

JOANNA BARŁOWSKA, WITOLD CHABUZ, JOLANTA KRÓL,  
MAGDALENA SZWAJKOWSKA, ZYGMUNT LITWIŃCZUK

## WARTOŚĆ ODŻYWCZA I PRZYDATNOŚĆ TECHNOLOGICZNA MLEKA PRODUKOWANEGO W SYSTEMIE INTENSYWNYM I TRADYCYJNYM W TRZECH REJONACH WSCHODNIEJ POLSKI

### Streszczenie

Badaniami objęto 68 gospodarstw zlokalizowanych w 3 rejonach wschodniej Polski, tzn. na nizinach (tereny nadbużańskie i biebrzańsko-narwiańskie), w Beskidzie Niskim i Bieszczadach, wyróżniając gospodarstwa produkujące mleko w systemie intensywnym i tradycyjnym. W 1589 próbach mleka oznaczono: zawartość tłuszczu, białka, kazeiny, laktozy i suchej masy, kwasowość (pH), stabilność cieplną, czas krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki, zawartość  $\alpha$ -laktoalbuminy,  $\beta$ -laktoglobuliny, albuminy serum, laktoferyny i lizozymu. W wybranych 298 próbkach oznaczono także profil kwasów tłuszczowych. Wykazano istotny ( $p \leq 0,01$  i  $p \leq 0,05$ ) wpływ systemu produkcji mleka (intensywny vs tradycyjny) na podstawowy skład chemiczny, zawartość białek serwatkowych, profil kwasów tłuszczowych, kwasowość, czas krzepnięcia i stabilność cieplną. Mniej wyraźny, chociaż w wielu przypadkach także statystycznie istotny był wpływ rejonu produkcji mleka. Najwięcej składników podstawowych i niektórych frakcji białek serwatkowych zawierało mleko pozyskiwane w rejonie Beskidu Niskiego. Może to wynikać z dominującej w tym rejonie rasą krów (polska czerwona) i większą różnorodnością składu botanicznego zielonki łąkowej i pastwiskowej. Stwierdzono istotne ( $p \leq 0,001$ ) interakcje tych dwóch analizowanych czynników, tzn. systemu i rejonu produkcji prawie w przypadku wszystkich ocenianych podstawowych składników mleka i frakcji białek serwatkowych.

**Słowa kluczowe:** mleko, wartość odżywcza, przydatność technologiczna, lokalne rasy bydła, system produkcji

### Wprowadzenie

Zróżnicowane warunki przyrodnicze w Polsce mają decydujący wpływ na stopień intensyfikacji produkcji rolniczej. Tereny Polski południowej i wschodniej zaliczane są do uboższych regionów, gdzie jest małe uprzemysłowienie, a gospodarstwa rolne cha-

---

*Dr hab. inż. J. Barłowska, prof. nadzw. dr hab. inż. J. Król, mgr inż. M. Sz wajkowska, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, dr inż. W. Chabuz, prof. dr hab. inż. Z. Litwińczuk, Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin*

rakteryzują się dużym rozdrobnieniem i dużym udziałem użytków zielonych (TUZ). Ukształtowanie tamtejszych rejonów (tereny góryste na południu Polski i podmokłe obszary wzdłuż rzek Bugu i Narwi) nie sprzyja intensyfikacji produkcji rolniczej. Dlatego też w takich rejonach dominują lokalne rasy bydła (polska czerwona, białogrzbieta) i simentalska, które przez dziesiątki lat użytkowania dostosowały się do istniejących warunków środowiskowych, przez co są bardziej odporne na choroby i lepiej wykorzystują dostępne pasze [18].

Trwałe użytki zielone są źródłem tanich, naturalnych i wartościowych pasz, tzn. zielonka latem, a siano i sianokiszonka zimą, a ich udział w dawce pokarmowej stanowi czasem nawet 100 %. Pasze te są bogate w karoten, witaminy, mikroelementy i inne substancje katalizujące przetworzenie pasz objętościowych na mleko. Są one niezastąpione, zwłaszcza w nisko nakładowych systemach produkcji (np. ekologicznym lub ekstensywnym chowie zwierząt), w których mogą być jedynym i wystarczającym źródłem tanich pasz dla bydła. Województwa wschodniej i południowej Polski, a szczególnie podlaskie, lubelskie, małopolskie i podkarpackie należą do najbardziej zasobnych rejonów w TUZ, których udział wynosi ok. 30 % w użytkach rolnych [13].

Wyniki badań [2, 5, 11, 16, 21] wskazują, że mleko pozyskiwane od krów korzystających z pastwiska charakteryzuje się lepszymi parametrami do produkcji serów oraz jest bogatsze w składniki korzystnie oddziałujące na zdrowie człowieka (białka serwatkowe, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, w tym CLA i witaminy rozpuszczalne w tłuszczach).

Celem pracy było określenie wpływu rejonu i systemu produkcji na wartość odżywczą i przydatność technologiczną mleka produkowanego w gospodarstwach wschodniej Polski.

### **Materiał i metody badań**

Badaniami objęto 68 gospodarstw zlokalizowanych w 3 rejonach wschodniej Polski, tzn. na nizinach (tereny nadbużańskie i biebrzańsko-narwiańskie), w Beskidzie Niskim i w Bieszczadach. W każdym rejonie badaniami objęto po 6 gospodarstw produkujących mleko w systemie intensywnym. Utrzymywano tam krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (niziny) oraz czarno- i czerwono-białej (Beskid Niski) lub simentalskiej (Bieszczady) w oborach wolno stanowiskowych i żywiono w systemie TMR (*Total Mixed Ration*) – kiszonka z kukurydzy, sianokiszonka oraz przemysłowe pasze treściwe. W pozostałych gospodarstwach, tzn. w: 24 w rejonie nizinnym, w 14 w Beskidzie Niskim i 12 w Bieszczadach utrzymywano lokalne rasy bydła (białogrzbieta, polska czerwona, simentalska) i stosowano tradycyjny system żywienia. W okresie letnim krowy korzystały głównie z pastwiska, a zimą żywiono je sianem lub sianokiszonką, ewentualnie burakami pastewnymi lub ziemniakami i paszami treściwymi z własnego gospodarstwa. We wszystkich gospodarstwach

stosujących wypas pastwiskowy wykonano ocenę składu runi pastwiskowej metodą botaniczno-wagową. Wszystkie gospodarstwa były objęte oceną wartości użytkowej krów mlecznych.

Próby mleka pobierano indywidualnie od każdej krowy 2 razy w roku, tzn. w sezonie letnim i zimowym. Przebadano łącznie 1589 próbek.

Oznaczano:

- podstawowy skład chemiczny, tj. zawartość tłuszczu, białka, laktozy i suchej masy – Infrared Milk Analyzer (Bentley Instruments);
- zawartość kazeiny – metodą Walkera, wg PN 68/A-86122 [20];
- kwasowość czynną (pH) – pehametrem Pioneer 65 firmy Radiometer Analytical;
- stabilność cieplną w temp. 140 °C w łaźni olejowej firmy TEWES-BIS metodą White'a i Daviesa [19];
- czas krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki metodą Scherna (moment powstawania pierwszych płatków kazeiny) [19];
- zawartość wybranych białek serwatkowych, tj.  $\alpha$ -laktoalbuminy ( $\alpha$ -LA) i  $\beta$ -laktoglobuliny ( $\beta$ -LG), albuminy serum (BSA), laktoferyny i lizozymu na podstawie metody opracowanej przez Romero i wsp. [23] z pewnymi modyfikacjami. Rozdzielenia białek dokonywano za pomocą chromatografu cieczowego ProStar 210 i detektora UV-VIS ProStar 325 (Varian). We wszystkich przypadkach pomiary odbywały się z wykorzystaniem fazy ruchomej woda-acetonitryl w gradiencie przepływowym i kolumny NUCLEOSIL 300-5 C18 (Varian) o długości 250 mm i średnicy 4,6 mm. Czas analizy pojedynczej próbki wynosił 35 min przy długości fali 205 nm, zaś temp. kolumny 37 °C. W identycznych warunkach przeprowadzono analizy substancji wzorcowych. Na podstawie uzyskanych chromatogramów, przy zastosowaniu programu Star 6.2 Chromatography Workstation (Varian), dokonywano identyfikacji jakościowej poszczególnych substancji, a następnie określano ich stężenie.

Dodatkowo w 298 próbkach mleka oznaczano profil kwasów tłuszczowych aparatem Varian CG 3900 z dekoderym promieniowo-jonizującym (FID) i kolumną kapilarną CP Sil 88, wykorzystując program Star GS Workstation ver. 5.5. W badaniach tych uwzględniono następujące kwasy tłuszczowe:

- nasycone (SFA) w tym krótko- i średniołańcuchowe (SFAsmc), do których zaliczono kwasy od C4:0 do C14:0 oraz długołańcuchowe (SFAlc), w skład których wchodziły kwasy od C15:0 do C18:0;
- nienasycone UFA w tym jednonienasycone (MUFA – C10:1, C14:1, C15:1, C16:1, C17:1 i C18:1) oraz wielonienasycone (PUFA – C18:2, C18:3 i CLA).

Ponadto wyliczono proporcje pomiędzy tymi kwasami, tzn. SFA/UFA, MUFA/SFA, PUFA/SFA oraz CLA/PUFA.

Wszystkie analizy wykonywano tylko w próbach mleka, w których liczba komórek somatycznych nie przekraczała 400 tys./ml – Somacount 150 (Bentley Instruments).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie wykorzystując program StatSoft Inc. STATISTICA ver. 6. Zastosowano jedno- i dwuczynnikową analizę wariancji z interakcją, podając średnie wartości poszczególnych cech oraz odchylenie standardowe. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami ocenianych grup wyznaczono testem HSD Tukey'a.

### **Wyniki i dyskusja**

Od krów utrzymywanych w gospodarstwach stosujących intensywny system produkcji pozyskano istotnie ( $p \leq 0,01$ ) więcej mleka (o 9,45 kg/dobę) w porównaniu z zwierzętami z gospodarstw z tradycyjnym systemem żywienia (tab. 1). Mleko krów żywionych w systemie intensywnym miało istotnie ( $p \leq 0,01$ ) korzystniejszy skład podstawowy. Zawierało bowiem więcej tłuszczu (o 0,34 %), białka (o 0,35 %), w tym kazeiny (o 0,19 %) i suchej masy (o 0,54 %). Wyższą wydajność i korzystniejszy skład mleka krów żywionych w systemie TMR potwierdzają inni autorzy [1, 2, 26]. White i wsp. [26] stwierdzili podwyższenie dziennej produkcji mleka o 9,2 kg oraz wzrost zawartości tłuszczu o 0,10 % i laktozy o 0,20 % w mleku krów rasy holsztyńskiej żywionych paszą TMR, w porównaniu z mlekiem krów korzystających z pastwiska. W przypadku krów rasy jersey różnice zawartości tłuszczu w mleku wynosiły 0,42 %, białka – 0,19 %, a laktozy – 0,07 %. Barłowska [2] wykazała, że krowy rasy simentalskiej żywione w systemie TMR produkowały więcej mleka o 7,0 kg/dobę, o większej zawartości suchej masy (o 0,09 %), białka (o 0,15 %) i laktozy (o 0,08 %).

Mleko pozyskiwane od krów żywionych systemem tradycyjnym charakteryzowało się istotnie ( $p \leq 0,01$ ) krótszym czasem krzepnięcia pod wpływem podpuszczki (o 0,53 s), co jest pożądane przy produkcji serów podpuszczkowych (tab. 1). Również Barłowska [2] oraz Tyriesevä i wsp. [25] potwierdzają, że żywienie krów zielonką pastwiskową skraca czas koagulacji enzymatycznej mleka. Devold i wsp. [8] twierdzą, że sposób żywienia ma wpływ na zawartość frakcji białkowych (kazeiny, białek serwatkowych) i składników mineralnych (wapnia, magnezu i cytrynianów), których ilość i proporcje mają istotny wpływ na proces krzepnięcia mleka. Uzyskany w badaniach własnych krótszy czas krzepnięcia mleka może być również związany z faktem, że w gospodarstwach stosujących tradycyjny system żywienia utrzymywano krowy ras lokalnych, a liczne badania [2, 5, 7, 12] potwierdzają, że mleko od takich zwierząt charakteryzuje się korzystniejszymi parametrami do przetwórstwa, szczególnie do produkcji serów. Chiofalo i wsp. [5], porównując parametry określające przydatność mleka dwóch ras krów do produkcji serów, tzn. modicana (lokalna) i holsztyńskiej (wysoko produkcyjna), wykazali, że mleko tej pierwszej charakteryzuje

się korzystniejszymi wynikami, tzn. ma krótszy o 5 min czas koagulacji ( $r$ ) i o 4,2 min czas formowania się skrzepu ( $K_{10}$ ) oraz o 17,8 mm wyższą jędrność skrzepu ( $A_{30}$ ). De Marchi i wsp. [7], prowadząc podobne badania mleka 5 rasach krów utrzymywanych we Włoszech tzn. holsztyńsko-fryzyjskiej, brown swiss, simentalskiej, rendena i alpine gray, wykazali, że najlepsze parametry w tym zakresie osiągało mleko lokalnej rasy rendena ( $r = 13,5$  min,  $k_{10} = 5,9$  min i  $a_{30} = 27$  mm), a najmniej korzystne mleko krów holsztyńsko-fryzyjskich ( $r = 18,0$  min,  $k_{10} = 8,2$  min i  $a_{30} = 17,5$  mm). W przypadku pozostałych 3 ras wyniki te były na poziomie pośrednim. Również Bartłowska [2], oceniając mleko 7 ras krów użytkowanych w Polsce, stwierdziła, że mleko ras lokalnych (polskiej czerwonej, białogrzbieter i simentalskiej) jest bardziej predysponowane do produkcji serów.

Znajdujące się w mleku białka serwatkowe i powstające z nich peptydy charakteryzują się wieloma niespecyficznymi właściwościami, m.in. przeciwzapalnymi, bakteriostatycznymi, antyoksydacyjnymi, opioidowymi, przeciwnadciśnieniowymi i antynowotworowymi [14]. Wykazano, że mleko pozyskiwane od krów żywionych systemem tradycyjnym zawierało istotnie ( $p \leq 0,01$ ) więcej funkcjonalnych białek serwatkowych, tzn.  $\alpha$ -laktoalbuminy (1,03 vs 1,01 g/l),  $\beta$ -laktoglobuliny (3,30 vs 2,99 g/l), laktoferyny (139,15 vs 104,72 mg/l) i lizozymu (10,11 vs 8,01  $\mu$ g/l) w porównaniu z mlekiem z gospodarstw z systemem intensywnym (tab. 2).

Zależności te korespondują z wynikami uzyskanymi przez Król i wsp. [16], którzy stwierdzili, że mleko krów rasy simentalskiej korzystających z pastwiska wyróżniało się większą zawartością białek serwatkowych, szczególnie  $\beta$ -laktoglobuliny (o 0,34 g/l),  $\alpha$ -laktoalbuminy (o 0,14 g/l) i laktoferyny (o 27,9 mg/l). W innych badaniach Król i wsp. [15], w których oceniano mleko pozyskiwane od krów 5 ras wykazano, że w przypadku ras lokalnych (białogrzbieter, polskiej czerwonej, polskiej czarno-białej i polskiej czerwono-białej) była istotnie ( $p \leq 0,01$ ) większa zawartość biologicznie czynnych białek serwatkowych w porównaniu z mlekiem krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. Wykazali również, że w mleku krów ras lokalnych żywionych tradycyjnie poziom tych białek był wyższy w sezonie letnim, kiedy zwierzęta korzystały z pastwiska. Również Reklewska i wsp. [22] potwierdzają większą zawartość białek serwatkowych w mleku krów rasy czarno-białej korzystających z pastwiska w porównaniu z mlekiem zwierząt żywionych przez cały rok zbilansowaną dietą pełnoporcjową.

Tabela 1

Wydajność i parametry fizykochemiczne mleka krów w zależności od systemu żywienia i regionu produkcji.  
Milk yield and physicochemical parameters of cows' milk depending on feeding system and production region.

Wyszczególnienie Specification	n	System intensywny / Intensive System				System tradycyjny / Traditional System				Interakcja system × region Interaction between system and production region
		Niziny Lowland	Beskid Niski M.	Bieszczady M.	Przeciętnie Averagely	Niziny Lowland	Beskid Niski M.	Bieszczady M.	Przeciętnie Averagely	
Wydajność dobową [kg] Daily yield	$\bar{x}$	28,63 <sup>C</sup>	26,84 <sup>B</sup>	23,01 <sup>A</sup>	26,43 <sup>**</sup>	17,02 <sup>Y</sup>	13,24 <sup>X</sup>	18,96 <sup>Z</sup>	16,98 <sup>**</sup>	xx
	SD	7,60	6,78	7,06	7,61	6,73	5,15	7,02	6,89	
Tłuszcz / Fat [%]	$\bar{x}$	4,36 <sup>A</sup>	4,62 <sup>B</sup>	4,27 <sup>A</sup>	4,40 <sup>**</sup>	4,02 <sup>X</sup>	4,36 <sup>Y</sup>	3,93 <sup>X</sup>	4,06 <sup>**</sup>	xx
	SD	0,57	0,52	0,42	0,53	0,58	0,70	0,46	0,59	
Białko / Protein [%]	$\bar{x}$	3,43 <sup>A</sup>	3,73 <sup>B</sup>	3,76 <sup>B</sup>	3,61 <sup>**</sup>	3,38 <sup>X</sup>	3,56 <sup>Y</sup>	3,37 <sup>X</sup>	3,41 <sup>**</sup>	xx
	SD	0,41	0,40	0,40	0,43	0,38	0,49	0,33	0,40	
Kazeina / Casein [%]	$\bar{x}$	2,63 <sup>A</sup>	2,71 <sup>A</sup>	2,83 <sup>B</sup>	2,71 <sup>**</sup>	2,46 <sup>X</sup>	2,66 <sup>Y</sup>	2,49 <sup>X</sup>	2,52 <sup>**</sup>	xx
	SD	0,40	0,33	0,40	0,39	0,40	0,40	0,32	0,38	
Proporcja białko/tłuszcz Protein to fat ratio	$\bar{x}$	0,79 <sup>A</sup>	0,81 <sup>A</sup>	0,88 <sup>B</sup>	0,83 <sup>**</sup>	0,85	0,83 <sup>X</sup>	0,86 <sup>Y</sup>	0,85 <sup>**</sup>	xx
	SD	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,16	0,09	0,11	
Laktoza / Lactose [%]	$\bar{x}$	4,81 <sup>B</sup>	4,64 <sup>A</sup>	4,69 <sup>A</sup>	4,73	4,70	4,68 <sup>X</sup>	4,76 <sup>Y</sup>	4,72	x
	SD	0,23	0,32	0,26	0,28	0,28	0,34	0,38	0,34	
Sucha masa / Dry matter [%]	$\bar{x}$	13,26 <sup>A</sup>	13,67 <sup>B</sup>	13,39 <sup>A</sup>	13,40 <sup>**</sup>	12,77 <sup>Y</sup>	13,28 <sup>X</sup>	12,72 <sup>Y</sup>	12,86 <sup>**</sup>	xx
	SD	0,89	0,90	0,78	0,87	0,85	0,99	0,72	0,86	
Mocznik / Urea [mg/l]	$\bar{x}$	179,53	191,43	212,69	186,66 <sup>*</sup>	173,39	180,29	189,20	181,56 <sup>*</sup>	xx
	SD	59,28	81,58	244,52	74,82	80,95	73,83	94,73	85,76	

c.d. Tab. 1

Kwasowość / Acidity (pH)	$\bar{x}$	6,74 <sup>C</sup>	6,67 <sup>A</sup>	6,70 <sup>B</sup>	6,71 <sup>**</sup>	6,73 <sup>Y</sup>	6,70 <sup>X</sup>	6,74 <sup>Y</sup>	6,73 <sup>**</sup>	xx
	SD	0,07	0,10	0,08	0,08	0,10	0,12	0,06	0,09	
Czas krzepnięcia [min] Coagulation time	$\bar{x}$	5:39 <sup>B</sup>	4:23 <sup>A</sup>	4:49	5:03 <sup>**</sup>	3:56 <sup>Y</sup>	3:09 <sup>X</sup>	3:34	3:35 <sup>**</sup>	ns
	SD	2:10	2:19	2:25	2:18	1:57	1:22	1:33	1:40	
Stabilność cieplna [min] Heat Stability	$\bar{x}$	3:48 <sup>B</sup>	2:01 <sup>A</sup>	2:11 <sup>A</sup>	2:53	3:03 <sup>X</sup>	2:33 <sup>Y</sup>	2:59 <sup>X</sup>	2:55	xx
	SD	1:51	0:40	0:44	1:35	1:18	0:47	1:08	1:09	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B, C - różnice pomiędzy rejonami w obrębie systemu intensywnego istotne przy  $p \leq 0,01$ ; X, Y, Z - różnice pomiędzy rejonami w obrębie systemu tradycyjnego istotne przy  $p \leq 0,01$ ; \*\* - różnice pomiędzy systemami produkcji istotne przy  $p \leq 0,01$ ; \* - istotne przy  $p \leq 0,05$ ; <sup>xx</sup> - interakcja istotna przy  $p \leq 0,001$ ,

<sup>x</sup> - istotny przy  $p \leq 0,01$ ; ns - nieistotna statystycznie.

A, B, C - differences between regions within the intensive production system significant at  $p \leq 0,01$ ; X, Y, Z - differences between regions within the traditional production system significant at  $p \leq 0,01$ ; \*\* - differences between production systems significant at  $p \leq 0,01$ ; \* - significant at  $p \leq 0,05$ ; <sup>xx</sup> - interaction significant at  $p \leq 0,001$ , <sup>x</sup> - significant at  $p \leq 0,01$ ; ns - statistically insignificant.

Tabela 2

Zawartość wybranych białek serwatkowych w mleku krów w zależności od systemu i regionu produkcji.  
Content of selected whey proteins in cows' milk depending on system and production region.

Wyszczególnienie Specification	n	System intensywny / Intensive System				System tradycyjny / Traditional System				Interakcja system × region Interaction between system × production region
		Niziny Lowland	Beskid Niski M.	Bieszczady M.	Przeciętnie Averagely	Niziny Lowland	Beskid Niski M.	Bieszczady M.	Przeciętnie Averagely	
α-LA [g/l]	$\bar{x}$	0,95 <sup>A</sup>	1,01 <sup>B</sup>	1,10 <sup>C</sup>	1,01**	1,00 <sup>X</sup>	1,11 <sup>Y</sup>	1,01 <sup>X</sup>	1,03**	xx
	SD	0,12	0,11	0,17	0,15	0,12	0,17	0,17	0,16	
β-LG [g/l]	$\bar{x}$	2,90 <sup>A</sup>	2,95 <sup>A</sup>	3,14 <sup>B</sup>	2,99**	3,18 <sup>X</sup>	3,48 <sup>Y</sup>	3,20 <sup>X</sup>	3,30**	xx
	SD	0,29	0,33	0,30	0,32	0,54	0,36	0,45	0,49	
BSA [g/l]	$\bar{x}$	0,42 <sup>A</sup>	0,46 <sup>B</sup>	0,44	0,44*	0,41 <sup>X</sup>	0,48 <sup>Y</sup>	0,41 <sup>X</sup>	0,43*	ns
	SD	0,14	0,14	0,16	0,15	0,16	0,13	0,14	0,15	
Laktoferyna [mg/l] Lactoferrin	$\bar{x}$	91,85 <sup>A</sup>	91,74 <sup>A</sup>	133,26 <sup>B</sup>	104,72**	153,35 <sup>Z</sup>	114,34 <sup>X</sup>	140,39 <sup>Y</sup>	139,15**	xx
	SD	17,38	21,33	64,27	43,55	54,42	31,08	54,81	52,32	
Lizozym [μg/l] Lysozyme	$\bar{x}$	6,91 <sup>A</sup>	7,50 <sup>A</sup>	9,97 <sup>B</sup>	8,01*	9,33 <sup>X</sup>	10,98 <sup>Y</sup>	10,08	10,01*	xx
	SD	3,64	3,11	3,98	3,86	5,02	4,62	6,41	5,29	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B, C - różnice pomiędzy rejonami w obrębie systemu intensywnego istotne przy  $p \leq 0,01$ ; X, Y, Z - różnice pomiędzy rejonami w obrębie systemu tradycyjnego istotne przy  $p \leq 0,01$ ; \*\* - różnice pomiędzy systemami produkcji istotne przy  $p \leq 0,01$ ; \* - istotne przy  $p \leq 0,05$ ; xx - interakcja istotna przy  $p \leq 0,001$ ; ns - nieistotna statystycznie.

A, B, C - differences between regions within the intensive production system significant at  $p \leq 0,01$ ; X, Y, Z - differences between regions within the traditional production system significant at  $p \leq 0,01$ ; \*\* - differences between production systems significant at  $p \leq 0,01$ ; \* - significant at  $p \leq 0,05$ ; xx - interaction significant at  $p \leq 0,001$ ; ns - statistically insignificant.



Tabela 3

Profil kwasów tłuszczowych w mleku krów w zależności od systemu i regionu produkcji [%].  
Fatty acid profile in cows' milk depending on system and production region [%].

Wyszczególnienie Specification	n	System intensywny / Intensive System				System tradycyjny				Interakcja system × region Interaction between system and production region
		Niziny Lowland	Beskid Niski M.	Bieszczady M.	Przeciętnie Averagely	Niziny Lowland	Beskid Niski M.	Bieszczady M.	Przeciętnie Averagely	
		57	19	27	103	101	41	53	195	
CLA	$\bar{x}$	0,32 <sup>A</sup>	0,46	0,64 <sup>B</sup>	0,43**	0,96	1,22	1,15	1,15**	ns
	SD	0,42	0,45	0,49	0,46	1,35	1,57	1,53	1,51	
SFA	$\bar{x}$	66,11	67,93	66,68	66,59*	65,72	62,58	62,87	63,32*	ns
	SD	6,55	4,55	6,41	6,17	8,98	8,38	6,70	8,15	
SFAsmc	$\bar{x}$	16,40	14,59	15,24	15,76	13,86	15,37	15,52	15,09	ns
	SD	4,88	3,39	2,91	4,22	3,18	4,61	5,04	4,50	
SFAic	$\bar{x}$	49,71	53,34	51,44	50,83*	51,86 <sup>y</sup>	47,21 <sup>x</sup>	47,35 <sup>x</sup>	48,23*	ns
	SD	5,43	3,35	6,68	5,61	6,92	7,60	8,34	7,86	
UFA	$\bar{x}$	33,89	31,98	33,38	33,40**	34,94	37,57	36,74	36,79**	ns
	SD	6,73	4,63	6,35	6,28	8,46	8,33	6,12	7,85	
MUFA	$\bar{x}$	30,86	29,04	29,49	30,17*	31,01	32,73	31,70	32,09*	ns
	SD	5,92	4,29	5,18	5,47	6,35	6,73	5,18	6,27	
PUFA	$\bar{x}$	3,02	2,94 <sup>A</sup>	3,89 <sup>B</sup>	3,23**	3,93	4,84	5,04	4,71**	ns
	SD	1,29	1,09	1,66	1,41	3,14	3,21	4,05	3,45	

c.d. Tab. 3

SFA/UFA	$\bar{x}$	2,06	2,19	2,11	2,10*	2,04	1,81	1,79	1,85*	ns
	SD	0,59	0,48	0,63	0,58	0,71	0,71	0,50	0,66	
MUFA/SFA	$\bar{x}$	0,48	0,43	0,45	0,47*	0,49	0,55	0,52	0,53*	ns
	SD	0,15	0,09	0,13	0,13	0,18	0,18	0,13	0,17	
PUFA/SFA	$\bar{x}$	0,05	0,04	0,06	0,05**	0,07	0,08	0,09	0,08**	ns
	SD	0,03	0,02	0,03	0,03	0,07	0,07	0,08	0,07	
CLA/PUFA	$\bar{x}$	0,10	0,14	0,16	0,12**	0,21	0,23	0,21	0,22**	ns
	SD	0,08	0,13	0,09	0,10	0,15	0,19	0,15	0,17	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B, C – różnice pomiędzy rejonami w obrębie systemu intensywnego istotne przy  $p \leq 0,01$ ; X, Y, Z – różnice pomiędzy rejonami w obrębie systemu tradycyjnego istotne przy  $p \leq 0,01$ ; \*\* – różnice pomiędzy systemami produkcji istotne przy  $p \leq 0,01$ ; \* – istotne przy  $p \leq 0,05$ ; ns – interakcja nieistotna statystycznie.

A, B, C – differences between regions within the intensive production system significant at  $p \leq 0.01$ ; X, Y, Z – differences between regions within the traditional production system significant at  $p \leq 0.01$ ; \*\* – differences between production systems significant at  $p \leq 0.01$ ; \* – significant at  $p \leq 0.05$ ; ns – interaction statistically insignificant.

System produkcji mleka wpływał istotnie także na profil kwasów tłuszczowych (tab. 3). Wykazano, że krowy żywione tradycyjnie produkowały mleko o istotnie ( $p \leq 0,01$ ) wyższym udziale kwasów nienasyconych (UFA), w tym jedno- (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA), a w tym CLA. Mleko pozyskiwane od zwierząt utrzymywanych w systemie intensywnym charakteryzowało się natomiast istotnie ( $p \leq 0,01$ ) wyższym udziałem kwasów nasyconych (SFA), w tym długołańcuchowych (SFSlc). Tendencje te potwierdza wielu autorów [9, 10, 21, 24, 26]. Ellis i wsp. [10] twierdzą, że żywienie pastwiskowe powoduje zmniejszenie w mleku udziału nasyconych kwasów tłuszczowych, a zwiększenie udziału PUFA, w tym CLA i kwasów n-3 w porównaniu z żywieniem w systemie TMR. Dhiman i wsp. [9] stwierdzili nawet 5-krotny wzrost zawartości CLA w mleku krów wypasanych na pastwisku.

Stwierdzono, że niezależnie od systemu żywienia skład mleka różnił się także pomiędzy analizowanymi rejonami produkcji. Wynikało to prawdopodobnie z różnic międzyrasowych i składu botanicznego skarmianych pasz z użytków zielonych. Stwierdzono najkorzystniejszy skład mleka od krów utrzymywanych w Beskidzie Niskim (tab. 1). Mleko pozyskiwane w tym rejonie charakteryzowało się również najkrótszym czasem krzepnięcia. Związane to było prawdopodobnie z rasą krów, dominującą w tym rejonie, tzn. polską czerwoną.

W przypadku białek serwatkowych stwierdzono, że generalnie istotnie ( $p \leq 0,01$ ) większa ich zawartość była w mleku pozyskiwanym w rejonie Bieszczad i Beskidu Niskiego. Wynikało to prawdopodobnie również z różnic międzyrasowych, ale także być może w pewnym zakresie ze składu botanicznego podstawowej paszy jaką była zielonka z trwałych użytków zielonych. Wykonane analizy botaniczno-wagowe pobranych próbek roślinności pastwiskowej wykazały, że w rejonie Bieszczad i Beskidu Niskiego był wyraźnie wyższy udział ziół i chwastów, odpowiednio: 15,6 i 12,2% w porównaniu z rejonem nizinym (9,8%) [17].

W mleku krów utrzymywanych na terenach górzystych (Beskid Niski i Bieszczady) była większa zawartość kwasów nienasyconych, w tym CLA (tab. 3). Może być to podyktowane wykazaniem powyżej odmiennym składem botanicznym runi łąkowej i pastwiskowej. Podstawową paszą objętościową w tych rejonach w intensywnym systemie produkcji mleka jest sianokiszonka, a w systemie tradycyjnym pastwisko, siano i sianokiszonka. Collomb i wsp. [6] podają statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ) korelacje między składem botanicznym pastwiska a udziałem poszczególnych grup kwasów tłuszczowych. Na szczególną uwagę zasługują ujemne korelacje między trawami (*Poaceae*) a udziałem PUFA ( $r = -0,77$ ) i CLA ( $r = -0,73$ ) oraz dodatnie między astrowatymi (*Asteraceae*), odpowiednio:  $r = 0,74$  i  $r = 0,75$  i baldaszkowatymi (*Apiaceae*), odpowiednio:  $r = 0,63$  i  $r = 0,58$ . Bugaud i wsp. [3] stwierdzili większą zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku krów wypasanych na pastwiskach górskich. Tłumaczą ten fakt specyficznymi,

trudniejszymi warunkami środowiskowymi dla zwierząt (niższa temperatura, większy ruch po górzystym terenie), co może wpływać na mobilizację lipidów i zwiększenie udziału kwasu C18:1.

Podane w tab. 1., 2. i 3. wyniki wskazują na istotne ( $p \leq 0,001$ ) interakcje tych dwóch analizowanych czynników, tj. systemu i rejonu produkcji na wydajność dobową, zawartość tłuszczu, białka, w tym kazeiny, suchej masy, mocznika, proporcję białka do tłuszczu, kwasowość, termostabilność mleka oraz zawartość  $\alpha$ -laktoalbuminy,  $\beta$ -laktoglobuliny, laktoferyny i lizozymu.

### Wnioski

1. Wykazano istotny ( $p \leq 0,01$  i  $p \leq 0,05$ ) wpływ systemu produkcji mleka (intensywny vs tradycyjny) na większość analizowanych wskaźników charakteryzujących wartość odżywczą i jego przydatność technologiczną, tzn. podstawowy skład chemiczny, zawartość białek serwatkowych, profil kwasów tłuszczowych, kwasowość, czas krzepnięcia i stabilność cieplną.
2. Mniej znaczący, chociaż w wielu przypadkach także statystycznie istotny był wpływ rejonu produkcji mleka. Najwięcej składników podstawowych i niektórych frakcji białek serwatkowych zawierało mleko pozyskiwane w rejonie Beskidu Niskiego. Można to wiązać z dominującą w tym rejonie rasą krów (polska czerwona) i większą różnorodnością składu botanicznego zielonki łąkowej i pastwiskowej.
3. Stwierdzono istotne ( $p \leq 0,001$ ) interakcje tych dwóch analizowanych czynników, tzn. systemu i rejonu produkcji prawie na wszystkie oceniane podstawowe składniki mleka i frakcje białek serwatkowych.

*Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr NN 311 02 83 34 finansowanego przez MNiSW.*

### Literatura

- [1] Bargo F., Muller L.D., Delahoy J.E., Cassidy T.W.: Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and Total Mixed Rations. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85** (11) 2948-2963.
- [2] Barłowska J.: Wartość odżywcza i przydatność technologiczna mleka krów 7 ras utrzymywanych w Polsce. Wyd. AR w Lublinie, Lublin 2007.
- [3] Bugaud C., Buchin S., Coulon J., Hauwuy A., Dupont D.: Influence of the nature of alpine pastures on plasmin activity, fatty acid and volatile compound composition of milk. *Lait*, 2001, **81**, 401-414.
- [4] Butler G., Nielsen J.H., Tina S., Chris S., Mick D.E., Roy S., 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** (8), 1431-1441.

- [5] Chiofalo V., Maldonato R., Martin B., Dupont D., Coulon J.B.: Chemical composition and coagulation properties of Modicana and Holstein cows' milk. *Ann. Zootech.* 2000, **49**, 497-503.
- [6] Collomb M., Butikofer U., Sieber R., Jeangros B., Bosset J.O.: Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. *Int. Dairy J.*, 2002, **12**, 661-666.
- [7] De Marchi M., Dal Zotto R., Cassandro M., Bittante G.: Milk coagulation ability of five dairy cattle breeds. *J. Dairy Sci.*, 2007, **90**, **8**, 3986-3992.
- [8] Devold T.G., Brovold M.J., Langsrud T., Vegarud G.E.: Size of native and heated casein micelles, content of protein and minerals in milk from Norwegian Red Cattle – effect of milk protein polymorphism and different feeding regimes. *Int. Dairy J.*, 2000, **10**, 313-323.
- [9] Dhiman T. R., Anand G. R., Satter L. D., Pariza M. W.: Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *J. Dairy Sci.*, 1999, **82** (10), 2146-2156
- [10] Ellis K.A., Innocent G., 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.*, 2004, **89**, 1938-1950.
- [11] Frelich J., Ślachta M. Szarek J., Węglarz A., Zapletal P.: Seasonality in milk performance and reproduction of dairy cows in low-input farms depending on feeding system. *J. Anim. Feed Sci.*, 2008, **18**, 197-208.
- [12] Gandini G., Maltecca C., Pizzi F., Bagnato A., Rizzi R.: Comparing local and commercial breeds on functional traits and profitability: The case of Reggiana dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 2007, **90**, 2004-2011.
- [13] Jankowska-Huflejt H., Domański P. J.: Aktualne i możliwe kierunki wykorzystania trwałych użytków zielonych w Polsce. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 2008, **8**, **2** (24), 31-49.
- [14] Król J., Brodziak A., Litwińczuk Z., Sz wajkowska M.: Wykorzystanie białek serwatkowych w promocji zdrowia *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*, 2011, **XXXVIII** (1), 36-45.
- [15] Król J., Litwińczuk Z., Brodziak A., Sawicka-Zugaj W.: Bioactive protein content in milk from local breeds of cows included in the genetic resources conservation programme. *Ann. Anim. Sci.*, 2010, **10** (3), 213-221.
- [16] 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.
- [17] Litwińczuk Z. (Red.): Sprawozdanie merytoryczne z realizacji projektu badawczego Nr NN 311 02 83 34 pt. „Przydatność rodzimych ras bydła (polskiej czerwonej i białogrzbietów) oraz simentalerów do produkcji mleka i mięsa o wysokiej wartości odżywczej oraz zachowania walorów przyrodniczych regionu”, Lublin 2011.
- [18] Litwińczuk Z. (Red): *Ochrona zasobów genetycznych zwierząt gospodarskich i dziko żyjących*. PWRiL, Warszawa 2011.
- [19] Litwińczuk Z. (Red.): *Metody oceny towaroznawczej surowców i produktów zwierzęcych*. Wyd. UP Lublin, 2011, s. 7-44.
- [20] PN-68/A-86122 Mleko. Metody badań.
- [21] Rego O.A., Portugal P.V., Sousa M.B., Rosa H.J.D., Vouzela C.M., Borba A.E. S., Bessa R.J. : Effect of diet on the fatty acid pattern of milk from dairy cows. *Anim. Res.*, 2004, **53**, 213-222.
- [22] Reklewska B., Bernatowicz E., Reklewski Z., Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Zdziarski K., Oprządek A.: Zawartość biologicznie aktywnych składników w mleku krów zależnie od systemu żywienia i sezonu. *Zesz. Nauk. Przegl. Hod.*, 2003, **68**, 85-98.
- [23] Romero C., Perez-Andujar O., Jimenes S.: Detection of cow's milk in ewe's or goat's milk by HPLC. *Chromatographia*, 1996, **42**, 181-184.
- [24] Staszak E.: Conjugated Linoleic Acid (CLA) content of milk from cows fed different diets. *Folia Biologica*, 2005, **53**, 103-106.

- [25] Tyrisevä A.-M., Ikonen T., Ojala M.: Repeatability estimates for milk coagulation traits and non-coagulation of milk in Finnish Ayrshire cows. *J. Dairy Res.*, 2003, **70**, 91-98.
- [26] White S. L., Bertrand J.A., Wade M.R., Washburn S.P., Greek J.T., Jenkins T.C.: Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a Total Mixed Ration. *J. Dairy Sci.*, 2001, **84**, 2295-2301.

#### NUTRITIONAL VALUE AND TECHNOLOGICAL SUITABILITY OF MILK PRODUCED IN INTENSIVE AND TRADITIONAL SYSTEMS IN 3 REGIONS OF EASTERN POLAND

##### S u m m a r y

The study involved 68 farms located in 3 regions of Eastern Poland, i.e. in the lowland (terrains near the Bug, Biebrza, and Narew rivers), in the Beskid Niski Mountains, and in the Bieszczady Mountains. The farms studied were arranged in 2 groups: 1 group were those producing milk in an intensive system, and the second group: those using a traditional system. In 1589 milk samples, the following was determined: contents of fat, protein, casein, lactose, and dry matter; acidity (pH), heat stability; rennet coagulation time; contents of  $\alpha$ -lactalbumin,  $\beta$ -lactoglobulin, serum albumin, lactoferrin, and lysozyme. In the selected 298 samples, a fatty acid profile was also determined. It was found that the milk production system (intensive vs. traditional) had a significant ( $p \leq 0.01$  and  $p \leq 0.05$ ) impact on the basic chemical composition, concentration level of whey proteins, fatty acid profile, acidity, rennet coagulation time, and heat stability. The effect of region where milk was produced was less marked; however, in many cases, it was statistically significant. The milk manufactured in the Beskid Niski M. region had the highest contents of basic components as well as of some fractions of whey proteins. This could be attributed to the dominant cow breed (Polish Red) in this region and to a higher diversity of botanical composition of meadow and pasture forages. Significant ( $p \leq 0.001$ ) interactions between the two analyzed factors (i.e. production system and production region) were found in nearly all evaluated basic milk components and whey proteins fractions.

**Key words:** milk, nutritional value, technological suitability, local cattle breeds, production system 