

Częstotliwość występowania krów z utrzymującym się niskim poziomem komórek somatycznych w mleku w laktacji pełnej

ANNA SAWA, DARIUSZ PIWCZYŃSKI*

Katedra Hodowli Bydła, *Katedra Genetyki i Podstaw Hodowli Zwierząt Wydziału Zootechnicznego ATR, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

Sawa A., Piwczyński D.

Frequency of the occurrence of cows with low somatic cell levels in milk during full lactation

Summary

The investigations were carried out on 19,423 milk cows, crossbreeds of the Black-and-White and Holstein-Friesian races, raised in Pomerania and Kujawy, Poland, monitored for production value by the A4 method. Full lactations for a minimum of 200 days after calving in the year 2000 were taken into account. It was demonstrated that the occurrence of cows whose milk during the total lactation period did not contain more than 100 thousand somatic cells in 1 ml, 200 to 400 thousand, 400 to 500 thousand and 500 to 1000 thousand, as well as the cows in which over 1000 thousand somatic cells in 1 ml were discovered, depended on their age and genotype as well as on the herd size and production level. The fact that class E milk in respect to somatic cell number during the lactation period was ascertained in only 34% of the cows and that the share of the cows in which subclinical or clinical mastitis occurred at least once during lactation amounted to 50%, demonstrates the necessity for the improvement of udder health.

Keywords: somatic cells, mastitis

Wprowadzenie w Polsce normy PN/95-A-86002, dostosowującej przepisy dotyczące jakości mleka do zaleceń Dyrektywy 92/46/EEC Unii Europejskiej, wykazało, że wielkim problemem w oborach są schorzenia gruczołu mlekowego. Pomimo znaczącej poprawy w stosunku do początku lat 90. nadal około 30% krów wykazuje w ciągu roku *mastitis* z objawami klinicznymi i około 40% stale posiada w wymieniu zmiany charakterystyczne dla zapaleń podklinicznych (13). Brak odpowiednich badań monitoringowych uniemożliwia precyzyjną ocenę. Faktem jest natomiast, że obecnie skupuje się tylko 60% mleka w klasie ekstra (10), o liczbie komórek somatycznych nie przekraczającej 400 tys./ml, a tylko takie mleko zgodnie z Dyrektywą UE może być skierowane do przerobu.

Liczba komórek somatycznych (LKS) jest powszechną metodą oceny jakości mleka i zdrowia wymienia i może być mierzona w mleku ćwiartkowym, mleku wymieniowym oraz mleku zbiorczym. W mleku zdrowych krów występuje niewielka LKS, zwykle od kilku do kilkudziesięciu tysięcy w 1 ml, wahania wynikają m.in. ze stadium laktacji, rasy, wieku krowy i jej wydajności, partii zdojonego mleka (4, 6, 12, 14, 16, 19, 20, 24). Liczba komórek w ćwiartce wolnej od infekcji jest niższa od 200 tys. w 1 ml (13). Według

Scheppera i wsp. (21) jest to tzw. próg wyznaczający granicę między zdrowiem a chorobą. Inni autorzy są zdania, że w ćwiartce wolnej od infekcji komórek somatycznych powinno być poniżej 100 tys./ml (3, 7), a nawet poniżej 50 tys./ml (8). Schukken i wsp. (22) podają, że LKS w mleku ze zdrowych ćwiartek wynosi około 20 tys./ml i rośnie do 40 tys./ml w końcowej fazie laktacji. W niektórych zdrowych ćwiartkach autorzy ci stwierdzili jednak powyżej 250 tys. komórek w 1 ml. W ćwiartkach zarażonych LKS rośnie gwałtownie, nawet do ponad 100 mln/ml. Wzrost liczby komórek jest wynikiem migracji leukocytów w odpowiedzi na mediatory wytworzone w miejscu infekcji.

Przy ocenie mleka wymieniowego uważa się, że obecność ponad 100 tys. KS w 1 ml wskazuje na proces zapalny (2, 11). Natomiast Renner (17) przyjmuje 400 tys. w 1 ml mleka jako wartość graniczną dla LKS w mleku z czterech ćwiartek wymienia, której przekroczenie wskazywałoby na *mastitis* (zmiany utajone 400-500 tys., zmiany podkliniczne 500-1000 tys., zmiany kliniczne >1000 tys. KS w 1 ml). Zdaniem Malinowskiego i Kłossowskiej (9, 13) za stado praktycznie wolne od *mastitis* uważa się takie, w którym w mleku zbiorczym LKS nie przekracza 150 tys./ml. W badaniach wykonanych w IgiHZ w Jastrzębcu ustalono,

że wartość graniczna LKS w mleku zbiorczym dla pierwiastek wynosi 250 tys. w 1 ml, a dla krów starszych 350 tys. (23).

Porównując kryteria PN-A-86002 z propozycjami wymienionych autorów należy uznać wymagania krajowe za zbyt liberalne, gdyż umożliwiają skup mleka również ze stad, w których występują krowy podejrzane o *mastitis*. Mleko od krów z chorym wymieniem stwarza problemy w przetwórstwie mleczarskim, gdyż źle się ukwasza, niedostatecznie ścina w obecności podpuszczki, a masło, sery i śmietana wykazują gorszą jakość smakową, zapachową i mają obniżoną wartość spożywczą (9). Zagrożeniem zdrowia człowieka, w tym dzieci, jest spożycie mleka lub przetworów zawierających szkodliwe bakterie, ich toksyny oraz pozostałości antybiotyków stosowanych w terapii *mastitis*. Straty powodowane przez zapalenie wymienia wynikają z tytułu obniżenia wydajności mlecznej (przy podklinicznej postaci o 10-25%, w przebiegu nadostrym nawet o 80%) oraz niekorzystnych zmian składu mleka (9, 16, 19, 20). Wzrost zawartości białka, następujący przy nasileniu choroby nie jest pożądany z punktu widzenia spożycia i przerobu, gdyż spada udział kazeiny, a rośnie ilość albumin i globulin (9). Straty ponoszone przez hodowców wynikają też z towarzyszących *mastitis* kosztów leczenia i brakowania krów, gorszych efektów programów hodowlanych, spadku płodności, a także predyspozycji do innych chorób w okresie poporodowym.

Celem badań była ocena częstotliwości występowania krów z niskim poziomem KS w mleku w okresie całej laktacji oraz krów ze stwierdzonym na podstawie LKS co najmniej raz w laktacji *mastitis*, w obrębie grup genetycznych i wiekowych krów, poziomów wydajności stad i liczebności stad, a także sezonów wycielenia.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 19 423 krowach mieszańcach rasy czarno-białej i holsztyńsko-fryzyskiej, użytkowanych na Pomorzu i Kujawach, objętych oceną użyteczności mlecznej metodą A4. Analizy statystyczne wykonano w oparciu o informacje z bazy danych systemu SYM-KEK, dotyczące liczby komórek somatycznych (LKS) w próbnym udojach w laktacjach pełnych, trwających co najmniej 200 dni, po wycieleniach w 2000 r. W obliczeniach uwzględniono tylko te krowy, dla których posiadano informacje o LKS we wszystkich próbnym udojach w laktacji pełnej. W próbkach mleka, pobieranych rutynowo dla kontroli użyteczności mlecznej, oznaczano LKS za pomocą aparatu Fossomatic w laboratorium Okręgowej Stacji Hodowli Zwierząt w Bydgoszczy. W celu określenia stanu zdrowotnego gruczołu mlekowego, próbki mleka sklasyfikowano wg Renner (17), wprowadzając modyfikację własną: zdrowotność wymienia bardzo dobra $\leq 100\ 000$ KS w 1 ml, dobra 100 001-200 000, zagrożona 200 001-400 000, zmiany utajone 400 001-500 000, zmiany podkliniczne 500 001-1 000 000 oraz zmiany kliniczne $> 1\ 000\ 000$ KS w 1 ml.

Wykorzystując test niezależności χ^2 analizowano częstotliwość występowania krów, w mleku których w okresie całej laktacji nie stwierdzono więcej KS w 1 ml niż: 100 tys., 100 001-200 000, 200 001-400 000, 400 001-500 000, 500 001-1 000 000 oraz krów, u których stwierdzono ponad 1 000 000 KS. W analizach uwzględniono: wiek krowy (1 laktacja, 2, 3, 4, dalsze), grupę genetyczną ($< 50\%$ hf, 50%, 50,1-75%, 75,1-99%), poziom wydajności stada (< 4000 kg mleka, 4001-5000, 5001-6000 i > 6000) i liczebność stada (< 10 krów, 10,1-20, 20,1-100, 100,1-200 i > 200), a także sezon wycielenia (III-V, VI-VIII, XII-II). Ponadto oszacowano analizę wariancji metodą najmniejszych kwadratów wydajności krów w zależności od stwierdzonej w ich mleku LKS. Istotność różnic pomiędzy wydajnościami krów w obrębie poziomów KS oszacowano testem Scheffe'go (18).

Wyniki i omówienie

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że krowy, w mleku których przez całą laktację nie stwierdzono więcej niż 200 tys. KS w 1 ml stanowiły zaledwie 16,3% ogółu, w tym 5,6% krów dawało w laktacji mleko o LKS do 100 tys./ml (tab. 1). Niestety, najliczniejszą grupę (41,6%) stanowiły krowy, w mleku których przynajmniej jeden raz w laktacji stwierdzono ponad 1000 tys. KS w 1 ml.

Wyniki testu χ^2 wskazują, że częstotliwość występowania krów z utrzymującym się przez całą laktację niskim poziomem komórek somatycznych i krów z *mastitis* była istotnie zróżnicowana w zależności od wieku krów i ich genotypu, poziomu wydajności stada i jego liczebności ($p \leq 0,01$) oraz sezonu wycielenia ($p \leq 0,05$).

Spośród uwzględnionych w badaniach czynników najbardziej różnicującym udział krów pod względem występowania i nasilenia stanów zapalnych wymienia była liczebność stada. Stwierdzono, że w oborach liczących do 10 szt. najwyższy był udział krów zdrowych w całej laktacji i najniższy udział krów, których mleko zawierało ponad 1000 tys. KS w 1 ml. Tylko nieznacznie gorsza pod tym względem była sytuacja w oborach liczących 10,1-20 sztuk. Fakt ten można m.in. tłumaczyć lepszym kontaktem obsługi z poszczególnymi zwierzętami oraz możliwością indywidualnego podejścia do krowy czy to podczas doju, czy też w przypadku zauważenia objawów *mastitis*. Poświęcenie większej uwagi zwierzętom jest uwarunkowane tym, że stada o obsadzie nie przekraczającej 20 krów charakterystyczne są dla specjalistycznych gospodarstw rodzinnych stanowiących niekiedy dla nich jedyne źródło utrzymania (5). W oborach bardziej licznych wystąpiła tendencja do spadku udziału krów zdrowych w całej laktacji i wzrostu udziału krów z występującym przynajmniej raz zapaleniem wymienia. W oborach o obsadzie 100,1-200 i ponad 200 sztuk udział krów, u których na podstawie LKS przynajmniej raz w laktacji stwierdzono podkliniczne lub kliniczne *mastitis* przekraczał 50%. Niekorzystną zależność

między liczebnością stada a udziałem krów zdrowych i z *mastitis* można tłumaczyć faktem nasilenia zagrożenia ze strony chorób zakaźnych, w tym *mastitis* w oborach bardziej licznych. Wysoki poziom KS w mleku krów użytkowanych w stadach liczących 100,1-200 i więcej sztuk można też tłumaczyć tym, że tak duże stada znajdują się najczęściej w gospodarstwach, gdzie zatrudniani są pracownicy najemni, a ci nie zawsze sumiennie wykonują swoje obowiązki i zachowują warunki higieniczne. Wyniki innych badań, wykonanych zwłaszcza na dużych populacjach, uwzględniających stada o zróżnicowanej obsadzie potwierdzają, że LKS w mleku wzrasta wraz z wielkością stada (24).

Tab. 1. Częstość występowania krów z utrzymującym się przez całą laktację niskim poziomem komórek somatycznych w mleku oraz krów, u których co najmniej raz w laktacji stwierdzono *mastitis*

Czynnik	Liczba krów	Procentowy udział krów, w mleku których liczba komórek somatycznych (w tys./ml) nie przekraczała w okresie laktacji					
		≤ 100	100-200	200-400	400-500	500-1000	> 1000
Ogółem	19 423	5,6	10,7	17,5	6,3	18,3	41,6
Liczba krów w stadzie (szt.) $\chi^2 = 764,21^{**}$							
≤ 10	1636	8,9	14,1	21,3	7,5	18,1	30,1
10,1-20	6850	8,2	12,9	19,7	6,6	19,5	33,2
20,1-100	4924	4,5	9,7	16,8	6,8	18,3	43,9
100,1-200	3738	2,5	8,4	14,8	5,6	18,1	50,6
> 200	2275	2,9	7,8	14,3	4,4	15,1	55,6
Wiek krowy (kolejna laktacja) $\chi^2 = 581,78^{**}$							
1	5900	9,7	14,4	18,3	6,1	16,3	35,1
2	4592	4,9	10,8	19,2	6,2	17,1	41,7
3	3474	3,5	9,6	16,5	6,3	20,1	44,0
4	2260	3,1	7,5	16,2	6,2	19,2	47,8
< 4	3197	2,9	7,2	15,5	6,7	21,0	46,7
Udział genów rasy hf $\chi^2 = 279,85^{**}$							
< 50%	3364	5,0	9,9	18,0	6,3	18,4	42,3
50%	1688	6,8	17,8	19,8	6,7	18,0	37,0
50,1-75%	6033	5,2	9,2	17,1	6,3	18,5	44,8
75,1-99,9%	4416	4,4	10,6	15,2	5,1	16,4	48,4
Nn	3915	7,5	13,4	19,4	7,4	20,2	32,2
Poziom wydajności stada (kg mleka) $\chi^2 = 59,74^{**}$							
< 4000	1758	5,0	9,2	16,2	7,3	18,9	43,4
4001-5000	4992	6,1	10,8	18,7	7,0	18,1	38,8
5001-6000	6926	6,0	11,5	16,9	6,0	17,0	42,6
> 6000	5847	4,9	10,2	17,6	5,7	19,2	42,4
Sezon wycielenia $\chi^2 = 26,79^*$							
III-V	5353	4,8	10,0	18,0	6,2	18,9	42,1
VI-VIII	4799	5,6	11,5	17,8	6,8	17,6	40,8
IX-XI	4202	6,4	11,2	17,2	6,0	18,1	41,2
XII-II	5069	5,8	10,3	17,0	6,1	18,5	42,4

Objaśnienia: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$

Kolejnym czynnikiem różnicującym udział krów pod względem występowania stanów zapalnych był wiek (kolejna laktacja). Wykazano, że wśród pierwiastek ponad 25% stanowiły zwierzęta, które przez całą laktację dawały mleko zawierające mniej niż 200 tys. KS w 1 ml (w tym prawie 10% to pierwiastki, których mleko w laktacji nie zawierało więcej niż 100 tys. KS w 1 ml). W kolejnych laktacjach udział takich krów spadał odpowiednio do 10,1% i 2,9% u krów starszych (powyżej czwartej laktacji). Ponadto stwierdzono tendencję do spadku udziału krów, których mleko w całej laktacji nie zawierało więcej niż 400 tys. KS w 1 ml. Udział krów, których mleko w laktacji zawierało do

500 tys. KS w 1 ml wynosił ponad 6% niezależnie od wieku, natomiast udział krów, których mleko zawierało do 1000 tys. i ponad 1000 tys. KS w 1 ml rósł w kolejnych laktacjach. Uzyskane wyniki potwierdzają rezultaty badań innych autorów (4, 6, 11, 16, 19, 20), którzy stwierdzili wzrost LKS w kolejnych laktacjach. W badaniach Sawy i Olera (19) próbki mleka zawierające powyżej 500 tys. KS stanowiły u pierwiastek 6%, a u krów starszych odpowiednio: II-III laktacja – 12%, IV-V laktacja – 17%, powyżej V laktacji – 30%. Górská i wsp. (6) podają, że mleko o podwyższonej LKS produkowało 9,8% krów młodych i aż 41% krów najstarszych. Według Bakkena (1) wraz z wiekiem krów wzrasta ryzyko nowej infekcji, przy jednoczesnym zmniejszeniu tendencji do wyzdrowienia.

Analizując wpływ genotypu na częstość występowania krów zdrowych w całej laktacji i krów z *mastitis* stwierdzono najkorzystniejszą sytuację w grupie krów z 50% udziałem genów rasy hf. W przypadku krów z wyższym udziałem genów rasy hf, wykazano, że wraz z nasileniem krzyżowania wypierającego następował spadek udziału krów zdrowych w całej laktacji i wzrastał udział krów, u których co najmniej raz podczas laktacji stwierdzono kliniczną postać *mastitis*. Inni autorzy (4, 12, 16) wskazują również na wzrost LKS w mleku krów z wysokim udziałem genów rasy hf. Może to mieć związek z większą podatnością wysoko wydajnych krów na różnego rodzaju schorzenia, nie wykluczając *mastitis* (25).

Poziom wydajności stada jest wypadkową wielu czynników, głównie środowiskowych i często służy jako miernik jakości warunków chowu. Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują na niewielkie zróżnicowanie częstości występowania krów zdrowych w całej laktacji oraz krów z różnym nasileniem *mastitis* w zależności od

Tab. 2. Wydajność dobowa i laktacyjna krów z utrzymującym się przez całą laktację niskim poziomem komórek somatycznych w mleku oraz krów z *mastitis*

LKS w 1 ml mleka	Wydajność laktacyjna (kg)	Dni doju w laktacji	Wydajność dobowa (kg)
≤ 100 000	5576	312	17,88
100 001-200 000	5613	322	17,43
200 001-400 000	5659	327	17,23
400 001-500 000	5701	332	17,21
500 001-1 000 000	5670	336	16,83
> 1 000 000	5567	341	16,28
Istotność różnic	nie stwierdzono	1 - 3, 4, 5, 6***; 2 - 5, 6***; 3 - 5, 6***; 5 - 6*	1 - 5, 6***; 2 - 5, 6***; 3 - 6**, 5*; 4 - 6**; 5 - 6**

Objaśnienia: *różnica istotna przy $p \leq 0,05$, **różnica istotna przy $p \leq 0,01$

poziomu wydajności stada. Nie stwierdzono regularnej zależności, by wraz ze wzrostem wydajności stada wzrastał lub malał udział krów zdrowych. Najgorsza sytuacja pod względem częstotliwości występowania krów zdrowych i z *mastitis* wystąpiła w stadach o najniższej wydajności (< 4000 kg mleka), najlepsza w stadach o wydajności 4001-5000 kg mleka.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na spadek wydajności dobowej krów wraz ze wzrostem stwierdzonej w mleku LKS (tab. 2). Spadek wydajności dobowej jest szczególnie znaczny w przypadku wystąpienia zmian podklinicznych i klinicznych. Spadek dobowej wydajności krów w miarę wzrostu LKS wykazali też inni autorzy (4, 16). Nie stwierdzono co prawda potwierdzonych statystycznie różnic w wydajności laktacyjnej krów, jednak podkreślić należy, że w przypadkach wystąpienia w mleku wysokiej LKS pogarsza się jego wartość odżywcza i przydatność technologiczna. Korzyścią wynikającą z niskiej zawartości komórek somatycznych i redukcji przypadków *mastitis*, jest możliwość sprzedaży mleka po wyższej cenie. Wykazano, że laktacje krów, u których choć raz w laktacji stwierdzono *mastitis* trwały dłużej. Różnica między długością laktacji krów, w mleku których przez całą laktację nie stwierdzono więcej niż 100 tys. KS w 1 ml a krów, u których co najmniej raz LKS przekroczyła 1000 tys. wynosiła prawie 30 dni. Co prawda etiologia i patogenezą *mastitis* jest złożona, ale być może stwierdzone w badaniach dłuższe laktacje krów z *mastitis* wynikają z ograniczenia zdolności obronnych organizmu na skutek wzrostu wydajności jednostkowej, czy też z zaburzeń płodności spowodowanych tymi samymi czynnikami co *mastitis* np. *Mycoplasma bovis* (15).

Biorąc pod uwagę fakt, że w populacji prawie 20 tys. krów aż 50% stanowiły zwierzęta, u których co najmniej raz w laktacji wystąpiły podkliniczne lub kliniczne stany zapalne wymienia, natomiast jedynie 34%

stanowiły zwierzęta, dające przez całą laktację mleko odpowiadające pod względem liczby komórek somatycznych klasie E można stwierdzić, że konieczna jest poprawa zdrowotności wymion, będącej warunkiem sprostania ostrej konkurencji na rynku mleczarskim.

Piśmiennictwo

1. Bakken G.: Subclinical mastitis in Norwegian dairy cows. Acta Agric. 1981, 31, 273-286.
2. Deluyker H. A., Gay J., Weaver L. D.: Interrelationships of somatic cell count mastitis and milk yield in a low somatic cell count herd. J. Dairy Sci. 1993, 76, 3445-3452.
3. Doggweiler R., Hess R.: Zellgehalt in der Milch ungeschädigter Euter. Milchwissenschaft 1983, 38, 5-8.
4. Dorynek Z., Kliks R.: Wpływ wybranych czynników na kształtowanie się liczby komórek somatycznych w mleku krów. Roczn. AR w Poznaniu, Zoot. 1998, 50, 91-95.
5. Dymnicki E., Reklewski Z.: Analiza sytuacji w produkcji bydłowej w związku z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej. Prz. Hod. 1998, 10, 15-18.
6. Górska A., Litwińczuk Z., Niedziałek G.: Wpływ wieku krów na zawartość komórek somatycznych w mleku. Zesz. Nauk. AR Wrocław 1998, 331, 125-128.
7. Hamann J.: Interaction between somatic cell count and milk composition. IDF - Bulletin 2002, 372, 56-59.
8. Hortet P., Seegers H.: Calculated milk production losses associated with elevated somatic cell counts in dairy cows: review and critical discussion. Vet. Res. 1998, 29, 497-510.
9. Kiszka J., Sajko W.: Zmiany w składzie chemicznym mleka krów chorych na zapalenie wymion z uwzględnieniem jego przydatności do przetworu. Prz. Mlecz. 1987, nr 6, 3-9.
10. Kozłowski A., Babuchowski A.: Przyspieszenie zmian i przeobrażeń w polskim mleczarstwie. Prz. Mlecz. 2002, nr 9, 390-395.
11. Laevens H., Deluyker H., Schukken Y. H., de Meulemeester L., Vandermeersch R., de Meulenaere E., de Kruijff A.: Influence of parity and stage of lactation on the somatic cell count in bacteriologically negative dairy cows. J. Dairy Sci. 1997, 80, 3219-3226.
12. Ludwiczuk K., Brzozowski P., Zdziarski K.: Wpływ wybranych czynników na wydajność mleczną, zawartość komórek somatycznych i skład chemiczny mleka pozyskiwanego od krów rasy cb oraz mieszańców rasy cb i hf o różnym udziale genów rasy hf. Zesz. Nauk. Prz. Hod. 2001, 55, 123-131.
13. Malinowski E., Kłossowska A.: Stan zdrowia wymienia krów punktem krytycznym w produkcji mleka. Prz. Mlecz. 2000, nr 9, 308-311.
14. Malinowski E.: Komórki somatyczne mleka. Medycyna Wet. 2001, 57, 13-17.
15. Malinowski E., Pilaszek J.: Zapalenie gruczołu mlekowego u krów wywołane przez *Mycoplasma bovis*. Medycyna Wet. 2001, 57, 93-96.
16. Pytlewski J., Dorynek Z.: Wpływ wybranych czynników na zawartość komórek somatycznych w mleku krów. Roczniki AR Poznań 2000, 52, 99-112.
17. Renner E.: Investigations on some parameters of milk for the detection of subclinical mastitis. Proc. Semin. Mast. Cont. IDF Doc. 1975.
18. SAS/STAT, User's guide, 1995.
19. Sawa A., Oler A.: Wpływ zapalenia wymion i wybranych czynników środowiskowych na wydajność, skład i jakość mleka. Zesz. Nauk. Prz. Hod. 1999, 44, 225-233.
20. Sawa A., Piwczyński D.: Komórki somatyczne a wydajność i skład mleka krów mieszańców cb x hf. Medycyna Wet. 2002, 58, 636-640.
21. Scheppers A. J., Lam T. J. G. M., Schukken Y. H., Wilmlink J. B. M., Hancamp W. J. A.: Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. J. Dairy Sci. 1997, 80, 1033-1044.
22. Schuckken Y. H., Lam T. J. G. M., Barkema H. W.: Biological basis for selection on udder health traits. Proc. Internat. Workshop Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle. Uppsala, Sweden 1997, s.27-33.
23. Sender G.: Poprawa jakości mleka poprzez zastosowanie w selekcji bydła liczby komórek somatycznych. Prz. Hod. 1995, 63, 36-38.
24. Skrzypek R.: Liczba komórek somatycznych w mleku zbiornym w zależności od czynników organizacyjnych i technologicznych. Medycyna Wet. 2002, 58, 632-635.
25. Żmarlicki S.: Problematyka 25 Międzynarodowego Kongresu Mleczarskiego w świetle opublikowanych materiałów. Tom III, Przyszłościowa produkcja mleka. Prz. Mlecz. 2000, nr 3, 65-71.