

Zależność między liczbą komórek somatycznych w mleku a wskaźnikami płodności krów

RYSZARD SKRZYPEK, IRENEUSZ ANTKOWIAK, JAROSŁAW PYTLEWSKI

Katedra Hodowli Bydła i Produkcji Mleka Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt AR, ul. Wołyńska 33, 60-637 Poznań

Skrzypek R., Antkowiak I., Pytlewski J.

Effect of somatic cell counts in milk on cow fertility

Summary

This study was carried out on the records of 698 Polish Holstein-Friesian cows, residing in 2 free-stall farms. The relationship between somatic cell counts in milk (SCC) and fertility was tested using records from the first 7 test-days (\approx months) after calving. The analysed fertility traits were the number of AI services per confirmed pregnancy and calving to conception interval. The SCC pattern on consecutive test-days was different in both farms, indicating a diverse microbiological background for mastitis. No significant correlations were found between SCC from particular test-days and cow fertility, whereas SCC determined on the test-day preceding the first AI service was correlated significantly with both fertility parameters (r from 0.11 to 0.14; $p \leq 0.05$). Analysis of variances showed that the lowest values of both parameters were in the cows in which SCC on test-day preceding the first AI service was below 50,000 and between 201,000-400,000 cells/ml of milk, whereas they were highest in the cows in which SCC exceeded 1,000,000 cells. Neither significant correlations nor significant differences among SCC classes were found for data from a test-day performed following the first AI service. In conclusion, the results of this study confirm that there is a close relationship between udder health and cow fertility, and show that SCC determined on the test-day preceding the first AI service after calving can be used for the identification of cows at risk of decreased fertility. The results also indicate that a negative effect of mastitis on cow fertility depends rather on the severity of the disease than on the etiological agent.

Keywords: cow, somatic cells of milk

Liczba komórek somatycznych (lks) w mleku odzwierciedla stan zdrowotny wymienia, gdyż głównym czynnikiem powodującym odchylenia powyżej poziomu fizjologicznego są stany zapalne tego gruczołu (*mastitis*), spowodowane infekcjami. Mleko pochodzące z absolutnie zdrowego wymienia zawiera w 1 ml mniej niż 100 tys. komórek, poziom od 100 do 200 tys. komórek świadczy o niewielkich i nieswoistych zaburzeniach w funkcjonowaniu wymienia, natomiast poziom powyżej 200 tys. komórek oznacza, że jest ono zakażone drobnoustrojami chorobotwórczymi i objęte procesem zapalnym (4, 5, 13). Infekcje drobnoustrojami o niewielkim znaczeniu (minor pathogens) powodują 2-3-krotne zwiększenie poziomu lks w porównaniu do krów zdrowych (5, 18), a poziom przekraczający 500-600 tys. komórek w 1 ml mleka świadczy o zakażeniu przez drobnoustroje bardziej patogenne (major pathogens) (4, 18).

Mastitis uważa się za najkosztowniejszą chorobę krów mlecznych, a opinię tę sformułowano głównie na podstawie strat w produkcji mleka, charakteryzującego się oprócz tego zmniejszoną zawartością tłuszczu i białka właściwego oraz obniżoną wartością przetwórczą i konsumpcyjną. Ostatnio coraz częściej twierdzi się, że straty ekonomiczne spowodowane *mastitis* są jeszcze większe niż przyjmowano dotychczas, a to ze względu na negatywny związek tej choroby z płodnością krów (1, 3, 6, 7, 10, 14-16). Szczególnie szkodliwy wpływ na funkcje rozrodcze krów ma kliniczna postać *mastitis* (1, 7, 14, 16).

Między procesem zapalnym toczącym się w wymieniu i funkcjami rozrodczymi krów występuje ścisły związek czynnościowy, prowadzący przede wszystkim do zmian w układzie hormonalnym i odpornościowym, których ostatecznym efektem są zaburzenia w cyklu płciowym i owulacji oraz wczesne zamieranie zarodków. Mianowicie, kliniczna postać *mastitis* wywołuje zmiany w stężeniu lub aktywności kortyzolu, cytokin, PGF-2 α , GnRH, LH, FSH, progesteronu, estradiolu-17 β , prolaktyny, a także immunoglobulin i reaktywnych metabolitów tlenu (7, 14, 16). Na płodność wpływają ujemnie także stany podkliniczne *mastitis*, zwłaszcza przypadki powstałe w wyniku zaostrzenia tego stanu zapalnego. Szczególnie często do takiej sytuacji dochodzi podczas rui w wyniku wzrostu stężenia estrogenów, które zmniejszając istotnie liczbę makrofagów i osłabiając aktywność granulocytów, hamują zdolność komórek somatycznych mleka do fagocytozy (14, 20).

Jakkolwiek związek statystyczny między *mastitis* a wskaźnikami rozrodu badano dotychczas w różnych aspektach (1, 3, 6, 7, 10, 14-16), tylko König i wsp. (10) oraz Miller i wsp. (15) użyli do tego celu lks określanej w mleku z poszczególnych próbnych udojów, wykonywanych w ramach standardowej kontroli użyteczności mlecznej. Z powyższego względu podjęto badania, których celem było przeanalizowanie zależności między lks w mleku krów pochodzącym z kontroli użyteczności mlecznej a ich płodnością.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 698 krowach utrzymywanych w 2 fermach wolnostanowiskowych na terenie Wielkopolski: ferma A – 294 szt., ferma B – 404 szt. Wielkość obu ferm była taka sama (maksymalna obsada 640 krów). Były one oddalone od siebie o ok. 50 km i zarządzane przez odrębnych właścicieli. Badane krowy wycieliły się w okresie 1.01.2003-31.01.2004, a analizie poddano zwierzęta, u których pierwszy zabieg inseminacyjny wykonano do 180. dnia po porodzie. W okresie objętym badaniami średnia laktacyjna produktywność krów była w obu fermach zbliżona i wynosiła 7200-7600 kg mleka. Procedury służące do ochrony zdrowia wymienia nie budziły zastrzeżeń, a krowy były inseminowane w każdym z obiektów przez tę samą osobę, zgodnie z regułą „rano-wieczór”.

Korzystając z wyników próbnych udojów wykonywanych jeden raz w miesiącu, zebrano dane dotyczące lks w mleku w pierwszych 7 udojach po wycieleniu (\approx miesiącach laktacji). Następnie korzystając z dokumentacji hodowlanej wyliczono 2 wskaźniki rozrodu: liczbę zabiegów inseminacyjnych przypadających na stwierdzoną ciążę oraz długość okresu międzyciążowego.

W pierwszym etapie analizy statystycznej danych, za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji porównano średnie arytmetyczne dla rozpatrywanych cech w obu gospodarstwach. W przypadku lks test na istotność różnic międzygrupowych przeprowadzono na danych przekształconych za pomocą logarytmu naturalnego, gdyż cecha ta charakteryzowała się bardzo dużą zmiennością i nie posiadała rozkładu normalnego. Następnie oszacowano korelacje proste między zlogarytmowanymi wartościami lks w mleku z poszczególnych próbnych udojów a obydwoma wskaźnikami płodności.

Kolejny etap analizy statystycznej przeprowadzono na danych z 2 wybranych udojów, którymi były udoje wykonywane bezpośrednio przed i po pierwszym zabiegu inseminacyjnym. Jeśli liczba dni przed lub po zabiegu inseminacyjnym a samym zabiegiem była mniejsza niż 3, do obliczeń brano w zależności od sytuacji poprzedni lub następny udoj. Podejście to zastosowano ze względu na fakt, że w okresie okoliczującym poziom komórek somatycznych w mleku ulega znacznemu zwiększeniu (20). Na tak przygotowanych danych najpierw oszacowano korelacje między lks (wartości zlogarytmowane) a wskaźnikami rozrodu. Następnie krowy podzielono w zależności od rzeczywistego poziomu lks na 6 grup w sposób podany w tab. 3 i porównano średnie grupowe dla obu wskaźników rozrodu. Obliczenia te wykonano za pomocą wieloczynnikowej analizy wariancji, metodą najmniejszych kwadratów. Dane dla próbnego udoju poprzedzającego pierwszy zabieg inseminacyjny analizowano według modelu 1:

$$Y_{ijklmn} = \mu + GR_i + WIEK_j + HF_k + SI_l + \beta_1 D1_m + e_{ijklmn}$$

gdzie: Y_{ijklmn} jest wartością wskaźnika reprodukcyjnego (liczba zabiegów inseminacyjnych, długość okresu międzyciążowego), μ jest średnią ogólną, GR_i jest grupą zwierząt (1, ..., 6), $WIEK_j$ jest wiekiem krowy (pierwiastki, wieloródki), HF_k jest udziałem puli genowej rasy holsztyńsko-fryzyjskiej u krowy (poniżej 84%, 85-92%, powyżej 92%), SI_l jest sezonem przy pierwszej inseminacji po wycieleniu (styczeń-marzec, kwiecień-czerwiec, lipiec-wrzesień, październik-grudzień), $\beta_1 D1_m$ jest liczbą dni między próbnym udojem poprzedzającym pierwszą inseminację a tą inseminacją (współmienna), e_{ijklmn} jest losowym efektem resztkowym. Natomiast model do analizy danych dla próbnego udoju następującego po pierwszym zabiegu inseminacyjnym (model 2) różnił się od modelu 1 tym, że zamiast $\beta_1 D1_m$ zawierał efekt liczby dni między próbnym udojem wykonywanym po pierwszej inseminacji i pierwszą inseminacją ($\beta_2 D2_m$).

Zależności dla danych z udoju poprzedzającego wykonanie pierwszego zabiegu inseminacyjnego przedstawiono także w formie graficznej (ryc. 2), wykreślając linie trendów za pomocą funkcji wielomianowej trzeciego stopnia, który wyznaczono na podstawie wielkości współczynnika determinacji.

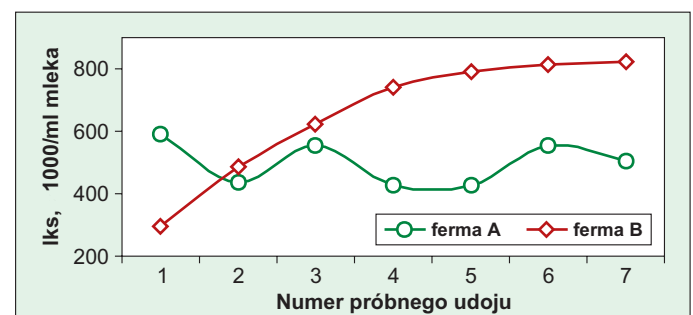
Wyniki i omówienie

W tab. 1 przedstawiono liczbę komórek somatycznych w mleku i wskaźniki płodności krów w badanych fermach. Różnice między fermami nie były istotne, aczkolwiek w przypadku lks i długości okresu międzyciążowego były one pokaźne. Średnie dla lks nie spełniały w obu fermach aktualnych wymogów dla mleka przeznaczonego do przetworstwa i konsumpcji, gdyż przekraczały one 400 tys. komórek w 1 ml. Należy jednak zwrócić uwagę, że w danej oborze średnia lks dla danych z kontroli użytkowości mlecznej jest z reguły o 100-200 tys. komórek/ml mleka wyższa niż lks dla mleka zbiorczego oddawanego w tym samym czasie do skupu (11), a przyczyną jest zakaz sprzedaży mleka pochodzącego od krów wykazujących kliniczne objawy *mastitis* i od krów leczonych. Ponadto przedstawione dane dotyczą okresu, kiedy wymogi dla jakości cytologicznej mleka nie były w Polsce jeszcze tak duże, jak obecnie. Interpretując średnie dla obu analizowanych wskaźników rozrodu, należy stwierdzić, że były one na poziomie interwencyjnym.

Poziom lks w kolejnych miesiącach laktacji kształtował się odmiennie w obu fermach. W fermie A krzywa przebiegała w sposób „falujący” i na ogół utrzymywała się na zbliżonym poziomie, natomiast w fermie B krzywa wzrastała systematycznie w miarę laktacji (ryc. 1). Zwraca również uwagę, że mimo niższej średniej ogólnej w fermie A, w pierwszym miesiącu laktacji lks była w tym obiekcie znacznie wyższa niż w fermie B. Według standardów opracowanych przez de Haas (4), prze-

Tab. 1. Charakterystyka krów w badanych fermach ($\bar{x} \pm sd$)

Cecha	Ferma A (n = 294)	Ferma B (n = 404)	Ogółem (n = 698)
Liczba komórek somatycznych w mleku, $\times 1000/ml$	516 646	678 991	610 838
Liczba zabiegów inseminacyjnych na stwierdzoną ciążę	2,33 1,57	2,31 1,85	2,32 1,75
Długość okresu międzyciążowego, dni	158,8 79,4	137,9 72,3	146,8 76,1



Ryc. 1. Liczba komórek somatycznych w mleku w kolejnych próbnym udojach

bieg uzyskanych krzywych świadczy o zróżnicowanym podłożu bakteriologicznym zakażeń wymienia w obu stadach. Opierając się na danych tej autorki należy przypuszczać, że w stadzie A prawdopodobnie występowały często krótkotrwałe zakażenia drobnoustrojami wywołującymi głównie kliniczną postać *mastitis*, natomiast w stadzie B głównym problemem mogły być zakażenia drobnoustrojami wywołującymi długotrwałe podkliniczne stany zapalne, z których część przechodziła w postacię kliniczną.

W tab. 2 przedstawiono współczynniki korelacji między lks w poszczególnych miesiącach laktacji a wskaźnikami płodności. Żadna z korelacji nie była istotna, nie wystąpiły również znaczące różnice w wielkości współczynnika korelacji między badanymi fermami.

Kiedy korelacje oszacowano na podstawie danych dla lks z próbnych udojów przed i po pierwszym zabiegu inseminacyjnym po wycieleniu, w obu fermach stwierdzono istotne ($p \leq 0,05$) i podobne korelacje dodatnie między lks w udoju poprzedzającym wykonanie pierwszego zabiegu inseminacyjnego a liczbą zabiegów inseminacyjnych na stwierdzonej ciąży (ferma A; $r = 0,14$, ferma B; $r = 0,12$). W fermie B stwierdzono również

istotny współczynnik korelacji dla długości okresu międzyciążowego ($r = 0,11$; $p \leq 0,05$). Nie stwierdzono natomiast istotnych korelacji dla lks w próbnym udoju po wykonaniu pierwszego zabiegu inseminacyjnego. Podobne wyniki jak w obecnych badaniach uzyskali Miller i wsp. (15), którzy stwierdzili istotny związek (współczynnik regresji) między lks przed wykonaniem pierwszego zabiegu inseminacyjnego a wskaźnikiem niepłodności.

Tab. 3 przedstawia zależności między lks a wskaźnikami reprodukcyjnymi, oszacowane za pomocą analizy wariancji. Lks w mleku z udoju poprzedzającego wykonanie pierwszego zabiegu inseminacyjnego miała w obu fermach istotny i podobny związek z liczbą zabiegów inseminacyjnych. Wskaźnik ten przyjmował najniższe wartości w grupach 1, 3 i 4, natomiast w grupie 6 były one najwyższe. Związek między lks w mleku przed wykonaniem pierwszego zabiegu inseminacyjnego a długością okresu międzyciążowego był istotny tylko w fermie B, gdzie stwierdzono prawie identyczne zależności, jak dla liczby zabiegów inseminacyjnych. Jakkolwiek w fermie A zależności dla długości okresu międzyciążowego nie były istotne statystycznie, to wykazywały

Tab. 2. Współczynniki korelacji między liczbą komórek somatycznych (logarytm naturalny) w mleku a wskaźnikami płodności

Wskaźnik	Ferma	Numer próbnego udoju						
		1	2	3	4	5	6	7
Liczba zabiegów inseminacyjnych na stwierdzonej ciąży	A	-0,01	0,07	0,06	0,10	0,04	0,01	0,03
	B	-0,01	0,04	0,10	0,04	0,01	0,01	0,00
Okres międzyciążowy	A	-0,03	0,05	-0,02	0,03	-0,01	0,01	0,04
	B	0,01	0,01	0,08	0,05	0,02	0,01	-0,01

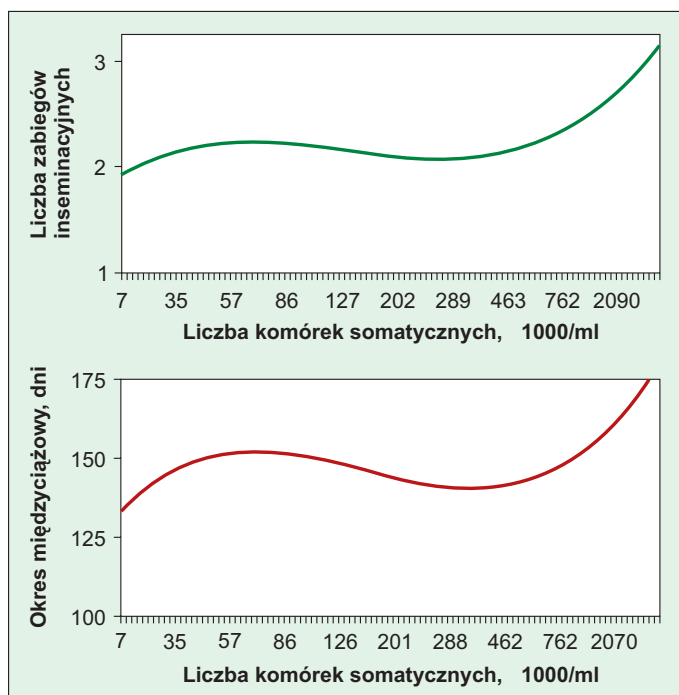
Tab. 3. Zależność między liczbą komórek somatycznych w mleku w wybranych próbnym udojach a wskaźnikami płodności

Próbny udoj	Grupa krów				Liczba zabiegów inseminacyjnych na stwierdzonej ciąży		Okres międzyciążowy (dni)	
	numer grupy	komórki somatyczne ($\times 1000/\text{ml}$)	liczba krów		ferma A	ferma B	ferma A	ferma B
			ferma A	ferma B				
Przed pierwszym zabiegiem inseminacyjnym	1	< 51	50	64	2,16 ^a	2,03 ^A	157,0	131,3
	2	51-100	60	68	2,29	2,37	164,2	138,5
	3	101-200	51	63	2,13 ^A	2,17 ^a	156,4	129,8
	4	201-400	43	79	2,09 ^A	2,10 ^a	151,6	123,4 ^a
	5	401-1000	46	70	2,52	2,46	161,7	149,0 ^b
	6	> 1000	44	60	2,83 ^{Bb}	2,81 ^{Bb}	160,4	159,1 ^b
Po pierwszym zabiegu inseminacyjnym	1	< 51	44	61	2,00	2,07	142,3	127,8
	2	51-100	46	56	2,21	2,26	151,6	136,3
	3	101-200	57	61	2,74	2,25	174,7	146,5
	4	201-400	60	72	2,39	2,46	161,9	141,7
	5	401-1000	38	87	2,18	2,41	173,4	135,4
	6	> 1000	49	67	2,30	2,35	146,7	139,9

Objaśnienia: a, b, A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie, małymi – $p \leq 0,05$, dużymi – $p \leq 0,01$

podobne tendencje jak w fermie B – najniższe wartości stwierdzono w grupach 1, 3 i 4, a najwyższa wartość wystąpiła w grupie 6. Omawiane zależności zilustrowano także graficznie (ryc. 2), przy czym ze względu na podobieństwo związku w obu fermach wszystkie dane rozpatrywano łącznie. Najkorzystniejsze wartości obu wskaźników rozrodu można zaobserwować przy najniższych wartościach lks oraz przy poziomie ok. 400 tys. komórek/ml mleka. W przedziale od ok. 50 do 100 tys. komórek/ml mleka wystąpił pierwszy wzrost wartości obu wskaźników rozrodu, a następny, bardzo wyraźny wzrost miał miejsce powyżej ok. 800 tys. komórek/ml mleka.

Wyniki analizy wariancji oraz obraz graficzny zależności uzyskanych dla udoju poprzedzającego pierwszy zabieg inseminacyjny świadczą o ścisłym związku między lks i płodnością krów. Zależności te były krzywoliniowe i mają istotne odniesienie do informacji literaturowych (2, 5, 8, 9, 12, 17, 19) na temat związku między poziomem lks a podatnością krów na zapalenie kliniczne wymienia, która to postać *mastitis* ma wyjątkowo szkodliwy wpływ na funkcje rozrodcze krów (1, 7, 14, 16). Mianowicie, jedni autorzy (2,



Ryc. 2. Zależność między liczbą komórek somatycznych w mleku w udoju poprzedzającym pierwszy zabieg inseminacyjny a liczbą zabiegów inseminacyjnych i długością okresu międzyciążowego (obie fermi razem)

17, 19) twierdzą, że krowy o bardzo niskim poziomie lks w mleku charakteryzują się większą opornością na kliniczną postać *mastitis* w porównaniu z krowami o średnim i wysokim poziomie komórek somatycznych. Z kolei inni (5, 8, 9, 12) podają, że krowy których wymiona są zakażone przez „minor pathogens”, wykazujące poziom rzędu 300 do 600 tys./ml mleka, są bardziej odporne na rozwój klinicznej postaci *mastitis* niż krowy o niższym i wyższym poziomie lks. Analogia między wynikami przytaczanych autorów i wynikami uzyskanymi w niniejszej pracy polega na tym, że najkorzystniejszymi wartościami wskaźników rozrodu charakteryzowały się krowy o bardzo niskim poziomie komórek w mleku oraz krowy, u których poziom wskazywał na zakażenia gruczołu mlekowego przez „minor pathogens”, a więc osobniki zagrożone prawdopodobnie w najmniejszym stopniu wystąpieniem klinicznej postaci *mastitis*.

Jakkolwiek lks w mleku z udoju wykonywanego po pierwszym zabiegu inseminacyjnym nie była związana istotnie z płodnością krów (tab. 3), można zauważyć, że najniższe wartości wskaźników rozrodu wystąpiły w obu fermach w grupie 1. Świadczyć to może o tym, że choroby wymienia oddziałują na funkcje rozrodcze krów przede wszystkim w okresie okołorodowym i ewentualnie we wczesnym okresie rozwoju zarodka.

Spośród innych autorów, którzy analizowali związek między lks z próbnych udojów a płodnością krów (10, 15), tylko König i wsp. (10) brali pod uwagę przedziały lks w mleku z próbnych udojów przeprowadzanych bezpośrednio przed i po wykonaniu pierwszego zabiegu inseminacyjnego po wycieleniu. Autorzy ci zauważyli podobne zależności, jak w obecnych badaniach jedynie w odniesieniu do lks w udoju następującym po wykona-

niu pierwszego zabiegu inseminacyjnego, zastosowali oni jednak znacznie prostszy podział lks na klasy.

Interpretując uzyskane wyniki należy ponadto zwrócić uwagę na podobieństwo związku między lks a płodnością krów w obu badanych fermach, które prawdopodobnie różniły się znacząco pod względem spektrum drobnoustrojów wywołujących *mastitis*. Koresponduje to z wynikami badań Barkera i wsp. (1), którzy nie stwierdzili różnicy pod względem wpływu *mastitis* spowodowanego bakteriami Gram-dodatnimi lub Gram-ujemnymi na użyteczność rozrodczą krów, udowadniając w ten sposób, że negatywny wpływ *mastitis* na płodność krów zależy głównie od postaci choroby, a nie od bakteryjnego czynnika etiologicznego.

Podsumowując, wyniki przeprowadzonych badań świadczą, że między lks w mleku a płodnością krów istnieje ścisła zależność. Do identyfikacji krów zagrożonych zaburzeniami płodności z powodu *mastitis* szczególnie nadają się dane odnośnie do lks z próbnego udoju poprzedzającego wykonanie pierwszego zabiegu inseminacyjnego po wycieleniu.

Piśmiennictwo

- Barker A. R., Schrick F. N., Lewis M. J., Dowlen H. H., Oliver S. P.: Influence of clinical mastitis during early lactation on reproductive performance in Jersey cows. J. Dairy Sci. 1998, 81, 1285-1290.
- Beaudeau F., Seegers H., Fourichon C., Hortet P.: Association between milk somatic cell count up to 400,000 cells/ml and clinical mastitis in French Holstein cows. Vet. Rec. 1998, 143, 685-687.
- Fourichon C., Seegers H., Mahler X.: Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. Theriogenology 2000, 53, 1729-1759.
- Haas Y. de: Somatic cell patterns. Improvement of udder health by genetics and management. Praca dokt., Wageningen University 2003.
- Harmon R. J.: Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. J. Dairy Sci. 1994, 77, 2103-2112.
- Heringstad B., Chang Y. M., Andersen-Randberg I. M., Gianola D.: Genetic analysis of number of mastitis cases and number of services to conception using a censored threshold model. J. Dairy Sci. 2006, 89, 4042-4048.
- Hockett M. E., Almeida R. A., Rohrbach N. R., Oliver S. P., Dowlen H. H., Schrick F. N.: Effects of induced clinical mastitis during preovulation on endocrine and follicular function. J. Dairy Sci. 2005, 88, 2422-2431.
- Huxley J. N., Green M. J., Bradley A. J.: *Corynebacterium bovis* – friend or foe? Proc. British Mastitis Conference, Garstang 2003, s. 2-34.
- Kehrli M. E., Shuster D. E.: Factors affecting milk somatic cells and their role in health of the bovine mammary gland. J. Dairy Sci. 1994, 77, 619-627.
- König S., Hübner G., Bohlsen E., Dettler J., Simianer H., Holtz W.: Relation between the somatic cell count and the success of first insemination in East Friesian dairy herds on the basis of logistic models analysis. Züchtungskunde 2006, 78, 90-101 (streszczenie).
- Kwiatk A.: Użyteczność mleczna krów utrzymywanych na terenie działalności RCHZ w Koszalinie. Praca magisterska, Wydz. Hodowli i Biologii Zwierząt AR, Poznań 2003.
- Lam T. J. G. M.: Dynamics of bovine mastitis. A field study in low somatic cell count herds. Praca dokt., Utrecht University 1996.
- Malinowski E.: Komórki somatyczne mleka. Medycyna Wet. 2001, 57, 13-17.
- Malinowski E.: Zapalenia wymienia a zaburzenia płodności u krów. Medycyna Wet. 2004, 60, 793-797.
- Miller R. H., Clay J. S., Norman H. D.: Relationship of somatic cell score with fertility measures. J. Dairy Sci. 2001, 84, 2543-2548.
- Moore D. A., Overton M. W., Chebel R. C., Truscott M. L., BonDurant R. H.: Evaluation of factors that affect embryonic loss in dairy cattle. J. Am. Vet. Med. Assoc. 2005, 226, 1112-1118.
- Nash D. L., Rogers G. W., Cooper J. B., Hargrove G. L., Keown J. F.: Relationship among severity and duration of clinical mastitis and sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits, productive life, and protein yield. J. Dairy Sci. 2002, 85, 1273-1284.
- Radostis O. M., Blood D. C.: Dairy cattle – maintenance and reproductive efficiency, [w:] Radostis O. M., Blood D. C. (red.): Herd Health. Philadelphia 1985, 66-89.
- Rupp R., Boichard D.: Relationship of early first lactation somatic cell count with risk of subsequent first clinical mastitis. Livest. Prod. Sci. 1999, 62, 169-180.
- Zduńczyk S., Janowski T.: Znaczenie estrogenów dla rozwoju, funkcji i stanu zdrowotnego gruczołu mlekowego krów. Medycyna Wet. 2002, 58, 670-673.

Adres autora: prof. dr hab. Ryszard Skrzypek, ul. Wołyńska 33, 60-637 Poznań; e-mail: skrzypek@jay.au.poznan.pl