

Podstawowy skład chemiczny i zawartość składników mineralnych w mleku krów różnych ras użytkowanych w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych z intensywnym i tradycyjnym systemem żywienia

ZYGMUNT LITWIŃCZUK, NATALIA KOPERSKA,
WITOLD CHABUZ, MONIKA KĘDZIERSKA-MATYSEK*

Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła,

*Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Otrzymano 05.05.2017

Zaakceptowano 25.07.2017

Litwińczuk Z., Koperska N., Chabuz W., Kędzierska-Matysek M.

Basic chemical composition and mineral content of the milk of cows of various breeds raised on organic farms and on traditional farms using intensive and traditional feeding systems

Summary

The aim of study was to evaluate the chemical composition, including mineral content, in milk of different breeds maintained in organic and traditional farms using intensive (PMR) and traditional feeding systems.

The study was carried out on 47 farms in south-eastern Poland. A total of 735 milk samples were analysed, including 263 from cows raised on organic farms, 218 from cows raised on conventional farms using a traditional feeding system, and 254 from cows raised on conventional farms using an intensive feeding system (PMR). All types of farms raised Polish Holstein-Friesian and Simmental cows, and the conventional farms using a traditional feeding system also kept Polish Red and White-Backed cows. The highest ($p \leq 0.01$) daily milk yield and content of protein, lactose, dry matter and urea in the milk were obtained from the cows fed in the PMR system. The highest fat content was noted for the milk from the conventional farms using a traditional feeding system. The animals raised in the organic system produced the least milk, with the lowest concentrations of its basic nutrients. The highest mineral content was noted for the milk from the traditional system. The milk from the organic system contained the least Ca, Na, Mg, Zn and Fe, while the milk from the intensive system contained the least Mn. The content of Cu was similar in the milk from the organic and intensive systems and lower ($p \leq 0.01$) than in the milk from the traditional system. The results of two-way analysis of variance indicate that the breed of cow significantly influenced milk yield, protein content, protein-to-fat ratio, Ca and Zn concentration ($p \leq 0.01$), and the content of dry matter, Fe and Mn in the milk ($p \leq 0.05$).

Keywords: milk, chemical composition, mineral components, feeding systems of cows

System produkcji rolniczej określa podział produkcji rolniczej ze względu na wnoszone nakłady, obciążenie środowiska oraz stopień zrównoważenia środowiskowego i społeczno-ekonomicznego (2, 5, 17). Wyodrębnia się trzy podstawowe systemy gospodarowania, tj.: konwencjonalny, integrowany i ekologiczny. Dominującym systemem gospodarowania w Polsce jest system konwencjonalny o różnym stopniu intensywności. Roczna produkcja mleka ekologicznego wynosi w Polsce około 30 tys. ton.

Wydajność krów i skład mleka zależą od wielu czynników, ale najważniejszy jest system żywienia zwierząt, wyraźnie zróżnicowany w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych.

Zawartość składników mineralnych w mleku zależy w dużej mierze od ich zawartości w paszy, a to jest uzależnione od warunków glebowo-klimatycznych. Z opracowań Gabryszuk i wsp. (8) oraz Toledo-Alano i wsp. (26) wynika, że mleko ekologiczne może być uboższe w składniki mineralne w porównaniu z pozyskiwanym w gospodarstwach konwencjonalnych. Golgano i wsp. (9) wskazują, że podawane w literaturze dane dotyczące żywności ekologicznej są często sprzeczne, a wykazane różnice w jakości produktów zwierzęcych – związane z rasą zwierząt dostosowaną do ekologicznej bądź konwencjonalnej produkcji.

Celem badań była ocena składu chemicznego, w tym zawartości składników mineralnych w mleku krów

różnych ras użytkowanych w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych z intensywnym (PMR) i tradycyjnym systemem żywienia.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w 47 gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych z tradycyjnym i intensywnym (PMR) systemem żywienia z rejonu Polski południowo-wschodniej. W gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych z intensywnym systemem żywienia utrzymywane były krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej i simentalskiej, natomiast w konwencjonalnych z tradycyjnym systemem żywienia – obok tych dwóch ras, również polskiej czerwonej i białogrzbieter. Dla każdego gospodarstwa określono powierzchnię, udział gruntów ornych, udział trwałych użytków zielonych, areal kukurydzy, liczbę krów w stadzie, liczbę DJP na 1 ha użytków rolnych, roczną sprzedaż mleka w gospodarstwie oraz roczną sprzedaż mleka w przeliczeniu na 1 krowę (tab. 1). Wszystkie gospodarstwa spełniały wymagania niezbędne do produkcji mleka, które określa Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1662/2006 z dnia 6 listopada 2006 r., zmieniające Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.

W 19 gospodarstwach ekologicznych żywienie krów oparte było na paszach z trwałych użytków zielonych (TUZ). W sezonie letnim krowy korzystały z pastwiska (*ad libitum*) otrzymując niewielki dodatek siana (2 kg), natomiast w sezonie zimowym były karmione sianem (5 kg) i sianokiszonką (20 kg). W obu sezonach stosowano niewielki dodatek śruty zbożowej (1-2 kg). W 19 gospodarstwach konwencjonalnych o tradycyjnym systemie żywienia zwierząt stosowano w sezonie zimowym sianokiszonkę (18 kg), kiszonkę z kukurydzy (10 kg), siano (4 kg), a latem obok wypasu pastwiskowego również sianokiszonkę (7 kg) i siano (2 kg). W obu sezonach podawano dodatek śruty zbożowej (2-3 kg). Żywienie krów w 9 gospodarstwach konwencjonalnych z intensywnym systemem produkcji (PMR) oparte było na monodiecie, w skład której wchodziły: kiszonka z kukurydzy (17 kg), sianokiszonka (26 kg), śruty zbożowe (3 kg) i przemysłowe pasze treściwe (1 kg) – zadawane z wozu paszowego.

Krowy produkujące powyżej 25 kg mleka dostawały dodatkową paszę treściwą. Gospodarstwa w zależności od przyjętego systemu żywienia stosowały dodatki mineralne, takie jak: lizawki solne, kredę pastewną czy mieszanki mineralno-witaminowe.

Próby mleka pobierano indywidualnie od każdej krowy z całego udoju dwukrotnie w ciągu roku, tj. w sezonie wiosenno-letnim (V-VII) i jesienno-zimowym (XII-II), do butelek plastikowych o pojemności 250 ml. Eliminowano próby, które pochodziły od krów z chorym wymieniem. Mleko przewożono w termotorbach z wkładami chłodzącymi do laboratorium Katedry Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych UP w Lublinie.

Badaniami objęto 735 próbek mleka, w tym: 263 od krów utrzymywanych w gospodarstwach ekologicznych, 218 w gospodarstwach konwencjonalnych z tradycyjnym i 254 z intensywnym systemem żywienia. W każdej próbce mleka oznaczono: podstawowy skład chemiczny, tj. zawartość tłuszczu, białka, laktozy i suchej masy aparatem Infrared Milk Analyzer firmy Bentley wg PN-ISO 9622:2006 oraz zawartość mocznika aparatem ChemSpec 150 firmy Bentley. Oznaczono również zawartość makro- (K, Ca, Na, Mg) i mikroelementów (Fe, Zn, Mn, Cu) spektrometrem AA 240FS i AA 240Z firmy Varian.

Do opracowania statystycznego uzyskanych wyników wykorzystano program StatSoft Inc. Statistica ver. 7. Zastosowano układ dwuczynnikowej analizy wariancji z uwzględnieniem wpływu rasy i systemu produkcji. Istotność różnic pomiędzy średnimi dla ocenianych grup wyznaczono testem Tukeya dla różnych liczebności, przy poziomie istotności $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

Wyniki i omówienie

Powierzchnia ocenianych gospodarstw różniła się znacząco w zależności od przyjętego systemu produkcji (tab. 1). Według danych ARIMR, średnia wielkość powierzchni gruntów rolnych w gospodarstwie rolnym w 2015 r. wynosiła w Polsce 10,49 ha (20). Analizowane gospodarstwa miały więc średnią powierzchnię wyższą od średniej krajowej.

Rolnicy posiadający większe gospodarstwa utrzymywali również więcej krów. W systemie intensywnym

Tab. 1. Powierzchnia gruntów, liczba krów i sprzedaż mleka w ocenianych gospodarstwach

Badane parametry		System produkcji		
		ekologiczny	konwencjonalny tradycyjny	intensywny
Liczba gospodarstw	n	19	19	9
Powierzchnia gospodarstwa (ha)	$\bar{x}$	28,11	39,63	65,73
	SD	17,76	39,77	45,57
Powierzchnia użytków rolnych UR (ha)	$\bar{x}$	23,04	35,47	62,08
	SD	14,36	33,59	42,31
Udział powierzchni gruntów ornych w UR (%)	%	8,88	32,27	52,89
	SD	11,81	23,75	9,89
Udział trwałych użytków zielonych w UR (%)	%	89,36	67,73	47,11
	SD	14,40	23,75	9,89
Liczba krów (szt.)	$\bar{x}$	14,00	20,55	40,36
	SD	7,24	17,93	14,78
Liczba DJP na 1 ha użytków rolnych (szt.)	$\bar{x}$	0,64	0,97	0,90
	SD	0,25	0,27	0,42
Powierzchnia uprawianej kukurydzy w przeliczeniu na 1 krowę (ha)	$\bar{x}$	0,01	0,12	0,29
	SD	0,02	0,21	0,47
Roczna sprzedaż mleka w gospodarstwie (kg)	$\bar{x}$	47 162	90 928	280 357
	SD	23 286	95 627	101 253
Roczna sprzedaż mleka w przeliczeniu na 1 krowę (kg)	$\bar{x}$	3644	4188	6958
	SD	833	1126	763

nym liczba ta była wyższa o ok. 50%, a powierzchnia gospodarstwa o ok. 40% w stosunku do gospodarstw o tradycyjnym systemie produkcji. Obsada krów wahała się od 0,64 DJP/ha UR – dla gospodarstw ekologicznych do 0,97 DJP/ha UR – dla gospodarstw tradycyjnych. Twardy i wsp. (27) podają, że średnia obsada zwierząt w 12 gospodarstwach ekologicznych, w których utrzymywano tylko krowy, wynosiła 0,73 DJP/ha UR. W ekologicznym systemie produkcji dopuszczalna obsada wynosi 2 DJP (170 kg azotu naturalnego na 1 ha UR), jednak aby zapewnić całość pasz dla zwierząt, zalecana jest obsada na poziomie 0,6-0,8 DJP/1ha UR (18). Powierzchnia uprawianej kukurydzy w przeliczeniu na 1 krowę była najwyższa w intensywnym systemie gospodarowania (0,29 ha). Chabuz i wsp. (7) dla gospodarstw o intensywnym systemie produkcji podają, że powierzchnia ta wynosiła 0,39 ha.

Roczna sprzedaż mleka w gospodarstwach ekologicznych w przeliczeniu na 1 krowę wynosiła średnio 3644 kg i była niższa prawie o połowę (47,6%) w porównaniu do sprzedaży mleka z gospodarstw o intensywnym systemie żywienia.

Najwyższą wydajność dobową stwierdzono u krów utrzymywanych w gospodarstwach o intensywnym systemie produkcji. Była ona wyższa o 8,68 kg od wydajności krów z gospodarstw ekologicznych i o 8,1 kg od wydajności zwierząt z systemu tradycyjnego (tab. 2). Najniższą wydajnością charakteryzowały się krowy rasy białogrzbieta i polskiej czerwonej utrzymywane w gospodarstwach tradycyjnych (około

12,6 kg). Zawartość białka w mleku różniła się istotnie ($p \leq 0,01$) w zależności od przyjętego systemu produkcji, a najwyższa była w gospodarstwach z intensywnym żywieniem zwierząt.

Najwyższą koncentrację tłuszczu przy jednocześnie najniższej zawartości laktozy odnotowano w mleku krów użytkowanych w tradycyjnym systemie produkcji. Najwyższą koncentracją składników podstawowych odznaczało się mleko krów rasy polskiej czerwonej utrzymywanych w systemie tradycyjnym. Zbliżoną do niej – mleko krów rasy simentaliskiej i PHF z systemu intensywnego natomiast najniższą – mleko krów z systemu ekologicznego niezależnie od rasy. Litwińczuk i wsp. (15) analizując skład chemiczny mleka krów rasy simentaliskiej, polskiej czerwonej i białogrzbieta utrzymywanych w systemie niskonakładowym, stwierdzili również najwyższą zawartość białka, tłuszczu, laktozy oraz suchej masy w mleku krów rasy polskiej czerwonej.

Analizując wpływ systemu na zawartość białka i tłuszczu w mleku i porównując to z bardzo rozbieżnymi danymi literaturowymi (1, 3, 4, 6, 10, 16, 19, 26) można sądzić, że większe znaczenie ma żywienie krów na poziomie gospodarstwa niż sam system produkcji. Mniejsza ilość skarmianych pasz wysokobiałkowych, w tym koncentratów paszowych stosowanych w żywieniu krów w systemie ekologicznym może wpływać na zawartość białka w mleku.

Wielu autorów (10, 12, 13) podaje z reguły wyższą zawartość laktozy w mleku ekologicznym w porównaniu do mleka konwencjonalnego.

Tab. 2. Wydajność dobową i podstawowy skład chemiczny mleka ocenianych krów z uwzględnieniem systemu produkcji

System		Ekologiczny			Konwencjonalny tradycyjny					Konwencjonalny intensywny		
Rasa		PHF	SIM	Średnio dla systemu	BG	SIM	PHF	PC	Średnio dla systemu	SIM	PHF	Średnio dla systemu
n		83	180	263	51	41	47	79	218	87	167	254
Wydajność dobową (kg)	$\bar{x}$	14,02	13,85	13,90 ^x	12,63 ^A	16,57	17,72 ^B	12,67 ^A	14,48 ^x	20,84 ^A	23,48 ^B	22,58 ^y
	D	6,33	3,96	4,54	7,48	5,32	8,36	4,79	6,79	6,58	7,24	7,07
Białko (%)	$\bar{x}$	3,00 ^A	3,26 ^B	3,18 ^x	3,31 ^{ACa}	3,71 ^B	3,18 ^A	3,58 ^{BCb}	3,46 ^y	3,59	3,59	3,59 ^z
	SD	0,34	0,37	0,38	0,49	0,43	0,59	0,52	0,55	0,29	0,46	0,41
Tłuszcz (%)	$\bar{x}$	3,53 ^a	3,76 ^b	3,69 ^x	4,08	3,89 ^A	4,15	4,40 ^B	4,18 ^y	4,05	4,16	4,12 ^y
	SD	0,53	0,76	0,71	1,00	0,64	0,71	0,72	0,79	0,70	0,69	0,69
Laktoza (%)	$\bar{x}$	4,77 ^b	4,69 ^a	4,71 ^y	4,58	4,53	4,36 ^a	4,62 ^b	4,54 ^x	4,66 ^A	4,79 ^B	4,75 ^y
	SD	0,25	0,26	0,26	0,46	0,30	0,47	0,37	0,41	0,27	0,27	0,27
Sucha masa (%)	$\bar{x}$	11,87 ^A	12,34 ^B	12,19 ^x	12,80	12,81	12,47 ^b	13,30 ^a	12,91 ^y	13,06	13,23	13,17 ^z
	SD	0,77	1,02	0,97	1,28	0,86	1,14	1,09	1,15	1,00	1,07	1,05
Stosunek białkowo-tłuszczowy	$\bar{x}$	0,87	0,93	0,91	0,91	0,96	0,83	0,83	0,86	0,94 ^b	0,87 ^a	0,89
	SD	0,16	0,23	0,21	0,16	0,18	0,09	0,17	0,16	0,22	0,14	0,17
Mocznik (mg/l)	$\bar{x}$	168 ^B	231 ^A	201 ^B	161 ^A	229 ^B	140 ^A	164 ^A	166 ^A	201 ^a	229 ^b	222 ^c
	SD	120	68	93	55	52	38	58	58	53	81	76

Objaśnienia: PHF – polska holsztyńsko-fryzyjska, SIM – simentaliska, BG – białogrzbieta, PC – polska czerwona; a, b, c – różnice istotne pomiędzy rasami w obrębie systemu przy $p \leq 0,05$; A, B, C, D – różnice istotne pomiędzy rasami w obrębie systemu przy $p \leq 0,01$; X, Y, Z – różnice istotne dla systemów produkcji przy $p \leq 0,01$

Tab. 3. Zawartość makro- i mikroelementów w mleku ocenianych krów (mg/l) z uwzględnieniem systemu produkcji (n = 735)

System		Ekologiczny			Konwencjonalny tradycyjny					Konwencjonalny intensywny		
Rasa		PHF	SIM	Średnio dla systemu	BG	SIM	PHF	PC	Średnio dla systemu	SIM	PHF	Średnio dla systemu
n		83	180	263	51	41	47	79	218	87	167	254
K	$\bar{x}$	1859,51	1914,17	1896,92	1831,08	1835,75	1844,37	1857,42	1844,37	1632,73 ^A	1870,93 ^B	1789,34
	SD	144,66	1225,50	1016,50	184,48	210,53	128,00	249,67	204,96	215,77	207,36	238,47
Ca	$\bar{x}$	962,01	975,63	971,33 ^X	1504,93 ^B	1396,96 ^B	1109,85 ^A	1555,48 ^B	1417,76 ^Y	1288,42	1245,31	1260,08 ^Z
	SD	110,06	184,22	164,37	404,30	412,30	153,83	451,49	420,23	210,29	284,78	262,04
Na	$\bar{x}$	331,58 ^A	382,73 ^B	366,59 ^X	469,81 ^a	387,68 ^A	418,53 ^A	561,00 ^{Bb}	476,35 ^Z	410,70	406,19	407,74 ^Y
	SD	86,97	139,53	127,42	183,39	118,55	177,89	183,37	184,29	138,63	97,87	113,23
Mg	$\bar{x}$	79,89 ^A	89,12 ^B	86,21 ^X	115,13 ^{BC}	108,33 ^{AC}	99,68 ^A	124,37 ^B	113,87 ^Y	108,56 ^A	117,64 ^B	114,54 ^Y
	SD	10,50	14,65	14,13	18,94	23,50	15,78	27,82	24,60	18,30	18,06	18,61
Zn	$\bar{x}$	3,07 ^a	3,51 ^b	3,37 ^X	5,48 ^B	4,88 ^b	4,74 ^b	3,23 ^{Ab}	4,39 ^Y	4,99 ^B	3,86 ^A	4,25 ^Y
	SD	1,03	1,46	1,36	3,18	2,75	3,01	1,07	2,63	1,71	1,64	1,74
Fe	$\bar{x}$	0,30 ^A	0,47 ^B	0,42	0,52 ^A	0,42 ^{AC}	0,73 ^D	0,25 ^{BC}	0,45	0,41	0,47	0,45
	SD	0,27	0,34	0,34	0,39	0,29	0,47	0,06	0,36	0,29	0,39	0,36
Mn	$\bar{x}$	0,046	0,048	0,047 ^X	0,067	0,092	0,063	0,056	0,067 ^Y	0,038	0,043	0,041 ^X
	SD	0,030	0,030	0,029	0,04	0,133	0,027	0,048	0,069	0,018	0,024	0,022
Cu	$\bar{x}$	0,112 ^B	0,072 ^A	0,084 ^X	0,169	0,161	0,172	0,150	0,161 ^Y	0,097 ^B	0,077 ^A	0,084 ^X
	SD	0,096	0,053	0,072	0,118	0,139	0,130	0,139	0,132	0,070	0,053	0,060

Objaśnienia: PHF – polska holsztyńsko-fryzyjska, SIM – simental ska, BG – białogrzbieta, PC – polska czerwona; a, b, c – różnice istotne pomiędzy rasami w obrębie systemu przy $p \leq 0,05$; A, B, C, D – różnice istotne pomiędzy rasami w obrębie systemu przy $p \leq 0,01$; X, Y, Z – różnice istotne dla systemów produkcji przy $p \leq 0,01$

Zawartość makro- i mikroelementów w analizowanym mleku różniła się istotnie w zależności od przyjętego systemu produkcji (tab. 3). Najwięcej składników mineralnych zawierało mleko z systemu tradycyjnego. Najmniej Ca, Na, Mg, Zn i Fe zawierało mleko z systemu ekologicznego, zaś najmniej Mn – mleko z systemu intensywnego. Zawartość Cu była podobna dla mleka z systemu ekologicznego i intensywnego, i niższa ($p \leq 0,01$) od mleka z systemu tradycyjnego. Najwyższą zawartość K wykazano w mleku ekologicznym, co może być związane ze stosunkowo dużą ilością tego pierwiastka w paszach z użytków zielonych.

Analizując zawartość składników mineralnych w mleku krów różnych ras użytkowanych w systemie ekologicznym, stwierdzono wyższą ich zawartość w mleku krów rasy simental skiej (za wyjątkiem Cu) w porównaniu do rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej.

Znajduje to potwierdzenie w przypadku Ca, Mg, Fe i Mn w badaniach Pilarczyk i wsp. (22).

Dane literaturowe wskazują, że mleko ekologiczne (w porównaniu z mlekiem konwencjonalnym) może być uboższe w pierwiastki mineralne (8, 11, 21). Należy to wiązać ze słabszym nawożeniem mineralnym gleb oraz z ograniczeniami w stosowaniu dodatków mineralnych w ekologicznym żywieniu zwierząt.

Puls (23) wykazał niedobory mineralne w diecie krów i połączył je z zawartością makro- i mikroelementów w mleku. Na tej podstawie wyznaczył wartości niedoborowe, marginalne i odpowiednie dla niektórych składników mineralnych w mleku (tab. 4). Porównując informacje zawarte w tej tabeli i wyniki własne można stwierdzić, iż niedoborową zawartością wapnia oraz niedoborową i marginalną zawartością magnezu charakteryzowało się mleko z gospodarstw ekologicznych niezależnie od utrzymywanej tam rasy

Tab. 4. Zawartość makro- i mikroelementów [mg/kg] w mleku według Puls (23)

Stężenia	K	Ca	Na	Mg	Zn	Fe	Mn	Cu
Niedoborowe*	–	< 1200	–	< 80	0,5	–	–	0,01-0,02
Marginalne**	–	< 1200	–	80-100	–	–	–	0,02-0,05
Odpowiednie***	1500-1900	1200-1400	–	100-140	2,3-7,5	0,2-6,3	0,02-0,07	0,05-0,6

Objaśnienia: * – stężenia, przy których kliniczne lub patologiczne objawy niedoboru powinny być widoczne, ** – stężenia, przy których mogą przeważać skutki subkliniczne, tj. zmniejszenie odpowiedzi immunologicznej lub zmniejszone tempo wzrostu; *** – stężenia wystarczające dla optymalnego funkcjonowania wszystkich mechanizmów ustrojowych z małym marginesem rezerwy w celu przeciwdziałania powszechnie spotykanym reakcjom antagonistycznym

Tab. 5. Wyniki dwuczynnikowej analizy wariancji dla analizowanych parametrów mleka z uwzględnieniem wpływu rasy i systemu produkcji (n = 605)

Czynnik	Wydajność (kg)	Białko (%)	Tłuszcz (%)	Laktoza (%)	Sucha masa (%)	Stosunek b/t	Mocznik (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	Mg (mg/l)	Zn (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Cu (mg/l)
Rasa	**	**	ns	ns	*	**	ns	ns	**	ns	ns	**	*	*	ns
System produkcji	**	**	**	**	**	ns	*	ns	**	**	**	**	**	**	**
Interakcja rasa × system produkcji	**	**	**	**	**	ns	**	ns	**	*	**	*	**	**	**

Objaśnienia: wpływ czynnika: * – przy $p \leq 0,05$; ** – przy $p \leq 0,01$; ns – nie stwierdzono

krów. Niedoborową zawartość wapnia i marginalną magnezu zaobserwowano także w mleku krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej utrzymywanych w gospodarstwach konwencjonalnych o tradycyjnym systemie żywienia.

Wyniki dwuczynnikowej analizy wariancji (tab. 5) wskazują, że rasa krów istotnie wpływała na wydajność mleczną, zawartość białka, stosunek b/t, koncentrację Ca i Zn ($p \leq 0,01$) oraz na zawartość suchej masy, Fe i Mn ($p \leq 0,05$) w mleku. Rozważając interakcję rasy i systemu żywienia odnotowano istotny wpływ na wszystkie analizowane parametry mleka z wyjątkiem stosunku b/t oraz zawartości potasu.

Podsumowując można stwierdzić, że krowy użytkowane w gospodarstwach ekologicznych produkowały najmniej mleka i o najniższej koncentracji jego podstawowych składników (poza laktozą). Także zawartość większości analizowanych składników mineralnych, tzn. Ca, Na, Mg, Zn i Fe była najniższa w mleku ekologicznym, a zawartość Cu podobna jak w mleku z systemu intensywnego.

Piśmiennictwo

1. Anacker G.: Differences between composition of organic milk and conventional milk. *DMZ, Lebensm. Milchwirtsch.* 2007, 128, 20-25.
2. Andersen E., Elbersen B., Godeschalk F., Verhoog D.: Farm management indicators and farm typologies as a basis for assessments in a changing policy environment. *J. Environ. Managem.* 2007, 82, 353-362.
3. Bakutis B., Cerniauskiene I.: Quality analysis of milk production conditions in organic and conventional farms. *Vet. Zootech.* 2007, 39, 3-8.
4. Bilik K., Lopuszanska-Rusek M.: Effect of organic and conventional feeding of red-and-white cows on productivity and milk composition. *Ann. Anim. Sci.* 2010, 10, 441-458.
5. Blazy J. M., Ozier-Lafontaine H., Doré T., Thomas A., Wery J.: A methodological framework that accounts for farm diversity in the prototyping of crop management systems. Application to banana-based systems in Guadeloupe. *Agric. Syst.* 2009, 101, 30-41.
6. Butler G., Nielsen J., Slots T., Seal C., Eyre M., Sanderson R., Leifert C.: Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *J. Sci. Food Agric.* 2008, 88, 1431-1441.
7. Chabuz W., Litwińczuk Z., Teter W., Stanek P., Brodziak A.: Pokrycie potrzeb pokarmowych i koszty produkcji mleka w gospodarstwach o różnych systemach żywienia krów. *Rocz. Nauk. PTZ* 2012, 8, 27-39.
8. Gabryszuk M., Sakowski T., Metera E., Kuczyńska B., Rembialowska E.: Wpływ żywienia na zawartość składników bioaktywnych w mleku krów z gospodarstw ekologicznych. *Żyw. Nauka Technol. Jakość* 2013, 20, 16-26.
9. Galgano F., Tolve R., Colangelo M., Scarpa T., Caruso M.: Conventional and organic foods: A comparison focused on animal product. *Cog. Food Agric.* 2016, 2, 1-18.
10. Hanuš O., Brychtova J., Gencurova V., Pesl J., Hulova I., Vyletlova M., Jedelska R., Kopecky J.: Effect of conversion from conventional to organic dairy farm on milk quality and health of dairy cows. *Folia Vet.* 2008, 52, 140-148.
11. Hermansen J. E., Badsberg J. H., Kristensen T., Gundersen V.: Major and trace elements in organically or conventionally produced milk. *J. Dairy Res.* 2005, 72, 362-368.
12. Kouřimská L., Legarová V., Panovská Z., Pánek J.: Quality of Cows' Milk from Organic and Conventional Farming. *Czech J. Food Sci.* 2014, 32, 398-405.
13. Kuczyńska B.: Składniki bioaktywne i parametry technologiczne mleka produkowanego w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych. *Rozpr. Nauk. i Monogr. Wyd. SGGW, Warszawa* 2012, 386, 1-120.
14. Kuczyńska B., Puppel K., Gołębiowski M., Metera E., Sakowski T., Słoniewski K.: Differences in whey protein content between cow's milk collected in late pasture and early indoor feeding season from conventional and organic farms in Poland. *J. Sci. Food Agric.* 2012, 92, 2899-2904.
15. Litwińczuk Z., Matwijczuk A., Brodziak A.: Wartość energetyczna, właściwości fizyczne i przydatność technologiczna mleka krów rasy polskiej czerwonej, białogrzbieter i simentalskiej utrzymywanych w systemie niskonakładowym. *Żyw. Nauka. Technol. Jakość* 2015, 6, 106-117.
16. Litwińczuk Z., Barłowska J., Król J., Brodziak A., Matwijczuk A., Kowal M.: Skład chemiczny oraz przydatność technologiczna mleka w zależności od fazy laktacji oraz systemu żywienia krów. *Med. Weter.* 2015, 71, 231-235.
17. Mądry W., Gozdowski D., Roszkowska-Mądra B., Hryniewski R.: Typologia systemów produkcji rolniczej: koncepcja, metodologia i zastosowanie. *Fragm. Agron.* 2011, 28, 70-81.
18. Motyka T.: Rolnictwo ekologiczne programu rolnośrodowiskowego 2007-2013. *MRiRW, Warszawa* 2010, s. 1-27.
19. Müller U., Sauerwein H.: A comparison of somatic cell count between organic and conventional dairy cow herds in West Germany stressing dry period related changes. *Livest. Sci.* 2010, 127, 30-37.
20. Ogłoszenie Prezesa Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa z dnia 21 września 2015 r. w sprawie wielkości średniej powierzchni gruntów rolnych w gospodarstwie rolnym w poszczególnych województwach oraz średniej powierzchni gruntów rolnych w gospodarstwie rolnym w kraju w 2015 roku. *Dz. Urz. Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi Warszawa* z dnia 29 września 2015 r.
21. Payling L. M., Juniper D. T., Drake C., Rymer C., Givens D. I.: Effect of milk type and processing on iodine concentration of organic and conventional winter milk at retail: Implications for nutrition. *Food Chem.* 2015, 178, 327-330. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.091>
22. Pilarczyk R., Wójcik J., Czerniak P., Sablik P., Pilarczyk B., Tomza-Marciniak A.: Concentrations of toxic heavy metals and trace elements in raw milk of Simmental and Holstein-Friesian cows from organic farm. *Environ. Monit. Assess.* 2013, 185, 8383-8392.
23. Puls R.: Mineral levels in Animal Health. Diagnostic data. *Sherpa Internat.* Clearbrook, British Columbia, Canada 1988.
24. Puppel K., Sakowski T., Kuczyńska B., Grodkowski G., Gołębiowski M., Barszczewski J., Wróbel B., Budziński A., Kapusta A., Balcerek M.: Degrees of antioxidant protection: A 2-year study bioactive properties of organic milk in Poland. *J. Food Sci.* 2017, 82, 523-528.
25. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1662/2006 z dnia 6 listopada 2006 r., zmieniające Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.
26. Toledo P., Andren A., Bjork L.: Composition of raw milk from sustainable production systems. *Internat. Dairy J.* 2002, 12, 75-80.
27. Twardy S., Smoroń S., Nadolna L.: Sposoby gospodarowania na obszarach niżowych i urzeźbionych w gospodarstwach ekologicznych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 2013, 13, 163-173.
28. Zimny L.: Definicje i podziały systemów rolniczych. *Acta Agroph.* 2007, 10, 507-518.

Adres autora: prof. dr hab. Zygmunt Litwińczuk, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; e-mail: zygmunt.litwinczuk@up.lublin.pl