

ZBIGNIEW ŚMIETANA, ELIZA KRAJEWSKA-KAMIŃSKA,
KRZYSZTOF BOHDZIEWICZ, BEATA NALEPA

PORÓWNANIE JAKOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ MLEKA PASTERYZOWANEGO, MIKROFILTROWANEGO I UHT

Streszczenie

Wzrastająca konsumpcja mleka spożywczego w Polsce oraz dążenie producentów do maksymalnego przedłużenia trwałości produktu motywuje do poszukiwań nowych metod jego utrwalania. Przeprowadzono produkcję mleka pasteryzowanego (72°C przez 15 – 20 s), mleka mikrofiltrowanego, a następnie pasteryzowanego (MF/P) oraz mleka UHT w celu określenia różnic ich jakości mikrobiologicznej. Wszystkie próby przechowywano w chłodziarce domowej. Mleko pasteryzowane badano w okresie 9 dni, natomiast mleko MF/P i UHT - 23 dni. Mleko znormalizowane do zawartości tłuszczu 2% badano bezpośrednio po produkcji oraz w trakcie przechowywania w odstępach trzydniowych. W mleku surowym, po obróbce oraz w trakcie przechowywania oznaczono: ogólną liczbę drobnoustrojów (OLD) i OLD psychrotrofowych, liczbę przetrwalników *Bacillus* i beztlenowych laseczek przetrwalnikujących redukujących siarczan, liczbę beztlenowych laseczek przetrwalnikujących gazotwórczych oraz określono liczbę bakterii ciepłopornych. Kontrolowano także pH i kwasowość miareczkową podczas przechowywania. Ponadto określono jakość mleka surowego oznaczając OLD, liczbę komórek somatycznych, zawartość białka, tłuszczu, laktozy oraz określając temperaturę zamrażania mleka.

Mleko surowe użyte do produkcji odpowiadało wymaganiom zawartym w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 sierpnia 2004. W żadnym z produktów nie stwierdzono, w całym okresie przechowywania, obecności bakterii z grupy coli, bakterii beztlenowych sacharolitycznych ani bakterii beztlenowych proteolitycznych. Stwierdzono szybszy wzrost kwasowości miareczkowej mleka pasteryzowanego wyrażonej w stopniach SH. Mleko sterylizowane, jak i „mikrofiltrowane”, wykazywało stabilność kwasowości wahającej się w granicach 0,5°SH. Mleko pasteryzowane po 9-dniowym przechowywaniu wykazywało podobną jakość mikrobiologiczną, jak mleko surowe, z którego zostało wyprodukowane, natomiast produkty MF/P i UHT cechowały się bardzo zbliżoną jakością mikrobiologiczną. W 23. dniu przechowywania były zdatne do spożycia (OLD mleka MF/P <10 jtk/ml, OLD mleka UHT 1,1x10¹ jtk/ml).

Stwierdzono, że zastosowanie procesu fizycznego usuwania drobnoustrojów (mikrofiltracja) i następnie pasteryzacji umożliwi wyprodukowanie mleka spożywczego o jakości mikrobiologicznej odpowiadającej mleku sterylizowanemu, jednak o walorach sensorycznych produktu pasteryzowanego.

Słowa kluczowe: mleko, mikroflora, pasteryzacja, sterylizacja, mikrofiltracja

Prof. dr hab. Z. Śmietana, mgr inż. E. Krajewska-Kamińska, dr inż. K. Bohdziewicz, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, ul. Oczapowskiego 7, bl.35, dr B. Nalepa, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności, Pl. Cieszyński 1, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, 10-719 Olsztyn

Wprowadzenie

Obróbka termiczna mleka wpływa na jego wartość sensoryczną oraz na aktywność cennych składników takich, jak: witaminy, związki mineralne oraz białka (głównie serwatkowe). Nawet delikatna obróbka termiczna nie pozostaje bez wpływu na niektóre składniki mleka. W istotnym stopniu ulega zmniejszeniu zawartość witamin: A, C, B₁, B₆, B₁₂, kwasu foliowego, biotyny, ponadto w mleku sterylizowanym: kwasu pantotenowego, nikotynowego i β -karotenu [8]. Ze względu na składniki mleko jest dobrym środowiskiem do rozwoju wielu mikroorganizmów, w tym szkodliwej nie tylko ze względu na trwałość produktu, lecz również chorobotwórczej mikroflory. Bezdyskusyjna jest zatem konieczność usunięcia szkodliwej mikroflory.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa produktu stosowane jest utrwalanie mleka przez pasteryzację przedłużającą jego trwałość o kilka dni oraz sterylizację wydłużającą termin przydatności do spożycia do kilku miesięcy. Obserwuje się stały postęp w udoskonalaniu systemów i metod sterylizacji. Najpopularniejszym na polskim rynku mlekiem sterylizowanym jest mleko utrwalone poprzez obróbkę UHT, jednakże proces ten wywiera wpływ nie tylko na cechy sensoryczne, lecz również wywołuje straty labilnych składników.

Na długość terminu przydatności do spożycia wpływa jakość mikrobiologiczna, a więc takie czynniki, jak: jakość mikrobiologiczna surowca, standard higieny i obsługi urządzeń w hali produkcyjnej, mycie i dezynfekcja urządzeń przed produkcją, temperatura i warunki obróbki termicznej, skład gatunkowy oraz aktywność drobnoustrojów przeżywających proces pasteryzacji - przede wszystkim tych, które są zdolne do rozwoju w warunkach chłodniczych, występowanie wtórnych zanieczyszczeń po procesie cieplnym, opakowania bezpośrednie i zbiorcze, zachowanie ciągłości łańcucha chłodniczego [7, 12].

Podejmowane są próby przedłużenia trwałości mleka spożywczego z pominięciem obróbki wysokotemperaturowej. Przykładem może być zastosowanie procesów fizycznych oczyszczania mleka z drobnoustrojów takich, jak baktofugacja czy mikrofiltracja i następnie przeprowadzenie niskotemperaturowej pasteryzacji surowca.

Oczyszczanie mleka za pomocą baktofugacji umożliwia redukcję liczby przetrwalników nawet o 98%, otrzymując jako produkt odpadowy niewielkie ilości baktofugatu. Aby uniknąć strat kazeiny w baktofugacie (zawartość może być 2 – 3-krotnie większa niż w mleku) można poddać go sterylizacji i następnie połączyć z mlekiem [19].

Sepulveda i wsp. [18] badali wpływ pulsacyjnego pola elektrycznego na trwałość mleka. Badacze stwierdzili, że zastosowanie pasteryzacji, a następnie PEF (pulsacyjnego pola elektrycznego) umożliwia przedłużenie trwałości mleka o ponad dwa tygodnie. Natomiast w wyniku zastosowania PEF po upływie 8 dni po procesie termicznym

otrzymuje się mleko pasteryzowane o trwałości dłuższej o ponad miesiąc w porównaniu z produktem jedynie pasteryzowanym.

Stwierdzono możliwość wyprodukowania mleka mikrofiltrowanego trwałego przez 30 dni [10]. Wielu badaczy potwierdza, że przy użyciu mikrofiltracji możliwe jest usunięcie bakterii i przetrwalników z mleka bez wpływu na jego smak [3]. Według Skrzypka i wsp. [20] zastosowanie samej mikrofiltracji do utrwalenia surowego mleka odtłuszczonego skutkuje redukcją ogólnej liczby bakterii o 99,91%, bakterii z grupy coli o 4 cykle logarytmiczne, enterokoków o 3 cykle logarytmiczne oraz całkowitą eliminację przetrwalników redukujących siarczany. Saboya i Maubois [17] osiągnęli dziesięciokrotną redukcję liczby bakterii i przetrwalników na poziomie 3,5. Natomiast Guerna i wsp. [6] stwierdzili redukcję wspomnianej mikroflory na poziomie 4 cykli log i 5 cykli log, przy całkowitej transmisji micel kazeinowych. Beolhini i wsp. [2] wykazali redukcję OLD na poziomie 3 log jtk/ml przy zastosowaniu mikrofiltracji, a poddanie mleka wstępnej filtracji przed mikrofiltracją powodowało redukcję mikroflory na poziomie 5 log jtk/ml.

Obróbka w wysokiej temperaturze retentatu (5–10% całości mleka) i śmietanki pozwala zmniejszyć w skali przemysłowej liczbę przetrwalników *B. cereus* aż o 99,95%. Permeat MF musi być jednak łagodnie pasteryzowany, aby zapobiec ryzyku przedostania się bakterii chorobotwórczych do mleka przefiltrowanego. Istotnym celem tej obróbki termicznej jest również inaktywacja naturalnych enzymów występujących w mleku, skracających jego trwałość [10, 11]. Ze względu na stopień redukcji mikroflory już w pierwszym etapie obróbki celowe jest zastosowanie mikrofiltracji i pasteryzacji mleka, z zachowaniem aseptyczności produkcji i pakowania od etapu mikrofiltracji.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie stopnia redukcji mikroflory oraz trwałości mleka utrwalonego za pomocą trzech różnych procesów: pasteryzacji, mikrofiltracji oraz pasteryzacji (MF/P) i sterylizacji UHT oraz wpływu wymienionych oddziaływań na cechy jakościowe produktu.

Materiał i metody badań

Doświadczenie w skali technicznej przeprowadzono w Hali Technologicznej Katedry Mleczarstwa i Zarządzania Jakością Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Wyprodukowano mleko utrwalone metodą pasteryzacji (P) (72°C, 15-20 s), sterylizacji UHT, oraz poddane mikrofiltracji, a następnie pasteryzacji (MF/P). Mleko MF/P wytwarzane było w następujący sposób: mleko wstępnie podgrzane w sekcjach wymiany pasteryzatora podawano do wirówki. W wyniku rozdziału otrzymywano mleko odtłuszczone oraz śmietankę. Odtłuszczone mleko poddawano procesowi mikrofiltracji w pilotowej instalacji do mikrofiltracji firmy APV z wykorzystaniem membrany ceramicznej o średnicy porów 1,4 mikrona. Retentat po procesie

membranowym stanowił ok. 5,5% mleka chudego. Zatem uzasadnione było połączenie retentatu ze śmietanką i poddanie procesowi sterylizacji (138°C/4–5 s). Mleko odtłuszczone poddane łagodnej pasteryzacji w temp. 65°C w ciągu 15 - 20 s (po mikrofiltracji) normalizowano sterylizowaną śmietanką (wraz z retentatem). Schłodzone mleko pakowano aseptycznie. Procesy obróbki cieplnej prowadzono w instalacji Tetra Therm Aseptic Pilot. Wszystkie produkty przechowywano w warunkach chłodniczych, mleko pasteryzowane przechowywano 9 dni, mleko UHT i mleko MF/P – 23 dni.

W mleku surowym, po obróbce oraz w trakcie przechowywania wykonywano następujące oznaczenia: ogólną liczbę drobnoustrojów (OLD) [14] i OLD psychrotrofowych [15], liczbę przetrwalników *Bacillus* [4], beztlenowe laseczki przetrwalnikujące redukujących siarczany (IV) (na podłożu różnicującym zawierającym siarczan(IV) sodu, cytrynian żelazowo-amonowy i nadmanganian potasu) [13], liczbę beztlenowych laseczek przetrwalnikujących gazotwórczych (sacharolitycznych) oraz określano zawartość bakterii ciepłoopornych [4]. Kontrolowano także pH i kwasowość wyrażaną w stopniach SH podczas przechowywania. Wyżej wymienione oznaczenia wykonywano w odstępach trzydniowych. Ponadto określano przydatność technologiczną mleka surowego, oznaczając ogólną liczbę drobnoustrojów, liczbę komórek somatycznych, zawartość białka, tłuszczu, laktozy oraz określając temperaturę zamarzania mleka.

Wyniki i dyskusja

Stwierdzono, że zastosowanie procesu mikrofiltracji, a następnie pasteryzacji umożliwia uzyskanie mleka o jakości mikrobiologicznej zbliżonej do mleka UHT o cechach sensorycznych odpowiadających mleku pasteryzowanemu.

Mleko surowe użyte do produkcji odpowiadało wymaganiom stawianym w rozporządzeniu MRiRW [16]. Ogólna liczba drobnoustrojów wynosiła $2,9 \times 10^5$ jtk/ml, a liczba komórek somatycznych $2,93 \times 10^5$ w 1 ml. Mleko zawierało 4,61%, tłuszczu 3,54%, białka i 4,78% laktozy.

W żadnym z produktów nie stwierdzono po całym okresie przechowywania obecności bakterii z grupy coli, bakterii beztlenowych sacharolitycznych (gatunki z rodzaju *Clostridium* – prowadzące fermentację masłową) ani bakterii beztlenowych proteolitycznych (gatunki z rodzaju *Clostridium* - mające właściwości proteolityczne).

Po procesie pasteryzacji otrzymano redukcję OLD do poziomu $8,5 \times 10^2$ jtk/ml (tab. 1). W czasie przechowywania zaobserwowano wzrost tego wskaźnika do $6,0 \times 10^5$ jtk/ml w ostatnim dniu przechowywania. Liczba bakterii psychrotrofowych po obróbce termicznej była niższa niż 10 jtk/ml (tab. 2). Jednak już w pierwszym dniu przechowywania było $1,0 \times 10^3$ jtk/ml i ich liczba nieznacznie zmieniała się w trakcie przechowywania. Pasteryzacja obniżyła zawartość bakterii ciepłoodpornych o dwa rzędy wielkości i nie obserwowano wzrostu liczby tych drobnoustrojów w trakcie przechowywania (tab. 3). Bakterie tlenowe przetrwalnikujące (*Bacillus*) zostały zredukowane

z $4,0 \times 10^2$ do $3,0 \times 10^1$ jtk/ml (tab. 4). Jednak już po pierwszym dniu przechowywania stwierdzono ich wzrost o jeden rząd wielkości, zaś w ostatnim dniu przechowywania ich liczba była równa ilości oznaczonej w mleku surowym.

Tabela 1

Ogólna liczba drobnoustrojów (OLD) w mleku, w czasie przechowywania [jtk/ml].
Total bacterial count (TBC) during milk storage [cfu/ml].

Rodzaj próby Type of sample	P	MF/P	UHT
Mleko surowe Raw milk	$2,9 \times 10^5$	$2,9 \times 10^5$	$2,9 \times 10^5$
Po obróbce After treatment	$8,5 \times 10^2$	<10	<1
Po 1 dniu przechowywania After 1 day of storage	$1,1 \times 10^3$	<10	<10
Po 3 dniach przechowywania After 3 days of storage	$1,1 \times 10^4$	<10	<1
Po 6 dniach przechowywania After 6 days of storage	$7,0 \times 10^3$	<10	<10
Po 9 dniach przechowywania After 9 days of storage	$6,0 \times 10^5$	<10	<10
Po 12 dniach przechowywania After 12 days of storage	-	$1,2 \times 10^1$	<1
Po 15 dniach przechowywania After 15 days of storage	-	<10	<1
Po 18 dniach przechowywania After 18 days of storage	-	<10	<1
Po 21 dniach przechowywania After 21 days of storage	-	<10	<10
Po 23 dniach przechowywania After 23 days of storage	-	<10	$1,1 \times 10^1$

Objaśnienia: / Explanatory notes: P - mleko pasteryzowane / pasteurized milk, MF/P - mleko mikrofiltrowane i pasteryzowane / microfiltrated and pasteurized milk, UHT – mleko sterylizowane – nie badano / sterilized milk – not tested.

Tabela 2

Liczba bakterii psychrotrofowych w mleku, w czasie przechowywania [jtk/ml].
Number of psychrotrophs during milk storage [cfy/ml].

Rodzaj próby Type of sample	P	MF/P	UHT
Mleko surowe Raw milk	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
Po obróbce After treatment	<10	<1	<1
Po 1 dniu przechowywania After 1 day of storage	$1,0 \times 10^3$	<1	<1
Po 3 dniach przechowywania After 3 days of storage	$8,7 \times 10^2$	<1	<1
Po 6 dniach przechowywania After 6 days of storage	$1,3 \times 10^3$	<1	<1
Po 9 dniach przechowywania After 9 days of storage	$5,2 \times 10^2$	<1	<1
Po 12 dniach przechowywania After 12 days of storage	-	<1	<1
Po 15 dniach przechowywania After 15 days of storage	-	<1	<1
Po 18 dniach przechowywania After 18 days of storage	-	<1	<1
Po 21 dniach przechowywania After 21 days of storage	-	<1	<1
Po 23 dniach przechowywania After 23 days of storage	-	<1	<1

Objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

W efekcie zastosowania procesu mikrofiltracji i pasteryzacji osiągnięto wyraźną redukcję mikroflory w mleku. OLD była niższa niż 10 jtk/ml przez 23-dniowy okres przechowywania poza 12 dniem, w którym oznaczono 12 jtk/ml (tab 1). Ziarno i wsp. [21] stwierdziły, iż mleko pasteryzowane w temp 74°C przez 20–22 s cechuje dłuższa trwałość niż mleko po obróbce termicznej w 84°C przez 20–22 s ze względu na zniszczenie naturalnie występujących w mleku substancji bakteriostatycznych. Zatem wzrost OLD po 12. dniu przechowywania mógł być spowodowany wykiełkowaniem przetrwalników bakterii, natomiast ich redukcja w kolejnych dniach prawdopodobnie była spowodowana obecnością naturalnych substancji bakteriostatycznych. W niniejszym doświadczeniu otrzymano wyższy stopień redukcji (99,997%) mikroflory niż został stwierdzony przez Skrzypka i wsp. [20] - 99,88%. Saboya i Maubois [17] donoszą o redukcji bakterii i przetrwalników w wyniku mikrofiltracji na poziomie 3,5 rzędu wielkości. Natomiast Daufin i wsp. [5] osiągnęli redukcję bakterii i przetrwalników na poziomie 4-5 rzędów wielkości przy całkowitym przejściu kazeiny do permeatu. Po-

dobne wyniki otrzymali Pafylas i wsp. [9], osiągając redukcję mikroflory na poziomie 99,84–99,90% (4 - 5 rzędów wielkości) w efekcie mikrofiltracji odtłuszczonego mleka przez ceramiczne membrany.

Nie stwierdzono obecności bakterii psychrotrofowych ani bakterii tlenowych przetrwalnikujących w 1ml produktu (tab. 2 i 4), podobnie jak Skrzypek i wsp. [20] Stwierdzono obecność bakterii ciepłoopornych po wyprodukowaniu oraz w pierwszym, dziewiątym i dwunastym dniu przechowywania (tab. 3). Jednak ich obecność była niższa niż 10 jtk/ml. To zjawisko może być tłumaczone, podobnie jak wyżej, obecnością naturalnych substancji bakteriostatycznych mleka. Guerra i wsp. [6] stwierdzili, że mikrofiltracja odtłuszczonego mleka skutkuje redukcją przetrwalników *Bacillus cereus* i *Clostridium* o cztery do pięciu rzędów wielkości. Natomiast Avalli i wsp. [1] stwierdzili OLD w 14. dniu przechowywania mleka MF/P na poziomie 4,7-5,7 log jtk/ml. Jednak proces przygotowania produktu różnił się tym, że śmietana została poddana pasteryzacji. Badacze nie stwierdzili wzrostu liczby mikroflory przekraczającej 2 log jtk/ml w czasie 7-dniowego przechowywania.

Tabela 3

Liczba bakterii ciepłoopornych w mleku, w czasie przechowywania [jtk/ml].
Number of heat resistant microorganisms during milk storage [cfu/ml].

Rodzaj próby Type of sample	P	MF/P	UHT
Mleko surowe Raw milk	1,0x10 ⁴	1,0x10 ⁴	1,0x10 ⁴
Po obróbce After treatment	6,0x10 ²	<10	<1
Po 1 dniu przechowywania After 1 day of storage	4,5x10 ²	<10	<1
Po 3 dniach przechowywania After 3 days of storage	2,2x10 ²	<1	<1
Po 6 dniach przechowywania After 6 days of storage	8,9x10 ²	<1	<1
Po 9 dniach przechowywania After 9 days of storage	2,7x10 ²	<10	<1
Po 12 dniach przechowywania After 12 days of storage	-	<10	<1
Po 15 dniach przechowywania After 15 days of storage	-	<10	<1
Po 18 dniach przechowywania After 18 days of storage	-	<1	<1
Po 21 dniach przechowywania After 21 days of storage	-	<1	<1
Po 23 dniach przechowywania After 23 days of storage	-	<1	<1

Objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Przeprowadzony proces utrwalania UHT zredukował OLD niemal w takim samym stopniu, jak proces mikrofiltracji i pasteryzacji (tab. 1), w 23. dniu przechowywania oznaczono 11 jtk/ml. Nie stwierdzono obecności bakterii psychrotrofowych ani bakterii ciepłoopornych w 1 ml (tab. 2 i 3). Bakterie tlenowe przetrwalnikujące oznaczono na poziomie niższym niż 10 jtk/ml. Po 23. dniu przechowywania stwierdzono ich obecność na poziomie 16 jtk/ml (tab. 4).

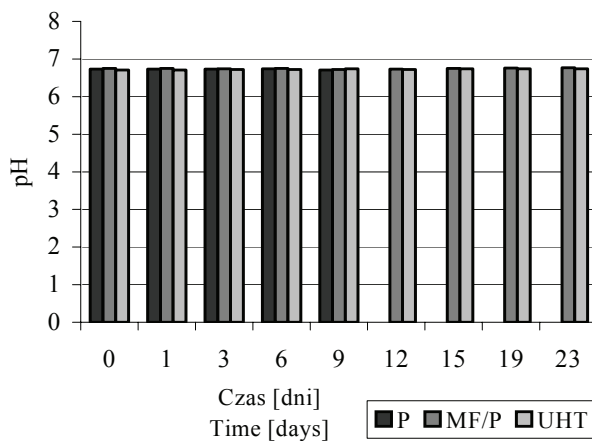
Nie zaobserwowano znaczących różnic kwasowości potencjalnej wśród produktów niezależnie od zastosowanej obróbki oraz czasu przechowywania. Stwierdzono szybszy wzrost kwasowości miareczkowej mleka pasteryzowanego wyrażonej w stopniach SH. Mleko sterylizowane, jak i „mikrofiltrowane” wykazywało stabilność kwasowości wahającej się w granicach 0,5 °SH (rys. 1 i 2).

Tabela 4

Liczba bakterii tlenowych przetrwalnikujących w mleku, w czasie przechowywania [jtk/ml].
Number of anaerobic spores during milk storage [cfu/ml].

Rodzaj próby Type of sample	P	MF/P	UHT
Mleko surowe Raw milk	4,0x10 ³	4,0x10 ³	4,0x10 ³
Po obróbce After treatment	3,0x10 ¹	<10	<10
Po 1 dniu przechowywania After 1 day of storage	3,2x10 ²	<1	<10
Po 3 dniach przechowywania After 3 days of storage	2,2x10 ²	<1	<10
Po 6 dniach przechowywania After 6 days of storage	2,1x10 ²	<1	<10
Po 9 dniach przechowywania After 9 days of storage	4,0x10 ³	<1	<10
Po 12 dniach przechowywania After 12 days of storage	-	<1	<10
Po 15 dniach przechowywania After 15 days of storage	-	<1	<10
Po 18 dniach przechowywania After 18 days of storage	-	<1	<10
Po 21 dniach przechowywania After 21 days of storage	-	<1	<10
Po 23 dniach przechowywania After 23 days of storage	-	<1	1,0x10 ¹

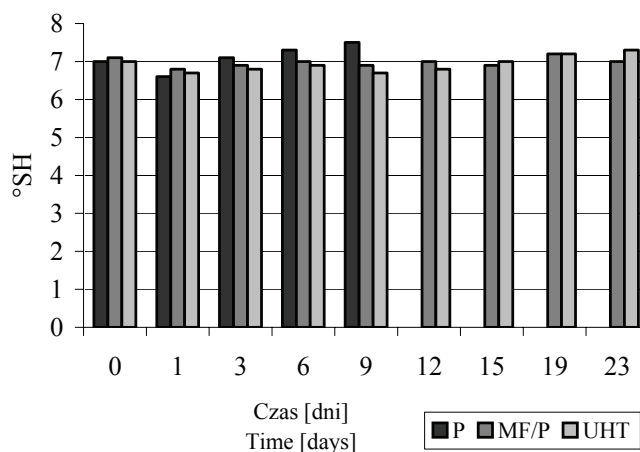
Objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.



P - mleko pasteryzowane / pasteurized milk, MF/P - mleko mikrofiltrowane i pasteryzowane / microfiltered and pasteurized milk, UHT – mleko sterylizowane / sterilized milk

Rys. 1. Zmiany kwasowości czynnej mleka w czasie przechowywania.

Fig. 1. Changes of active acidity during storage of milk.



P - mleko pasteryzowane / pasteurized milk, MF/P - mleko mikrofiltrowane i pasteryzowane / microfiltered and pasteurized milk, UHT – mleko sterylizowane / sterilized milk

Rys. 2. Zmiany kwasowości miareczkowej mleka w czasie przechowywania.

Fig. 2. Changes of titration acidity during storage of milk.

Wnioski

- Otrzymane mleko MF/P charakteryzowało się jakością mikrobiologiczną zbliżoną do mleka sterylizowanego w przebadanym okresie.

2. Stwierdzono 99,997% redukcję mikroflory mleka surowego po procesie mikrofiltracji i pasteryzacji.
3. Nie stwierdzono istotnych różnic kwasowości między mlekiem MF/P i mlekiem UHT.

Praca była prezentowana podczas XXXVII Ogólnopolskiej Sesji Komitetu Nauk o Żywności PAN, Gdynia, 26 – 27.IX.2006.

Literatura

- [1] Avalli A., Povoło M., Carminati D., Giovanna C.: Significance of 2-hepatone in evaluating the effect of microfiltration/ pasteurization applied to goats milk. *Int. Dairy J.*, 2004, **14**, 915-921.
- [2] Beolchini F., Vegilo F., Barba D.: Microfiltration of bovine and ovine milk for the reduction of microbial content in a tubular membrane: a preliminary investigation. *Desalination*, 2004, **161**, 251-258.
- [3] Brans G., Schroen C.G.P.H., van der Sman R.G.M.: Boom R.M., Membrane filtration of milk; State of art and challenges. *J. Membrane Sci.*, 2004, **243**, 563-272.
- [4] Burbianka M., Pliszka A., Burzyńska H.: *Mikrobiologia żywności*. PZWL, Warszawa 1983.
- [5] Daufin G., Escudier J.P., Carrere H., Berot S., Fillaudeau L., Decloux M.: Recent and emerging applications of membrane processes in the food and dairy industry. *Trans. I. Chem.*, 2001, **E 97**, 89.
- [6] Guerra A., Jonsson G., Rasmussen A., Waagner Nielsen E., Edelsten D.: Low cross-flow velocity microfiltration of skim milk for removal of bacterial spores. *Int. Dairy J.*, 1997, **7**, 847-861.
- [7] Jakubczyk E.: Czynniki wpływające na trwałość pasteryzowanego mleka spożywczego, *Przegl. Mlecz.*, 2003, **10**, 371-377.
- [8] Molska I., Wpływ procesu produkcji i przechowywania mleka spożywczego na witaminy, *Przegl. Mlecz.*, 1994, **9**, 224-227.
- [9] Pafylas I., Cheryan M., Mechaina M.A., Saglam N.: Microfiltration of milk with ceramic membranes. *Food Res. Int.*, 1996, **29**, **2**, 141-146.
- [10] Patent.: Prodn. of sterile milk – by dynamic microfiltration of raw milk sped. into skim milk and fat fractions which are recombined after microfiltration. *Food Control*, 1998, **9**, **5**, 311.
- [11] Pluta A.: Metody przedłużania trwałości mleka spożywczego. *Przegl. Mlecz.*, 1997, **8**, 221-226.
- [12] Pluta A.: Czynniki warunkujące jakość i trwałość mleka spożywczego, *Przegl. Mlecz.*, 1996, **11**, 339-344.
- [13] PN-ISO 15213:2005. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby bakterii redukujących siarczany(IV) rosnących w warunkach beztlenowych.
- [14] PN-EN ISO 4833:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w 30°C.
- [15] PN-ISO 17410:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów psychrotrofowych.
- [16] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 sierpnia 2004 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych dla mleka oraz produktów mlecznych, *Dz. U.* 2004. Nr 188, poz. 1946.
- [17] Saboya L.V., Maubois J.L.: Current developments of microfiltration technology in the dairy industry. *Lait*, 2000, **80**, 541.
- [18] Sepulveda D.R., Góngora-Nieto M.M., Guerrero J.A, Barbosa-Canovas G.V.: Production of extended-shelf life milk by processing pasteurized milk with pulsed electric fields. *J. Food Eng.*, 2005, **67**, 81-86.

- [19] Sillen G.: Możliwości zastosowanie baktofugacji w celu polepszenia jakości produktów mleczarskich. *Przeł. Mlecz.*, 2001, **7**, 304-305.
- [20] Skrzypek J., Cais-Sokolińska D., Pikul J.: Jakość mikrobiologiczna mleka poddanego procesowi mikrofiltracji i pasteryzacji. *Przeł. Mlecz.*, 2002, **5**, 229-233.
- [1] Ziarno M., Molska I., Gronczyńska M., Płuciennik A.: Badania nad zmianami liczby różnych drobnoustrojów w mleku pasteryzowanym i przechowywanym w temperaturze 4 lub 6°C. *Mat. XXXI Sesji Nauk. KTiChŻ PAN, Poznań 2000*, s. 212.

COMPARISON OF MICROBIOLOGICAL QUALITY OF PASTEURIZED, MICROFILTERED AND UHT MILK

Summary

Increasing consumption of milk in Poland and aiming of producers to maximize the shelf-life of product, motivates to search for new methods to preserve. The production of pasteurized (72°C/15–20 s), microfiltered, and consequently pasteurized (MF/P) and UHT milk was performed, in order to determine any difference in their quality. All samples were stored under refrigerated conditions. Pasteurized milk was examined for 9 days, MF/P and UHT for 23 days. Milk normalized to 2 % fat content was tested just after the production, and during storage in 3 days intervals. The following parameters such as: total bacterial counts (TBC), total count of psychrotrophs, number of *Bacillus* spores, anaerobic spore rods which reduce sulfates, gas producing anaerobic spore rods, number of heat resistant microorganisms were determined in raw milk, after processing and during storage. pH and °SH were controlled during storage. Moreover, total bacterial counts (TBC), number of somatic cells, protein, fat and lactose content, temperature of milk freezing were evaluated, as a level of quality of raw milk.

Raw milk, used for production, was in accordance with Order of Minister of Agriculture and Country Development from 18th of August 2004. During whole storage period, the presence of coliform bacteria, anaerobic microorganisms fermented sucrose, or anaerobic proteolytic bacteria did not occur. Titration acidity increased faster in pasteurized milk, expressed in °SH. Sterilized and microfiltered milk had stable acidity, varied ca. 0,5 °SH. After 9 days of storage, pasteurized milk had similar microbiological quality like raw milk, which was made from. MF/P and UHT milk had very similar microbiological quality, in 23rd day of storage they were suitable for consumption (TBC < 10cfu/ml and 1,1x10¹ cfu/ml, for MF/P and UHT milk, respectively).

Results indicate, that application of physical process for removing microorganisms (microfiltration) and successive pasteurization, enables production of milk with microbiological quality as in sterilized milk, but with sensory properties of pasteurized product.

Key words: milk, microflora, pasteurization, sterilization, microfiltration ☒