

Jakość i trwałość mleka pasteryzowanego w 84°C/19-22 s

MAŁGORZATA ZIARNO, IRENA MOLSKA*, MAGDALENA GRONCZYŃSKA

Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności Wydziału Technologii Żywności SGGW,
ul. Nowoursynowska 159c, 02-787 Warszawa

*Instytut Agrobiznesu z Informatyką Stosowaną Wydziału Ekonomii Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach,
Filia w Piotrkowie Trybunalskim, ul. Słowackiego 114-118, 97-300 Piotrków Trybunalski

Ziarno M., Molska I., Gronczyńska M.

Quality and shelf-life of milk pasteurized at 84°C/19-22s and free from post-pasteurization contamination

Summary

The aim of the study was to determine the quality and shelf-life of milk pasteurized at 84°C/19-22s, free from post-pasteurization contamination, and stored at 4°C or 6°C. The following groups of microorganisms were determined: total bacteria count, thermoresistant bacteria, psychrotrophic bacteria, caseolytic bacteria, lipolytic bacteria, *Bacillus cereus* counts, coliform bacteria, and mesophilic aerobic bacteria spores. Moreover, the acidity and milk protein stability were determined and sensory evaluation was carried out as well. The most sensitive of the used pasteurization parameters were coliform and psychrotrophic bacteria. Their absence in 1 cm³ of milk immediately after heat treatment indicated the absence of microbiological post-pasteurization contamination. It has been proved that the growth rate of microorganisms in pasteurized milk is slower and the shelf life of stored milk has been longer in 4°C than in 6°C. The changes in total bacteria count (mainly psychrotrophic, caseolytic and lipolytic bacteria) in milk were not observed before 7-14 days of storage at 4°C. The significant changes in total bacteria count were observed on the 21st day of storage at 4°C. Similar changes in total bacteria count were not observed on the 7th day of storage at 6°C, but those changes were significant on the 14th day of storage. In the sensory evaluation carried out immediately after heat treatment, milk samples had received a score 4.78 ± 0.22, on a ranking scale from 1 (the worst) to 5 (the best). After 21 days of storage in 4°C the mean scores were 4.53 ± 0.15, at 6°C – 4.38 ± 0.17. More significant changes of acidity were observed in milk samples stored at 6°C than in those stored at 4°C. Changes of milk protein stability were detected in one milk sample stored at 6°C for 21 days. This study has demonstrated that in Poland it is possible to produce highly pasteurized (at 84°C/19-22s) milk with at least 14 days of shelf life. The growth rate of microflora present in milk pasteurized at 84°C/19-22s was higher than in milk pasteurized at 74°C/19-22s and stored at the same low temperature.

Keywords: pasteurized milk, microbiological quality, shelf life of milk, contamination

Mleko spożywcze pasteryzowane zaliczane jest do produktów mleczarskich o krótkim okresie przydatności do spożycia ze względu na obecność drobnoustrojów zdolnych do rozwoju w niskiej temperaturze, jaka stosowana jest podczas jego przechowywania w zakładzie mleczarskim i w handlu. W ostatnich latach następuje systematyczne wydłużanie trwałości mleka pasteryzowanego m.in. dzięki poprawie jakości surowca, podniesieniu poziomu higieny produkcji i przestrzeganiu niskiej temperatury przechowywania. W wyniku tych przemian trwałość mleka pasteryzowanego w coraz większym stopniu zależy od dynamiki rozwoju drobnoustrojów pochodzących z surowca, które przeżyły proces pasteryzacji i stanowią nieuniknioną mikroflorę produktu końcowego.

W krajowym przemyśle mleczarskim bardzo często stosowana jest wysoka pasteryzacja mleka w temperaturze co najmniej 84°C z czasem przetrzymania 19-22 s,

która wykazuje większą skuteczność niszczenia drobnoustrojów w porównaniu z łagodną pasteryzacją w temperaturze 72-75°C/15-25 s. W związku z tym za cel niniejszej pracy przyjęto określenie stopnia przeżywalności różnych grup bakterii podczas pasteryzacji mleka w 84°C/19-22 s w warunkach laboratoryjnych oraz określenie jakości tego mleka po pasteryzacji i jego przydatności do spożycia podczas przechowywania w niskiej temperaturze.

Material i metody

Badania przeprowadzono na mleku zbiorczym (od stada 80 krów) z doju rannego, schłodzonym po doju do temperatury 4°C. W badaniach stosowano tylko takie mleko, które pod względem kwasowości miareczkowej i braku obecności substancji hamujących odpowiadało wymaganiom normy PN-A-86002:1995 (14). Pasteryzacja mleka była przeprowadzana w laboratoryjnym pasteryzatorze płytowym firmy Alfa-

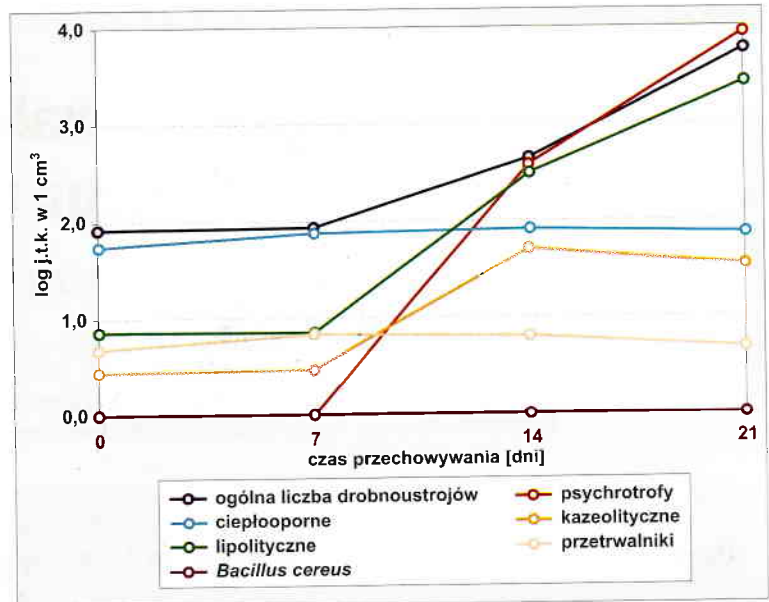
-Laval P-29HB z dołączonym przetrzymywaczem rurowym. Tuż przed ogrzewaniem mleka aparat odpowiednio myto i dezynfekowano. Mleko pasteryzowano w temperaturze 84°C przez 19-22 s i następnie z zachowaniem warunków jałowości pobierano porcje mleka do wyjałowionych szklanych butelek. Liczba butelek z mlekiem była taka, aby do każdej analizy użyć jednej butelki. Pobrane mleko schładzano w wodzie z lodem do odpowiedniej temperatury i przechowywano w chłodziarkach w temperaturze 4°C i 6°C ($\pm 0,5^\circ\text{C}$) przez 21 dni. W ten sposób przeprowadzono 4 serie doświadczeń.

Mleko surowe i mleko pasteryzowane (po określonym czasie jego przechowywania) poddawano analizom mikrobiologicznym. Oznaczano ogólną liczbę drobnoustrojów (10), liczbę bakterii psychrotrofowych, po inkubacji posiewów w 6,5°C/10 dni (11), liczbę bakterii z grupy coli (12), liczbę *Bacillus cereus* (13). Ponadto metodami opisanymi w piśmiennictwie (1, 2) oznaczano: liczbę bakterii kazeolitycznych (agar wodny 2% z dodatkiem 10% sterylizowanego mleka odtłuszczonego; inkubacja w 30°C/72 h; liczono kolonie, wokół których widoczna była strefa hydrolizy kazeiny), bakterii lipolitycznych, czyli rozkładających tributyrinę (pożywka Tributyrin Agar, Merck; inkubacja w 30°C/72 h; liczono kolonie, wokół których powstały strefy przejaśnienia), liczbę bakterii ciepłoopornych (po uprzednim ogrzaniu mleka w 63°C przez 30 min.; pożywka i warunki inkubacji jak dla ogólnej liczby drobnoustrojów; liczono wszystkie wyrosłe kolonie), liczbę przetrwalników mezofilnych bakterii tlenowych (po uprzednim ogrzaniu mleka w 80°C przez 10 min.; pożywka i warunki inkubacji jak dla ogólnej liczby drobnoustrojów). Ponadto w mleku surowym i pasteryzowanym oznaczano rutynowymi metodami kwasowość miareczkową i czynną oraz wykonywano pojedynczą i podwójną próbę alkoholową. Mleko pasteryzowane poddawano ocenie sensorycznej 5-punktowej w zespole 3-5 osób.

Otrzymane wyniki analiz mikrobiologicznych poddano analizie statystycznej stosując test Studenta, który umożliwił obliczenie wartości p (p-value).

Wyniki i omówienie

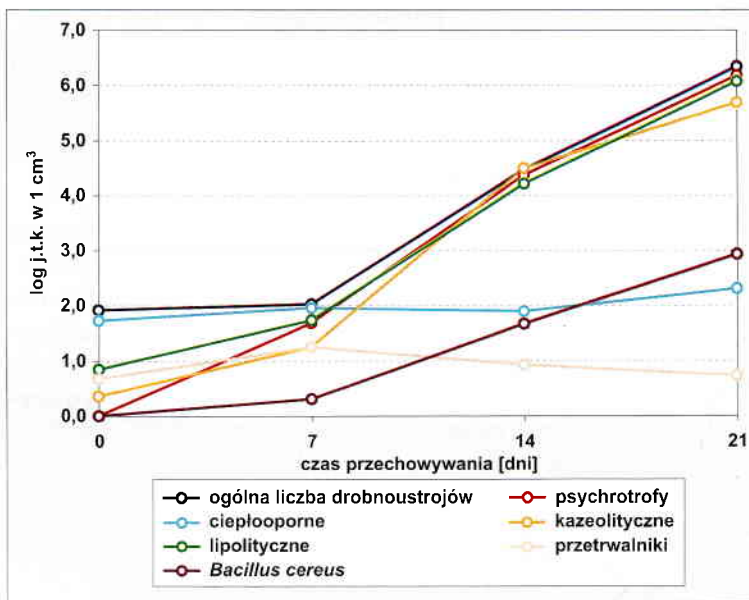
W niniejszych doświadczeniach użyto mleka surowego o jakości takiej samej, jak we wcześniejszych badaniach dotyczących jakości i trwałości mleka pasteryzowanego systemem HTST w temperaturze 74°C przez 19-22 s (19). Ogólna liczba drobnoustrojów w mleku surowym wynosiła średnio $1,0 \times 10^5$ j.t.k./cm³ (wahania od $4,0 \times 10^4$ j.t.k./cm³ do $4,3 \times 10^5$ j.t.k./cm³) i pod tym względem mleko spełniało aktualne wymagania dla mleka surowego do skupu (14). Największy udział w ogólnej liczbie drobnoustrojów miały bakterie psychrotrofowe (obecne w liczbie od $1,2 \times 10^4$ j.t.k./cm³ do $2,5 \times 10^5$ j.t.k./cm³), co jest charakterystyczne dla mleka surowego pozyskiwanego podczas doju mechanicznego i przetrzymywanego w warunkach chłodniczych jeszcze przed przerobem. Nieco mniejszy udział w mikroflorze mleka surowego miały bakterie kazeolityczne (liczby od $4,9 \times 10^3$ j.t.k./cm³ do $1,1 \times 10^5$ j.t.k./cm³), lipolityczne (od $4,0 \times 10^3$ j.t.k./cm³ do $1,0 \times 10^4$ j.t.k./cm³) i ciepłooporne (od $1,3 \times 10^2$ j.t.k./cm³ do $1,2 \times 10^4$ j.t.k./cm³). Należy podkreślić, że liczba bak-



Ryc. 1. Zmiany liczby wybranych grup bakterii w mleku pasteryzowanym w 84°C/19-22 s i przechowywanym w 4°C

terii ciepłoopornych nie zależała od ogólnej liczby drobnoustrojów obecnych w surowcu. Średnia liczba bakterii z grupy coli wynosiła $8,7 \times 10^1$ j.t.k./cm³, a przetrwalników bakterii tlenowych mezofilnych $7,6 \times 10^0$ j.t.k./cm³. Bakterie z gatunku *Bacillus cereus* występowały w 3 próbkach mleka surowego (liczby od 0,5 j.t.k./cm³ do 3,0 j.t.k./cm³); w jednej próbce były nieobecne w 5 cm³. Średnia kwasowość miareczkowa mleka wynosiła 6,53°SH \pm 0,15°SH, średnia kwasowość czynna (pH) 6,65 \pm 0,04.

Ogólna liczba drobnoustrojów w tym mleku bezpośrednio po pasteryzacji (ryc. 1) wynosiła średnio $1,0 \times 10^2$ j.t.k. w 1 cm³ (wahania $5,5 \times 10^1$ - $2,2 \times 10^2$ j.t.k. w 1 cm³) i była statystycznie istotnie mniejsza ($p \leq 0,05$) niż w mleku surowym. Potwierdzono znane zjawisko małej oporności termicznej bakterii z grupy coli i większości bakterii psychrotrofowych (3, 4, 5, 8, 19). W zastosowanych warunkach pasteryzacji mleka zostało zniszczonych 99,80-99,98% drobnoustrojów, w tym bakterie psychrotrofowe i *Bacillus cereus* w takim stopniu, że nie stwierdzano ich obecności w 1 cm³ mleka bezpośrednio po obróbce termicznej. Liczba bakterii lipolitycznych i proteolitycznych zmniejszyła się o 2-3 rzędy wielkości i wyniosła poniżej 20 j.t.k. w 1 cm³. Bakterie ciepłooporne wykazały największą oporność termiczną i stanowiły główną grupę mikroflory mleka pasteryzowanego (średnio $5,8 \times 10^1$ j.t.k./cm³). Potwierdzono znany fakt, że stopień zniszczenia mikroflory podczas pasteryzacji mleka zależy od składu ilościowego i jakościowego drobnoustrojów obecnych w surowcu mleczarskim oraz temperatury pasteryzacji (6, 8). W niniejszych badaniach ogólna liczba drobnoustrojów w mleku bezpośrednio po pasteryzacji w 84°C/19-22 s była o około 2 rzędy wielkości mniejsza niż w mleku pasteryzowanym systemem HTST (19). Kwasowość ogólna mleka bezpośrednio po pasteryzacji zawierała się w granicach 6,60-7,00°SH, zaś pH 6,60-6,67.



Ryc. 2. Zmiany liczby wybranych grup bakterii w mleku pasteryzowanym w 84°C/19-22 s i przechowywanym w 6°C

Nie stwierdzono ścięcia próbek mleka w obu próbach alkoholowych. W ocenie sensorycznej bezpośrednio po pasteryzacji mleko uzyskało średnio $4,78 \pm 0,22$ punktów.

Zagadnieniem istotnym dla trwałości mleka pasteryzowanego jest charakterystyka dynamiki rozwoju poszczególnych grup drobnoustrojów, które pozostają w mleku po pasteryzacji. Na ryc. 1 przedstawiono zmiany liczb badanych grup drobnoustrojów w mleku przechowywanym w temperaturze 4°C. Po 7 dniach przechowywania zmiany te nie nastąpiły, lecz w okresie 7-14 zwiększyły się liczby niektórych grup drobnoustrojów (bakterii lipolitycznych, psychrotrofowych i kazeolitycznych), ale maksymalnie do około 10^3 j.t.k. w cm^3 . W przypadku ogólnej liczby drobnoustrojów, zmiany te były statystycznie nieistotne ($p > 0,05$). Dopiero po 21 dniach przechowywania mleka zwiększenie ogólnej liczby drobnoustrojów było statystycznie istotne ($p \leq 0,05$), a liczba ich wynosiła w poszczególnych próbkach od $4,0 \times 10^2$ do $8,7 \times 10^4$ j.t.k. w cm^3 . W związku z wydłużaniem okresu przydatności do spożycia pasteryzowanego mleka nasuwa się pytanie, jakie grupy bakterii rozwijają się w niskiej temperaturze i ograniczają trwałość mleka. Zagadnienie to jest aktualne szczególnie w obecnych warunkach krajowych w powiązaniu ze znaczną poprawą jakości surowca i higieny produkcji. Rozwój poszczególnych badanych grup drobnoustrojów był zróżnicowany, podobnie jak w mleku pasteryzowanym systemem HTST, omówionym w poprzednich badaniach (19). Interesujący jest dynamiczny rozwój bakterii psychrotrofowych, tak że ich liczba po 21 dniach przechowywania mleka była większa niż ogólna liczba drobnoustrojów, która reprezentuje głównie drobnoustroje mezofilne. Zbliżona do niej była liczba bakterii lipolitycznych. Inne grupy bakterii rozwijały się wolniej (kazeolityczne) lub wcale (ciepłooporne, *B. cereus*). *B. cereus* nie rozwijał się w tempe-

raturze 4°C przez 21 dni przechowywania, mimo że niektórzy autorzy wskazują na możliwość wzrostu (powolnego) niektórych szczepów *B. cereus* w tej temperaturze (5, 9). Warto przy tej okazji zasignalizować wykrycie u *B. cereus* specyficznych substancji, tzw. białek szoku zimnego, umożliwiających temu drobnoustrojowi adaptację do coraz niższych temperatur. *B. cereus* powszechnie występuje w mleku krajowym i stanowi też stały składnik mikroflory mleka pasteryzowanego (7, 9). W mleku przechowywanym przez 21 dni w 4°C na niezmiennym poziomie pozostała liczba przetrwalników bakterii mezofilnych. W żadnej próbce przechowywanego mleka nie stwierdzono obecności w 1 cm^3 bakterii z grupy coli, co świadczy o braku mikrobiologicznych zanieczyszczeń po pasteryzacji. Kwasowość ogólna mleka przechowywanego przez 21 dni w 4°C wynosiła 6,6-7,0°SH, kwasowość czynna pH 6,6-6,7. W badanych próbkach nie stwierdzono ścięcia mleka w obu próbach alkoholowych. W ocenie sensorycznej mleko przechowywane przez 14 dni uzyskało od 4,2 do 4,7 punktów.

W mleku przechowywanym w temperaturze 6°C (ryc. 2), ogólna liczba drobnoustrojów nie zmieniała się w ciągu 7 dni, a po 7-14 dniach zwiększyła się o około 3 rzędy wielkości i był to wzrost statystycznie istotny ($p \leq 0,05$). Po 21 dniach przechowywania mleka w temperaturze 6°C liczba ta była większa o ponad 4 rzędy wielkości od wartości początkowej i zawierała się w granicach $1,9 \times 10^5$ - $5,6 \times 10^7$ j.t.k. w cm^3 . Najsilniej rozwijały się bakterie psychrotrofowe, które dominowały w mikroflorze mleka już od 7. dnia przechowywania oraz bakterie lipolityczne i kazeolityczne. W miarę upływu czasu przechowywania mleka stwierdzono w obserwacjach mikroskopowych, zwiększanie się udziału bakterii przetrwalnikujących, a nawet ich dominację w ogólnej liczbie drobnoustrojów i wśród bakterii psychrotrofowych. Na uwagę zasługuje dynamiczny rozwój *B. cereus* już po 7 dniach przechowywania mleka. Po 21 dniach jego liczba w poszczególnych próbkach mleka wynosiła od $6,0 \times 10^0$ do $4,0 \times 10^5$ j.t.k. w cm^3 . Kwasowość ogólna mleka przechowywanego przez 21 dni w 6°C wyniosła 6,60-8,80°SH, natomiast pH 6,36-6,76. Podwyższoną kwasowość mleka stwierdzono tylko w jednej próbce o ogólnej liczbie mikroflory $5,6 \times 10^7$ j.t.k. w cm^3 . W próbce tej nastąpiło także ścięcie mleka w obu próbach alkoholowych, natomiast w pozostałych – próby te nie wykazały ścięcia mleka. W ocenie sensorycznej mleko przechowywane w 6°C przez 21 dni oceniono pod względem zapachu (z wyjątkiem próbki, w której nastąpiło ścięcie w próbach alkoholowych i którą zdyskwalifikowano) na 4,2-4,6 punktów, natomiast (spodziewając się dużej liczb drobnoustrojów, w tym *B. cereus*), nie oceniano jego smaku. Biorąc pod uwagę tylko zapach stwierdzono niewielkie zmiany (4,0 punkty) w porównaniu z zapachem mleka bezpośrednio po pasteryzacji.

Wykazano wyższą dynamikę rozwoju drobnoustrojów i krótszą trwałość mikrobiologiczną mleka przechowywanego w 6°C niż w 4°C. W innych badaniach własnych (17, 19) wykazano, że dopuszczalna do niedawna przy przechowywaniu mleka pasteryzowanego temperatura 8°C, często utrzymywana też w chłodziarkach domowych, zwiększa dynamikę rozwoju obecnych w nim drobnoustrojów i znacznie obniża trwałość mleka w porównaniu z temperaturą 6°C. Przydatność do spożycia mleka pasteryzowanego jest ustalana przez producentów z zastosowaniem obowiązującej temperatury przechowywania produktów. Obecnie w Polsce, tak jak i w innych krajach Unii Europejskiej, temperatura przechowywania mleka pasteryzowanego nie może być wyższa niż 6°C (Dyrektywa 92/46 EEC). W praktyce krajowej, deklarowana przez producentów przydatność do spożycia mleka pasteryzowanego wynosi kilkanaście dni, sporadycznie do 2 tygodni. Dzięki przestrzeganiu wysokiej higieny produkcji oraz braku drobnoustrojów pochodzących z zanieczyszczeń po pasteryzacji, jakość mikrobiologiczna mleka jest coraz lepsza, a jego trwałość coraz dłuższa. Należy podkreślić, że ze względu na fakt przystosowywania się drobnoustrojów do rozwoju w niskiej temperaturze, obowiązująca temperatura przechowywania produktów musi być co pewien czas obniżana. Okazuje się, że nie wszystkie grupy drobnoustrojów obecne w mleku po pasteryzacji rozwijają się. Należy przede wszystkim wymienić bakterie ciepłooporne, które dominują w mikroflorze mleka bezpośrednio po obróbce termicznej w temperaturze 84°C/19-22 s. Warto również zauważyć, że dynamika rozwoju pozostałych grup drobnoustrojów jest silniejsza w mleku pasteryzowanym wysoko (w temperaturze 84°C/19-22 s) niż łagodnie, systemem HTST (6, 15). Jest to o tyle interesujące, że w mleku wysoko pasteryzowanym początkowa i końcowa ogólna liczba drobnoustrojów były mniejsze niż w mleku pasteryzowanym systemem HTST (19). W niniejszych badaniach w mleku przechowywanym w 4°C brak było statystycznie istotnych zmian ogólnej liczby drobnoustrojów przez 21 dni i w tym czasie mleko zachowywało trwałość mikrobiologiczną. Natomiast w temperaturze 6°C zmiany były widoczne już przed 14. dniem przechowywania. W 21. dniu przechowywania w 4°C oraz w 14. dniu przechowywania w 6°C, mimo statystycznie istotnego zwiększenia się ogólnej liczby drobnoustrojów, przydatność do spożycia większości próbek mleka była zachowana, co potwierdzały oznaczenia kwasowości, próby alkoholowe i ocena sensoryczna. Zdaniem niektórych badaczy (16), zanim w mleku wystąpią zmiany cech sensorycznych mleka, ogólna liczba drobnoustrojów w nim musi zwiększyć się o kilka rzędów wielkości i przekroczyć 10^6 j.t.k. w 1 cm^3 . W niniejszych badaniach wyraźne pogorszenie cech sensorycznych oraz ścięcie mleka w próbach alkoholowych zaobserwowano tylko w jednej próbce mleka o ogólnej liczbie drobnoustrojów ponad 10^7 j.t.k. w 1 cm^3 , przechowywane go przez 21 dni w 6°C.

Podsumowanie

Przy zastosowaniu mleka surowego o dobrej jakości mikrobiologicznej i braku zanieczyszczeń wtórnych po pasteryzacji mikrobiologiczna trwałość mleka pasteryzowanego w 84°C/19-22 s wynosi co najmniej 21 dni w temperaturze 4°C i 14 dni w temperaturze 6°C. Spośród obecnych w mleku pasteryzowanym grup bakterii najszybsze tempo rozwoju wykazują bakterie psychrotrofowe, a następnie lipolityczne, kazeolityczne i *B. cereus*. Nie rozwijają się bakterie ciepłooporne, zaś liczba przetrwalników bakterii mezofilnych tlenowych nie zmienia się. Dynamika rozwoju bakterii w mleku wysoko pasteryzowanym (w temperaturze 84°C/19-22 s) i przechowywanym w 6°C lub 4°C jest większa niż w mleku łagodnie pasteryzowanym systemem HTST (w temperaturze 74°C/19-22 s) i przechowywanym w tej samej temperaturze.

Jeżeli przyjąć za dopuszczalną ogólną liczbę drobnoustrojów w mleku $1,0 \times 10^6$ j.t.k. w 1 cm^3 , to w naszym kraju jest możliwe osiągnięcie co najmniej 14-dniowej przydatności do spożycia mleka wysoko pasteryzowanego, ale przy spełnieniu pewnych podstawowych warunków: braku zanieczyszczeń po pasteryzacji i przestrzeganiu przechowywania mleka w temperaturze poniżej 6°C.

Piśmiennictwo

1. Anon.: Merck Microbiology Manual. 1994.
2. Burbianka M., Pliszka A., Burzyńska H.: Mikrobiologia żywności. PZWŁ Warszawa 1983, s. 269, 274-276.
3. Cromie S. J., Dommet T. W., Schmidt D.: Changes in microflora of milk with different pasteurization and storage conditions and aseptic packaging. Austr. J. Dairy Technol. 1989, 44, 74-77.
4. Cromie S. J., Schmidt D., Dommet T. W.: Effect of pasteurization and storage conditions on the microbiological, chemical and physical quality of aseptically packaged milk. Austr. J. Dairy Technol. 1989, 44, 25-30.
5. Griffiths M. W., Phillips J. D.: Incidence, source and some properties of psychrotrophic *Bacillus* spp. found in raw and pasteurized milk. J. Soc. Dairy Technol. 1990, 43, 62-66.
6. Kessler H. G., Horak F. P.: Effect of heat treatment and storage conditions on the keeping quality of pasteurized milk. Milchwissenschaft 1984, 39, 451-454.
7. Molska I.: Warunki rozwoju i próby eliminacji *Bacillus cereus* z mleka pasteryzowanego. Przem. Spoż. 1996, 50, 13-15.
8. Molska I., Beldzikowska V., Celejewska M.: Wpływ pasteryzacji na wybrane grupy bakterii w mleku o różnej jakości bakteriologicznej. Przegl. Mlecz. 1992, 41, 134-137.
9. Molska I., Ziarno M.: Występowanie i znaczenie *Bacillus cereus* w mleku spożywczym pasteryzowanym. Przem. Spoż. 1996, 50, 14-16.
10. PN-93/A-86034/04. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Ogólna liczba drobnoustrojów. Oznaczanie metodą płytkową.
11. PN-93/A-86034/06. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Drobnoustroje psychrotrofowe – oznaczanie liczby metodą płytkową w temperaturze 6,5 i 21°C.
12. PN-93/A-86034/08. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Bakterie z grupy coli – wykrywanie obecności. Oznaczanie najbardziej prawdopodobnej liczby (NPL), oznaczanie liczby metodą płytkową.
13. PN-93/A-86034/14. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. *Bacillus cereus* – oznaczanie liczby metodą płytkową w temperaturze 30°C.
14. PN-A-86002:1995. Mleko i przetwory mleczne. Mleko surowe do skupu.
15. Schroder M. J. A., Bland M. A.: Effect of pasteurization temperature on the keeping quality of whole milk. J. Dairy Res. 1984, 39, 346-348.
16. Stepaniak L.: Factors affecting quality and possibilities of predicting shelf-life of pasteurized and ultra-high temperature heated milks. Ital. J. Food Sci 1991, 3, 11-26.
17. Ziarno M.: Dynamika rozwoju wybranych grup bakterii w mleku pasteryzowanym wolnym od reinfekcji przechowywanym w 6°C lub 8°C. Mat. XXX Sesji Nauk. KTiChŻ PAN, Kraków 1998, s. 253.
18. Ziarno M., Molska I.: Wpływ różnych temperatur przechowywania na trwałość mleka pasteryzowanego wolnego od reinfekcji. Mat. XXVIII Sesji Nauk. KTiChŻ PAN, Gdańsk 1997, s. 18.
19. Ziarno M., Molska I., Sabota A.: Jakość i trwałość mleka pasteryzowanego w 74°C/19-22 s wolnego od zanieczyszczeń po pasteryzacji. Medycyna Wet. (przyjęte do druku).

Adres autora: dr inż. Małgorzata Ziarno, ul. Nowoursynowska 159c, 02-787 Warszawa; e-mail: ziarno@alpha.sggw.waw.pl