

Współzależność pomiędzy liczbą komórek somatycznych a użytkowością mleczną krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej

Piotr Guliński, Krzysztof Wyszomierski, Ewa Salamończyk

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach,
Wydział Przyrodniczy, Katedra Hodowli Bydła i Oceny Mleka,
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

W analizowanym mleku przeciętna liczba komórek somatycznych wynosiła 326 tys./ml. Dla wyróżnionych w metodyce pracy 4 grup krów, charakteryzujących się wydajnością dobową: ≤ 15 kg, 15-25 kg, 25-35 kg, >35 kg, liczba komórek somatycznych w 1 ml mleka wynosiła odpowiednio: 771 tys., 393 tys., 240 tys., 180 tys. Analiza statystyczna wykazała istotność różnic w liczbie komórek somatycznych w mleku od krów o różnej produktywności. Stwierdzono wysoko istotny współczynnik korelacji dla wydajności dobowej krów i liczby komórek somatycznych w mleku ($r=-0,81$). Ujemny współczynnik korelacji świadczy, że wzrostowi ilości mleka towarzyszył spadek liczby komórek somatycznych w mleku. Otrzymane równanie regresji wskazuje, że w badanej populacji krów spadkowi liczby komórek somatycznych o 100 tys./ml towarzyszył wzrost dobowej wydajności mleka o 3,8 kg. Przeprowadzone analizy wykazały, że występuje negatywna współzależność pomiędzy liczbą komórek somatycznych a wydajnością mleka krów. Stwierdzono, że wzrostowi wydajności mleka towarzyszył spadek liczby komórek somatycznych w 1 ml mleka, co oznaczało poprawę jakości cytologicznej.

SŁOWA KLUCZOWE: komórki somatyczne / wydajność mleka / zawartość tłuszczu i białka / współzależność

Stany zapalne wymion u krów (*mastitis*) są jedną z podstawowych jednostek chorobowych występujących w stadach bydła mlecznego w naszym kraju. *Mastitis* powoduje wymierne straty ekonomiczne i negatywnie wpływa na jakość mleka [15]. Praktycznym kryterium wykorzystywanym od wielu lat do wykrywania oznak stanu zapalnego wymienia jest liczba komórek somatycznych w mleku [4, 9, 11]. *Mastitis* powstaje głównie na skutek bakteryjnego zaatakowania gruczołu mlecznego. Czynnikiem chorobotwórczymi mogą być także grzyby, riketsje, wirusy, pasożytnicze pierwotniaki oraz algi [9]. Najbardziej groźnymi czynnikami etiologicznymi są: gronkowce złociste, paciorkowce i bakterie z grupy *coli*, jednakże odsetek poszczególnych gatunków ulega ciągłym zmianom [15].

Celem przeprowadzonych badań była ocena współzależności pomiędzy liczbą komórek somatycznych a użytkowością mleczną krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej.

Material i metody

Dane pochodziły z trzech stad bydła mlecznego, zlokalizowanych na terenie powiatów sokołowskiego i siedleckiego, z lat 2013-2014. Analizowane stada bydła mlecznego były objęte oceną wartości użytkowej przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka (PFHBiPM). Ocenę użytkowości mlecznej w tych stadach przeprowadzano z wykorzystaniem metody AT4. Łącznie w pracy wykorzystano dane dotyczące 91 krów. W dwóch oborach stosowano uwięziowy system utrzymania krów, w trzeciej – system wolnostanowiskowy. W każdej z obór krowy dojone były dwa razy dziennie; w oborach uwięziowych dojarkami rurociągowymi, a w oborze wolnostanowiskowej w hali udojowej. We wszystkich oborach pasza zadawana była za pomocą wozu paszowego.

Badaną populację krów podzielono ze względu na:

- poziom produktywności, wyróżniając następujące grupy w zależności od wydajności dobowej mleka: ≤ 15 kg, 15-25 kg, 25-35 kg, > 35 kg;
- rzeczywistą liczbę komórek somatycznych w 1 ml mleka: ≤ 200 tys., 200-400 tys., 400-600 tys., 600-800 tys., > 800 tys.

Rzeczywistą liczbę komórek somatycznych przetransformowano na logarytm naturalny, co pozwoliło na spełnienie warunków rozkładu normalnego.

W obliczeniach statystycznych wykorzystano analizę wariancji metodą najmniejszych kwadratów. Zastosowano następujący model liniowy:

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + (ab)_{ij} + e_{ijkl}$$

gdzie:

Y_{ijkl} – wartość cechy;

μ – średnia populacji;

a_i – wpływ i -tego miesiąca laktacji ($i = 1, \dots, 10$);

b_j – wpływ j -tego poziomu produkcyjnego ($j = 1, 2, 3, 4$);

c_k – wpływ k -tej klasy liczby komórek somatycznych ($k = 1, 2, \dots, 5$);

$(ab)_{ij}$ – interakcja miesiąc laktacji x poziom produkcyjny;

e_{ijkl} – błąd losowy.

Istotność różnic między parami średnich szacowano testem Duncana przy poziomie istotności $P \leq 0,05$. Do oceny współzależności pomiędzy liczbą komórek somatycznych i wydajnością mleka wykorzystano współczynniki korelacji i regresji liniowej. Obliczenia wykonano w programie Statistica 12.5.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1. zestawiono dane dotyczące rzeczywistej liczby komórek somatycznych oraz logarytm naturalny z liczby komórek somatycznych w poszczególnych miesiącach laktacji, w zależności od dobowej wydajności mleka krów. W badanej populacji krów średnia rzeczywista liczba komórek somatycznych wynosiła 326 tys./ml. Najniższy poziom komórek somatycznych odnotowano w trzech środkowych miesiącach laktacji, tj. szóstym, siódmym i ósmym. Stwierdzono wyraźny spadek liczby komórek somatycznych wraz ze wzrostem wydajności dobowej. Dla wyróżnionych w metodyce pracy 4 grup krów,

charakteryzujących się wydajnością dobową: ≤ 15 kg, 15-25 kg, 25-35 kg, > 35 kg, liczba komórek somatycznych w 1 ml mleka wynosiła odpowiednio: 771, 393, 240, 180 tys. Piwczyński [12] w swoich badaniach stwierdził, że wysokiej wydajności zawsze towarzyszy niska liczba komórek somatycznych, a spadek wydajności wiąże się ze wzrostem liczby komórek somatycznych. Wielu autorów [3, 6, 7, 8] tłumaczy wyższą liczbę komórek somatycznych na początku i na końcu laktacji niższą wydajnością krów w tym czasie, a w okresie maksymalnej wydajności duża ilość mleka ma spowodować efekt „rozcieńczenia” komórek somatycznych.

Tabela 1 – Table 1

Rzeczywista liczba komórek somatycznych (tys./ml) oraz logarytm naturalny z LKS w zależności od miesiąca laktacji i poziomu dobowej wydajności mleka krów

Somatic cell count (SCC; 1,000/ml) and natural log-transformed SCC according to month of lactation and daily milk yield of cows

Miesiąc laktacji Month of lactation	Dobowa wydajność mleka (kg) Daily milk yield (kg)								Średnio Average	
	≤ 15		15-25		25-35		> 35		LKS SCC	LnLKS LNSSC
	LKS SCC	LnLKS LNSSC	LKS SCC	LnLKS LNSSC	LKS SCC	LnLKS LNSSC	LKS SCC	LnLKS LNSSC		
1	128	4,85	602	5,69	321	4,86	86	4,02	302	4,76 ^b
2	677	5,99	382	5,24	412	4,48	183	4,23	348	4,66 ^b
3	–	–	426	5,03	217	4,50	397	4,82	333	4,75 ^b
4	1323	6,67	486	5,27	137	4,36	118	4,44	279	4,74 ^b
5	1046	6,30	519	5,15	325	4,89	104	4,38	402	4,99 ^b
6	531	5,90	294	4,94	124	4,37	214	4,58	236	4,75 ^b
7	794	6,44	280	5,05	168	4,40	127	4,40	278	4,90 ^b
8	890	6,48	224	4,85	171	4,65	52	3,75	246	4,80 ^b
9	915	6,67	527	5,11	131	4,64	61	4,11	454	5,14 ^a
10	1026	6,17	359	4,94	176	4,59	81	4,39	450	5,10 ^a
Średnio Average	771 ^a	6,12 ^a	393 ^b	5,11 ^b	240 ^{bc}	4,59 ^c	180 ^c	4,36 ^c	326	4,85

Średnie w kolumnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$

Mean values in column with different superscript letters differ statistically significantly at $P \leq 0,05$

Średnie w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$

Mean values in row with different superscript letters differ statistically significantly at $P \leq 0,05$

Ocenie poddano również wpływ klasy zawartości komórek somatycznych (tys. w 1 ml) na dobową wydajność mleka (tab. 2). Wykazano, że liczba komórek somatycznych, jako wyznacznik zdrowia krów, miała istotny wpływ na dobową wydajność mleka w ocenianej populacji 91 krów. Najwyższą dobową produkcją mleka odznaczały się krowy zdrowe, w mleku których stwierdzono zaledwie do 200 tys. komórek somatycznych w 1 ml. Różnica w wydajności mleka pomiędzy skrajnymi klasami zawartości komórek somatycznych (tj. ≤ 200 tys./ml a > 800 tys./ml) wynosiła aż 8,7 kg mleka na dzień od 1 krowy. Badania przeprowadzone przez Gulińskiego i wsp. [5] w 5 oborach regionu południowego Podlasia, z danych laktacyjnych z lat 1997-2000, potwierdzają powyższą zależność. Zwierzęta z najwyższą zawartością komórek somatycznych w 1 ml mleka produkowały przeciętnie o 3,4 kg mleka mniej w porównaniu do rówieśnic o najlepszej jakości cytologicznej mleka.

Tabela 2 – Table 2

Zmiany dobowej wydajności mleka (kg) w zależności od liczby komórek somatycznych w 1 ml mleka
Changes in daily milk yield (kg) depending on somatic cell count in 1 ml of milk

Klasa zawartości komórek somatycznych (tys./ml) Class of somatic cell count (1,000/ml)	n	Dobowa wydajność mleka (kg) Daily milk yield (kg)			
		średnia mean	SD	min.	max.
≤200	533	30,3a	14,66	6,0	64,0
200-400	88	25,3b	10,07	9,6	53,2
400-600	51	23,6b	8,22	6,2	42,0
600-800	18	23,7b	6,12	13,4	32,0
>800	82	21,6b	8,47	4,2	44,0
Razem/średnio Total/average	772	28,3	12,52	4,2	64,0

Średnie w kolumnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$

Mean values in column with different superscript letters differ statistically significantly at $P \leq 0.05$

W tabeli 3. przedstawiano wartość współczynnika korelacji między dzienną wydajnością mleka a liczbą komórek somatycznych. Uzyskany współczynnik był wysoki i ujemny, i wynosił $r = -0,81$. Oznacza to, że wraz ze wzrostem liczby komórek somatycznych odnotowano znaczny spadek wydajności mleka. Otrzymane równanie regresji wskazuje, że w badanej populacji krów spadkowi liczby komórek somatycznych o 100 tys./ml towarzyszył wzrost dobowej wydajności mleka o 3,8 kg. W pracy Gulińskiego i wsp. [5] wyliczony współczynnik regresji określał, że wzrostowi wydajności dobowej mleka o 10 kg towarzyszył spadek liczby komórek somatycznych o 94,4 tys.

Tabela 3 – Table 3

Współczynnik korelacji (r) i równanie regresji dla rzeczywistej liczby komórek somatycznych w mleku i wydajności dobowej krów

Correlation coefficient (r) and regression equation for somatic cell count in milk and daily milk yield

Korelowane cechy Correlated traits	Współczynnik korelacji (r) Correlation coefficient (r)	Równanie regresji Regression equation
Wydajność mleka (x) i liczba komórek somatycznych (y) Milk yield (x) and somatic cell count (y)	-0,81*	$y = 433 - 3,8x$

*Współczynnik korelacji istotny przy $P \leq 0,05$

*Coefficient of correlation significant at $P \leq 0.05$

Ujemną korelację między zawartością komórek somatycznych a dzienną wydajnością mleka wykazali także inni autorzy [5, 7, 10, 14]. Jakiel i wsp. [7] w swojej pracy uzyskali również ujemną, lecz niższą wartość współczynnika korelacji, wynoszącą $-0,14$.

Kolejnym elementem badań było określenie zmian w procentowej zawartości tłuszczu, białka i laktozy w mleku w zależności od poziomu komórek somatycznych w 1 ml tego mleka (tab. 4). Średnia zawartość wymienionych podstawowych składników mleka dla badanej grupy wynosiła odpowiednio: 4,21%, 3,48% i 4,81%. Nie stwierdzono istotnego statystycznie wpływu liczby komórek somatycznych na zawartość tłuszczu

Tabela 4 – Table 4

Zmiany w procentowej zawartości tłuszczu, białka i laktozy w mleku, w zależności od liczby komórek somatycznych w 1 ml mleka

Changes in the percentage of fat, protein and lactose in milk depending on somatic cell count in 1 ml of milk

Klasa zawartości komórek somatycznych (tys./ml) Class of somatic cell count (1,000/ml)	n	Tłuszcz Fat (%)	Białko Protein (%)	Laktoza Lactose (%)
≤200	533	4,14 ^a	3,44 ^b	4,85 ^a
200-400	88	4,47 ^a	3,57 ^{ab}	4,79 ^a
400-600	51	4,38 ^a	3,66 ^a	4,70 ^{bc}
600-800	18	4,20 ^a	3,41 ^b	4,74 ^b
>800	82	4,26 ^a	3,56 ^{ab}	4,65 ^c
Razem/średnio Total/average	772	4,21	3,48	4,81

Średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$

Mean values in columns with different superscript letters differ statistically significantly at $P \leq 0.05$

w mleku. Wielu autorów [2, 10, 12] uzyskało podobne spostrzeżenia, dotyczące braku współzależności pomiędzy liczbą komórek somatycznych w mleku a zawartością w nim tłuszczu.

Oceniano także wpływ poziomu komórek somatycznych w mleku na zawartość białka (tab. 4). Najwyższą średnią zawartość białka (3,66%) uzyskano w klasie 400-600 tys. komórek somatycznych w 1 ml mleka. Potwierdzają to badania Brzozowskiego i wsp. [3], którzy stwierdzili najwyższą procentową zawartość białka u krów z podwyższoną liczbą komórek somatycznych. Jednak jak twierdzą Sawa i Oler [13], wzrost zawartości białka, ze względu na wysoką zawartość komórek somatycznych, jest niekorzystny z punktu widzenia przetwórstwa mleka. W białku mleka następują duże zmiany – maleje udział najcenniejszego białka (kazeiny), a wzrasta udział białek serwatkowych. Podwyższona liczba komórek somatycznych w mleku skutkuje wydłużeniem czasu krzepnięcia sera, podwyższoną wilgotnością skrzepu i zmniejszoną wydajnością serowarską, która spowodowana jest głównie obniżoną zawartością suchej masy w mleku [1].

Stwierdzono również, że wraz ze wzrostem liczby komórek somatycznych nastąpił lekki spadek koncentracji laktozy: z 4,85% do 4,65%. Z badań Piwczyńskiego [12] także wynika, że spadek procentowej zawartości laktozy wiąże się ze wzrostem liczby komórek somatycznych.

W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano, że wraz ze wzrostem dobowej wydajności krów następował spadek liczby komórek somatycznych w 1 ml mleka. Dla wyróżnionych w metodyce pracy 4 grup krów, charakteryzujących się wydajnością dobową: ≤15 kg, 15-25 kg, 25-35 kg, >35 kg, liczba komórek somatycznych w 1 ml mleka wynosiła odpowiednio: 771, 393, 240, 180 tys. Zależność tę potwierdzono wyliczonym współczynnikiem korelacji, który okazał się istotny statystycznie. Współczynnik korelacji dla wydajności dobowej mleka krów i liczby komórek somatycznych w mleku wyniósł -0,81. Otrzymany ujemny współczynnik świadczy o tym, że wzrostowi wydajności mleka towarzyszył spadek liczby komórek somatycznych.

PIŚMIENNICTWO

1. AULDIST M.J., COATA S., SUTHERLAND B.J., MAYES J.J., MCDOWELL G.H., 1996 – Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of cheddar cheese. *Journal of Dairy Research* 63 (2), 269-280.
2. BOGUICKI M., SAWAA., 2002 – Wydajność dobową i jakość mleka jako efekt współdziałania genotypu i wybranych czynników pozagenetycznych. *Acta Scientiarum Polonorum, ser. Zootechnica* 1 (1-2), 5-6.
3. BRZozowski P., LUDWICZUK K., ZDZIARSKI K., 1999 – Liczba komórek somatycznych w mleku krów objętych oceną użyteczności mlecznej w Polsce Centralnej. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 44, 83-90.
4. GÓRSKA A., MRÓZ B., 2012 – Wpływ stanów zapalnych wymion krów na poziom makro- i mikroelementów w mleku. *Medycyna Weterynaryjna* 11, 697-699.
5. GULIŃSKI P., DOBROGOWSKA E., NIEDZIAŁEK G., MRÓZ B., 2003 – Próba określenia związków pomiędzy liczbą komórek somatycznych a wybranymi cechami użyteczności mlecznej krów. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 69, 101-110.
6. HARMON R.J., 1994 – Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *Journal of Dairy Science* 77, 2103-2112.
7. JAKIEL M., JESIOŁKIEWICZ E., PTAK E., 2011 – Zależność między zawartością komórek somatycznych a cechami wydajności mlecznej w mleku krów rasy PHF odmiany czarno-białej. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 7 (1), 9-17.
8. LUDWICZUK K., BRZozowski P., ZDZIARSKI K., 2001 – Wpływ wybranych czynników na wydajność mleczną, zawartość komórek somatycznych, skład chemiczny mleka pozyskiwanego od krów rasy c.b. oraz mieszańców rasy c.b. i h.f. o różnym udziale genów bydła rasy h.f. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 55, 123-130.
9. MALINOWSKI E., KŁOSSOWSKA A., 2000 – Stan zdrowia wymienia punktem krytycznym w produkcji mleka. *Przegląd Mleczarski* 9, 308-311.
10. MROCZKOWSKI S., PIWCZYŃSKI D., SAWA A., HELLER K., 1999 – Współzależność między liczbą komórek somatycznych a cechami mleczności krów ze stad RSP Lubiń. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 44, 165-174.
11. ØDEGÖRD J., HELINGSTAD B., KLEMENSDAI C., 2004 – Short Communication Bivariate Genetic Analysis of Clinical Mastitis and Somatic Cell Count in Norwegian Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 87, 3515-3517.
12. PIWCZYŃSKI D., 2003 – Komórki somatyczne a wydajność i skład mleka krów wysoko wydajnych. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 67, 105-110.
13. SAWA A., OLER A., 1999 – Wpływ zapalenia wymienia i wybranych czynników środowiskowych na wydajność, skład i jakość mleka. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 44, 225-233.
14. SAWA A., PIWCZYŃSKI D., 2003 – Częstotliwość występowania krów z utrzymującym się niskim poziomem komórek somatycznych w mleku w laktacji pełnej. *Medycyna Weterynaryjna* 59 (7), 630-633.
15. SMULSKI S., MALINOWSKIE E., KACZMAROWSKI M., LASSA H., 2011 – Występowanie, postacie i czynniki etiologiczne zapaleń wymienia w Polsce w zależności od wielkości gospodarstwa. *Medycyna Weterynaryjna* 67 (3), 190-192.

Piotr Guliński, Krzysztof Wyszomierski, Ewa Salamończyk

Relationship between somatic cell count and milk performance of Polish Holstein-Friesian cows

Summary

The average somatic cell count in the milk analysed was 326,000 cells/ml. For the 4 groups of cows distinguished in the study, with daily milk yield of ≤ 15 kg, 15-25 kg, 25-35 kg and >35 kg, the somatic cell count was 771,000, 393,000, 240,000 and 180,000 cells/ml, respectively. Statistical analysis revealed significant differences in the somatic cell count in milk from cows with different productivity. A highly significant correlation coefficient was obtained for the daily milk yield of the cows and the somatic cell count in the milk ($r=-0.81$). The negative coefficient indicates that an increase in the quantity of milk was accompanied by a decrease in the somatic cell count in the milk. The regression equation obtained suggests that in the study population a decline in somatic cell count of 100,000 cells/ml was accompanied by an increase in daily milk yield of 3.8 kg. The analysis showed that there is a negative correlation between SCC and milk yield of cows. An increase in milk yield was found to be accompanied by a decrease in the number of somatic cells in 1 ml of milk, which indicates an improvement in its quality.

KEY WORDS: somatic cells / milk yield / fat and protein content / correlation