

Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska, Centralne Laboratorium Aparaturowe
Katedra Etologii i Podstaw Technologii Produkcji Zwierzęcej Akademii Rolniczej w Lublinie

MARIA TIETZE, MAREK SZLACHTA, MONIKA BUDZYŃSKA,
ANNA SAWULSKA

*Wpływ sezonu i warunków przechowywania
na jakość higieniczną mleka spożywczego*

Influence of a Season and Storage Conditions on the Hygienic Quality of Food Milk

Wszechstronne wykorzystanie mleka w żywieniu ludzi i zwierząt stwarza potrzebę podniesienia jego jakości higienicznej. Wartość konsumpcyjna mleka i jego przydatność surowcowa do przetwórstwa zależy głównie od zanieczyszczeń bakteryjnych i chemicznych (1, 5). Jakość mikrobiologiczna uwarunkowana jest różnymi czynnikami, w tym głównie natury środowiskowej i może ona ulegać zmianom, które z reguły są niekorzystne (4, 5). W ogólnym spożyciu białka udział mleka i przetworów wynosi około 20%. Spożycie mleka w Polsce, łącznie z przeznaczonym na przetwórstwo, zmalało z 260 l w r. 1989 do około 200 l na 1 mieszkańca w r. 1997. Ilość i jakość produkowanego w Polsce mleka jest nadal niska i w większości nie odpowiada wymogom stawianym przez Polskie Normy (1, 2, 3, 6).

Celem pracy było określenie wpływu sezonu oraz warunków przechowywania na jakość higieniczną mleka spożywczego rozprowadzanego w sieci sklepów detalicznych Lublina.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem było mleko spożywcze pasteryzowane pakowane w torebki z folii polietylenowej, pochodzące z czterech spółdzielni mleczarskich: Lublin, Lubartów, Kraśnik i Piaski, zaopatrujących sieć detaliczną Lublina.

Mleko badano w okresie jego przydatności do spożycia zgodnie z terminem podanym przez producenta w dniu produkcji i w 24 godz. po dostarczeniu do sklepu. Badania przeprowadzono w okresie od kwietnia 1997 r. do października 1998 r. Łącznie wykonano 44 serie badań. Każdorazowo mierzona była temperatura powietrza, na której podstawie określano wpływ sezonu, czyli pory roku oraz czasu przechowywania (2 i 24 h) na zawartość drobnoustrojów mezofilnych, psychrotrofowych i miana *coli*. Ponadto określono ilość bakterii kwaszających i zawartość komórek somatycznych. Badania mikrobiologiczne przeprowadzono zgodnie z PN (7, 8). Wyniki zestawiono w tabelach i opracowano statystycznie na podstawie oprogramowania SPSPC.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Jakość higieniczna mleka surowego jest ważna szczególnie dla przemysłu mleczarskiego, bowiem od niej zależy uzyskiwanie dobrych produktów przeznaczonych do bezpośredniego spożycia, a także trwałość przetworzonych (5, 6).

Liczba i skład gatunkowy bakterii w mleku zależą od zdrowotności gruczołu mlekowego oraz higieny jego pozyskiwania (1, 5). Zanieczyszczenie bakteryjne mleka oceniane zawartością drobnoustrojów mezofilnych wahało się w granicach od $4,0 \cdot 10^3$ (Kraśnik) do $9,0 \cdot 10^8$ (Piaski) (tab. 1). Ogólna zawartość bakterii psychrotrofowych również wykazywała znaczne różnice: od $1,2 \cdot 10^5$ (Kraśnik) do $1,4 \cdot 10^8$ (Lublin). Najwyższą zawartość bakterii kwaszających, które są miarą świeżości mleka, zanotowano w mleku z Piask (2,6 $\cdot 10^7$), a najniższą w mleku z Kraśnika (7,2 $\cdot 10^3$). Miano *coli* badanych próbek mleka z terenu Lubelszczyzny wahało się w przedziale od 0 (nie stwierdzono obecności) w czterech próbach z Kraśnika poprzez 10^{-2} w 6 próbach z Lublina, przez 10^{-6} w kilkunastu próbach z Lublina, Lubartowa i Piask do 10^{-7} w pojedynczych próbach z Piask. W związku z wymaganiami jakościowymi wobec mleka spożywczego, sprecyzowanymi przez Polską Normę, maksymalna dopuszczalna liczba bakterii wynosząca $2,0 \cdot 10^5$ stawia dostarczane przez OSM Piaski, Lublin, Kraśnik i Lubartów mleko na niskim poziomie pod względem jakości higienicznej. Ta sama norma nie dopuszcza w mleku bakterii z grupy *coli*, zaś w badanych próbach stopień zanieczyszczenia pałeczką okrężnicy był bardzo wysoki.

Zawartość komórek somatycznych w mleku jest jednym z kryteriów diagnostycznych stanu zdrowotnego gruczołu mlekowego (10). Wydzielina zdrowego gruczołu może zawierać od kilkunastu do kilkuset tysięcy elementów komórkowych w 1 cm³, jednak za fizjologiczną granicę dla mleka krowiego przyjęto 400 tys. komórek somatycznych, przy czym im jest ich mniej, tym jakość i trwałość surowca jest wyższa. Obecnie ilość komórek somatycznych jest obok ogólnej liczby bakterii kryterium klasyfikacji mleka (8, 10). Należy podkreślić fakt, iż żadne zabiegi termiczne nie są w stanie wpłynąć na ich ilość. W badanych próbach mleka średnia

Tab. 1. Jakość higieniczna mleka spożywczego z różnych spółdzielni mleczarskich regionu lubelskiego w sezonie wiosennym (wartości średnie)

Hygienic quality of consumer milk from different dairy co-operatives in Lublin region in spring (mean values)

Cechy jakości		Lublin	Kraśnik	Lubartów	Piaski
Bakterie mezofilne (n)		$7,0 \cdot 10^7$ ^A	$4,0 \cdot 10^3$ ^A	$2,0 \cdot 10^8$ ^A	$9,0 \cdot 10^8$ ^B
Bakterie psychrotrofowe (n)		$1,4 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^6$	$7,9 \cdot 10^6$
Bakterie kwaszające	n	$3,0 \cdot 10^6$ ^A	$7,2 \cdot 10^3$ ^A	$1,0 \cdot 10^7$ ^A	$2,6 \cdot 10^7$ ^B
	%	42,8 ^B	25,0 ^A	0,0	43,2 ^B
Komórki somatyczne (n)		210 000	-	-	380 000
Miano <i>coli</i> (ilość prób)	0	-	4	-	-
	10^{-1}	-	-	-	-
	10^{-2}	6	-	-	-
	10^{-3}	-	-	-	-
	10^{-4}	1	-	-	-
	10^{-5}	4	-	-	-
	10^{-6}	5	-	4	2
	10^{-7}	-	-	-	2
	Razem	16	4	4	4
Temperatura otoczenia (°C)		19,7 ^B	10,0 ^A	25,0 ^C	20,0 ^B

^{A,B,C} Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$.

Tab. 2. Jakość higieniczna mleka spożywczego z Lublina w zależności od czasu przechowywania (wartości średnie)

Hygienic quality of consumer milk from Lublin depending on the storage time (mean values)

Cechy jakości		Czas przechowywania	
		2 godziny	24 godziny
Bakterie mezofilne (n)		$1,6 \cdot 10^7$	$8,0 \cdot 10^7$
Bakterie psychrotrofowe (n)		$4,1 \cdot 10^7$	$1,0 \cdot 10^8$
Bakterie kwaszające	n	$8,3 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^6$
	%	35,9	56,3
Komórki somatyczne (n)		170 000 ^A	270 000 ^B
Miano <i>coli</i> (ilość prób)	0	8	3
	10^{-1}	4	3
	10^{-2}	4	4
	10^{-3}	-	-
	10^{-4}	-	1
	10^{-5}	-	2
	10^{-6}	-	3
	10^{-7}	-	-
	Razem	16	16
Temperatura otoczenia (°C)		17,7	17,7

^{A,B} Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$.

Tab. 3. Jakość higieniczna mleka spożywczego z Lublina przechowywanego przez 2 godziny w zależności od sezonu (wartości średnie)
Hygienic quality of consumer milk from Lublin stored for 2 hours depending on the season (mean values)

Cechy jakości		Sezon	
		wiosna	jesień
Bakterie mezofilne (n)		$1,5 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^7$
Bakterie psychrotrofowe (n)		$8,2 \cdot 10^7$	$1,8 \cdot 10^3$
Bakterie kwaszające	n	$1,4 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^3$
	%	58,3	54,7
Komórki somatyczne (n)		160 000	180 000
Miano <i>coli</i> (ilość prób)	0	-	5
	10^{-1}	-	1
	10^{-2}	4	2
	10^{-3}	-	-
	10^{-4}	-	-
	10^{-5}	2	-
	10^{-6}	2	-
	10^{-7}	-	-
	Razem	8	8
Temperatura otoczenia (°C)		19,7 ^B	15,0 ^A

Objaśnienia jak w tab. 2.

Tab. 4. Jakość higieniczna mleka spożywczego z Lublina przechowywanego przez 24 godziny w zależności od sezonu (wartości średnie)
Hygienic quality of consumer milk from Lublin stored for 24 hours depending on the Season (mean values)

Cechy jakości		Sezon	
		wiosna	jesień
Bakterie mezofilne (n)		$1,2 \cdot 10^8$	$1,8 \cdot 10^7$
Bakterie psychrotrofowe (n)		$2,1 \cdot 10^8$	$1,8 \cdot 10^3$
Bakterie kwaszające	n	$4,5 \cdot 10^6$	$6,3 \cdot 10^3$
	%	40,9	30,9
Komórki somatyczne (n)		260 000	270 000
Miano <i>coli</i> (ilość prób)	0	-	3
	10^{-1}	-	3
	10^{-2}	2	2
	10^{-3}	-	-
	10^{-4}	1	-
	10^{-5}	2	-
	10^{-6}	3	-
	10^{-7}	-	-
	Razem	8	8
Temperatura otoczenia (°C)		19,7 ^B	15,0 ^A

Objaśnienia jak w tab. 2.

zawartość elementów komórkowych oscylowała w granicach 300 tys. w 1 cm^3 i mieściła się w dopuszczalnym limicie obowiązujących norm.

W tab. 2 przedstawiono wyniki oceny jakości mikrobiologicznej mleka spożywczego przechowywanego przez 2 godz. oraz przez 1 dobę. Różny czas przetrzymywania mleka nie wpłynął istotnie na liczbę drobnoustrojów mezofilnych, których średnia ilość oscylowała wokół 10^7 , z wahaniami od 10^4 do 10^8 po 2 godz. oraz od 10^3 do 10^7 po 24 godz. przechowywania. Średnia zawartość mikroflory psychrotrofowej była wyższa w mleku dłużej przechowywanym (rzędu 10^8) niż w mleku przechowywanym krótko (rzędu 10^7), z wahaniami 10^2 do 10^8 . Niewłaściwa temperatura przetrzymywania mleka wpłynęła niekorzystnie na ilość bakterii kwaszących, bowiem mleko przetrzymywane dłużej zawierało o około 20% więcej tych drobnoustrojów niż mleko świeże. Średnia zawartość komórek somatycznych w badanym mleku nie przekraczała 200 tys., natomiast czas przechowywania miał statystycznie istotny ($P \leq 0,05$) wpływ na ich ilość. Obecność bakterii z grupy *coli* w analizowanych próbach mleka mogła być spowodowana wtórnym jego zanieczyszczeniem, którego przyczyną mogło być niedokładne umycie aparatury do napełniania mleka lub nieodpowiednie przechowywanie folii polietylenowej, stosowanej do jego pakowania (5, 6).

Bakterie z grupy *coli* zdolne są między innymi do rozkładu białek i mogą rozwijać się w mleku w dość dużym zakresie temperatur, powodując wyjątkowo nieprzyjemny zapach, a ponadto mogą stanowić potencjalne źródło infekcji konsumenta (5). Uzyskane wyniki badań własnych potwierdzają prace K i s z y i wsp. (1), K r z y ż a n o w s k i e g o i wsp. (2) i P e ł c z y Ń s k i e j (6).

Wyniki sezonowej oceny jakości higienicznej mleka z Lublina o różnym czasie przechowywania przedstawiono w tabelach 3 i 4. Średnia zawartość bakterii mezofilnych w mleku przechowywanym przez 2 godziny nie przekraczała 10^7 , bez względu na porę roku (tab. 3). Wiosną i jesienią średnia ilość tych bakterii była podobna, różniła się tylko odchyleniami standardowymi. Wyższe zanieczyszczenie odnotowano wiosną: od 10^4 do 10^7 . Wpływ temperatury okazał się bardzo wyraźny w przypadku zawartości mikroflory psychrotrofowej. Mleko w sezonie wiosennym było bardziej zanieczyszczone niż w sezonie jesiennym. Średnie zanieczyszczenie mleka jesiennego było niższe o 4 rzędy wielkości w porównaniu z mlekiem z sezonu wiosennego. Podobne rezultaty zanotowano w rozpiętości wyników: od 10^2 do 10^9 jesienią oraz od 10^5 do 10^8 wiosną.

Cechą bakterii psychrotrofowych jest zdolność do szybkiego rozwoju w temperaturach niskich: 7°C i poniżej, niezależnie od optymalnej temperatury wzrostu. Rezerwuarem ich jest powierzchnia wymion, strzyki, a przede wszystkim brudny sprzęt i zanieczyszczona woda. Powodują one obniżenie jakości i przydatności mleka przez szybką lipo- i proteolizę (1, 4, 5, 9). W badaniach własnych ich ilość

była wysoka rzędu 10^7 (tab. 3) w sezonie wiosennym. Normatywną ilość stwierdzono w miesiącach jesiennych. Obniżenie temperatury do 4°C i poniżej zmniejsza dynamikę ich rozwoju.

W badaniach własnych odsetek bakterii kwaszących był na zbliżonym poziomie i nie przekraczał średnio 60%. Sezon nie miał wpływu na ilość tych bakterii w badanym mleku. Brak różnic zanotowano w odniesieniu do zawartości komórek somatycznych, których ilość była na poziomie poniżej 200 tys./ 1 cm^3 , czyli sprzedawane mleko konsumpcyjne pod względem zawartości komórek somatycznych było w normie, a różnica temperatury powietrza wynosiła $4,7^{\circ}\text{C}$.

Stopień zanieczyszczenia mleka konsumpcyjnego *E. coli* był wyższy w sezonie wiosennym przy $4,7^{\circ}\text{C}$ różnicy temperatur powietrza. Przedstawione wyniki dowodzą istotnego wpływu temperatury na jakość higieniczną mleka.

W mleku z Lublina przechowywanym przez 24 godz. (tab. 4) średnia zawartość bakterii mezofilnych w sezonie wiosennym była wyższa w porównaniu z jesiennym o jeden rząd wielkości, z odchyleniami od 10^4 do 10^8 wiosną oraz od 10^4 do 10^7 jesienią. Bardzo wyraźne różnice, o 5 rzędów wielkości, wystąpiły w zawartości drobnoustrojów psychrotrofowych w sezonie wiosennym i jesiennym. Uzyskane wyniki badań własnych potwierdzają istotny wpływ pory roku na ilość bakterii psychrotrofowych, podobnie jak badania Kiszy i wsp. (1), Kurka (3), Molskiej (5) i Pełczyńskiej (6). Odsetek bakterii kwaszących był o 10% niższy w mleku jesiennym niż wiosennym, ale w żadnym przypadku nie przekraczał wartości 41%. Bakterie kwaszące to przede wszystkim paciorkowce mlekowe. Dostają się do mleka z urządzeń udojowych, sprzętu do doju i podczas magazynowania mleka. Rozmnażają się intensywnie w czasie przetrzymywania mleka w temperaturze pokojowej, powodując destabilizację kazeiny. Nieschłodzone mleko po kilkunastu godzinach może ich zawierać kilka milionów w 1 cm^3 (3, 5, 6, 9). W badanym mleku średnia zawartość komórek somatycznych nie przekraczała 300 tys. w 1 cm^3 i nie odnotowano zasadniczych różnic sezonowych. Natomiast miano *coli* wykazywało zróżnicowanie sezonowe i było wyższe w sezonie wiosennym, kiedy 8 prób mleka było ponadnormatywnych. Wyniki badań przeprowadzonych przez Kiszę i wsp. (1), Krzyżanowskiego i wsp. (2) i Molską (5) dowodzą, że w ponad połowie badanych przez nich prób mleka miano *coli* było wyższe niż dopuszcza Polska Norma. Na jakość higieniczną mleka zdaniem różnych autorów (3, 4, 5, 6) wpływa także temperatura. Mleko pasteryzowane o wysokiej jakości mikrobiologicznej może mieć długą trwałość tylko przy zapewnieniu niskich chłodniczych temperatur w czasie przechowywania i dystrybucji. Wzrost temperatury o 2°C powoduje dwukrotnie szybsze pogorszenie się jakości mleka. Zwiększenie temperatury mleka powyżej $6-8^{\circ}\text{C}$ do momentu sprzedaży niweczy prawie cały poprzedni wysiłek związany z produkcją mleka pasteryzowanego i wydłużeniem

jego trwałości do powyżej 2-3 dni. Zgodnie z Polską Normą (7, 8) mleko pasteryzowane powinno być schładzane natychmiast po pasteryzacji poniżej 6°C, przechowywane i transportowane poniżej 8°C oraz przetrzymywane w punktach sprzedaży w temperaturze nie przekraczającej 10°C. Zdaniem konsumentów od kilku lat obserwuje się w naszym kraju stopniową poprawę jakości sprzedawanego mleka, co jest wynikiem poprawy ogólnej higieny środowiska, a także zdrowotności wymion, przy czym, jak wykazano w badaniach własnych, jakość mleka spożywczego pasteryzowanego jest nadal niska.

WNIOSKI

1. Jakość higieniczna mleka z terenu Lubelszczyzny była niska, wielkość zanieczyszczeń przekraczała dopuszczalne normy.
2. Czas przechowywania różnicował zawartość mikroflory psychrotrofowej, bakterii kwaszących i miano *coli* w mleku spożywczym.
3. Pora roku miała statystycznie istotny wpływ na ilość bakterii psychrotrofowych, kwaszących i miano *coli*. W mleku wiosennym ilość bakterii była istotnie wyższa niż w jesiennym.
4. Średnia zawartość komórek somatycznych w mleku spożywczym mieściła się w granicach ustalonych normą.

PIŚMIENNICTWO

1. K i s z a J., S t a n i e w s k i B., R o s i ń s k i P.: Jakość mleka w świetle norm krajowych i europejskich. Przegl. Hod., 4, 5-10, 1996.
2. K r z y ż a n o w s k i J., Ł o p u s z y ń s k i W., K r a k o w s k i L., S z c z u b i a r M.: Mleko przeznaczone do spożycia w świetle badań laboratoryjnych. Med. Wet., 49(1), 24-26, 1996.
3. K u r e k C.: Zootechniczno-weterynaryjne wskazania higienicznej produkcji mleka. Wyd. Laczpres, Warszawa 1988.
4. M a j e w s k i T.: Jakość sanitarno-higieniczna mleka surowego. Higienizacja Wsi, Wyd. AR Lublin, 1995.
5. M o l s k a J.: Mikroflora mleka – jej pochodzenie, znaczenie higieniczne i technologiczne. Mat. Konf. „Aktualne problemy jakości i higieny mleka”, Lublin 1995.
6. P e ł c z y ń s k a E.: Punkty zagrożenia higienicznego w uzyskaniu i przetwarzaniu mleka surowego na mleko spożywcze. Med. Wet., 51(7), 396-399, 1995.
7. P o l s k a N o r m a P N - 9 3 / A - 8 6 0 0 4. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne.
8. P o l s k a N o r m a P N - 9 5 / A - 8 6 0 0 2. Mleko surowe do skupu.
9. P o p i o ł e k M.: Jakość higieniczna mleka surowego z rejonów środkowo-wschodniej Polski o zróżnicowanym stopniu zanieczyszczenia środowiska. Praca doktorska, Lublin 1997.
10. T i e t z e M., M a j e w s k i T., S z y m a n o w s k a A.: The Content of Somatic Cells in Milk of Sheep and Goats in Poland. EAAP Publication 77, 349-357, 1996.

SUMMARY

The influence of a season and storage conditions on the hygienic quality of consumer milk distributed within the retail trade in Lublin in 1997-1998 was studied. The contents of mesophilic, psychrotrophic, souring bacteria, coli titre, and somatic cells were recorded in milk pasteurized and packed in polyethylene bags on the day of its production and 24 hours after delivery to market. It was found out that the hygienic quality of milk under study was low; microbiological impurity levels exceeded the accepted normatives. Both storage time and the season had a statistically significant effect on the amounts of the above items in food milk. Their mean level of somatic cells was within the range of accepted norms.