

FERMENTACJA MLEKOWA - OTRZYMYWANIE JOGURTU**I. Charakterystyka procesu produkcji jogurtu.**

Surowcem do produkcji jogurtu jest mleko poddane fermentacji wywołanej przez *Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*.

W wielu krajach obserwuje się produkcję jogurtopodobnych napojów, które oprócz w/w szczepów zawierają bakterie *Lactobacillus acidophilus* i *bifidobakterie*.

Jogurt zawiera 4,5, 2,5 lub 2,0 % tłuszczu. Gotowy produkt ma skrzep jednolity, zwarty, barwę białą lub lekko kremową, smak i zapach czysty, orzeźwiający, lekko kwaśny. Dopuszczalne miano coli 0,1. Typowy smak jogurtu pochodzi od produktów wytworzonych przez bakterie w procesie fermentacji, tj. kwasu mlekowego, aldehydu octowego, acetoiny i dwuacetylu. Poziom substancji aromatycznych i lepkość jogurtu zależą od jakości i proporcji użytych szczepów: *Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*. Temperatury optymalne dla pierwszego wynoszą 40-45 °C, dla drugiego 37-42 °C, pH optymalne dla *Lactobacillus bulgaricus* wynosi 4,6-6,0 natomiast dla *Streptococcus thermophilus* 5,0-7,0. Jogurt produkuje się dwiema metodami: termostatową (tradycyjną) i zbiornikową. Surowcem do produkcji jest mleko surowe, dodatkami są: mleko w proszku odtłuszczone, mleko zagęszczone odtłuszczone, zakwas jogurtowy, stabilizatory. Mleko podgrzane do temp. 45 °C oczyszcza się i normalizuje.

NORMALIZACJE - przeprowadza się poprzez zwiększenie zawartości suchej masy beztłuszczowej, szczególnie kazeiny i białek serwatkowych. Dzięki temu uzyskuje się wyższą lepkość i stabilność jogurtu. Zawartość suchej masy beztłuszczowej można zwiększyć przez: odparowanie, dodatek proszku mlecznego, dodatek mleka zagęszczonego ultrafiltracją. Zawartość suchej masy beztłuszczowej zwiększa się o 1,3 %. Mleko do produkcji jogurtu jest zawsze normalizowane.

Częściowe odwodnienie (zagęszczenie) mleka można uzyskać również metodą odwróconej osmozy. Osmoza jest samoczynnym przenikaniem wody przez półprzepuszczalną błonę z roztworu o mniejszym stężeniu do roztworu o stężeniu większym.

STABILIZATORY - stosowane do produkcji muszą mieć atest władz sanitarnych o dopuszczalności stosowania. Stosuje się hydrokoloidy wiążące wodę, dzięki czemu zwiększają one lepkość jogurtu. Do najczęściej stosowanych stabilizatorów należą stabilizatory w rodzaju żeli roślinnych (alginiany, pektyny, karboksymetyloceluloza, skrobia) czy zwierzęcych (żelatyna) w ilości 0,01-0,05 % a nawet do 0,1 %. Znormalizowane mleko podgrzewa się do temp. 60-65 °C i poddaje **HOMOGENIZACJI** - przy ciśnieniu 15-20 MPa. Głównym celem homogenizacji jest rozbitcie kuleczek tłuszczowych, aby uniknąć podstoju tłuszczu. Homogenizacja ma także pozytywny wpływ na zdolność kazeiny do wiązania wody.

Następnie mleko poddaje się **PASTERYZACJI** w temp. 93-95 °C w czasie nie krótszym niż 5-15 sek. Pasteryzacja jogurtu powinna prowadzić do:

- likwidacji szkodliwej mikroflory,
- udoskonalenia cech mleka jako podłoża do hodowli bakterii jogurtu zwiększenia lepkości, zwięzłości i stabilności jogurtu.

Po obróbce cieplnej jogurt poddaje się **SCHŁODZENIU** do temp. 45-47 °C i **ZAKWASZENIU** zakwasem jogurtowym w ilości 2-4 %.

Najważniejsza jest higiena produkcji zakwasu. Dlatego przygotowanie zakwasu powinno być przeprowadzone w oddzielnym pomieszczeniu w taki sposób, aby uniknąć ryzyka zakażenia.

Streptococcus thermophilus wytwarza głównie kwas mlekowy, podczas gdy *Lactobacillus bulgaricus* jest odpowiedzialny również za aromat. Wymieszane mleko z zakwasem kontroluje się na zawartość tłuszczu (normalizacja końcowa tłuszczu) i jeśli jest bez zastrzeżeń poddaje się procesowi ukwaszania jedną z następujących metod:

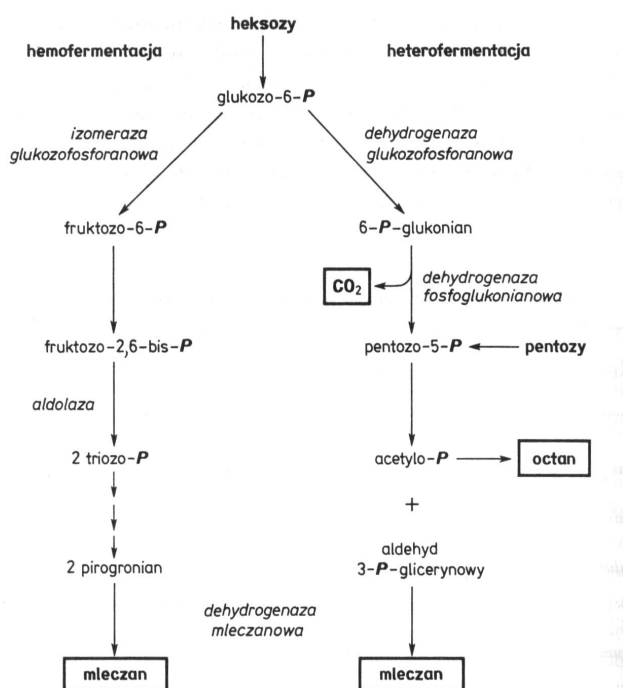
METODA TERMOSTATOWA - przygotowane mleko zagęszczone zakwasem rozlewa się po wymieszanu do opakowań jednostkowych (butelki pojemności 0,25 l., słoiki) i wstawia do termostatów o temp. 43-45 °C na 2-3 godz. w celu uzyskania lekkiego skrzepnięcia. W ciągu następnych 2 godz. temperaturę jogurtu obniża się do ok. 20 °C, a przez dalsze 4 godz. - do ok. 5 °C. Niekiedy stosowane są niższe temperatury inkubacji przy dłuższym czasie ich działania. W pierwszych 2 godzinach dojrzewania rozwija się głównie *Streptococcus thermophilus*, który wytwarza L (+) - kwas mlekowy w ilości 0,8 % i jednocześnie zużywa tlen, stwarzając odpowiednie środowisko dla rozwoju *Lactobacillus bulgaricus*. Odtąd intensywniej rozwija się pałeczka bułgarska odporniejsza na podwyższoną kwasowość mleka.

METODA ZBIORNIKOWA - w czasie dojrzewania nie miesza się mleka, aby nie naruszyć zwięzłości skrzepu. Po osiągnięciu wymaganej kwasowości (pH 4,2-4,4) następuje przepompowanie jogurtu - z jednoczesnym chłodzeniem w

przeplęwie, w aparatach płytowych lub rurowych - do tzw. zbiorników pośrednich. Na tym etapie zwykle schładza się go do 15-20 °C, jęakolwiek jest możliwe i silniejsze obniżenie temperatury. Ważne jest aby czas chłodzenia nie był dłuższy niż 30 min.. Następnym etapem jest rozlewanie produktu.

Gotowy produkt przechowuje się w ok. 5 °C w ciągu kilkunastu godzin. Podczas przechowywania w niskiej temp. zachodzą procesy fizykochemiczne polegające m.in. na uwadnianiu i pęcznieniu białek oraz częściowej krystalizacji tłuszczu, co w sumie przyczynia się do wzrostu lepkości i jednolitości struktury. Natomiast zbyt długie przetrzymywanie w warunkach chłodniczych może doprowadzić do niepożądanych procesów biologicznych m.in. do powolnego rozwoju bakterii jogurtowych, prowadząc do podwyższenia kwasowości, ale przede wszystkim do wzrostu obcej mikroflory (drożdże , pleśnie, bakterie z grupy coli). Mikroflora ta, zwykle mniej odporna na niskie temperatury niż bakterie jogurtowe powoduje niekorzystne zmiany organoleptyczne i skręca trwałość produktu.

II. Wykonanie ćwiczenia.



Rys. 3.2. Zarys homo- i heterofermentacji mleczanowej u bakterii kwasu mlekowego

1. Około 300 cm³ surowego mleka przelać do zlewki o pojemności 800-1000 cm³ i podgrzać do temperatury 60-65 °C (w celu pomiaru temp. Posłużyć się termometrem).
2. Kolejno przeprowadzić:
 - a. proces homogenizacji pogrzanego wcześniej mleka,
 - b. proces pasteryzacji – w temp. 93-95 °C.
3. Następnie mleko schłodzić do temp. 45 °C (zimna woda) i rozlać równą ilość do dwóch jałowych kolb o pojemności 200-250 cm³. Do jednej kolby dodać zliofilizowane bakterie *Lactobacillus bulgaricus* (otrzymane od prowadzącego), a do drugiej 2-3 łyżeczki jogurtu naturalnego. Zmierzyć pH w obydwu kolbach.
4. Tak przygotowane kolby opisać - imię i nazwisko, grupa, kierunek, rok, data, co dodano do kolby - wloty kolb zabezpieczyć szczelnie folią aluminiową i odstawić w miejsce wskazane przez prowadzącego.

5. Po tygodniu zmierzyć ponownie pH i opisać zmiany skrzepu (barwa, konsystencja itd.).

Sprawozdanie do ćwiczenia: pomiary pH, opis skrzepu i na tej podstawie wyciągnięte wnioski o przebiegu i skutkach fermentacji w obydwu kolbach.

III. Zagadnienia teoretyczne.

1. Rodzaje fermentacji mlekowej.
2. Podstawowe i pośrednie procesy produkcji jogurtu.
3. Stabilizatory.
4. Mikroorganizmy wykorzystywane w procesach fermentacji mlekowej.

Materiał do ćwiczeń (zapewnia student): ok. 300 ml mleka 2%, mały jogurt naturalny.

IV. Literatura:

1. Chmiel A., Biotechnologia. Podstawy mikrobiologiczne i biochemiczne; Wyd. PWN, Warszawa; 1998
2. Kunicki-Goldfinger W.; Życie bakterii; Wyd. PWN; Warszawa; 1998
3. Kowal K., Libudzisz Z.; Mikrobiologia techniczna; Wyd. Politechniki Łódzkiej; 2000
4. Schlegel H.; Mikrobiologia ogólna; Wyd. PWN; Warszawa; 2000