

Научная статья

УДК 637.352

EDN CQULYF

**Изучение особенностей процессов термокислотной коагуляции белков
молочно-пахтовых смесей в технологии производства
низколактозного мягкого сыра геродиетического питания**

Анна Антоновна Демьянец¹, аспирант

Научные руководители – Ольга Ивановна Купцова², кандидат технических наук, доцент; Юлия Юрьевна Чеканова³, кандидат технических наук

^{1, 2, 3} Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Могилевская область, Могилев, Республика Беларусь

¹ anan-an@mail.ru

Аннотация. Изучены особенности и установлены параметры термокислотной коагуляции белков молочно-пахтовых смесей в технологии производства низколактозного мягкого сыра геродиетической направленности. Обосновано, что для производства соответствующего продукта нужно применять температурные режимы термокислотной коагуляции белков не ниже 85 °С в течение 3–5 минут. Это обеспечит более полное осаждение белково-жировой фракции молочно-пахтовых смесей и получение готового продукта с высокими органолептическими характеристиками и стабильными физико-химическими показателями.

Ключевые слова: мягкий сыр, белковый продукт, пахта, топленое молоко, молочно-пахтовые смеси, геродиетическое питание, термокислотная коагуляция белков

Для цитирования: Демьянец А. А. Изучение особенностей процессов термокислотной коагуляции белков молочно-пахтовых смесей в технологии производства низколактозного мягкого сыра геродиетического питания // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы 2-ой всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (Благовещенск, 12 февраля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 390–396.

Original article

**Study of the features of the processes of thermic acid coagulation
of milk and buttermilk mixture proteins in the technology of production
of low-lactose soft cheese of herodietic nutrition**

Anna A. Demyanets¹, Postgraduate Student

Scientific advisors – Olga I. Kuptsova², Candidate of Technical Sciences, Associate

Professor; **Yulia Yu. Chekanova**³, Candidate of Technical Sciences
^{1, 2, 3} Belarusian State University of Food and Chemical Technologies
Mogilev region, Mogilev, Republic of Belarus, anan-an@mail.ru

Abstract. The features and parameters of thermic acid coagulation of milk and buttermilk mixture proteins in the production technology of low-lactose soft cheese of a herodietic orientation have been studied. It is proved that for the production of the corresponding product it is necessary to apply the temperature conditions of thermoacid coagulation of proteins not lower than 85 °C for 3–5 minutes. This will ensure a more complete precipitation of the protein-fat fraction of the milk-buttermilk mixtures and the production of a finished product with high organoleptic characteristics and stable physico-chemical parameters.

Keywords: soft cheese, protein product, buttermilk, melted milk, milk and buttermilk mixtures, gerodietic nutrition, thermal acid coagulation of proteins

For citation: Demyanets A. A. Study of the features of the processes of thermic acid coagulation of milk and buttermilk mixture proteins in the technology of production of low-lactose soft cheese of herodietic nutrition. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *2-aya Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh (12 fevralya 2025 g.)*. (PP. 390–396), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Введение. В настоящее время среди потребителей старших возрастных групп популярными продуктами питания являются сыры на основе термокислотной коагуляции белков молока, обладающие повышенной биологической ценностью за счет высокой степени извлечения белков из молочного сырья (до 98 %) и обогащения продукта сывороточными белками [1].

В Республике Беларусь вырабатываются мягкие сыры типа «Рикотта», «Адыгейский», которые в большей степени соответствуют требованиям по оптимальному соотношению белковых компонентов казеина к сывороточным белкам для геродиетического питания (от 60:40 до 65:35) [2], однако на рынке они представлены в ограниченном количестве.

На сегодняшний день при производстве термокислотных сыров применяют молоко цельное (или нормализованное сливками, или обезжиренным молоком). При этом биологически ценным сырьевым компонентом для создания

продуктов геронтологической направленности является пахта, полученная от производства сладкосливочного масла и характеризующаяся высоким содержанием фосфолипидов, лецитина, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и минеральных веществ [3]. Кроме того, интерес представляет возможность расширения сырьевых ресурсов при получении мягкого сыра за счет применения топленого молока, которое оказывает благоприятное влияние на центральную нервную систему, зрение, нормализацию гормонального фона, повышение иммунитета, а также позволяет выработать переносимость лактозы аллергикам [4].

Таким образом, для получения высококачественного низколактозного мягкого сыра на основе смеси топленого молока и пахты для геродиетического питания важным является установление параметров термокислотной коагуляции белков молочно-пахтовых смесей, что предопределило цель работы.

Методика исследований. Для производства низколактозного мягкого сыра применяли пахту, полученную способом сбивания сливок, с массовой долей жира (мдж) не более 0,7 %, титруемой кислотностью не более 19 °Т, плотностью не менее 1 027 кг/м³; топленое молоко с мдж 3,2–3,6 %, кислотностью не более 18 °Т, плотностью не менее 1 027 кг/м³; молоко цельное с мдж не более 3,6 %, кислотностью 16–18 °Т, плотностью не менее 1 027 кг/м³.

В качестве исследуемых образцов выступали низколактозный мягкий сыр на основе цельного молока (образец 1), смеси топленого молока и пахты в количественном соотношении в процентах: 50:50 и 25:75 (образец 2, 3 соответственно). Данные количественные соотношения были выбраны согласно ранее проведенным собственным исследованиям [3].

Мягкий сыр вырабатывали по промышленной технологии сыра «Адыгейский», адаптированной к лабораторным условиям по технологической схеме. Первоначально осуществляли составление смесей из топленого молока и

пахты. После проводили ферментативный гидролиз лактозы молочно-пахтовых смесей при температуре (4 ± 2) °С в течение 12 час. с применением ферментного препарата β -галактозидазы NolaFit 5500 (производитель Chr. Hansen, Дания), при этом использован микроорганизм-продуцент *Kluyveromyces lactis*, активность 5 500 BLU/мл.

Гидролизованые смеси подвергали процессу пастеризации с последующей термокислотной коагуляцией при температурах (80 ± 1) ; (85 ± 1) и (90 ± 1) °С и продолжительности в течение 3–5 мин. В качестве коагулянта применяли творожную сыворотку титруемой кислотностью 65–70 °Т в количестве не более 10 % от массы смеси. После коагуляции осуществляли обработку сгустка, формование, самопрессование, обсушку сыра, упаковку и охлаждение готового продукта в холодильной камере при температуре (4 ± 2) °С.

В работе применяли стандартизированные и общепринятые методы исследований. В готовых продуктах контролировали органолептические показатели, титруемую и активную кислотность, массовую долю влаги.

Результаты исследований. Анализ органолептических показателей качества готовых продуктов показал, что, независимо от компонентного сырьевого состава низколактозного мягкого сыра, применение температурных режимов термокислотной коагуляции белков молочно-пахтовых смесей (85 ± 1) и (90 ± 1) °С в течение 3–5 мин. способствовало получению готового продукта с хорошими вкусовыми и ароматическими характеристиками; сладковатым вкусом за счет гидролиза молочного сахара; мягкой, в меру плотной, слегка крошащейся консистенцией.

При этом применение пахты и топленого молока при производстве мягкого сыра (образец 2, 3) способствовало формированию в белковом продукте более сливочного вкуса с ароматом топления по сравнению с образцом на основе цельного молока (образец 1). Вместе с тем выявлено, что с увеличением

температуры коагуляции вкусовые и ароматические показатели белковых продуктов улучшались и наблюдалось усиление сладкого вкуса. Напротив, использование температуры коагуляции $(80 \pm 1)^\circ\text{C}$ способствовало формированию невыраженных вкусовых и ароматических показателей и значительному отделению сыворотки при хранении продукта в упаковке.

Результаты определения физико-химических показателей низколактозного мягкого сыра в зависимости от технологических параметров термокислотной коагуляции белков молока и смеси топленого молока и пахты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели низколактозного мягкого сыра в зависимости от технологических параметров термокислотной коагуляции белков молочно-пахтовых смесей

Показатели	Исследуемые образцы		
	образец 1 (на основе цельного молока)	образец 2 (на основе топленого молока (50 %), пахты (50 %))	образец 3 (на основе топленого молока (25 %), пахты (75 %))
<i>Температура термокислотной коагуляции $(80 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 3–5 мин.</i>			
Титруемая кислотность, $^\circ\text{T}$ ($\pm 0,5^\circ\text{T}$)	42	50	60
Активная кислотность, ед. рН ($\pm 0,05$ ед. рН)	6,33	6,29	6,19
Массовая доля влаги, % ($\pm 0,05$ %)	65,3	70,2	72,7
<i>Температура термокислотной коагуляции $(85 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 3–5 мин.</i>			
Титруемая кислотность, $^\circ\text{T}$ ($\pm 0,5^\circ\text{T}$)	46	57	65
Активная кислотность, ед. рН ($\pm 0,05$ ед. рН)	6,31	6,28	6,18
Массовая доля влаги, % ($\pm 0,05$ %)	70,2	71,2	75,7
<i>Температура термокислотной коагуляции $(90 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 3–5 мин.</i>			
Титруемая кислотность, $^\circ\text{T}$ ($\pm 0,5^\circ\text{T}$)	51	59	69
Активная кислотность, ед. рН ($\pm 0,05$ ед. рН)	6,30	6,27	6,17
Массовая доля влаги, % ($\pm 0,05$ %)	75,6	77,3	80,7

Проведенные исследования показали, что с увеличением температуры термокислотной коагуляции белков молочно-пахтовых смесей наблюдалось увеличение показателей титруемой кислотности, что может быть обусловлено

увеличением количества дигидрофосфата кальция, а также нерастворимого коллоидного фосфата кальция, выделившихся под действием молочной сыворотки и высокой температуры из казеинат-кальций-фосфатного комплекса молочно-пахтовых смесей. Установлено, что применение пахты в составе смеси (образец 2, 3) способствовало повышению показателей титруемой кислотности в сравнении с образцами на основе цельного молока (образец 1). Изменение показателей активной кислотности коррелировало со значениями титруемой кислотности.

Кроме того, стоит отметить, что, независимо от температуры термокислотной коагуляции белков молочно-пахтовых смесей и компонентного состава смесей, титруемая кислотность молочной сыворотки, полученной в процессе коагуляции, составляла не более 26 °Т.

Установлено (табл. 1), что с увеличением температуры термокислотной коагуляции белков молочно-пахтовых смесей и наличием пахты в составе смеси массовая доля влаги в мягком сыре повышалась. Это может свидетельствовать о том, что с увеличением температуры коагуляции будет происходить повышение степени перехода сывороточных белков в готовый продукт.

Кроме того, выявлено, что наибольший выход готового продукта характерен для низколактозного мягкого сыра, при производстве которого применяли температуру коагуляции белков свыше 85 °С, и он составил 16–18 %. При нагревании ниже 85 °С или выше 90 °С наблюдалось снижение выхода готового продукта до 10–12 %.

Заключение. Таким образом, изучены особенности и установлены оптимальные параметры проведения процесса термокислотной коагуляции белков молочно-пахтовых смесей в технологии производства низколактозного мягкого сыра геродиетического питания.

Доказано, что для производства соответствующего продукта на основе молочно-пахтовых смесей необходимо применять температурные режимы

термокислотной коагуляции белков не ниже 85 °С в течение 3–5 мин., что способствует более полному осаждению белково-жировой фракции молочно-пахтовых смесей и получению готового продукта с высокими органолептическими характеристиками, хорошим влагоудержанием и стабильными физико-химическими показателями.

Список источников

1. Мироненко И. М. Особенности технологии производства термокислотных натуральных сычужных сыров // Наука и техника Казахстана. 2021. № 2. С. 101–108.
2. Дзахмишева З. А., Дзахмишева И. Ш. Функциональные пищевые продукты геродиетического назначения // Фундаментальные исследования. 2018. № 9–9. С. 2048–2051.
3. Купцова О. И., Чеканова Ю. Ю. Технологические аспекты производства сметаны из сливочно-пахтовой смеси // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. 2023. № 2 (35). С. 114–127.
4. Шелестун А., Елисеева Т. Топленое молоко – питательная ценность и 5 доказанных преимуществ // Журнал здорового питания и диетологии. 2022. Т. 19. № 1. С. 52–55.

References

1. Mironenko I. M. Features of the technology of production of thermoacid natural rennet cheeses. *Nauka i tekhnika Kazakhstan*, 2021;2:101–108 (in Russ.).
2. Dzakhmishева Z. A., Dzakhmishева I. Sh. Functional food products for herodietic purposes. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2018;9–9:2048–2051 (in Russ.).
3. Kuptsova O. I., Chekanova Yu. Yu. Technological aspects of sour cream production from buttermilk mixture. *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta pishchevykh i khimicheskikh tekhnologii*, 2023;2(35):114–127 (in Russ.).
4. Shelestun A., Eliseeva T. Clarified milk – nutritional value and 5 proven benefits. *Zhurnal zdorovogo pitaniya i dietologii*, 2022;19;1:52–55 (in Russ.).

© Демьянец А. А., 2025

Статья поступила в редакцию 31.01.2025; одобрена после рецензирования 12.02.2025; принята к публикации 26.02.2025.

The article was submitted 31.01.2025; approved after reviewing 12.02.2025; accepted for publication 26.02.2025.