

JOANNA BARŁOWSKA, ANNA WOLANCIUK,
MONIKA KĘDZIERSKA-MATYSEK, ZYGMUNT LITWIŃCZUK

WPLYW SEZONU PRODUKCJI NA PODSTAWOWY SKŁAD CHEMICZNY ORAZ ZAWARTOŚĆ MAKRO- I MIKROELEMENTÓW W MLEKU KROWIM I KOZIM

Streszczenie

Celem pracy było porównanie składu chemicznego i zawartości makro- i mikroelementów w mleku krowim i kozim z uwzględnieniem sezonu produkcji. Badaniami objęto 134 próby mleka pobranego od krów rasy simentalskiej i 168 prób od kóz bezrasowych o różnym umaszczeniu. Próby pobierano w sezonie wiosenno-letnim i jesienno-zimowym. W mleku oznaczono: zawartość tłuszczu, białka, kazeiny, laktozy, suchej masy i mocznika, kwasowość czynną (pH), liczbę komórek somatycznych oraz zawartość wybranych makro- (K, Ca, Na, Mg) i mikroelementów (Zn, Fe, Cu, Mn). Wykazano, że mleko krowie charakteryzowało się istotnie większą zawartością podstawowych składników. Zawierało więcej ($p \leq 0,01$) suchej masy (o 0,96 %), białka (o 0,38 %), w tym kazeiny (o 0,17 %) i laktozy (o 0,40 %), a także ($p \leq 0,05$) tłuszczu (o 0,27 %). Mleko kozie było natomiast cenniejszym ($p \leq 0,01$) źródłem K, Ca, Fe, Cu i Mn. Sezon produkcji był istotnym czynnikiem różnicującym wydajność i zawartość podstawowych składników mleka. Kozę produkowały istotnie ($p \leq 0,01$) więcej mleka w sezonie wiosenno-letnim, natomiast większa zawartość jego podstawowych składników była w sezonie jesienno-zimowym. W przypadku krów sezon produkcji miał istotny wpływ jedynie na wydajność dobową (większa w sezonie wiosenno-letnim). Pod względem cytologicznym jakość mleka obu gatunków była niższa w sezonie jesienno-zimowym. Mleko krowie zawierało istotnie więcej składników mineralnych (z wyjątkiem miedzi) w sezonie wiosenno-letnim. Takich jednoznacznych tendencji nie stwierdzono w mleku kozim.

Słowa kluczowe: mleko krowie, mleko kozie, skład chemiczny, makro- i mikroelementy, sezon produkcji

Wprowadzenie

Zarówno w Polsce, jak i na świecie dominuje produkcja i spożycie mleka krowiego. W 2011 r. jego krajowa produkcja wynosiła 12,4 mln ton, podczas gdy mleka koziego zaledwie 19,8 tys. ton [12]. Jednak można zauważyć wzrost zainteresowania

Prof. dr hab. inż. J. Barłowska, mgr A. Wolanciuł, dr inż. M. Kędzińska-Matysek, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, prof. dr hab. Z. Litwińczuk, Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

mlekiem kozim. Dzięki unikatowym właściwościom (m.in. większa strawność, wyższa pojemność buforowa) zdobywa ono coraz większe uznanie w oczach konsumentów [23].

Skład chemiczny mleka, zarówno krowiego, jak i koziego jest zmienny i zależny od wielu czynników, m.in. genetycznych (rasa), środowiskowych (żywienie, pora roku) i fizjologicznych (faza laktacji, stan zdrowotny wymienia) [2, 4, 11, 15, 16, 18, 19].

Mleko jest ważnym źródłem składników mineralnych, m.in. wapnia, fosforu, sodu, potasu, chloru, jodu, magnezu. Zawiera także niewielką ilość żelaza. W diecie Europejczyka mleko jest głównym źródłem wapnia, a jego duża biodostępność jest ściśle skorelowana z większą zawartością kazeiny [14]. Mleko kozie może być składnikiem diety korzystnym dla konsumentów z zespołem złego wchłaniania, ponieważ retencja składników z mleka koziego jest lepsza w porównaniu z krowim. Rutherford i wsp. [25] stwierdzili, że dodatek mleka koziego do diety przysięg powodował lepszą absorpcję wapnia, magnezu i fosforu w stosunku do suplementacji diety mlekiem krowim. Fakt ten można też odnieść do organizmu ludzkiego, gdyż badania kliniczne wskazują, że jest on najbardziej zbliżony pod względem wielkości narządów i ich wydolności fizjologicznej do tego gatunku zwierząt [26, 27]. Mleko kozie może być zatem cennym surowcem do produkcji żywności przeznaczonej dla niemowląt i osób starszych a także w odniesieniu do niektórych grup ludności o szczególnych potrzebach żywieniowych [9, 17].

Celem pracy było porównanie składu chemicznego mleka krowiego i koziego oraz zawartości w nim makro- i mikroelementów z uwzględnieniem sezonu produkcji.

Materiał i metody badań

Materiałem doświadczalnym były 134 próby mleka pobieranego od krów rasy simentalskiej (58 – sezon wiosenno-letni i 76 – jesienno-zimowy) i 168 od kóz bezrasowych (nieznane pochodzenie) o różnym umaszczeniu (82 – sezon wiosenno-letni i 86 – jesienno-zimowy). Zwierzęta obydwu gatunków utrzymywano w rejonie Podkarpacia: krowy w 3 gospodarstwach, a kozy – w 4. Próby pobierano w dwóch sezonach produkcyjnych: wiosenno-letnim (V-VI) i jesienno-zimowym (XI-XII). Zwracano uwagę, aby mleko pochodziło od zwierząt ze zdrowym gruczołem mlekowym. W sezonie wiosenno-letnim zwierzęta żywiono głównie zielonką pastwiskową i dodatkiem siana lub słomy. W sezonie jesienno-zimowym podstawą żywienia były sianokiszonka i siano. Uzupełnieniem dawki pokarmowej była pasza treściwa w postaci śruty zbożowej. Z każdego gospodarstwa pobierano próby zielonki pastwiskowej i oznaczano w nich zawartość składników mineralnych.

W mleku oznaczano zawartość tłuszczu, białka, laktozy i suchej masy aparatem Infrared Milk Analyzer [35], procentowy udział kazeiny – metodą Walkera wg

PN-A-86122:1968P [33], kwasowość czynną (pH) za pomocą pehametru Pioneer 65 firmy Radiometer Analytical, liczbę komórek somatycznych (LKS) przy użyciu aparatu Somacount [34] oraz zawartość mocznika aparatem ChemSpec 150 (zmodyfikowana reakcja enzymatyczna Berthelota).

Oznaczano również zawartość wybranych makro- i mikroelementów. Pobrane próbki mleka poddawano mineralizacji ciśnieniowej „na mokro” (z wykorzystaniem 65-procentowego kwasu azotowego spektralnie czystego i kwasu solnego) w piecu mikrofalowym MARS. W zmineralizowanych próbkach oznaczano zawartość makro- (Na, K, Ca, Mg) i mikroelementów (Zn, Cu, Mn, Fe) metodą płomieniowej i bezpłomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej z wykorzystaniem spektrometrów firmy Varian: AA 240FS oraz AA 240Z. Dokładność i precyzję zastosowanych metod potwierdzano na podstawie analiz materiału odniesienia NCS zc73015 Milk Powder.

Dane dotyczące dobowej wydajności krów, od których pobierano próby, uzyskano z dokumentacji hodowlanej prowadzonej przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka (raporty RW-2). Wydajność dobową kóz określano ważąc całość pozyskanego mleka z udoju rannego i wieczornego.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu StatSoft Inc. Statistica ver. 6 [29], wykorzystując jedno- i dwuczynnikową analizę wariancji (z interakcją), wyróżniając jako źródło zmienności gatunek zwierząt oraz sezon produkcji. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami poszczególnych czynników wyznaczano testem NIR Fishera.

Wyniki i dyskusja

Wykazano, że w pobranych próbach zielonki pastwiskowej średnia zawartość makroelementów wynosiła odpowiednio: K – 3,17 g/kg, Ca – 0,33 g/kg, Mg – 0,18 g/kg, Na – 0,02 g/kg, a mikroelementów: Zn – 28,5 mg/kg, Cu – 6,90 mg/kg, Fe – 69,78 mg/kg i Mn – 96,78 mg/kg.

Oceniane mleko krowie, w porównaniu z kozim, charakteryzowało się istotnie większą zawartością wszystkich analizowanych składników (tab. 1). Zawierało ono bowiem więcej ($p \leq 0,01$) suchej masy (o 0,96 %), białka (o 0,38 %), w tym kazeiny (o 0,17 %) i laktozy (o 0,40 %), a także ($p \leq 0,05$) tłuszczu (o 0,27 %). Soliman [28] porównał skład chemiczny mleka różnych gatunków zwierząt i również wykazał, że mleko krowie zawiera więcej składników suchej masy w porównaniu z mlekiem kozim (odpowiednio: 13,30 i 12,62 %), tłuszczu (4,14 i 4,04 %) oraz laktozy (4,70 i 4,27 %). Podobne wyniki uzyskali także Mahmood i Usman [20].

Udział kazeiny w białku ogólnym był nieco wyższy w mleku kozim (80,4 vs 77,15 %), a proporcja białka do tłuszczu – w mleku krowim (0,87 vs 0,85). Wykazane różnice były jednak statystycznie nieistotne.

Tabela 1

Wydajność dobową, skład chemiczny i jakość cytologiczną mleka krowiego i koziego.
Daily yield, chemical composition, and cytological quality of cow's and goat's milk.

Wyszczególnienie Specification		Mleko krowie Cow's milk			Mleko kozie Goat's milk			Interakcja gatunek x sezon Interaction of species x season
		Sezon wiosenno- letni Spring- summer season	Sezon jesiennie- zimowy Autumn- winter season	\bar{x}	Sezon wiosenno- letni Spring- summer season	Sezon jesiennie- zimowy Autumn- winter season	\bar{x}	
n		58	76	134	82	86	168	
Wydajność dobowa Daily yield [kg]	\bar{x} SD	20,92 ^B 6,56	13,79 ^A 3,75	16,88 ^Y 6,23	2,17 ^B 1,05	1,21 ^A 0,70	1,68 ^X 1,01	***
pH pH value	\bar{x} SD	6,73 0,04	6,72 0,0	6,72 ^Y 0,05	6,51 ^A 0,22	6,73 ^B 0,14	6,63 ^X 0,21	***
Białko Protein [%]	\bar{x} SD	3,54 0,38	3,39 0,32	3,46 ^Y 0,35	2,92 ^A 0,48	3,24 ^B 0,47	3,08 ^X 0,50	***
Kazeina Casein [%]	\bar{x} SD	2,69 0,28	2,61 0,31	2,65 ^Y 0,30	2,36 ^A 0,32	2,60 ^B 0,35	2,48 ^X 0,36	***
Udział kazeiny Percent content of casein [%]	\bar{x} SD	76,58 9,05	77,58 9,53	77,15 9,27	81,67 11,42	79,06 12,13	80,40 11,80	ns
Tłuszcz Fat [%]	\bar{x} SD	3,97 0,42	4,03 0,36	4,00 ^y 0,38	3,54 ^A 0,86	3,92 ^B 0,83	3,73 ^x 0,87	ns
B/T Protein to fat ratio	\bar{x} SD	0,90 ^b 0,08	0,85 ^a 0,07	0,87 0,08	0,86 0,18	0,85 0,15	0,85 0,17	ns
Laktoza Lactose [%]	\bar{x} SD	4,72 0,32	4,85 0,25	4,79 ^Y 0,29	4,32 ^a 0,435	4,46 ^b 0,37	4,39 ^X 0,37	ns
Sucha masa Dry matter [%]	\bar{x} SD	12,92 0,76	12,92 0,66	12,92 ^Y 0,70	11,66 ^a 1,74	12,28 ^b 1,50	11,96 ^X 1,65	ns
Mocznik Urea [mg/l]	\bar{x} SD	320,86 ^B 62,03	179,86 ^A 62,03	240,84 ^X 92,85	360,82 114,75	366,78 102,59	363,80 ^Y 108,57	***
LKS [tys./ml]	\bar{x} SD	135,16 155,48	152,61 176,07	145,20 ^X 166,63	661,41 ^A 884,25	1468,51 ^B 1258,42	1067,64 ^Y 1158,22	**

Objaśnienia: / Explanatory notes:

$\bar{x} \pm SD$ – wartość średnia \pm odchylenie standardowe / mean value \pm standard deviation;

A, B – różnice między wartościami średnimi parametrów z uwzględnieniem sezonu w obrębie gatunku statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$; a, b – istotne przy $p \leq 0,05$ / A, B – differences among season-dependent mean values within one species are statistically significant at $p \leq 0.01$; a, b – significant at $p \leq 0.05$;

X, Y – różnice między wartościami średnimi parametrów z uwzględnieniem gatunku statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$; interakcja czynników: * – statystycznie istotna przy $p \leq 0,05$; *** – istotna przy $p \leq 0,001$, ns – nieistotna / X, Y – differences among species-dependent mean values are statistically significant at $p \leq 0.01$; interaction of factors: * - statistically significant at $p \leq 0.05$; *** - significant at $p \leq 0.001$; ns- insignificant;

Mleko kozie zawierało istotnie ($p \leq 0,01$) więcej mocznika (363,8 mg/l) niż krowie (240,8 mg/l), podobnie jak w badaniach Prosser i wsp. [24]. Mleko krowie charakteryzowało się istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą kwasowością czynną (6,72 vs 6,63). Ze wcześniejszych badań Barłowskiej i wsp. [4] wynika, że pH mleka koziego wahało się od 6,47 do 6,73. Zawierało ono także ponad 7-krotnie więcej ($p \leq 0,01$) komórek somatycznych (LKS) niż krowie, co prawdopodobnie związane jest m.in. z fizjologią wydzielania mleka, tzn. w sposób apokrynowy. Przy tym sposobie wydzielania dochodzi do zniszczenia komórek mlekotwórczych, a zniszczone fragmenty przedostają się do światła pęcherzyków mlekotwórczych. Jest to system wydzielania mleka całkowicie odmienny od merokrynowego, charakterystycznego dla owiec i bydła [10, 22].

Sezon produkcji był istotnym czynnikiem różnicującym wydajność zarówno krów, jak i kóz (tab. 1). Zwierzęta obu gatunków produkowały istotnie ($p \leq 0,01$) więcej mleka w sezonie wiosenno-letnim. U krów decydującym czynnikiem różnicującym wydajność mleczną w systemie żywienia tradycyjnego są sezonowe różnice w jakości pasz. Główną paszą w sezonie letnim jest młoda zielonka pastwiskowa bogata w białko, która zwiększa wydajność mleka [1]. U kóz natomiast wyższa wydajność mleczna w sezonie wiosenno-letnim, obok jakości paszy, związana jest także z początkową fazą laktacji, która u tych zwierząt przypada z reguły na wiosnę. Potwierdzają to wcześniejsze badania Barłowskiej i wsp. [3].

Sezon produkcji był także istotnym czynnikiem różnicującym zawartość podstawowych składników mleka koziego. Większa ich zawartość była w sezonie jesienno-zimowym, czyli pod koniec laktacji (tab. 1). Autorzy [7, 21, 31] potwierdzają, że pod koniec laktacji kóz następuje zmniejszenie produkcji mleka, przy jednoczesnym zwiększeniu w nim koncentracji podstawowych składników. Norris i wsp. [21] analizowali wpływ sezonu na produktywność kóz i wykazali większą (o 0,22 kg) wydajność dobową mleka w sezonie wiosennym (marzec/kwiecień) w porównaniu z jesiennym (październik/listopad). W sezonie jesiennym kozy produkowały natomiast mleko o wyższej koncentracji składników, tzn. białka (o 0,12 %) i tłuszczu (o 0,20 %).

Pod względem cytologicznym jakość mleka obu gatunków była niższa w sezonie jesienno-zimowym, przy czym w mleku kozim wzrost liczby komórek somatycznych

był ponad dwukrotny w porównaniu z sezonem wiosenno-letnim. Związane to było prawdopodobnie również z fazą laktacji. W końcowym jej okresie następuje ograniczenie produkcji mleka, a tym samym wzrost koncentracji komórek somatycznych. Barłowska i wsp. [3] analizowali zawartość komórek somatycznych w mleku pozyskiwanym od kóz utrzymywanych w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych i stwierdzili, że ich liczba w mleku wzrastała istotnie ($p \leq 0,01$) wraz z upływem laktacji, niezależnie od rodzaju gospodarstwa. Obniżenie jakości cytologicznej mleka koziego wraz z postępem laktacji wykazali również Vacca i wsp. [32].

Tabela 2

Zawartość makro- i mikroelementów w mleku krowim i kozim.
Content of macro- and microelements in cow's and goat's milk.

Wyszczególnienie Specification		Mleko krowie Cow's milk			Mleko kozie Goat's milk			Interakcja gatunek x sezon Interaction of species x season
		Sezon wiosenno- letni Spring- summer season	Sezon jesiennie- zimowy Autumn- winter season	Łącznie Total	Sezon wiosenno- letni Spring- summer season	Sezon jesiennie- zimowy Autumn- winter season	Łącznie Total	
n		58	76	134	82	86	168	
K [mg/l]	\bar{x}	1124,23	1088,93	1004,21 ^X	2013,92 ^B	1783,57 ^A	1896,00 ^Y	ns
	SD	195,31	117,75	155,78	224,93	287,27	282,63	
Ca [mg/l]	\bar{x}	1010,08 ^B	859,20 ^A	924,57 ^X	978,54 ^A	1282,48 ^B	1134,13 ^Y	**
	SD	148,94	203,31	195,62	185,71	433,34	368,14	
Na [mg/l]	\bar{x}	402,03 ^B	309,64 ^A	349,63	295,50 ^A	392,02 ^B	344,91	***
	SD	119,37	65,49	102,84	65,27	179,31	144,13	
Mg [mg/l]	\bar{x}	127,09	124,19	125,45	109,44 ^A	142,63 ^B	126,43	***
	SD	29,32	55,49	45,75	17,49	39,27	34,79	
Zn [mg/l]	\bar{x}	8,02 ^B	5,58 ^A	6,64 ^Y	2,97	2,71	2,84 ^X	***
	SD	2,18	1,50	2,18	1,40	0,99	1,21	
Fe [mg/l]	\bar{x}	0,55 ^B	0,26 ^A	0,39 ^X	0,61	0,68	0,65 ^Y	ns
	SD	0,14	0,13	0,14	0,39	0,25	0,33	
Cu [mg/l]	\bar{x}	0,027 ^A	0,047 ^B	0,038 ^X	0,112 ^A	0,136 ^B	0,125 ^Y	ns
	SD	0,015	0,022	0,022	0,081	0,062	0,073	
Mn [mg/l]	\bar{x}	0,027	0,029	0,028 ^X	0,096 ^B	0,073 ^A	0,084 ^Y	*
	SD	0,037	0,027	0,032	0,046	0,048	0,048	

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Mleko kozie było cenniejszym źródłem potasu, wapnia, żelaza, miedzi i manganu niż mleko krowie ($p \leq 0,01$) (tab. 2). Z kolei mleko krowie charakteryzowało się istot-

nie ($p \leq 0,01$) większą zawartością cynku (6,64 mg/l vs 2,84 mg/l). Nie stwierdzono natomiast różnic międzygatunkowych odnośnie do zawartości sodu i magnezu. Belew i Aiyegbusi [6] porównali mleko ludzkie, krowie i kozie i wskazali również na wyższą koncentrację składników mineralnych w mleku kozim, w tym również cynku. Z kolei Ceballos i wsp. [9] podają zbliżone wartości stężenia tego pierwiastka w przypadku obu gatunków (0,528 mg/100 g w mleku kozim i 0,463 mg/100 g w mleku krowim), natomiast znacznie większą zawartość miedzi (0,042 mg/100 g, 0,014 mg/100 g) oraz prawie dwukrotnie wyższą żelaza (0,15 mg/100 g do 0,09 mg/100 g) w mleku kozim w porównaniu z krowim.

Strzałkowska i wsp. [30] przeanalizowali zawartość składników mineralnych w mleku kóz rasy polskiej białej uszlachetnionej i wykazali zbliżone do uzyskanych w badaniach własnych zawartości wapnia (115 mg/100 ml), a mniejsze: magnezu (10 mg/100 ml), sodu (135,13 mg/100 ml) i potasu (135 mg/100 ml). Soliman [28] uzyskał zbliżone wartości stężenia żelaza i cynku w mleku krów i kóz, odpowiednio: Fe – 0,07 i 0,06 mg/100 g oraz Zn – 0,38 i 0,32 mg/100 g. Wykazał jednak znacznie większą (podobnie jak w badaniach własnych) zawartość manganu w mleku kozim (0,0138 mg/100 g vs 0,0037 mg/100 g) i miedzi (0,040 mg/100 g vs 0,017 mg/100 g) w porównaniu z krowim. Brodziak i wsp. [8] podają wartości zbliżone do uzyskanych w badaniach własnych, stężenia wapnia (1022,5 mg/l) i magnezu (134,0 mg/l) w mleku krów rasy simentalskiej żywionych w systemie intensywnym (TMR).

Sezon produkcji miał istotny wpływ na zawartość większości ocenianych składników mineralnych (tab. 2). W mleku krowim stwierdzono większą zawartość analizowanych pierwiastków (z wyjątkiem miedzi) w sezonie wiosenno-letnim. Takich jednoznacznych tendencji nie stwierdzono w mleku kozim. Zawartość wapnia i magnezu była z reguły większa w mleku bogatszym w białko, w tym w kazeinę (niezależnie od gatunku). Znajduje to potwierdzenie w wynikach badań Gaucherona [14], który wykazał, że stężenie wapnia w mleku jest skorelowane z zawartością białka. Około 95 % kazeiny obecnej w mleku występuje w formie miceli [13]. Barłowska i wsp. [5] podają, że wapń związany z kazeiną (zarówno jego forma organiczna, jak i mineralna) charakteryzuje się dużą dostępnnością i przyswajalnością w czasie trawienia mleka.

W układzie analizy dwuczynnikowej stwierdzono istotne ($p \leq 0,001$) dla większości analizowanych cech interakcje (gatunek \times sezon produkcji), m.in. w odniesieniu do wydajności dobowej, kwasowości czynnej, zawartości białka ogólnego, kazeiny, mocznika, Na, Mg i Zn oraz zawartości komórek somatycznych i Ca ($p \leq 0,01$), a także zawartości manganu ($p \leq 0,05$) – tab. 1 i 2.

Wnioski

1. Mleko krowie charakteryzowało się istotnie ($p \leq 0,01$ i $p \leq 0,05$) większą zawartością wszystkich podstawowych składników, natomiast kozie – nieistotnie wyższym udziałem kazeiny w białku ogólnym.
2. Mleko kozie było bogatszym źródłem makro- i mikroelementów, szczególnie K, Ca, Fe, Cu i Mn.
3. Sezon produkcji różnicował w większym stopniu podstawowy skład chemiczny mleka koziego niż krowiego.
4. Większą zawartość analizowanych pierwiastków w mleku krowim (z wyjątkiem miedzi) stwierdzono w sezonie wiosenno-letnim. W mleku kozim istotnie większą zawartość K i Mn wykazano w sezonie wiosenno-letnim, a Ca, Na, Mg i Cu – w jesienno-zimowym.
5. Pod względem cytologicznym jakość mleka obu gatunków była niższa w sezonie jesienno-zimowym.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr N N311 633838 finansowanego przez NCN.

Literatura

- [1] Auldred M.J., Marett L.C., Greenwood J.S., Hannah M., Jacobs J.L., Wales J.: Effects of different strategies for feeding supplements on milk production responses in cows grazing a restricted pasture allowance. *J. Dairy Sci.*, 2013, **96** (2), 1218-1231.
- [2] Barłowska J., Litwińczuk Z., Kędzierska-Matysek M., Litwińczuk A.: Polymorphism of caprine milk α_1 -casein in relation to performance of four Polish goat breeds. *Pol. J. Vet. Sci.*, 2007, **10**(3), 159-164.
- [3] Barłowska J., Litwińczuk Z., Wolanciuk A., Szmatoła T.: Nutrition value and technological suitability of caprine milk produced in organic and conventional farms. *Ital. J. Food Sci.*, 2013, **25** (1), 105-108.
- [4] Barłowska J., Szwajkowska M., Litwińczuk Z., Grodzicki T., Wolanciuk A.: Właściwości fizykochemiczne i przydatność technologiczna mleka kóz różnych ras z uwzględnieniem sezonu produkcji. *Towaroznawstwo w zapewnieniu jakości żywności i bezpieczeństwa konsumenta. Zesz. Nauk. UE w Poznaniu*, 2011, **169**, 188-195.
- [5] Barłowska J., Szwajkowska M., Litwińczuk Z., Król J.: Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Compr. Rev. Food Sci. F.*, 2011, **10** (6), 291-302.
- [6] Belewu M.A., Aiyegbusi O.F.: Comparison of the mineral content and apparent biological value of milk from human, cow and goat. *J. Food Tech. Af.*, 2002, **7** (1), 9-11.
- [7] Bernacka, H.: Effect of breed and feeding season on the nutritive quality of goat's milk. *Folia Biol.*, 2005, **53** (1), 99-102.
- [8] Brodziak A., Litwińczuk A., Kędzierska-Matysek M., Król J.: Zawartość wybranych makro- i mikroelementów w mleku krów różnych ras i serwatce podpuszczkowej. *Ochr. Środ. i Zasob. Natur.*, 2011, **48**, 467-474.

- [9] Ceballos, L.S., Morales, E.R., de la Torre Adarve, G., Castro, J.D., Martínez, L.P., Sampelayo, R.S.: Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. *J. Food Compos. Anal.*, 2009, **22** (4), 322-329.
- [10] Danków R., Cais-Sokolińska D., Pikul J., Wójtowski J.: Jakość cytologiczna mleka koziego. *Med. Weter.*, 2003, **59** (1), 77-80.
- [11] Elgersma A., Ellen G., van der Horst H., Boer H., Dekker P.R., Tamminga S.: Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2004, **117**, 13-27.
- [12] FAOSTAT, 2013, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Statistics Division, <http://faostat.fao.org>
- [13] Fox P.F., McSweeney P.L.H.: *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Blackie Academic & Professional, London, UK, 1998.
- [14] Gaucheron F.: The minerals of milk. *Reprod. Nutr. Dev.*, 2005, **45** (4), 473-483.
- [15] Jasińska M., Dmytrów I., Mituniewicz-Małek A., Wąsik K.: Cow feeding system versus milk utility for yoghurt manufacture. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2010, **9** (2), 189-199.
- [16] Klebaniuk R., Kowalczyk E., Kochman G., Patkowski K., Łechtańska M.: Effect of goat nutrition on milk yield, its chemical composition and fatty acid profile of fat. *Ann UMCS Sect EE*, 2008, **XXVI**, 1-9.
- [17] Kondyli E., Katsiari M.C., Voutsinas L.P.: Variations of vitamin and mineral contents in raw goat milk of the indigenous Greek breed during lactation. *Food Chem.*, 2007, **100** (1), 226-230.
- [18] Kudelka W.: The chemical composition of raw goat milk during their lactation. *Milchwissenschaft*, 2005, **2** (60), 137-139.
- [19] Litwińczuk A., Kędzierska-Matysek M., Barłowska J.: Wydajność i jakość mleka kóz o różnych genotypach αS_1 -kazeiny z rejonu Wielkopolski i Podkarpacia. *Med. Weter.*, 2007, **63** (2), 192-195.
- [20] Mahmood A., Usman S.A.: Comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat, Pakistan. *Pakistan J. Nutr.*, 2010, **9** (12), 1192-1197.
- [21] Norris D., Ngambi J.W., Benyi K., Mbajjorgu C.A.: Milk production of three exotic dairy goat genotypes in limpopo province. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 2011, **6** (3), 274-281.
- [22] Olechnowicz J., Jaśkowski J.M.: Komórki somatyczne mleka koziego. *Med. Weter.*, 2004, **60** (12), 1263-1266.
- [23] Park Y.W., Juarez M., Ramos M., Haenlein G.F.W.: Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Res.*, 2007, **68**, 88-113.
- [24] Prosser C.G., McLaren R.D., Frost D., Agnew M., Lowry D.J.: Composition of the non-protein nitrogen fraction of goat whole milk powder and goat milk-based infant and follow-on formulae. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2008, **59**(2), 123-133.
- [25] Rutherford S.M., Darragh A.J., Hendriks W.H., Prosser C.G., Lowry D.: Mineral retention in three-week-old piglets fed goat and cow milk infant formulas. *J. Dairy Sci.*, 2006, **89** (12), 4520-4526.
- [26] Smoraż Z., Słomski R., Jura J., Lipiński D., Skrzyszowska M.: Transgeniczne świny jako dawcy tkanek i narządów do transplantacji u ludzi. *Przegl. Hod.*, 2011, **11**, 1-4.
- [27] Smoraż Z., Słomski R.: Ksenotransplantacja – możliwości i ograniczenia. *Nauka*, 2005, **4**, 133-148.
- [28] 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.
- [29] STATSOFT Inc., STATISTICA, data analysis software system, ver. 6., 2003, www.statsoft.com.
- [30] Strzałkowska N., Bagnicka E., Jóźwik A., Krzyżewski J.: Macro- and micro-elements' concentration in goat milk during lactation. *Züchtungskunde*, 2008, **80** (5), 404-411.

- [31] Strzałkowska N., Jóźwik A., Bagnicka E., Krzyżewski J., Horbańczuk K., Pyzel B., Horbańczuk J.O.: Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 2009, **27** (4), 311-320.
- [32] Vacca G.M., Dettori M.L., Carcangiu V., Rocchigiani A.M., Pazzola M.: Relationships between milk characteristics and somatic cell score in milk from primiparous browsing goats. *Anim. Sci. J.*, 2010, **81** (5), 594-599.
- [33] PN ISO 2446:2002P. Mleka oznaczenie zawartości tłuszczu (metoda rutynowa).
- [34] PN-EN ISO 13366-2:2007. Mleko. Oznaczanie liczby komórek somatycznych. Część 2: Przewodnik obsługi liczników fluoro-opto-elektronicznych.
- [35] PN-ISO 9622:2006. Mleko pełne. Oznaczanie zawartości tłuszczu mlecznego, białka i laktozy. Wytyczne dotyczące obsługi analizatorów w zakresie średniej podczerwieni.

EFFECT OF PRODUCTION SEASON ON BASIC CHEMICAL COMPOSITION AND CONTENT OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN COW'S AND GOAT'S MILK

Summary

The objective of the research study was to compare the chemical composition and content of macro- and microelements in cow's and goat's milk taking with emphasis on the production season. The research involved 134 milk samples collected from Simmental cows and 168 from differently coloured goats of no breed. The samples were collected in a spring-summer and autumn-winter season. In the milk analyzed, the following was determined: contents of fat, protein, casein, lactose, dry matter and urea, as well as active acidity (pH value), somatic cell count, and content of selected macro- (K, Ca, Na, Mg) and microelements (Zn, Fe, Cu, Mn). It was shown that the cow's milk was characterised by a significantly higher content of basic components. It contained higher amounts (at $p \leq 0.01$) of dry matter (by 0.96 %), protein (by 0.38 %) including casein (by 0.17 %), and lactose (by 0.40 %), as well as more fat (by 0.27 % at $p \leq 0.05$). However, the goat's milk proved to be a more valuable ($p \leq 0.01$) source of K, Ca, Fe, Cu, and Mn. The production season was a significant factor to differentiate the milk yield and the content of basic components. The goats produced significantly ($p \leq 0.01$) more milk in the spring-summer season; however, the content of major milk components was higher in the autumn-winter season. In the case of cows, the production season had a significant effect solely on the daily yield (higher in the spring-summer season). As regards cytology, the quality of milk from the two species was lower in the autumn-winter season. The cow's milk contained significantly more mineral elements (except for copper) in the spring-summer season. Such unequivocal tendencies were not found in the goat's milk.

Key words: cow's milk, goat's milk, chemical composition, macro- and microelements, production season 