



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
(КемГУ)

650000, Кемерово, ул. Красная, 6
Телефон: 8(3842) 58-12-26. Факс: 8(3842) 58-38-85
E-mail: rector@kemsu.ru, <http://www.kemsu.ru>


« 18 » сентя 2026 г № 8/11

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»,
доктор технических наук, доктор
биологических наук, профессор,
академик РАН



А.И. Просков


« 18 » сентя 2026 г

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Кемеровский государственный университет» (КемГУ)

на диссертационную работу Алкадур Мохаммеда на тему: «Научное и практическое обоснование применения сухого обезжиренного молока различных классов термообработки в производстве кисломолочных продуктов», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3 Пищевые системы (технические науки).

Актуальность темы диссертационной работы

Сухое обезжиренное молоко (СОМ) является стратегически значимым сырьевым компонентом для молочной промышленности, обеспечивая стабильность производства в условиях сезонных колебаний сырья, а также возможность выпуска широкого спектра кисломолочных, детских и специализированных продуктов. В России среднегодовой объём производства СОМ составляет 95–120 тыс. тонн, при этом значительная доля продукции импортируется. Как обосновано в диссертации, действующий межгосударственный стандарт ГОСТ 33629-2015 не предусматривает классификацию СОМ по тепловым классам, тогда как в международной практике давно применяется градация low-heat, medium-heat, high-heat, основанная на степени денатурации сывороточных белков. Отсутствие научно обоснованных рекомендаций по применению СОМ различных классов термообработки (низкотемпературного – НТО, умеренного – УТО, умеренно высокотемпературного – УВТО и высокотемпературного – ВТО) в производстве кисломолочных продуктов приводит к технологическим ошибкам, ухудшению качества сгустка (вялость, синерезис, неудовлетворительная консистенция) и неоправданным энергозатратам. Особую остроту проблеме придаёт отсутствие в России промышленного выпуска СОМ низкотемпературного класса, необходимого для производства высококачественных творожных изделий и продуктов детского питания. Таким образом, диссертационная работа Алкадур

М., направленная на установление взаимосвязи между классом термообработки СОМ, условиями его хранения и структурно-механическими свойствами ферментированных сгустков, а также на разработку технологии получения СОМ низкотемпературного класса, является своевременной, высоко актуальной и соответствует приоритетным направлениям импортозамещения и технологического суверенитета РФ.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Представленные в диссертационной работе научные положения являются обоснованными, что подтверждается значительным объёмом теоретической базы, включающим анализ 167 источников отечественной и зарубежной литературы по вопросам технологии сухих молочных продуктов, термической денатурации белков (α -лактальбумина, β -лактоглобулина, БСА), функционально-технологическим свойствам СОМ и реологии ферментированных сгустков. Методологический подход, включающий последовательные этапы от оценки влияния режимов термизации и пастеризации на белковый профиль обезжиренного молока до промышленной апробации разработанных технологических инструкций, обеспечивает системный характер работы и высокую воспроизводимость результатов. Достоверность экспериментальных данных обусловлена использованием автором современных сертифицированных методов анализа (метод Кьельдаля, диск-электрофорез в полиакриламидном геле, определение индекса растворимости, термоустойчивости по тепловой пробе на УКТ-150, реологические испытания на вискозиметре Brookfield и пенетрометре Petrotest), а также многократной повторностью опытов (3–5-кратная) и статистической обработкой результатов с отсеиванием недостоверных данных по критерию Тьюки (Tukey HSD) при $p \leq 0,05$ для физико-химических показателей и $p \leq 0,2$ для микробиологических. Экспериментальные данные коррелируют с теоретическими представлениями о денатурации сывороточных белков при нагревании (снижение содержания неденатурированных фракций с 0,64% до 0,29% при повышении температуры с 45°C до 96°C). Основные положения диссертации опубликованы в 7 печатных работах, из которых 1 статья индексируется в Scopus, 3 – в журналах перечня ВАК РФ, и представлены на трёх международных конференциях, что свидетельствует о широкой апробации результатов.

Научная новизна диссертации и личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что соискателем впервые:

– определены значимые факторы, включая термизацию молока, оказывающие влияние на класс термообработки СОМ; экспериментально доказано, что сочетание термизации (63 ± 2 °C, 15 с), выдержки 10 ч при 10 °C и низкотемпературной пастеризации (72 ± 2 °C, 15 с) позволяет получить СОМ

низкотемпературного класса с гарантией микробиологической безопасности (снижение КМАФАнМ на три порядка);

– выявлены и систематизированы функционально-технологические свойства СОМ (насыпная плотность, индекс растворимости, термоустойчивость) в зависимости от класса термообработки в процессе 16-месячного хранения при трёх температурных режимах (22 °С, 4 °С, минус 18 °С); показано, что низкотемпературный класс СОМ характеризуется наименьшей насыпной плотностью (0,67 г/см³) и наиболее выраженными изменениями термоустойчивости при хранении;

– установлена взаимосвязь между классом термообработки СОМ, условиями хранения и структурно-механическими характеристиками ферментированных сгустков из восстановленного молока (йогурт и творог); доказано, что с повышением класса термообработки от НТО до ВТО возрастает динамическая вязкость (с 8,6 до 11,6 Па·с для йогуртового сгустка), влагоудерживающая способность (с 22,6% до 31,8% для творожного сгустка), прочность и предельное напряжение сдвига, при этом снижается синерезис (с 60,7 см³ до 51,8 см³). Показано, что для получения йогурта целесообразно использовать СОМ высокотемпературного класса, а для творога – низкотемпературного.

Личный вклад соискателя является определяющим: автором самостоятельно проведён аналитический обзор литературы, разработана программа и схема исследований, выполнены экспериментальные работы по оценке влияния режимов термизации и пастеризации на белковый профиль и микробиологические показатели, проведены реологические исследования сгустков, выполнена статистическая обработка данных. Соискателем лично разработаны и внедрены в промышленность типовая технологическая инструкция ТТИ ГОСТ 33629-002 на производство СОМ низкотемпературного класса термообработки (акт внедрения от 20.11.2025, ООО «НОВАЯ ИЗИДА») и методические рекомендации МР 00419785-088-2025 по применению СОМ различных классов термообработки в производстве йогурта и творога (акт выработки от 2025 г.).

Таким образом, личный вклад Алкадур М. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата наук.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям «Положения о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа и автореферат Алкадур Мохаммеда по форме и содержанию полностью соответствуют требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям (пп. 9–14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в действующей редакции). Представленное исследование является завершённой научно-квалификационной работой, обладающей теоретической и практической значимостью для молочной промышленности. В диссертации содержится решение актуальной научно-технической задачи – научное обоснование применения СОМ различных классов термообработки в производстве кисломолочных продуктов и совершенствование технологии

получения СОМ низкотемпературного класса. Структура работы (введение, 6 глав, выводы, список литературы из 167 источников, приложения) отражает логику проведённого исследования и соответствует паспорту специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Автореферат адекватно воспроизводит основное содержание диссертации, в нём представлены все необходимые разделы. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 7 печатных работах, из которых 1 – в журнале, индексируемом в Scopus, 3 – в журналах перечня ВАК РФ, что удовлетворяет требованиям к количеству публикаций для соискателей учёной степени кандидата наук. Результаты исследования прошли апробацию на трёх международных конференциях (Кемерово, 2024; Москва, 2025; Вологда-Молочное, 2025).

Оценка содержания диссертации и её завершенность

Диссертационная работа представляет собой завершенное научное исследование, посвящённое обоснованию применения СОМ различных классов термообработки в производстве кисломолочных продуктов. Структура работы является логичной и полностью соответствует поставленным задачам. Основное содержание изложено на 115 страницах машинописного текста, включает 28 таблиц, 22 рисунка, 167 источников литературы и 3 приложения.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, научная новизна, практическая значимость, представлены положения, выносимые на защиту, и степень достоверности результатов.

В первой главе (литературный обзор) проведён системный анализ научной информации по технологии получения СОМ, классификации по тепловым классам, влиянию термической обработки на белковый профиль и функционально-технологические свойства, а также условиям хранения. Показано, что в России отсутствует нормативно закреплённая классификация по тепловым классам, что затрудняет производство высококачественных кисломолочных продуктов из восстановленного молока. Выявлена необходимость разработки технологии СОМ низкотемпературного класса.

Во второй главе представлены объекты, методы и схема исследований. Описаны режимы термической обработки обезжиренного молока. Приведены методики определения класса термообработки по СТБ ISO 6735-2011, белкового профиля методом диск-электрофореза, индекса растворимости, термоустойчивости (на УКТ-150), реологических показателей (динамическая вязкость, предельное напряжение сдвига, влагоудерживающая способность, синерезис). Отмечено использование современного аттестованного оборудования.

В третьей главе исследовано влияние термизации и пастеризации на качество обезжиренного молока и СОМ. Установлено, что повышение температуры пастеризации от 45 °С до 96 °С снижает содержание неденатурированных сывороточных белков с 0,64% до 0,29% (таблица 3.5). Показано, что процессы сгущения и сушки не оказывают значимого влияния на класс термообработки. Доказано, что сочетание термизации (63±2 °С, 15 с), выдержки 10 ч при 10 °С и пастеризации (72±2 °С, 15 с) обеспечивает получение

СОМ низкотемпературного класса (показатель термообработки $H = 77,6-78,4$) с микробиологической безопасностью (КМАФАнМ $6,2 \times 10^2$ КОЕ/г).

В четвертой главе изучены функционально-технологические свойства СОМ в процессе 16-месячного хранения при температурах 22°C , 4°C и минус 18°C . Установлено, что индекс растворимости не превышал $0,20 \text{ см}^3$ сырого осадка (рисунок 4.1), насыпная плотность минимальна у низкотемпературного СОМ ($0,67 \text{ г/см}^3$). Термоустойчивость снижалась наиболее интенсивно при хранении при 22°C (до 38 мин у СОМ1). Микробиологические показатели оставались в пределах нормы. Наилучшую стабильность обеспечивало хранение при 4°C и минус 18°C .

В пятой главе представлены результаты влияния класса термообработки СОМ на структурно-механические свойства ферментированных сгустков (йогурт и творог). Установлена монотонно возрастающая линейная зависимость динамической вязкости сгустков от класса термообработки (рисунки 5.1, 5.2). Показано, что с повышением класса термообработки увеличиваются прочность (усилие нагружения), предельное напряжение сдвига и влагоудерживающая способность, снижается синерезис. Данные органолептической оценки (5-балльная шкала) подтверждают, что для творога оптимален СОМ низкотемпературного класса (получается колющийся сгусток с ровными краями на изломе), а для йогурта – высокотемпературного (плотный сгусток, высокая влагоудерживающая способность).

В шестой главе приведены практические результаты: разработана и внедрена типовая технологическая инструкция ТТИ ГОСТ 33629-002 на производство СОМ низкотемпературного класса (акт внедрения в приложении Б) и методические рекомендации МР 00419785-088-2025 по применению СОМ разных классов в производстве кисломолочных продуктов. Экономический эффект от внедрения технологии составил 60 тыс. руб. на 1 тонну СОМ, рентабельность затрат повышена на 17%.

Заключение содержит шесть выводов, полностью соответствующих поставленным задачам. Таким образом, диссертация является завершённой, логически выстроенной и обладает высокой практической значимостью.

Вопросы, замечания и пожелания по диссертационной работе

1. В таблице 3.7 диссертации (стр. 56) приведены данные по содержанию неденатурированных сывороточных белков в СОМ, где для образца СОМ2 (термизация + пастеризация 72°C) значение составляет $6,10 \pm 0,06\%$, а для СОМ3 (пастеризация 72°C без термизации) – $6,00 \pm 0,05\%$. Различия находятся в пределах погрешности, однако автор на стр. 58 делает вывод о более низком показателе термообработки у образца, прошедшего термизацию. Статистическая значимость этого различия не подтверждена (не приведены результаты проверки по критерию Стьюдента между СОМ2 и СОМ3). Желательно уточнить, является ли это различие достоверным.

2. На рисунках 5.1 и 5.2 (стр. 71) представлены линейные регрессии динамической вязкости сгустков от показателя термообработки СОМ. Для СГЙ коэффициент детерминации R^2 составляет $0,9528-0,9946$, для СГТ – $0,9731-0,9832$, что свидетельствует о хорошей аппроксимации. Однако на этих же рисунках приведены линии тренда для разных температур хранения (закладка,

минус 18 °С, 4 °С, 22 °С). При этом в тексте не пояснено, почему для всех условий хранения используется линейная модель, хотя из графиков видно, что при высоком классе термообработки (показатель Н около 90) вязкость при хранении при 22°С отклоняется от линейности. Автору следовало бы обсудить возможные нелинейные эффекты при длительном хранении высокотемпературного СОМ.

3. В таблице 4.3 (стр. 67) приведены микробиологические показатели СОМ в процессе хранения. Для образца СОМ1 (контроль, без термизации) при закладке на хранение КМАФАнМ составляет $3,5 \times 10^4$ КОЕ/г, что в 56 раз выше, чем у СОМ2 ($6,2 \times 10^2$ КОЕ/г). Однако в таблице 3.9 (стр. 58) указано, что СОМ1 имеет класс термообработки НТО (показатель Н=77,6). Каким образом образец без термизации и с пастеризацией 72 °С (как и СОМ2) сохранил такой высокий показатель КМАФАнМ? Не противоречит ли это требованиям ТР ТС 033/2013 для СОМ, предназначенного для промышленной переработки (не более 1×10^5 КОЕ/г)? Просим пояснить.

4. В выводах (пункт 5, стр. 89 диссертации) утверждается, что «низкотемпературный класс термообработки СОМ способствует получению колющего творожного сгустка с ровными краями на изломе и с низкой влагоудерживающей способностью». Каким образом низкая влагоудерживающая способность (32,9% при 3000 об/мин для СГТ1 в таблице 5.2) сочетается с получением ровных краев на изломе? Не приводит ли это к повышенному отделению сыворотки при хранении творога? Были ли проведены исследования хранимоустойчивости самого творога, выработанного из СОМ разных классов?

5. Учитывая высокую практическую значимость разработанной типовой технологической инструкции ТТИ ГОСТ 33629-002, а также методических рекомендаций МР 00419785-088-2025, целесообразно в дальнейших исследованиях расширить номенклатуру кисломолочных продуктов, для которых определяются рациональные классы термообработки СОМ, включив, например, кисломолочные напитки, сметану.

Следует отметить, что указанные замечания и вопросы не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и не влияют на её основные научные и практические результаты.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Алкадур Мохаммеда на тему «Научное и практическое обоснование применения сухого обезжиренного молока различных классов термообработки в производстве кисломолочных продуктов» по своему содержанию, научной новизне, объёму выполненных исследований, практической значимости и оформлению соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Алкадур Мохаммед, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3 Пищевые системы.

Отзыв подготовлен заведующей кафедрой технологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный

университет», доктором технических наук, профессором Курбановой Мариной Геннадьевной.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры технологии продуктов питания животного происхождения Технологического института пищевой промышленности ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

Присутствовало на заседании кафедры 11 чел. В обсуждении приняли участие 3 чел. Результаты голосования: «за» - 11 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 12 от «16» мая 2026 г.

Заведующая кафедрой, д.т.н., профессор,
шифр специальности: 05.18.04 Технология
мясных, молочных и рыбных продуктов и
холодильных производств»

М.Г. Курбанова



Контактные данные

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», Технологический институт пищевой промышленности.

Адрес: 650000, Кемеровская обл. – Кузбасс,
г. Кемерово, ул. Красная, д. 6.

Веб-сайт: <https://kemsu.ru>

Email: tppgs@kemsu.ru,

Телефон: +7(3842)39-68-58