

И.В. Гралевская, Л.В. ИONOва, И.В. Хавров, Л.С. Барсукова

**МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ
МЯГКИХ КИСЛОТНО-СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ**

Описаны результаты исследований влияния основных технологических режимов выработки мягких кислотно-сычужных сыров (температура и продолжительность пастеризации и созревания молока, обработки кисломолочного сгустка и сырного зерна, а также самопрессования сыра) на формирование продукта и его качество. Установлены наиболее рациональные режимы их проведения.

Сыр, белок, свертывание молока, температура, вкус и запах, консистенция, расход сырья.

Введение

В последние годы в большинстве стран с развитой молочной промышленностью отмечается активное развитие сыродельной промышленности. Постоянно растет спрос на сыры, увеличиваются объемы их производства, расширяется и совершенствуется ассортимент продукции.

Среди большого разнообразия вырабатываемых в мире сыров особое место занимают мягкие сыры. Их производство широко распространено во многих странах с развитым сыроделием (Франция, Италия, Германия, США и др.), составляя до 25–35 % от общей выработки сыров.

В России производство мягких сыров развито недостаточно. В общем объеме выработки они составляют 3–5 %.

Формирование мягких сыров определяют состав и свойства перерабатываемого молока, режимы его подготовки к переработке, способы свертывания молока и обработки получаемого сгустка, условия формирования и созревания. Существенное влияние на органолептику мягких сыров оказывает применяемая при их выработке микрофлора [1–4].

Из мягких сыров в особую группу выделены сыры, в основе получения которых лежит кислотно-сычужное свертывание молока.

Преимуществом этих сыров является эффективное использование сырья за счет более полного перехода составных частей молока в сыр, возможность реализации многих из них в свежем виде (без созревания), возможность получения продукта различного состава и с широкой гаммой вкусовых характеристик, высокая пищевая и биологическая ценность.

На основании анализа экономических и технологических особенностей выработки различных видов сыров считаем, что на данном этапе развития весьма перспективным является производство мягких кислотно-сычужных сыров.

При выработке мягких кислотно-сычужных сыров важное место отводится применяемому на различных стадиях температурным режимам. Это температура созревания, пастеризации и свертывания молока, обработки сырного зерна, самопрессования и прессования сыра, а также его созревания и хранения.

Целью настоящей работы является изучение влияния температурных параметров на выработку мягкого кислотно-сычужного сыра.

Методы исследований

При выполнении работы использовали общепринятые и оригинальные методы исследований. Содержание общего белка проводили по методу Дюма. Определение фракций белков – методом электролиза в полиакриламидном геле, аминокислотный состав – на анализаторе Agacus. Массовую концентрацию катионов и анионов определяли на приборе «Капель-105М». Коагуляцию молока исследовали по методу В.П. Табачникова. Фракции азота в сыре определяли методом Кьельдаля, количество МАФАНМ – по ГОСТ 10444.15-94.

Органолептическую оценку сыров проводили по 30-балльной шкале, в том числе при максимальной оценке вкуса – 15 баллов и консистенции – 10 баллов.

Результаты исследований

Результаты исследований по выяснению влияния режимов тепловой обработки на бактериальную обсемененность молока приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние режимов тепловой обработки на бактериальную обсемененность молока

Температура обработки молока, °С	Количество микроорганизмов после обработки, кое/см ³	Доля выживших бактерий, %
Сырое молоко	$0,95 \cdot 10^6$	100,0
65±1	$1,75 \cdot 10^3$	1,84
72±1	$7,6 \cdot 10^3$	0,80
79±1	$3,5 \cdot 10^3$	0,37
86±1	$1,4 \cdot 10^3$	0,15
93±1	$0,6 \cdot 10^3$	0,06

Эффективность пастеризации молока при температуре 65 °С составила 98,16 %, при 72 °С – 99,20 %, при 79 °С – 99,65 %, при 86 °С – 99,85 %, при 93 °С – 99,94 %.

Тепловая обработка оказывала существенное влияние на состояние и свойства основных компонентов молока.

Фракционный состав белков молока, подвергнутого различным режимам пастеризации, приведен в табл. 2 (казеины) и 3 (сывороточные белки).

Большие изменения произошли с фракциями сывороточных белков. Содержание каждой из них снижалось с повышением температуры.

Вместе с тем появилось азотсодержащее соединение в виде неидентифицированной фракции. Ее появление связано с денатурацией сывороточных белков. При температуре пастеризации 79 °С она составляла 0,26 % (47,3 % от сывороточных белков), при температуре пастеризации 93 °С – 0,49 % (89,1 % от сывороточных белков).

В процессе тепловой обработки молока изменялись его основные свойства: вязкость, кислотность, поверхностное натяжение, окислительно-восстановительный потенциал, органолептические показатели, а также его способность к сычужному свертыванию, отстаиванию сливок и др. Степень этих изменений зависит от конкретных режимов тепловой обработки.

Таблица 2

Содержание фракций казеина в молоке

Температура пастеризации, °С (выдержка 15 с)	Фракции казеина, %			
	α _{S1} -казеин	α _{S2} -казеин	β-казеин	κ-казеин
Сырое молоко	1,30	0,12	0,90	0,25
65±1	1,29	0,11	0,90	0,24
72±1	1,31	0,12	0,92	0,25
79±1	1,28	0,12	0,91	0,23
86±1	1,31	0,11	0,93	0,25
93±1	1,32	0,11	0,92	0,26

Таблица 3

Содержание фракций сывороточных белков в молоке

Температура пастеризации, °С (выдержка 15 с)	Фракции сывороточных белков в молоке, %						Неидентифицированная фракция
	β-лактоглобулин	α-лактальбумин	Иммуноглобулин	Лактоферрин	Альбумин сыворотки крови	Протеозопептоны	
Сырое молоко	0,32	0,07	0,05	0,03	0,04	0,04	0,00
65±1	0,31	0,07	0,05	0,02	0,04	0,04	0,02
72±1	0,30	0,05	0,04	0,01	0,03	0,03	0,09
79±1	0,21	0,03	0,02	0,00	0,01	0,02	0,26
86±1	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,39
93±1	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,49

Молочные сгустки, получаемые при кислотном и сычужном свертывании молока, имели принципиальные отличия. Они по-разному реагировали на различные режимы пастеризации молока.

Эти особенности сычужного и кислотного свертывания молока следует учитывать при выработке и создании новых видов мягких кислотно-сычужных сыров.

Как видно из приведенных материалов, использование при выработке мягких кислотно-сычужных сыров повышенных температур пастеризации молока благотворно влияет на качественные показатели

продукта. При этом особо следует остановиться на выходе продукта из единицы сырья.

При повышенных температурах пастеризации благодаря лучшему использованию белковой фракции и повышенной влажности продукта из единицы сырья получается больше мягкого сыра.

Установлено, что технологический процесс выработки мягкого кислотно-сычужного сыра и его качество зависят от режимов созревания молока. Лучшие результаты получены при созревании пастеризованного при температуре (85±2) °С молока с последующим его охлаждением до температуры (10±2) °С, внесением 0,2 % закваски молочнокислых стрептококков и выдержкой в течение 24 часов (табл. 4).

Таблица 4

Органолептическая оценка сыров

Вариант сыра	Вкус и запах		Консистенция		Общий балл
	Характеристика	Балл	Характеристика	Балл	
Контрольный	Кислый, слегка горький	12,0±0,3	Удовлетворительная, мажущая	7,5±0,2	24,5±0,2
Опытный 1	Кислый	13,0±0,2	Удовлетворительная	8,0±0,2	26,0±0,2
Опытный 2	Кисло-молочный	14,3±0,3	Хорошая	9,0±0,2	28,3±0,2

Применение созревания пастеризованного молока с закваской (второй опытный вариант) существенно повлияло на улучшение качества сыров. Они характеризовались выраженным кисломолочным вкусом и запахом и хорошей консистенцией, что определило оценку сыров в 28,3 балла.

Изучали комплексное влияние температуры пастеризации молока, температуры свертывания молока, температуры обработки сырного зерна на вкус, запах и консистенцию готового продукта, а также расход сырья в кг на выработку 1 кг сыра (табл. 5).

Температуру пастеризации молока варьировали в пределах от 70 до 90 °С, температуру свертывания молока – от 25 до 35 °С и температуру обработки сырного зерна – от 30 до 40 °С.

Зависимость вкуса и запаха мягкого кислотно-сычужного сыра (Y₁), консистенции (Y₂) и расхода сырья (Y₃) от температуры пастеризации молока (X₁), температуры его свертывания (X₂) и температуры обработки сырного зерна (X₃) описывается следующими уравнениями регрессии:

$$Y_1 = -406,0 + 4,28X_1 + 12,21X_2 + 12,8X_3 - 0,0009X_1^2 - 0,0023X_2^2 - 0,0409X_3^2 - 0,142X_1X_2 - 0,114X_1X_3 - 0,337X_2X_3 + 0,0039X_1X_2X_3;$$

$$Y_2 = -79,4 + 0,363X_1 - 0,11X_2 + 3,165X_3 - 0,0045X_1^2 - 0,0052X_2^2 - 0,054X_3^2 - 0,011X_1X_2 +$$

$$+ 0,013X_1X_3 - 0,0004X_1X_2X_3;$$

$$U_3 = -9,24 + 0,296X_1 + 0,91X_2 + 0,81X_3 + 0,0008X_1^2 + 0,0051X_2^2 + 0,0032X_3^2 - 0,0146X_1X_2 - 0,0137X_1X_3 - 0,038X_2X_3 + 0,0004X_1X_2X_3.$$

Анализ полученных результатов показывает, что все изучаемые факторы влияют на качественные показатели сыра. Однако степень их влияния была различной.

Таблица 5

Влияние температурных параметров выработки мягкого кислотно-сычужного сыра на его качественные показатели

Изучаемые факторы			Результирующие критерии		
Температура пастеризации молока, °С	Температура свертывания молока, °С	Температура обработки зерна, °С	Вкус и запах сыра, балл	Консистенция сыра, балл	Расход смеси на кг сыра, кг/кг
X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3
70	25	30	9	6	9,0
70	25	35	11	8	8,4
70	30	40	12	8	7,5
70	30	30	11	7	8,7
70	35	35	15	10	7,9
80	35	40	13	9	6,7
80	25	30	10	7	8,5
80	25	35	12	9	8,0
80	30	40	13	9	7,2
80	30	30	11	7	8,3
90	35	35	15	9	7,3
90	35	40	14	8	6,5
90	35	30	11	8	8,0
90	30	35	13	9	7,3
90	25	40	12	8	7,0
70	35	40	12	8	6,8
70	30	35	14	9	7,5
80	25	40	13	8	7,1
80	35	35	14	9	7,4
90	30	30	11	7	8,0
90	25	30	10	6	8,6

Повышение температуры пастеризации молока способствовало улучшению вкуса и запаха сыра. Консистенция сыра имела лучшие показатели в образцах, выработанных из молока, пастеризованного при 80 °С. Выход сыра был лучшим при использовании для пастеризации молока температуры 90 °С.

Для всех трех изучаемых показателей хорошие результаты получены при свертывании молока при 35 °С. Использование для этих целей температуры 25 °С резко ухудшило их значения.

Температура обработки сырного зерна практически не влияла на максимальную оценку вкуса и запаха сы-

ра, хотя величина минимальной балльной оценки улучшилась при температурах в интервале 35–40 °С. Лучшая консистенция получена в варианте обработки сырного зерна при 35 °С, а выход сыра – при температуре 40 °С.

Обязательной технологической операцией выработки мягких кислотно-сычужных сыров является самопрессование сырной массы. Ее цель заключается в дальнейшем регулировании молочнокислого процесса в сырной массе, ее обезвоживание, а также придание сыру требуемой формы и размеров.

Определена математическая зависимость органолептики сыра (вкус и запах – U_1 , консистенция – U_2 , общая оценка – U_3) от продолжительности (X_1) и температуры (X_2) самопрессования.

Матрица опытных выработок сыра приведена в табл. 6.

Получены уравнения регрессии, описывающие эти процессы:

$$U_1 = -13,95 + 0,0823X_1 + 1,325X_2 - 0,0001X_1^2 - 0,02X_2^2 - 0,00156X_1X_2;$$

$$U_2 = -10,6 + 0,054X_1 + 1,025X_2 - 0,0001X_1^2 - 0,0167X_2^2 - 0,001X_1X_2;$$

$$U_3 = -19,55 + 0,136X_1 + 2,35X_2 - 0,0001X_1^2 - 0,0367X_2^2 - 0,0025X_1X_2.$$

Полученные результаты исследований рекомендуется использовать при создании новых видов мягких кислотно-сычужных сыров, а также для корректировки действующих технологий их производства.

Таблица 6

Матрица выработок сыра

Изучаемые факторы		Результирующие критерии		
Продолжительность самопрессования, мин	Температура самопрессования, °С	Вкус и запах сыра, балл	Консистенция сыра, балл	Общая оценка сыра, балл
X_1	X_2	Y_1	Y_2	Y_3
240	20	13,0	8,5	25,5
360	20	15,0	9,0	29,0
480	20	14,0	8,5	27,5
240	25	14,0	8,5	27,5
360	25	14,0	9,0	28,0
480	25	12,5	7,0	24,5
240	30	13,0	8,0	26,0
360	30	12,5	7,0	24,5
480	30	10,5	5,5	21,0

Список литературы

1. Бобылин, В.В. Физико-химические и биотехнологические основы производства мягких кислотно-сычужных сыров. – Кемерово, 1998. – 208 с.
2. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 800 с.
3. Остроумов, Л.А. Технологические особенности производства мягких сыров / Л.А. Остроумов, В.В. Бобылин, Н.В. Хуснуллина // Сыроделие и маслоделие. – 2010. – № 2. – С. 40–41.
4. Майоров, А.А. Производство мягких сыров / А.А. Майоров, В.М. Силаева // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – № 4. – С. 10.

ФГБОУ 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

I.V. Gralovskaya, L.V. Ionova, I.V. Havrov, L.S. Barsukova

MONITORING OF TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOFT ACID-RENNET CHEESE

The results of researches on the influence of the main technological conditions for the soft acid-rennet cheese manufacture (temperature, pasteurization and milk aging time, the duration of fermented milk curd and granular curd processing, and cheese self-pressing time) on the product formation and quality are described. The most efficient conditions have been established.

Cheese, protein, milk coagulation, temperature, flavor and taste, texture, raw material consumption.

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