УДК 637.33:602.4 | https://doi.org/10.21603/2073-4018-2023-4-8

Оригинальная статья

Биотехнологические параметры полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания

Надежда Борисовна Копанева, аспирант
Наталья Борисовна Гаврилова, д-р техн. наук, профессор
E-mail: nb.gavrilova@omgau.org
Наталья Леонидовна Чернопольская, д-р техн. наук, профессор
Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Омск

В статье дано научное обоснование актуальности выбранного направления исследования, связанное с решением проблемы, отраженной в документе Правительства РФ «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», а также продвижением принципов здорового питания. Одним из важнейших продуктов здорового питания является сыр, представляющий собой молочный продукт с разнообразными вкусовыми оттенками, высокой биологической и энергетической ценностью. Расширение ассортимента производства сыра для повышения качества и безопасности питания населения России является актуальной задачей и целью данной работы. Основным объектом исследований в научной исследовательской работе является молоко-сырье по ГОСТ 52054-2003 «Молоко сырое. Технические условия». Вторым компонентом пищевой молочной системы выбрана молочно-белковая смесь «Милкмикс Универсал» (производитель Россия, г. Санкт-Петербург). В качестве биотехнологического компонента, улучшающего качество сыра, повышающего его безопасность и хранимоспособность изучена комбинация заквасочных культур ТМ «LACTOFERM» (производство Италия). Работа выполнялась в лаборатории научно-прикладных и технологических разработок СибНИИС ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» (г. Барнаул). В экспериментах использовались современные методы исследований и приборы. В результате экспериментальных исследований и математико-статистической обработки полученных данных разработаны технологические параметры производства полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания, определены его видовые особенности, химический состав, пищевая и энергетическая ценность. Научная новизна технологии полутвердого сыра отражена в патенте РФ № 2800825 на изобретение (приоритет от 30 мая 2022 г.).

Ключевые слова: пищевая молочная система, молоко сырое, молочно-белковая смесь, полутвердый сыр, заквасочные культуры

Правительством Российской Федерации разработан и утвержден документ «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» [1], который реализуется в стране.

Необходимо особо отметить, что в России так же, как и во всем мире потребление молочных продуктов, особенно сыра, динамично растет, что связано с увеличением объемов его производства. Так, в 2021 году в России было произведено 602 тыс. т сыра и 191 тыс. т сырных продуктов.

Сегодняшние потребители сознательно отдают предпочтение здоровому питанию, так как им важно, что они едят. Здоровое питание – одна из наиболее важных тенденций на пищевом рынке, в связи с чем сыродельная отрасль России успешно развивается, создаются все новые виды сыров, в числе которых полутвердые, специализированные, функциональные, обогащенные [2, 3].

Сыры с высокой температурой второго нагревания занимают особое положение среди других видов сыров и пользуются большим спросом у потребителей. Это сыры с достаточно длительным сроком созревания. Для их производства требуется качественное молоко-сырье, сбалансированное по составу, то есть «сыропригодное» молоко. В нашей стране существует сезонность молока-сырья, которое при этом отличается и нестабильным качеством. Поэтому цель исследования состоит в корректировке молока-сырья с помощью концентрата молочного белка и совершенствование технологии сыра с высокой температурой второго нагревания, а также увеличения срока его годности за счет повышения качества и безопасности [4, 5].

В качестве объектов исследования использовалось молоко коровье сырое по ГОСТ 52054-2003 «Молоко сырое. Технические условия». Вторым компонентом пищевой молочной системы исследована молочно-белковая смесь «Милкмикс Универсал» (Россия, г. Санкт-Петербург). В качестве закваски принята комбинация заквасочных культур ТМ «LACTOFERM» (Италия), которая состоит из основной закваски EM, содержащей мезофильные стрептококки и термофильные палочки, созревательной культуры PP пропионовокислых бактерий, защитной культуры LP *L. Plantarum.* Данная комбинация была выбрана с целью получения

в сыре заданных органолептических показателей и повышения хранимоспособности сыра.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории научно-прикладных и технологических разработок СибНИИС ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» (г. Барнаул, Россия).

Исследования проводили с использованием стандартных методов определения химических, микробиологических и органолептических показателей. Повторность экспериментов трех-пяти-кратная. Для математико-статистической обработки экспериментальных данных использовалась компьютерная программа «Statistica 6.0»

Для производства сыра, к молоку, кроме обычных требований ГОСТа 52054-2003, предъявляются специфические, в частности «сыропригодность». Молоко считается сыропригодным, если оно обладает совокупностью необходимых органолептических, физико-химических, биологических свойств, а также сбалансировано, стабильно по содержанию белка. Исследование молока-сырья, прежде всего, весеннего периода свидетельствует о его несбалансированности и низком содержании массовой доли белка, что позволяет считать актуальным проведение исследований по изучению влияния концентрата молочных белков на технологические показатели молока-сырья и совершенствование технологии сыра с высокой температурой второго нагревания.

В процессе проведения экспериментальных исследований в качестве контрольных приняты технологические параметры производства сыра с высокой температурой второго нагревания «Советский». Для изготовления сыра, как контрольного, так и опытного, молоко нормализовали до массовой доли жира 3,2 %. Состав нормализованной смеси приведен в таблице 1. Характеристика молочно-белкового ингредиента представлена в таблице 2.

Экспериментальным путем подобрана рациональная доза молочно-белкового ингредиента – 0,5 % от состава нормализованной смеси [6].

Молочно-белковый ингредиент вносили при перемешивании в нормализованную смесь опытного сыра при температуре (45 ± 1) °С и выдерживали для её полного растворения, после чего пищевую молочную систему пастеризовали при температуре (72 ± 2) °С с выдержкой 20 с, охлаждали до (32 ± 2) °С для внесения хлористого кальция и заквасочных культур, характеристика которых приведена в таблице 3.

При производстве сыров, качество и функциональные свойства применяемых заквасочных культур имеют большое значение в формировании сыра, его органолептических показателей и хранимоспособности.

Таблица 1
Химический состав и физико-химические показатели нормализованной смеси

Показатель	Нормативное значение
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость без осадка и хлопьев
Цвет	Белый
Запах и вкус	Чистый, молочный
СОМО, %	8,74
Массовая доля жира, %	3,20
массовая доля белка, %	3,18
Титруемая кислотность, °Т	18,00
Активная кислотность, ед. pH	6,63
Плотность, кг/м^3	1028

Таблица 2
Химический состав и характеристика ингредиента (молочно-белковая смесь «Милкмикс Универсал»)

Показатель	Нормативное значение
Внешний вид	Мелкий порошок
Цвет	От белого до кремового, однородный по всей массе
Запах и вкус	Свойственный молочным продуктам
Массовая доля жира не более, %	1,5
Массовая доля белка не менее, %	60,0 ± 2,0
Массовая доля влаги не более, %	6,0
Массовая доля золы, %	4,7
Углеводы, %	27,8
pH раствора 1%, ед. pH	6,5 ± 0,5
Кислотность не более, °Т	20,0

Таблица 3
Характеристика заквасочных культур ТМ «LACTOFERM»

Показатель	ТМ «LACTOFERM» EM	ТМ «LACTOFERM» PP	ТМ «LACTOFERM» LP
Состав	*Lactococcus lactis subsp. lactis Lactococcus lactis subsp. cremoris Streptococcus salivarius subsp. thermophilus Lactococcus helveticus Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis*	*Propionibacterium freudenreichii subp. shermanii*	*Lactobacillus plantarum ssp.*
Клеточная концентрация, КОЕ/г	2×10^{11}	1×10^{10}	1×10^{10}
Дозировка, л	1u /100–200	1u /100–200	1u /100
Оптимальная температура роста, °С	32–35	30–34	32–35

Сочетание закваски EM, содержащей гомоферментативные мезофильные и термофильные культуры, закваски PP, в состав которой входят пропионовокислые бактерии, отвечающие за вторую ферментацию в сыре с высокой температурой второго нагревания и обеспечивающие стабильное образование глазков при созревании, а также защитную культуру LP [7, 8]. Защитная бактериальная культура «LACTOFERM» LP не является кислотообразователем, не оказывает негативного влияния на основную заквасочную культуру и не вызывает изменения органолептических, физико-химических и микробиологических свойств готового продукта. Данная культура хорошо себя зарекомендовала при хранении готового сыра.

Свертывали нормализованную смесь сычужным ферментом «СГ-50» из расчета 2 г на 100 кг смеси (табл. 4). Время свертывания составляло 30–35 мин, после чего проводилась разрезка на кубики 6–8 мм и вымешивание, второе нагревание до температуры 52 °С, общее время обработки сгустка составляло 60 мин. Сырное зерно сливалось в индивидуальные пластиковые формы, далее подвергалось самопрессованию. Затем проводилось прессование, снятие замеров объема сыворотки и сырной массы. При разрезке отмечено, что сыворотка в опыте более прозрачная, светло-зеленая и зерно хорошо отдает влагу.

Основные параметры производства сыра приведены в таблицах 5 и 6. В процессе анализа технологических параметров выработок отмечено, что

Таблица 4
Влияние закваски на процесс свертывания (ферментации) нормализованной смеси

Вариант	Время свертывания, мин	Активная кислотность сгустка, ед. pH	Органолептические показатели
Контроль	35	6,58	Сгусток нежный
Опыт	28	6,50	Сгусток плотный, глянцевый

Таблица 5
Результаты экспериментальных выработок сыра

Показатель	Контроль	Опыт
Нормализованная смесь, л	140,00	140,00
в т. ч. молочно-белковая смесь «Милкмикс Универсал», %	0	0,50
Массовая доля жира, %	3,17	3,03
Массовая доля белка, %	3,18	3,50
Время свертывания, мин	35	28
Продолжительность вымешивания после второго нагревания, мин	35	25
Сыр из-под пресса		
pH, ед.	5,78	5,73
Массовая доля влаги, %	43,60	43,80
Расход смеси, кг/кг	9,90	9,06

Таблица 6
Динамика активности молочнокислого процессе во время выработки сыров

Вариант	Титруемая кислотность сыворотки, °Т				Активная кислотность сыворотки, ед. pH			
	после разрезки сгустка	перед вторым нагреванием	после раскисления	на сливе	после разрезки сгустка	перед вторым нагреванием	после раскисления	на сливе
Контроль	12,0	13,0	10,5	11,0	6,49	6,48	6,39	6,36
Опыт	14,0	14,5	11,5	12,0	6,48	6,45	6,40	6,35

в опытной выработке с обогащением белка процесс динамики титруемой и активной кислотности шел активнее, в результате для регулирования молочнокислого процесса в этой выработке доза вносимой воды на 10 % была больше, чем в контроле и сырное зерно обрабатывалось быстрее.

Посолка головок сыра проводилась в рассоле с концентрацией соли 21 %, при температуре 12 °С, активная кислотность рассола 5,4 ед. в течении 36 часов. Созревание сыра происходило в производственных камерах. Режимы созревания представлены в таблице 7. Хими-

Таблица 7
Режимы созревания сыра

Вариант	Холодная камера			Теплая камера			Холодная камера		
	продолжительность, суток	температура, °С	влажность, %	продолжительность, суток	температура, °С	влажность, %	продолжительность, суток	температура, °С	влажность, %
Контроль	14	10	85	25	19–20	92	10–12	10	85
Опыт	14	10	85	20	19–20	92	8–10	10	85

Таблица 8
Пищевая и энергетическая ценность сыра

Название	Белки, %	Жир, %	Энергетическая ценность	
			ккал	кДж
Сыр полутвердый (опытный)	28,0	26,0	346,0	1446,3

ческий состав, пищевая и энергетическая ценность опытного сыра приведена в таблице 8.

Направление экспериментальных исследований соответствует задачам, поставленным Правительством Российской Федерации в документе «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года». В соответствии с поставленной целью, на основании результатов экспериментальных исследований, разработаны основные технологические параметры опытного сыра с высокой температурой второго нагревания, обогащенного молочным белком, что способствовало повышению его биологической ценности. Особенностью технологии производства также является использование комплекса заквасочных культур ТМ «LACTOFERM», в состав которых дополнительно входят культуры созревательные и защитные, что позволяет ускорить процесс созревания и продлить срок годности сыра.

Научная новизна технологии отражена в патенте РФ № 2800825 заявке на изобретение (приоритет от 30 мая 2022 г.).

Biotechnological Parameters of Semi Hard Cheese with a High Curd Scalding Temperature

Kopaneva N. B., Gavrilova N. B., Chernopolskaya N. L.
Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk

The State Strategy for Improving Food Quality through 2030 promotes the principles of healthy diet. Cheese is a high-value dairy product with a wide variety of beneficial biological activities. Its unique diversity makes it inherent part of many healthy eating patterns. Expanding the range of cheeses is an urgent task that the domestic food industry has to tackle in order to meet the goals set by the State Strategy, i. e., improving food quality and safety. The research involved raw milk (State Standard GOST 52054-2003), milk-and-protein mix developed by Milkmix Universal (St. Peterburg, Russia), and starter-culture mix purchased from LACTOFERM (Italy), which served as the main biotechnological component to improve cheese quality, safety, and shelf-life. The work was carried out on the premises of the Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnologies (Barnaul, Russia). The experimental data underwent mathematical and statistical processing to reveal the optimal technological production parameters for a new sort of semi-hard cheese with a high curd scalding temperature. The article introduces the new formulation, chemical composition, nutritional profile, and energy value of the new dairy product. The technology was patented (RF No. 2800825).

Keywords: food dairy system, raw milk, milk-and-protein mix, semi-hard cheese, starter cultures

Список литературы

1. **Распоряжение Правительства от 29 июня 2016 г. № 1364-р** «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» // Собрание законодательства РФ. – 2016.– № 28. – 17 с.

2. **Николаева Е. А.** Состояние Российского рынка заквасочных культур и перспективы его развития / Е. А. Николаева // Переработка молока. 2023. № 2. С. 6–10.

3. **Болдырева Т.** Сырные продукты, отвечающие принципам здорового питания / Т. Болдырева, Ю. Голяк // Сыроделие и маслоделие. 2013. № 1. С. 22–23.

4. **Гаврилова Н. Б.** Использование концентрата молочных белков в технологии сыра с высокой температурой второго нагревания / Н. Б. Гаврилова, Н. Б. Копанева, Н. Л. Чернопольская // Сборник материалов I Международного конгресса «Новейшие достижения в области медицины, здравоохранения и здоровьесберегающих технологий». – Кемеровский государственный университет. – Кемерово: КемГУ, 2022. – С. 189–192.

5. **Смирнова И. А.** Молочно-белковые концентраты для молочных продуктов / И. А. Смирнова, И. А. Мазеева, Н. Ю. Гутов // Молочная промышленность. 2019. № 6. С. 42–43.

6. **Копанева Н. Б.** Изучение способа совершенствования технологии полутвердого сыра с высокой температурой второго нагревания / Н. Б. Копанева [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию заслуженного работника высшей школы РФ, действительного члена РАЕ, д-ра мед. наук, профессора Высокогорского В. Е. «Инновационные решения и тренды развития технологий продуктов здорового питания». – Омск, 2022. – С. 52–55.

7. **Жданеева Н. П.** Применение бактериальных заквасок «Crealat» при производстве рассольных сыров / Н. П. Жданеева, Т. В. Рыбченко, Т. В. Попова // Сыроделие и маслоделие. 2022. № 3. С. 18–20.

8. **Мельникова Е. И.** Биозащита как эффективный инструмент сохранения качества и безопасности молочных продуктов / Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская // Молочная промышленность. 2021. № 9. С. 35–36.