Skład chemiczny i wartość odżywcza regionalnych serów podpuszczkowych produkowanych metodą tradycyjną

PRZEMYSŁAW KNYSZ, MICHAŁ GONDEK, RENATA PYZ-ŁUKASIK, MONIKA ZIOMEK, ŁUKASZ DROZD, WALDEMAR PASZKIEWICZ, KRZYSZTOF SZKUCIK

Katedra Higieny Żywności Zwierzęcego Pochodzenia, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

Otrzymano 15.02.2018

Zaakceptowano 25.06.2018

Knysz P., Gondek M., Pysz-Łukasik R., Ziomek M., Drozd Ł., Paszkiewicz W., Szkucik K.

Chemical composition and nutritional quality of short-ripened rennet cheeses produced by traditional methods

Summary

The aim of the study was to determine the variability in the chemical composition and nutritive value parameters of smoked and unsmoked short-ripened rennet cheeses and unsmoked long-ripened rennet cheeses produced by traditional methods. The raw material for the production of short-ripened cheeses was pasteurized cows' milk obtained from a dairy, whereas the long-ripened cheeses were manufactured from raw cows' milk obtained from the producer's farm. All three varieties of cheese examined were produced with commercial dairy starter cultures. The material for the study was collected in winter, directly at the producers' retail outlets in southern and eastern Poland. The basic chemical composition was determined according to the Polish Standards, whereas the amino acid profiles of proteins from the cheeses were determined by ion-exchange chromatography. The result analysis revealed significant differences between the different varieties of cheese in terms of their water content, ranging from 32.2% to 42.1%, as well as protein content, which varied from 25.6% to 31.6%. Fat levels ranged between 22.2% and 24%, whereas total ash content amounted to 5.1-5.8%. The significantly highest salt content was found in unsmoked short-ripened cheeses. In all three cheese varieties, the total exogenous amino acid content was comparable, ranging from 46.17 g to 47.36 g/100 g protein, and that of endogenous amino acids varied from 52 g to 53 g/100 g protein. The biological value of proteins was determined by calculating to the chemical score (CS), as described by Mitchell and Block, and the essential amino acid index (EAAI), as described by Oser. A comparison of the results with the standard chicken egg white proteins showed that the limiting amino acids for all varieties of cheese were methionine and cysteine. On the other hand, a comparison with the FAO/WHO-suggested pattern of amino acid requirements (1991) for all age groups over 1 year of age showed that the limiting amino acids were methionine and cysteine in smoked and unsmoked short-ripened cheeses, and treonine in long-ripened cheeses. Considering the chemical indices, such as CS and EAAI, it may be concluded that the traditional rennet cheeses produced in southern and eastern Poland have a favourable amino acid composition of proteins and a high nutritive value.

Keywords: traditional cheeses, nutritive value, exogenous amino acids, basic chemical composition

Żywność tradycyjna i regionalna cieszy się wzrastającym zainteresowaniem konsumentów. Jak wykazały sondażowe badania, żywność ta postrzegana jest przede wszystkim jako zdrowa, smaczna, oryginalna, wytwarzana według domowej receptury oraz mniej przetworzona (30). Obecnie lista polskich produktów tradycyjnych liczy 1772 pozycje, z czego 111 stanowią produkty mleczne, a wśród nich najliczniejszą grupą są sery (www.minrol.gov.pl).

Sery to jedna z najbardziej zróżnicowanych grup przetworów mlecznych pod względem zarówno cech organoleptycznych, jak i składu chemicznego.

Różnorodność ta wiąże się niewątpliwie z wyborem stosowanego surowca, jak również samą technologią. Według różnych źródeł, obecnie na świecie produkowanych jest od 1000 do nawet 4000 różnych rodzajów serów (23, 25). Klasyfikacja serów oparta może być na gatunkowym pochodzeniu mleka użytego do produkcji, sposobie ich wytwarzania, konsystencji, zawartości tłuszczu, typie fermentacji, strukturze powierzchni oraz strukturze ich wnętrza (29).

Sery charakteryzują się wysoką wartością odżywczą, stąd uważane są za żywność odpowiednią dla konsumentów niemal wszystkich grup wiekowych. Są

źródłem wysokowartościowego białka zawierającego niemal wszystkie aminokwasy egzogenne w ilości pokrywającej zapotrzebowanie dorosłego człowieka oraz dostarczają niektórych witamin z grupy B, głównie B₂, B₆ i B₁₂. W zależności od rodzaju sera, 100 g tego produktu pokrywa od 30-40% do nawet 100% dziennego zapotrzebowania organizmu na wapń oraz od 12-20% do 40-50% dziennego zapotrzebowania na fosfor (22). Ponadto, sery są bogatym źródłem bioaktywnych peptydów wykazujących korzystne działanie w przebiegu nadciśnienia tętniczego poprzez właściwości inhibicyjne wobec konwertazy angiotensyny (ACE), jak również mogą być dostarczycielem sprzężonego kwasu linolowego (CLA) i sfingolipidów, którym przypisuje się działanie antynowotworowe (10, 29).

Polskie tradycyjne sery wytwarzane są najczęściej w małych gospodarstwach rodzinnych z niepasteryzowanego mleka krowiego, zgodnie z wieloletnią recepturą, niejednokrotnie specyficzną dla danego regionu. Uproszczony proces produkcji regionalnych serów tradycyjnych, wykluczający zastosowanie zaawansowanych rozwiązań technologicznych oraz norm produkcyjnych powoduje, iż wyroby te, pochodzące od różnych producentów, mogą charakteryzować się dużym zróżnicowaniem w zakresie cech jakościowych oraz składu chemicznego.

Celem badań było określenie zmienności składu chemicznego i wartości odżywczej regionalnych serów podpuszczkowych krótko dojrzewających wędzonych i niewędzonych oraz serów niewędzonych długo dojrzewających wyprodukowanych metodami tradycyjnymi.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na trzech rodzajach serów podpuszczkowych wpisanych na listę produktów tradycyjnych: krótko dojrzewających wędzonych i niewędzonych (czas dojrzewania 7-14 dni) oraz długo dojrzewających niewędzonych (czas dojrzewania 3 miesiące). Surowcem do produkcji serów krótko dojrzewających było pasteryzowane mleko krowie pozyskane w mleczarni i wykorzystane do produkcji w ciągu 48 godz. od jego zakupu. Surowcem do produkcji serów długo dojrzewających było surowe mleko krowie pozyskane w gospodarstwie producenta, a następnie wykorzystane do produkcji w ciągu 2 godz. od udoju. W produkcji wszystkich trzech rodzajów badanych serów wykorzystywano komercyjne szczepionki mleczarskie. Temperatury pomieszczeń produkcyjnego i dojrzewania wynosiły, odpowiednio, 18-20°C i 14-20°C. Materiał do badań pobierano w okresie zimowym, bezpośrednio w punktach sprzedaży producentów, zlokalizowanych na terenie południowej i wschodniej Polski. Próbkę dostarczono do laboratorium w ciągu godziny od ich pobrania i przewożono w temp. od 0°C do +4°C.

Oznaczenia podstawowego składu chemicznego przeprowadzono zgodnie z wskazaniami Polskich Norm i dotyczyły one: zawartości białka całkowitego wg metody Kjeldahla (18), zawartości tłuszczu oznaczonego metodą Soxhleta

(17), wody – metodą suszenia próbki w temperaturze 102°C przez 4 godz. (16), zawartości chlorku sodu – metodą Mohra (15) oraz popiołu całkowitego metodą spopielenia próbki w temperaturze 550°C (19). Profil aminokwasowy w białku oznaczono metodami chromatografii jonowymiennej. Próbkę sera poddano kwaśnej hydrolizie białek w celu oznaczenia składu aminokwasowego bez utleniania wg Daviesa i Thomasa (4). Analizę chromatograficzną przeprowadzono w analizatorze aminokwasów AAA 400 firmy Ingos (Czechy). Zastosowano kolumnę o wymiarach 0,37 × 45 cm wypełnioną wymiennicem jonowym w postaci żywicy. Temperatura pracy kolumny wynosiła 60°C i 74°C. Do rozdziału aminokwasów zastosowano cztery bufor: pH₁ = 2,6; pH₂ = 3,0; pH₃ = 4,25; pH₄ = 7,9. Hydrolizę białek w celu uzyskania rozdziału aminokwasów siarkowych wykonywano wg Schrama i wsp. (26). Cysteinę i metioninę białka utleniano kwasem nadmanganowym do kwasu cysteinowego i sulfonianu metioniny. W celu określenia zawartości tryptofanu próbkę poddawano hydrolizie zasadowej (27). Zawartość aminokwasów wyznaczano na podstawie porównania ze wzorcem zewnętrznym i po uwzględnieniu odzysku. Wszystkie oznaczenia aminokwasów przeprowadzono wg wskazań Polskich Norm i akredytowanych procedur laboratoryjnych. Każda analiza wykonana była w dwóch powtórzeniach.

Wartość biologiczną białka określono metodami chemicznymi za pomocą wskaźnika aminokwasu ograniczającego (CS) wg Mitchella-Blocka (13) oraz zintegrowanego wskaźnika aminokwasów egzogennych (EAAI) wg Osera (14). Jako wzorzec do wyliczenia powyższych wskaźników przyjęto skład aminokwasowy białka całego jaja kurzego (6) oraz opracowany w 1991 r. przez ekspertów FAO/WHO wzorzec białkowy przeznaczony dla wszystkich grup wiekowych powyżej pierwszego roku życia (6).

Analizę statystyczną wyników badań wykonano za pomocą programu Statistica 13.1. PL. Obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe. Testem Shapiro-Wilka zbadano rozkład zmiennych, testem Levene'a określono jednorodność ich wariancji. Do określenia istotności różnic pomiędzy średnimi o rozkładzie normalnym (i jednorodnych wariancjach) użyto jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA). Jako test post-hoc zastosowano test Tukeya. W przypadku zmiennych nie spełniających założeń testów parametrycznych do analizy wariancji użyto testu Anova Kruskala-Wallisa. Jako test post-hoc zastosowano test porównań wielokrotnych. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p \leq 0,05$.

Wyniki i omówienie

Sery stanowią jedną z najbardziej zróżnicowanych grup technologicznych produktów mleczarskich, a ich klasyfikacja opiera się na różnicach w technologii produkcji, rodzaju użytego surowca, zawartości tłuszczu w gotowym produkcie czy też konsystencji, która uwarunkowana jest zawartością wody. Stąd wyniki badań własnych są trudne do porównania z wynikami badań innych autorów, a informacji na temat podstawowego składu chemicznego oraz profilu aminokwasowego regionalnych i tradycyjnych serów podpuszczkowych produkowanych z mleka krowiego jest niewiele.

Wyniki analizy składu chemicznego trzech rodzajów badanych serów przedstawiono w tab. 1. Oznaczenia zawartości wody wykazały istotne różnice w jej poziomie pomiędzy wędzonymi serami krótko dojrzewającymi i serami niewędzonymi długo dojrzewającymi. Sery niewędzone długo dojrzewające zawierały bowiem istotnie mniej wody (32,2%) w porównaniu do pozostałych dwóch rodzajów serów krótko dojrzewających. Stwierdzone różnice w zawartości wody pomiędzy poszczególnymi grupami technologicznymi serów mogą być związane z czasem ich dojrzewania, bowiem czas ten pozostaje w stosunku odwrotnie proporcjonalnym do zawartości wody w serach (7, 9). Zgodnie z deklaracją producentów, czas dojrzewania badanych serów długo dojrzewających był niemal 9-krotnie dłuższy w porównaniu z czasem dojrzewania serów krótko dojrzewających. Otrzymane wyniki znajdują również potwierdzenie w badaniach przeprowadzonych przez Bertola i wsp. (1), w których wykazano istotny wpływ temperatury i czasu dojrzewania na zawartość wody w serach typu gouda. Jak wykazały z kolei badania przeprowadzone przez Rajbhandariego i wsp. (21), wpływ na zawartość wody w serach typu cheddar ma również proces wędzenia. W badaniach własnych nie wykazano jednak istotnego wpływu tego procesu na zawartość wody w analizowanych produktach, nie stwierdzono bowiem statystycznie istotnych różnic w zawartości wody pomiędzy serami krótko dojrzewającymi wędzonymi i niewędzonymi. Według danych piśmiennictwa, bezwzględna zawartość tłuszczu w serach dojrzewających waha się w granicach 20-30% (22). W badaniach własnych średnia zawartość tłuszczu wynosiła od 22,2% w serach wędzonych krótko dojrzewających do 24% w serach długo dojrzewających niewędzonych. Nie stwierdzono jednak istotnych różnic w zawartości tłuszczu pomiędzy badanymi trzema rodzajami produktów. W dostępnym piśmiennictwie niewiele jest danych dotyczących zawartości poszczególnych składników, w tym tłuszczu, w regionalnych, dojrzewających serach podpuszczkowych produkowanych metodą tradycyjną z mleka krowiego. Badania przeprowadzone przez Dimitrowską i wsp. (5) wykazały, że średnia zawartość tłuszczu w tradycyjnych, macedońskich serach wynosiła 26,3%. Z kolei w badaniach przeprowadzonych przez Popović-Vranješ i wsp. (20) średnia zawartość tłuszczu w ekologicznych serach typu twardego była wysoka i wynosiła 30,51%.

Sery charakteryzują się dużym zróżnicowaniem pod względem procentowej zawartości białka. Średnia jego zawartość w zależności od rodzaju sera waha się od 10% w serach typu cottage do nawet 37,5% w serach typu parmezan (22). Jak wykazały badania własne, średnia zawartość białka w analizowanych produktach wynosiła od 25,6% do 31,6%, przy czym istotnie najwyższą jego zawartość stwierdzono w serach niewędzonych długo dojrzewających. Otrzymane wyniki badań własnych zgodne są z wynikami badań innych autorów, którzy

Tab. 1. Skład chemiczny badanych serów

Oznaczone parametry (%)	Rodzaj sera		
	wędzony	niewędzony	
	krótko dojrzewający (n = 12)	krótko dojrzewający (n = 12)	długo dojrzewający (n = 10)
Woda	42,1 ^a ± 3,27	38,3 ^{ab} ± 8,15	32,2 ^b ± 7,18
Tłuszcz	22,2 ^a ± 6,95	23,82 ^a ± 3,88	24,0 ^a ± 11,56
Białko	27,3 ^a ± 3,72	25,6 ^a ± 1,19	31,6 ^b ± 1,45
Popiół całkowity	5,1 ^a ± 0,30	5,8 ^a ± 0,53	5,2 ^a ± 1,55
NaCl	4,0 ^a ± 0,94	7,7 ^b ± 1,53	3,9 ^a ± 1,95

Objaśnienia: a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie w kierunku poziomym przy $p \leq 0,05$

wykazali, iż średnia procentowa zawartość białka wynosiła 26,21% w przypadku macedońskiego sera produkowanego metodą tradycyjną i poddanego 45-dniowemu dojrzewaniu oraz 23,59% dla ekologicznych serów typu twardego produkowanych w Serbii (5, 20). Z kolei badania przeprowadzone przez Ochrema i wsp. (12) wykazały, iż procentowa zawartość białka w tradycyjnych serach produkowanych na terenie Podhala była zróżnicowana i wahała się od 15,72% w serach typu bundz aż do 25,35% w wędzonych oscypkach.

Podobnie jak w innych rodzajach żywności, sól w serach pełni istotne funkcje: działa konserwująco, kształtuje pożądane cechy organoleptyczne produktu, jest również źródłem sodu w diecie człowieka (8). W badaniach własnych wykazano, że średnia procentowa zawartość soli w analizowanych produktach była wysoka i wahała się od 3,9% w serach niewędzonych długo dojrzewających do 7,7% w serach niewędzonych krótko dojrzewających. Jednocześnie sery niewędzone krótko dojrzewające charakteryzowały się istotnie najwyższą zawartością soli w porównaniu do pozostałych dwóch rodzajów badanych produktów. Według dostępnego piśmiennictwa, średnia zawartość soli w regionalnych i tradycyjnych serach produkowanych w różnych regionach świata z wykorzystaniem jako surowca mleka pozyskanego od różnych gatunków zwierząt jest zróżnicowana i wynosi 1,92% w ekologicznych serach serbskich, 5,09% i 6,1% w tradycyjnych serach macedońskich wytwarzanych, odpowiednio, z mleka krowiego i owczego, 4,5% w regionalnych serach wyprodukowanych na Warmii z mleka koziego oraz 6,6% w przypadku regionalnych, egipskich serów typu „domiati” (5, 11, 20, 24, 28). Stwierdzone różnice w zawartości soli pomiędzy analizowanymi serami tradycyjnymi zarówno w badaniach własnych, jak również w porównaniu do wyników badań innych autorów niewątpliwie związane są z różną technologią ich produkcji oraz niską powtarzalnością gotowego produktu w zakresie jego składu podstawowego. Jedną z istotnych funkcji soli jest działanie konserwujące, zwiększony jej dodatek na etapie wytwarzania serów tradycyjnych może być działaniem celowym, wynikającym z niskich lub niewystarczających standardów higienicznych i mikrobiologicznych stosowanych na

etapie ich produkcji. Przypuszczać również można, że wysoka zawartość soli w poddanych badaniu serach może być związana z wykorzystywanym surowcem, którym, jak w przypadku serów długo dojrzewających, było mleko niepasteryzowane, poddane jedynie procesowi termizacji.

Oceniane sery nie różniły się istotnie pod względem zawartości popiołu całkowitego, którego najniższy poziom stwierdzono w serach wędzonych krótko dojrzewających.

Tab. 2. Zawartość aminokwasów endogennych w badanych serach (g/100 g białka; n = 6)

Aminokwas	wędzony krótko dojrzewający	Rodzaj sera	
		krótko dojrzewający	długo dojrzewający
Arginina	4,09 ^a ± 0,18	3,87 ^a ± 0,23	3,87 ^a ± 0,25
Kwas asparaginowy	6,47 ^{ab} ± 0,26	6,76 ^a ± 0,40	6,12 ^b ± 0,37
Seryna	5,33 ^{ab} ± 0,25	5,66 ^a ± 0,36	5,16 ^b ± 0,36
Kwas glutaminowy	20,50 ^a ± 0,71	20,22 ^a ± 1,20	19,86 ^a ± 1,23
Prolina	11,97 ^a ± 0,54	12,34 ^a ± 0,77	13,81 ^b ± 0,98
Glicyna	1,69 ^a ± 0,06	1,72 ^a ± 0,11	1,65 ^a ± 0,10
Alanina	2,60 ^a ± 0,10	2,58 ^a ± 0,17	2,52 ^a ± 0,15
Σ	52,65	53,15	52,99

Objaśnienia: a, b – jak w tab. 1

Tab. 3. Zawartość aminokwasów egzogennych w badanych serach (g/100 g białka; n = 6)

Aminokwas	wędzony krótko dojrzewający	Rodzaj sera		Wzorzec białka jaja kurzego (6)	Wzorzec białka FAO/WHO (6)
		krótko dojrzewający	długo dojrzewający		
Histydyna	2,72 ^a ± 0,11	2,72 ^a ± 0,15	2,71 ^a ± 0,16	2,2	1,9
Izoleucyna	4,38 ^a ± 0,22	4,22 ^a ± 0,25	4,27 ^a ± 0,26	5,4	2,8
Leucyna	8,66 ^a ± 0,36	8,45 ^a ± 0,53	8,47 ^a ± 0,53	8,6	6,6
Lizyna	7,96 ^a ± 0,33	7,72 ^a ± 0,49	7,73 ^a ± 0,50	7,0	5,8
Metionina + cysteina	2,56 ^a ± 0,11	2,48 ^a ± 0,11	3,49 ^b ± 0,06	5,7	2,5
Fenylalanina + tyrozyna	9,92 ^a ± 0,48	9,57 ^a ± 0,66	9,44 ^a ± 0,62	9,3	6,3
Treonina	3,53 ^a ± 0,14	3,69 ^a ± 0,23	3,15 ^a ± 0,21	4,7	3,4
Tryptofan	1,63 ^a ± 0,06	1,65 ^a ± 0,20	1,91 ^b ± 0,15	1,7	1,1
Walina	6,00 ^a ± 0,26	5,97 ^a ± 0,37	5,84 ^a ± 0,37	6,6	3,5
Σ	47,36	46,47	47,01	51,2	33,9

Objaśnienia: a, b – jak w tab. 1

Tab. 4. Wartość odżywcza białka w badanych serach (%)

Wzorzec	Wskaźnik	Rodzaj sera		
		wędzony krótko dojrzewający	krótko dojrzewający	długo dojrzewający
Białka jaja kurzego (6)	CS	44,91 (Met + Cys)	43,51 (Met + Cys)	61,23 (Met + Cys)
	EAAI	89,81	87,49	91,25
FAO/WHO 1991 r. (6)	CS	102,40 (Met + Cys)	99,20 (Met + Cys)	92,65 (Thr)
	EAAI	137,95	134,39	140,17

Objaśnienia: CS – wskaźnik aminokwasu ograniczającego; EAAI – zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych

Zawartość aminokwasów endo- i egzogennych w serach wędzonych krótko dojrzewających oraz niewędzonych krótko i długo dojrzewających podano w tab. 2 i 3. We wszystkich trzech rodzajach badanych serów sumaryczna zawartość aminokwasów egzogennych była porównywalna i wahała się od 46,17 g do 47,36 g/100 g białka, zaś aminokwasów endogennych w granicach 52-53 g/100 g białka. Jak podaje Renner (22), sumaryczna zawartość aminokwasów egzogennych (z wyłączeniem histydyny) dla serów jako grupy technologicznej produktów spożywczych wynosi 51,6 g/100 g białka. Spośród analizowanych aminokwasów endogennych jedyne stwierdzone statystycznie różnice dotyczyły prolina, której najwyższą zawartość stwierdzono w serach niewędzonych długo dojrzewających oraz seryny i kwasu asparaginowego, których poziom różnił się statystycznie istotnie tylko pomiędzy serami krótko i długo dojrzewającymi, niepoddany procesowi wędzenia. Pomiędzy trzema rodzajami badanych serów nie wykazano istotnych różnic w poziomie aminokwasów egzogennych, takich jak: histydyna, izoleucyna, leucyna, lizyna, treonina, walina oraz w poziomie aminokwasów aromatycznych obejmujących fenylalaninę oraz tyrozinę. W grupie aminokwasów niezbędnych wykazano również, że poziom aminokwasów siarkowych oraz tryptofanu był najwyższy w niewędzonych serach długo dojrzewających i różnił się istotnie w porównaniu do serów krótko dojrzewających zarówno wędzonych, jak i niewędzonych.

Wartość biologiczną białek badanych serów określono na podstawie wskaźnika aminokwasu ograniczającego (CS) oraz zintegrowanego wskaźnika aminokwasów egzogennych (EAAI) (tab. 4). Analizę przeprowadzono przyjmując jako białka wzorcowe

– białko całego jaja kurzego oraz wzorzec białkowy opracowany w 1991 r. przez Komitet Ekspertów FAO/WHO (6).

Odnosząc wyniki przeprowadzonych badań do wzorca białka jaja kurzego stwierdzono, że aminokwasami ograniczającymi dla wszystkich rodzajów sera były metionina i cysteina. Natomiast porównując do wzorca FAO/WHO z 1991 r. dla wszystkich grup wiekowych powyżej 1 roku życia wykazano, iż dla serów krótko dojrzewających wędzonych i niewędzonych aminokwasami ograniczającymi były aminokwasy siarkowe: metionina i cysteina, natomiast w przypadku serów długo dojrzewających – treonina. Jednocześnie wskaźnik CS wyliczony dla tych aminokwasów w oparciu o wzorzec białkowy FAO osiągnął wysoką wartość wynoszącą, w zależności od rodzaju badanego sera, od 92,65% do 102,40%, średnia zaś wartość zintegrowanego wskaźnika aminokwasów egzogennych (EAAI) dla wszystkich, trzech badanych rodzajów serów wynosiła 137,43% (134,39-140,17%).

Jak wykazały badania przeprowadzone przez Caire-Juvera i wsp. (2), uwzględniające wzorzec białkowy FAO opracowany dla dzieci w wieku 1-2 lat, aminokwasem ograniczającym w serach białych produkowanych w Meksyku była także treonina. Z kolei według Cibrowskiej (3) aminokwasami ograniczającymi zarówno dla mleka, jak i serów twarogowych są metionina i cysteina. Biorąc pod uwagę korzystny skład aminokwasowy białka i jego wysoką wartość odżywczą ocenioną przy pomocy chemicznych wskaźników (CS i EAAI) stwierdzić należy, iż tradycyjne podpuszczkowe sery produkowane w Polsce południowo-wschodniej mogą odgrywać istotną rolę w diecie, aczkolwiek wartość biologiczna białek powinna zostać potwierdzona w dalszych badaniach doświadczalnych uwzględniających ich strawność i przyswajalność.

Podsumowując, w przeprowadzonych badaniach po raz pierwszy dokonano kompleksowej oceny składu podstawowego oraz profilu aminokwasowego regionalnych serów tradycyjnych produkowanych z mleka krowiego na obszarze Polski południowo-wschodniej. Skład chemiczny serów tradycyjnych charakteryzuje zmienność, która uwarunkowana może być różnicami w wyjściowym składzie surowca użytego do ich wytwarzania, jak również różnicami w samej technologii produkcji serów. Przeprowadzone badania wykazały, że tradycyjne sery podpuszczkowe charakteryzują się korzystnym składem aminokwasowym i wysoką wartością odżywczą białka mierzoną wskaźnikami chemicznymi (CS, EAAI), stąd też produkty te mogą odgrywać istotną rolę w codziennej diecie człowieka. Jednocześnie w obliczu rosnącego zainteresowania konsumentów żywnością tradycyjną istnieje konieczność podjęcia dalszych badań nad składem chemicznym, wartością odżywczą oraz bezpieczeństwem regionalnych serów produkowanych metodą tradycyjną zarówno z mleka krowiego, jak również mleka pozyskanego od innych gatunków zwierząt.

Piśmiennictwo

1. Bertola C. N., Califano N. A., Bevilacqua E. A., Zaritzky E. N.: Effects of ripening conditions on the texture of Gouda Cheese. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2000, 35, 207-214.
2. Caire-Juvera G., Vázquez-Ortiz F. A., Grijalva-Haro M. I.: Amino acid composition, score and in vitro protein digestibility of foods commonly consumed in northwest Mexico. *Nutr. Hosp.* 2013, 28, 365-371.
3. Cibrowska H., Rudnicka A.: Dietetyka – Żywnienie zdrowego i chorego człowieka. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2014.
4. Davies M. G., Thomas A. J.: An investigation of hydrolytic techniques for the amino acid analysis of foodstuffs. *J. Sci. Food Agric.* 1973, 24, 1525-1540.
5. Dimitrovska G., Srbinovska S., Presilski S., Manevska V., Kochoski L., Josheska E.: Traditional production and chemical composition of „Bieno cheese” in the Republic of Macedonia. *J. Food Eng.* 2016, 15, 55-60.
6. FAO/WHO: Protein quality evaluation. Report of a joint FAO-WHO expert consultation. Rome. FAO. Food Nutr. 1991, 51.
7. Fox P. F.: Cheese: An Overview, [w:] Fox P. F. (red.): Cheese: chemistry, physics and microbiology. Springer Science+Business Media, Dordrecht 1993, s. 1.
8. Guinee T. P.: Salting and the role of salt in cheese. *Int. J. Dairy Tech.* 2004, 58, 99-109.
9. Hattem H. E., Taleb A. T., Manal A. N., Hanaa S. S.: Effect of pasteurization and season on milk composition and ripening of Ras cheese. *J. Brew. Distilling* 2012, 3, 15-22.
10. Karwat J., Gil-Kulik P., Kotula L., Niedojadło A., Kocki J., Sawiuk M.: CLA – właściwości prozdrowotne. *Med. Ogólna Nauki Zdr.* 2013, 19, 535-538.
11. Levkov V., Srbinovska S., Gjorgovska N.: Microbiological and chemical characteristics of traditional ewe's milk cheese from Mariovo region. *Mljekarstvo* 2014, 64, 195-206.
12. Ochrem A., Zapletal P., Czerniejewska-Surma B., Kulaj D., Pokorska J.: Skład chemiczny i jakość serów z regionu Podhala. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2017, 2, 133-139.
13. Osborne D. R., Voegt P.: The Analysis of Nutrients in Food. Academic Press, London 1978.
14. Oser B. L.: Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein. *J. Am. Diet. Assoc.* 1951, 27, 396-399.
15. Polski Komitet Normalizacyjny: PN-A-82112:1973. Mięso i przetwory mięsne – Oznaczanie zawartości soli kuchennej.
16. Polski Komitet Normalizacyjny: PN-A-86232:1973. Mleko i przetwory mleczarskie – Sery – Metody badań.
17. Polski Komitet Normalizacyjny: PN-A-86239:1954. Sery – oznaczanie zawartości tłuszczu.
18. Polski Komitet Normalizacyjny: PN-EN ISO 8968-1:2014. Mleko i przetwory mleczne – Oznaczanie zawartości azotu – Część 1: Zasada Kjeldahla i obliczanie białka surowego.
19. Polski Komitet Normalizacyjny: PN-ISO 936:2000. Mięso i przetwory mięsne – Oznaczanie popiołu całkowitego.
20. Popović-Vranješ A., Paskaš S., Kasalica A., Jevtić M., Popović M., Belić B.: Production, composition and characteristics of organic hard cheese. *Biotech. Anim. Husbandry* 2016, 32, 393-402.
21. Rajbhandari P., Patel J., Valentine E., Kingstedt P. S.: Chemical changes that predispose smoked Cheddar cheese to calcium lactate crystallization. *J. Dairy Sci.* 2009, 92, 3616-3622.
22. Renner E.: Nutritional Aspects of Cheese, [w:] Fox P. F. (red.): Cheese: chemistry, physics and microbiology. Springer Science+Business Media, Dordrecht 1993, s. 557.
23. Rymaszewski J., Śmietana Z.: Sery dojrzewające i sery twarogowe, [w:] Ziajka S. (red.): Mleczarstwo – zagadnienia wybrane. Wyd. ART, Olsztyn 1997, s. 151.
24. Salwa A. A., Morgan S. D., Moawad A. A., Metwally B. N.: Effect of moisture, salt content and pH on the microbiological quality of traditional Egyptian Domiat cheese. *Assiut Vet. Med. J.* 2007, 53, 68-81.
25. Sandine W. E., Elliker P. R.: Microbially induced flavors and fermented foods flavor in fermented dairy products. *J. Agric. Food Chem.* 1970, 18, 557.
26. Schram E., Moore S., Bigwood E. J.: Chromatographic determination of cysteine as cysteic acid. *Biochem. J.* 1954, 57, 33-37.
27. Sławiński P., Tyczkowska K.: Hydroliza prób materiału biologicznego do oznaczania tryptofanu. *Roczn. Technol. i Chemii Żywn.* 1974, 24, 155-163.
28. Spiel J. A., Ząbek K., Pomianowski J., Kurp L.: Nutritional and consumer characteristics of Polish regional goat cheese from Warmia. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2016, 97, 129-133.
29. Walther B., Schmid A., Sieber R., Wehrmüller K.: Cheese in nutrition and health. *Dairy Sci. Technol.* 2008, 88, 389-405.
30. Żakowska-Biemans S., Kuc K.: Żywność tradycyjna i regionalna w opinii i zachowaniach polskich konsumentów. *Żywn. Nauk. Technol. Jak.* 2009, 3, 105-114.