

Учреждение образования
«Могилёвский государственный университет продовольствия»

УДК 637.3

**ПАВЛИСТОВА
НАТАЛЬЯ АНДРЕЕВНА**

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО
БЕЛКОВОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ ТЕРМОКИСЛОТНОЙ
КОАГУЛЯЦИИ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ С ПОВЫШЕННЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ СУХИХ ВЕЩЕСТВ**

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

**по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных
продуктов и холодильных производств**

Могилёв 2018

Научная работа выполнена в учреждении образования
«Могилёвский государственный университет продовольствия»

Научный руководитель	ШИНГАРЕВА Татьяна Ивановна , кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой технологии молока и молочных продуктов учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия»
Официальные оппоненты:	ПОЛИЩУК Галина Евгеньевна , доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии молока и молочных продуктов учреждения образования «Национальный университет пищевых технологий»
Оппонирующая организация	КРАСОЦКИЙ Сергей Вячеславович , кандидат технических наук, доцент, директор ООО «Милтекс» Республиканское унитарное предприятие «Институт мясо-молочной промышленности»

Защита состоится «18» мая 2018 года в 15.⁰⁰ часов на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.17.01 в учреждении образования «Могилёвский государственный университет продовольствия» по адресу: 212027, Республика Беларусь, г. Могилёв, проспект Шмидта, 3, ауд. 206, e-mail: mgur@mogilev.by, телефон учёного секретаря (8-0222)47-77-65, факс (8-0222)48-00-11.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Могилёвский государственный университет продовольствия».

Автореферат разослан «13» апреля 2018 года.

Ученый секретарь
специализированного Совета
по защите диссертаций,
к.т.н., доцент

О.В. Мацикова

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития молочной промышленности отчетливо наметилась тенденция к снижению жира в молочных продуктах и повышению содержания в них белка. В первую очередь это связано с проблемой дефицита белка в структуре питания населения. Так называемое добелковое насыщение организма калориями является одной из причин появления избыточной массы тела у значительной части населения планеты, что способствует развитию серьезных заболеваний. Таким образом, использование обезжиренного молока в производстве молочных белковых продуктов представляется перспективным направлением.

Одним из возможных способов выработки белковых продуктов является термокислотная коагуляция молочных белков. По сравнению с сычужным способом коагуляции, термокислотный способ имеет ряд преимуществ, важнейшим из которых является переход в конечный продукт не только казеина, но и сывороточных белков. Это значительно повышает пищевую и биологическую ценность продукции, так как сывороточные белки богаты незаменимыми аминокислотами. Кроме того, данный способ достаточно прост в исполнении, не требует наличия на предприятии дорогостоящего оборудования, соляных бассейнов, камер созревания и пр.

Представляет интерес использование в качестве сырья для производства молочных белковых продуктов не только натурального, но и восстановленного молока. Применение восстановленного молока позволяет предприятиям не зависеть от поставщиков натурального молока, кроме этого имеется возможность увеличения содержания сухих веществ в исходном сырье до более высокого уровня по сравнению с натуральным молоком. Это позволяет повысить эффективность производства и интенсифицировать технологический процесс за счет увеличения выхода белковой продукции с единицы молочного сырья, экономии материальных и энергетических ресурсов при его переработке.

Одним из приоритетных направлений экономического развития Республики Беларусь является увеличение объемов производства молока (в том числе сухого цельного и обезжиренного), молочных продуктов и расширение рынков сбыта молочной продукции за рубежом. В этой связи представляет интерес не только экспорт сухого молока, но и экспорт простых в исполнении технологий выработки молочных продуктов на его основе. Поэтому разработка интенсивной технологии получения конкурентоспособной белковой молочной продукции является актуальной.

В настоящей работе поставлена цель создания интенсивной технологии получения белкового продукта из обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ способом термокислотной коагуляции. При этом термокислотный белковый продукт может являться основой для создания поликомпонентных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности, ориентированных на запросы потребителей с различными вкусовыми предпочтениями.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Настоящая работа выполнена на кафедре технологии молока и молочных продуктов учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия». В процессе выполнения работы получены гранты Министерства образования Республики Беларусь: «Исследование пригариобразования при проведении процесса термокислотной коагуляции восстановленного обезжиренного молока» (2010 год; номер госрегистрации 20100912) и «Разработка технологии получения нового вида термокислотного белкового продукта на основе восстановленного обезжиренного молока» (2013 год, номер госрегистрации 20130522).

Тематика работы тесным образом связана с проектами кафедры «Технология молока и молочных продуктов» МГУП, выполненными в рамках государственных программ научных исследований «Инновационные технологии в АПК 9.5.35» (тема «Научно-практические основы ресурсосберегающей технологии производства ферментированных термокислотных сыров», 2013 год), а также «Энергоэффективность 1.2.3» (тема «Исследование влияния пищевых добавок, ингредиентов и технологии производства новых видов молочных продуктов на реологические свойства продукции», 2011–2012 гг.).

Тема проведенных исследований также связана с работой, выполненной кафедрой технологии молока и молочных продуктов МГУП по договору № 2010-20В «Разработка технологии получения новых продуктов с использованием молочной сыворотки» в рамках раздела «Создание ресурсосберегающих технологий и оборудования для комплексной переработки молочной сыворотки» научно-технической программы Союзного государства «Повышение эффективности пищевых производств за счет переработки отходов на основе прогрессивных технологий и техники» на 2010–2012 года.

Цель и задачи исследования

Целью настоящей работы является повышение удельного выхода молочного белкового продукта на основе технологии термокислотной коагуляции обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ и расширение ассортимента высококачественных продуктов с его использованием – массы сырной, сывороточно-белкового десерта.

Для реализации цели были сформулированы **следующие задачи:**

– Провести анализ существующих технологий производства термокислотной белковой продукции и поликомпонентной продукции на белковой основе.

– Исследовать влияние продолжительности восстановления обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ на изменение его вязкости, плотности, титруемой и активной кислотности и выходные показатели термокислотной белковой продукции.

– Исследовать влияние температуры и продолжительности пастеризации восстановленного обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ на потери при его термообработке.

– Исследовать влияние видового состава и физико-химических показателей коагулянтов на устойчивость белковой фазы молока в процессе термокислотной коагуляции и выходные показатели белкового продукта и определить наиболее подходящие коагулянты для выработки термокислотной белковой продукции из молока с повышенным содержанием сухих веществ.

– Исследовать влияние параметров процесса охлаждения (температуры и скорости охлаждения, объема отделяемой сыворотки) и дополнительного внесения концентрата сывороточных белков в восстановленное обезжиренное молоко на текстурные свойства белкового продукта, степень использования сухих веществ сырья, массовую долю влаги и выход белкового продукта.

– Разработать технологию интенсивного производства термокислотного белкового продукта, рецептуры новых видов поликомпонентных молочных продуктов с его использованием и исследовать их потребительские свойства.

– Оценить экономическую эффективность производства термокислотного белкового продукта и вырабатываемых на его основе поликомпонентных продуктов – массы сырной, сывороточно-белкового десерта.

Научная новизна

1 Теоретически и экспериментально обоснован способ предварительной подготовки обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ, предназначенного для выработки термокислотного белкового продукта, обеспечивающий постоянство физико-химических свойств молока, высокую степень использования белков молока (96 % – 98 %) и выход белкового продукта (21 % – 22 %).

2 Установлена зависимость текстурных свойств термокислотного белкового продукта от параметров охлаждения свежеполученного термокислотного белкового сгустка, включающих температуру охлаждения (60 ± 2) °С и объем отделяемой сыворотки 50 % – 55 %, а также от состава сырья, включающего применение концентрата сывороточных белков совместно с сухим обезжиренным молоком в соотношении КСБ:СОМ=1:9.

3 Интенсифицирован технологический процесс производства термокислотного белкового продукта из обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 %, а именно увеличен выход готового продукта в 1,3–1,6 раза в единицу производственного цикла за счет использования молочного сырья с повышенным содержанием сухих веществ и снижения количества пригара в среднем на 35 %.

4 Разработан белковый продукт и рецептуры на новые виды поликомпонентных молочных продуктов на основе белкового продукта и овощного сырья с содержанием белка от 8 до 22 мг на 100 г, отличающихся повышенными органолептическими показателями по консистенции и вкусу на уровне 9,5 баллов и выше по 10-балльной шкале.

Положения, выносимые на защиту

1 Способ предварительной подготовки обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 %, предназначенного для получения термокислотного белкового продукта, основанный на растворении расчетного количества сухого обезжиренного молока в технологической воде либо обезжиренном молоке с последующей выдержкой в течение 8 часов, обеспечивающий постоянство физико-химических свойств молока, повышение степени использования молочного сырья в среднем на 4 % и выхода белкового продукта в 1,3–1,6 раза в сравнении с натуральным обезжиренным молоком.

2 Обоснованы параметры технологического процесса термокислотной коагуляции белков обезжиренного молока: содержание сухих веществ в обезжиренном молоке не более 16 %, температура пастеризации и термокислотной коагуляции (85 ± 2) °С, продолжительность пастеризации и термокислотной коагуляции (5 ± 1) мин, кислотность коагулянта 60 °Т и его расход 30 % – 40 % в зависимости от вида используемого коагулянта, в совокупности увеличивающие степень использования составных частей молочного сырья и повышающие выход белкового продукта в $(1,45\pm 0,15)$ раза за счет интенсификации технологического процесса, обусловленной повышенным содержанием сухих веществ в молоке и снижением пригарообразования в среднем на 35 %.

3 Обоснованы два способа улучшения текстурных свойств обезжиренного термокислотного белкового продукта, первый из которых включает охлаждение свежеполученного белкового сгустка после предварительного отделения части сыворотки (50 % – 55 % от массы обезжиренного молока) до температуры (60 ± 2) °С, и второй, основанный на дополнительном введении концентрата сывороточных белков совместно с сухим обезжиренным молоком в соотношении КСБ:СОМ=1:9, которые способствуют снижению показателя прочности белковой продукции на 10 %, а также позволяют повысить выход белкового продукта в среднем на 5 %.

4 Разработаны технология на белковый продукт и рецептуры на новые виды поликомпонентных молочных продуктов на основе белкового продукта и овощных/фруктовых ингредиентов отечественного производства, имеющих высокое содержание белка (от 8 до 22 мг на 100 г), отличающихся повышенными органолептическими показателями по консистенции и вкусу на уровне 9,5 баллов и выше по 10-балльной шкале.

Личный вклад соискателя

Диссертация является самостоятельно выполненной автором научной работой, обобщает результаты теоретических и экспериментальных исследований. Соискателем самостоятельно изучены, обобщены и критически проанализированы литературные данные по теме диссертационной работы, подобраны методы и методики исследования, проведен эксперимент и опытно-промышленные выработки поликомпонентных продуктов на белковой основе, обработаны и проанализированы экспериментальные данные. При активном участии соискателя разработаны ТНПА на массу сырную «Гурман»

(технологическая инструкция, технические условия) и сывороточно-белковый десерт «Лакомка» (технологическая инструкция, технические условия).

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Основные результаты диссертационной работы были представлены в Республике Беларусь на Международных научно-технических конференциях «Техника и технология пищевых производств» (г. Могилев, 2011 г.–2017 г.), Международных научно-технических конференциях студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств» (г. Могилев, 2010 г.–2015 г.), Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности» (г. Минск, 2013 г.), а также за рубежом на Международной научно-технической конференции «Современные технологии и оборудование пищевых производств», (Украина, г. Тернополь, 2011 г., 2015 г.), Международной научно-технической конференции «Технические науки: состояние, достижения и перспективы развития мясной, масложировой и молочной промышленности» (Украина, г. Киев, 2011 г.–2014 г.), Международной научно-практической конференции «Пищевые технологии, хлебопродукты и комбикорма» (Украина, г. Одесса, 2014 г.–2016 г.), Международной научно-практической интернет-конференции (Украина, г. Кривой Рог, 2016 г.).

Опубликование результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано 32 работы, в том числе 3 статьи в рецензируемых изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, 5 статей в сборниках научных трудов, 1 статья в научном журнале, 2 материала конференции, 19 тезисов докладов научных конференций, 2 патента на изобретение.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав, заключения, библиографического списка, приложений. Полный объем диссертации составляет 224 страницы, в том числе 26 рисунков на 23 страницах, 45 таблиц на 34 страницах, 12 приложений на 76 страницах. Библиографический список включает 211 источников на 14 страницах, 32 публикации по теме диссертации на 5 страницах.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В первой главе представлен аналитический обзор отечественных и зарубежных информационных источников и нормативной документации, касающейся актуальности развития технологий получения белковых продуктов с использованием натурального и сухого обезжиренного молока.

Проанализированы технологические режимы, используемые в данных технологиях, и ассортиментный перечень продукции.

Отражены современные пути в развитии технологий термокислотных белковых продуктов. Особое внимание уделено возможности повышения эффективности производства термокислотных белковых продуктов из обезжиренного молока, в том числе за счет снижения количества образующегося при термообработке пригара.

Представлен аналитический обзор научно-технической отечественной и зарубежной информации, касающейся актуальности разработки технологий и потребления продуктов сложного компонентного состава на белковой основе.

Обоснована необходимость разработки технологии получения термокислотного белкового продукта на основе обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ, что определило цель и конкретные задачи исследования.

Во второй главе приведен перечень и характеристика объектов, методов и методик исследований, использованных в работе. Отбор проб, подготовку и проведение испытаний осуществляли общепринятыми методами оценки и анализа свойств сырья и готовой продукции. Экспериментальные данные обрабатывали статистическими методами с применением стандартных программных приложений. Структурная схема проведения исследований представлена на рисунке 1.

В третьей главе представлены результаты исследований по разработке технологии термокислотного белкового продукта, полученного из обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ.

Как известно, повышение содержания сухих веществ в молоке ведет к изменению физико-химических свойств молока, что может отрицательно сказаться на его технологических свойствах. В связи с этим изучали физико-химические и технологические свойства обезжиренного молока с различным содержанием сухих веществ (таблица 1).

Восстановленное обезжиренное молоко (ВсОБМ) с содержанием сухих веществ 8 % – 24 % готовилось следующим образом:

способ 1 – непосредственное введение сухого обезжиренного молока в натуральное обезжиренное молоко (СОМ + ОБМ);

способ 2 – растворение сухого обезжиренного молока в технологической воде (СОМ + тех. вода).

Молоко с более высоким содержанием сухих веществ не использовалось, так как в ходе предварительных исследований было установлено, что последнее теряет требуемые технологические свойства.

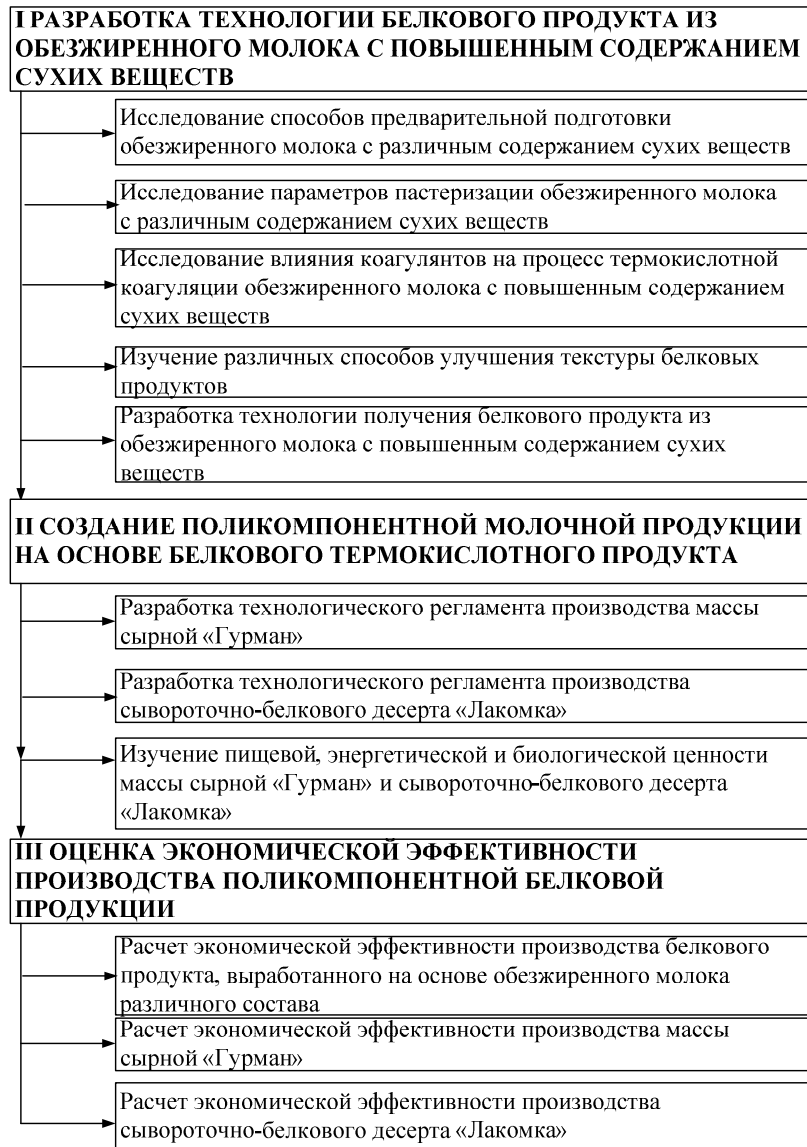


Рисунок 1. – Структурная схема исследований

Таблица 1. – Физико-химические показатели и состав обезжиренного молока с различным содержанием сухих веществ (СВ)

Показатели	Способ 1 (СОМ + ОБМ)				
	2	3	4	5	6
Содержание СВ, %, в том числе:					
лактозы, %	8,0±0,14	12,0±0,14	16,0±0,14	20,0±0,14	24,0±0,14
белка, %	4,95±0,17	7,15±0,15	9,27±0,16	11,41±0,22	13,55±0,27
Плотность, кг/м ³	3,35±0,16	4,03±0,05	4,72±0,17	5,39±0,06	6,16±0,05
Титруемая кислотность, °Т	1032,0±2,0	1034,0±2,5	1037,0±2,5	1040,0±2,2	1042,5±2,0
Активная кислотность, ед. рН	18±1	23±2	30±3	37±2	45±1
Содержание Ca ²⁺ , мг	6,43±0,10	6,39±0,05	6,32±0,12	6,24±0,25	6,10±0,15
Содержание P ⁺ , мг	126,0±0,02	163,0±0,01	200,1±0,02	243,8±0,01	290,0±0,02
	95,0±0,02	117,8±0,01	140,5±0,01	167,3±0,01	199,0±0,02

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Способ 2 (СОМ + тех. вода)					
Содержание СВ, %, в том числе:	8,0±0,14	12,0±0,13	16,0±0,06	20,0±0,07	24,0±0,13
лактозы, %	5,00±0,15	7,1±0,17	9,22±0,28	11,3±0,13	13,4±0,31
белка, %	3,30±0,12	3,99±0,02	4,68±0,01	5,37±0,02	6,06±0,13
Плотность, кг/м ³	1030,0±2,5	1033,0±3,5	1036,0±2,0	1039,0±3,5	1042,0±2,3
Титруемая кислотность, °Т	16±1	23±2	30±2	37±3	44±1
Активная кислотность, ед. рН	6,45±0,25	6,46±0,07	6,47±0,05	6,48±0,10	6,49±0,12
Содержание Ca ²⁺ , мг	105,0±0,01	151,3±0,02	197,5±0,01	237,0±0,01	274,0±0,01
Содержание P ⁺ , мг	72,0±0,02	103,8±0,01	135,5±0,01	163,3±0,02	186,0±0,02

Исходя из данных таблицы 1 видно, что СОМ, восстановленное на натуральном обезжиренном молоке и на технологической воде, имеет близкие физико-химические показатели, значения которых повышаются с увеличением содержания сухих веществ в образцах молока. Но, что касается минерального состава, то при восстановлении СОМ на натуральном обезжиренном молоке наблюдается большее значение солей кальция и фосфора, по сравнению с восстановлением СОМ на технологической воде. Снижение солей кальция и фосфора в молоке может отразиться на технологических свойствах сырья, что определяли по такому показателю, как термоустойчивость (таблица 2).

Как видно из приведенных данных, увеличение содержания сухих веществ в обезжиренном молоке приводит к снижению его термоустойчивости (росту группы термоустойчивости).

Принадлежность к 3-й группе означает, что такое молочное сырье не является термоустойчивым.

Таким образом, пороговым значением является содержание сухих веществ в обезжиренном молоке 16 %. Применение молочного сырья с содержанием сухих веществ выше порогового значения не имеет смысла, поскольку молоко может не пройти высокотемпературную обработку при выработке белковой термокислотной продукции [6, 10].

Таблица 2. – Термоустойчивость обезжиренного молока в зависимости от содержания сухих веществ

Содержание СВ в молоке, %	Способ 1 (СОМ + ОБМ)	Способ 2 (СОМ + тех. вода)
	группа термоустойчивости по алкогольной пробе	
8	1	1
10	1	1
12	1	1
14	2	1
16	2	2
18	3	2
20	3	3
22	3	3
24	3	3

Известно, что в сравнении с натуральным обезжиренным молоком, при использовании СОМ в производстве молочных продуктов, дополнительно имеет место этап его восстановления. В связи с существенным увеличением сухих веществ в обезжиренном молоке представляло интерес установить зависимость физико-химических и технологических свойств такого молока от параметров восстановления.

В ходе эксперимента продолжительность выдержки исследуемых образцов молока варьировали от трех до шестнадцати часов. Установлено, что по истечении 8 часов выдержки обезжиренного молока его плотность, титруемая и активная кислотности, динамическая вязкость стабилизируются и при увеличении выдержки не меняются. Таким образом, для стабилизации физико-химических свойств молока, восстановленного до содержания сухих веществ 16 %, требуется не менее 8 часов.

Из образцов молока, полученного с различной продолжительностью восстановления, были выработаны белковые продукты способом термокислотной коагуляции. По результатам исследований выявлено, что выдержка молока в течение восьми часов обеспечивает увеличение фактического выхода белковой продукции в среднем на $(2,6 \pm 0,5) \%$, степень использования сухих веществ сырья на $(3,8 \pm 0,5) \%$ [6, 29].

Известно, что на использование составных частей молока большое влияние оказывают потери при термообработке сырья. Поэтому представляло интерес установить зависимость потерь молока с различным содержанием сухих веществ от температурных режимов термообработки и изменения титруемой кислотности молока.

Результаты исследований показали, что при пастеризации образцов обезжиренного молока, полученных способом 1 и способом 2, с содержанием сухих веществ 8 % – 16 % в диапазоне температур $75 \text{ }^\circ\text{C}$ – $95 \text{ }^\circ\text{C}$ с выдержкой от 0 до 5 мин наибольшее влияние на интенсивность пригарообразования оказывает кислотность молока. При этом температура тепловой обработки молока является вторым по значимости параметром. В меньшей степени на количество образующегося при пастеризации молока пригара влияет продолжительность термообработки.

В результате обработки экспериментальных данных для образцов обезжиренного молока (способ 1 и способ 2) получены выражения (формула (1) и формула (2) соответственно), позволяющие рассчитать массу молочного пригара (П), отложившегося на рабочей поверхности теплообменника ёмкостного типа в исследуемом диапазоне режимов пастеризации и кислотности молока:

$$П_1 = - 5,50 + 0,059 \cdot A + 0,002 \cdot C + 0,075 \cdot B \quad (1)$$

$$П_2 = - 6,58 + 0,070 \cdot A + 0,002 \cdot C + 0,069 \cdot B \quad (2)$$

где A – температура термообработки, $^\circ\text{C}$;
 C – продолжительность термообработки, с;
 B – кислотность молока, $^\circ\text{T}$.

Установлено, что увеличение содержания сухих веществ в обезжиренном молоке с 8 % до 16 % приводит к росту пригара в среднем от 30 % до 65 % (рисунок 2). В этом случае при термообработке молока, восстановленного на натуральном ОБМ, масса образующегося пригара несколько больше, чем в случае молока, восстановленного на воде. Для молока с содержанием сухих СВ 8 % большее увеличение массы пригара при росте температуры пастеризации на 1 °С наблюдается в диапазоне температур 75 °С – 85 °С (прирост пригара составляет в среднем от 33 % до 50 %), а для молока с содержанием СВ 16 % – в диапазоне температур 85 °С – 95 °С (прирост пригара составляет в среднем от 30 % до 37 %).

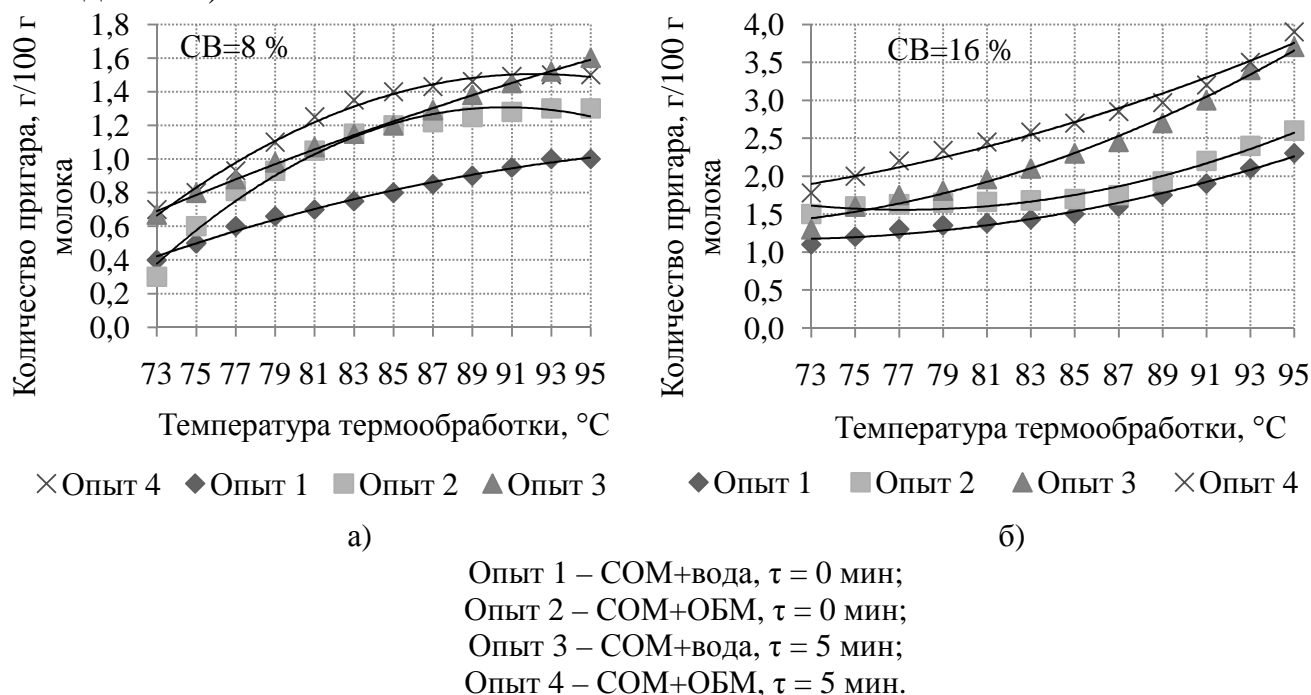


Рисунок 2. – Зависимость массы пригара от температуры и продолжительности пастеризации обезжиренного молока с содержанием сухих веществ: а) 8 %; б) 16 %

Таким образом, при использовании обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ целесообразно снизить потери за счет пригарообразования, снижая температуру термообработки до 85 °С и менее [4, 5, 6, 13, 17, 24].

Далее в работе представляло интерес установить влияние разного вида коагулянтов, отличающихся по составу и свойствам, на процесс термокислотной коагуляции образцов обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 % и органолептические показатели полученных при этом белковых продуктов.

В эксперименте применяли следующие коагулянты: молочную сыворотку разных видов, раствор молочной кислоты, а также водный раствор лактозы (8,5 %). Титруемая кислотность всех коагулянтов составляла 60 °Т.

На данном этапе изучали влияние разных коагулянтов на коллоидную устойчивость белков обезжиренного молока. Для этого получали образцы

молочной центрифугированной плазмы (МЦП), из которой были удалены крупные белковые частицы, образовавшиеся в результате агрегации белков.

Результаты изменения активной кислотности в МЦП от концентрации внесенного исследуемого коагулянта приведены на рисунке 3.

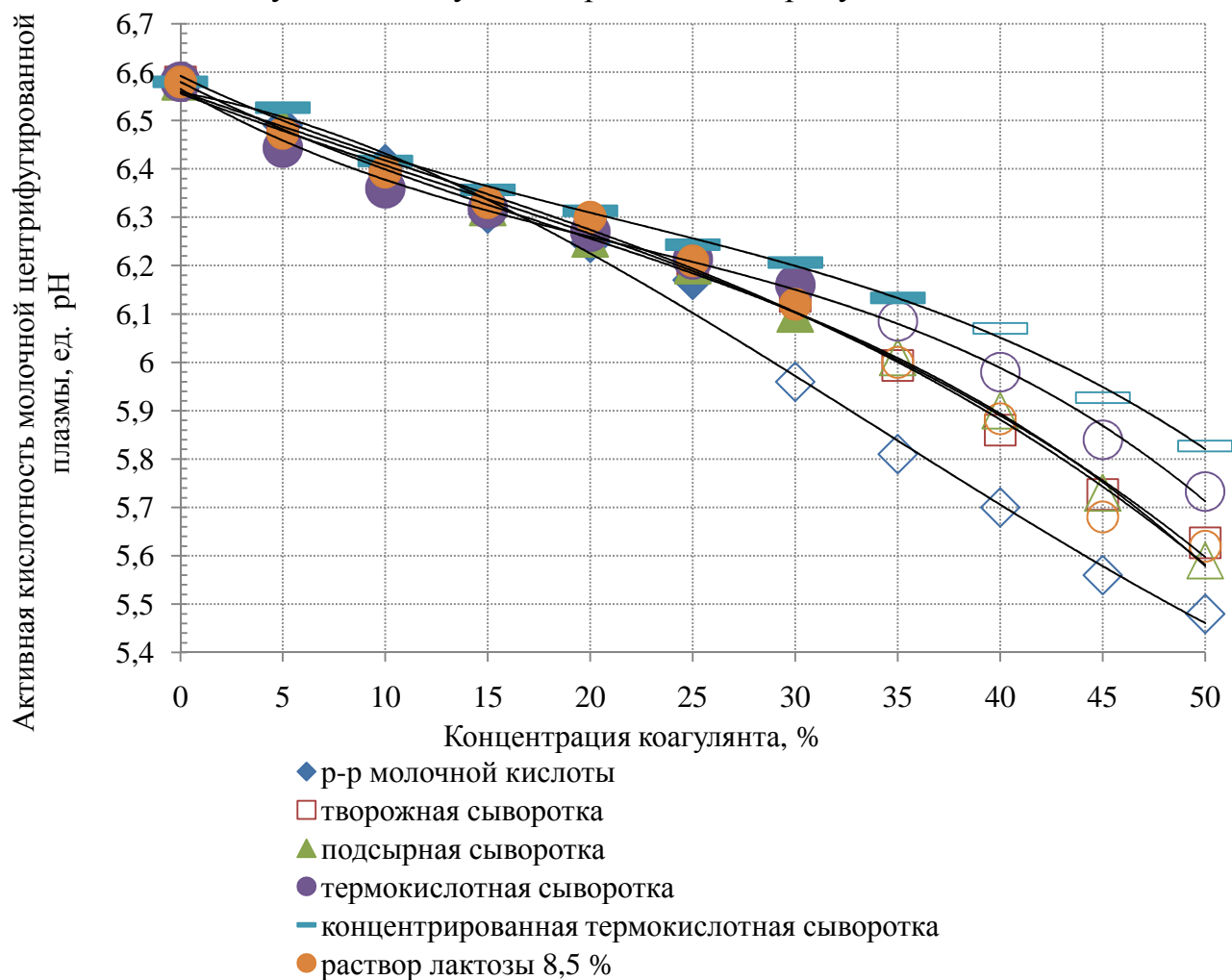


Рисунок 3. – Зависимость активной кислотности в МЦП от концентрации коагулянтов (незакрашенные маркеры соответствуют началу явной коагуляции молочных белков)

Установлено, что применительно к обезжиренному молоку с содержанием сухих веществ 16 %, наибольшей коагуляционной активностью обладает раствор молочной кислоты. У подсырной, творожной и термокислотной сыворотки, а также водного раствора лактозы коагуляционная активность оказалась приблизительно одинаковой. И, наконец, наименьшая коагуляционная активность установлена для сыворотки термокислотной «концентрированной».

Определено, что повышенное содержание лактозы в коагулянте увеличивает продолжительность периода времени, необходимого для начала процесса дестабилизации молочных белков. Возможной причиной этого является повышение вязкости раствора, сопровождающейся снижением подвижности и коэффициента диффузии ионов водорода. Это приводит к замедлению процесса коагуляции молочных белков и увеличению расхода

коагулянта. Таким образом, выявлено, что коагуляционная активность коагулянта, используемого для термокислотной коагуляции обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 %, находится в обратной зависимости от содержания в нем лактозы [8, 15].

Кроме того, были проведены исследования по влиянию различных видов коагулянтов на органолептические показатели образцов термокислотных белковых продуктов.

В ходе исследований было выявлено, что термокислотная коагуляция обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 % при температуре $(86 \pm 2)^\circ\text{C}$ с использованием в качестве коагулянтов различных видов сыворотки и пищевых кислот позволяет получить продукцию с удовлетворительным вкусом. Недостатком получаемой белковой продукции являются текстурные свойства продукта (излишне плотная, резинистая консистенция). Поэтому дальнейшие исследования были направлены на улучшение данного показателя в белковой продукции.

Первым из исследуемых способов улучшения текстуры белковых продуктов изучали охлаждение свежеполученного термокислотного белкового сгустка после предварительного отделения части термокислотной сыворотки. Объем отделяемой сыворотки менялся в пределах от 35 % до 75 %, скорость охлаждения – от $4^\circ\text{C}/\text{мин}$ до $8^\circ\text{C}/\text{мин}$, температура охлаждения – от 35°C до 85°C .

Сравнение физико-химических, органолептических и текстурных свойств исследованных образцов белковой продукции позволило сделать вывод о том, что рациональными параметрами предлагаемой технологической схемы являются: объем отделяемой термокислотной сыворотки – 50 % – 55 % от общего объема молочного сырья, температура охлаждения белкового термокислотного сгустка – $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ [7, 16, 18].

Компьютерная обработка данных позволила получить уравнения регрессии для процесса охлаждения свежеполученного термокислотного сгустка, формулы (3)–(6):

$$\text{(Выход белкового продукта)} = 30,1 - 0,075 \cdot X_2 + 0,002 \cdot X_1 \cdot X_3 \quad (3)$$

$$\text{(Массовая доля влаги в белковом продукте)} = 64,2 + 0,213 \cdot X_2 - 0,002 \cdot X_2^2 + 0,285 \cdot X_3 \quad (4)$$

$$\text{(Степень использования сухих веществ сырья)} = -25,5 + 1,058 \cdot X_1 - 0,008 \cdot X_1^2 + 0,985 \cdot X_2 - 0,009 \cdot X_2^2 + 5,33 \cdot X_3 - 0,299 \times X_3^2 - 0,027 \cdot X_1 \cdot X_3 \quad (5)$$

$$\text{(Органолептика)} = -2,138 + 0,069 \cdot X_1 - 0,005 \cdot X_1^2 + 0,179 \cdot X_2 - 0,002 \cdot X_2^2 - 0,043 \cdot X_3^2 + 0,008 \cdot X_2 \cdot X_3, \quad (6)$$

где X_1 – объем сливаемой сыворотки, %;
 X_2 – температура охлаждения белкового сгустка, $^\circ\text{C}$;
 X_3 – скорость охлаждения белкового сгустка, $^\circ\text{C}/\text{мин}$.

Вторым из исследуемых способов улучшения текстуры белковых продуктов является дополнительное внесение концентрата сывороточных белков в молочное сырье. Для экспериментов использовались молочные смеси с различным соотношением концентрата сывороточных белков (КСБ-УФ-80) и сухого обезжиренного молока: КСБ:СОМ=1:5, КСБ:СОМ=1:6, КСБ:СОМ=1:9, КСБ:СОМ=1:11.

Результаты измерений выхода белковой продукции, ее массовой доли влаги и степени использования сухих веществ в зависимости от соотношения КСБ:СОМ показали, что увеличение концентрации сывороточных белков в сухом обезжиренном молоке с 9,1 % (КСБ:СОМ=1:11) до 16,7 % (КСБ:СОМ=1:6) способствует увеличению выхода продукции на 5 %. Если принять во внимание, что процент выхода белковой продукции находится в пределах от 23,2 % до 28,2 %, то рост выхода на 5 % представляется весьма значительным, поскольку дает весомый вклад в общий показатель. Прирост массовой доли влаги составляет 3 %. Степень использования сухих веществ увеличивается пропорционально концентрации сывороточных белков.

В результате сравнения всех исследованных образцов белковых продуктов установлено, что продукт, полученный из молочной смеси, в которой отношение масс сывороточных белков и сухого обезжиренного молока равно 1:9, обладает достаточно мягкой пластичной консистенцией без ощутимых крупинки белка [18, 19].

Структурно-механические характеристики представляют собой особенности белковых продуктов, проявляющиеся при их деформации. К ним прежде всего относятся прочность, эластичность, пластичность и др. Эти свойства зависят не только от состава продуктов, но и от их структуры. Поэтому изучение структурно-механических свойств белковой продукции, определение характеристик таких продуктов и закономерностей их изменения является важной составной частью работы, реализация которой позволит не только управлять технологическим процессом, но и контролировать качество выпускаемой продукции, что и было использовано далее в эксперименте.

В ходе эксперимента выявлено, что изменение состава молочного сырья, а также введение в технологию процесса охлаждения отражается на реологических характеристиках термокислотного белкового продукта, что подтверждено реологическими исследованиями (рисунки 4, 5, 6).

Так, среди образцов, имеющих одинаковый исходный состав сырья и отличающихся только охлаждением термокислотного сгустка до $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ с частью сыворотки, большую относительную деформацию испытывает образец, полученный с применением охлаждения белкового сгустка. Этот же образец имеет большую остаточную деформацию и меньшее значение показателя прочности, что определяет его мягкую пластичную консистенцию. Белковый продукт, выработанный с использованием концентрата сывороточных белков, по текстурным свойствам был близок к белковому продукту, выработанному из натурального обезжиренного молока [2, 7, 9, 16, 18, 19, 21, 22].

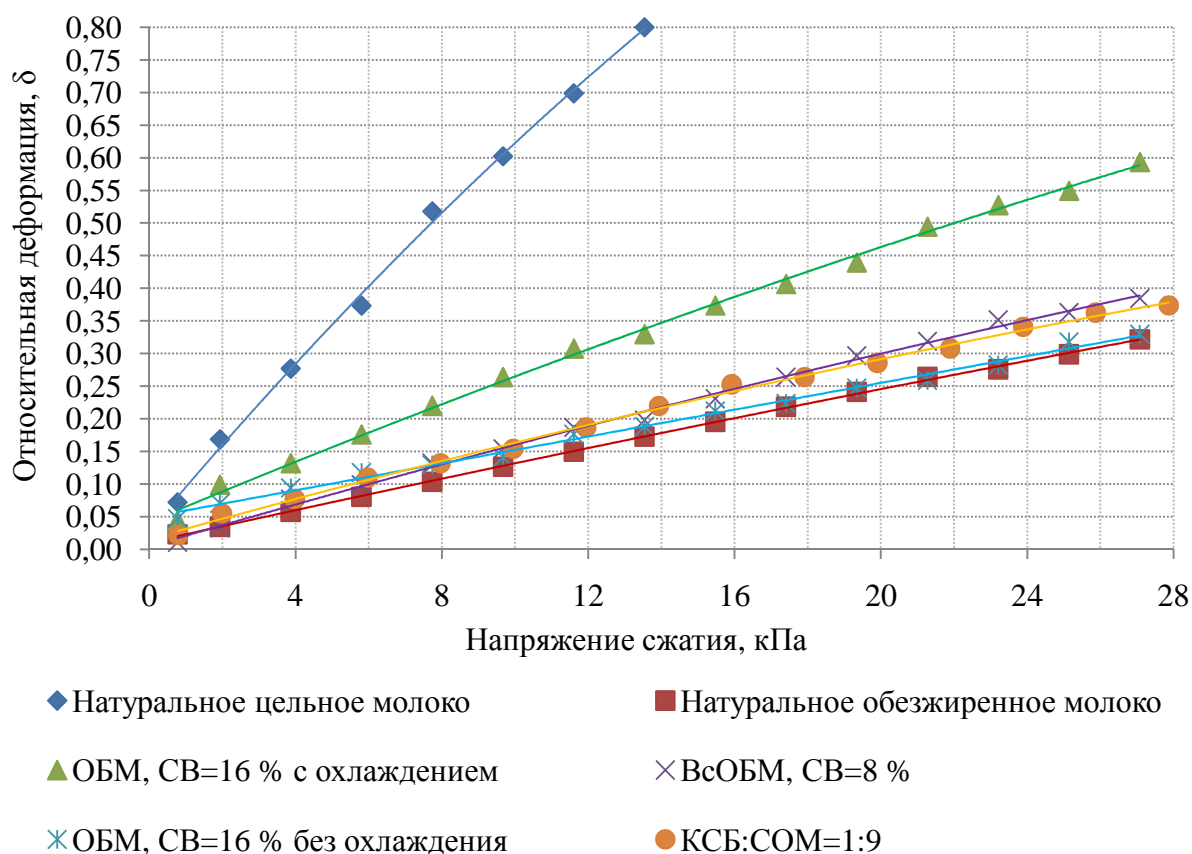


Рисунок 4. – Зависимость относительной деформации образцов белковой продукции от напряжения сжатия (прочность)

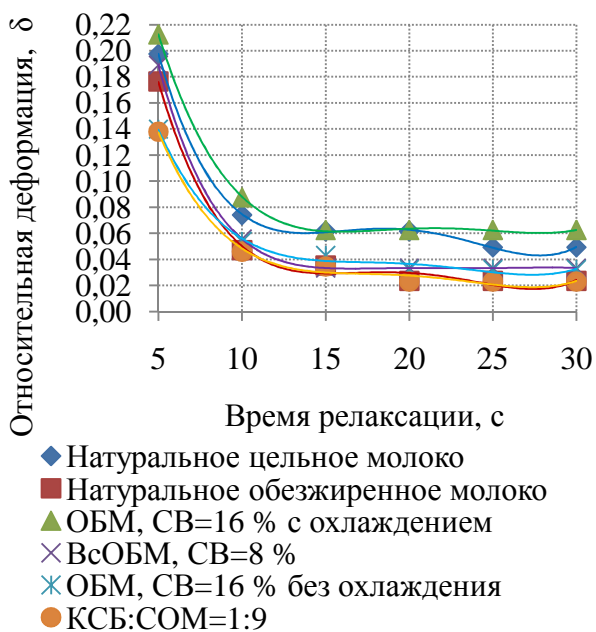


Рисунок 5. – Зависимость относительной деформации образцов белковой продукции от времени релаксации (эластичность)

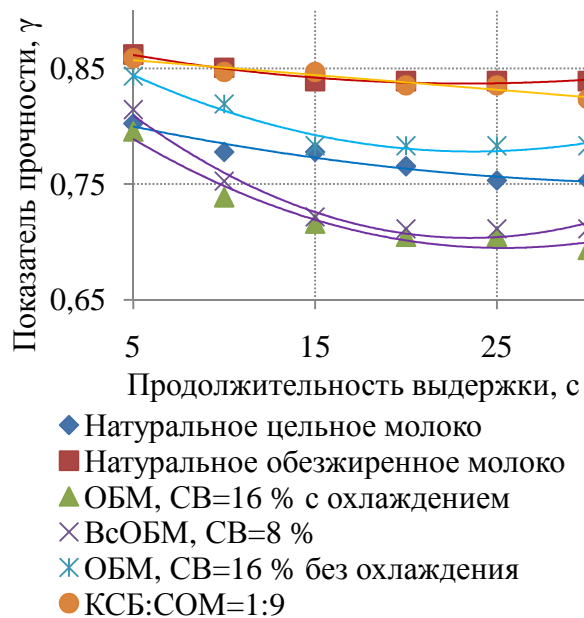


Рисунок 6. – Зависимость показателя прочности образцов белковой продукции от продолжительности выдержки под нагрузкой (пластичность)

На основе всех проведенных исследований разработана технология получения белкового продукта из обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 % [31, 32]. На рисунке 7 разработанная технология представлена в сравнении с классической технологией производства сыра «Адыгейский».

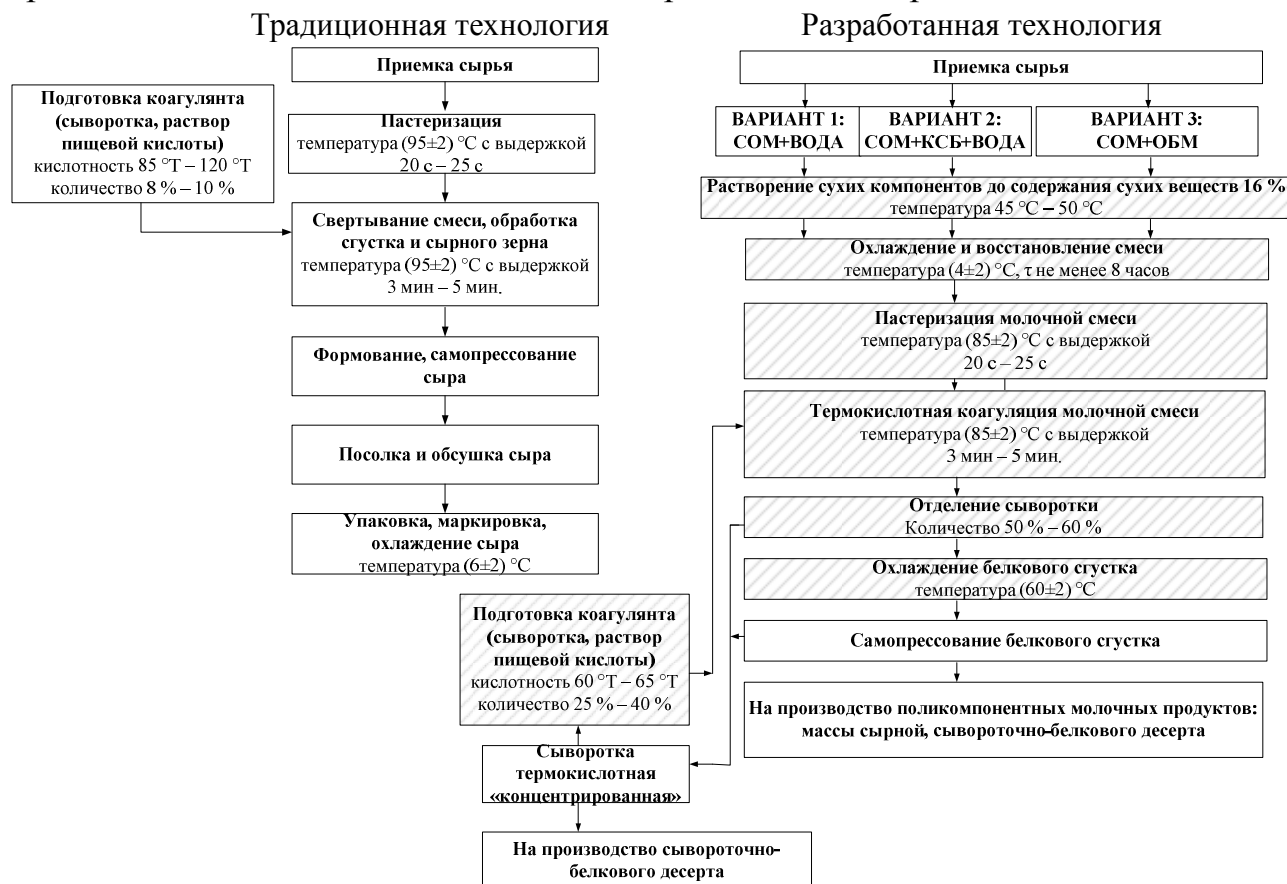


Рисунок 7. – Технологическая схема производства белкового продукта

Определение аминокислотного состава образцов белкового продукта, выработанного из обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 %, проведено в НМИО ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» Республики Беларусь (г. Минск). Результаты исследований показали, что полученный белковый продукт богат незаменимыми аминокислотами, при этом из всего аминокислотного состава только лизин и валин имеют значение аминокислотного сора меньше единицы.

Четвертая глава посвящена созданию поликомпонентной молочной продукции на основе термокислотного белкового продукта, вырабатываемого из обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 %.

В результате исследований были подобраны оптимальные дозы ингредиентов молочного и немолочного происхождения. Разработаны рецептуры и проекты технической нормативно-правовой документации на производство сывороточно-белкового десерта и массы сырной.

Основной составляющей массы сырной является обезжиренный белковый продукт (полуфабрикат, полученный по вышеописанной технологии), к которому добавляются такие ингредиенты, как сметана, майонез, а также специи и соль. В основе технологии производства массы сырной «Гурман»

лежит технология белковой массы «Хуторянка». Отличительной особенностью является замена термокислотной белковой основы из натурального обезжиренного молока на термокислотную белковую основу из обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ. Рецепт на массу сырную «Гурман» представлена в таблице 3 [11, 25, 26, 30].

Таблица 3. – Рецепт на массу сырную «Гурман» (в кг на 1000 кг продукта без учета потерь)

Наименование сырья	Массовая доля жира в продукте, %		
	3,0	9,0	15,0
Белковый термокислотный продукт (полуфабрикат) с массовой долей влаги не более 75 %	842	642	592
Сметана с массовой долей жира 15,0 %, сухих веществ 21,5 %	100	100	200
Майонез с массовой долей жира 30,0 %, сухих веществ 32,0 %	50	250	
Майонез с массовой долей жира 60,0 %, сухих веществ 38,0 %	–	–	200
Соль с массовой долей хлористого натрия, % в пересчете на сухие вещества, не менее 99,7 %	2	2	2
Специи (петрушка, паприка, чеснок)	6	6	6
Итого	1000	1000	1000

В сывороточно-белковом десерте в качестве ингредиентов молочного происхождения, наряду с обезжиренным белковым продуктом, используется сывортка термокислотная «концентрированная» и сливки питьевые. В качестве ингредиентов немолочного происхождения в рецептуры включены овощные и фруктовые пюре промышленного производства, а также сахар. Применение в основе десерта сывортки термокислотной «концентрированной», полученной от производства белкового продукта, позволяет ориентироваться на безотходную технологию производства. Рецепт на сывороточно-белковый десерт «Лакомка» представлена в таблице 4.

Исследование состава, биологической и энергетической ценности поликомпонентных продуктов на основе нежирного термокислотного белкового продукта показало, что употребление 100 г сывороточно-белкового десерта и массы сырной удовлетворяют суточную потребность в белках в среднем на 10,0 % – 30,0 %, в жирах – на 4,0 % – 18,0 %, в углеводах – на 1,0 % – 3,0 %. Выработанный сывороточно-белковый десерт и масса сырная являются низкокалорийной продукцией и характеризуются высокой пищевой и биологической ценностью [11, 25, 26, 31].

Таблица 4. – Рецептура на сывороточно-белковый десерт «Лакомка» (в кг на 1000 кг продукта без учета потерь)

Наименование сырья	Массовая доля жира в продукте, %		
	1,0	5,0	10,0
Белковый термокислотный продукт (полуфабрикат) с массовой долей влаги не более 75 %	250	250	250
Сыворотка молочная термокислотная (СВ=9,0 %)	545	345	145
Сливки (СВ=32 %, Ж=25 %)	40	200	400
Сахар (САХ=99,75 %)	42	42	42
Пюре овощное (морковь, тыква)	147	–	147
Пюре фруктовое (банан, персик)	–	147	–
Желатин	15	15	15
Лимонная кислота	1	1	1
ИТОГО	1000	1000	1000

Опытно-промышленная апробация разработанной технологии получения поликомпонентной продукции на основе обезжиренного белкового термокислотного продукта проведена в производственных условиях ОАО «Молочные горки» (г. Горки).

Пятая глава посвящена оценке экономической эффективности производства термокислотного белкового продукта, выработанного из обезжиренного молока различного состава, а также поликомпонентной молочной продукции на его основе.

Определена прибыль от реализации белковой продукции, выработанной на основе обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ разного компонентного состава сырья. Наименьший выход белковой продукции с единицы сырья наблюдается в случае использования в качестве молочного сырья натурального обезжиренного молока. Использование в качестве сырья только сухого обезжиренного молока и дополнительное введение концентрата сывороточных белков увеличивает выход белковой продукции в 1,2 раза.

Прибыль от реализации продукции, выработанной на основе сырья, содержащего натуральное обезжиренное молоко, составляет 1358,0 руб. Выработка белковой продукции на основе сырья, содержащего только сухое обезжиренное молоко, увеличивает прибыль на 234,0 руб. до 1592,0 руб. При добавлении концентрата сывороточных белков в молочное сырье и выработке продукции на его основе, прибыль составит 284,4 руб. Сравнительно небольшая прибыль объясняется большой стоимостью концентрата сывороточных белков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1 Теоретически и экспериментально обоснован способ предварительной подготовки обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 %, предназначенного для получения термокислотного белкового продукта, основанный на растворении расчетного количества сухого обезжиренного молока в технологической воде либо обезжиренном молоке с последующей выдержкой в течение 8 часов, обеспечивающий постоянство физико-химических свойств молока (вязкости, плотности, титруемой и активной кислотности), повышение степени использования молочного сырья в среднем на 4 % и выхода белкового продукта в 1,3–1,6 раза [4, 10, 12, 15, 17, 24, 29].

2 Определено влияние температуры и продолжительности пастеризации восстановленного обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 8 % – 16 % на потери при его термообработке.

Установлено, что для обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 8 % большее увеличение массы пригара при росте температуры пастеризации на 1 °С наблюдается в диапазоне температур 75 °С – 85 °С, а для молока с содержанием сухих веществ 16 % – в диапазоне температур 85 °С – 95 °С.

Экспериментально подтверждено, что снижение температуры пастеризации и термокислотной коагуляции с 95 °С до 85 °С обеспечивает эффективное использование составных частей молочного сырья при одновременном уменьшении общего количества пригара (до 35 %) и соответственно энергозатрат, а также улучшает органолептические характеристики продукта за счет формирования более мягкой пластичной консистенции [4, 5, 6, 8, 13, 24].

3 Обоснована роль компонентного состава коагулянта при протекании процесса термокислотной коагуляции в молоке с содержанием сухих веществ 16 %. Установлено, что повышенное содержание лактозы в коагулянте увеличивает время, необходимое для начала явной коагуляции белков, что связано с повышением вязкости раствора, снижающей подвижность и коэффициент диффузии ионов водорода в растворе, и приводит к увеличению расхода коагулянта.

Определены рациональные виды и параметры коагулянтов для выработки термокислотного белкового продукта из обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 %: это могут быть различные виды молочной сыворотки либо раствор молочной кислоты, кислотность 60 °Т, расход коагулянтов составляет 30 % – 40 % (от массы молочного сырья) в зависимости от вида используемого коагулянта [1, 6, 8, 15, 17, 23].

4 Предложено два способа улучшения текстурных характеристик белкового продукта, выработанного способом термокислотной коагуляции обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 %. В основе первого способа лежит охлаждение свежеполученного белкового сгустка после

предварительного отделения части сыворотки (50 % – 55 % от массы обезжиренного молока) до температуры (60 ± 2) °С.

Второй способ основан на дополнительном введении концентрата сывороточных белков в сухое обезжиренное молоко на стадии его восстановления в соотношении КСБ:СОМ=1:9.

Предложенные способы позволяют повысить выход белкового продукта в среднем на 5 %, а также обеспечивают улучшение потребительских свойств готовой термокислотной белковой продукции [2, 7, 9, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 27].

5 Обоснованы параметры технологического процесса термокислотной коагуляции белков обезжиренного молока: содержание сухих веществ в обезжиренном молоке не более 16 %, температура пастеризации и термокислотной коагуляции (85 ± 2) °С, продолжительность пастеризации и термокислотной коагуляции (5 ± 1) мин, кислотность коагулянта 60 °Т и его расход 30 % – 40 % в зависимости от вида используемого коагулянта, охлаждение белкового сгустка с частью термокислотной сыворотки до температуры (60 ± 2) °С либо введение концентрата сывороточных белков в молочную смесь, в совокупности увеличивающие степень использования составных частей молочного сырья и повышающие выход белкового продукта в $(1,45\pm 0,15)$ раза за счет интенсификации технологического процесса, обусловленной повышенным содержанием сухих веществ в молоке и снижением пригараобразования в среднем на 35 %.

Кроме того, разработаны рецептуры на массу сырную и сывороточно-белковый десерт с использованием белкового продукта (полуфабриката), выработанного способом термокислотной коагуляции обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ. Изучена пищевая, энергетическая и биологическая ценность сывороточно-белкового десерта [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32].

6 Определено, что за счет увеличения содержания сухих веществ в исходном молочном сырье, без дополнительного наращивания мощностей, возможно увеличение выработки белковой продукции в среднем в 1,3–1,6 раза, причем прибыль от реализации вырабатываемой продукции увеличивается в среднем в 2,3–4,6 раза. Это говорит о целесообразности использования обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 % для выработки белковой термокислотной продукции [1, 3, 23].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Представленные результаты могут быть использованы для организации производства термокислотных белковых продуктов на молокоперерабатывающих предприятиях Беларуси, стран ближнего и дальнего зарубежья. Полученные результаты могут быть в дальнейшем использованы при разработке технологий новых видов продуктов на основе термокислотной коагуляции обезжиренного молока с повышенным содержанием сухих веществ.

По результатам проведенных научных исследований разработаны и утверждены в университете технические нормативно-правовые акты и технологическая документация на производство массы сырной «Гурман»

(ТУ ВУ 700036606.123–2017, ТИ ВУ 700036606.148–2017), сывороточно-белкового десерта «Лакомка» (ТУ ВУ 700036606.122–2017, ТИ ВУ 700036606.147–2017), которые могут использоваться при организации производства указанных продуктов на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь без дополнительных капитальных затрат.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных изданиях, включенных в перечень для опубликования результатов диссертационных исследований

1. Шингарева, Т. И. Анализ эффективности различных способов коагуляции белков молока / Т. И. Шингарева, М. А. Глушаков, Н. А. Скапцова // Молочна промисловість. – Киев, 2008. – № 5 (48). – С. 60–63.

2. Шингарёва, Т. И. Влияние молочного сырья и способа коагуляции на структурно-механические свойства белковой продукции / Т. И. Шингарёва, Н. А. Скапцова, М. А. Глушаков // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья : сб. научн. тр. / РУП «Институт мясо–молочной промышленности» ; редкол.: А.В. Мелешня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – С. 92–102.

3. Павлистова, Н. А. Оценка экономической эффективности производства термокислотного белкового продукта на основе обезжиренного молока / Н. А. Павлистова, Т. И. Шингарева // Вест. Могилев. гос. ун-та продовольствия. – 2016. – № 2 (21). – С. 80 – 84.

Статьи в научных журналах

4. Шингарева, Т. И. Как повлиять на пригариобразование? / Т. И. Шингарева, Н. А. Скапцова, М. А. Глушаков // Переработка молока. – 2009. – № 9. – С. 48–51.

Статьи в сборниках научных трудов

5. Шингарева, Т. И. Влияние кислотности молока на пригариобразование при пастеризации / Т. И. Шингарева, М. А. Глушаков, Н. А. Скапцова // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья : сб. научн. тр. / РУП «Институт мясо-молочной промышленности» ; редкол.: А. В. Мелешня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – С. 104–110.

6. Shingaryova, T. I. Research of possibility of use of the restored milk by manufacture of albuminous products by way of thermoacid coagulation / T.I. Shingaryova, N.A. Skaptsova // Food science, engineering and technologies 2010: Scientific works / University of Food Technologies ; the composer Atanas Georgiev. – Plovdiv : “STUDIO 2000”. – Plovdiv, 2010. – V.52. – I.1. – P.67–72.

7. Shingareva, T. I. Research of influence of cooling of the thermoacid albuminous clot on organoleptichesky and physical and chemical indicators of low-fat albuminous weight / T. I. Shingareva, N. A. Skaptsova // Food science, engineering

and technologies 2011 : Scientific works / University of Food Technologies ; the composer Atanas Georgiev. – Plovdiv : “STUDIO 2000”. – Plovdiv, 2011. – V. 53. – I. 1. – P. 84–88.

8. Shingareva, T. Research of the parameters of thermoacidic milk protein coagulation / T. Shingareva, M. Glushakov, N. Skaptsova, T. Zabelo // Food chemistry and technology : Proceedings. – Kaunas, 2012. – T. 46, Nr. 2. – P. 72–80.

9. Shingareva, T. I. Study of the structure and mechanical properties of protein milk product / T. I. Shingareva, N. A. Skaptsova, M. A. Glushakov // Food science, engineering and technologies 2013: Scientific works / University of Food Technologies ; the composer Pantelei Denev. – Plovdiv: “UFT Academic Publishing House”. – Plovdiv, 2013. – V. 60. – I. 1. – P. 202–206.

Материалы конференций

10. Скапцова, Н. А. Исследование режимных параметров восстановления обезжиренного молока / Н. А. Скапцова, Т. И. Шингарева // ЕС – Россия: 7-я Рамочная программа в области биотехнологии, сельского, лесного, рыбного хозяйства и пищи : материалы международной конференции с элементами научной школы для молодежи в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы. – Уфа, 2010. – С. 278–280.

11. Шингарева, Т. И. Разработка новых видов молочных белковых продуктов для здорового питания / Т. И. Шингарева, Н. А. Павлистова // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини : матеріали VII Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф, Кривий Ріг, 30–31 травня 2016 г. / Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – Кривий Ріг, 2016. – С. 121–122.

Тезисы докладов

12. Шингарева, Т. И. Совершенствование технологии термокислотной коагуляции обезжиренного молока / Т. И. Шингарева, М. А. Глушаков, Н. А. Скапцова // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. VI Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 22–23 мая 2007 г. : в 2 ч. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2007. – Ч. 1. – С. 171.

13. Шингарева, Т. И. Влияние состава и свойств молока на пригариобразование при его термообработке / Т. И. Шингарева, М. А. Глушаков, Н. А. Скапцова, А. А. Юцова // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21–22 мая 2009 г. : в 2 ч. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2009. – Ч. 1. – С. 260.

14. Скапцова, Н. А. Получение белкового продукта способом термокислотной коагуляции восстановленного молока / Н. А. Скапцова, Т. И. Шингарева // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 22–23 апреля

2010 г. : в 2 ч. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2010. – Ч. 1. – С. 257.

15. Скапцова, Н. А. Применение восстановленного обезжиренного молока при получении белковой массы термокислотным способом / Н. А. Скапцова, Т. И. Шингарева // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. VIII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 27–28 апр. 2011 г. : в 2 ч. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2011. – Ч. 1. – С. 261.

16. Скапцова, Н. А. Влияние процесса охлаждения свежеполученной термокислотной белковой массы из восстановленного обезжиренного молока на потребительские свойства продукции / Н. А. Скапцова, Т. И. Шингарёва // Сучасні технології та обладнання харчових виробництв : тези доповідей міжнар. наук.-техн. конф., Тернопіль, 29–30 вересня 2011 р. / Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2011. – С. 136–137.

17. Шингарева, Т. И. Исследование закономерностей термокислотной коагуляции белков восстановленного обезжиренного молока с варьлируемым содержанием сухих веществ / Т. И. Шингарева, Н. А. Скапцова // Наукові здобудки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : тез. докл. 77 наук. конф. молод. учених, аспірантів і студентів, Київ 11–12 квітня 2011 р. : в 2 ч. / Національний університет харчових технологій. – Київ, 2011. – Ч. 1. – С. 177–178.

18. Скапцова, Н. А. Влияние процесса охлаждения на выходные параметры нежирной белковой массы / Н. А. Скапцова, Т. И. Шингарева // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. VIII Междун. научной конф. студентов и аспирантов, Могилев, 26–27 апреля 2012 г. : в 2 ч. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2012. – Ч. 1. – С. 217.

19. Скапцова, Н. А. Исследование влияния сывороточных белков на свойства нежирной белковой массы, полученной способом термокислотной коагуляции / Н. А. Скапцова, Т. И. Шингарева // Технические науки: состояние, достижения и перспективы развития мясной, масложировой и молочной промышленности : тез. докл. Междун. научн.-техн. конф., Киев, 22–23 апреля 2012 г. / Национальный университет пищевых технологий ; редкол.: С. В. Иванов (отв. ред.) [и др.]. – Киев, 2012. – С. 52.

20. Скапцова, Н. А. Технология получения термокислотного белкового продукта на основе восстановленного обезжиренного молока с повышенной массовой долей сухих веществ / Н. А. Скапцова, Т. И. Шингарева // Науково-технічна творчість студентів з процесів і обладнання харчових виробництв : тез. докл. Междун. научно-практ. конф., Донецк, 25–26 ноября 2012 г. / Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского ; редкол.: А. А. Садэков (отв. ред.) [и др.]. – Донецк, 2012. – С. 52–53.

21. Шингарева, Т. И. Влияние различных факторов на реологические характеристики белкового продукта, полученного способом термокислотной коагуляции / Т. И. Шингарева, Н. А. Скапцова, М. А. Глушаков // Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей : тез. докл. другої Міжнародної науково-технічної конференції, Київ, 20–21 березня 2013 г. / Національний університет харчових технологій ; редкол.: С. В. Иванов (отв. ред.) [и др.]. – Киев, 2013. – С. 95–96.

22. Шингарева, Т. И. Исследование реологических свойств белковых продуктов, полученных способом термокислотной коагуляции / Т. И. Шингарева, М. А. Глушаков, Н. А. Скапцова // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. IX Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 25–26 апреля 2013 г. : в 2 ч. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2013. – Ч. 1.– С. 186.

23. Шингарева, Т. И. Разработка ресурсоэффективной технологии производства термокислотного сыра / Т. И. Шингарева, М. А. Глушаков, Н. А. Скапцова // Инновационные технологии в пищевой промышленности : тез. докл. XII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2-3 октября 2013 г. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» ; редкол.: В. Г. Гусаков (отв. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – С. 68–69.

24. Шингарева, Т. И. Применение сухого молока в производстве белковых продуктов способом термокислотной коагуляции / Т. И. Шингарева, Н. А. Павлистова // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. IX Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 24–25 апреля 2014 г. : в 2 ч. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2014. – Ч. 1.– С. 207.

25. Шингарева, Т. И. Разработка рецептур поликомпонентной молочной продукции на основе термокислотной белковой массы, выработанной из восстановленного обезжиренного молока / Т. И. Шингарева, Н. А. Павлистова // Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей : тез. докл. третьої Міжнародної науково-технічної конференції, Київ, 25–26 березня 2014 г. / Національний університет харчових технологій ; редкол.: С. В. Иванов (отв. ред.) [и др.]. – Киев, 2014. – С. 71–72.

26. Шингарева, Т. И. Разработка новых видов продуктов для молочной промышленности / Т. И. Шингарева, Н. А. Павлистова // Проблеми формування здорового способу життя у молоді : тез. докл. VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю, Одеса, 4–5 листопада 2014 г. / Одеська національна академія харчових технологій ; редкол.: Б. В. Егоров (отв. ред.) [и др.]. – Одесса, 2014. – С. 153–154.

27. Павлистова, Н. Влияние технологических параметров производства на реологические свойства термокислотной белковой продукции / Н. Павлистова, Т. Шингарева, А. Скапцов // Стан і перспективи харчової науки та промисловості : тези доповідей Міжнар. наук.-техн. конф., Тернопіль,

8–9 жовтня 2015 р. / Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2015. – С. 32–33.

28. Павлистова, Н. А. Оценка биологической ценности сырной массы, полученной из восстановленного обезжиренного молока способом термокислотной коагуляции / Н.А. Павлистова, Т.И. Шингарева // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. X Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 апреля 2015 г. : в 2 ч. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2015. – Ч. 1. – С. 168.

29. Шингарева, Т. И. Применение восстановленного обезжиренного молока с повышенным содержанием СОМО в производстве белкового термокислотного продукта / Т. И. Шингарева, Н. А. Павлистова // Проблеми формування здорового способу життя у молоді : тез. докл. VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю, Одеса, 10–11 листопада 2015 г. / Одеська національна академія харчових технологій ; редкол.: Б. В. Егоров (отв. ред.) [и др.]. – Одесса, 2015. – С. 208–209.

30. Павлистова, Н. А. Разработка массы сырной «Гурман» на основе термокислотного белкового продукта / Н. А. Павлистова, Т. И. Шингарева // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. X Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 28–29 апреля 2016 г. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2016. – С. 197.

Патенты

31. Способ получения белкового продукта термокислотной коагуляцией восстановленного обезжиренного молока : пат. ВУ 14365 МПК А 23С 19/00 / Т. И. Шингарева, Н. А. Скапцова ; заявитель УО «Могилевский государственный университет продовольствия». – № а 20091922 ; заявл. 31.12.09 ; опубл. 30.06.10 // Афіційны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – 4 с.

32. Способ производства мягкого сыра термокислотной коагуляцией молочных белков : пат. ВУ 15965 МПК А 23С 19/045 / Т.И. Шингарева, Н. А. Скапцова, М. А. Глушаков ; заявитель УО «Могилевский государственный университет продовольствия». – № а 20101815 ; заявл. 16.12.09 ; опубл. 30.06.12 // Афіційны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – 6 с.

РЭЗІЮМЭ

Паўлістава Наталля Андрэеўна

Інтэнсіфікацыя тэхналогіі шматфункцыянальнага бялковага прадукта на аснове тэрмакіслотнай каагуляцыі другаснай малочнай сыравіны з падвышаным утрыманнем сухіх рэчываў

Ключавыя словы: аб'ястлушчанае малако, падвышанае ўтрыманне сухіх рэчываў, каагулянты, малочная цэнтрыфугіраваная плазма, канцэнтрат сыраватачных бялкоў, тэрмакіслотны бялковы прадукт, палікампанентны малочны прадукт, фізіка-хімічныя паказчыкі якасці, арганалептычныя паказчыкі.

Дысертацыя прысвечана распрацоўцы тэхналогіі вытворчасці тэрмакіслотнага бялковага прадукта на аснове аб'ястлушчанага малака з утрыманнем сухіх рэчываў 16 %.

Аб'ектамі даследавання з'явіліся: натуральнае і сухое аб'ястлушчанае малако, аб'ястлушчанае малако з розным утрыманнем сухіх рэчываў, сумесь аб'ястлушчанага малака і канцэнтрату сыраватачных бялкоў, кіслотныя агенты, малочная цэнтрыфугіраваная плазма, нятлусты тэрмакіслотны бялковы прадукт, палікампанентныя малочныя прадукты.

У працы вывучаны асаблівасці падрыхтоўкі аб'ястлушчанага малака з утрыманнем сухіх рэчываў 16 % пры вытворчасці тэрмакіслотнага бялковага прадукта. Навукова абгрунтавана неабходнасць аднаўлення аб'ястлушчанага малака з утрыманнем сухіх рэчываў 16 % на працягу не менш за 8 гадзін. Такі часовы рэжым падрыхтоўкі аб'ястлушчанага малака забяспечвае стабілізацыю фізіка-хімічных уласцівасцяў сыравіны, высокую ступень выкарыстання малочнай сыравіны і добрае выйсце бялковага прадукта. Абгрунтавана неабходнасць зніжэння тэмпературных рэжымаў пастэрызацыі і тэрмакіслотнай каагуляцыі з 95 °С да 85 °С, што забяспечвае эфектыўнае выкарыстанне складовых частак малочнай сыравіны пры адначасовым памяншэнні агульнай колькасці прыгара (на 35 %) і энергазатрат. Распрацавана тэхналогія атрымання бялковага прадукта спосабам тэрмакіслотнай каагуляцыі аб'ястлушчанага малака з утрыманнем сухіх рэчываў 16 %, у аснове якой ляжаць наступныя аперацыі: цеплавая апрацоўка і тэрмакіслотная каагуляцыя пры тэмпературы (85±2) °С, выкарыстанне ў якасці каагулянта раствора малочнай кіслаты альбо малочнай сыраваткі кіслотнасцю 60 °Т, астуджэнне бялковага згустку з часткай тэрмакіслотнай сыраваткі да тэмпературы (60±2) °С альбо ўвядзенне канцэнтрату сыраватачных бялкоў у малочную сумесь. Распрацаваная тэхналогія можа быць укаранёная практычна на любым из малакаперапрацоўчых прадпрыемстваў.

Распрацаваны тэхналагічныя рэгламенты і рэцэптуры на палікампанентныя малочныя прадукты (масу сырную і сыраватчна-бялковы дэсерт) на аснове тэрмакіслотнага бялковага прадукта.

РЕЗЮМЕ

Павлистова Наталья Андреевна

Интенсификация технологии многофункционального белкового продукта на основе термокислотной коагуляции вторичного молочного сырья с повышенным содержанием сухих веществ

Ключевые слова: обезжиренное молоко, повышенное содержание сухих веществ, коагулянты, молочная центрифугированная плазма, концентрат сывороточных белков, термокислотный белковый продукт, поликомпонентный молочный продукт, физико-химические показатели качества, органолептические показатели.

Диссертация посвящена разработке технологии производства термокислотного белкового продукта на основе обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 %.

Объектами исследования явились: натуральное и сухое обезжиренное молоко, обезжиренное молоко с различным содержанием сухих веществ, смесь обезжиренного молока и концентрата сывороточных белков, кислотные агенты, молочная центрифугированная плазма, нежирный термокислотный белковый продукт, поликомпонентные молочные продукты.

В работе изучены особенности подготовки обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 % при производстве термокислотного белкового продукта. Научно обоснована необходимость восстановления обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 % в течение не менее 8 часов. Такой временной режим подготовки обезжиренного молока обеспечивает стабилизацию физико-химических свойств сырья, высокую степень использования молочного сырья и хороший выход белкового продукта. Обоснована необходимость снижения температурных режимов пастеризации и термокислотной коагуляции с 95 °С до 85 °С, что обеспечивает эффективное использование составных частей молочного сырья при одновременном уменьшении общего количества пригара (на 35 %) и энергозатрат. Разработана технология получения белкового продукта способом термокислотной коагуляции обезжиренного молока с содержанием сухих веществ 16 %, в основе которой лежат следующие операции: тепловая обработка и термокислотная коагуляция при температуре (85 ± 2) °С, использование в качестве коагулянта раствора молочной кислоты либо молочной сыворотки кислотностью 60 °Т, охлаждение белкового сгустка с частью термокислотной сыворотки до температуры (60 ± 2) °С либо введение концентрата сывороточных белков в молочную смесь. Разработанная технология может быть внедрена практически на любом из молокоперерабатывающем предприятии.

Разработаны технологические регламенты и рецептуры на поликомпонентные молочные продукты (массу сырную и сывороточно-белковый десерт) на основе термокислотного белкового продукта.

SUMMARY**Paulistava Natallia Adreeuna****Intensification technology multifunctional protein-based product thermocycling secondary coagulation of raw milk with a high content of dry substances**

Tags: skimmed milk, high solids content, coagulants, dairy centrifuged plasma, whey protein concentrate, thermoacid protein product, multicomponent dairy product, physico-chemical quality indicators, organoleptic characteristics.

Dissertation is devoted to the development of production technology thermoacid protein product based on skimmed milk with a solids content of 16 %.

The subjects of the study were: natural and skimmed milk powder, skim milk with different solids content, a mixture of skim milk and whey protein concentrate, acid agents, dairy centrifuged plasma, low-fat thermo-acid protein product, polycomponent dairy products.

The paper studies the features of the preparation of skim milk with a solids content of 16 % in the production of a thermo-acidic protein product. Scientifically justified the need to restore skim milk with a solids content of 16 % for at least 8 hours. Such a temporary mode of preparation of low-fat milk provides stabilization of the physico-chemical properties of raw materials, a high degree of use of dairy raw materials and a good yield of the protein product.

The necessity of reducing the temperature regimes of pasteurization and thermal acid coagulation from 95 °C to 85 °C is substantiated, which ensures effective use of the constituent parts of dairy raw materials, while reducing the total amount of decontamination (by 35 %) and energy consumption. The technology of obtaining a protein product by the method of thermoacidic coagulation of skimmed milk with a solids content of 16 % is based on the following operations: heat treatment and thermal acid coagulation at a temperature of (85±2) °C, use as a coagulant of a solution of lactic acid or whey acidity 60 °T, cooling the protein clot with a part of the thermo-acid whey to a temperature (60±2) °C or the introduction of whey protein concentrate into the milk mixture. The developed technology can be implemented practically at any of the milk processing enterprises.

Technological regulations and recipes for polycomponent dairy products (a mass of cheese and whey-protein dessert) based on a thermo-acidic protein product have been developed.

Подписано в печать 10.04.2018. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Ризография.
Уч.-изд. л. 1,7. Усл. печ. л. 1,7.
Тираж 75 экз. Заказ 61.

Учреждение образования
«Могилёвский государственный университет продовольствия».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/272 от 04.04.2014.
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилёв.

Отпечатано в учреждении образования
«Могилёвский государственный университет продовольствия».
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилёв.