera może stanowić od około 4 do 40% [Fox 2004]. Hładka i inni [2014], określając

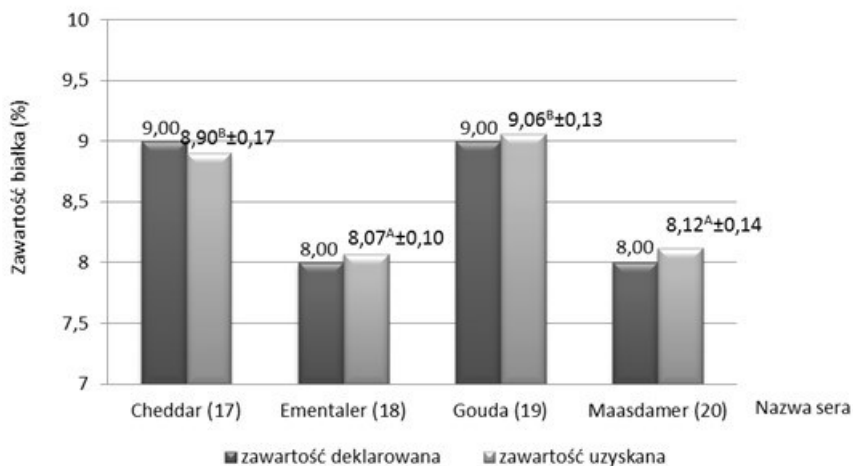
wpływ procesu dojrzewania na wybrane właściwości sera edamskiego, wytwarzanego bez dodatku tradycyjnych emulgatorów, uzyskali od 29,72 do 30,39 g białka w 100 g produktu. Natomiast Hickey i inni [2006] analizowali zawartość białka w serze Cheddar w zależności od fazy laktacji. Odnotowali, że ilość omawianego składnika jest znacznie wyższa w serze wyprodukowanym z mleka krowiego pozyskanego w środkowej fazie laktacji (26,75%), w porównaniu z fazą wczesną (25,61%) i późną (25,07%). W odniesieniu do badań własnych były to ilości porównywalne z wynikami uzyskanymi dla sera Cheddar, oznaczonego jako próbka nr 1 (25,10%). Stężenie omawianego składnika w serze Cheddar określali również Sapru i inni [1997]. Stwierdzili, że częstość udojów nie wpływała na skład sera. Zaobserwowali ponadto niższe odzyski białka w serze wyprodukowanym z mleka krowiego pozyskanego w późnej laktacji, co mogło być przyczyną małych, ale ekonomicznie istotnych spadków w wydatku sera.

W przypadku sera Gouda Messens i inni [1999] uzyskali porównywalną do wyników badań własnych (w odniesieniu do próbek nr 7 i 9) zawartość białka – 24,4 g/100 g produktu. Cenniejszym źródłem białka od wspomnianych serów okazał się tradycyjny włoski ser Parmigiano-Reggiano, w którym białko stanowiło aż 33% [Chyłek 2007]. Zdaniem autora, tak wysoka ilość tego składnika była spowodowana stosowaniem identycznej paszy przez cały rok (bez udziału sianokiszzonek i kiszzonek) oraz starannej, tradycyjnej technologii wytwarzania.

Serami, które charakteryzują się długim okresem przydatności do spożycia, trwałością, kremową konsystencją i wysoką wartością odżywczą, są sery topione. Zawierają wysokowartościowe białko, witaminy rozpuszczalne w tłuszczach, a także łatwo przyswajalny wapń, potas, fosfor i magnez [Marszałkowska-Jakubik 2011]. Wyniki przedstawione na rysunku 1 wskazują, że najcenniejszym źródłem białka okazał się ser Gouda (9,06%), a najuboższym – Ementaler (8,07%). Deklarowana zawartość białka w serach topionych tylko nieznacznie różniła się od zawartości uzyskanej, a różnice te w żadnym przypadku nie były statystycznie istotne. Sery topione Cheddar i Gouda stanowiły cenniejsze źródło białka, ponieważ, zgodnie z deklaracją producenta oraz wynikami badań własnych, zawartość tego składnika wynosiła około 9%, natomiast w dwóch pozostałych produktach białko stanowiło około 8%. Największą różnicę między zawartością deklarowaną i uzyskaną zaobserwowano w przypadku sera Maasdamer, tj. o 0,12%. Z kolei najmniejszą różnicą charakteryzował się ser topiony Gouda, w którym zawartość uzyskana była większa o 0,06%.

W badaniach własnych zawartość białka w analizowanym serze topionym Gouda była niższa w porównaniu z wynikami uzyskanymi przez Kycię [2005], który stwierdził od 13,16 do 16,40% białka w 100 g produktu. Jednakże wartości te były zależne od ilości użytego składnika, tj. sera jogurtowego. Do mieszanki do topienia dodawano bowiem ser jogurtowy w takich ilościach, aby jego udział w stosunku do użytych surowców wynosił: 0, 10, 30, 50, 70 i 100%. Autor wykazał, że wraz ze wzrostem zawartości sera jogurtowego w serze topionym zawartość białka ulegała

zmniejszeniu. Największym udziałem białka charakteryzował się wariant kontrolny (16,40%), a najmniejszym – ser produkowany wyłącznie z sera jogurtowego (13,16%).



A, B – różnice między uzyskaną zawartością białka; statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$.

Rys. 1. Deklarowana i uzyskana zawartość białka w analizowanych serach topionych

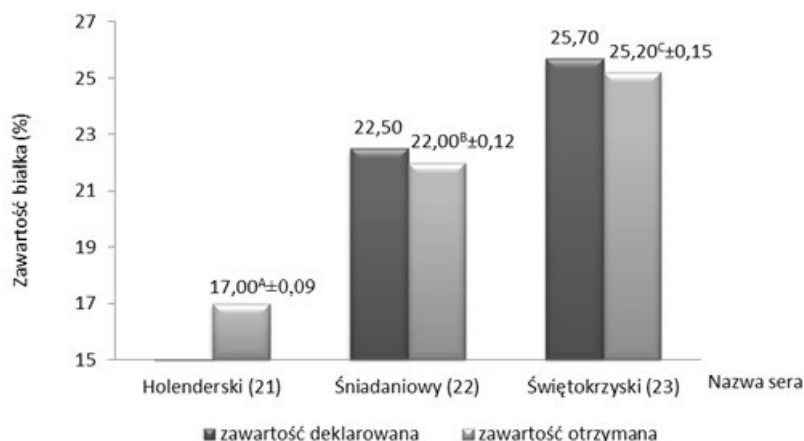
Fig. 1. Protein content obtained and the value stated by the manufacturer in the processed cheese

Na rynku spożywczym dostępne są również wyroby seropodobne i analogi serów. Stanowią one rozwiązanie dla klientów kierujących się tylko ceną podczas zakupu. Są to osoby o niewielkich zarobkach oraz niskiej świadomości żywieniowej, w tym dotyczącej różnic w składzie i właściwościach tłuszczu wykorzystanego podczas produkcji. Wyrobami seropodobnymi nazywane są takie, które zostały wytworzone z mleka odtłuszczonego z udziałem tłuszczu roślinnego oraz z dodatkiem lub bez tłuszczu mlekowego. Wyroby seropodobne powstają zatem wskutek częściowej lub całkowitej substytucji tłuszczu mlekowego znacznie tańszymi olejami roślinnymi. Tłuszcz wchodzi w skład matrycy białkowej oraz stanowi „wypełniacz”, kształtujący właściwości reologiczne oraz jakość sensoryczną produktu.

Głównym substytutem tłuszczu mlekowego podczas wytwarzania wyrobów seropodobnych jest olej palmowy bądź jego frakcja stearynowa. Natomiast produkty, które powstały z substytutów białek mleka i tłuszczu mlekowego oraz odpowiednich emulgatorów, nazywane są analogami serów. Alternatywne źródła białka w analogach stanowią kazeiniany, kazeina kwasowa oraz podpuszczkowa,

a także preparaty białek serwatkowych. Analogi serów mogą być postrzegane jako wyroby innowacyjne, które zastępują produkt tradycyjny. Obecnie dąży się do tego, aby oferowały te same lub lepsze właściwości odżywcze i parametry tekstury co produkty mleczne [Aljewicz, Kowalska i Cichosz 2010; Aljewicz, Cichosz i Kowalska 2011; Brachmann 2011; Sołowiej 2013; Sołowiej i Gustaw 2013]. Jednakże przeciętny konsument nie jest w stanie odróżnić wyrobów seropodobnych i analogów serów od „prawdziwych” serów podpuszczkowych długodojrzewających, tzw. serów żółtych, i bardzo często nie jest świadomy, że są to zupełnie różne produkty. Wyroby te nie stanowią jednak znaczącej części segmentu rynku serów w Polsce i na świecie [Aljewicz, Cichosz i Kowalska 2011].

Na rysunku 2 przedstawiono deklarowaną i uzyskaną zawartość białka w analizowanych produktach seropodobnych.



A, B, C – różnice między uzyskaną zawartością białka; statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$.

Rys. 2. Deklarowana i uzyskana zawartość białka w produktach seropodobnych

Fig. 2. Protein content obtained and the value stated by the manufacturer in the cheese-like products

Dla wszystkich produktów uzyskano statystycznie istotną ($p \leq 0,01$) różnicę w uzyskanej zawartości omawianego składnika. Najwięcej białka zawierał ser świętokrzyski (25,20%), najuboższym zaś źródłem tego składnika okazał się ser holenderski (17,00%). Ser śniadaniowy, w porównaniu z holenderskim, charakteryzował się wyższym aż o 5% ($p \leq 0,01$) udziałem tego składnika. Badania wykazały, że w przypadku sera śniadaniowego i świętokrzyskiego deklarowana procentowa zawartość białka była wyższa od uzyskanej – w obydwu o 0,50%. Na opakowaniu sera holenderskiego nie znaleziono informacji o zawartości omawianego składnika.

Zdaniem Aljewicz, Kowalskiej i Cichosz [2010], skład chemiczny wyrobów seropodobnych i analogów sera nie zawsze różni się od oryginalnych serów, jednakże zastąpienie białek mleka białkami roślinnymi znacznie zmniejsza ich wartość odżywczą, a ponadto składnik ten jest trudniej przyswajany przez organizm.

Warto wspomnieć, że sery podpuszczkowe dojrzewające zakupiono do badań w cenie od 14,99 do 57,99 zł/kg, w zależności od gatunku sera. Wszystkie sery topione kosztowały 25,95 zł/kg, natomiast produkty seropodobne od 10,99 do 16,99 zł/kg. Wzrost popytu eksportowego oraz krajowej konsumpcji sprzyja również dynamicznemu wzrostowi cen serów podpuszczkowych dojrzewających. W pierwszej połowie grudnia 2016 r. ser Gouda zbywano po 15,35 zł/kg, a Edam po 15,75 zł/kg (ceny bez VAT), tj. odpowiednio o 41% i 46% drożej niż w roku poprzednim [ARR 2016]. Według GUS [2016] w Polsce na przestrzeni lat 2005–2015 ceny detaliczne serów dojrzewających wzrosły z 16,38 do 19,05 zł. Niestety, w związku z ograniczaniem kosztów w zakładach mleczarskich, naturalne składniki mleka w produktach mlecznych zastępowane są tańszymi, najczęściej roślinnymi odpowiednikami, tak jak to ma miejsce w produkcji wyrobów seropodobnych i analogów serów. Koszt wyprodukowania kilograma białek mleka może być nawet przeszło trzykrotnie wyższy niż produkcja takiej samej ilości tańszych odpowiedników roślinnych, np. białek soi [Chojnacka 2015]. Koszt wyprodukowania 1 kg białek mleka wynosi ponad 22 zł, a analogiczną ilość białek soi można wyprodukować już za niewiele ponad 6 zł [www.gieldaspozywca.pl].

4. PODSUMOWANIE

Podsumowując, należy stwierdzić, że spośród wszystkich badanych serów sery topione stanowiły najuboższe źródło białka. Sery podpuszczkowe dojrzewające zawierały natomiast najwięcej tego składnika, a zwłaszcza jeden ser Ementaler (29,20%). W żadnym przypadku nie stwierdzono istotnej różnicy między deklarowaną a uzyskaną zawartością białka, co świadczy o wiarygodności producentów serów w odniesieniu do znakowania tych wyrobów dotyczącego zawartości omawianego składnika. Obecnie w literaturze przedmiotu jest dość mało informacji na temat zawartości białka w różnych rodzajach i gatunkach serów.

LITERATURA

- Aljewicz, M., Kowalska, M., Cichosz, G., 2010, *Wartość odżywcza i biologiczna wyrobów seropodobnych oraz analogów sera*, Przegląd Mleczarski, vol. 12, s. 4–10.
- Aljewicz, M., Cichosz, G., Kowalska, M., 2011, *Produkty seropodobne, analogi serów topionych i dojrzewających*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, vol. 78, nr 5, s. 16–25.

- ARR, 2016, *Rynek mleka i produktów mleczarskich*, Biuro Analiz i Programowania Agencji Rynku Rolnego, 11, Warszawa, s. 1–12.
- Brachmann, H.P., 2011, *Cheese Analogues: a Review*, International Dairy Journal, vol. 11, s. 505–515.
- Brickley, C.A., Auty, M.A.E., Piraino, P., McSweeney, P.L.H., 2007, *The Effect of Natural Cheddar Cheese Ripening on the Functional and Textural Properties of the Processed Cheese Manufactured Therefrom*, Journal of Food Science, vol. 72, s. 483–490.
- Chojnacka, U., 2015, *Analogi: W trybie analogowym*, Forum Mleczarskie Handel, vol. 70, nr 3, s. 64–66.
- Chyłek, D., 2007, *Włoskie produkty regionalne i tradycyjne. Cz. I, Parmigiano-Reggiano*, Przemysł Spożywczy, nr 5, s. 30–32.
- Cichosz, G., 2006, *Probiotyczne pałeczki mlekowe – zastosowanie w serowarstwie*, Przegląd Mleczarski, nr 10, s. 4–8.
- El-Bakry, M., Sheehan, J., 2014, *Analysing Cheese Microstructure: A Review of Recent Developments*, Journal of Food Engineering, vol. 125, s. 84–96.
- FAO, 2017, <http://www.fao.org>.
- Fox, P.F. (red.), 2000, *Fundamentals of Cheese Science*, Aspen Publishers Incorporation, Gaithersburg, Maryland, USA.
- Fox, P.F., McSweeney, P., 2004, *Cheese: an Overview*, w: Fox P.F. et al. (eds.) *Cheese – Chemistry, Physics and Microbiology*, vol. 1. Academic Press, Amsterdam, Netherlands, s. 1–25.
- GUS, 2016, *Rocznik statystyczny rolnictwa*, Warszawa.
- Hickey, D.K., Kilcawley, K.N., Beresford, T.P., Sheehab, E.M., Wilkinson, M.G., 2006, *The Influence of a Seasonal Milk Supply on the Biochemical and Sensory Properties of Cheddar Cheese*, International Dairy Journal, vol. 16, s. 679–690.
- Hladká, K., Randulová, Z., Tremlová, B., Ponížil, P., Mancík, P., Cerníková, M., Bunka, F., 2014, *The Effect of Cheese Maturity on Selected Properties of Processed Cheese without Traditional Emulsifying Agents*, LWT – Food Science and Technology, vol. 55, s. 650–656.
- IERiGŻ-PIB, 2017, *Rynek mleka. Stan i perspektywy*.
- Kycia, K., 2005, *Wykorzystanie wszystkich białek mleka do produkcji sera topionego*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, vol. 43, nr 2, s. 133–146.
- Lucey, J.A., Johnson, M.E., Horne, D.S., 2003, *Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese*, Journal of Dairy Science, vol. 86, s. 2725–2743.
- Marszałkowska-Jakubik, J., 2011, *Żółty plasterek zdrowia*, Przegląd Mleczarski, nr 8, s. 18–19.
- Messens, W., Estepar-Garcia, J., Dewettinck, K., Huyghebaert, A., 1999, *Proteolysis of High-Pressure-Treated Gouda Cheese*, International Dairy Journal, vol. 9, no. 11, s. 775–782.
- Nelson, B.K., Barbano, D.M., 2005, *Yield and Aging of Cheddar Cheeses Manufactured from Milks with Different Milk Serum Protein Contents*, Journal of Dairy Science, vol. 88, no. 12, s. 4183–4194.
- Piska, I., Stetina, J., 2004, *Influence of Cheese Ripening and Rate of Cooling of the Processed Cheese Mixture on Rheological Properties of Processed Cheese*, Journal of Food Engineering, vol. 61, s. 551–555.
- PN-EN ISO 8968-1:2004, *Mleko – Oznaczanie zawartości azotu – Część 1: Metoda Kjeldahla*.
- Salque, M., Bogucki, P., Pyzel, J., Sobkowiak-Tabaka, I., Grygiel, R., Szmyt, M., Evershed, R.P., 2013, *Earliest Evidence for Cheese Making in the Sixth Millennium BC in Northern Europe*, Nature, vol. 493, s. 522–525.
- Śałański, K., 2011, *Sery podpuszczkowe dojrzewające*, Przegląd Mleczarski, nr 8, s. 40–41.

- Sapru, A., Barbano, D.M., Yun, J.J., Klei, L.R., Oltenacu, P.A., Bandler, D.K., 1997, *Cheddar Cheese: Influence of Milking Frequency and Stage of Lactation on Composition and Yield*, Journal of Dairy Science, vol. 80, no. 3, s. 437–446.
- Sołowiej, B., 2013, *Wpływ preparatów serwatkowych na przylegalność analogów serów topionych do różnych materiałów opakowaniowych*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, vol. 87, nr 2, s. 80–91.
- Sołowiej, B., Gustaw, W., 2013, *Wpływ chlorku wapnia na właściwości fizykochemiczne analogów serów topionych na bazie białek mleka i tłuszczu mlecznego*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, vol. 86, nr 1, s. 137–150.
- Śmietana, Z., Bohdziewicz, K., Derengiewicz, W., 2006, *Sery żywność funkcjonalna, atrakcyjna i bezpieczna*, Przegląd Mleczarski, nr 3, s. 4–8.
- www.gieldaspozywcza.pl.