

# Wpływ stanów zapalnych wymion krów na poziom makro- i mikroelementów w mleku

ALINA GÓRSKA, BARBARA MRÓZ

Katedra Hodowli Bydła i Oceny Mleka Wydziału Przyrodniczego UPH, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

Górska A., Mróz B.

## Effect of the inflammation of the mammary gland on the content of macro- and microelements in milk

### Summary

The influence of the somatic cell count (SCC) on the content of macro- and microelements in cow's milk was analyzed. The experiment was carried out on 130 cows in farms of the southern Podlasie region in Poland. The SCC in the cow's milk was determined. The material was divided into four classes, which corresponded to the number of somatic cells in 1 ml of milk. SCC thresholds adopted were as follows: below 200,000; 200,000-400,000; 401,000-1,000,000 and above 1,000,000 cells/ml. The contents of macroelements (Cl, Ca, Na, K and Mg) and microelements (Fe, Zn and Mn) were analyzed in 80 milk samples (20 samples in each class). The contents of Ca, Mg, Fe, Zn and Mn were determined by flame atomic absorption spectrometry (FAAS). Na and K were determined by flame atomic emission spectrometry (EAS), and the content of Cl was determined by Mohr's method. The somatic cell count was found to have a highly significant effect ( $p \leq 0.01$ ) on chloride and sodium contents in milk. The chloride content increased from 0.116% to 0.126%, and the sodium content increased from  $394.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  to  $538.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  with an increase in the SCC from 200,000 to above 1,000,000 in 1 ml of milk, whereas the contents of the other chemical elements analyzed showed a decreasing trend.

**Keywords:** milk, somatic cell count, macroelements, microelements

Liczba komórek somatycznych zawartych w mleku jest najpowszechniej stosowanym wskaźnikiem oceny stanu zdrowia gruczołu mlekowego krowy w okresie laktacji (10, 11). Korelacja pomiędzy *mastitis* i LKS jest dodatnia i waha się od 0,3 do 0,7 (2, 11, 14). Według Malinowskiego i Kłossowskiej (10), próg wyznaczający granicę między zdrowiem a chorobą to 200 tys. elementów komórkowych w 1 ml mleka, przekroczenie tej wartości wskazuje już na proces zapalny wymienia.

Zapalenie wymienia prowadzi do znacznych zmian w składzie chemicznym mleka oraz jego właściwościach fizycznych (8, 17, 18). Parametry te mają wpływ na cechy organoleptyczne mleka, jego jakość zdrowotną, trwałość i przydatność do przetwórstwa (1, 16).

Podwyższona ilość chloru i sodu w mleku pochodzącym ze stanów zapalnych wymienia powoduje słonawy jego smak oraz wzrost alkaliczności – zjawiska niepożądanego w technologii przetwórstwa mleka ze względu na gorsze jego ukwaszanie podczas produkcji serów i napojów fermentowanych (7). Zawartość wapnia, fosforu i potasu w mleku wykazuje tendencję malejącą w miarę wzrostu w nim liczby komórek somatycznych (8). W przemyśle mleczarskim ilość wapnia w mleku odgrywa istotną rolę w procesach

koagulacji enzymatycznej mleka, decyduje o jego krzepliwości pod wpływem podpuszczki (3, 8). Niedostateczna ilość wapnia niekorzystnie wpływa na struktury micelarne kazeiny, a skrzep takiego mleka jest słaby i luźny, co powoduje luźną konsystencję napojów fermentowanych oraz utrudnia wyrób serów i zmniejsza ich wydajność (4). Powszechnie znane są zależności między LKS a głównymi składnikami i cechami mleka, natomiast niewiele jest badań dotyczących zależności między LKS a zawartością pierwiastków w mleku.

Celem badań było określenie wpływu liczby komórek somatycznych na zawartość makro- (Cl, Na, K, Ca, Mg) i mikroelementów (Fe, Zn, Mn) w mleku.

### Materiał i metody

Badania przeprowadzono w 2006 r. w 7 gospodarstwach produkujących mleko towarowe, zlokalizowanych w regionie południowego Podlasia. Łącznie utrzymywano w nich 130 krów, od których pobrano do badań próbki mleka z udoju całodobowego. Liczbę komórek somatycznych oznaczono za pomocą aparatu Fossomatic. Oznaczenia wykonano dla pojedynczych krów. Badany materiał podzielono na cztery klasy odpowiadające określonej zawartości komórek somatycznych w 1 ml: < 200 tys., 200-400 tys., 401-1000 tys. i > 1000 tys. Z każdej klasy wyodrębniono

Tab. 1. Zawartość makroelementów w mleku krów w zależności od liczby komórek somatycznych (n = 20;  $\bar{x} \pm s$ )

LKS (tys./ml)	Chlor (%)		Sód (mg · kg <sup>-1</sup> )		Wapń (mg%)		Potas (mg · kg <sup>-1</sup> )		Magnez (mg · kg <sup>-1</sup> )	
< 200	0,116 <sup>a</sup>	0,017	397,4 <sup>a</sup>	64,9	121,28	23,30	1453,26	107,40	102,98	17,75
200-400	0,120 <sup>ab</sup>	0,018	504,3 <sup>b</sup>	164,3	122,54	18,80	1418,55	135,04	98,99	15,51
401-1000	0,124 <sup>b</sup>	0,018	560,9 <sup>b</sup>	194,1	117,50	28,81	1426,68	109,61	98,31	18,53
> 1000	0,126 <sup>b</sup>	0,021	539,9 <sup>b</sup>	131,9	116,20	19,54	1349,28	204,22	96,34	17,90
Ogółem	0,120	0,018	500,6	157,4	121,00	23,48	1412,85	145,54	100,26	17,40

Objaśnienie: a, b – średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $p \leq 0,01$

po 20 próbek mleka, w których oznaczono poziom makro- (Cl, Ca, Na, K i Mg) i mikroelementów (Fe, Zn i Mn). Zawartość Ca, Mg, Fe, Zn i Mn oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (FAAS), Na i K metodą atomowej spektrometrii emisyjnej (EAS), natomiast Cl metodą Mohra (13). Łącznie analizie poddano 80 próbek mleka.

Wpływ poziomu komórek somatycznych na zawartość poszczególnych pierwiastków w mleku oceniono, wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic między średnimi określono testem Tukeya. Ponieważ rozkład empiryczny LKS nie spełnia warunków rozkładu normalnego, dokonano transformacji danych funkcją logarytmiczną (zastosowano logarytm naturalny). Ponadto wyliczono współczynniki korelacji i regresji pomiędzy logarytmem naturalnym LKS (lnLKS) a poziomem pierwiastków w mleku.

### Wyniki i omówienie

W tab. 1 podano zawartość makroelementów w mleku krów w zależności od liczby komórek somatycznych. Stwierdzono istotny wpływ ( $p \leq 0,01$ ) poziomu komórek somatycznych na zawartość chloru i sodu w mleku. Zawartość chloru wzrastała wraz ze wzrostem poziomu komórek somatycznych w mleku, co jest zgodne z wynikami badań innych autorów (5, 8, 9, 11). Współczynnik regresji między lnLKS a zawartością chloru w mleku wykazał, że wraz ze wzrostem LKS o jednostkę logarytmu zawartość chloru wzrosła o 0,0003% (tab. 3). Harmon (6) podaje wartość 0,091% dla zawartości chloru w mleku normalnym i 0,147% chloru w mleku z wysoką liczbą komórek somatycznych. Według Wegner i Stull (17), udział chloru w 100 ml normalnego mleka wynosi 98 mg, zaś w mleku z ćwiartek objętych procesem zapalnym 154 mg w 100 ml.

Wraz ze wzrostem LKS zwiększyła się zawartość sodu w mleku, co potwierdzają wyniki badań innych autorów (17).

Nie stwierdzono istotnego wpływu LKS na zawartość wapnia, potasu i magnezu w mleku, jednak zawartość wymienionych makroelementów wykazała tendencję malejącą wraz ze wzrostem liczby komórek

Tab. 2. Zawartość cynku, żelaza i manganu w mleku w zależności od liczby komórek somatycznych (n = 20;  $\bar{x} \pm s$ )

LKS (tys./ml)	Cynk (mg · kg <sup>-1</sup> )		Żelazo (mg · kg <sup>-1</sup> )		Mangan (mg · kg <sup>-1</sup> )	
< 200	3,51	0,84	0,263	0,269	0,0332	0,0246
200-400	3,89	1,17	0,227	0,161	0,0250	0,0153
401-1000	3,41	0,80	0,170	0,062	0,0233	0,0161
> 1000	3,23	0,87	0,153	0,089	0,0224	0,0130
Ogółem	3,49	0,94	0,208	0,176	0,0249	0,0169

Tab. 3. Współczynniki korelacji (r) pomiędzy lnLKS a pierwiastkami w mleku i współczynnik regresji (b) pomiędzy lnLKS a makro- i mikroelementami w mleku

Składniki mleka	r	b
Chlor (%)	0,15 <sup>x</sup>	0,0003
Sód (mg · kg <sup>-1</sup> )	0,17	
Wapń (mg%)	-0,08	
Magnez (mg · kg <sup>-1</sup> )	0,09	
Potas (mg · kg <sup>-1</sup> )	-0,02	
Cynk (mg · kg <sup>-1</sup> )	-0,05	
Mangan (mg · kg <sup>-1</sup> )	-0,09	
Żelazo (mg · kg <sup>-1</sup> )	-0,06	

Objaśnienie: <sup>x</sup> –  $p \leq 0,05$

somatycznych, a więc w miarę nasilania się stanu zapalnego wymion u krów objętych badaniami.

Stwierdzono, że najmniej wapnia zawierało mleko, w którym LKS przekroczyła 1000 tys. w 1 ml, a największą jego ilość odnotowano dla mleka w przedziale 200-400 tys. komórek somatycznych/ml. Tendencję spadku poziomu wapnia w mleku wraz ze wzrostem LKS potwierdzają również inni autorzy (3, 17). Według Wegner i Stull (17), proces zapalny wymienia powodował obniżenie zawartości wapnia ze 108 mg/100 ml w mleku pochodzącym z ćwiartek zdrowych do 94 mg/100 ml w mleku z ćwiartek zakażonych, jednak różnice nie zostały potwierdzone statystycznie.

Wraz ze wzrostem liczby komórek somatycznych odnotowano systematyczny, chociaż nieistotny statystycznie, spadek zawartości potasu i magnezu w mleku. W mleku charakteryzującym się najlepszą jakością

cytologiczną odnotowano najwyższy poziom tych pierwiastków. W mleku pochodzącym od krów z zaawansowanym stanem zapalnym wymienia ( $> 1000$  tys. komórek somatycznych/ml) ilość potasu i magnezu zmniejszyła się. Tę tendencję potwierdzają wyniki badań Wegner i Stull (17).

W tab. 2 podano zawartość cynku, żelaza i manganu w mleku w zależności od liczby komórek somatycznych. Nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy poziomem komórek somatycznych a zawartością mikroelementów w mleku, mimo że zaznaczyła się pewna tendencja do obniżenia ich zawartości wraz z pogarszaniem się jakości cytologicznej mleka.

Wraz ze wzrostem liczby komórek somatycznych w mleku obserwowano spadek zawartości żelaza i manganu. Najwyższą zawartością tych pierwiastków cechowało się mleko o LKS niższej niż 200 tys./ml, a najniższą mleko o LKS powyżej 1000 tys./ml. Różnice te nie były jednak statystycznie istotne.

Tabela 3 zawiera współczynniki korelacji i współczynnik regresji pomiędzy lnLKS a zawartością pierwiastków w mleku. Stwierdzono niską, choć statystycznie istotną dodatnią korelację między lnLKS a zawartością chloru w mleku. W przypadku sodu wystąpiła także dodatnia korelacja, lecz nie była ona statystycznie istotna. Współczynniki korelacji między lnLKS a pozostałymi pierwiastkami (z wyjątkiem magnezu) przyjmowały bardzo niskie, bliskie zera, ujemne wartości.

Podsumowując należy stwierdzić, że wraz z nasilaniem się stanu zapalnego wymion krów i wzrostem liczby komórek somatycznych w mleku zwiększa się istotnie poziom chloru i sodu, natomiast poziom pozostałych pierwiastków w mleku wykazuje tendencję malejącą.

## Piśmiennictwo

1. *Auldust M., Hubble I. B.*: Effects of mastitis on raw milk and dairy products. *Austr. J. Dairy Technol.* 1998, 53, 28-36.
2. *El Zubeir I. E. M., Elowni O. A. O., Mohamed G. E.*: Effect of mastitis on macro-minerals of bovine milk and blood serum in Sudan. *J. South African Vet. Ass.* 2005, 76, 22-25.
3. *Gawel J.*: Fagocytoza i mastitis a mleko – aspekty odżywcze, technologiczne i ekonomiczne. *Przegl. Mlecz.* 2001, 2, 58-61.
4. *Gawel J.*: Zdrowotność krów a jakość mleka. *Przegl. Mlecz.* 2000, 3, 81-84.
5. *Górska A., Litwińczuk Z.*: Zawartość białka, tłuszczu i niektórych pierwiastków w mleku towarowym w różnych porach roku. *Annales UMCS Lublin EE* 1996, 14, 37-41.
6. *Harmon R. J.*: Symposium: Mastitis and genetic evaluation for somatic cell count physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 1994, 77, 2103-2112.
7. *Hryniewicz A., Straś B.*: Niektóre zagadnienia mlecznego użytkowania krów. *Przegl. Hod.* 1974, nr 15-16, 25-28.
8. *Kisza J., Przybyłowski P., Sajko W., Urbańska J., Staniewski B.*: Higieniczne i technologiczne aspekty jakości mleka mastitisowego. *Przegl. Mlecz.* 1981, 12, 19-21.
9. *Król J., Litwińczuk Z., Barłowska J., Kędzierska-Matysek M.*: Content of Macro- and Microelements in Milk of BlackWhite and Simentals Cows Throughout the Summer and Winter Feeding Seasons. *Polish J. Environ. Studies* 2006, 15, 395-397.
10. *Malinowski E., Kłossowska A.*: Stan zdrowia wymienia krów punktem krytycznym w produkcji mleka. *Przegl. Mlecz.* 2000, 9, 308-311.
11. *Ødegård J., Heringstad B., Klemetsdal G.*: Short Communication: Bivariate Genetic Analysis of Clinical Mastitis and Somatic Cell Count in Norwegian Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 2004, 87, 3515-3517.
12. *Pillai S. R., Kunze E., Sordillo L. M., Jarayao B. M.*: Application of differential inflammatory cell count as a tool to monitor udder health. *J. Dairy Sci.* 2001, 84, 1413-1420.
13. *PN-A-86122*, Mleko. Metody badań. 1968.
14. *Pösö J., Mäntysaari E. A.*: Relationship Between Clinical Mastitis, Somatic Cell Score, and Production for the First Three Lactations of Finnish Ayrshire. *J. Dairy Sci.* 1996, 79, 1284-1291.
15. *Smith K. L., Hillerton J. E., Harmon R. J.*: Guidelines on normal and abnormal raw milk based on somatic cell counts and signs of clinical mastitis. National Mastitis Council Guidelines, Copyright Institute for Animal Health, Madison 2001.
16. *Urech E., Puhán Z., Schällibaum M.*: Changes in Milk Protein Fraction as Affected by Subclinical Mastitis. *J. Dairy Sci.* 1999, 82, 2402-2411.
17. *Wegner T. N., Stull A.*: Relation between Mastitis Test Score, Mineral Composition of Milk, and Blood Electrolyte Profiles in Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 1978, 61, 1755-1759.
18. *Wielgosz-Groth Z., Groth I.*: Effect of the Udder Health on the Composition and Quality of Quarters Milk from Black-and-White Cows. *Electr. J. Polish Agric. Univ. ser. Animal Husbandry* 2003, 6, issue 2.

Adres autora: dr hab. Alina Górska, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce; e-mail: mrozb3@wp.pl