

Jakość higieniczna mleka surowego w zależności od pozyskiwania i przechowywania

ROMUALDA DANKÓW, JACEK WÓJTOWSKI*, ROLF-DIETER FAHR**

Katedra Technologii Mleczarstwa Wydziału Technologii Żywności AR, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

*Katedra Hodowli Owiec i Kóz Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt AR, ul. Wołyńska 33, 60-637 Poznań

**Institute of Animal Breeding and Husbandry with Veterinary Clinic, Faculty of Agriculture, Martin-Luther-University, Halle-Wittenberg, Adam-Kuckhoff-Str. 35, 06108 Halle, Niemcy

Danków R., Wójtowski J., Fahr R.-D.

Hygienic quality of raw milk in relation to methods of production and storage

Summary

The aim of the study was to assess the effect of systems of production and storage on the hygienic quality of raw milk. The study examined samples of bulk tank milk ($n=8400$) collected between 2000-2002 in 350 farms differing in terms of milk production, systems of milking, cooling and milk collection. Milk of the highest microbiological quality was produced in farms producing over 60,000 liters of milk annually, equipped with milk pipeline systems and milking halls installed with modern systems of milk cooling and having direct milk collection. Milk with the lowest somatic cell count was produced in farms producing from 20,000 to 60,000 liters of milk. The relatively high concentration of somatic cells in large specialized farms producing over 100,000 liters of milk annually indicates the necessity to pay closer attention to the clinical status of udders in these herds. Statistical analysis over the years has confirmed that there is a continuing trend to produce milk having an ever-increasing quality of hygiene.

Key words: milk, hygienic quality, storage

W ciągu ostatnich czterech lat obserwuje się w Polsce systematyczną poprawę jakości mleka surowego skupowanego przez przemysł mleczarski. Związane jest to z koniecznością dostosowania się do wymogów obowiązujących w krajach Unii Europejskiej. Według danych Głównego Inspektora Weterynarii, udział klasy ekstra w skupie mleka surowego wzrósł z 27% w 1998 r., do ok. 70% w 2002 r. (18). Od momentu akcesji z Unią Europejską (maj 2004 r.) tylko 56 polskich mleczarni będzie miało prawo do końca 2006 r. do tzw. segregacji mleka – czyli skupu mleka w klasie ekstra i I (2).

O przynależności do określonej klasy mleka według PN-A-86002 decyduje jego jakość higieniczna, czyli zawartość ogólnej liczby drobnoustrojów i liczby komórek somatycznych w 1 cm^3 (19). Na początkową liczbę drobnoustrojów w mleku decydujący wpływ ma higienicznie przeprowadzony dój, natomiast szybkie schłodzenie mleka do temp. 4°C lub poniżej zabezpiecza mleko przed dalszym rozwojem mikroorganizmów (6, 8).

Wskaźnikiem stanu zdrowotnego wymienia jest liczba komórek somatycznych. Przyjmuje się, że w wymieniu wolnym od infekcji liczba komórek nie powinna przekraczać $100\text{-}200\text{ tys./cm}^3$. Wartość pomiędzy

$250\text{-}300\text{ tys./cm}^3$ wskazuje już na początki infekcji (16). Zwiększony poziom komórek somatycznych może być również odzwierciedleniem podrażnienia wymienia w wyniku: błędów popełnianych w czasie doju, niesprawnej aparatury udojowej, nieprawidłowego żywienia i utrzymania, a także chorób metabolicznych (9). Wpływ na liczbę komórek ma również rasa krów, ich wiek i okres laktacji oraz pora roku (7, 14, 21).

Celem badań była ocena wpływu różnych systemów pozyskiwania i przechowywania mleka na jego jakość higieniczną, na przykładzie mleka surowego skupowanego przez jedną z mleczarni, mających prawo do segregacji mleka po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na próbach mleka zbiorczego pochodzącego z 350 gospodarstw dostarczających mleko do Spółdzielni Mleczarskiej w woj. kujawsko-pomorskim w latach 2000-2002. Do badań wybrano losowo po 50 gospodarstw zróżnicowanych pod względem:

- rocznej wielkości produkcji: do 5 tys. litrów mleka, 5-20 tys. l, 20-40 tys. l, 40-60 tys. l, 60-80 tys. l, 80-100 tys. l, 100-150 tys. l,
- systemu doju: ręczny, dojarki bańkowe, linie przewodowe, hale udojowe (10 gospodarstw),

– stosowanego systemu schładzania mleka: zimna woda, chłodziarki bańkowe, schładzalniki stacjonarne, schładzalniki stacjonarne z odzyskiem ciepła,

– systemu odbioru mleka: odbiór z konwi przy „drodze”, w punkcie skupu mleka, bezpośrednio z gospodarstwa.

W każdym z gospodarstw okres objęty badaniami trwał od stycznia do grudnia danego roku. Próbkę pobierane były przez zaprzysiężonych próbkobiorców, dwa razy w miesiącu, w latach 2000-2002, zgodnie z PN-A-86040 do sterylnych próbek, które były przechowywane w specjalnych pojemnikach gwarantujących zachowanie odpowiedniej temperatury materiału do badań. Przed pobraniem próbki mleka oceniano pod względem wyglądu, zapachu, temperatury i kwasowości. W przypadku, gdy jeden z parametrów odbiegał od normy, laborant nie pobierał próbki. Przed pobraniem próbki stosowano mieszanie całości mleka, co gwarantowało uzyskanie wiarygodnych wyników. Wszystkie próbki oznaczano specjalnym kodem paskowym, dzięki czemu zachowana została anonimowość podczas oznaczeń. Następnie pojemniki z próbkami specjalnym środkiem transportu kierowane były do niezależnego laboratorium. Pobrane próbki przechowywano w laboratorium do momentu przeprowadzenia oznaczeń, w temperaturze od 0°C do 8°C nie dłużej niż 8 h, a w temperaturze 0°C do 5°C nie dłużej niż 24 h. W próbkach oznaczano liczbę komórek somatycznych (Fossomatic 5000) oraz ogólną liczbę drobnoustrojów (Bactoscan 8000S). Łącznie oznaczenia wymienionych parametrów jakości higienicznej przeprowadzono w 8400 próbkach mleka.

Analizę statystyczną danych przeprowadzono za pomocą wieloczynnikowej analizy wariancji z wykorzystaniem pakietu SAS (3). Przed wykonaniem obliczeń liczbę komórek somatycznych (LKS) oraz ogólną liczbę drobnoustrojów (OLD) transformowano za pomocą logarytmu naturalnego (1), a następnie weryfikowano normalność rozkładu cech. Ocenę współczynników asymetrii i spłaszczenia rozkładu (22) przeprowadzono na podstawie pakietu statystycznego SAS (3). W analizie statystycznej uwzględniono następujące czynniki: wielkość rocznej produkcji mleka w gospodarstwie, system doju, system schładzania, system odbioru mleka, porę roku, rok kalendarzowy. Wyniki przedstawiono za pomocą średnich najmniejszych kwadratów (LSM) i błędów standardowych (SE), oszacowanych na danych przetransformowanych logarytmicznie.

Wyniki i omówienie

Wpływ analizowanych czynników na OLD i LKS przedstawiono w tab. 1. W grupie gospodarstw odstawiających do 60 tys. litrów mleka poziom OLD malał wraz ze zwiększającą się wielkością produkcji ($p \leq 0,01$). W gospodarstwach większych, produkujących powyżej 60 tys. litrów mleka, ogólna liczba drobnoustrojów była już na ustabilizowanym poziomie, przyjmując najniższą wartość w gospodarstwach produkujących powyżej 100 tys. litrów mleka. Spowodowane jest to dużą specjalizacją tych gospodarstw i rygorystycznym przestrzeganiem wymogów sanitarno-higienicznych w pozyskiwaniu i przechowywaniu mleka. Podobną zależność pomiędzy wielkością produkcji a jakością skupowanego mleka stwierdzono na Pod-

lasiu, gdzie wraz ze wzrostem ilości dostarczanego mleka z 10 do 50 dm³ dziennie zwiększał się udział mleka w klasie ekstra z 26% do 56%, a w przypadku mleka dostarczanego w ilości ponad 50 dm³ dziennie 78% i 18% stanowiło odpowiednio klasę ekstra i I (10). Fakt, że mleko pochodzące z gospodarstw o najmniejszej dostawie do mleczarni jest mlekiem o najniższej jakości mikrobiologicznej potwierdzają także badania innych autorów (12, 15).

Porównując średnie arytmetyczne dla zanieczyszczenia bakteryjnego mleka pochodzącego z różnych systemów doju stwierdzono, że największą liczbę drobnoustrojów zawierało mleko pochodzące z doju ręcznego, tj. 1039 tys./cm³, zaliczane w większości do mleka pozaklasowego i dalej kolejno: z doju bańkowego (280 tys./cm³), zaliczane do klasy I, oraz z doju przewodowego (74 tys./cm³) i z hal udojowych (35 tys./cm³), zaliczane do klasy ekstra. Wszystkie różnice określone pomiędzy badanymi systemami były statystycznie istotne ($p \leq 0,01$). Podobny wpływ systemu doju na jakość mikrobiologiczną mleka stwierdzili także inni autorzy, określając średnią zawartość bakterii przy doju przewodowym na 71 tys./cm³, a bańkowym – na 869 tys./cm³ (20). Przyczyną uzyskania lepszej jakości mikrobiologicznej mleka z doju przewodowego jest m.in. większa skuteczność automatycznego, pełnego programu mycia i dezynfekcji dojarek przewodowych niż ręcznego mycia dojarek bańkowych (6, 7, 24).

Istotny ($p \leq 0,01$) wpływ na OLD badanego mleka miały również badane systemy schładzania. Największą liczbę bakterii zawierało mleko schładzane zimną wodą (916 tys./cm³), zaliczane w większości do mleka pozaklasowego i do II klasy, a najniższą mleko schładzane w zbiornikach stacjonarnych z odzyskiem ciepła (59 tys./cm³). Mleko to w całości stanowiło klasę ekstra. Średnia zawartość drobnoustrojów w mleku chłodzonym w schładzalnikach bańkowych wynosiła 410 tys./cm³ (kl. I), a w zbiornikach stacjonarnych bez odzysku ciepła – 265 tys./cm³ (kl. ekstra i I), co jest zgodne z wynikami badań innych autorów (8, 12).

Analizując wpływ systemu odbioru mleka stwierdzono największą liczbę drobnoustrojów w mleku z konwi „przy drodze” (ponad 1 mln/cm³), a najmniejszą w mleku pochodzącym z odbioru bezpośredniego. (ok. 60 tys./cm³). Różnice w zawartości drobnoustrojów okazały się statystycznie istotne ($p \leq 0,01$).

Stwierdzono również istotny ($p \leq 0,01$) wpływ pory roku i roku kalendarzowego na jakość mikrobiologiczną pozyskiwanego surowca. Mleko wyprodukowane w okresie jesienno-zimowym zawierało mniejszą liczbę drobnoustrojów. Pośredni wpływ pory roku na wzrost drobnoustrojów w mleku poprzez temperaturę, wilgotność względną powietrza i jakość zadawanych pasz potwierdzają wyniki szeregu badań (4, 7, 10, 24).

W przeprowadzonych badaniach wykazano istotny wpływ wielkości produkcji oraz systemu doju na kon-

Tab. 1. Wpływ czynników doświadczalnych na ogólną liczbę drobnoustrojów i liczbę komórek somatycznych w 1 cm³ mleka (logarytm naturalny)

Czynnik	OLD		LKS	
	LSM	SE	LSM	SE
Roczna wielkość produkcji mleka (tys. l.)				
< 5	12,96 A	0,02	12,75 aA	0,03
5-20	11,53 B	0,02	12,94 bAD	0,03
20-40	11,28 C	0,02	11,98 B	0,03
40-60	11,17 C	0,02	11,93 B	0,03
60-80	10,72 D	0,02	12,36 C	0,03
80-100	10,73 D	0,02	12,26 C	0,03
100-150	10,71 D	0,02	12,66 AE	0,03
Rok kalendarzowy				
2000	11,41 A	0,01	12,39	0,02
2001	11,25 B	0,01	12,47	0,02
2002	11,24 B	0,01	12,38	0,02
System doju				
ręczny	13,38 A	0,03	13,36 A	0,03
bańkowy	12,11 B	0,03	12,51 aB	0,03
przewodowy	11,05 C	0,03	12,72 bB	0,03
hale udojowe	10,19 D	0,10	12,86 bB	0,10
Rok kalendarzowy				
2000	11,91 aA	0,03	12,98	0,03
2001	11,69 b	0,03	12,84	0,03
2002	11,45 aB	0,03	12,77	0,03
System schładzania				
zimna woda	13,45 A	0,03	-	-
chłodziarki bańkowe	12,56 B	0,03	-	-
schładzalniki stacjonarne w gosp.	11,43 C	0,03	-	-
schładzalniki stacj. z odzysk. ciepła	10,45 D	0,03	-	-
Rok kalendarzowy				
2000	12,18 A	0,02	-	-
2001	11,84 B	0,02	-	-
2002	11,89 B	0,02	-	-
System odbioru				
konwie „z drogi”	12,83 A	0,01	-	-
punkty skupu	12,27 B	0,01	-	-
odbior bezpośredni	11,48 C	0,01	-	-
Pora roku				
wiosna-lato	12,39 A	0,01	12,94 a	0,01
jesień-zima	11,97 B	0,01	12,80 b	0,01
Rok kalendarzowy				
2000	12,23	0,01	-	-
2001	12,19	0,01	-	-
2002	12,11	0,01	-	-

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

centrację komórek somatycznych w pozyskiwanym surowcu. W mleku pochodzącym z gospodarstw odstawiających mleko w ilości do 60 tys. litrów liczba komórek somatycznych malała wraz ze wzrostem produkcji ($p \leq 0,01$, $p \leq 0,05$). Potwierdzają to także dane piśmiennictwa. W przypadku gospodarstw, w których utrzymywane są 1-2 krowy, odpowiednim czynnikiem za wzrost koncentracji komórek somatycznych jest bardzo często nieświadomość hodowcy, niezauważanie stanów chorobowych wymienia lub świadome nieleczenie krów chorych z powodów ekonomicznych (5, 15). W niniejszych badaniach, w mleku dostarczonym w ilościach powyżej 40 tys. litrów liczba komórek somatycznych utrzymywała się na poziomie klasy ekstra, jednak począwszy od poziomu produkcji powyżej 60 tys. litrów zaobserwowano ponowny wzrost liczby elementów komórkowych, których w mleku z gospodarstw największych, produkujących ponad 100 tys. litrów, było średnio 371 tys./cm³. Taka liczba komórek w mleku zbiorczym świadczy o licznych podklinicznych stanach zapalnych w stadzie krów (17). Podobne zależności wykazali także inni autorzy (4, 11, 23). W warunkach polskich o liczbie komórek somatycznych w pewnym stopniu decyduje także forma własności gospodarstwa. W większych stadach zatrudniani są pracownicy najemni, którzy są mniej zaangażowani w wykonywaną pracę, natomiast właściciele kilkunastu krów, znając swoje stado, starają się żeby mleko od krów podejrzanych o stan zapalny nie trafiało do mleczarni (5).

Analizując wpływ systemu doju na liczbę komórek somatycznych stwierdzono, że najczęściej ich występuje w mleku pozyskiwanym w doju ręcznym ($p \leq 0,01$). Istotnie wyższa,

w porównaniu z mlekiem z doju ręcznego, była jakość cytologiczna surowca z gospodarstw wyposażonych w mleczne systemy przewodowe i hale udojowe ($p \leq 0,01$), tylko nieznacznie ustępując mleku pozyskanemu z doju bańkowego ($p \leq 0,05$). Podobnie jak w przypadku jakości mikrobiologicznej, mniej LKS zawierało mleko skupione w okresie jesienno-zimowym ($p \leq 0,05$). Wpływ wymienionych czynników, w szczególności doju ręcznego, na koncentrację komórek somatycznych w mleku, koresponduje z wynikami badań innych autorów (4, 15). Podkreślany jest natomiast korzystny wpływ zaawansowania technicznego sprzętu udojowego umożliwiającego optymalne dostosowanie warunków doju do fizjologii gruczołu mlekowego oraz częstotliwość kontroli jego sprawności na tę cechę jakości higienicznej mleka (8, 13, 24).

Podsumowując można stwierdzić, że najwyższej jakości mikrobiologicznej mleko pozyskiwano w gospodarstwach produkujących rocznie powyżej 60 tys. litrów mleka, wyposażonych w mleczne systemy przewodowe i hale udojowe, posiadające nowoczesne urządzenia do schładzania mleka i z bezpośrednim odbiorem surowca. Natomiast mleko o najniższej zawartości elementów komórkowych uzyskiwano w fermach produkujących od 20 do 60 tys. litrów mleka. Niepokojący jest fakt wysokiej koncentracji komórek somatycznych w dużych, wyspecjalizowanych gospodarstwach, produkujących powyżej 100 tys. litrów mleka rocznie. Powinno to mobilizować do zwracania baczniejszej uwagi na stan zdrowotny wymion w tych stadach. Pozytywnym zjawiskiem jest natomiast potwierdzona statystycznie tendencja produkowania z roku na rok mleka o coraz wyższej jakości higienicznej.

Piśmiennictwo

1. Ali A. K. A., Shook G. E.: An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *J. Dairy Sci.* 1980, 63, 487-490.
2. Anon.: Lista zakładów mleczarskich z prawem segregacji mleka. Nowy Plon 2003, 4, 3-4.
3. Anon.: SAS[®] User's Guide: Statistics. Version 5 Edition, SAS Inst., Cary, NC 1996.
4. Borkowska D., Januś E.: Wpływ cech budowy zewnętrznej wymion na liczbę komórek somatycznych w mleku krów czarno-białych. *Przegl. Mlecz.* 2002, nr 12, 563-565.
5. Brzozowski P., Ludwiczak K., Zdziarski K.: Liczba komórek somatycznych w mleku krów. *Zesz. Nauk. PTZ. Chów i Hodowla Bydła* 2000, 51, 83-89.
6. Fadl-El-Moula A. A.: Investigations of factors affecting the udder health status of dairy cows in Thuringia. Praca dokt. Univ., Halle 2002.
7. Fahr R.-D.: Notwendigkeit und Grenzen der Züchtung auf Milchinhaltsstoffe und Milchqualität. *Arch. Tierz.* 2002, 45, 51-59.
8. Fahr R.-D., Süß R.: Qualitätsaspekte in der Milcherzeugung – Merkmale, Einflüsse und tierärztliche Besonderheiten. Tagung „Qualität von Futtermitteln und Tierischen Primärprodukten“, Halle 17-18 November 2000, s. 43-51.
9. Danków R.: Możliwości i sposoby ograniczania komórek somatycznych w mleku. [w:] *Produkcja mleka na potrzeby artykułów eksportowych do Unii*. Sparks Europe FAPA, KSM Gdynia 1999, s. 21-31.
10. Górska A., Litwińczuk Z., Niedziałek G.: Jakość mikrobiologiczna mleka surowego w rejonie Podlasia w zależności od wielkości dziennej produkcji. *Medycyna Wet.* 1998, 54, 690-691.
11. Kamieniecki K., Tietze M.: Warunki pozyskiwania mleka towarowego w gospodarstwach indywidualnych. *Zesz. Nauk. Przegl. Hod.* 2000, 51, 367-373.
12. Klossowska A., Malinowski E., Kuźma R.: Leczenie i profilaktyka mastitis jako element poprawy jakości higienicznej mleka. *Medycyna Wet.* 1996, 52, 700-704.
13. Neijenhuis F., Koning C. J. A. M., Klungel G., Barkema H. W., Hogeveen H.: The effects of machine milking on teat condition. *Proc. 51st Annual Meeting of the EAAP. Hague 21-24 August 2000*, s. 220.
14. Kovacs A. Z., Scholtz H., Teichmann S., Stefler J., Fahr R.-D., von Lengerken G.: Milk quantity and milk quality of several beef cattle breeds in different environmental conditions. *Proc. 52nd Annual Meeting of the EAAP. Budapest 26-29 August 2001*, s. 232.
15. Litwińczuk A., Gnyp J., Tomasiak M., Matuszak W.: Jakość mleka towarowego dostarczanego do punktu skupu w zależności od skali jego produkcji w gospodarstwie. *Zesz. Nauk. PTZ. Chów i Hod. Bydła* 2000, 51, 159-163.
16. Malinowski E.: Komórki somatyczne mleka. *Medycyna Wet.* 2001, 57, 13-16.
17. Malinowski E., Klossowska A., Kaczmarski M., Kotowski K., Nadolny M., Kuźma R.: Stan zdrowotny gruczołu mlekowego krów i czynniki etiologiczne mastitis w przypadkach wysokiej liczby komórek somatycznych w mleku zbiorczym. *Medycyna Wet.* 2003, 59, 128-132.
18. Murawski M.: Możliwości selekcji mleka w zakładach kategorii A i B1 po akcesji. *Przegl. Mlecz.* 2002, nr 12, 531-533.
19. Polska Norma: Mleko surowe do skupu, Wymagania i badania, PN-A-86002, 1999.
20. Sablik P., Szarkowski K., Czerniawska E., Kasica A.: Porównanie jakości higienicznej mleka przy doju bańkowym i przewodowym w gospodarstwie rolnym w Wiejkowie. *Zesz. Nauk. PTZ. Chów i Hod. Bydła* 2000, 51, 215-223.
21. Sawa A., Pivczyński D.: Komórki somatyczne a wydajność i skład mleka krów mieszańców cb x hf. *Medycyna Wet.* 2002, 58, 636-640.
22. Searle S. R.: Notes on variance components estimation: a detailed account of maximum likelihood and kindred methodology. Cornell Univ., Ithaca, NY 1979.
23. Sender G., Bagnicka E.: Wpływ wielkości stada, stosowania środków dezynfekcyjnych oraz rodzaju doju na liczbę komórek somatycznych. *Przegl. Hod.* 2000, 68, 46-47.
24. Skrzypek R.: Liczba komórek somatycznych w mleku zbiorczym w zależności od czynników organizacyjnych i technologicznych. *Medycyna Wet.* 2002, 58, 632-635.

Adres autora: dr inż. Romualda Danków, ul. Zakopiańska 47, 60-467 Poznań; e-mail: armleko@au.poznan.pl

GRAHAM D. A., GERMAN A., MAWHINNEY K., GOODALL E. A.: Odpowiedź humoralna u nieuodpornionego uprzednio bydła na dwie szczepionki zawierające inaktywowany wirus biegunki bydła oceniona w teście pośrednim i blokującym ELISA i w teście neutralizacji wirusa. (Antibody responses of naive cattle to two inactivated bovine viral diarrhoea virus vaccines measured by indirect and blocking ELISAs and virus neutralization). *Vet. Rec.* 152, 795-800, 2003 (26)

Badania przeprowadzono z dwiema grupami cieląt: grupa I liczyła 27, a grupa II – 26 osobników pochodzących ze stad wolnych od wirusa biegunki bydła (BDV). Grupę I zaszczepiono dwukrotnie w odstępach miesiąca szczepionką Bovilis opartą o szczep cytotacyjny C86 BDV, grupę II zaszczepiono szczepionką Bovidec opartą o niecytotacyjny szczep BDV. Nasilenie i charakter odporności humoralnej oceniono, badając surowice krwi i mleko w teście pośrednim ELISA, który umożliwiał wykrycie przeciwciał dla białek strukturalnych wirusa, w teście blokującym ELISA pozwalającym wykryć przeciwciała dla niestrukturalnego białka NS 2-3 oraz w teście neutralizacji wirusa. W obydwu szczepionych grupach zwierząt wykryto obecność przeciwciał testem pośrednim ELISA i testem neutralizacji wirusa. Maksymalne miano przeciwciał występowało w 5. tygodniu po podaniu drugiej dawki szczepionki. U 23 jałówek szczepionych Bovilis miano przeciwciał dla NS 2-3 było niskie. U 24 jałówek szczepionych Bovidec średnie miano przeciwciał nie przekraczało wartości przyjętej za miano dodatnie 5. tygodnia po szczepieniu. Przeciwciała występowały w jednej próbce surowicy krwi i w jednej próbce mleka. Test ELISA z mlekiem zbiorczym wypadł ujemnie po 12 tygodniach po podaniu drugiej dawki szczepionki.