

Ćwiczenie 1

**Odbiór i ocena surowca
oraz przygotowanie mleka do przerobu – aparatownia**

CZĘŚĆ I

**Przewodnik metodyczny do ćwiczeń z przedmiotu
Technologia mleka, napojów i koncentratów**

**Studia stacjonarne
Rok III**

Dr inż. Maria Czerniewicz

WSTĘP

Jakość mleka surowego jest pojęciem bardzo szerokim, obejmuje bowiem m.in. takie jego cechy, jak: skład chemiczny, właściwości fizyczne, jakość higieniczną, w tym mikrobiologiczną i cytologiczną, a także walory sensoryczne i wartość odżywczą. Standardy jakości mleka surowego oraz wymogi weterynaryjne związane z pozyskiwaniem, składowaniem, transportem mleka surowego i produktów mleczarskich zawarte są w ROZPORZĄDZENIU (WE) NR 853/2004 PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 29 kwietnia 2004 r. „ustanawiającego szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego”.

Zapewnienie wysokiej jakości mleka surowego przeznaczonego do przetwórstwa jest zadaniem bardzo ważnym i trudnym, a jednocześnie zależnym od wielu elementów. Wśród czynników wpływających na skład i jakość mleka można wyróżnić genetyczne (rasowe i osobnicze) oraz pozagenetyczne (żywieniowe, fizjologiczne, zdrowotne, środowiskowe).

Jednym z ważniejszych czynników kształtujących efektywność systemu produkcji mleczarskiej jest zapewnienie sprawnego przepływu strumienia masy mleka i jego przetworów między poszczególnymi ogniwami tworzącymi łańcuch, na który składa się pozyskiwanie, przetwarzanie i dystrybucja. Transport w obszarze skupu mleka surowego jest związany z przemieszczaniem surowca na odcinku między gospodarstwami producentów (dostawców) a miejscem przetwarzania (odbiorcą). Ze względu na drogę, jaką przebywa surowiec od producenta do zakładu mleczarskiego, formy dostaw mleka można podzielić na:

- dostawy bezpośrednie, tj. producent–zakład mleczarski;
- dostawy pośrednie, tj. producent–punkt skupu–zakład mleczarski.

Właściwa organizacja, technika i higiena odbioru mleka surowego z gospodarstwa są ważnymi elementami w zapewnieniu i zachowaniu jego standardów jakościowych. Z dotychczasowych badań wynika, że proces transportowy mleka może powodować wiele niekorzystnych zjawisk, do których należy zaliczyć:

- możliwość pogorszenia jakości mikrobiologicznej mleka w wyniku wtórnego zanieczyszczenia oraz podwyższenia temperatury transportowanego surowca;
- pogorszenie jakości i przydatności technologicznej surowca w wyniku oddziaływań mechanicznych, np. wstrząsów i wibracji;

- napowietrzanie mleka w wyniku jego przelewania i przepompowywania oraz podczas przewozu.

Zgodnie z rozporządzeniem (WE) NR 853/2004 PE i Rady (z dn. 29.04.2004 r.) temperatura mleka surowego podczas transportu do zakładu przetwórczego nie powinna przekraczać 10°C. Transport mleka surowego powinien odbywać się w cysternach o bardzo dobrej izolacji cieplnej, aby nawet w okresie letnim wzrost temperatury nie przekroczył 1-2°C. W polskich warunkach, oprócz cystern, do przewozu mleka stosuje się również konwie i kontenery bez izolacji cieplnej, w których jest ono narażone na znaczny wzrost temperatury w cieplej porze roku, zamarzanie zaś zimą, co znacznie pogarsza jego końcową jakość. Oprócz zmian temperatury, na pogarszanie jakości mleka na drodze producent–zakład może wpływać niedostateczna higiena urządzeń i sprzętu stykającego się z mlekiem, co może powodować dalsze zanieczyszczenie i zwiększenie liczebności drobnoustrojów. W pośrednim systemie skupu mleka każde ogniwo na drodze od producenta do zakładu mleczarskiego stanowi potencjalne źródło pogorszenia jego jakości mikrobiologicznej. Stwierdzono, że podczas przewozu mleka z gospodarstwa do punktu skupu wzrost drobnoustrojów w mleku był 1,1-krotny, w punkcie skupu 7,1-krotny – w stosunku do gospodarstwa oraz 9,6-krotny – na rampie zakładu przetwórczego w stosunku do gospodarstwa. Znacznie bardziej korzystny, w aspekcie końcowej jakości mleka, jest jego bezpośredni odbiór z gospodarstw. Jednoetapowy system skupu mleka z wykorzystaniem autocystern przystosowanych do bezpośredniego odbioru ze schładzalników w gospodarstwach i transportu do zakładu przetwórczego, z pominięciem pośrednich ogniw, jakimi są punkty skupu, sprzyja zachowaniu łańcucha chłodniczego. Dzięki temu ograniczone jest zarówno ryzyko zmiany temperatury mleka, jak i wtórnego zanieczyszczenia mikrobiologicznego w przypadku jego przewozu do zlewni w konwiach lub innych pojemnikach bez izolacji termicznej.

Transport mleka, nawet w przypadku zachowania bardzo dobrych warunków termicznych i higienicznych, łączy się z innymi niekorzystnymi zjawiskami, tj. oddziaływaniami mechanicznymi. Działanie tych czynników na mleko ma swój początek już w momencie jego pozyskiwania, gdyż sam dój wyzwała drgania przenoszone na surowiec. Kolejnymi elementami tych oddziaływań są: mieszanie, przelewanie i przepompowywanie mleka oraz jego transport związany z bodźcami mechanicznymi różnego typu, głównie wstrząsami (udarami), a także wibracjami (pozioma i pionowa) wysokich i niskich częstotliwości. Wibracje mają charakter przypadkowy i są zależne od rodzaju środków transportowych, ich stanu technicznego, stopnia wypełnienia zbiornika, nawierzchni dróg oraz szybkości i przyspieszeń podczas jazdy, a nawet sposobu prowadzenia pojazdu. Wibracja

w transporcie samochodowym, w zależności od rodzaju czynników ją wywołujących, kształtuje się w zakresie przyspieszeń 0,5-10 g (najczęściej 0,5-1,5 g, sporadycznie 2-3 g), częstotliwości zaś 1-25 Hz. Stwierdzono, że jedynie transport po dobrej jakości nawierzchni asfaltowej, w przypadku przyspieszenia 2 m/s^2 , szybkości ok. 60 km/h i ponad 60% wypełnieniu zbiornika cysterny nie wywołuje istotnych zmian jakości przewożonego mleka.

Wstrząsy oraz niska częstotliwość wibracji podczas transportu powodują kołysanie i mieszanie mleka, zwłaszcza gdy przestrzeń nad nim w zbiorniku jest dostatecznie duża. Z kolei wysoka częstotliwość drgań oddziałuje bezpośrednio na składniki mleka. Wysoka podatność mleka na oddziaływania mechaniczne przyczynia się do uszkodzenia struktury składników mleka, głównie tłuszczu, czego wyrazem jest destabilizacja emulsji, objawiająca się tworzeniem ziaren masła. Transmisja drgań przez mleko powoduje, w pierwszej kolejności, mechaniczną deformację kuleczek tłuszczowych, co prowadzi do uszkodzenia ich otoczek fosfolipidowo-białkowych. Sprzyja to wydostawaniu się ciekłego tłuszczu, stanowiącego spoiwo kuleczek tłuszczowych. W ten sposób wstrząsy i wibracje mleka surowego intensyfikują hydrolizę tłuszczu mleka. W wyniku uszkodzenia kuleczek tłuszczowych enzymy lipolityczne mają łatwiejszy dostęp do odkrytych w ten sposób lipidów. Dlatego w transportowanym surowym mleku obserwuje się wzrost poziomu wolnych kwasów tłuszczowych i kwasowości tłuszczu. Destrukcyjny wpływ oddziaływań mechanicznych na składniki mleka, szczególnie na kuleczki tłuszczowe, nasila się w przypadku napowietrzenia surowca. Mleko tuż po wydojeniu zawiera zwykle ok. 7% objętościowych gazów (6% CO_2 , 1% N_2 , 0,1% O_2). Wymiana gazów z otoczeniem powoduje spadek ich zawartości w mleku do ok. 2% (1,3% N_2 , 0,3% O_2), jednakże znaczne ilości gazów przedostają się do mleka w trakcie mieszania i przepompowywania, jak również podczas transportu i dalszej obróbki w zakładzie. Nierzadko się zdarza, że dostarczone do zakładu mleko surowe zawiera więcej niż 10% objętościowych gazów, dlatego konieczne jest odpowietrzanie (deareacja) mleka. Najprostsze odpowietrzacze są instalowane już w nowoczesnych cysternach lub przed pompą wporową w linii odbioru.

Oddziaływania mechaniczne wpływają również destrukcyjnie na białka mleka, lecz w sposób wybiórczy i zróżnicowany, a kierunek i zakres tych zmian zależą od parametrów wibracji. Główne przemiany w białkach są związane ze zmianą stopnia ich rozproszenia i hydratacji. W przypadku niskich parametrów wibracji, tj. krótkiego czasu ekspozycji i częstotliwości do 20 Hz, a także małych przyspieszeń (do 2 g), stwierdzono obniżanie poziomu rozpuszczalnych form związków azotowych, natomiast w przypadku wyższych parametrów kierunek tych zmian był odwrotny. Podobnie przebiegały zmiany poziomu

rozpuszczalnych form wapnia i fosforu. Na podstawie przemian w układzie związków azotowych i soli stwierdzono, że w mleku poddanym działaniu bodźców mechanicznych mogą zachodzić zarówno procesy agregacji, jak i dysagregacji białek, co wpływa na zmiany ich właściwości, wskutek czego następuje modyfikacja cech fizykochemicznych i funkcjonalnych mleka, z reguły ich pogorszenie. Oddziaływania mechaniczne podczas transportu mleka surowego, których skutkiem są ww. przemiany jego składników, powodują wzrost kwasowości, obniżenie stabilności cieplnej i etanolowej, a także istotne skrócenie czasu krzepnięcia podpuszczkowego.

Oddziaływań energii mechanicznej, tarcia, wstrząsów, wibracji, itp. nie da się całkowicie wyeliminować, można je jednak znacznie ograniczyć, stosując amortyzatory pochłaniające energię kinetyczną drgań i wstrząsów, oraz opakowania przeciwdziałające oddziaływaniom energii potencjalnej w czasie przewozu i magazynowania. Częstotliwość dostaw mleka surowego oraz konieczność dbałości o jego jakość wymagają zagwarantowania odpowiedniej organizacji odbioru i przewozu. Dlatego transport mleczarski powinien być stale doskonalony, zarówno pod względem techniki przewozowej, jak i organizacji związanej z racjonalnym planowaniem długości i przebiegu tras.

Mleko po przetransportowaniu do zakładu mleczarskiego poddaje się badaniom wstępnym oceniającym jego jakość. Po dokładnym wymieszaniu zawartości cysterny lub zbiornika transportowego jest pobierana próbka mleka, w której oznacza się: temperaturę, kwasowość (ocena świeżości), gęstość i punkt zamarzania (próba na zafalszowanie – obecność obcej wody), czystość w próbie filtracyjnej oraz zapach. W trakcie odbioru jest również pobierana próbka do dalszych badań laboratoryjnych podstawowego składu mleka (zawartości tłuszczu, białka i ewentualnie laktozy oraz suchej masy), obecności substancji hamujących oraz jakości mikrobiologicznej i cytologicznej. Po wstępnej ocenie mleko z cystern jest przepompowywane do tanków magazynowych lub tankosilosów.

Mleko dostarczone do zakładu mleczarskiego w stanie schłodzonym może być kierowane do zbiornika magazynowego lub bezpośrednio na działy produkcyjne, w przeciwnym razie zachodzi konieczność jego dochłodzenia, najlepiej do temp. 2-4°C. Zgodnie z rozporządzeniem (WE) NR 853/2004 PE i Rady (z dn. 29.04.2004 r.), w zakładzie spożywczym mleko surowe musi być szybko schładzane do temperatury nieprzekraczającej 6°C i utrzymywane w tych warunkach termicznych do czasu jego przetworzenia. „Jednakże przedsiębiorcy przemysłu spożywczego mogą magazynować mleko surowe i siarę w wyższej temperaturze, jeżeli:

- przetwarzanie rozpocznie się natychmiast po dojeniu lub w ciągu 4 godzin od zaakceptowania w zakładzie przetwórczym;
lub
- właściwy organ zezwoli na wyższą temperaturę ze względów technologicznych, związaną z wytwarzaniem pewnych przetworów mlecznych lub produktów na bazie siary”.

Do skupu powinno być przyjmowane tylko takie mleko, które spełnia ustalone kryteria. W przeciwnym wypadku powinno zostać zdyskwalifikowane i wyeliminowane z odbioru. Obecnie w naszym kraju, mleko surowe przeznaczone do skupu musi spełniać wymogi zawarte w ROZPORZĄDZENIU (WE) NR 853/2004 PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 29 kwietnia 2004 r. „*ustanawiającego szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego*”. W ocenie jakości mleka surowego mogą być wykorzystane wytyczne zawarte w polskiej normie - PN-A-86002 (od 1.01.2003 r. jest nieobligatoryjna) - dotyczące wymagań ogólnych i kryteriów przyjęcia, takich jak: wygląd, zapach oraz kwasowość, obecność antybiotyków i innych substancji hamujących.

Przepisy kładą szczególny nacisk na jakość mikrobiologiczną i cytologiczną mleka, a według rozporządzenia (WE) NR 853/2004 PE i Rady (z dn. 29.04.2004 r.) w przypadku mleka surowego obowiązuje tylko jedna klasa jakości, przy czym określono górny pułap liczby drobnoustrojów i komórek somatycznych w 1 ml mleka. Zgodnie z przyjętym w rozporządzeniu zapisem, mleko surowe (pochodzące od krów) nie powinno zawierać w 1 ml więcej niż:

- 100 000 drobnoustrojów,
- 400 000 komórek somatycznych.

Zgodnie z rozporządzeniem liczbę drobnoustrojów ustala się z okresu dwóch miesięcy na podstawie średniej geometrycznej wyników badań co najmniej dwóch próbek pobranych w ciągu miesiąca, a w przypadku komórek somatycznych liczy się średnią geometryczną z okresu trzech miesięcy na podstawie badania co najmniej jednej próbki pobranej w ciągu miesiąca. Ten sposób wyliczenia średnich geometrycznych jest obiektywny i korzystny dla dostawców mleka, ponieważ wynik oceny ustala się na podstawie kilku badań, co eliminuje przypadkowość i ewentualnie gorszy wynik np. z jednego badania w miesiącu.

Kontrola jakości mikrobiologicznej mleka, zgodnie z rozporządzeniem (WE) NR 853/2004 PE i Rady (z dn. 29.04.2004 r.), powinna być również przeprowadzana w zakładzie

przetwórczym przed rozpoczęciem procesu technologicznego i wg wytycznych „muszą być inicjowane procedury, aby zagwarantować, że bezpośrednio przed przetwarzaniem:

- surowe mleko krowie stosowane do wytwarzania przetworów mlecznych ma liczbę bakterii poniżej 300 000 na ml (przy 30°C);

oraz

- przetworzone mleko krowie, stosowane do wytwarzania przetworów mlecznych, ma liczbę bakterii poniżej 100 000 na ml (przy 30°C).

Jeśli mleko nie spełnia kryteriów wskazanych powyżej, to przedsiębiorstwo sektora spożywczego musi poinformować właściwy organ i podjąć środki, w celu poprawienia tej sytuacji”.

Liczbę drobnoustrojów można ocenić różnymi metodami, np. elektronicznie, ale wynik powinien odpowiadać oznaczeniu metodą płytkową w temp. 30°C. Jakość mikrobiologiczną ocenia się zazwyczaj metodami instrumentalnymi, np. z wykorzystaniem urządzenia Bactoscan. W aparacie o tej nazwie bakterie oddziela się od mleka, wybarwia barwnikiem fluorescencyjnym i liczy (jako impulsy świetlne) na obracającym się dysku. Wynik oznaczenia uzyskuje się po ok. 15 min. Jakość cytologiczna mleka również musi być oznaczana metodą ilościową, dlatego w ocenie tego parametru wyeliminowano metodę wskaźnikową Whiteside’a, poprzednio dopuszczaną przez PN-A-86002. Liczbę komórek somatycznych oznacza się np. w aparacie Fossomatic, co polega na elektronicznym liczeniu impulsów fotooptycznych pochodzących z fluoryzujących kompleksów DNA (z komórek somatycznych) i stosowanego w metodzie barwnika (bromek etydyny).

Szczególne znaczenie w ocenie jakości mleka surowego ma wykrywanie antybiotyków i innych substancji hamujących (sh). Substancje te są niepożądane w mleku, zarówno ze względów zdrowotnych (możliwość wystąpienia reakcji alergicznej, uodpornienie się organizmu człowieka na antybiotyki), jak i technologicznych związanych ze specyfiką przemysłu mleczarskiego (hamowanie rozwoju mikroflory celowo wprowadzonej do mleka w formie czystych kultur mleczarskich). Są to głównie pozostałości leków weterynaryjnych oraz środków do mycia i dezynfekcji sprzętu dojarskiego, zbiorników do przechowywania i transportu mleka. Obecność antybiotyków i innych substancji hamujących wykrywa się metodami mikrobiologicznymi, enzymatycznymi czy immunochromatograficznymi. Metody mikrobiologiczne, takie jak test Biolacty, STD lub Delvotest, są oparte na zahamowaniu przez antybiotyki i inne sh rozwoju szczepu testowego, którym najczęściej jest *Bacillus stearothermophilus*. Metody enzymatyczne, jak np. test Penzym do wykrywania

antybiotyków β -laktamowych, opierają się na enzymatycznych reakcjach barwnych. Z kolei metody immunochromatograficznych należą testy Beta Star czy Beta Star Combo.

Oprócz wymagań podstawowych, mleko surowe bada się również często pod względem jego przydatności do określonego kierunku przerobu. Na przykład w przetwórstwie serowarskim dodatkowo ocenia się krzepliwość mleka pod wpływem podpuszczki, a podczas selekcji surowca do produkcji mleka UHT i koncentratów mlecznych – stabilność cieplną, najczęściej pośrednio w prostych i szybkich próbach z alkoholem etylowym.

CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest nabycie umiejętności oceny mleka surowego, zgodnie z wymaganiami odpowiednich przepisów prawnych, oraz selekcji surowca do poszczególnych technologii przetwarzania, jak również zapoznanie się z czynnościami technologicznymi i pracą urządzeń na dziale odbioru i aparatowni. Ponadto nabycie umiejętności doboru metod i technik analitycznych oraz obsługi typowej aparatury badawczo-kontrolnej wykorzystywanej w ocenie jakości mleka surowego oraz właściwej interpretacji uzyskiwanych wyników.

WYKONANIE ĆWICZENIA

I. OCENA MLEKA SUROWEGO PODCZAS ODBIORU

1. POBIERANIE PRÓBEK MLEKA DO BADAŃ

Próbki mleka do badań organoleptycznych, mikrobiologicznych i fizykochemicznych należy pobrać zgodnie z wytycznymi PN-EN ISO 707: 2009 *Mleko i przetwory mleczne - Wytyczne do pobierania próbek*.

2. BADANIE CECH ORGANOLEPTYCZNYCH MLEKA

Wygląd - ocenić konsystencję (jednolitość, podstój tłuszczu, ewentualne występowanie zanieczyszczeń mechanicznych widocznych gołym okiem) i barwę;

Zapach - w przypadkach wątpliwych należy ocenić smak mleka (po podgrzaniu mleka do temp. 80°C i schłodzeniu do temp. pokojowej).

Analizę organoleptyczną mleka surowego, tj. ocenę smaku, zapachu (smakowitości), barwy i konsystencji przeprowadzić zgodnie z wytycznymi norm:

- ✓ IDF Standard 99-2:2009 *Milk and milk products – Sensory analysis – Part 2: Recommended methods for sensory*;
- ✓ IDF Standard 99-3:2009 *Milk and milk products – Sensory analysis – Part 3: Guidance on a method for evaluation of compliance with product specifications for sensory properties by scoring*.

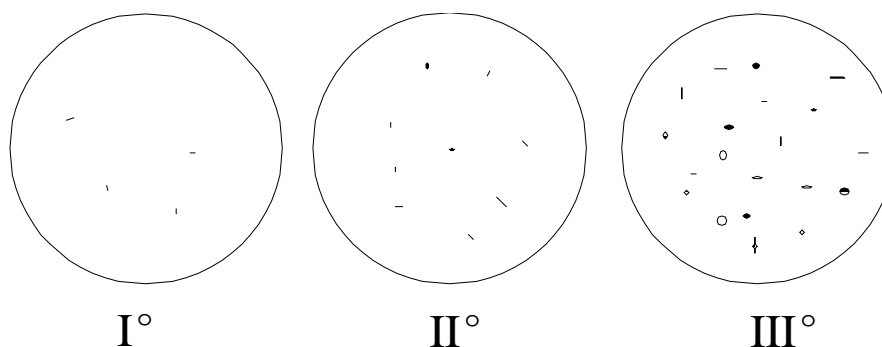
3. BADANIE JAKOŚCI HIGIENICZNEJ MLEKA

Zadanie to obejmuje analizę jakości higienicznej mleka pod kątem obecności zanieczyszczeń mechanicznych, liczby bakterii i komórek somatycznych oraz wykrywanie pozostałości antybiotyków i innych substancji hamujących.

3.1. Oznaczanie stopnia zanieczyszczeń mechanicznych

Oznaczenie wykonać za pomocą aparatu „Mifi” wg PN-A-86122: 1968 *Mleko. Metody badań*.

Interpretacja wyników. Stopień zanieczyszczenia mechanicznego mleka określić przez porównanie ze wzorcami.



I° - odpowiada kryteriom przyjęcia mleka do skupu;
 II° i III° - mleko pozaklasowe.

Rysunek 1. Wzorce oceny zanieczyszczeń mechanicznych w mleku

3.2. Wykrywanie antybiotyków i innych substancji hamujących

Oznaczenie wykonać metodą wskazaną przez prowadzącego ćwiczenie wg PN-A-86033: 1991 *Mleko. Wykrywanie antybiotyków i innych substancji hamujących.*

3.3. Ocena mikrobiologicznej jakości mleka

3.3.1. Oznaczanie ogólnej liczby drobnoustrojów metodą płytkową (mezofilnych bakterii tlenowych)

Oznaczenie wykonać metodą płytkową wg PN-A-86036:1993 *Mleko surowe do skupu. Badania mikrobiologiczne i cytologiczne.*

3.3.2. Próba reduktazowa z resazuryną

Oznaczenie wykonać wg PN-A-86036: 1993 *Mleko surowe do skupu. Badania mikrobiologiczne i cytologiczne.*

3.3.3. Próba azotanowa

Zasada metody. Próba azotanowa polega na orientacyjnym określeniu stopnia redukcji wprowadzonego do mleka azotanu do azotynu pod wpływem metabolicznych przemian prowadzonych przez mikroflorę.

Wykonanie. Do próbki zawierającej wysterylizowaną wodę drożdżowo-azotanową wprowadzić jałową pipetą 7 ml mleka i wymieszać. Inkubować w temp. 37°C przez 2 godz.

Po inkubacji dodać 2 ml świeżo przygotowanej mieszaniny (1:1) roztworów kwasu sulfanilowego i α -naftyloaminy, a następnie dokładnie wymieszać zawartość próbki. Po upływie 5 min. określić zabarwienie próbki.

Interpretacja wyników. Próba azotanowa pozwala stwierdzić aktywność mikroflory słabo redukującej barwniki w tradycyjnych próbach reduktazowych. Powinna być stosowana tylko jako uzupełnienie tych testów, ponieważ bakterie fermentacji mlekowej w minimalnym stopniu lub wcale nie redukują azotanów. Sklasyfikować mleko wg poniższej skali barwnej.

Tabela 1. *Orientacyjna ocena jakości mikrobiologicznej mleka w próbie azotanowej*

| Zabarwienie próbki mleka | Ocena jakości próbki |
|---|-----------------------------|
| bez zmiany barwy | mleko bardzo dobre i dobre |
| lekko lub wyraźnie różowa | mleko średniej jakości |
| intensywnie różowa, czerwona lub brunatna | mleko złej jakości |

3.3.4. Oznaczenie miana coli przy użyciu coliwskazów

Stosowanie coliwskazów pozwala oznaczyć miano coli w płynnych, nierozcieńczonych produktach mleczarskich.

Wykonanie. Do każdej analizy na jedną badaną próbkę należy użyć dwa paski. Ponieważ czynnik selekcyjny, którym nasycone są coliwskazy jest światłoczuły, paski należy chronić przed dłuższym niż 10 min przetrzymywaniem na świetle. Wszystkie więc czynności związane z wysiewem powinny być przeprowadzone szybko.

Bezpośrednio przed użyciem brzeg torebki należy obciąć nożyczkami z tego końca, na którym jest perforacja coliwskazu i wyciągnąć pasek palcami prawej ręki (kciuk i wskazujący). Wyjęty z torebki ochronnej coliwskaz zanurzyć bezpośrednio w badanym mleku po znak perforowania na 3-5 s i natychmiast wyjąć, otrząsając jednocześnie przyległe krople. Nasycony badanym mlekiem coliwskaz wsunąć z powrotem do polietylenowej torebki, nadając jej uprzednio kształt walca, tak aby pasek nie dotknął za wcześnie wewnętrznej ściany torebki, zanim nie zostanie dostatecznie głęboko wsunięty, ponieważ może się przykleić i utrudnić prawidłowe wykonanie czynności. Po włożeniu coliwskazu do torebki należy uchwycić go palcami lewej ręki tuż przy perforacji, a palcami prawej (kciuk i wskazujący) oderwać trzymany odcinek paska, po czym dłonią przyprasować folię do coliwskazu, co umożliwi dokładniejsze odczytanie wyników. Następnie otwarty koniec

torebki włożyć między dwa szkiełka, tak aby wystawało około 3 - 4 mm folii i zatopić nad płomieniem palnika. Zamknięte torebki inkubować w temperaturze $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ przez 9 - 10 godz.

Interpretacja wyników. Po skończonej inkubacji należy policzyć liczbę czerwonych punktów (plamek) po obydwu stronach dwóch coliwskazów. W celu uniknięcia powtórnego liczenia przerośniętych na drugą stronę kolonii liczone punkty należy nakłuwać szpilką. Pojawienie się czerwonych dużych plam lub całkowite zaróżowienie paska, prócz licznych punktów, świadczy o bardzo dużym zakażeniu. Brak czerwonych punktów (plamek) świadczy o nieobecności bakterii z grupy coli w 1 ml badanego mleka.

Gdy czas wykonania odczytu wypadł w nieodpowiedniej porze, coliwsказы po wysiewie przed rozpoczęciem lub zakończeniu inkubacji, można przechowywać przez kilka godzin w chłodni. Po odczytaniu wyników coliwsказы włożone z powrotem do torebek i przechowywane w miejscu bez dostępu światła mogą służyć jako dowody oceny. Interpretacja wyników wg poniższej tabeli.

Tabela 2. *Miano coli badanej próbki w relacji od liczby czerwonych punktów na coliwskazach*

| Liczba czerwonych punktów wyrosłych na obydwu stronach dwóch coliwskazów | Miano coli |
|--|---------------|
| brak punktów (plamek) | powyżej 1 |
| 1 - 16 | 0,1 |
| 17 - 105 | 0,01 |
| 106 - 306 | 0,001 |
| powyżej 306 | poniżej 0,001 |

3.4. Ocena jakości cytologicznej mleka

3.4.1. Oznaczanie liczby komórek somatycznych (LKS) w mleku metodą instrumentalną

Wykonanie. Instrumentalną ocenę jakości cytologicznej mleka przeprowadzić przy wykorzystaniu automatycznego licznika komórek (pod kontrolą prowadzącego ćwiczenia). Wykonanie wg instrukcji obsługi urządzenia.

Interpretacja wyników. Liczba komórek somatycznych w mleku jest wskaźnikiem stanu zdrowotnego zwierząt od których został pozyskany surowiec. Według Rozporządzenia (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r., surowe mleko krowie przeznaczone do skupu powinno zawierać nie więcej niż 400 000 komórek

somatycznych w 1 ml, wyliczając średnią geometryczną z okresu trzech miesięcy, przy badaniu przynajmniej jednej próbki w miesiącu.

3.4.2. Próba Whiteside'a - orientacyjne określenie jakości cytologicznej mleka

Wykonanie. Próbę Whiteside'a przeprowadzić zgodnie z wytycznymi PN-A-86036:1993 *Mleko surowe do skupu. Badania mikrobiologiczne i cytologiczne.*

Interpretacja wyników. Obecność skłaceń przyjmuje się za wynik dodatni (+), stanowiący podstawę do podejrzenia o stan zapalny wymion krów, od których pozyskano mleko. Brak zmiany konsystencji mieszaniny, bez widocznych skłaceń, daje wynik ujemny (-) i wskazuje, iż mleko pochodzi od zdrowych zwierząt.

4. BADANIE CECH FIZYKOCHEMICZNYCH MLEKA

Zadanie to obejmuje oznaczenie wybranych cech fizykochemicznych mleka tj.; świeżości, w tym kwasowości czynnej i potencjalnej, konduktywności, gęstości i temperatury zamarzania.

4.1. Ocena świeżości mleka

4.1.1. Próba alizarolowa

Próbę wykonać wg PN-A-86122:1968 *Mleko. Metody badań.*

Interpretacja wyników. Uzyskane zabarwienie oraz konsystencję mleka porównać ze skalą podaną w poniższym zestawieniu.

Tabela 3. Ocena kwasowości mleka na podstawie próby alizarolowej

| Barwa, konsystencja | pH | °SH | Charakterystyka mleka |
|--|---------|------|---|
| Fioletowa ze skłaceniami lub bez skłaceń | 6,83 | 6,0 | wyraźny odczyn zasadowy, podejrzenie o obecność sody |
| Fioletowoczerwona ze skłaceniami lub bez skłaceń | 6,75 | 6,0 | „zasadowe”, podejrzenie o pochodzenie od krów ze stanem zapalnym wymion |
| Liliowoczerwona bez skłaceń | 6,7-6,5 | 7,0 | świeże, normalne, od krów zdrowych |
| Brunatnoczerwona bez skłaceń | 6,3 | 8,5 | lekko nadkwaszone z początkiem fermentacji mlekowej |
| Brunatnoczerwona, drobne kłaczkki | 5,8 | 10,0 | nadkwaszone, może przetrzymać zagotowanie |
| Żółtawobrunatna, grube kłaczkki | 5,5 | 12,0 | wyraźnie nadkwaszone, „warzy się” przy gotowaniu |
| Brunatnożółta, bardzo grube kłaczkki | 5,2 | 15,0 | kwaśne, ale nie ma skrzepu |
| Żółta, silne skłaczenia | ok. 5,0 | 16,0 | kwaśne |

4.1.2. Oznaczanie kwasowości potencjalnej w °SH

Badanie wykonać zgodnie z wytycznymi PN-A-86122:1968 *Mleko. Metody badań*.

Interpretacja wyników. Normalne mleko świeże nie zawiera kwasu mlekowego, a jego odczyn jest prawie obojętny, lecz jego kwasowość miareczkowa, ze względu na buforowość układu, wynosi 6,0-7,5°SH i przy miareczkowaniu wobec fenoloftaleiny wymaga stosunkowo dużej ilości ługu na przesunięcie pH z 6,6 do 8,3. Rozwijające się w mleku bakterie mlekowe powodują fermentację laktozy do kwasu mlekowego, co wpływa na wzrost kwasowości miareczkowej mleka. Z kolei zapalenie wymienia (*mastitis*) lub zafałszowanie mleka środkami alkalicznymi, czy też rozwodnienie powoduje obniżenie kwasowości miareczkowej.

4.1.3. Oznaczanie kwasowości czynnej (pH)

Zasada metody. Oznaczenie kwasowości czynnej można dokonać przez pomiar stężenia jonów wodorowych przy użyciu pH-metru z zestawem elektrod.

Wykonanie. Przed pomiarem należy wykalibrować pH-metr, przy pomocy buforów, zgodnie z instrukcją obsługi urządzenia (niniejszy tok postępowania przeprowadzić z prowadzącym ćwiczenia). Następnie do zlewki o poj. ok. 150-250 ml przenieść około 100-200 ml mleka i zanurzyć elektrody, wcześniej opłukane wodą destylowaną i osuszone. Włączyć zakres pomiaru pH i odczytać wynik bezpośrednio ze skali.

Interpretacja wyników. Świeże, normalne mleko charakteryzuje się kwasowością czynną w zakresie pH 6,60-6,80. Wartości niższe od pH 6,60 wskazują na nadkwaszenie mleka, wyższe od pH 6,80 świadczą o nienormalności mleka (stany chorobowe wymion lub zafałszowania, np. przez alkalizację lub rozwodnienie).

4.2. Oznaczenie gęstości mleka

Oznaczenie wykonać metodą areometryczną zgodnie z wytycznymi PN-A-86122:1968 *Mleko. Metody badań*.

Interpretacja wyników. Stopnie laktodensymetru można przeliczyć na gęstość mleka wg poniższego wzoru.

$$d = 1 + \frac{^{\circ}\text{Ld}}{1000}$$

gdzie:

- d - gęstość badanego mleka w temperaturze 20°C (g/ml)
- °Ld - odczyt z termolaktodensymetru (°Ld)

Obecnie stosowane laktodensymetry są skalowane w temperaturze 20°C i podają gęstość mleka względną jako d_4^{20} , tj. gęstość mleka w temperaturze 20°C w stosunku do gęstości wody w temperaturze 4°C. Liczbowo jest więc ona równa gęstości bezwzględnej i można ją wyrazić w g/ml. Gęstość surowego mleka zbiorowego mieści się w granicach 1,028-1,032 g/ml i jest wypadkową ciężarów właściwych oraz udziału ilościowego poszczególnych składników mleka – np. ciężar właściwy tłuszczu mlecznego wynosi około 0,915, natomiast suchej masy beztłuszczowej – około 1,60. Według PN-A-86002 gęstość mleka nie powinna być niższa niż 1,028 g/ml.

4.3. Oznaczanie temperatury zamarzania mleka przy użyciu krioskopu

Zasada metody. Ponieważ w mleku niektóre składniki występują w postaci roztworu rzeczywistego (laktoza, sole), dlatego jego temperatura zamarzania, zwana punktem zamarzania, jest niższa od temperatury zamarzania wody. Próba krioskopowa opiera się na tym, że właściwości mleka nie zależą od rodzaju cząstek, lecz ich stężenia, a punkt zamarzania jest kontrolowany przez ilość rozpuszczalnych substancji.

Wykonanie. Wykonanie - według instrukcji obsługi urządzenia (badanie pod kontrolą prowadzącego ćwiczenia).

Interpretacja wyników. Punkt zamarzania mleka wykazuje tylko nieznaczne wahania i jest najbardziej dokładną metodą określania dodatku wody do mleka. Według wcześniejszych danych literaturowych, punkt zamarzania mleka normalnego od pojedynczych krów powinien być niższy niż -0.530°C (średnia dla mleka zbiorczego -0.550°C). Wartości te uzyskiwano metodą Hortveta, skalując termometr wg roztworów sacharozy (7 g sacharozy/100 ml wody – temperatura zamarzania -0.422°C). Zgodnie z zaleceniami FIL/IDF do wzorcowania krioskopów należy stosować roztwory NaCl. Uzyskuje się wtedy wyższą temperaturę zamarzania mleka, przeciętnie o 0.018°C , więc średnia temperatura zamarzania mleka zbiorczego wynosi ok. -0.522°C . Badania przeprowadzone w Polsce wykazały, że (95% prawdopodobieństwa) temp. -0.513°C stanowi najwyższą temperaturę zamarzania mleka normalnego od pojedynczych krów, natomiast temp. -0.518°C mleka zbiorczego (przy wzorcowaniu krioskopu wg zaleceń IDF). Biorąc pod uwagę stosunkowo niewielką zmienność temperatury zamarzania mleka normalnego, pomiar tej właściwości stał się

podstawą standardowej metody wykrywania dodatku wody do mleka. Już stosunkowo niewielki dodatek wody do mleka powoduje znaczny wzrost temperatury zamrażania. Dodatek 1% wody do mleka podnosi punkt zamrażania mleka o 0,006°C, 5-procentowy dodatek powoduje wzrost tego punktu o 0.025°C, a 13% – o 0.070°C, podczas gdy krioskopy termistorowe są wrażliwe na zmiany temperatury rzędu 0,001°C.

5. BADANIE PODSTAWOWEGO SKŁADU CHEMICZNEGO MLEKA

Zadanie obejmuje oznaczenie podstawowego składu chemicznego mleka metodą instrumentalną - za pomocą aparatu Milkoscan FT2 (tłuszcz, białko, kazeina, laktoza, kwas cytrynowy, mocznik, wolne kwasy tłuszczowe) oraz metod chemicznych, w tym m.in.: zawartości tłuszczu metodą Gerbera, zawartości białka ogółem i kazeiny metodą formolową Walker'a, koncentracji kazeiny w mleku metodą Jakubowskiego, oraz obliczanie zawartości suchej masy oraz suchej masy beztłuszczowej mleka.

5.1. Oznaczenie składu chemicznego mleka metodą instrumentalną – Milkoscan FT™2

Zasada metody. MilkoScan™ FT2 to aparat do szybkiego i prostego oznaczania składu mleka. W tym urządzeniu próbki mleka ulegają rozcieńczeniu oraz homogenizacji i taką mieszaninę przepuszcza się przez kufkę przepływową, gdzie poszczególne składniki mleka są oznaczane na podstawie absorpcji promieniowania podczerwonego. MilkoScan™ FT2 wykorzystuje analizę w podczerwieni z transformatą Fouriera (FTIR) Interferometr FTIR skanuje pełne widmo podczerwieni, zbierając kompletne dane, umożliwiając pomiar nowych parametrów nawet w złożonych produktach mleczarskich.

Wykonanie. Próbkę mleka ok. 150 ml przenieść do zlewki i wykonać oznaczenie za pomocą aparatu MilkoScan™ FT2 według instrukcji obsługi urządzenia (badanie pod kontrolą prowadzącego ćwiczenia).

5.2. Oznaczenie zawartości tłuszczu metodą butyrometryczną Gerbera

Oznaczenie wykonać zgodnie z wytycznymi PN-A-86122:1968 *Mleko. Metody badań.*

5.3. Oznaczenie zawartości białka ogółem i kazeiny metodą formolową Walkera

Zasada metody. Prosta metoda polegająca na miareczkowym oznaczeniu ilości jonów wodorowych uwolnionych z białek zobojętnionego mleka, po dodaniu do niego aldehydu mrówkowego (formaliny). Ilość uwolnionych jonów wodorowych zależy od poziomu wolnych i zjonizowanych grup, głównie aminowych ($-\text{NH}_3^+$).

Oznaczenie przeprowadza się w dwóch etapach. W pierwszym – zobojętnia się próbkę mleka 0,1 M roztworem NaOH wobec fenoloftaleiny do lekko różowego zabarwienia (pH 8,3), a wówczas zobojętnione zostają wolne grupy α -aminowe i istnieją w stanie równowagi z formaliną niejawną ($-\text{NH}_2$). W drugim etapie, po dodaniu formaliny, następuje uwolnienie protonów z grupy ϵ -aminowych lizyny, które w postaci jonów wodorowych miareczkuje się 0,1 M roztworem NaOH do ponownej zmiany barwy mleka na lekko różową. Przyjmując udział aminokwasów, w tym również lizyny, w białkach mleka jako wielkość stałą, można na podstawie ilości NaOH zużytej w drugim miareczkowaniu i odpowiedniego przelicznika obliczyć zawartość białek w mleku. Ustalony empirycznie współczynnik przeliczeniowy ilości NaOH wynosi dla białka mleka 1,92, a dla kazeiny 1,47.

Wykonanie. Do kolby stożkowej odmierzyć 10 ml mleka, dodać 0,5 ml 2% alkoholowego roztworu fenoloftaleiny i miareczkować 0,1 M roztworem NaOH do jasnoróżowej barwy. Następnie dodać 4 ml formaliny, którą wcześniej należy rozcieńczyć wodą destylowaną w stosunku 1:1 i świeżo zobojętnić 0,1 M roztworem NaOH wobec fenoloftaleiny. Następnie ponownie należy miareczkować próbkę mleka 0,1 M roztworem NaOH do jasnoróżowej barwy.

Obliczenie wyników. Zawartość kazeiny i białka w mleku obliczamy mnożąc odpowiednie współczynniki przeliczeniowe przez ilość mililitrów 0,1 M NaOH zużytą w drugim miareczkowaniu.

5.4. Oznaczenie zawartości kazeiny w mleku metodą Jakubowskiego

Zasada oznaczenia. Metoda oznaczenia zawartości kazeiny wykorzystywana jest do dokładnej standaryzacji mleka przeznaczonego do wyrobu sera. Polega ona na oznaczeniu kwasowości miareczkowej mleka i kwasowości miareczkowej serwatki, otrzymanej przez szybkie wytrącenie kazeiny z mleka za pomocą podpuszczki. Zawartość kazeiny w mleku oblicza się

przez mnożenie różnicy między kwasowością mleka a kwasowością serwatki ($^{\circ}\text{SH}$) przez odpowiedni współczynnik przeliczeniowy. Założenia tej metody oparte są na zjawisku podobnie jak w metodzie formolowej.

Wykonanie.

A. Oznaczenie kwasowości miareczkowej mleka

Do kolby stożkowej odmierzyć 50 ml mleka, dodać 2 ml 2% roztworu fenoloftaleiny i miareczkować 0,25 M roztworem NaOH do jasnoróżowej barwy. Wynik przeliczyć na $^{\circ}\text{SH}$.

B. Przygotowanie serwatki i oznaczenie jej kwasowości miareczkowej

Do kolby stożkowej odmierzyć 80 ml mleka, dodać 10 ml 1% roztworu preparatu podpuszczki w proszku o mocy ok. 1:100000, wymieszać i ogrzewać w łaźni wodnej do temp. 55-60°C w celu przyspieszenia wydzielania serwatki. Przygotowanie serwatki powinno trwać zaledwie kilka minut. Wydzieloną serwatkę przesączyć, odmierzyć 50 ml filtratu dodać 2 ml 2% fenoloftaleiny i miareczkować 0,25 M roztworem NaOH do jasnoróżowej barwy. Wynik wyrazić w $^{\circ}\text{SH}$ (tj. liczbę cm^3 zużytego ługu pomnożyć przez 2).

Obliczenie wyników. Procentową zawartość kazeiny w mleku (K) obliczyć z poniższego wzoru:

$$K = (a - 1,11 b) \cdot k$$

gdzie:

a – kwasowość miareczkowa mleka ($^{\circ}\text{SH}$),

b – kwasowość serwatki ($^{\circ}\text{SH}$)

1,11 – współczynnik rozcieńczenia mleka (serwatki) roztworu podpuszczki

k – współczynnik przeliczeniowy, obliczony z poniższej zależności

$$k = 1,2863 - 0,0618 \cdot a$$

gdzie:

a – kwasowość miareczkowa mleka, w $^{\circ}\text{SH}$.

5.5. Obliczanie zawartości suchej masy (s.m.) i suchej masy beztłuszczowej (s.m.b.)

Na podstawie znanej gęstości mleka i zawartości w nim tłuszczu wyliczyć zawartość suchej masy przy pomocy wzoru Fleischmanna oraz zawartość suchej masy beztłuszczowej przy pomocy wzoru Hertza.

$$\% \text{ s.m.} = 1,2 \cdot t + 2,665 \frac{100 (d - 1)}{d}$$

$$\% \text{ s.m.b.} = \frac{t}{5} + \frac{^{\circ}\text{Ld}}{4} + 0,26$$

gdzie:

- t - zawartość tłuszczu w badanym mleku (%)
- d - gęstość badanego mleka w temperaturze 20°C (g/ml)
- $^{\circ}\text{Ld}$ - stopnie laktodensymetru
- $^{\circ}\text{Ld} = 1000 (d-1)$

Interpretacja wyników. Zawartość suchej masy w mleku krów waha się w szerokich granicach od 11 - 15%, średnio 12,3%, natomiast zawartość suchej masy beztłuszczowej występuje w zakresie 7,9-10,0%, przy wartości średniej 8,9%.

6. BADANIE PRZYDATNOŚCI TECHNOLOGICZNEJ MLEKA SUROWEGO

Zadanie obejmuje ocenę wybranych cech jakości technologicznej mleka surowego, a więc wymagań specjalnych kwalifikujących mleko do określonych kierunków przetwórstwa, w tym próby fermentacyjnej, czy próby na zdolność surowca do koagulacji enzymatycznej stosowane do selekcji mleka przeznaczonego na sery, oraz szeregu prób określających stabilność cieplną mleka przeznaczonego do produkcji mleka UHT, koncentratów itp.

6.1. Próba Scherna na zdolność krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki

Wykonanie. Do zlewki (o obj. 50-100 ml) odmierzyć 10 ml mleka i ogrzać do temp. 40-42°C, a następnie dodać 16 ml roztworu podpuszczki o mocy 1:20. Aby przygotować roztwór podpuszczki mocy 1:20 należy do kolbki miarowej objętości 50 ml odmierzyć 1 ml 1% roztworu podpuszczki o mocy 1:100000 w 50% glicerynie i uzupełnić wodą destylowaną do łącznej objętości 50 ml. Zlewkę umieścić w łaźni wodnej (lub termostacie) w temp. 40-42°C i mierzyć czas do momentu pojawienia się skrzepu.

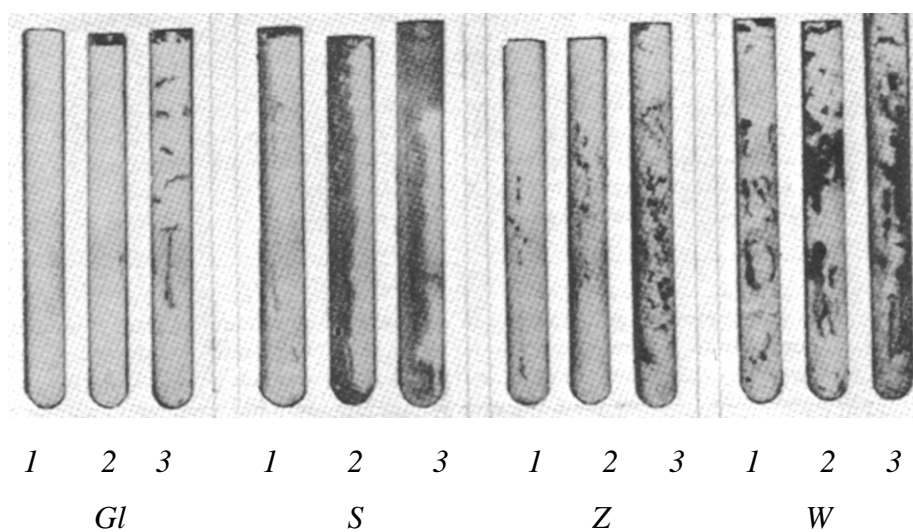
Interpretacja wyników. Mleko ścinające się w czasie 15-40 min jest najodpowiedniejsze do przetwórstwa na sery.

6.2. Próba fermentacyjna

Zasada metody. Próba fermentacyjna polega na orientacyjnym określeniu rodzaju mikroflory, która dominuje w mleku surowym, w oparciu o wygląd skrzepu uzyskanego po inkubacji próbki w temperaturze 37°C.

Wykonanie. Do jałowej probówki wlać około 20 ml mleka, zamknąć korkiem z waty i prowadzić inkubację w temperaturze 37°C przez 24 godz. w cieplarni lub łaźni wodnej. Pierwsze obserwacje prowadzić po upływie 8-12 godz. Po 24 godzinach przeprowadzić kolejną ocenę powstałych skrzepów, przyjmując następujące oznaczenia: *Pl* - brak skrzepu, mleko płynne; *Gl* - skrzep galaretowaty; *S* - skrzep serowaty; *Z* - skrzep ziarnisty; *W* - skrzep wzdymający. Każdy z tych skrzepów można podzielić na trzy podtypy (1, 2, 3) w zależności od nasilenia cech charakterystycznych, przedstawionych na rysunku 2 oraz opisanych w poniższym zestawieniu i w tabeli 4.

Interpretacja wyników. Mleko bardzo czyste mikrobiologicznie, z małą liczbą drobnoustrojów, lub o właściwościach bakteriostatycznych może nie wykazywać skrzepu po 12 – 24 godzinnej inkubacji. W serowarstwie najbardziej pożądane jest mleko dające skrzep galaretowaty (wywołany przez *Lactococcus lactis ssp. lactis*). Do przerobu na sery nie nadaje się mleko zakwalifikowane poniżej *S₁*. Z produkcji należy wykluczyć mleko o skrzepie wzdymającym (*W*), z oznakami gazowania, ze względu na obecność w nim bakterii szkodliwych w procesach technologicznych.



Rysunek 2. Typy skrzepów mleka w próbie fermentacyjnej

Próba fermentacyjna stanowi uzupełnienie próby reduktazowej przy ocenie mleka kierowanego do przerobu serowarskiego, wskazując jakie drobnoustroje mają w mleku przewagę.

Tabela 4. Charakterystyka skrzepu mleka w próbie fermentacyjnej

| Stopień | Typ skrzepu | | | | |
|--|---|--|--|---|--|
| | Pl_1 | Gl_1 | S_1 | z_1 | w_1 |
| 1 | Mleko zupełnie płynne, słodkie lub lekko kwaskowate | Skrzep równy, gładki, bez pęknięć i szczelin, bez wydzielonej serwatki | Serek zaczyna się kurczyć, jeszcze mało serwatki | Skrzep drobnoziarnisty | W skrzepie duża ilość pęcherzyków gazu |
| | Pl_2 | Gl_2 | S_2 | z_2 | w_2 |
| 2 | Mleko jeszcze płynne, lecz pod warstwą śmietany zbiera się serwatka | W galaretowatym skrzepie, trochę smug lub pęcherzyków gazu, bez wydzielonej serwatki | Serek skurczony, serwatka zielona | Skrzep gruboziarnisty, wydzielenie serwatki | Skrzep poszarpany, wzdymający, serwatka mętna |
| | Pl_3 | Gl_3 | S_3 | z_3 | w_3 |
| 3 | Mleko zaczyna krzepnąć | W galaretowatym skrzepie smugi, pęcherzyki gazu i pęknięcia, trochę serwatki | Serek bardzo skurczony, serwatka mętna | Skrzep w postaci grubych kłaczków, poszarpany, serwatka mętna | Skrzep silnie poszarpany, wzdymający, często podnosi się do góry pod wpływem gazowania, serwatka mętna |
| | Mleko niepewne dla przerobu serowarskiego: pl_3, s_2, z_2, w_1. | | | | |
| Mleko nie nadaje się na sery: z_3, w_2, w_3. | | | | | |

Typ Pl – przy normalnym smaku i zapachu mleka oraz przy braku w nim antybiotyków, świadczy o wyjątkowej czystości mleka i małej w nim liczbie drobnoustrojów, głównie bakterii fermentacji mlekowej.

Typ Gl – skrzep galaretowaty, najbardziej pożądanym w serowarstwie, wskazuje na dużą przewagę właściwych bakterii fermentacji mlekowej.

Typ S – skrzep serowy, mleko ścięte z obfitym wydzieleniem serwatki, o smaku niezbyt kwaśnym, często skrzep skurczony - świadczy o obecności w mleku bakterii wytwarzających enzym podpuszczkopodobny, a surowiec charakteryzuje się małą liczebnością właściwych bakterii fermentacji mlekowej.

Typ Z – mleko ścięte w postaci ziaren lub drobnych kłaczków, serwatka mętna, biaława lub żółtawa – wskazuje to na obecność w mleku, obok właściwych bakterii fermentacji mlekowej, bakterii grupy *coli*, kwasowo-proteolitycznych *mikrokoków* i drożdży. Przy przewadze właściwych bakterii fermentacji mlekowej otrzymuje się skrzep drobnoziarnisty, natomiast przy przewadze bakterii kwasowo-proteolitycznych i bakterii z grupy *coli* – skrzep gruboziarnisty.

Typ W – skrzep wzdymający, luźny, poszarpany, z dużą ilością pęcherzyków gazu i z dużą ilością serwatki – wskazuje przede wszystkim na znaczną przewagę bakterii z grupy *coli* oraz może wskazywać na obecność bakterii fermentacji masłowej.

6.3. Ocena stabilności układu koloidalnego mleka

6.3.1. Ocena stabilności etanolowej (SE) mleka

Zasada metod. Próby te są szybką i prostą metodą oceny stabilności mleka. Oddziaływanie koagulujące alkoholu etylowego na białka mleka jest zbliżone do działania ogrzewania w wysokich temperaturach. Dodatek alkoholu działa destabilizująco na białka mleka, ponieważ wykazuje bezpośrednie działanie dehydratacyjne w stosunku do micel kazeinowych, powoduje zmniejszenie stałej dielektrycznej środowiska, co prowadzi do cofnięcia dysocjacji wolnych grup aminowych oraz karboksylowych w łańcuchu polipeptydowym, co w efekcie prowadzi do zmniejszenia ujemnego ładunku micel, obniżenia stopnia ich hydratacji, a co za tym idzie do zmniejszenia odpychania kulombowskiego. Konsekwencją tego działania jest agregacja zdestabilizowanych micel przy współdziałaniu jonów Ca^{+2} oraz Mg^{+2} i ich wytrącenie z roztworu w postaci żelu. Czynnikiem wspomagającym proces koagulacji etanolowej jest obniżenie rozpuszczalności soli mleka, które precypitując, osadzają się na micelach i wzmagają proces koagulacji białek mleka.

PRÓBA ALKOHOLOWA WZMOCNIONA

Wykonanie. Równe ilości mleka i alkoholu etylowego 75-procentowego (np. po 2 ml) zmieszać w probówce i obserwować na ciemnym tle lub pod oświetleniem, czy pojawiły się kłaczkowe skoagulowane białka.

LICZBA ALKOHOLOWA

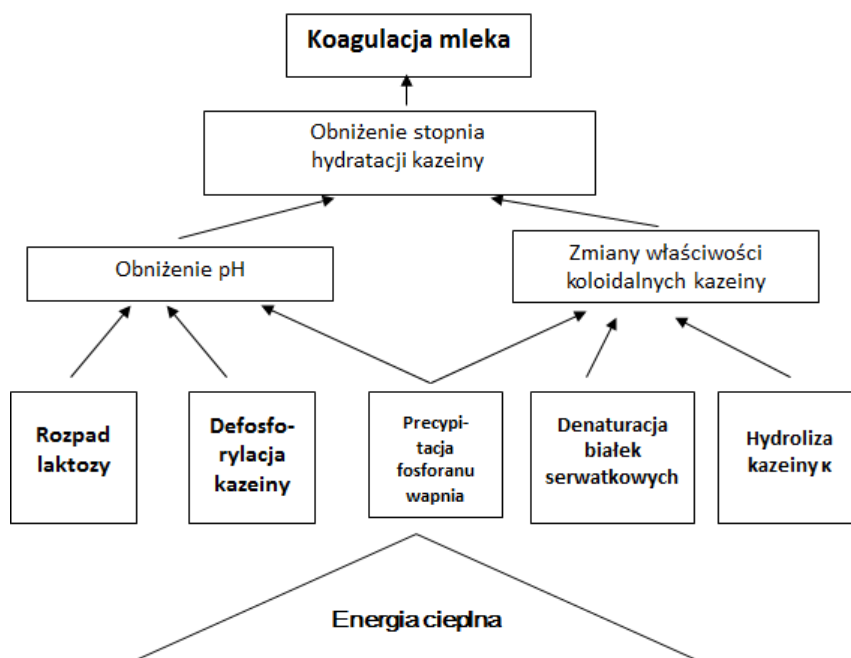
Wykonanie. Do kolby stożkowej z szeroką szyjką o poj. 200-250 ml odmierzyć 10 ml mleka. Następnie ciągle mieszając dodawać z biurety 96-procentowy alkohol etylowy, aż do wystąpienia objawów skłaczenia mleka (skoagulowanie kazeiny). Liczbę alkoholową próbki mleka określa objętość alkoholu (w ml), która powoduje koagulację białka w 10 ml mleka.

Interpretacja wyników prób alkoholowych. Jeżeli nie zaobserwowano koagulacji białek mleka to wynik próby jest ujemny (-), a próbki mleka posiadają odpowiednią stabilność cieplną. Pojawienie się kłaczek skoagulowanego mleka daje wynik dodatni - zapisywany (+).

Ujemny wynik alkoholowej próby wzmocnionej informuje o odpowiedniej stabilności surowca do produkcji mleka UHT czy też nawet sterylizowanego. Z kolei liczba alkoholowa powyżej 6 świadczy, iż mleko może być skierowane do produkcji na koncentraty mleczne. Świeże mleko, o normalnym składzie chemicznym, wykazuje zwykle znaczną oporność na koagulujące działanie alkoholu (wysoką stabilność etanolową), czego miernikiem jest wysoka liczba alkoholowa, a im wartość tej liczby jest niższa tym mleko jest bardziej wrażliwe na zmiany na destabilizację powodowaną ogrzewaniem.

6.3.2. Ocena stabilności cieplnej (SC) mleka - subiektywny test White i Davies'a

Najkrócej obecny stan wiedzy o mechanizmie cieplnej koagulacji mleka przedstawia poniższy schemat przedstawiony na rysunek 4.



Rysunek 3. Ogólny schemat mechanizmu cieplnej koagulacji mleka

Wykonanie. Do specjalnej probówki termoodpornej odmierzyć 2 ml mleka, następnie szczelnie ją zakorkować i zamknąć w metalowej ramce. Tak przygotowane próbki mleka umieścić w części wahadłowej łaźni olejowej o temp. 140°C i mierzyć czas od momentu zanurzenia do chwili pojawienia się pierwszych kłaczków skoagulowanego białka w przepływającym filmie (badanie pod kontrolą prowadzącego ćwiczenia).

Interpretacja wyników. Czas cieplnej koagulacji mleka w temp. 140°C jest najbardziej bezpośrednią i dokładną oceną stabilności cieplnej. Przedstawia rzeczywistą odporność białek mleka na ogrzewanie - jest ona tym wyższa im czas cieplnej koagulacji jest dłuższy. Do

produkcji mleka UHT nadaje się surowiec o czasie koagulacji minimum 8 min, a do produkcji śmietanki UHT i mleka zagęszczonego - o czasie koagulacji nie krótszym niż 10 min.

II. PPRZYGOTOWANIE MLEKA DO PRZEROBU - APARATOWNIA

Podczas tego ćwiczenia studenci przygotowują mleko surowe na następny dzień do realizacji poszczególnych procesów technologicznych, zgodnie z dyspozycją prowadzącego zajęcia. W ramach tego przeprowadzają odbiór, ocenę i selekcję mleka surowego oraz wstępne czynności technologiczne na dziale aparatowni, tj.: wirowanie (czyszczenie i odtluszczenie), normalizację mleka, wstępną obróbkę cieplną – pasteryzację lub termizację oraz chłodzenie i zmagazynowanie mleka w poszczególnych zbiornikach, z zastosowaniem parametrów podanych przez prowadzącego ćwiczenia. Studenci pod nadzorem obsługują poszczególne urządzenia na dziale aparatowni.

III. ROZLICZENIE PRODUKCJI

W ramach tego ćwiczenia studenci przeprowadzają rozliczenie produkcji, na podstawie bilansu jednostek tłuszczowych i jednostek plazmy, uwzględniając wielkość dostawy mleka surowego oraz zawartość w nim tłuszczu oraz rozdysponowanie surowca na poszczególne działy produkcyjne.

OPRACOWANIE SPRAWOZDANIA

W sprawozdaniu należy zamieścić stronę tytułową (zgodnie z udostępnionym jej wzorem) oraz następujące rozdziały:

- A. Cel ćwiczenia
- B. Blokowe schematy technologiczne¹
- C. Omówienie i dyskusja wyników²
- D. Wnioski
- E. Literatura³

LITERATURA

1. PIJANOWSKI E., ZMARLICKI S., GAWEL J., MOLSKA I. 1984. *Zarys chemii i technologii mleczarstwa*. T. 1, PWRiL Warszawa.
2. *Mleczarstwo*. 2008. Podręcznik akademicki pod redakcją S. Ziajki. T. 1. Wyd. UWM Olsztyn.
3. MOLSKA I. 1988. *Zarys mikrobiologii mleczarskiej*. PWRiL, Warszawa.
4. *Dairy processing handbook*. 1995. Publ. Tetra Pak Processing System AB, Lund, Sweden.
5. CZERNIEWICZ M., CZAPLICKA M., SZALUNAS T., KIELCZEWSKA K., BRANDT W. 2004. *Evaluation of the quality of milk purchased in the producer – collection point - dairy system*. Pol. J. Natur. Sci., Supplement 2/2004, 31 - 36.
6. CZERNIEWICZ M., KIELCZEWSKA K, BRANDT W. 2008. *The effect of storage on the quality of raw milk subjected to vibration*. Pol. J. of Nautr. Sc. 23(1): 207-218.
7. KISZA J., SAJKO W. 1987. *Zmiany w składzie chemicznym mleka krów chorych na zapalenie wymion z uwzględnieniem jego przydatności do przerobu*. Prz. Mlecz., 6: 3-7.
8. WHITE C.H. 2003. *Effects of storage and transport on milk quality*. Encyclopedia of Dairy Science. Ed. H. ROGINSKI, Acad. Press Elsevier Sci. Ltd., 3: 2021-2027.

¹ Z podaniem parametrów zabiegów technologicznych zrealizowanych na dziale odbioru i aparatuwni

² Podanie uzyskanych wyników, ich przeliczenia oraz dyskusja w oparciu o literaturę. Należy podać autora i rok wydania publikacji, np. [Pijanowski 1984, Kiszka, Sajko 1987, Czerniewicz i in. 2008]. Rozliczenie produkcji na podstawie bilansu jednostek tłuszczowych i jednostek plazmy.

³ Poprawny zapis pozycji literaturowych: w przypadku czasopism: Adamczak M., Bednarski W. 1998. *Przyczyny oraz skutki zmian oksydacyjnych lipidów mleka*. Przegląd Mleczarski 5: 138-142.

W przypadku książek: Budusławski J. 1963. *Chemia i analiza mleka oraz jego przetworów*. PWRiL, Warszawa.

9. ZMARLICKI S. 1992. *Krytyczny przegląd metod określania jakości mikrobiologicznej mleka surowego*. Przegl. Mlecz. 2, 37.
10. Przegląd Mleczarski od 1987 - Cykl artykułów na temat wykrywania pozostałości substancji hamujących w mleku.
11. *Rynek mleka. Stan i perspektywy*. 2012, Nr 42, 43, Warszawa
12. Rozporządzenie (WE) Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. Sekcja IX: „*Surowe mleko, siara, przetwory mleczne i produkty na bazie siary*”. 2004, Dz. U. Nr 853.
13. Czasopisma fachowe np.: Przegląd Mleczarski, Przemysł Spożywczy, Ogólnopolski Informator Mleczarski, itp.