

Wpływ częściowej substytucji mleka merynosa mlekiem krowim na jakość półtwardego sera dojrzewającego i efektywność jego produkcji

Anna Jarzynowska, Tadeusz Pakulski

Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka,
88-160 Janikowo, e-mail: ajarzynowska@onet.pl

Celem badań było określenie wpływu częściowej substytucji mleka owczego (MO) mlekiem krowim (MK) na jakość półtwardych serów dojrzewających i efektywność ich produkcji. Badania zrealizowano w Instytucie Zootechniki – PIB Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka w roku 2009 i 2010. Półtwardy ser dojrzewający wyrabiano z mleka merynosa barwnego i mieszanin tego mleka z normalizowanym (NMK) – doświadczenie I, lub surowym mlekiem krowim (SMK) – doświadczenie II. W obu doświadczeniach MO substytuowano MK w ilości 40% (6/4) i 60% (4/6). Przydatność technologiczną surowca serowarskiego określano w zakresie: czas koagulacji mleka, jakość skrzepu serowego oraz wydajność masy serowej. W surowcach i serach oznaczono zawartość podstawowych składników chemicznych. Dokonano również oceny organoleptycznej serów oraz uproszczonej kalkulacji kosztów surowców zużytych na wyprodukowanie 1 kg sera półtwardego. Stwierdzono, że substytuowanie mleka owczego mlekiem krowim w ilości 40 i 60% spowodowało istotny wzrost koncentracji laktozy, a obniżenie zawartości suchej masy, białka i tłuszczu w surowcach serowarskich. Mieszanie MO z MK w proporcji 6:4 i 4:6 wpłynęło na obniżenie wydatku sera: w przypadku NMK odpowiednio o 4,90 i 6,94 punkty procentowe (p.p.), a SMK odpowiednio o 5,10 i 8,35 p.p. ($P \leq 0,01$). Substytucja mleka owczego SMK w ilości 60% w porównaniu do 40%, obniżyła wydatek sera o 3,25 p.p. ($P \leq 0,01$). Nie stwierdzono natomiast wpływu zastępowania mleka owczego mlekiem krowim na skład chemiczny półtwardych serów dojrzewających. MK pochodzące bezpośrednio z gospodarstwa utrzymującego bydło mleczne wykazało lepszą przydatność technologiczną jako substytut MO, w porównaniu z MK pochodzącym z zakładu mleczarskiego. Stwierdzono tendencję do przyznawania korzystniejszych ocen organoleptycznych dla sera wyprodukowanego z surowca owczego substytuowanego SMK w ilości 60%, a niekorzystnych dla substytuowanego NMK, w porównaniu do wyprodukowanego z MO. Nie stwierdzono wpływu zastępowania mleka owczego mlekiem krowim na koszt surowca zużytego na wyprodukowanie 1 kg sera.

SŁOWA KLUCZOWE: dojrzewające sery owczo-krowie / wydatek sera / skład chemiczny sera / jakość sensoryczna

Efektywność produkcji serowarskiej zależy m.in. od zawartości składników chemicznych w mleku oraz od zastosowanej technologii produkcji sera [7, 8, 14, 18, 20, 21]. Na skład che-

miczny mleka wpływa wiele czynników: gatunek zwierząt, od których jest pozyskiwane, ich rasa, wiek, okres laktacji, stan zdrowotny wymion, żywienie. Mleko owcze w porównaniu do krowiego charakteryzuje się lepszą przydatnością technologiczną do produkcji serów, dzięki wysokiej koncentracji suchej masy, a szczególnie białka i tłuszczu [11].

Sezon doju ma zasadniczy wpływ na wydajność mleka i jego skład. Badania prowadzone w IZ-PIB ZD Kołuda Wielka nad mlecznym użytkowaniem owiec dowiodły, że owce tej samej rasy dojone w innych porach roku różnią się wydajnością mleka oraz jego składem [2, 12]. W mleku plenno-mlecznych owiec kołudzkich dojonych w miesiącach wiosenno-letnich stwierdzono niższą procentową zawartość suchej masy, białka i tłuszczu, odpowiednio o 1,26; 0,96 i 0,42 p.p., niż u dojonych w miesiącach letnio-jesiennych [12]. Podobną zależność między sezonem dojenia a wydajnością mleka i zawartością składników stwierdzono u bydła mlecznego [6]. Skład chemiczny mleka uzależniony jest także od rasy owiec. Maciorki merynosa polskiego, owcy wschodniofryzyskiej i mieszańców tych ras, dojone w okresie żywienia letniego, produkowały mleko różniące się składem oraz wydatkiem sera półtwardego [16]. Mleko merynosa charakteryzowało się największą koncentracją składników, dzięki czemu uzyskano z niego więcej sera półtwardego (średnio o 2,22 p.p.) niż z mleka owiec pozostałych ras. Na wydatek sera wpływa także rodzaj zastosowanej technologii. Opracowana w IZ-PIB ZD Kołuda Wielka receptura produkcji półtwardego sera dojrzewającego z mleka owczego o handlowej nazwie „Ser Kołudzki”, pozwala uzyskać więcej masy serowej (w wartościach bezwzględnych średnio o 39,9%) w porównaniu z technologią produkcji sera z masy parzonej („Wędzonek Kołudzki”), a mniej niż przy produkcji „Bundzu” (średnio o 47,7%) [7].

Produkcja serów z mleka owczego w wielu krajach śródziemnomorskich ma bardzo długą tradycję. Obecnie, jak podaje Kędzior za Harbuttem [11], wśród 30 tradycyjnych włoskich serów objętych ochroną nazwy i miejsca pochodzenia zaledwie 1/3 produkuje się z mleka owczego lub jedynie z jego udziałem. Spadek pogłowia owiec w naszym kraju ograniczył ilość mleka owczego do produkcji serów, cieszących się coraz większym zainteresowaniem klientów. Najbardziej znanymi polskimi serami, produkowanymi pierwotnie wyłącznie z mleka owczego, są „Oscypek” i „Bryndza Podhalańska”. Obecnie w technologii ich produkcji dopuszcza się 40% dodatek mleka krowiego do owczego [5]. Prowadzone w naszym kraju badania dotyczyły oceny wpływu składu owczo-krowiego surowca na skład i jakość głównie „Bundzu” i „Oscypka” [1, 23]. Z tego względu zasadnym było podjęcie badań mających na celu ocenę przydatności technologicznej surowca owczo-krowiego do wyrobu półtwardego sera dojrzewającego oraz jego składu i jakości.

Material i metody

Badania realizowano w Instytucie Zootechniki – PIB Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka, w roku 2009 i 2010. W każdym roku, od lutego do kwietnia, wykonano dwa doświadczenia, w których mleko owcze pozyskiwano od matek merynosa barwnego, żywionych mieszanką pasz treściwych i konserwowanymi paszami objętościowymi dostępnymi w gospodarstwie (sianem, kiszonką z traw i lucerny w roku 2009, a w 2010 kiszonką z kukurydzy w dojrzałości mleczno-woskowej).

W doświadczeniu I (2009 r.) mleko owcze substytuowano spożywczym mlekiem krowim (NMK) pochodzącym z zakupu w Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej (normalizowanym na 3,2% zawartość tłuszczu, o deklarowanej zawartości białka na poziomie 3,0%), a w doświadczeniu II (2010 r.) – surowym mlekiem krowim pochodzącym bezpośrednio z gospodarstwa utrzymującego bydło mleczne (SMK). W każdym doświadczeniu wykonano 5 serii przerobów mleka owczego (MO) (surowiec/ser kontrolny) oraz mleka owczego i krowiego mieszanego w proporcji 6:4 (6/4) i 4:6 (4/6) na dojrzewający ser półtwardy. Surowiec serowarski pasteryzowano metodą kotłową w temperaturze 75°C przez 30 minut. Koagulację białek w surowcu serowarskim przeprowadzono w temperaturze 34°C ($\pm 0,5^\circ\text{C}$) poprzez: dodatek chlorku wapnia (0,2 g/kg mleka), mezofilnych kultur serowarskich (*Lactococcus lactis* – 66%, *Lactococcus cremoris* – 33%; 0,026g/kg mleka) i podpuszczki (0,15 ml/kg mleka). Pokrojony skrzep poddawano obróbce według technologii produkcji „Sera Kołudzkiego”, opracowanej w IZ-PIB ZD Kołuda Wielka [9]. Gęstwę serową umieszczano w formach serowarskich, poddając naciskowi średnio 16 kg/formę (tj. 2-2,5 kg/kg masy serowej) przez 24 godz. Bloki sera solono w 16% solance przez dobę, osuszano i poddawano procesowi dojrzewania w temp. powietrza 10-12°C i wilgotności względnej 75-85%. Po upływie około 10 dni sery pakowano próżniowo i dalej prowadzono proces ich dojrzewania, trwający około 4-6 tygodni. Sery uznawano za dojrzałe, gdy ich miąższ stawał się sprężysty, o jednolitej strukturze i barwie.

W próbach surowców serowarskich i mleka krowiego oznaczano zawartość suchej masy, białka, tłuszczu i laktozy, aparatem MilkoScan. Przydatność technologiczną surowca serowarskiego określano na podstawie czasu koagulacji mleka po zadaniu podpuszczki (wykonując próbę podpuszczkową [3]) i jakości uzyskanego skrzepu oraz wydajności świeżej i dojrzałej masy serowej. Przed przystąpieniem do krojenia skrzepu wykonano jego ocenę punktową w skali 1-3, gdzie: 1 pkt – struktura skrzepu luźna, brak synerozy (wydzielania serwatki); 3 pkt. – struktura skrzepu zwarta, na przekroju porcelanowa, wydzielanie klarownej serwatki.

Wykonano analizy składu chemicznego dojrzałych serów, oznaczając zawartość: suchej masy (metodą suszarkową), białka (metodą Kjeldahla), tłuszczu (metodą Soxhleta), popiołu (poprzez spalanie w temperaturze 550-600°C) [3]. Na podstawie składu chemicznego i wartości tabelarycznych określono wartość energetyczną serów [13]. Przeprowadzono również ocenę organoleptyczną uzyskanych serów metodą punktową w skali 1-5 (min.-maks.) z próbką kontrolną [22]. Czteroosobowa komisja oceniała następujące cechy: sprężystość (1 pkt – twardy, kruchy; 5 pkt. – elastyczny), struktura (1 pkt – miąższ twarogowy, wyczuwalne grudki, suchy; 5 pkt. – jednolita struktura), skórka (1 pkt – wilgotna, mazista, nierówna; 5 pkt. – sucha, gładka), oczkowanie (1 pkt – oczka nietypowe: sitowate, szczelinowe; 5 pkt. – oczka regularne, owalne lub okrągłe), słoność (1 pkt – zbyt słony, niesłony; 5 pkt. – optymalny), zapach (1 pkt – nietypowy, ostry, kwaśny, mało wyrazisty; 5 pkt. – aromatyczny, łagodny, lekko kwaśny), smak (1 pkt – gorzki, kwaśny, jałowy; 5 pkt. – lekko pikantny, typowy dla sera żółtego), barwa (1 pkt – kolor biały, barwa niejednolita; 5 pkt. – kolor kości słoniowej, żółty, barwa jednolita), przyznając również ocenę za ogólne wrażenia smakowe i wizualne. Próby do oceny kodowano cyframi (1, 2, 3 i 4, w tym próba kontrolna) i podawano oceniającym w losowej kolejności.

Wykonano uproszczoną kalkulację kosztów surowców zużytych na wyprodukowanie 1 kg porównywanych serów. Wartość MO przyjęto według cen rozliczeniowych stosowanych w IZ-PIB ZD Kołuda Wielka – 2,20 zł/kg, NMK według cen zakupu w mleczarni – 1,50 zł/kg, a SMK bezpośrednio z gospodarstwa według cen skupu stosowanych przez mleczarnię – 1,00 zł/kg.

Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu pakietu STATISTICA 6 PL, stosując jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Weryfikację statystycznych różnic między surowcami serowarskimi wykonano testem Duncana. Dla oceny zmienności obliczono współczynniki zmienności (V%).

Wyniki i dyskusja

W normalizowanym mleku krowim (NMK) stosowanym w doświadczeniu I, którym substytuowano owczy surowiec serowarski, stwierdzono zdecydowanie niższą koncentrację składników chemicznych w porównaniu z mlekiem merynosa barwnego (tab. 1). Zawierało ono o 41,7% mniej suchej masy, ponad dwukrotnie mniej białka i tłuszczu, a o 12,6% więcej laktozy oraz charakteryzowało się korzystniejszym stosunkiem białkowo-tłuszczowym. W suchej masie NMK, w porównaniu z MO, stwierdzono prawie dwukrotnie wyższą zawartość laktozy, a niższą białka i tłuszczu, w wartościach bezwzględnych odpowiednio o 23,4 i 31,9%.

Substytucja mleka owczego NMK w ilości 40 i 60% spowodowała w uzyskanych surowcach serowarskich, w porównaniu do MO, spadek zawartości suchej masy odpowiednio o 14,8 i 24,2%, suchej masy beztłuszczowej o 9,1 i 16,8%, białka o 23,2 i 33,5% i tłuszczu o 22,9 i 33,6%, a wzrost laktozy odpowiednio o 6,2 i 10,1%; wszystkie różnice istotne przy $P \leq 0,01$ (tab. 1). Wprowadzenie do surowca serowarskiego NMK w ilości 60%, w porównaniu z 40%, wpłynęło na obniżenie zawartości suchej masy o 11,1% ($P \leq 0,01$), suchej masy beztłuszczowej o 8,5% ($P \leq 0,05$) i białka o 13,8% ($P \leq 0,01$). Analizowane surowce serowarskie posiadały wyrównany stosunek białkowo-tłuszczowy, a wysoko istotnie różniły się zawartością białka i laktozy w suchej masie. Udział NMK w mieszaninie w ilości 40 i 60% obniżył, w stosunku do MO, zawartość białka w wartościach bezwzględnych odpowiednio o 9,8 i 12,2% ($P \leq 0,01$), a podniósł zawartość laktozy o 24,5 i 45,4% ($P \leq 0,01$). Sucha masa surowca 4/6 charakteryzowała się statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$) wyższą zawartością laktozy w porównaniu do surowca 6/4; w wartościach bezwzględnych o 16,8%.

W doświadczeniu II surowe mleko krowie (SMK), w porównaniu z MO, zawierało mniej suchej masy (o 35,1%), suchej masy beztłuszczowej (o 30,7%) i tłuszczu (o 42,6%) oraz ponad dwukrotnie mniej białka, charakteryzowało się też gorszym stosunkiem białkowo-tłuszczowym (tab. 1). Natomiast w suchej masie SMK, w porównaniu z MO, stwierdzono niższą zawartość białka (w wartościach bezwzględnych o 28,0%) i tłuszczu (o 11,4%), a wyższą laktozy (o 50,4%).

Zastępowanie mleka owczego SMK w ilości 40 i 60% obniżyło koncentrację składników w mieszanych surowcach serowarskich, w porównaniu do MO: suchej masy odpowiednio o 12,8 i 21,4%, suchej masy beztłuszczowej o 13,0 i 18,7%, białka o 22,0 i 32,4%, tłuszczu o 12,4 i 25,9%; wszystkie różnice istotne przy $P \leq 0,01$ (tab. 1). Wprowadzenie

Tabela 1 – Table 1

Skład chemiczny surowców serowarskich

Chemical composition of raw materials for cheese making

Wyszczególnienie Specification		Mleko krowie Cow milk (MK)	Surowiec do produkcji serów Raw material for cheese making			SEM
			MO	owczo-krowi sheep and cow milk		
				6/4	4/6	
Doświadczenie I – Experiment I						
Skład chemiczny (g/100 g) Chemical composition (g/100 g)						
sucha masa dry matter	x V%	12,12 1,4	20,78 ^{AB} 6,6	17,70 ^{BC} 3,6	15,74 ^{AC} 4,3	0,548
sucha masa beztłuszczowa solids-not-fat	x V%	8,36 1,2	12,14 ^{AB} 2,8	11,04 ^{Ba} 1,8	10,10 ^{Aa} 4,0	0,216
białko protein	x V%	3,25 2,8	7,28 ^{AB} 11,5	5,59 ^{BC} 6,3	4,84 ^{AC} 6,2	0,275
tłuszcz fat	x V%	3,43 3,4	8,64 ^{AB} 12,1	6,66 ^B 16,0	5,74 ^A 8,7	0,356
laktoza lactose	x V%	4,74 1,7	4,15 ^{AB} 15,2	4,40 ^B 9,5	4,57 ^A 4,0	0,108
Białko: tłuszcz Protein: fat	x V%	0,95 1,7	0,84 8,6	0,84 16,9	0,84 5,2	0,026
Zawartość składników chemicznych w suchej masie (%) Solids content of chemical components (%)						
białko protein	x V%	26,82 1,5	35,03 ^{AB} 7,3	31,58 ^B 5,8	30,75 ^A 2,9	0,609
tłuszcz fat	x V%	28,32 2,4	41,58 5,9	37,63 14,2	36,47 5,7	0,945
laktoza lactose	x V%	39,10 2,3	19,97 ^{AB} 18,5	24,86 ^{Ba} 10,4	29,03 ^{Aa} 4,1	1,07
Doświadczenie II – Experiment II						
Skład chemiczny (g/100 g) Chemical composition (g/100 g)						
sucha masa dry matter	x V%	12,90 3,4	19,89 ^{AB} 3,3	17,35 ^{BC} 2,0	15,64 ^{AC} 2,9	0,481
sucha masa beztłuszczowa solids-not-fat	x V%	8,64 1,7	12,47 ^{AB} 2,1	10,85 ^{BC} 1,6	10,14 ^{AC} 1,2	0,265
białko protein	x V%	3,27 5,2	7,00 ^{AB} 3,6	5,46 ^{BC} 3,6	4,73 ^{AC} 3,7	0,260
tłuszcz fat	x V%	4,26 7,7	7,42 ^{AC} 7,0	6,50 ^{BC} 4,5	5,50 ^{AB} 7,0	0,230
laktoza lactose	x V%	4,66 2,6	4,77 0,7	4,69 1,2	4,71 1,7	0,017
Białko: tłuszcz Protein: fat	x V%	0,77 4,9	0,95 ^{Aa} 6,2	0,84 ^A 5,0	0,86 ^a 5,6	0,017
Zawartość składników chemicznych w suchej masie (%) Solids content of chemical components (%)						
białko protein	x V%	25,35 3,0	35,20 ^{AB} 2,5	31,47 ^{Ba} 2,7	30,23 ^{Aa} 2,3	2,312
tłuszcz fat	x V%	33,02 4,5	37,27 ^b 4,1	37,46 ^a 2,9	35,13 ^{ab} 4,3	0,437
laktoza lactose	x V%	36,12 4,6	24,02 ^{AC} 3,6	27,03 ^{BC} 3,0	30,16 ^{AB} 4,4	0,713

MO – mleko owcze – sheep milk

AA, BB, CC – różnice statystycznie istotne przy P≤0,01; aa, bb – przy P≤0,05;

AA, BB, CC – statistically significant differences at P≤0.01; aa, bb – at P≤0.05

SEM – standardowy błąd średniej arytmetycznej – standard error of mean

60% SMK do surowca serowarskiego, w porównaniu do 40%, spowodowało obniżenie zawartości suchej masy (o 9,9%), suchej masy beztłuszczowej (o 6,5%), białka (o 13,4%) i tłuszczu (o 15,4%); $P \leq 0,01$. Owczko-krowie surowce serowarskie 6/4 i 4/6 charakteryzowały się mniej korzystnym stosunkiem białkowo-tłuszczowym niż MO, odpowiednio o 8,9% ($P \leq 0,05$) i 11,1% ($P \leq 0,01$). Stwierdzono także istotnie mniejszą zawartość białka w suchej masie mieszanin 6/4 i 4/6, w porównaniu do MO, w wartościach bezwzględnych odpowiednio o 10,6 i 14,2% ($P \leq 0,01$), a w suchej masie mieszaniny 4/6 o 3,9% mniejszą niż w 6/4 ($P \leq 0,05$). Surowiec 4/6 charakteryzował się także niższą zawartością tłuszczu w suchej masie w stosunku do 6/4 i MO, w wartościach bezwzględnych odpowiednio o 6,2 i 5,7% ($P \leq 0,05$). Stwierdzono wzrost zawartości laktozy w suchej masie mieszanin 6/4 i 4/6, w porównaniu z MO, odpowiednio o 12,5 i 25,6%, a w mieszaninie 4/6 w porównaniu z 6/4 o 11,8%; wszystkie różnice istotne przy $P \leq 0,01$.

W doświadczeniu I surowce mieszane koagulowały średnio o 15,1 min (tj. o 30,2%) dłużej niż MO; $P \leq 0,01$ (tab. 2). Zaznaczyła się także wyraźna tendencja do pogarszania jakości skrzepu wraz ze wzrostem udziału NMK w surowcu serowarskim. Stwierdzono również mniejszy wydatek świeżej i dojrzałej masy serowej z mieszanin 6/4 i 4/6 w porównaniu z MO; świeżej odpowiednio o 17,4 i 24,6% ($P \leq 0,01$), a dojrzałej o 18,0 i 25,4% ($P \leq 0,01$). Sery wyrabiane z surowców mieszanych dojrzewały średnio o 6,8 dni dłużej (o 10,0%), jednak różnice te nie zostały potwierdzone statystycznie ze względu na dużą zmienność analizowanego parametru (V% od 19,0 do 30,4). Nie stwierdzono istotnych różnic w ubytkach masy serowej w trakcie dojrzewania między porównywanymi serami.

W doświadczeniu II substytuowanie mleka owczego SMK wpłynęło na wydłużenie czasu koagulacji mleka, nie potwierdzone statystycznie z uwagi na dużą zmienność analizowanego parametru (tab. 2). Należy zaznaczyć, że koagulacja surowców mieszanych trwała dłużej niż w przypadku substytucji NMK, a uzyskany skrzep oceniony był korzystniej niż w doświadczeniu I. Charakteryzował się on dobrą zwięzłością i prawidłową synerezą (wydzielaniem się serwatki). Analogicznie do doświadczenia I zastępowanie mleka owczego SMK wpłynęło na zmniejszenie wydajności masy serowej; z mieszaniny 6/4 i 4/6 świeżej uzyskano mniej niż z MO, odpowiednio o 17,1 i 27,5% ($P \leq 0,01$), a dojrzałej – o 18,5 i 30,3% ($P \leq 0,01$). Mieszanie mleka owczego i krowiego w proporcji 4:6, w porównaniu do 6:4, wpłynęło na mniejszy wydatek świeżej (o 12,5%; $P \leq 0,05$) i dojrzałej masy serowej (o 14,5%; $P \leq 0,01$). Sery uzyskane z surowców mieszanych dojrzewały średnio o 5,9 dnia (tj. o 7,5%) krócej niż z surowca owczego (NS). W trakcie dojrzewania stwierdzono większe ubytki masy serów produkowanych z mieszaniny 6/4 (o 1,3 p.p.) i 4/6 (o 3,0 p.p.) w porównaniu do wyrabianych z surowca owczego. Różnice te nie zostały jednak potwierdzone statystycznie, ze względu na dużą zmienność analizowanego parametru (V% >43,0).

Analiza wyników uzyskanych w obu doświadczeniach wskazuje, że substytuowanie mleka merynosa barwnego (MO) mlekiem krowim normalizowanym (NMK) i surowym (SMK) wpłynęło na spadek koncentracji podstawowych składników w surowcach owczko-krowich (proporcjonalnie do ilości substytutu w surowcu), a tym samym na mniejszy wydatek masy sera. Stwierdzono także, że mieszanie MO z SMK w proporcji 4:6 wpłynęło na istotne obniżenie zawartości składników w surowcu, co obniżyło jego wydajność, w porównaniu do mieszania w proporcji 6:4. Natomiast różny udział NMK w surowcu serowarskim nie miał wpływu na istotne zróżnicowanie składu chemicznego mieszanin oraz wydatek

Tabela 2 – Table 2

Parametry technologiczne produkcji serów i wydatek masy serowej

Technological parameters of cheese making and yield of cheese mass

Wyszczególnienie Specification		Sery wyprodukowane z Cheeses made from			SEM
		MO	mleka owczo-krowiego sheep and cow milk		
			6/4	4/6	
Doświadczenie I – Experiment I					
Czas koagulacji mleka (min)	x	50,3 ^{AB}	66,7 ^A	64,2 ^B	3,491
Milk coagulation time (min)	V%	18,6	19,9	26,8	
Ocena skrzepu (1-3 pkt.)	x	2,6	2,4	2,1	0,111
Clot score (1-3 pts)	V%	23,3	9,8	8,0	
Okres dojrzewania (dni)	x	68,2	76,2	73,8	3,921
Ripening period (days)	V%	30,4	19,0	22,0	
Wydatek świeżej masy serowej (kg/100 kg mleka)	x	32,64 ^{AB}	26,96 ^B	24,61 ^A	0,972
Yield of fresh cheese mass (kg/100 kg milk)	V%	7,1	10,3	8,0	
Wydatek dojrzałej masy serowej (kg/100 kg mleka)	x	27,27 ^{AB}	22,37 ^B	20,33 ^A	0,871
Yield of ripe cheese mass (kg/100 kg milk)	V%	10,3	5,8	9,0	
Ubytki masy serowej w procesie dojrzewania (%)	x	16,55	16,86	17,32	1,088
Loss of cheese mass during ripening (%)	V%	31,0	26,1	29,6	
Doświadczenie II – Experiment II					
Czas koagulacji mleka (min)	x	84,8	96,6	107,4	6,772
Milk coagulation time (min)	V%	24,3	19,8	33,6	
Ocena skrzepu (1-3 pkt.)	x	2,65	2,70	2,65	0,047
Clot score (1-3 pts)	V%	8,4	7,7	5,2	
Okres dojrzewania (dni)	x	79,0	74,8	71,4	3,022
Ripening period (days)	V%	26,3	25,0	24,5	
Wydatek świeżej masy serowej (kg/100 kg mleka)	x	33,13 ^{AB}	27,47 ^{Ba}	24,03 ^{Aa}	1,131
Yield of fresh cheese mass (kg/100 kg milk)	V%	7,1	7,5	8,3	
Wydatek dojrzałej masy serowej (kg/100 kg mleka)	x	27,52 ^{AB}	22,42 ^{BC}	19,17 ^{AC}	0,961
Yield of ripe cheese mass (kg/100 kg milk)	V%	4,1	4,1	6,8	
Ubytki masy serowej w procesie dojrzewania (%)	x	16,00	17,33	18,98	1,983
Loss of cheese mass during ripening (%)	V%	52,0	46,1	43,0	

MO – mleko owcze – sheep milk

AA, BB, CC – różnice statystycznie istotne przy $P \leq 0,01$; aa – przy $P \leq 0,05$

AA, BB, CC – statistically significant differences at $P \leq 0,01$, aa – at $P \leq 0,05$

SEM – standardowy błąd średniej arytmetycznej – standard error of mean

sera. SMK pochodzące bezpośrednio od producenta, w porównaniu do NMK pochodzącego z mleczarni, zawierało więcej suchej masy i tłuszczu oraz miało niższy stosunek białkowo-tłuszczowy (tab. 1). Mimo różnej koncentracji składników w NMK i SMK, nie stwierdzono zasadniczych różnic w składzie analogicznych surowców mieszanych między doświadczeniami. Wynikało to z różnic w składzie mleka owczego, spowodowanych prawdopodobnie innym żywieniem owiec w roku 2009 i 2010. Mleko owiec w roku 2010, w porównaniu do 2009, charakteryzowało się mniejszą koncentracją suchej masy i tłuszczu, a większą laktozą oraz korzystniejszym stosunkiem białkowo-tłuszczowym (tab. 1).

Surowiec owczy substytuowany w 40 i 60% MK ścinał się dłużej, a w przypadku substytucji NMK tworzył skrzep o mniejszej przydatności technologicznej (o luźnej konsystencji, bez wyraźnej synerезy). Gorsza koagulacja surowców owczo-krowich w doświadczeniu I (której nie stwierdzono substytuując surowiec owczy SMK), spowodowana była prawdopodobnie zabiegami technologicznymi stosowanymi przez zakład mleczarski przy produkcji mleka spożywczego (pasteryzacja, normalizacja). Pośrednio może się z tym wiązać dłuższy (średnio o 6,8 dnia) okres dojrzewania serów produkowanych z surowca substytuowanego NMK, a krótszy (średnio o 5,9 dnia) z dodatkiem SMK w porównaniu do wyprodukowanych z MO. Sery wyprodukowane z dodatkiem SMK dojrzewały szybciej, co prawdopodobnie było wynikiem większej zawartości laktozy w suchej masie surowca serowarskiego, z której za sprawą bakterii serowarskich powstaje kwas mlekowy, odpowiedzialny za proces dojrzewania serów.

Mleko merynosa barwnego, przerabiane w obu doświadczeniach na „Ser Kołudzki”, charakteryzowało się wyższą zawartością białka, a podobną tłuszczu, jak w badaniach Pakulskiego i wsp. (białko od 5,8 do 6,1%; tłuszcz od 7,7 do 8,9%) przy produkcji ww. sera z tego surowca [15, 16]. To prawdopodobnie wpłynęło na wyższy niż w innych badaniach (od 17,6 do 21,3%) wydatek półtwardego sera owczego [14, 15, 16].

Spadek zawartości składników chemicznych w surowcach owczo-krowich w stosunku do surowca owczego wpłynął na istotne obniżenie wydajności tych surowców. Podobne zależności obserwowano w badaniach własnych [8], substytuując mleko owcy kołudzkiej surowym mlekiem krowim w ilości 40 i 60%, z tym, że świeżej masy serowej uzyskano wówczas znacznie mniej; odpowiednio 20,98 i 18,65%. Niższy w tych badaniach wydatek masy sera z mleka owczo-krowiego wynikał z niższej koncentracji składników w mleku owcy kołudzkiej i krowim. Należy także zaznaczyć, że średni w obu doświadczeniach wydatek „Sera Kołudzkiego” z mleka merynosa barwnego mieszanego z krowim w proporcji 6:4 i 4:6 wynosił odpowiednio 22,39 i 19,75% i był większy w porównaniu z uzyskiem tego sera z mleka merynosa barwnego [15, 16] i sera podobnego typu z mleka merynosów hiszpańskich [14]. Tak wysoka wydajność surowców owczo-krowich wynika prawdopodobnie z wyższej w nich zawartości białka oraz z korzystniejszego stosunku białkowo-tłuszczowego (w obu doświadczeniach dla mieszanin 6/4 i 4/6 – średnio 0,84) niż w mleku merynosa barwnego w ww. badaniach (od 0,55 do 0,77). Zależność między zawartością kazeiny w mleku (a tym samym białka), a wydatkiem sera potwierdzają obserwacje innych autorów [20]. Wydatek półtwardych serów dojrzewających z surowców owczo-krowich był większy niż z surowca krowiego w innych badaniach; owczo-krowiego „Sera Kołudzkiego” uzyskano ponad dwukrotnie więcej niż sera „Salami” produkowanego wyłącznie z mleka krowiego [21].

Tabela 3 – Table 3

Skład chemiczny i wartość odżywcza wyprodukowanych serów

Chemical composition and nutritive value of cheeses made

Wyszczególnienie Specification	Sery wyprodukowane z Cheeses made from				SEM
	MO	mleka owczo-krowiego sheep and cow milk			
		6/4	4/6		
Doświadczenie I – Experiment I					
Skład chemiczny sera (g/100 g) Chemical composition of cheese (g/100 g):					
sucha masa dry matter	x V%	51,15 6,9	50,30 8,3	48,51 4,7	0,802
sucha masa beztłuszczowa solids-not-fat	x V%	29,91 9,0	29,71 9,0	28,37 6,8	
białko protein	x V%	23,57 12,6	23,19 12,4	21,99 10,7	0,628
tłuszcz fat	x V%	21,25 8,7	20,58 16,0	20,14 7,6	
popiół ash	x V%	3,13 20,4	3,17 18,7	3,51 21,8	0,153
Białko: tłuszcz Protein: fat	x V%	1,11 13,8	1,15 17,7	1,10 12,7	
Wartość kaloryczna sera (kcal/100 g) Calorific value of cheese (kcal/100 g)	x V%	298 7,3	291 11,3	281 5,9	5,751
Doświadczenie II – Experiment II					
Skład chemiczny sera (g/100 g) Chemical composition of cheese (g/100 g):					
sucha masa dry matter	x V%	51,53 5,6	51,33 3,5	50,73 3,6	0,542
sucha masa beztłuszczowa solids-not-fat	x V%	27,85 5,9	27,77 5,6	27,77 5,6	
białko protein	x V%	22,12 5,4	22,02 8,4	22,07 4,6	0,338
tłuszcz fat	x V%	23,68 5,3	23,56 8,6	22,96 8,1	
popiół ash	x V%	3,35 19,7	3,53 13,9	3,30 16,2	0,138
Białko: tłuszcz Protein: fat	x V%	0,93 0,6	0,94 13,7	0,97 10,5	
Wartość kaloryczna sera (kcal/100 g) Calorific value of cheese (kcal/100 g)	x V%	311 5,2	309 5,7	304 4,6	3,883

MO – mleko owcze – sheep milk

SEM – standardowy błąd średniej arytmetycznej – standard error of mean

Stwierdzono także, że substytucja mleka owczego mlekiem krowim nie wpłynęła istotnie na skład serów w obu doświadczeniach (tab. 3). Zaznaczyła się jednak wyraźna tendencja do mniejszej zawartości suchej masy (o 5,2%), suchej masy beztłuszczowej (o 5,1%), białka (o 6,7%) i tłuszczu (o 5,2%), a wyższej składników mineralnych (o 12,1%) w serze wyprodukowanym z surowca z 60% udziałem NMK niż z MO. Niższa zawartość podstawowych składników w serze przy zastąpieniu NMK 60% mleka owczego, wpły-

nęła na obniżenie o 5,7% wartości kalorycznej sera. Nie stwierdzono istotnych różnic w proporcji białka do tłuszczu w serach wyprodukowanych z analizowanych surowców.

Wszystkie sery wyprodukowane w doświadczeniu II, w porównaniu do doświadczenia I, charakteryzowały się wyższą zawartością tłuszczu (średnio o 13,4%), a niższą białka (średnio o 3,7%), co wpłynęło na mniej korzystny stosunek białka do tłuszczu (średnio o 15,0%) i wyższą ich kaloryczność (średnio o 6,2%). Wyższa retencja tłuszczu, a niższa białka w doświadczeniu II wynikała prawdopodobnie z produkcji sera metodą kotłową, przy której trudno o zachowanie standardowych parametrów technologicznych. Dostępna literatura dotycząca tego zagadnienia wskazuje na duże wahania składu „Sera Kołodzkiego” wyrabianego z mleka merynosa barwnego w warunkach mikroprodukcji, tj. białka 18,2-22,7%, tłuszczu 23,31-32,10% oraz stosunku białkowo-tłuszczowego 0,61-0,80 [16, 17]. Wyprodukowane w obu doświadczeniach sery owcze i owczo-krowie charakteryzowały się wyższą zawartością białka, a niższą tłuszczu oraz korzystniejszym stosunkiem białka do tłuszczu, w porównaniu do serów wyprodukowanych przy zastosowaniu tej samej technologii w cytowanych badaniach.

Brak zależności między składem surowca serowarskiego a zawartością składników w serach potwierdzają inne badania [1, 8, 17, 23]. Bonczar i wsp. [1] stwierdzili istotne różnice w składzie chemicznym surowca owczego, krowiego i owczo-krowiego mieszanego w proporcji 1:1, które nie miały jednak wpływu na skład uzyskanego z nich bundzu. Bundz wyprodukowany z surowca o najniższej koncentracji składników chemicznych zawierał najwięcej tłuszczu, a najmniej białka, w porównaniu z wyrabianym z pozostałych surowców. Wyprodukowany w obu doświadczeniach owczy i owczo-krowi „Ser Kołodzki” zawierał mniej białka i tłuszczu niż dojrzewające sery kwasowo-podpuszczkowe („Salami” i „Gouda”: tłuszcz odpowiednio 24,6 i 25,7%; białko odpowiednio 28,4 i 27,0%) produkowane z mleka krowiego [19, 21].

Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic ocen sensorycznych serów wytwarzanych z MO i substytuowanego NMK (doświadczenie I), poza gorzej wykształconą skórką i większą słonnością sera 4/6 niż owczego – różnica odpowiednio o 12,5 i 8,0%, $P \leq 0,05$ (tab. 4). Zaznaczyła się jednak tendencja do obniżonych ocen serów owczo-krowich w porównaniu z owczym, proporcjonalnie do wielkości udziału NMK w surowcu serowarskim. Zadawalające oceny (w przedziale od 3,5 do 3,9 pkt.) uzyskały wszystkie sery za smak, a produkowane z mieszanin 6/4 i 4/6 także za sprężystość i strukturę. We wszystkich serach wysoko oceniono jakość skórki, oczkowanie, słonność, zapach i barwę, a w serze owczym również sprężystość (ponad 4,0 pkt.). Ser owczy i 6/4 uzyskały wysoką ocenę ogólną (powyżej 4,0 pkt.), natomiast ser 4/6 oceniono nieznacznie poniżej 4,0 pkt.

Substytucja mleka owczego SMK (doświadczenie II) również nie wpłynęła na istotne zróżnicowanie ocen organoleptycznych. Wszystkie sery uzyskały wysokie oceny w przedziale od 4,0 do 4,5 pkt., a takie cechy jak: skórka, oczkowanie, słonność i barwa oceniono powyżej 4,5 pkt. Należy zauważyć, że zaznaczyła się tendencja do przyznawania korzystniejszych ocen serom wyprodukowanym z 60% udziałem SMK, podczas gdy w przypadku substytucji 60% NMK oceny były najniższe.

Sery wyprodukowane w doświadczeniu I uzyskały niższe oceny organoleptyczne niż w doświadczeniu II oraz w badaniach Pakulskiego i wsp. (ocena ogólna 4,59 pkt.) [16]. Sery owczo-krowie w doświadczeniu I były twarde, ich miąższ bardziej kruchy, smakiem

Tabela 4 – Table 4

Wyniki oceny organoleptycznej dojrzałych serów półtwardych (pkt)

Organoleptic scores of mature semi-hard cheeses (pts)

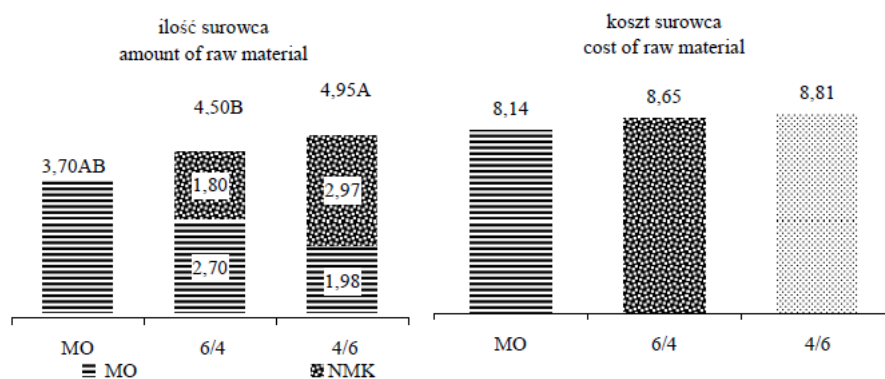
Wyszczególnienie Specification		Sery wyprodukowane z Cheeses made from			SEM
		MO	mleka owczo-krowiego sheep and cow milk		
			6/4	4/6	
Doświadczenie I – Experiment I					
Sprężystość – Elasticity	x	4,10	3,92	3,65	0,104
	V%	12,5	10,3	9,3	
Struktura – Structure	x	4,01	3,77	3,67	0,119
	V%	9,7	14,1	16,3	
Skórka – Rind	x	4,55 ^{aa}	4,25	3,98 ^{aa}	0,100
	V%	4,0	9,2	12,0	
Oczkowanie – Eyes	x	4,40	4,36	4,13	0,086
	V%	5,1	11,3	8,2	
Słoność – Salt content	x	4,60 ^{aa}	4,42	4,23 ^{aa}	0,056
	V%	4,0	5,4	4,1	
Zapach – Aroma	x	4,26	4,24	4,12	0,074
	V%	7,0	8,8	7,5	
Smak – Flavour	x	3,99	3,71	3,53	0,116
	V%	9,8	10,8	17,3	
Barwa – Colour	x	4,46	4,25	4,17	0,094
	V%	7,5	8,9	11,7	
Ocena ogólna	x	4,29	4,11	3,94	0,074
Overall score	V%	4,7	7,4	9,1	
Doświadczenie II – Experiment II					
Sprężystość – Elasticity	x	4,27	4,20	4,37	0,102
	V%	6,3	11,6	9,5	
Struktura – Structure	x	4,35	4,35	4,50	0,095
	V%	8,0	8,5	8,1	
Skórka – Rind	x	4,70	4,65	4,77	0,052
	V%	4,5	4,8	2,2	
Oczkowanie – Eyes	x	4,55	4,65	4,75	0,079
	V%	8,4	5,2	3,7	
Słoność – Salt content	x	4,65	4,68	4,70	0,043
	V%	4,4	2,4	3	
Zapach – Aroma	x	4,45	4,48	4,43	0,081
	V%	4,7	7,0	9,3	
Smak – Flavour	x	4,27	4,32	4,35	0,094
	V%	1,3	7,8	12,3	
Barwa – Colour	x	4,65	4,53	4,70	0,052
	V%	3,5	5,3	4,5	
Ocena ogólna	x	4,42	4,39	4,52	0,078
Overall score	V%	3,8	7,5	7,7	

MO – mleko owcze – sheep milk

aa – różnice statystycznie istotne przy $P \leq 0,05$ – statistically significant differences at $P \leq 0,05$

SEM – standardowy błąd średniej arytmetycznej – standard error of mean

przypominający twarogowy, co świadczy o nieprawidłowym przebiegu procesu dojrzewania. Korzystniejsze oceny serów wyprodukowanych w doświadczeniu II mogły wynikać także z wyższej zawartości tłuszczu, niepożądanego z dietetycznego punktu widzenia, ale poprawiającego strukturę i smak sera. Oceny jakości sensorycznej produktów, z których częściowo lub całkowicie usunięto tłuszcz, wskazują na pogorszenie profilu sensorycznego w porównaniu do ich tradycyjnych odpowiedników [4, 10]. Jaworska [10] stwierdziła



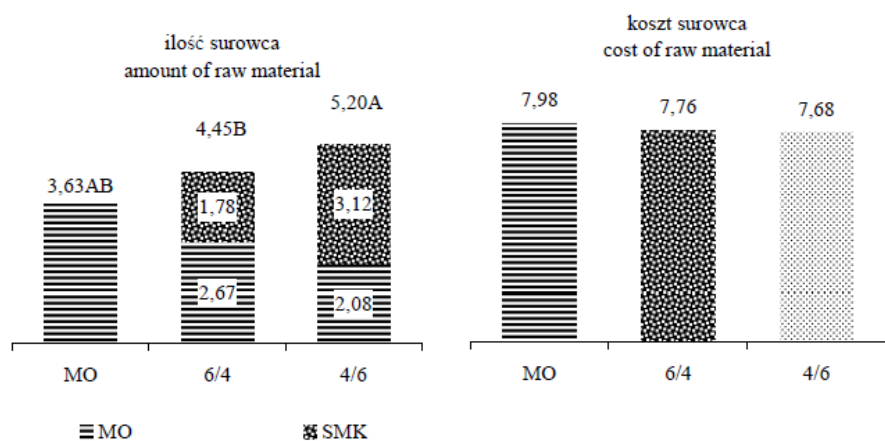
AA, BB, CC – różnice statystycznie istotne przy $P \leq 0,01$ – statistically significant differences at $P \leq 0,01$

Cena: MO – 2,20 zł/kg; NMK – 1,50 zł/kg

Price: MO – 2.20 PLN/kg; NMK – 1.5 PLN/kg

Rys. 1. Ilość (kg) i koszt (zł) surowca zużytego na wyprodukowanie 1 kg półtwardego sera dojrzewającego – doświadczenie I

Fig. 1. Amount (kg) and cost (PLN) of raw material used for making 1 kg of semi-hard maturing cheese – experiment I



AA, BB, CC – różnice statystycznie istotne przy $P \leq 0,01$ – statistically significant differences at $P \leq 0,01$

Cena: MO – 2,20 zł/kg; SMK – 1,00 zł/kg

Price: MO – 2.20 PLN/kg; SMK – 1.00 PLN/kg

Rys. 2. Ilość (kg) i koszt (zł) surowca zużytego na wyprodukowanie 1 kg półtwardego sera dojrzewającego – doświadczenie II

Fig. 2. Amount (kg) and cost (PLN) of raw material used for making 1 kg of semi-hard maturing cheese – experiment II

niższy stopień akceptacji konsumenckiej twarogu odtłuszczonego w stosunku do twarogów tłustych i półtłustych, a najwyższą ogólną ocenę sensoryczną uzyskał ser o najwyższej zawartości tłuszczu.

Wyniki uproszczonej kalkulacji kosztów surowców zużytych na wyprodukowanie 1 kg sera półtwardego przedstawiono na rysunku 1. i 2. Stwierdzono, że przy istotnie większej ilości surowca zużytego na wyprodukowanie 1 kg „Sera Kołodzkiego” z surowców 6/4 (o 21,6%) i 4/6 (o 33,8%) w porównaniu z MO, ich koszt w doświadczeniu I był tylko nieznacznie wyższy, odpowiednio o 8,2 i 6,3%, natomiast w doświadczeniu II prawie wyrównany. Wynika to z niższej o 31,8% ceny NMK i ponad dwukrotnie niższej SMK, w porównaniu z ceną MO. Niższy koszt surowców substytuowanych SMK w porównaniu z NMK wynikał z niższej (o 33,3%) ceny mleka kupowanego bezpośrednio od producenta niż z mleczarni.

Reasumując można stwierdzić, że substytucja 40 i 60% mleka owczego (MO) mlekiem krowim:

- wpłynęła na obniżenie koncentracji suchej masy, białka i tłuszczu, a w doświadczeniu I na zwiększenie poziomu laktozy, proporcjonalnie do wielkości udziału mleka krowiego w surowcu serowarskim;

- wpłynęła na wydłużenie czasu koagulacji surowców, a w przypadku normalizowanego mleka krowiego (NMK) także na tendencję do pogarszania jakości skrzepu serowego i wydłużenia czasu dojrzewania serów;

- nie miała istotnego wpływu na skład chemiczny i wartość kaloryczną wyprodukowanych serów, przy tendencji do obniżenia zawartości suchej masy, białka i tłuszczu, a tym samym wartości kalorycznej serów z udziałem normalizowanego mleka krowiego;

- wpłynęła na ogólne pogorszenie jakości sensorycznej serów przy substytucji normalizowanym mlekiem krowim (NMK) a surowym (SMK) – na tendencję do przyznawania korzystniejszej punktacji serom z 60% udziałem mleka krowiego;

- wpłynęła na istotnie większe zużycie surowca serowarskiego na wyprodukowanie 1 kg dojrzewającego sera półtwardego, nie wpłynęła natomiast na jego koszt, ze względu na niższą cenę mleka krowiego niż owczego.

PIŚMIENNICTWO

1. BONCZAR G., REGUŁA-SARDAT A., PUSTKOWIAK H., ŻEBROWSKA A., 2009 – Wpływ substytucji mleka owczego mlekiem krowim na właściwości bundzu. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 5 (66), 96-106.
2. BORYS B., MROCZKOWSKI S., JARZYNOWSKA A., 2000 – Charakterystyka składu mleka owiec z okresu żywienia letniego i zimowego. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu*, nr 399, 83-90.
3. BUDSŁAWSKI J., 1963 – Chemia i analiza mleka oraz jego przetworów. PWRiL, Warszawa.
4. DREWNOWSKI A., 1997 – Why do we like fat. *Journal of the American Dietetics Association* 97, 7, 58-60.
5. DROŹDŹ A., 2007 – Prawnie chronione produkty owczarstwa górskiego. *Wiadomości Zootechniczne*, R XLV, 4, 15-21
6. GÓRSKA A., MRÓZ B., RYMSZA K., DĘBSKA M., 2006 – Zmiany w zawartości białka i tłuszczu w mleku krów czarno-białych i czerwono-białych w zależności od stadium laktacji i pory roku. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, t. 2, nr 1, 113-199.

7. JARZYNOWSKA A., PAKULSKI T., 2009 – Ocena wpływu technologii produkcji na efektywność przerobu mleka owczego na sery. Materiały konf. „Małe przeżuwacze elementem ekosystemu łąkowego”, Lublin, 19-20.
8. JARZYNOWSKA A., PAKULSKI T., 2010 – Wpływ proporcji mleka owczego i krowiego na jakość surowca do produkcji sera półtwardego. Materiały konf. LXXV Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego „Nauka dla praktyki hodowlanej”, Olsztyn, 125.
9. JARZYNOWSKA A., PAKULSKI T., 2011 – Warzenie dojrzewającego sera półtwardego z mleka owczo-krowiego w warunkach przyfermowych. Instrukcja wdrożeniowa nr 2/2011, Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Kraków.
10. JAWORSKA D., 2007 – Jakość sensoryczna serów twarogowych o zróżnicowanej zawartości tłuszczu. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 2 (51) 40-50.
11. KĘDZIOR W., 2005 – Owce produkty spożywcze. Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, 158-172.
12. KORMAN K., JARZYNOWSKA A., OSIKOWSKI M.A., 2009 – Wpływ pory roku na użytkowość mleczną dojonych owiec. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, t. 5, nr 1, 21-32.
13. KUNACHOWICZ H., NADOLNA I., IWANOW K., PRZYGODA B., 2005 – Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
14. LOPEZ GALLEGO F., LOPEZ PARRA M.M., PICON SANCHEZ F., 2001 – Effect of different feed patterns on milk and cheese yield and composition in sheep extensive systems. Options méditerranéennes, serie A: Séminaires Méditerranéens No 46. Production systems and product quality in sheep and goats. CIHEAM, FAO. Murcia 2001, 121-125.
15. PAKULSKI T., 2006 – Wpływ poziomu żywienia białkowo-energetycznego dojonych maciorek merynosa na wydajność i skład produkowanego mleka. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, t. 2, nr 1, 73-82.
16. PAKULSKI T., 2006 – Przydatność mleka owiec wschodniofryzjskich, merynosa polskiego i ich mieszańców do produkcji serów podpuszczkowych. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, t. 2, nr 1, 141-147.
17. PAKULSKI T., 2009 – Skład frakcji tłuszczowej w serach z mleka merynosów barwnych w zależności od technologii ich produkcji. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, t. 5, nr 2, 167-176.
18. PAKULSKI T., DULEWICZ R., 2000 – Zmiany składu mleka owczego a efektywność jego przerobu w przyfermowej przetwórni. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu*, 241-246.
19. PLUTA A., BERTHOLD A., KIELAK J., 2006 – Zmiany wybranych cech fizykochemicznych, reologicznych i sensorycznych w czasie dojrzewania sera typu holenderskiego o różnej zawartości tłuszczu. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 2 (51), 40-50.
20. SEVI A., ALBENZIO M., MARINO R., SANTILLO A., MUSCIO A., 2004 – Effects of lambing season and of lactation on ewe milk quality. *Small Ruminant Research* 51 (3), 251-259.
21. SZPENDOWSKI J., SZYMAŃSKI E., BIAŁOBRZEWSKA M., KWIATKOWSKA A., 2008 – Wpływ dodatku chlorku wapnia i ogrzewania mleka na skład chemiczny i wartość odżywczą sera salami. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 1 (56), 126-137.
22. TILGNER J. D., 1957 – Analiza organoleptyczna żywności. Wydawnictwo Przemysłu Lekkiego i Spożywczego.
23. WSZOŁEK M., BONCZAR G., 2002 – Właściwości oszczypków z mleka owczego, krowiego i mieszaniny mleka krowio-owczego. *Przemysł Spożywczy* 9, 14 -19.

Effect of partial substitution of Merino milk with cow milk on the quality and production efficiency of semi-hard maturing cheese

Summary

The aim of the study was to determine the effect of partial substitution of sheep milk (MO) with cow milk (MK) on the quality and production efficiency of semi-hard maturing cheese. The study was conducted at the Kołuda Wielka Experimental Station of the National Research Institute of Animal Production in 2009 and 2010. Semi-hard maturing cheese was produced from the milk of Coloured Merino sheep and its mixture with standardized cow's milk (NMK) – experiment I, or raw cow milk (SMK) – experiment II. In both experiments MO was replaced with 40% (6/4) and 60% (4/6) of MK. Technological suitability of the raw material for cheese-making was determined in terms of milk coagulation time, quality of cheese clot, and yield of cheese mass. The raw materials and cheeses were analyzed for the content of basic chemical components. The cheeses were subjected to organoleptic evaluation and a simplified calculation of the cost of raw materials used to produce 1 kg of semi-hard cheese was carried out. It was found that the substitution of sheep milk with 40 and 60% of cow milk caused a significant increase in lactose concentration and reduction in the content of solids, protein and fat in the raw materials for cheese-making. Mixing MO with MK at a ratio of 6:4 and 4:6 decreased cheese yield by 4.90 and 6.94 percentage units for NMK and by 5.10 and 8.35 percentage points for SMK, respectively ($P \leq 0.01$). The substitution of sheep milk with 60% compared to 40% SMK reduced cheese yield by 3.25 percentage points ($P \leq 0.01$). The replacement of sheep milk with cow milk had no effect on chemical composition of semi-hard maturing cheeses. Cow milk from a dairy farmer showed better technological suitability as a replacement of MO compared to cow milk from a dairy plant. Organoleptic scores tended to be more favourable for cheese made from sheep milk substituted with 60% of SMK, and unfavourable for sheep milk made from NMK, compared to that produced from MO. The substitution of sheep milk with cow milk had no significant effect on the cost of raw material used to produce 1 kg of the cheese.

KEY WORDS: maturing sheep-cow cheese / cheese yield / chemical composition of cheese / sensory quality