



Лекция 4

Биотехнология в молочной промышленности

Цель лекции: дать общее представление о биотехнологических процессах при переработке молока;
показать роль и значение микроорганизмов и ферментов в формировании видовых и вкусовых характеристик

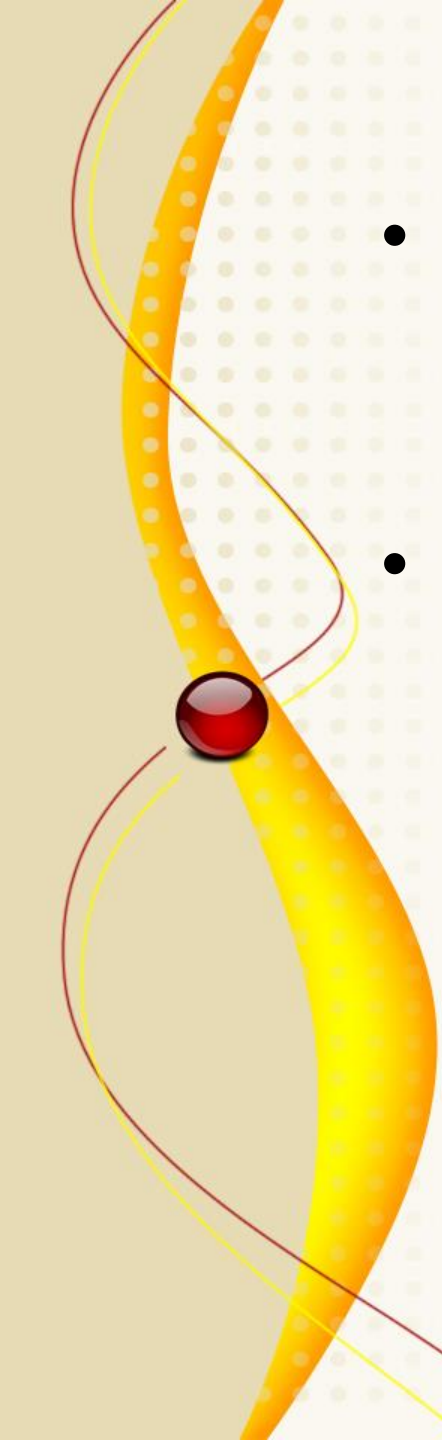


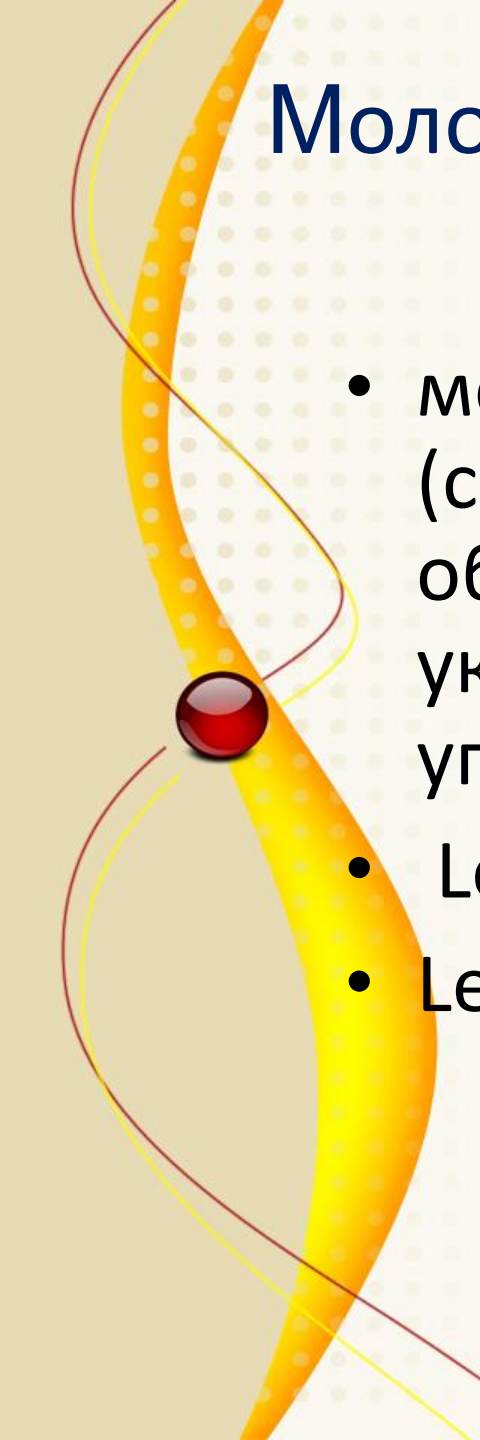
Вопросы лекции

- Молочнокислые бактерии и их свойства
- Роль закваски в технологии кисломолочных продуктов
- Роль закваски в производстве сыров
- Роль молокосвертывающего фермента в сыроделии

Молочнокислые бактерии делятся на следующие группы:

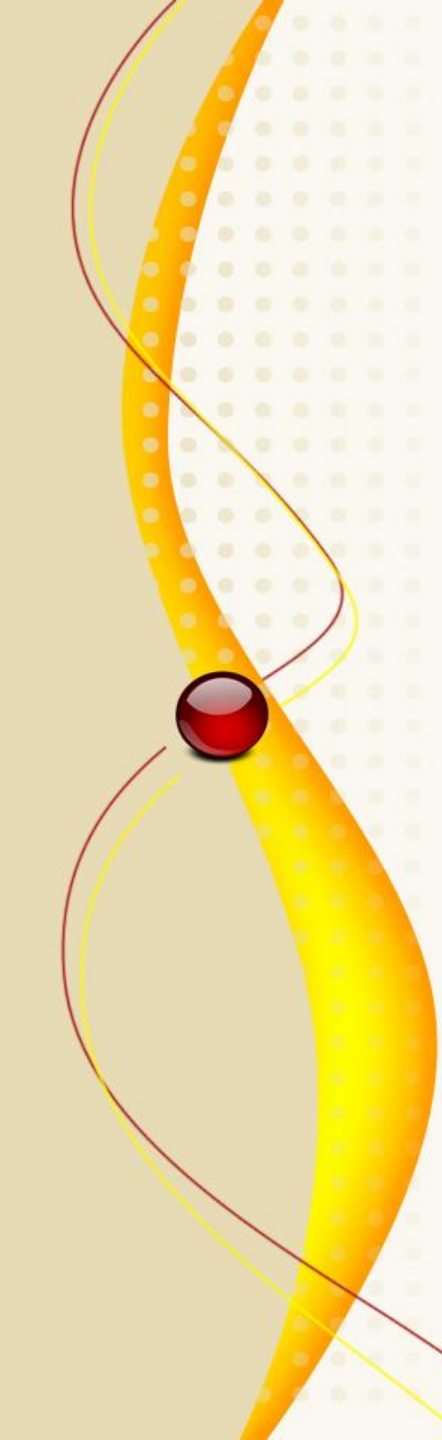
- мезофильные гомоферментативные молочнокислые стрептококки рода *Streptococcus* видов
 - *S. lactis* и *S. cremoris*
- и
- молочнокислые палочки рода *Lactobacillus* видов *L. plantarum* и *L. casei*;

- 
- мезофильные гомоферментативные молочнокислые стрептококки вида *Streptococcus lactis*
 - разновидности *S. lactis* subsp. *diacetylactis* *S. Lactis* subsp. *acetoanicus*, сбраживающие цитраты в присутствии углеводов с образованием углекислого газа, уксусной кислоты, ацетона, диацетила;



Молочнокислые бактерии группы *Leuconostoc*

- мезофильные гомоферментативные (сбраживающие лактозу с образованием молочной кислоты, уксусной кислоты, этилового спирта и углекислого газа) видов *Leu. lactis*,
- *Leu. cremoris*,
- *Leu. dextranicum*



термофильные

- термофильные
гомоферментативные
молочнокислые стрептококки
вида *S. thermophilus* и
- молочнокислые палочки видов *L.*
lactis, *L. helveticus*,
- *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*.

В зависимости от формы выпуска и содержания микроорганизмов различают:

- сухие и жидкие БЗ (представляющие собой чистые культуры молочнокислых бактерий в молоке), содержащие в 1 г биомассы не более 10 млрд. жизнеспособных клеток;
- сухие и жидкие БК, содержащие в 1 г биомассы не менее 100 млрд. жизнеспособных клеток.



Глубокозамороженные культуры прямого внесения в молоко (DVI)

- Представлены в гранулированной форме с высокой концентрацией замороженных микробных культур
- Не требуется предварительной активизации перед использованием
- Внешний вид: Растворимые в воде гранулы, диаметром от 3 до 5 мм , кремового цвета.
- Клеточная концентрация: Общее количество бактерий составляет не менее $1 \cdot 10^{10}$ бак./ г.



2. Роль закваски в технологии кисломолочных продуктов

- **Закваска** – основной источник желаемой микрофлоры в молоко при производстве кисломолочных продуктов.
- Закваска является чистой посевной культурой микроорганизмов.
- При внесении закваски молоко обогащается микрофлорой, способствующей сквашиванию молока и накоплению вкусовых и ароматических веществ.

- Технологический процесс изготовления кисломолочных продуктов сводится в общих чертах к тому, чтобы,
- во-первых, в исходном сыром молоке подавить или уничтожить постороннюю микрофлору,
- во-вторых, после пастеризации и охлаждения молока предоставить «избранным» видам полезных микроорганизмов наиболее благоприятные условия для развития и, благодаря этому, получить готовый продукт с характерными для него свойствами.

Процесс ферментации (сбраживания) молока

- Главным процессом является молочнокислое брожение, вызываемое стрептококками и молочнокислыми бактериями, при котором лактоза (молочный сахар) превращается в молочную кислоту.
- Свойства конечного продукта зависят при этом от характера и интенсивности ферментации.
- Бактерии преобразуют глюкозу в молочную кислоту.
- При этом происходит образование сгустка казеина в изоэлектрической точке ($\text{pH} = 4,6$).

Характеристика заквасочной микрофлоры

- Применяющиеся в производстве кисломолочных продуктов культуры живых бактерий могут являться одним штаммом определенного вида (культуры моноштаммов), либо несколькими штаммами и/или видами (смешанные культуры).
- Коммерческие заквасочные культуры условно делятся на 2 категории – кислотообразующую и ароматообразующую.

3. При производстве сыров молочнокислые бактерии:

- преобразуют основные компоненты молока (лактозу, белки, жир) в соединения, обуславливающие вкусовые и ароматические свойства сыра, питательную и биологическую ценность,
- активизируют действие свертывающих ферментов и стимулируют синерезис сычужного сгустка;
- принимают участие в формировании рисунка и консистенции сыра;
- подавляют развитие технически вредных и патогенных микроорганизмов.

4. Роль молокасвёртывающего фермента в сыроделии

- формирование молочного сгустка (ферментативная коагуляция молока)
- участие в созревании сыра.
- Под действием химозина и пепсина расщепление полипептидных цепей каппа-казеина идет по пептидной связи между 105-106 аминокислотами (фенилаланин-метионин) с отщеплением в сыворотку участка со 106 по 169 аминокислоту - гидрофильного гликомакропептида, при этом максимальное количество белка остается в сгустке.

Качество сычужного фермента характеризуется :

- *содержанием нерастворимого остатка.*
Нерастворимые в воде примеси адсорбируют различные вещества, образующиеся в молочной системе при свертывании молока, затем они захватываются сырным сгустком и участвуют в процессе образования специальных вкусовых оттенков сыра.
- Ферментные препараты проходят две или три ступени очистки. Хорошим, по количеству примесей, считается такой препарат, однопроцентный раствор которого опалесцирует и только чуть-чуть мутный.
- Полное отсутствие нерастворимого остатка в ферментном препарате снижает вкусовую специфику сыра - вкус сыра получается менее выраженным и обезличенным.

Схема сычужного свертывания

His-(Pro-His)²-Leu-Ser-Phe---Met-Ala-Ile...Val

1

105 106

169

N-конец

C-конец

Пара-каппа-казеин

Гликомакропептид

Следует заметить, что сычужный фермент, получаемый из сычугов крупного рогатого скота, всегда содержит два фермента: химозин и пепсин, которые работают в паре и очень выгодно дополняют друг друга в процессе коагуляции и образовании вкуса при созревании.

Роль фермента в созревании сыров

- За первые две недели созревания сыра химозин в основном заканчивает "мягкое" расщепление белков молока, а далее работают протеазы молочнокислой закваски.
- Пепсин, обладая более высокой протеолитической способностью, и после двух недель созревания продолжает расщепление белков молока, тем самым вместе с бактериальными заквасками, вносит существенный вклад в образование вкусовой и структурной особенности сыра.