

А.А. Остроумов, И.В. Гралевская, В.А. Зеленский, А.Н. Шарапова

ОСОБЕННОСТИ СОЗРЕВАНИЯ МОЛОКА ПРИ ВЫРАБОТКЕ МЯГКИХ КИСЛОТНО-СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ

Изменения, происходящие в молоке на стадии подготовки его к переработке на сыр, служат предметом исследований данной работы. Объектами исследований являлись сырое молоко, зрелое молоко, бактериальная закваска, мягкий сыр.

Происходящие во время созревания изменения свойств молока являются следствием изменений всей его системы. В первую очередь это изменения размеров мицелл казеина, увеличение количества растворимых солей кальция, увеличение количества молочной кислоты и др. Исследованы три варианта технологий созревания молока при выработке мягких кислотно-сычужных сыров.

Молоко, созревание молока, микрофлора, мягкий сыр, органолептика сыра.

Введение

Для мягких кислотно-сычужных сыров гелеобразующая и кислотообразующая способности молочнокислой микрофлоры являются одними из основных свойств, определяющих технологический процесс получения продукта, а также его качество. Они влияют на уровень молочнокислого процесса в сырной массе, определяют продолжительность свертывания молока, реологические и синергетические свойства получаемого сгустка, его способность к обработке и другие технологические и физико-химические показатели сыра.

Анализ технологического процесса получения мягких кислотно-сычужных сыров позволил выделить в нем четыре основных этапа, связанных с регулированием активности молочнокислого процесса при формировании продукта: стадия подготовки молока к переработке; кислотно-сычужное свертывание молока; стадия обработки сгустка и формования сыра; период созревания и хранения сыра.

Основная цель первого этапа заключается в накоплении в молоке биомассы молочнокислой микрофлоры, а также в структурных изменениях белковой фазы. Он включает в себя следующие технологические операции: созревание молока, его тепловую обработку, нормализацию состава молока, использование бактериальных заквасок. Данные операции применяют в различном сочетании и последовательности, а также с использованием разных технологических параметров [1–4].

Изменения, происходящие в молоке на стадии подготовки его к переработке на сыр, служили предметом многих исследований.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись сырое молоко, зрелое молоко, бактериальная закваска, мягкий сыр. Методы исследований: титруемая кислотность – титрование щелочью, pH – на pH-метре, сычужная кислотность – прибором ВНИИМС, синерезис – по количеству выделившейся сыворотки, количество микрофлоры – посевом на культуральную среду, органолептическая оценка сыра – по 30-балльной системе.

Результаты и их обсуждение

В наших опытах изменения количественного состава микрофлоры в процессе созревания молока при температуре (10 ± 2) °C имели следующую направленность (рис. 1).

В сыром молоке содержалось 760 тыс. кое в 1 см^3 . В процессе созревания произошло увеличение их количества. Через 24 часа оно составило 5,4 млн, через 48 часов – 9,8 млн и через 72 часа – 12 млн в 1 см^3 молока. Абсолютное увеличение численности микрофлоры в молоке через 24 часа созревания равнялось 7,1, через 48 часов – 12,9 и через 72 часа – 15,8 раза.

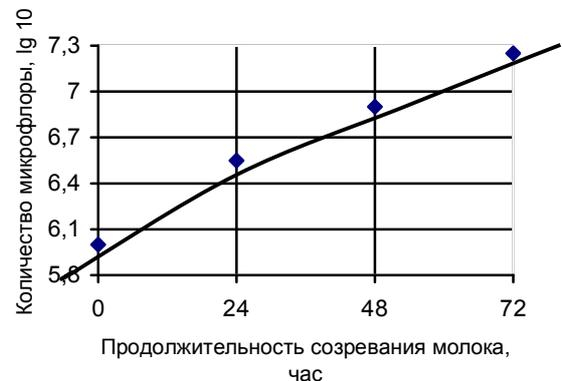


Рис. 1. Изменение количественного состава микрофлоры в процессе созревания сырого молока

Размножение микроорганизмов на стадии созревания молока может существенно изменять его свойства. Главная роль здесь принадлежит молочнокислым бактериям. Постепенно развиваясь, они вызывают изменения физико-химических и коллоидных свойств молока. В молоке повышается титруемая кислотность, снижается величина pH, увеличивается буферная емкость и средний диаметр частиц казеина. Часть кальциевых и фосфорнокислых солей переходит в растворимое состояние, снижаются содержание кислорода и уровень окислительно-восстановительного потенциала, разрушаются естественные антибактериальные системы молока, увеличивается количество пептидов и свободных аминокислот. Все это создает благоприятные усло-

вия для последующего роста заквасочной микрофлоры и действия молокосвертывающих ферментов.

Результаты исследований по изучению изменений свойств сырого молока в процессе его созревания при температуре $(10 \pm 2)^\circ\text{C}$ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Свойства молока на разных этапах созревания

Продолжительность созревания молока, ч	Титруемая кислотность, $^\circ\text{T}$	pH	Сычужная свертываемость, ед.	Синерезис сгустка, %	Сухие вещества в сыворотке, %
0	$18,0 \pm 0,3$	6,54	$5,4 \pm 1,2$	79,6	6,65
24	$19,2 \pm 0,3$	6,45	$3,7 \pm 0,6$	82,2	6,52
48	$20,5 \pm 0,3$	6,36	$3,0 \pm 0,4$	82,0	6,48
72	$22,0 \pm 0,4$	6,30	$2,5 \pm 0,3$	78,3	6,60

Выдерживание молока при пониженной температуре привело к нарастанию титруемой кислотности. За первые сутки созревания величина прироста титруемой кислотности составила $1,2^\circ\text{T}$, за двое суток – $2,5^\circ\text{T}$ и за трое суток – $4,0^\circ\text{T}$.

Произошло изменение активной кислотности молока. Ее величина понизилась с 6,54 до 6,30 единицы pH.

В процессе созревания улучшилась сычужная свертываемость молока. В исходном молоке ее значение составляло 5,4 единицы. Уже через 24 часа созревания способность молока свертываться сычужным ферментом улучшилась и показатель свертывания равнялся 3,7 единицы. Через 48 и 72 часа произошло дальнейшее улучшение способности молока свертываться сычужным ферментом (показатели свертывания соответственно равнялись 3,0 и 2,5 единицы).

Созревание молока в течение первых двух суток усилило синергетическую способность сгустков (с 79,6 до 82,0 %). Однако дальнейшая выдержка молока до трех суток привела к ослаблению этой способности (78,3 %).

Созревание молока способствовало лучшему использованию его составных компонентов, о чем свидетельствуют данные по содержанию в сыворот-

ке сухих веществ. Сыворотка, выделенная из сгустка, полученного при свертывании исходного сырого молока, содержала 6,65 % сухих веществ (эффективность их использования равнялась 47,05 %). Созревание молока в течение 24 часов привело к понижению содержания сухих веществ в сыворотке до 6,52 %, а в течение 48 часов – до 6,48 % (эффективность использования сухих веществ соответственно составила 48,09 и 48,41 %).

Происходящие во время созревания изменения свойств молока являются следствием изменений всей его системы. В первую очередь это изменения размеров мицелл казеина, увеличение количества растворимых солей кальция, увеличение количества молочной кислоты и др.

С учетом технологических особенностей подготовки молока можно выделить три основных варианта выработки мягких кислотно-сычужных сыров. Схематично они показаны на рис. 2.

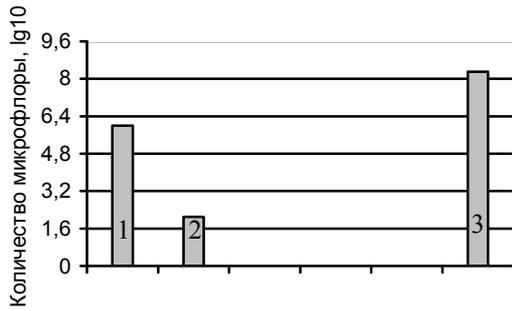
Рассмотрим развитие микрофлоры в процессе выработки сыра в зависимости от варианта.

В наших опытах сырое молоко содержало 760 тыс. бактерий в 1 см^3 .

Динамика микрофлоры при использовании первого варианта приведена на рис. 3.

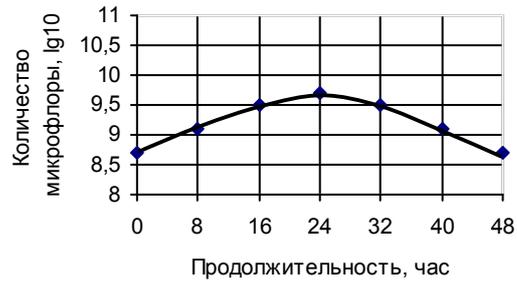


Рис. 2. Технологическая схема производства мягких кислотно-сычужных сыров (различные варианты)



I – стадия подготовки молока:

- 1 – сырое молоко;
- 2 – молоко после пастеризации при 85 °С;
- 3 – молоко после пастеризации с внесенной закваской (3,0 %)



II – стадия выработки сыра:

- 0 – молоко перед свертыванием;
- 0–8 ч – свертывание молока;
- 8–24 ч – обработка сгустка и самопрессование сыра;
- 24–48 ч – охлаждение и хранение сыра

Рис. 3. Динамика микрофлоры при выработке мягкого кислотно-сычужного сыра (первый вариант)

В результате пастеризации численность микрофлоры в молоке снизилась до 1,3 тыс. бактерий в 1 см³ (эффективность пастеризации составила 99,87 %). После внесения в молоко 3,0 % бактериальной закваски молочнокислых стрептококков количество микроорганизмов увеличилось до 560 млн в 1 см³.

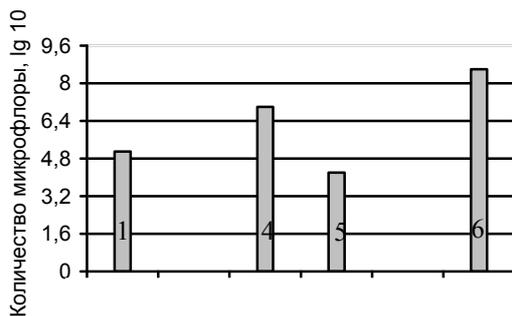
За период свертывания объем микрофлоры в молоке продолжал увеличиваться и составил к концу процесса 1700 млн бактерий в 1 см³. Отсюда видно, что на этом этапе произошло почти трехкратное увеличение численности микрофлоры.

При последующей обработке сгустка, формовании и самопрессовании сыра происходил дальнейший рост численности бактерий. К концу самопрессования 1 г сыра содержал 4700 млн бактерий.

Содержание бактерий начало снижаться только на стадиях охлаждения и хранения сыра. Но даже в двухсуточном продукте их численность оставалась высокой (530 млн в 1 г).

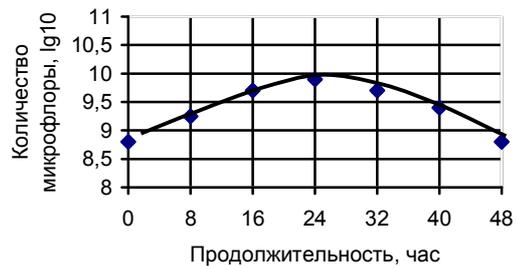
Принципиальным отличием выработки сыра по второму варианту является созревание сырого молока (рис. 4). За это время его микрофлора возросла в 7,1 раза и составила 5,4 млн в 1 см³. Однако последующая пастеризация этого молока привела к резкому понижению численности бактерий (до 9,8 тыс. в 1 см³). Внесение в молоко 3,0 % бактериальной закваски молочнокислых стрептококков вновь резко увеличило содержание в нем бактерий. На этой стадии их численность возросла до 870 млн в 1 см³. При последующей переработке молока происходил дальнейший рост количества микрофлоры. К концу свертывания ее количество составляло 3100 млн в 1 см³, а к концу самопрессования сыра – 7700 млн в 1 г. Сыр перед реализацией содержал 740 млн бактерий в 1 г.

Динамика микрофлоры при выработке сыра по третьему варианту приведена на рис. 5.



I – стадия подготовки молока:

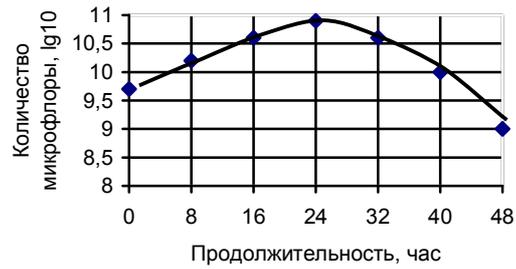
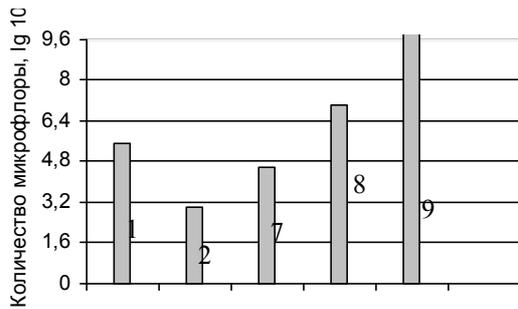
- 1 – сырое молоко;
- 4 – сырое молоко после созревания;
- 5 – пастеризованное молоко после созревания;
- 6 – пастеризованное молоко после созревания и внесения закваски (3,0 %)



II – стадия выработки сыра:

- 0 – молоко перед свертыванием;
- 0–8 ч – свертывание молока;
- 8–24 ч – обработка сгустка и самопрессование сыра;
- 24–48 ч – охлаждение и хранение сыра

Рис. 4. Динамика микрофлоры при выработке мягкого кислотно-сычужного сыра (второй вариант)



I – стадия подготовки молока:

- 1 – сырое молоко;
- 2 – молоко после пастеризации при 85 °С;
- 7 – пастеризованное молоко после внесения 0,2 % закваски (перед созреванием);
- 8 – пастеризованное молоко с закваской (0,2 %) после созревания;
- 9 – пастеризованное молоко, созревшее с закваской (0,2 %), после внесения основной массы закваски (3,0 %)

II – стадия выработки сыра:

- 0 – молоко перед свертыванием;
- 0–8 ч – свертывание молока;
- 8–24 ч – обработка сгустка и самопрессование сыра;
- 24–48 ч – охлаждение и хранение сыра

Рис. 5. Динамика микрофлоры при выработке мягкого кислотно-сычужного сыра (третий вариант)

Отличие этого варианта заключается в созревании пастеризованного молока с закваской молочнокислых стрептококков.

После пастеризации в молоке обнаружено 1,3 тыс. бактерий в 1 см³. Внесение 0,2 % закваски увеличило содержание бактерий в молоке до 520 тыс. в 1 см³, а последующее созревание такого молока – до 17 млн в 1 см³.

После внесения основной массы закваски (около 3,0 %) численность бактерий в 1 см³ молока равнялась 4700 млн. За время свертывания молока их количество увеличилось до 21 млрд в 1 см³, а к концу

самопрессования сыра – до 63 млрд в 1 г. В двухдневном сыре содержание бактерий составляло 950 млн в 1 г.

Анализ приведенных результатов показывает, что развитие микрофлоры на стадии выработки мягких кислотно-сычужных сыров имеет единую направленность независимо от способа подготовки молока к переработке. Начиная от начального этапа свертывания молока и заканчивая самопрессованием сыра, происходит увеличение численности бактерий.

Для полной характеристики сыров приводим их органолептические показатели (табл. 2).

Таблица 2

Органолептическая оценка сыров

Вариант сыра	Вкус и запах		Консистенция		Общий балл
	Характеристика	Балл	Характеристика	Балл	
Первый	Кислый, слегка горький	12,0±0,3	Удовлетворительная, мажущаяся	7,5±0,2	24,5±0,2
Второй	Кислый	13,0±0,2	Удовлетворительная	8,0±0,2	26,0±0,2
Третий	Кисломолочный	14,3±0,3	Хорошая	9,0±0,2	28,3±0,2

Сыры первого варианта обладали кислым, слегка горьковатым вкусом и запахом, а также удовлетворительной или мажущейся консистенцией. Общая их оценка в среднем равнялась 24,5 балла.

Применение созревания сырого молока (второй вариант) привело к некоторому улучшению органолептических показателей продукта, что позволило повысить его общую оценку до 26,0 баллов.

Применение созревания пастеризованного молока с закваской (третий вариант) существенно повлияло на улучшение качества сыров. Они характе-

ризовались выраженным кисломолочным вкусом и запахом и хорошей консистенцией, что определило оценку сыров в 28,3 балла.

Выводы

Способ созревания пастеризованного молока с закваской заслуживает внимания и может быть использован при разработке новых видов мягких кислотно-сычужных сыров, а также корректировки технологий существующих сыров.

Список литературы

1. Бобылин, В.В. Физико-химические и биотехнологические основы производства мягких кислотно-сычужных сыров / В.В. Бобылин. – Кемерово, 1998. – 208 с.

2. Уманский, М.С. Исследование энзимологической способности бактериальной закваски в связи с интенсификацией процесса созревания советского сыра / М.С. Уманский, Л.А. Остроумов, Ю.А. Боровкова, В.А. Бабушкина // Биология микроорганизмов и их использование в народном хозяйстве: научные труды ИГУ. – Иркутск, 1975. – № 2. – С. 171–183.

3. Граников, Д.А. Советский сыр / Д.А. Граников. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 247 с.

4. Карликанова, С.Н. Влияние двойной тепловой обработки на свойства молока и качество сыра / С.Н. Карликанова // Тр. ВНИИМС. – 1997. – Вып. 27. – С. 5–9.

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

L.A. Ostroumov, I.V. Gralevskaya, V.A. Selenskiy, L.N. Sharapova

Soft Acid-Rennet Cheese Manufacture: Milk Ripening Peculiarities

Milk changes taking place at the stage of milk preparation for cheese manufacture have been studied. Raw milk, ripened milk, bacterial starter, soft cheeses were the research objects.

Milk property changes caused by ripening are the results of its whole system changes. Primarily they are changes of casein micelle size, the increase of soluble calcium salt content and that of lactic acid content. Three versions of milk ripening technologies used for soft acid-rennet cheese manufacture have been studied.

Milk, milk ripening, microorganisms, soft cheese, cheese organoleptic properties.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

