

ОТЗЫВ

**официального оппонента, доктора технических наук
Мягконосова Дмитрия Сергеевича на диссертационную работу
Алкадур Мохаммеда «Научное и практическое обоснование применения
сухого обезжиренного молока различных классов термообработки в
производстве кисломолочных продуктов»
представленную на соискание учёной степени кандидата технических
наук по специальности 4.3.3 - Пищевые системы**

На отзыв представлены следующие материалы: диссертация и автореферат. Диссертация состоит из введения, литературного обзора, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Основной текст диссертации изложен на 86 страницах, приложения на 8 страницах. Диссертационная работа содержит 28 таблиц, 22 рисунка и 3 приложений.

Актуальность темы диссертационной работы.

Сухое молоко является функциональным ингредиентом, имеющим широкое применение в современной пищевой промышленности. Его используют в составе хлебобулочных, кондитерских изделий, детского и спортивного питания, молочных напитков, сыров, мороженого, а также некоторые виды мясных продуктов. В современных условиях роста рынка готовых продуктов и продуктов быстрого питания, использование сухого молока приобретает особую актуальность.

В российской практике отсутствуют научно обоснованные рекомендации по применению СОМ различных классов термообработки для производства молочных продуктов. Информация о влиянии тепловой обработки молока на белковый профиль и функциональные показатели производимого СОМ, а также на изменение его свойств в процессе хранения, нуждается в систематизации и адаптации к современным условиям отечественного производства. Исходя из этого, автор диссертации, в обосновании актуальности темы исследования, обосновывает необходимость исследований по влиянию температурно-временных режимов обработки молока-сырья на формирование белкового профиля и функционально-технологических свойств СОМ, по влиянию режимов хранения на изменение указанных показателей, а также исследований по связи теплового класса со структурой и свойствами получаемых ферментированных молочно-белковых сгустков. В качестве цели научно-исследовательской работы ставится: 1) изучить влияние теплового воздействия на функционально-технологические, физико-химические и микробиологические показатели молока, 2) на основании полученных данных разработать усовершенствованную

технологии получения СОМ низкотемпературного класса термообработки и научно обоснованные рекомендации по применению СОМ различных классов термообработки в производстве кисломолочных продуктов.

Учитывая вышеизложенное, необходимо считать, что диссертационная работа Алкадур Мохаммеда представляет собой важное исследование, с одной стороны расширяющее фундаментальные знания о механизмах структурных изменений белков молока при термической обработке и их влиянии на функциональные свойства СОМ, а с другой стороны, содержащее практические данные позволяющие оптимизировать применение СОМ в производстве кисломолочных продуктов, в целях повышения стабильности качества получаемой продукции.

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

Автор диссертации показал необходимость систематизации и адаптации для российской производственной практики массива знаний по производству, хранению и использованию СОМ различного класса термообработки, а также введения в российские стандарты на сухое молоко его классификации по тепловым классам. На основании этого была обоснована необходимость разработки технологии производства высокосортного сухого обезжиренного молока (СОМ) низкотемпературного класса термообработки (НКТ), а также рекомендаций по применению СОМ различных классов термообработки в составе кисломолочной продукции.

Для обоснования технологических режимов производства и выработки рекомендаций по применению СОМ различных тепловых классов, автором диссертации был проведен комплекс исследований по влиянию температурно-временных режимов термической обработки молока на функционально-технологические, физико-химические и микробиологические показатели СОМ.

На основании анализа полученных экспериментальных данных, диссертантом была подтверждена теоретическая и практическая значимость разработанной технологии СОМ НКТ, закрепленная в разработанных нормативных и технических документах:

- типовой технологической инструкцией ТТИ ГОСТ 33629-002 на производство СОМ низкотемпературного класса термообработки.

- методических рекомендациях МР 00419785-088-2025, регламентирующие использование СОМ различных классов термообработки в производстве кисломолочных продуктов, подвергнутых опытно-промышленной проверке разработанной технологии производства на производственной площадке ООО «НОВАЯ ИЗИДА» (г. Пенза).

Достоверность и новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Научная новизна исследований состоит в определении влияния на функционально-технологические свойства СОМ температурно-временных режимов обработки молока-сырья, а также режимов хранения СОМ. Диссертант экспериментальным путём доказал, что режимы термической обработки и условия хранения СОМ по-разному влияют на структуру и свойства ферментированного молочного сгустка.

Низкотемпературных режим тепловой обработки позволяет получить СОМ с наибольшей степенью сохранения физиологически активных компонентов, что востребовано для применения в продуктах детского, функционального и специализированного питания, а также в производстве творога. Высокотемпературный режим тепловой обработки (ВРТО) молока усиливает денатурацию и агрегирование сывороточных белков, что ведет к повышению термоустойчивости СОМ. Получаемые из такого СОМ ферментированные сгустки характеризуются высокой плотностью и высокой влагоудерживающей способностью, что позволяет рекомендовать СОМ ВРТО в производстве кисломолочных продуктов (йогурт, кефир, простокваша, ряженка, сметана и др.)

После длительного хранения СОМ при 22 °С наблюдается снижение вязкости, прочности и увеличение синерезиса, особенно у продуктов из низкотемпературного СОМ. Хранение сухого молока при 4 °С и минус 18 °С обеспечивает наибольшую стабильность свойств ферментированных сгустков.

На основании проведенной математической обработки экспериментальных данных, диссертант обосновал температурно-временные режимы обработки молока-сырья для СОМ разных классов термообработки, и основываясь на полученных данных разработал комплект документов по производству и применению СОМ разных классов термообработки.

Степень достоверности полученных результатов подтверждаются 3-5 повторностью экспериментов с применением стандартизованных и специальных методов анализа, а также и математической обработки результатов исследований.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов.

Автор в заключении представил выводы, отражающие полное выполнение сформулированных задач для достижения целей диссертационной работы. Полученные автором диссертации результаты можно использовать в качестве научного фундамента для дальнейших исследований по разработке технологии сухого молока иных классов

термообработки (например, сверхнизкого и высокого), тем самым расширив ассортимент сортов сухого молока со специализированными функциональными свойствами, востребованными в рецептурах продуктов питания. Результаты работы отмечены дипломом победителя ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ в конкурсе работ в рамках научно-практической молодежной конференции молодых ученых и студентов «Комплексные решения инженерных и технологических задач пищевых производств» (Москва, 2024).

По материалам диссертационной работы опубликовано 7 печатных работ: 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 1 статья в журнале, индексируемом в международной базе Scopus, 3 статьи в журналах РИНЦ.

Оценка содержания диссертации, её завершённость в целом.

Диссертация Алкадур Мохаммеда написана грамотным научным языком и отличается внутренним единством. Работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация состоит из введения, литературного обзора, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Основной текст диссертации изложен на 86 страницах, приложения на 8 страницах. Диссертационная работа содержит 28 таблиц, 22 рисунка и 3 приложений. Во введении обоснована актуальность темы исследования, определена цель работы и сформулированы задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В главе 1 содержится обзор научно-технической литературы в котором отражены основные особенности мирового и отечественного опыта в части производства сухого молока и его использования в составе пищевых продуктов. На основании анализа литературных данных определены функциональные характеристики сухого молока разного температурного класса обработки, определяющие направленность их использования, а также методы контроля теплового класса. В главе 2 представлена схема организации работы, её описание, объекты и методы исследований, схема экспериментов, характеристики использованного оборудования.

В главе 3 исследовано влияние разных режимов термообработки (термизация, пастеризация) на белковый профиль, микробиологические и физико-химические показатели обезжиренного молока и производимого из него сухого обезжиренного молока (СОМ), на основании чего установлен оптимальный режим термообработки (термизация 63 ± 2 °С, пастеризация 72 ± 2 °С), обеспечивающий получение СОМ низкотемпературного класса гарантированной микробиологической безопасности.

В главе 4 проведено исследование влияния режимов хранения (при 22

°С, 4 °С и минус 18 °С) на растворимость, кислотность, термоустойчивость, насыпную плотность и микробиологические показатели СОМ разных классов термообработки, по результатам которого определены оптимальные режимы хранения (при 4 °С и минус 18 °С), обеспечивающие стабильность свойств СОМ до 16 месяцев и соответствие нормативам.

Глава 5 содержит сведения по влиянию класса термической обработки СОМ на реологические и структурно-механические свойства ферментированных сгустков (йогурт, творог) с выводами о том, что для производства творога и творожных продуктов оптимально использовать сухое обезжиренное молоко низкотемпературного класса термообработки, а для йогурта и других ложковых кисломолочных продуктов – СОМ высокотемпературного класса термообработки (с показателями термообработки $\leq 80,0$ и $\geq 88,1$, соответственно).

В главе 6 описана практическая реализация результатов исследований, заключающаяся в разработке и внедрении в производство типовой технологической инструкция (ТТИ ГОСТ 33629-002) на выпуск СОМ низкотемпературного класса и методических рекомендаций (МР 00419785-088-2025) по применению СОМ разных классов термообработки, что обеспечило экономический эффект 60 тыс. руб./т продукции, за счет сокращения временных и энергозатрат, а также повышения качества кисломолочных продуктов.

В разделе «Основные результаты и выводы» подводятся итоги выполненной работы, формулируются основные научные и практические результаты, а также перечисляются разработанные и внедрённые нормативные и технические документы и публикации.

Анализ основных результатов и выводов в сокращённом виде представлен в автореферате, который изложен на 24 страницах. Также автореферат содержит 12 рисунков и 11 таблиц. Содержание автореферата в полной степени передает основное содержание диссертации.

Пожелания и замечания по диссертационной работе.

1) Приведенная классификация по тепловым классам не самая полная (в настоящее время сухое молоко разделяют на 6 классов по содержанию азота растворимых сывороточных белков, мг/г порошка: сверхнизкий, низкий ($>6,0$ мг/г), средний (5,9 – 4,5 мг/г), выше среднего (4,4 – 1,5 мг/г), высокий и сверхвысокий ($<1,4$ мг/г)), информация об этом приводится в частности в статье – Кручинин А.Г., Илларионова Е.Е., Бигаева А.В., Туровская С.Н. Роль технологических свойств сухого молока в формировании качества пищевых систем // Вестник КрасГАУ. 2020. № 8 (161). С. 166-173. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-8-166-173>

2) В литературном обзоре недостаточно полно описана технология производства сухого молока, не указаны перспективы использования для

достижения поставленных целей современных технологий снижения бактериальной обсемененности, позволяющих избегать повышенной тепловой нагрузки на молоко (бакфильтрация, обработка высоким давлением), концентрации молока методами мембранной фильтрации (нанофильтрация и обратный осмос), применения многоступенчатых сушильных установок с досушиванием в псевдооживленном слое и установок с досушиванием на пористой ленте с системой дополнительной агломерации (GEA FILTERMAT®).

3) Не выделен отдельно подраздел «Математическая обработка экспериментальных данных». Есть упоминание об использовании теста Тьюки для «отсеивания статистически недостоверных данных». Фактически, тест Тьюки используется для установления наличия (или отсутствия) статистически достоверных отличий между парами значений, измеренных в нескольких повторностях.

4) В теоретической базе, подкрепляющей результаты исследований, большое внимание уделено реакции денатурации сывороточных белков, протекающих на этапе пастеризации молока. Недостаточно внимания уделяется реакции Майяра, протекающей в процессе досушивания и хранения сухого молока, ее негативному влиянию на качество сухого молока и свойства изготавливаемых из него кисломолочных продуктов. Так, в главе 5 приводится описание характера влияния температуры хранения сухого молока на синергетические свойства, влагоудерживающую способность, реологические показатели и органолептические показатели получаемых сгустков. В частности, указывается, что полученные из СОМ хранившегося при 22 °С сгустки хуже удерживают влагу, имеют меньшую вязкость и прочность. При этом не дается теоретического объяснения полученного результата, хотя в литературном обзоре указывается на снижение растворимости белков под действием реакции Майяра. Известно, что скорость этой реакции зависит от показателя активности воды, которая, в свою очередь, зависит как от содержания влаги в сухом молоке, так и ее доступности (при отрицательных температурах свободная вода в продукте отсутствует и реакция Майяра останавливается). Исходя из того, что хранение продуктов в морозильных камерах при минус 18 °С является экономически затратным процессом, автору следовало обозначить альтернативный технологический прием для замедления реакции Майяра, заключающийся в снижении содержания влаги в сухом молоке до ~3 %, за счет использования сушильных установок современных конструкций, оборудованных модулем сушки в псевдооживленном слое, с последующей упаковкой сухого молока в герметичную тару. Указание подобной информации в тексте диссертации и в статьях, опубликованных по материалам диссертации, задает перспективы исследований, что является одной из задач научной деятельности.

5) В тексте диссертации не приводится статистическая значимость отличий между сравниваемыми показателями (обычно в таблицах с данными, даются обозначения в форме индексов, одинаковых для значений, не

имеющих статистически достоверных отличий).

б) Результаты исследований получены на модельных сгустках из восстановленного сухого обезжиренного молока, полученных по технологии йогурта и творога. На основании полученных данных разработана технология производства обезжиренного йогурта и обезжиренного творога. Однако, продукты из обезжиренного молока (йогурт и творог) мало распространены на рынке. Большую практическую ценность могли бы иметь:

- рекомендации по использованию СОМ для нормализации по содержанию белка молока для производства творога и влиянию дозы и класса термообработки СОМ на выход, влагоудерживающую способность, реологические и органолептические показатели творога;

- разработка технологии кисломолочного напитка для специального питания из СОМ высокого теплового класса, который за счет интенсивной тепловой обработки имел бы низкую остаточную обсемененность и высокую влагоудерживающую способность, что способствовало его длительному хранению без использования консервирующих и стабилизирующих добавок.

В целом, приведённые замечания и пожелания не имеют критического характера и не подвергают сомнению ценность и положительную оценку диссертационной работы Алкадур Мохаммеда.

Заключение по диссертационной работе

Представленная диссертация является целостной научно-квалификационной работой, результаты которой имеют научное и практическое значение. В представленной работе, впервые в российской практике:

- проведена научно-обоснованная дифференциация сухого молока по классам термообработки в зависимости от режимов пастеризации и приобретаемых в зависимости от этого функциональных свойств;

- разработана и утверждена типовая технологическая инструкция ТТИ ГОСТ 33629-002 по производству продукции «Молоко сухое обезжиренное низкотемпературного класса термообработки»;

- разработаны и утверждены Методические рекомендации по применению сухого обезжиренного молока разных классов термообработки в производстве кисломолочной продукции (МР 00419785-088-2025).

Исходя из этого, полученные автором данные и разработанную нормативную и техническую документацию можно квалифицировать как вклад в развитие отечественной молочной отрасли.

Диссертационная работа Алкадур Мохаммеда «Научное и практическое обоснование применения сухого обезжиренного молока различных классов термообработки в производстве кисломолочных продуктов» по структуре и объёму исследований, прикладной значимости и практическому освоению отвечает требованиям, предъявляемым к

кандидатским диссертациям, изложенным в пп. 9-14 «Положения ВАК РФ о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (в редакции от 01.10.2018), а её автор Алкадур Мохаммед заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук по специальности 4.3.3 – Пищевые системы, старший научный сотрудник отдела физико-химических и биохимических исследований Всероссийского научно-исследовательского института маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» Российской Академии Наук.

Почтовый адрес: 152613, Ярославская область, г. Углич, ул.

Красноармейский бульвар, д. 19.

тел. +7 (48532) 98-1-94

e-mail: d.myagkonosov@fncps.ru

Мягконосов Дмитрий Сергеевич

Своим согласием подтверждаю обработку персональных данных и размещение информации в сети «Интернет».

Подпись

(Мягконосов Д.С.)

Дата

29.04.2026

Подпись Мягконосова Д.С. удостоверяю

Начальник отдела кадров

ВНИИМС – филиала ФГБНУ

«ФНЦ пищевых систем

им. В.М. Горбатова» РАН

Дата

(Аристова О.А.)

29.04.2026

