

JOANNA BARŁOWSKA, ZYGMUNT LITWIŃCZUK, PIOTR DOMARADZKI,
ROBERT PASTUSZKA, ANNA WÓJCIK-SAGANEK

WPLYW SEZONU NA SKŁAD CHEMICZNY I PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH MLEKA KROWIEGO I KOZIEGO PRODUKOWANEGO W GOSPODARSTWACH EKOLOGICZNYCH

Streszczenie

W pracy analizowano podstawowy skład chemiczny i profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krowiego i koziego, wyprodukowanego w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych Polski południowo-wschodniej. Oceniono 54 próbki mleka krowiego, w tym 28 pobranych na początku marca (sezon żywienia zimowego) i 26 – w końcu lipca (żywienie letnie) oraz 60 próbek mleka koziego (po 30 pobranych w tych samych terminach). Wykazano, że zawartość podstawowych składników w mleku krowim była większa ($p \leq 0,01$) niż w kozim, niezależnie od sezonu produkcji. Udziały kwasów nasyconych w tłuszczu mleka krowiego i koziego były na zbliżonym poziomie (suma odpowiednio: 70,08 i 71,75 %), przy czym mleko kozie charakteryzowało się istotnie ($p \leq 0,01$) większą zawartością krótko- i średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA + MCFA) – o 4,04 p.p.). Udział kwasów polienowych (PUFA) był istotnie ($p \leq 0,01$) wyższy w ocenianym mleku krowim. W mleku obu analizowanych gatunków zwierząt odnotowano wzrost udziału tych kwasów w okresie żywienia letniego (w krowim o 22 %, a w kozim o 27 %). Wynikało to głównie ze wzrostu zawartości sprzężonego kwasu linolowego (CLA) – w krowim o 38 %, a w kozim o 52 %, co należy zapewne wiązać z żywieniem zielonką pastwiskową. Sezon produkcji wpływał istotnie na zawartość 26 z 37 ocenianych kwasów tłuszczowych.

Słowa kluczowe: krowy, kozy, mleko, kwasy tłuszczowe, sezon żywienia

Wprowadzenie

Ważnym i dynamicznie rozwijającym się sektorem żywności ekologicznej w Unii Europejskiej jest produkcja mleka, która wynosi ok. 2,5 mld litrów [8]. Szacuje się, że w Polsce w 2012 r. wyprodukowano ok. 36 tys. ton takiego mleka [12]. Zgodnie

Prof. dr hab. J. Barłowska, dr inż. P. Domaradzki, mgr inż. R. Pastuszka, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, prof. dr hab. Z. Litwińczuk, mgr inż. A. Wójcik-Saganek, Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła, Wydz. Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin. Kontakt: joanna.barlowska@up.lublin.pl

z Rozporządzeniem Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 [16] oraz krajowymi aktami prawnymi, w ekologicznym chowie przeżuwaczy podstawą żywienia jest zielonka pastwiskowa, a w zimowym – siano i kiszonki z runi łąkowej. Ograniczony jest natomiast udział pasz treściwych w dawce pokarmowej. Wykazano, że taki system żywienia zwierząt (udział w dawce pokarmowej świeżych zielonek) podwyższa koncentrację substancji biologicznie czynnych w mleku, zarówno frakcji białkowej, tj. α -laktoalbuminy, β -laktoglobuliny i laktoferyny [10], jak i tłuszczowej. Ellis i wsp. [7] stwierdzili, że mleko krowie z gospodarstw ekologicznych zawierało o 14 % więcej kwasów polienowych (PUFA), w tym o 40 % więcej kwasów z grupy $n-3$ w porównaniu z mlekiem z gospodarstw konwencjonalnych. Mleko to było również bogatszym źródłem kwasu wakcenenowego (o 15 %) i CLA (o 11 %). Tudisco i wsp. [21] również wskazują na większą o 20 % zawartość PUFA, w tym – o 33 % CLA, w tłuszczu mleka kóz utrzymywanych w systemie ekologicznym. Collomb i wsp. [6] przeanalizowali skład kwasów tłuszczowych mleka krów różnych ras, utrzymywanych w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych, znajdujących się w regionach górskich Szwajcarii i nie wykazali istotnych różnic pod względem zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych. Mleko z gospodarstw ekologicznych zawierało jednak więcej PUFA (o 5,5 %), CLA (o 14,9 %), $n-3$ FA (o 12,3 %) i rozgałęzionych FA (o 4,7 %). Mleko z gospodarstw konwencjonalnych zawierało natomiast więcej MUFA (o 2,3 %) i $n-6$ FA (o 4,2 %). Autorzy twierdzą, że różnice (aczkolwiek niewielkie) w składzie kwasów tłuszczowych mleka pozyskiwanego od zwierząt z gospodarstw prowadzonych według różnych systemów mogą wynikać z większego udziału traw i mniejszego – pasz treściwych w dawkach pokarmowych podawanych zwierzętom w gospodarstwach ekologicznych.

Największą zawartością CLA charakteryzuje się mleko owcze, następnie krowie, a najmniejszą – kozie [13]. Większa zawartość krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych w połączeniu z podatnością tłuszczu mleka koziego na procesy lipolityczne jest przyczyną tzw. zapachu koziego [17]. Mleko kozie w porównaniu z krowim odznacza się także wyższą strawnością tłuszczu mlecznego, wynikającą z mniejszych rozmiarów kuleczek tłuszczowych (MFGs) oraz wyższego udziału kwasów krótko- i średniołańcuchowych [3, 9].

Celem pracy była ocena składu chemicznego i profilu kwasów tłuszczowych w mleku krowim i kozim, wyprodukowanym w gospodarstwach ekologicznych w okresie żywienia letniego i zimowego.

Material i metody badań

Oceniono 54 próbki mleka pobrane od krów rasy simentalskiej, z tego 28 – na początku marca (sezon żywienia zimowego) i 26 – w końcu lipca (żywienie letnie) oraz 60 próbek mleka pobranych od kóz mieszańców międzyrasowych (po 30 w tych sa-

mych terminach). Zwierzęta utrzymywano w 4 certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych (w 2 – krowy i w 2 – kozy). Gospodarstwom utrzymującym kozy i krowy certyfikaty nadały odpowiednio: BIOCERT Małopolska Sp. z o.o. i Polskie Centrum Akredytacji oraz Biuro Certyfikacji COBICO Spółka z o.o. Gospodarstwa były zlokalizowane w makroregionie Polski – Pogórze Środkowobeskidzkie na wysokości 370 ÷ 430 m n.p.m. W sezonie zimowym podstawą żywienia kóz były siano (ok. 1,5 kg) i sianokiszonka (ok. 2 kg). Uzupełnieniem dawki pokarmowej była pasza treściwa w postaci śruty pszenno-owsianej (ok. 0,3 kg), która była podawana podczas doju o godzinie 7 i 19. Dawka pokarmowa dla krów w tym sezonie składała się z siana w ilości ok. 5 kg i sianokiszonki (ok. 15 kg). Ponadto krowy otrzymywały paszę treściwą (śrutę pszenżytnio-owsianą) w ilości ok. 2,0 kg podczas doju o godzinie 6 i 18. W sezonie letnim kozy korzystały do woli z zielonki pastwiskowej (od godziny 7:30 do godziny 18:30), a podczas doju podawano śrutę pszenno-owsianą w ilości ok. 0,3 kg. Wypas pastwiskowy krów trwał od godziny 6:30 do 17:30 i w tym czasie zwierzęta pobierały ok. 50 kg zielonki. Uzupełnieniem żywienia pastwiskowego było siano w ilości ok. 2 kg oraz śruta pszenżytnio-owsiana (ok. 2,0 kg) zadawane podczas porannego i wieczornego doju. Zarówno w okresie żywienia letniego, jak i zimowego kozy i krowy miały nieograniczony dostęp do świeżej wody.

Krowy i kozy doiono dwukrotnie w ciągu doby. Reprezentatywne próbki mleka o objętości 350 ml pobierano indywidualnie od każdego zwierzęcia z całego wieczornego doju dwukrotnie, tzn. na początku marca (żywienie zimowe) i przy końcu lipca (żywienie letnie). Przewożono je następnie w warunkach chłodniczych do laboratorium.

W każdej próbce mleka oznaczano podstawowy skład chemiczny, tj. zawartość tłuszczu, białka, laktozy i suchej masy aparatem Infrared Milk Analyzer (firmy Bentley, USA). Zawartość kwasów tłuszczowych oznaczano po uprzedniej ekstrakcji tłuszczu wg AOAC Method Nr 905.02 [1]. Zawarte w nim kwasy tłuszczowe przeprowadzano w estry metylowe (FAME) zgodnie z normą PN-EN ISO 12966-2:2011 [15]. Rozdział FAME przeprowadzano techniką chromatografii gazowej (GC) wg PN-EN ISO 12966-1:2015-01/AC [14] przy użyciu chromatografu Varian CG 3900 (WalnutCreek, CA USA) z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID). Zastosowano kolumnę kapilarną CP 7420 (Agilent Technologies, USA) o długości 100 m, średnicy wewnętrznej 0,25 mm i grubości filmu 0,25 µm. Początkowa temperatura pieca kolumny wynosiła 50 °C, a końcowa – 260 °C. Temperatura dozownika i detektora wynosiła 270 °C, przepływ gazu nośnego (wodoru) – 2 ml/min, ilość dozowanej próbki – 1 µl, współczynnik podziału 1 : 50. Identyfikację kwasów tłuszczowych prowadzono przez porównanie czasów retencji poszczególnych FAME obecnych w próbce z czasami retencji wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych (firmy Sigma, Niemcy – Lipid Standard). Uzyskane wyniki wyrażano w postaci udziału procentowe-

go poszczególnych KT w całkowitej ilości estrów metylowych wg PN-EN ISO 12966-1:2015-01/AC [14]. Stosowano program Star GC Workstation ver. 5.5.

W ocenie profilu kwasów tłuszczowych wyodrębniono następujące grupy:

- nasycone kwasy tłuszczowe (SFA), w tym krótko- i średniołańcuchowe (SCFA+MCFA), wśród których uwzględniono kwasy od C4:0 do C12:0 oraz długołańcuchowe (LCFA) – od C13:0 do C22:0;
- nienasycone kwasy tłuszczowe (UFA), w tym monoenowe (MUFA) i polienowe (PUFA).

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu StatSoft Inc. Statistica, wykorzystując jedno- i dwuczynnikową analizę wariancji (z interakcją), wyróżniając jako źródło zmienności gatunek zwierząt oraz sezon żywienia. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami poszczególnych czynników wyznaczano testem Tukeya HSD.

Wyniki i dyskusja

Zawartość podstawowych składników w mleku krowim, tj. suchej masy, w tym tłuszczu, białka i laktozy była większa niż w kozim, niezależnie od miesiąca pozyskania (tab. 1). Soliman [18], po porównaniu składu chemicznego mleka różnych gatunków zwierząt, podaje również, że mleko krowie zawierało więcej składników suchej masy w porównaniu z mlekiem kozim (odpowiednio: 13,30 i 12,62 %), tłuszczu (odpowiednio: 4,14 i 4,04 %) oraz laktozy (odpowiednio: 4,70 i 4,27 %). Podobne tendencje wykazali także Mahmood i Usman [11]. Barłowska i wsp. [2] porównali skład chemiczny i wybrane parametry przydatności technologicznej mleka koziego produkowanego w gospodarstwie ekologicznym i konwencjonalnym i wykazali, że kozy z tego pierwszego produkowały średnio o 0,2 kg mniej mleka. Przebieg laktacji u tych zwierząt był jednak bardziej wyrównany. Średnia zawartość podstawowych składników (tłuszczu, białka, laktozy, suchej masy), a także kazeiny była istotnie mniejsza w mleku kóz z gospodarstwa ekologicznego. Mleko to miało również istotnie krótszy czas krzepnięcia po wpływie podpuszczki.

W badaniach własnych mleko obu gatunków zwierząt produkowane w okresie żywienia letniego charakteryzowało się większą zawartością suchej masy (w krowim o 0,2 p.p., a w kozim o 0,57 p.p.). Wynikało to przede wszystkim z większej zawartości białka w mleku obu gatunków (w krowim o 0,31 p.p., a w kozim o 0,14 p.p.) i tłuszczu w kozim, w tym sezonie (tab. 1). Różnice wykazane między sezonami pod względem wydajności dobowej i składu mleka krow i kóz użytkowanych w gospodarstwach ekologicznych związane są, obok żywienia, w pewnym stopniu także ze stadium ich laktacji. U kóz, podobnie jak u owiec, występuje sezonowość aktywności płciowej. Faza laktacji jest zatem związana z sezonem produkcji. Jej początek przypada na pierwsze miesiące roku, a więc na okres żywienia zimowego paszami konser-

wowanymi. Krowy utrzymywane w gospodarstwach ekologicznych wycielają się z reguły na przełomie zimy i wiosny (aby obniżyć koszty żywienia). Po rozpoczęciu wypasu (młoda zielonka pastwiskowa) wydajność krów i kóz zauważalnie wzrasta.

Suma kwasów nasyconych w mleku krowim i kozim (tab. 2) była na zbliżonym poziomie (średnio 70,08 i 71,75 %), jednak to ostatnie charakteryzowało się większą (o 4,04 p.p.) zawartością krótko- i średniołańcuchowych KT (SCFA+MCFA). W mleku krowim wyższy był udział kwasów C4:0 i C6:0, przy czym masłowego (C4:0) było aż 4-krotnie więcej. W mleku kozim wyższy był natomiast udział KT C8:0 i C10:0, z tym że tego drugiego było ponad 3-krotnie więcej. Należy zaznaczyć, że niezależnie od miesiąca pobrania próbek (początek marca lub koniec lipca) zależności te były zachowane. W okresie żywienia zimowego udział kwasów SCFA+MCFA w mleku kozim był wyższy o ponad 10 %, a w krowim o ok. 9 %. Wyższy udział kwasów średniołańcuchowych (C8:0 – C10:0) w mleku kozim (syntetyzowanych *de novo* w gruczole mlekowym) potwierdzają Chilliard i wsp. [5]. Ceballos i wsp. [4] podają, że tłuszcz mleka koziego w porównaniu z tłuszczem mleka krowiego zawierał o 69,9 % więcej kwasu C8:0, o 80,2 % – C10:0, a mniej o 75 % – C4:0.

Także suma zawartości kwasów monoenowych (MUFA) w mleku obydwu gatunków zwierząt była zbliżona (krowie – średnio 25,69 %, kozie – 24,72 %) – tab. 3. Wykazano istotny ($p \leq 0,01$) wpływ sezonu żywienia na udział tych kwasów, przy czym w mleku krowim różnice te były większe (16 vs 5 %). Wynikało to głównie ze wzrostu o 17 % udziału kwasu oleinowego (C18:1 *c9 n9*) w mleku krowim, w sezonie letnim, a w kozim o ok. 7 % (tab. 3). W okresie tym (żywienia letniego) zaobserwowano także znaczący wzrost udziału kwasów o konfiguracji *trans*, w tym najważniejszego – wakcenenowego (w krowim 2,2-krotnie, a w kozim aż 3-krotnie). Talpur i wsp. [19] twierdzą, że w mleku kóz występuje nieznacznie mniej kwasu C18:1 niż w mleku krów, jednak w obu surowcach jego zawartość wzrasta w okresie żywienia letniego.

Udział kwasów polienowych (PUFA) był istotnie ($p \leq 0,01$) wyższy (o 16,5 %) w mleku krowim (tab. 4). Tsiplakou i Zervas [20] twierdzą, że największą zawartość kwasu wakcenenowego i CLA obserwuje się zazwyczaj w mleku owiec, następnie krów, a najmniejszą – w mleku kóz. Sugerują, że rozbieżności międzygatunkowe pod względem zawartości CLA mogą wynikać także z różnic aktywności $\Delta 9$ -desaturazy. W mleku obu gatunków zwierząt stwierdzono wzrost udziału sumy kwasów polienowych w okresie żywienia letniego (koniec lipca), tzn. w krowim o 22 % i kozim – o 27 %. Wynikało to głównie ze wzrostu zawartości CLA (w krowim o 38 %, a w kozim o 52 %).

Tabela 1. Wydajność dobową i podstawowy skład chemiczny mleka krowiego i koziego, w zależności od sezonu żywienia

Table 1. Daily yield and basic chemical composition of cow's and goat's milk depending on the feeding season

Wyszczególnienie Itemization	Gatunek Species		Sezon żywienia Feeding season				Wpływ czynnika Impact of factor		Interakcja gatunek × sezon Interaction: species × season
	Krowy Cow	Kozy Goat	Zimowy Winter		Letni Summer		Gatunek Species	Sezon Season	
			Krowy Cow	Kozy Goat	Krowy Cow	Kozy Goat			
n	54	60	28	30	26	30			
Wydajność do- bowa mleka Daily milk yield [kg]	16,96 ± 6,67	1,77 ± 0,64	14,34 ^B ± 4,75	1,61 ^A ± 0,66	19,03 ^B ± 7,37	1,95 ^A ± 0,58	***	**	ns
Zawartość tłuszcza Fat content [%]	3,91 ± 0,49	3,11 ± 0,54	3,89 ^B ± 0,45	2,74 ^A ± 0,38	3,92 ^b ± 0,53	3,51 ^a ± 0,38	***	**	**
Zawartość białka Protein content [%]	3,27 ± 0,32	2,71 ± 0,63	3,10 ± 0,30	2,64 ± 0,76	3,41 ^A ± 0,28	2,78 ^B ± 0,45	***	**	ns
Zawartość lak- tozy Lactose content [%]	4,84 ± 0,28	4,27 ± 0,52	4,93 ^b ± 0,28	4,43 ^a ± 0,63	4,78 ^B ± 0,28	4,10 ^A ± 0,31	***	***	ns
Zawartość suchej masy / Dry matter content [%]	12,72 ± 0,76	10,79 ± 0,72	12,61 ^B ± 0,67	10,52 ^A ± 0,62	12,81 ^B ± 0,83	11,09 ^A ± 0,74	***	*	***

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviation; n=114;

A, B – różnice między gatunkami w obrębie sezonu statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$ / statistically significant differences between species within the season at $p \leq 0,01$; a, b – istotne przy $p \leq 0,05$ / significant at $p \leq 0,05$; wpływ czynnika / impact of factor: * – istotny przy $p \leq 0,05$ / significant at $p \leq 0,05$; ** – przy $p \leq 0,01$ / at $p \leq 0,01$; *** – przy $p \leq 0,001$ / at $p \leq 0,001$; ns – nieistotny / insignificant.

Tabela 2. Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku krowim i kozim, w zależności od sezonu żywienia

Table 2. Concentration of saturated fatty acids in cow's and goat's milk depending on the feeding season

Kwasy tłuszczowe Fatty acids [%]	Gatunek Species		Sezon żywienia / Feeding season				Wpływ czynnika Impact of factor		Interakcja gatunek × sezon Interaction: species × season
	Krowy Cow	Kozy Goat	Zimowy Winter		Letni Summer		Gatunek Species	Sezon Season	
			Krowy Cow	Kozy Goat	Krowy Cow	Kozy Goat			
n	54	60	28	30	26	30			
C4:0	4,12 ± 0,46	0,93 ± 0,19	4,57 ^B ± 0,22	0,99 ^A ± 0,17	3,66 ^B ± 0,15	0,86 ^A ± 0,12	***	*	ns
C6:0	2,15 ± 0,40	1,53 ± 0,23	2,34 ^B ± 0,45	1,67 ^A ± 0,17	1,95 ^B ± 0,37	1,38 ^A ± 0,18	**	*	*
C8:0	1,15 ± 0,35	2,95 ± 0,39	1,25 ^A ± 0,35	3,17 ^B ± 0,29	1,04 ^A ± 0,35	2,72 ^B ± 0,35	***	**	ns
C10:0	2,31 ± 0,82	8,36 ± 1,79	2,22 ^A ± 0,85	8,19 ^B ± 1,09	2,40 ^A ± 0,82	8,53 ^B ± 1,62	***	*	**
C11:0	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,03 ^a ± 0,01	0,05 ^b ± 0,01	0,03 ^A ± 0,01	0,04 ^B ± 0,01	**	ns	ns
C12:0	3,13 ± 0,80	3,08 ± 0,88	3,04 ± 0,96	2,70 ± 0,99	3,21 ± 0,69	3,46 ± 0,53	ns	ns	ns
C13:0	0,09 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,10 ^b ± 0,03	0,08 ^a ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,07 ± 0,01	*	ns	ns
C14:0	11,76 ± 1,57	10,24 ± 2,20	11,72 ^B ± 2,01	9,60 ^A ± 2,48	11,79 ^b ± 1,20	10,88 ^a ± 0,98	***	ns	**
C15:0	1,74 ± 0,32	1,35 ± 0,36	1,94 ^b ± 0,32	1,54 ^a ± 0,42	1,54 ^B ± 0,19	1,16 ^A ± 0,12	***	***	ns
C16:0	30,92 ± 2,16	28,47 ± 1,63	32,40 ^B ± 4,44	28,42 ^A ± 2,61	29,44 ± 2,33	28,51 ± 2,26	***	*	***
C17:0	0,88 ± 0,20	1,00 ± 0,37	1,01 ^A ± 0,19	1,33 ^B ± 0,19	0,75 ^b ± 0,11	0,67 ^a ± 0,07	**	ns	***
C18:0	11,61 ± 2,19	13,55 ± 3,56	11,93 ± 2,41	13,99 ± 4,15	11,28 ^A ± 1,89	13,10 ^B ± 1,83	**	ns	ns
C20:0	0,14 ± 0,05	0,05 ± 0,01	0,17 ^B ± 0,05	0,04 ^A ± 0,01	0,10 ^B ± 0,03	0,05 ^A ± 0,01	***	*	***
C22:0	0,08 ± 0,02	0,11 ± 0,06	0,08 ^A ± 0,02	0,14 ^B ± 0,06	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,02	*	**	*
Σ SCFA+MCFA	12,88 ± 2,60	16,92 ± 3,31	13,45 ^A ± 2,88	17,85 ^B ± 3,20	12,30 ^A ± 2,41	15,99 ^B ± 1,96	**	**	*
Σ LCFA	57,20 ± 2,52	54,83 ± 3,26	59,35 ^B ± 3,62	55,14 ^A ± 3,10	55,05 ^a ± 2,04	54,51 ^b ± 2,47	**	**	***
Σ SFA	70,08 ± 4,80	71,75 ± 6,39	72,80 ± 5,75	72,99 ± 4,40	67,35 ^A ± 3,33	70,50 ^B ± 2,77	ns	***	***

Objaśnienia: / Explanatory notes:

SCFA – krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe / short-chain fatty acids; MCFA – średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe / medium-chain fatty acids; LCFA – długołańcuchowe kwasy tłuszczowe / long-chain fatty acids; SFA – nasycone kwasy tłuszczowe / saturated fatty acids; Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

Tabela 3. Zawartość monoenowych kwasów tłuszczowych w mleku krowim i kozim, w zależności od sezonu żywienia

Table 3. Concentration of monounsaturated fatty acids in cow's and goat's milk depending on the feeding season

Kwasy tłuszczowe Fatty acids [%]	Gatunek Species		Sezon żywienia Feeding season				Wpływ czynnika Influence of the factor		Interakcja gatunek × sezon Interaction species × season
	Krowy Cow	Kozy Goat	Zimowy Winter		Letni Summer		Gatunek Species	Sezon Season	
			Krowy Cow	Kozy Goat	Krowy Cow	Kozy Goat			
C10:1	0,32 ± 0,13	0,09 ± 0,04	0,37 ^B ± 0,10	0,09 ^A ± 0,04	0,26 ^B ± 0,14	0,09 ^A ± 0,03	***	**	ns
C14:1	0,49 ± 0,36	0,49 ± 0,17	0,45 ^A ± 0,11	0,57 ^B ± 0,20	0,53 ^B ± 0,12	0,41 ^A ± 0,04	ns	ns	*
C15:1	0,38 ± 0,09	0,35 ± 0,11	0,43 ± 0,09	0,42 ± 0,10	0,33 ^B ± 0,06	0,27 ^A ± 0,05	*	*	ns
C16:1c7 n9	0,25 ± 0,04	0,44 ± 0,11	0,25 ^A ± 0,06	0,52 ^B ± 0,07	0,24 ^A ± 0,02	0,35 ^B ± 0,05	***	*	***
C16:1c9 n7	1,46 ± 0,24	0,77 ± 0,38	1,70 ^B ± 0,28	1,10 ^A ± 0,23	1,21 ^B ± 0,15	0,44 ^A ± 0,09	***	***	***
C17:1	0,35 ± 0,07	0,40 ± 0,25	0,40 ^A ± 0,06	0,62 ^B ± 0,13	0,29 ^B ± 0,04	0,17 ^A ± 0,04	*	***	***
Σ C18:1 od t6 do t11	2,05 ± 1,59	1,82 ± 1,14	1,30 ± 1,01	0,93 ± 0,40	2,80 ^b ± 0,97	2,70 ^a ± 0,84	ns	***	***
C18:1c9 n9	19,1 ± 3,48	19,67 ± 6,66	17,62 ^A ± 4,57	18,97 ^B ± 3,22	21,19 ^a ± 2,50	20,36 ^b ± 4,61	ns	***	***
C18:1c11 n7	0,70 ± 0,11	0,59 ± 0,11	0,70 ± 0,15	0,67 ± 0,08	0,70 ^B ± 0,07	0,50 ^A ± 0,05	**	ns	ns
C20:1c11 n9	0,11 ± 0,04	0,06 ± 0,04	0,11 ^b ± 0,02	0,08 ^a ± 0,04	0,11 ^b ± 0,05	0,03 ^a ± 0,02	***	*	*
C20:1 n7	0,20 ± 0,11	0,07 ± 0,04	0,15 ^b ± 0,08	0,06 ^a ± 0,03	0,24 ^B ± 0,13	0,08 ^A ± 0,04	***	***	ns
Σ MUFA	25,69 ± 4,26	24,72 ± 6,47	23,48 ^A ± 5,29	24,03 ^B ± 4,46	27,90 ^B ± 3,12	25,40 ^A ± 2,83	ns	***	***

Objaśnienia: / Explanatory notes:

MUFA – monoenowe kwasy tłuszczowe / monounsaturated fatty acids.

Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

Tabela 4. Zawartość polienowych kwasów tłuszczowych w mleku krowim i kozim, w zależności od sezonu żywienia

Table 4. Concentration of polyunsaturated fatty acids in cow's and goat's milk depending on feeding season

Kwasy tłuszczowe Fatty acids [%]	Gatunek Species		Sezon żywienia Feeding season				Wpływ czynnika Impact of factor		Interakcja gatunek × sezon Interaction: species ×season
	Krowy Cow	Kozy Goat	Zimowy Winter		Letni Summer		Gatunek Species	Sezon Season	
			Krowy Cow	Kozy Goat	Krowy Cow	Kozy Goat			
C18:2 <i>t</i> 12	0,11 ± 0,05	0,20 ± 0,03	0,11 ^A ± 0,06	0,21 ^B ± 0,03	0,11 ^A ± 0,03	0,19 ^B ± 0,02	***	**	**
C18:2 <i>c</i> 9 <i>t</i> 12	0,12 ± 0,06	0,16 ± 0,03	0,10 ± 0,04	0,15 ± 0,03	0,14 ± 0,07	0,16 ± 0,03	ns	ns	ns
C18:2 <i>c</i> 9 <i>c</i> 12 n6	0,88 ± 0,37	0,43 ± 0,37	0,73 ^b ± 0,22	0,55 ^a ± 0,21	1,02 ^B ± 0,19	0,30 ^A ± 0,45	**	*	***
C18:3 <i>c</i> 6,9,12 n6	0,09 ± 0,03	0,15 ± 0,28	0,07 ± 0,02	0,10 ± 0,13	0,11 ^A ± 0,03	0,20 ^B ± 0,07	**	*	ns
C18:3 <i>c</i> 9,12,15 n3	1,47 ± 0,25	0,51 ± 0,22	1,39 ^B ± 0,28	0,34 ^A ± 0,12	1,55 ^B ± 0,15	0,67 ^A ± 0,17	***	***	***
Σ CLAc9 <i>t</i> 11+ <i>t</i> 9 <i>c</i> 11	1,07 ± 0,42	0,89 ± 0,12	0,82 ^B ± 0,10	0,58 ^A ± 0,09	1,32 ^B ± 0,37	1,20 ^A ± 0,11	***	***	***
C20:2	0,11 ^X ± 0,29	0,83 ^Y ± 0,77	0,09 ^A ± 0,41	0,56 ^B ± 0,15	0,13 ^A ± 0,09	1,10 ^B ± 0,76	***	**	***
C 20:3 <i>c</i> 8,11,14 n6	0,07 ± 0,03	0,04 ± 0,03	0,07 ^b ± 0,01	0,02 ^a ± 0,00	0,06 ± 0,03	0,05 ± 0,02	*	ns	ns
C20:4	0,08 ± 0,02	0,12 ± 0,05	0,08 ^A ± 0,02	0,16 ^B ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,02	***	*	***
C20:5	0,09 ± 0,03	0,06 ± 0,02	0,08 ± 0,03	0,07 ± 0,02	0,10 ^B ± 0,02	0,04 ^A ± 0,01	***	*	***
C22:5	0,15 ± 0,05	0,13 ± 0,07	0,17 ± 0,06	0,18 ± 0,07	0,12 ^B ± 0,04	0,07 ^A ± 0,03	*	*	*
C22:6	0,01 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,01 ^A ± 0,01	0,06 ^B ± 0,02	0,01 ^A ± 0,03	0,04 ^B ± 0,01	***	ns	*
Σ PUFA	4,24 ± 0,86	3,54 ± 0,56	3,72 ^B ± 0,60	2,98 ^A ± 0,45	4,75 ^B ± 0,46	4,10 ^A ± 0,64	***	***	***

Objaśnienia: / Explanatory notes:

CLA – sprzężony kwas linolowy / conjugated linoleic acid; PUFA – polienowe kwasy tłuszczowe / poly-unsaturated fatty acids.

Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

Wyniki obliczeń statystycznych przedstawione w tabelach 2 - 4 wskazują na wiele istotnych interakcji (gatunek × sezon produkcji) dotyczących zawartości poszcze-

gólnych kwasów tłuszczowych w ocenianym mleku. Najwięcej interakcji stwierdzono w przypadku zawartości kwasów polienowych, tzn. 9 na 12 ocenianych.

Wnioski

1. Mleko krowie (w porównaniu z kozim) produkowane w gospodarstwach ekologicznych zawierało istotnie więcej podstawowych składników, przy podobnym udziale w tłuszczu mleka sumy kwasów nasyconych (SFA) i monoenowych (MUFA), jednak z wyraźnie zaznaczonymi różnicami w udziale poszczególnych kwasów.
2. Mleko obu gatunków zwierząt produkowane w okresie żywienia letniego charakteryzowało się większą zawartością suchej masy. Wynikało to przede wszystkim z większej zawartości białka w mleku obu gatunków zwierząt i tłuszczu w mleku kozim w tym sezonie.
3. Sezon produkcji istotnie wpływał na zawartość 26 z 37 ocenianych kwasów tłuszczowych, nie miał natomiast wpływu na zawartość kwasów: undekanowego, dodekanowego (laurynowego), tridekanowego, tetradekanowego (mirystynowego), heptadekanowego (margarynowego), oktadekanowego (stearynowego), *cis*- Δ^9 -tetradekenowego (mirystooleinowego), *cis*- Δ^{11} -oktadekenowego, *cis*, *trans* $\Delta^{9,12}$ -oktadekadienowego i *all cis*- $\Delta^{8,11,14}$ -ikozatrienowego (dihomo- γ -linolenowego).

Literatura

- [1] AOAC:2000. Official Methods of Analysis. International. Method Nr IDF-ISO-AOAC Nr 905.02. Gravimetric method (Röse-Gottlieb).
- [2] Barłowska J., Litwińczuk Z., Wolanciuk A., Szmatoła T.: Chemical composition and selected parameters of technological suitability of caprine milk produced in organic and conventional farms. *Ital. J. Food Sci.*, 2013, **25** (1), 105-108.
- [3] Barłowska J., Sz wajkowska M., Litwińczuk Z., Król J.: Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Comp. Rev. Food Sci. F.*, 2011, **10** (6), 291-302.
- [4] Ceballos L.S., Morales E.R., De la Torre Adarve G., Castro J.D., Martínez L.P., Sampelayo M.R.S.: Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. *J. Food Comp. Anal.*, 2009, **22** (4), 322-329.
- [5] Chilliard Y., Ferlay A., Rouel J., Lambert G.: A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci.*, 2003, **86**, 1751-1770.
- [6] Collomb M., Bisig W., Bütikofer U., Sieber R., Bregy M., Etter L.: Fatty acid composition of mountain milk from Switzerland: Comparison of organic and integrated farming systems. *Int. Dairy J.*, 2008, **18**, 976-982.
- [7] Ellis K.A., Innocent G.T., Grove-White D., Cripps P., Mclean W.G., Howard C.V., Mihm M.: Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *J. Dairy Sci.*, 2006, **89**, 1938-1950.

- [8] Gabryszuk M., Sakowski T., Metera E., Kuczyńska B., Rembiałkowska E.: Wpływ żywienia na zawartość składników bioaktywnych w mleku krów z gospodarstw ekologicznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **88** (3), 16-26.
- [9] Kompan D., Komprej A.: The effect of fatty acids in goat milk on Health. In: Milk production - an up-to-date overview of animal nutrition, management and health. Ed. Narongsak Chaiyabutr. In Tech - Open Access Publisher, Chapter 1, 2012, pp. 3-28.
- [10] Król J., Litwińczuk Z., Litwińczuk A., Brodziak A.: Content of protein and its fractions in milk of simmental cows with regard to rearing technology. *Ann. Anim. Sci.*, 2008, **8** (1), 57-61.
- [11] Mahmood A., Usman S.A.: Comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat, Pakistan. *Pak. J. Nutr.*, 2010, **12** (9), 1192-1197.
- [12] Ramowy plan działań dla żywności i rolnictwa ekologicznego w Polsce na lata 2014-2020. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Warszawa 2014.
- [13] Park Y.W., Juárez M., Ramos M., Haenlein G.F.W.: Physico-chemical characteristic of goat and sheep milk. *Small Ruminant Res.*, 2007, **68**, 88-113.
- [14] PN-EN ISO 12966-1:2015-01/AC. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Chromatografia gazowa estrów metylowych kwasów tłuszczowych. Część 1. Przewodnik do nowoczesnej chromatografii gazowej estrów metylowych kwasów tłuszczowych.
- [15] PN-EN ISO 12966-2:2011. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Chromatografia gazowa estrów metylowych kwasów tłuszczowych. Część 2. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych.
- [16] Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91
- [17] Silanikove N., Leitner G., Merin U., Prosser C.G.: Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Res.*, 2010, **89**, 110-124.
- [18] Soliman G.Z.A.: Comparison of chemical and mineral content of milk from human, cow, buffalo, camel and goat in Egypt. *Egypt J. Hosp. Med.*, 2005, **21**, 116-130.
- [19] Talpur E.N., Bhangar M.I., Khooharo A.A., Memon G.Z.: Seasonal variation in fatty acid composition of milk from ruminants reared under the traditional feeding system of Sindh, Pakistan. *Livest. Sci.*, 2008, **118**, 166-172.
- [20] Tsiplakou E., Zervas G.: Comparative study between sheep and goats on rumenic acid and *vaccenic* acid in milk fat under the same dietary treatments. *Licest. Sci.*, 2008, **119**, 87-94.
- [21] Tudisco R., Cutrignelli M.I., Calabro S., Piccolo G., Bovera F., Guglielmelli A., Moniello G., Infascelli F.: Influence of organic systems on milk fatty acid profile and CLA in goats. *Small Ruminant Res.*, 2010, **88**, 151-155.

IMPACTT OF SEASON ON CHEMICAL COMPOSITION AND FATTY ACID PROFILE OF COW'S AND GOAT'S MILK PRODUCED IN ORGANIC FARMS

S u m m a r y

In the research study, there were analyzed the basic chemical composition and fatty acids profile in the fat of cow's and goat's milk produced in certified organic farms in southeastern Poland. A total of 54 samples of cow's milk were evaluated including 28 samples collected at the beginning of March (winter feeding season), 26 samples at the end of July (summer feeding), and 60 samples of goat's milk (30 samples in each feeding season collected on the same dates as those of cow's milk). The contents of the basic components of cow's milk were proved to be higher ($p \leq 0.01$) than that of the goat's milk, irrespective of

the production season. The amount of saturated fatty acids in the cow's and goat's milk fat was at the same level (in total: 70.08 % and 71.75 %, respectively); however, the goat's milk was characterized by a significantly ($p \leq 0.01$) higher (4.04 pp.) content of short-chain and medium-chain fatty acids (SCFA+MCFA). The amount of polyunsaturated fatty acids (PUFA) was significantly ($p \leq 0.01$) higher in the cow's milk. In the milk of the two animal species, an increase was reported in the amount of those acids during the summer feeding period (22 % in the cow's milk and 27 % in the goat's milk). This fact was mainly owing to the increase in the amount of conjugated linoleic acid (CLA; 38 % in the cow's milk and 52 % in the goat's milk), which should most probably be linked with the pasture forage in the animals food diet. The production season significantly impacted the content of 26 fatty acids out of the 37 analysed.

Key words: cows, goats, milk, fatty acids, feeding season ☒

**Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością
Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie**

oraz

Polskie Towarzystwo Technologów Żywności - Zarząd Główny

zapraszają na

**KROKUSOWE
VII SYMPOZJUM NAUKOWE
„Probiotyki w żywności“**

Kiry k. Zakopanego

20-22 kwietnia 2016

**Kontakt: dr inż. Barbara Sionek
e-mail: barbara_sionek@sggw.pl**