

Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию»

УДК 637.146.4.045

**БЕСПАЛОВА
ЕКАТЕРИНА ВЛАДИМИРОВНА**

**КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ С ЦЕЛЬЮ
СОЗДАНИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ПОВЫШЕННЫМ И
ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

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

Минск 2021

Научная работа выполнена в Научно-производственном республиканском дочернем унитарном предприятии «Институт мясо-молочной промышленности» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (РУП «Институт мясо-молочной промышленности»)

Научный руководитель

Савельева Тамара Александровна,
кандидат ветеринарных наук, доцент, ученый секретарь РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

Официальные оппоненты:

Вобликова Татьяна Владимировна,
доктор технических наук, доцент, директор Института сельского хозяйства и природных ресурсов Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого

Гуца Наталья Федоровна,
кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»

Оппонирующая организация

Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет»

Защита состоится «18» ноября 2021 г. в 14⁰⁰ часов на заседании совета по защите диссертаций К 01.55.01 при РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» по адресу: 220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29, e-mail: info@belproduct.com, тел: +375(17)294-35-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Автореферат разослан «15» октября 2021 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций К 01.55.01,
кандидат технических наук



А.А. Шепшелев

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня основная доля творожной сыворотки направляется на производство сыворотки деминерализованной сухой различных степеней очистки, а также кормовых продуктов. Переработка ее классическими способами на пищевые продукты затруднена по причине высокой кислотности, зольности и необходимости применения специализированных способов обработки.

Перспективным направлением является переработка данного сырья по специальным технологиям на молочные продукты пищевого назначения, в частности высоко- и низкобелковые. На сегодняшний день имеется большое разнообразие продуктов питания с повышенным содержанием белка, но, к сожалению, объем отечественного производства незначителен. Также существует группа людей, вынужденных ограничивать себя в употреблении молочного белка, в том числе страдающих наследственными заболеваниями. Продукты с пониженным содержанием молочного белка представлены на рынке Беларуси только зарубежными аналогами. Это обстоятельство влечет необходимость разработки и внедрения в производство отечественных низкобелковых продуктов.

Производство молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка требует применения фракционирования молочного сырья, что возможно осуществить баромембранными методами. Интенсивно внедрять указанные способы обработки сырья в технологический процесс изготовления продуктов начали 15 лет назад. Исследования и разработки в данной области ведутся учеными: Евдокимовым И. А., Гавриловым Г. Б., Дымаром О. В., Мельниковой Е. И., Храмцовым А. Г., Вобликовой Т. В., Кузиной Ж. И., Синельниковым Б. М., Фетисовым Е. А., Чагаровским А. П., Mitchell I. R. и др.

В процессе производства молочных продуктов важной технологической операцией выступает высокотемпературная обработка. Молочная сыворотка, применяемая при производстве продуктов с установленным содержанием белка, должна контролироваться по показателю термостабильности. Известно, что творожная сыворотка термолабильна, а практические навыки повышения ее стабильности на предприятиях отсутствуют. В связи с этим, актуальной является разработка способов и последовательности технологических операций, направленных на получение стойкой к тепловой обработке продукции.

Актуальность диссертационной работы состоит в разработке технологии комплексной переработки творожной сыворотки, что позволит расширить ассортимент и получить молочные продукты с повышенным или пониженным содержанием белка.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Тема диссертации соответствует перечню приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований в Республике Беларусь на 2016–2020 гг., утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12.03.2015 г. № 190 п. 9 «Агропромышленный комплекс и продовольственная безопасность» и приоритетным направлениям научно-технической деятельности в Республике Беларусь, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 22.04.2015 г. № 166 п.2 «Агропромышленные технологии и производство: сельскохозяйственная техника, машины и оборудование; адаптивные технологии в земледелии и животноводстве; переработка сельскохозяйственной продукции, производство продовольствия».

Исследование выполнено в соответствии с планом НИР РУП «Институт мясомолочной промышленности» (мероприятие 8 «Разработка технологии и изготовление опытного образца установки производительностью 100 кг/ч по испаренной влаге для получения 10 кг/ч концентрированной и сухой деминерализованной и гидролизованной молочной сыворотки» (№ гос. рег. 20102439), мероприятие 11 «Разработка технологии и изготовление образцов оборудования производительностью до 1 т/смену по исходной сыворотке для фракционирования молочной сыворотки электро- и баромембранными методами» (№ гос. рег. 20102440) НТП Союзного государства «Повышение эффективности пищевых производств за счет переработки их отходов на основе прогрессивных технологий и техники» на 2010–2012 гг.; задание 5.3.2 «Разработать и освоить производство нового вида жидкого молочного продукта для спортивного питания с содержанием белка в сухом обезжиренном молочном остатке не менее 60 % на основе обезжиренного молока и молочной сыворотки с использованием баромембранных методов. Разработать методические рекомендации по определению расхода основного сырья и научно обосновать выход продукции при производстве сгущенных и сухих молочных продуктов» ГНТП «Агропромкомплекс – устойчивое развитие» на 2011–2013 гг. (№ гос. рег. 20112570); задание 12.2 «Разработать технологию и освоить производство сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка, предназначенных для приготовления молочных продуктов для детского питания» ОНТП «Детское питание. Качество и безопасность» на 2016–2020 гг. (№ гос. рег. 20190105)).

Цель и задачи исследования. Цель – разработка технологии комплексной переработки творожной сыворотки, позволяющей расширить ассортимент молочных продуктов с высокими потребительскими свойствами с повышенным и пониженным содержанием белка.

Для достижения поставленной цели были сформулированы задачи:

– провести комплексный анализ показателей качества творожной сыворотки и исследовать последовательность технологических операций, изменяющих ее свойства и компонентный состав, с целью получения молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка;

– исследовать способы повышения термостабильности творожной сыворотки путем оптимизации ее кислотности и минерального состава, обосновать эффективные дозировки стабилизирующих компонентов и разработать технологию получения сыворотки творожной деминерализованной термостабильной;

– обосновать и экспериментально подтвердить компонентный состав молочных продуктов с повышенным содержанием белка, исследовать их аминокислотный состав и пищевую ценность; разработать технологию и нормативную документацию производства молочных продуктов с повышенным содержанием белка;

– создать молочные продукты с пониженным содержанием белка, исследовать технологические этапы и параметры их производства;

– разработать технологию и нормативную документацию производства молочных продуктов с пониженным содержанием белка;

– провести оценку показателей качества, биологической ценности готовых продуктов и экономической эффективности переработки творожной сыворотки для производства молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка.

Научная новизна. Впервые в Республике Беларусь предложена технология баро- и электромембранной обработки компонентного состава творожной сыворотки с целью получения высокобелкового и низкобелкового сырья.

Изучена степень деминерализации нанофильтрованной творожной сыворотки и установлены ее зависимости от удельной электропроводности, содержания молочной кислоты, массовой доли золы и минеральных веществ (кальция, магния, фосфора).

Впервые научно обоснован способ повышения термостабильности нанофильтрованной творожной сыворотки путем введения в процессе электродиализного обессоливания стабилизирующих компонентов и регуляторов кислотности, определен их ассортиментный перечень и эффективные дозировки в количестве 0,25–2,00 % от содержания сухих веществ сыворотки.

Установлены допустимые режимы гомогенизации низкобелковых молочных смесей при температуре 65 ± 2 °С, давлении на первой ступени обработки 18 ± 1 МПа и на второй – 4 ± 1 МПа, а также научно обосновано влияние и дозировки эмульгаторов и стабилизаторов, обеспечивающих отсутствие отслоения жировой фракции продукта с пониженным содержанием белка.

Новизна технических решений для молочных продуктов с повышенным содержанием белка подтверждена патентом ВУ 19806 от 28.02.2016 «Продукт специализированный белковый для питания спортсменов».

Положения, выносимые на защиту:

1. Аналитические зависимости и технологические параметры переработки творожной сыворотки, включающие нанопольтрационное концентрирование до 16 ± 1 % сухих веществ, электродиализное обессоливание до 70–92 % с введением стабилизирующих компонентов и последующее ультрафильтрационное концентрирование, позволяющие получить высокобелковое (с массовой долей белка более 50 % в сухом веществе) и низкобелковое (с массовой долей белка не более 4 % в сухом веществе) сырье, предназначенное для производства молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка.

2. Дозировки вводимых стабилизирующих компонентов: способом корректировки в процессе электродиализа триполифосфата натрия в количестве от 0,65 до 2,00 % от сухого вещества сыворотки, цитрата натрия – от 0,80 до 2,00 % от сухого вещества сыворотки; емкостным способом корректировки триполифосфата натрия в количестве 0,25 % от сухого вещества сыворотки, цитрата натрия – 0,50 % от сухого вещества сыворотки с дополнительной регулировкой активной кислотности корректорами до 6,8–7,2 ед. рН, позволяющие получить деминерализованную термостабильную творожную сыворотку.

3. Технологические операции производства **жидких** молочных продуктов с повышенным (6–12 %) содержанием белка, отличающиеся от существующих ультрафильтрационным концентрированием 70–75 % деминерализованной термостабильной творожной сыворотки и 25–30 % обезжиренного молока, смешением концентратов сывороточного и молочного белков и их пастеризацией при 76 ± 2 °С в течение 15–20 с, что позволяет получить готовый продукт с биологической ценностью 91,2 % (сумма незаменимых аминокислот 51,2 г/100 г белка).

4. Технология производства **сухих** молочных продуктов, включающая двухступенчатую гомогенизацию при температуре 65 ± 2 °С и давлении на первой ступени обработки 18 ± 1 МПа и на второй – 4 ± 1 МПа нормализованной низкобелковой смеси с эмульгатором (моно- и диглицеридами жирных кислот) и мальтодекстрином в количествах по 4 г/дм³ или камедью рожкового дерева в количестве 1 г/дм³ готового к употреблению продукта, обеспечивающую отсутствие отслоений жировой фракции эмульсии, сгущение при 65 ± 2 °С до 45 ± 1 % сухих веществ, направленную кристаллизацию лактозы с последующей распылительной сушкой, которая позволяет получить социально значимый продукт с пониженным содержанием белка (массовая доля белка в сухом продукте не более 10 %, в восстановленном – не более 1 %), предназначенный для питания людей, имеющих противопоказания к употреблению отдельных компонентов белка.

Личный вклад соискателя ученой степени. Автором диссертации самостоятельно осуществлен обзор и анализ литературных данных по теме работы, разработан экспресс-метод определения термостабильности и подобраны стандартные методы, проведены экспериментальные и опытные исследования, осуществлена статистическая обработка полученных данных, проведена апробация разработок в производственных условиях. Научная работа выполнена в РУП «Институт мясо-молочной промышленности» под руководством кандидата ветеринарных наук, доцента Т. А. Савельевой совместно с заведующим лабораторией О. Л. Сороко и специалистами лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства. Самостоятельно и в сотрудничестве с вышеуказанными лицами разработаны экспресс-метод по определению термостабильности молочной сыворотки, технические нормативно-правовые акты и технологическая документация на сыворотку молочную деминерализованную термостабильную, молочные продукты с повышенным и пониженным содержанием белка.

В опубликованных работах, написанных в том числе в соавторстве, личный вклад автора состоял в организации и проведении экспериментальных выработок, исследовании вопроса термостабильности творожной сыворотки и путей ее повышения, изучении закономерностей процессов нано-, ультрафильтрационной и электродиализной обработок творожной сыворотки, изучении технологических особенностей производства молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов. Основные результаты исследований по теме диссертационной работы были представлены и обсуждены на заседаниях Ученого совета РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (2010–2020 гг.), Международной научно-практической конференции «Достижения молодых ученых: перспективы, технологии, инновации для развития АПК» (г. Великие Луки, 14–15 апреля 2011 г., 18–19 апреля 2012 г.); XV Международной научно-практической конференции «Инновационные направления развития АПК и повышения конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых» (г. Ярославль, 25-27 января 2012 г.); VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные и новые направления сельскохозяйственной науки» (г. Владикавказ, 21 февраля 2012 г.); Международной научно-практической конференции «Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты» (г. Краснодар, 24–25 мая 2012 г.); Международной конференции «Научно-техническое обеспечение эффективности и качества производства продукции АПК» (п. Ржавки, 26 ноября 2019 г.); конференции «Молодежь в науке» (г. Минск, 14–17 октября 2019 г.); II Международном конгрессе «Наука, питание и здоровье» (г. Минск, 3–4 октября 2019 г.).

Опубликование результатов диссертации. Основные результаты научной работы и положения изложены в 18 печатных работах, 7 из них в зарубежных научных изданиях: 1 монографии, 5 статьях в рецензируемых научных изданиях, 4 из которых включены в перечень ВАК для опубликования результатов диссертационных исследований (объем – 2,2 авторских листа), 1 статье в отраслевом издании, 10 публикаций в сборниках материалов научных конференций и тезисов, 1 патенте на изобретение.

По результатам диссертационного исследования разработано, согласовано, утверждено и зарегистрировано в установленном порядке 3 технических условия, 3 технологические инструкции.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, основной части в пяти главах, заключения, библиографического списка и приложений.

Общий объем диссертационной работы составляет 169 страниц, содержит 52 таблицы, 28 рисунков, 14 формул, 18 приложений на 29 страницах. Список литературы включает 167 наименований на 14 страницах. Список публикаций соискателя включает 18 наименований на 3 страницах.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В первой главе представлен аналитический обзор литературных данных по вопросам состава и свойств молочного сырья, в частности сыворотки творожной. Изучены значимость показателя термостабильности (ТС), методы его определения, факторы и способы, оказывающие влияние на его изменение. Проведен анализ теоретических данных, которые устанавливают технологические операции переработки творожной сыворотки с применением электро- и баромембранных методов, направленных на регулировку ее состава и свойств. Осуществлен обзор рынка молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка отечественного и импортного производства. Подтверждена актуальность разработки новой научно обоснованной технологии комплексной переработки творожной сыворотки, предназначенной для изготовления данных продуктов.

Во второй главе приведен перечень объектов, предметов, методов исследований и применяемого технологического оборудования. Определение органолептических, физико-химических, микробиологических характеристик объектов исследований проводилось с использованием стандартных методов, а показателя ТС с помощью разработанного экспресс-метода, основанного на визуальном определении агрегированных белков в молочной сыворотке после высокотемпературной обработки и измерении количества нерастворившегося осадка в образце, по которому установлены критерии оценки качества молочной сыворотки: «хорошее», «удовлетворительное», «не удовлетворительное». Структурная схема исследований представлена на рисунке 1.

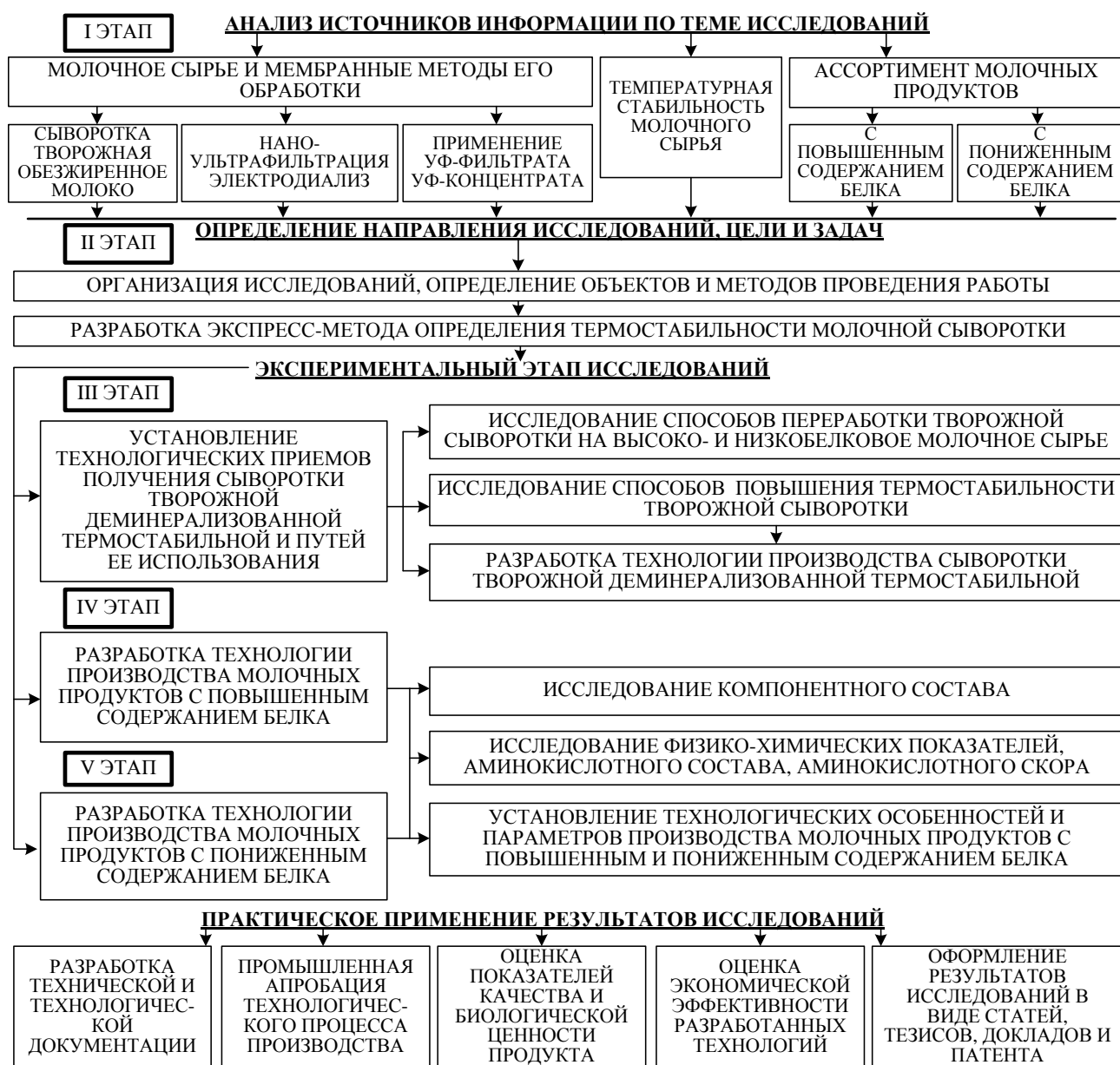


Рисунок 1. – Структурная схема исследований

В третьей главе представлены результаты анализа комплексных исследований показателей качества творожной сыворотки, которые позволили установить необходимость осуществления предварительной дополнительной ее обработки, направленной на изменение ее свойств и компонентного состава, с целью получения молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка. Исследованы технологические этапы переработки творожной сыворотки, состоящие из нанофильтрационного концентрирования до 16 ± 1 % и электродиализного обессоливания до степени 90 % с регулировкой активной кислотности и без нее.

Установлено, что комплекс нанофильтрации и электродиализа с регулировкой pH способствовал оптимизации кислотно-солевого состава творожной сыворотки: позволил снизить титруемую кислотность на 90 % при увеличении массовой доли сухих веществ в среднем в 2,6 раза и белка в сухом

веществе на 0,1–0,6 % по отношению к исходному количеству, изменить активную кислотность сырья до 6,4 ед. рН, характерную для подсырной сыворотки.

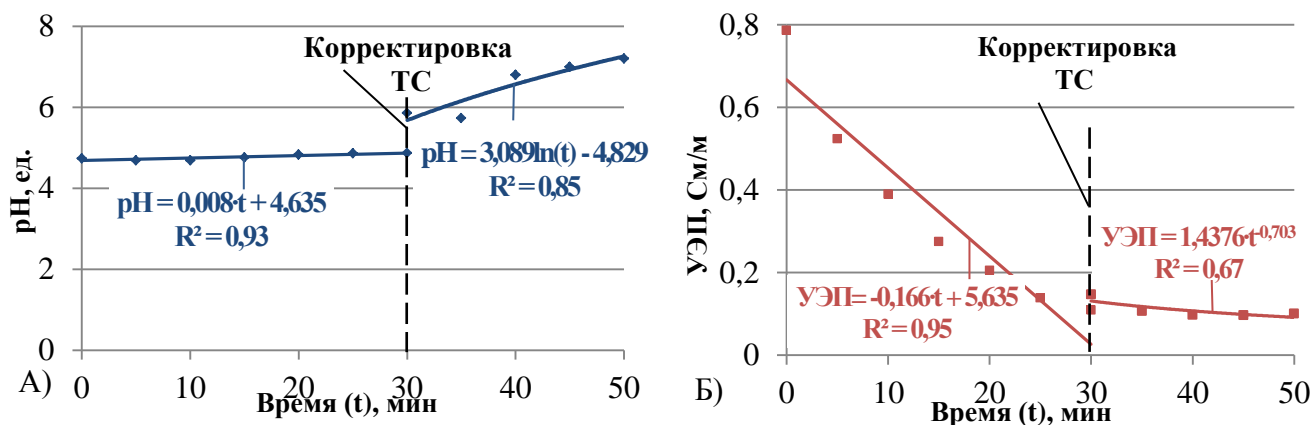
Определена необходимость увеличения ТС творожной сыворотки для переработки ее на молочные продукты с повышенным содержанием белка с целью осуществления пастеризации с сохранением качественных показателей сырья.

Исследована зависимость изменения ТС творожной сыворотки от уровня ее нанофильтрационного концентрирования. Установлено снижение ТС при концентрировании сырья в 3,0–3,5 раза, что связано с повышением в нем массовой доли сухих веществ на 11,2–14,5 %, белка на 1,41–1,79 %, титруемой кислотности на 86–103 °Т и изменением минерального состава. В результате последующего электродиализного обессоливания сыворотки выявлено снижение содержания молочной кислоты на 43–74 % и изменение минерального состава за счет уменьшения общей зольности на 70–92 %, кальция – на 64,7–93,5 %, магния – на 52,0–89,6 %, фосфора – на 43,8–65,5 %, что способствует увеличению ТС концентрированной творожной сыворотки на 31–39 %. Дальнейшее повышение термостабильности осуществлялось путем применения стабилизирующих компонентов (триполифосфата натрия и/или цитрата натрия) для получения гарантированной термостабильной деминерализованной творожной сыворотки. Для этого разработаны два способа внесения стабилизирующих компонентов:

1 – **в конце процесса деминерализации:** на электродиализной установке при включенной подаче рабочего напряжения на мембраны с корректировкой активной кислотности гидроксидом натрия до 6,8–7,2 ед. рН с контролем удельной электропроводности соответствующей степени деминерализации;

2 – **емкостной:** на установке электродиализа без подачи рабочего напряжения на мембраны в деминерализованную до более глубокой на 1–2 % по отношению к заданной конечной степени сыворотку (с расчетом на дополнительно введенные стабилизирующие компоненты) с корректировкой активной кислотности гидроксидом натрия до 6,8–7,2 ед. рН.

По разработанному алгоритму подобраны и установлены эффективные дозировки стабилизирующих компонентов в зависимости от способа их внесения, которые проверены экспериментальным путем. Анализ данных, полученных в результате выработок, позволил определить, что характер изменения параметров процесса деминерализации и корректировки ТС способом 1 сыворотки творожной концентрированной стабилизирующими компонентами в исследуемых дозировках коррелирует между экспериментами, а отличается интенсивностью их изменения. Параметры выборочного процесса деминерализации до 90 % и корректировки ТС способом 1 цитратом натрия в количестве 1,5 % от сухого вещества сыворотки представлены на рисунке 2.



0–30 мин – деминерализация; 30 мин – корректировка термостабильности; 30–50 мин – корректировка рН;

А) активная кислотность (рН); Б) удельная электропроводность (УЭП)

Рисунок 2. – Параметры концентрированной творожной сыворотки в процессе деминерализации и корректировки ТС цитратом натрия в количестве 1,5 % от сухих веществ сыворотки и активной кислотности

В результате проведенных исследований установлен комплекс технологических операций, направленных на повышение ТС творожной концентрированной сыворотки, который включает в себя:

- деминерализацию до степени 70–92 %;
- внесение стабилизирующих компонентов: для способа корректировки в процессе электродиализа – триполифосфата натрия от 0,65 % до 2,00 %, цитрата натрия от 0,80 % до 2,00 % от сухих веществ сыворотки; для емкостного способа – триполифосфата натрия 0,25 %, цитрата натрия 0,50 % от сухих веществ сыворотки;
- корректировку активной кислотности до 6,8–7,2 ед. рН гидроксидом натрия.

На основании проведенных исследований разработана технология сыворотки творожной деминерализованной термостабильной (концентрированной, сгущенной, сухой), отличительной технологической операцией которой является стадия корректировки термостабильности и активной кислотности (рисунок 3).

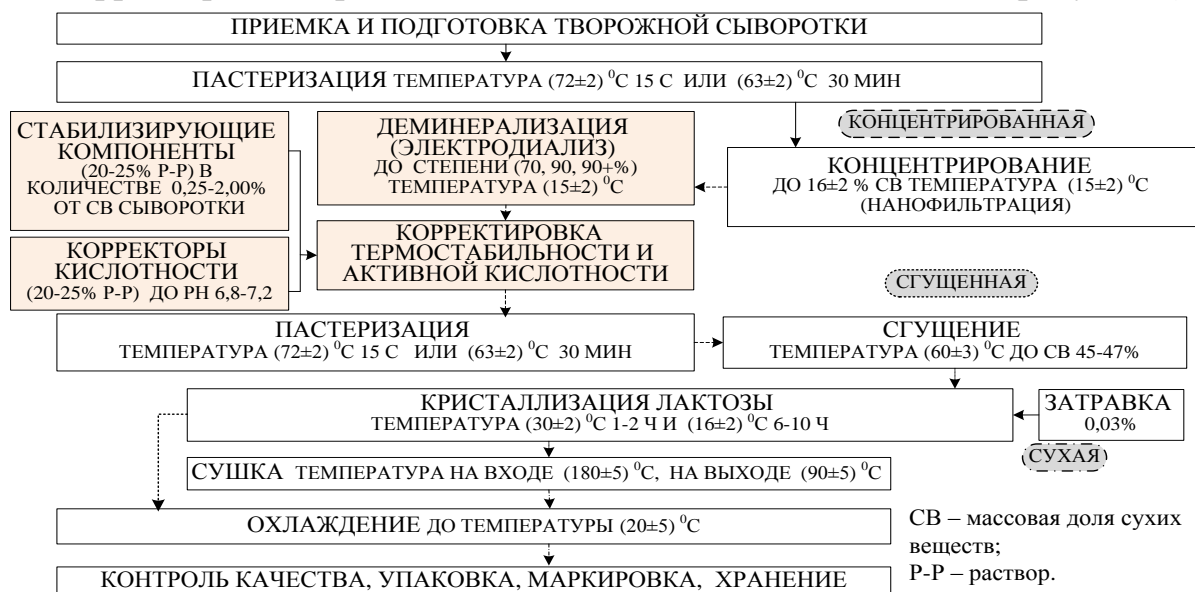


Рисунок 3. – Процессовая технологическая схема производства сыворотки творожной деминерализованной термостабильной

Полученная сыворотка предназначена для использования в качестве сырья для создания молочных продуктов, в том числе с повышенным и пониженным содержанием белка. Разработана нормативная документация на ее производство.

В четвертой главе представлены исследования по конструированию компонентного состава жидких молочных продуктов с повышенным содержанием белка. Определены требования к количеству белка – 6–12 %, для обеспечения при их порционном потреблении от 5 до 21 % суточной потребности в белке для групп населения, категорируемых по их физической активности. Установлен способ производства путем ультрафильтрации концентрированной деминерализованной до степени 90 % термостабильной творожной сыворотки до 16 ± 1 % сухих веществ и обезжиренного молока с получением концентратов сывороточного и молочного белков и их последующее смешение.

Физико-химические показатели концентратов сывороточного белка и фильтратов (пермеатов), полученных из творожной сыворотки концентрированной деминерализованной без регулировки ТС (образец 1) и с регулировкой ТС (образец 2) методом ультрафильтрации, представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Физико-химические показатели образцов концентратов сывороточного белка и пермеатов в зависимости от способа обработки творожной сыворотки

Показатели	Образец	Значения для	
		фильтрата/пермеата	концентрата сывороточного белка
Титруемая кислотность, °Т	1	13,4±1,0	62,0±5,0
	2	3,5±1,0	28,0±4,0
Активная кислотность, ед. рН	1	6,34±0,42	6,43±0,23
	2	6,75±0,12	6,89±0,20
Удельная электропроводность, См/м·10 ⁻¹	1	1,38±0,25	0,52±0,12
	2	1,32±0,36	1,48±0,22
Массовая доля сухих веществ, %	1	13,3±1,5	23,5±2,0
	2	15,0±1,0	23,4±2,0
Массовая доля белка, %	1	0,54±0,06	12,31±0,12
	2	0,56±0,05	12,12±0,08

Анализ результатов исследований, представленных в таблице 1, позволил установить, что концентрат сывороточного белка, полученный в результате ультрафильтрации деминерализованной термостабильной творожной сыворотки (образец 2), имеет титруемую кислотность на 54,8 % меньше, чем концентрат сывороточного белка, полученный из творожной сыворотки без изменения ТС. Ультрафильтрация предварительно подготовленной творожной сыворотки (образцы 1 и 2) позволяет получить концентрат сывороточного белка с массовой долей белка 12,12–12,31 % (что соответствует 52 % в сухом веществе).

В процессе ультрафильтрации концентрированной деминерализованной термостабильной творожной сыворотки наблюдается увеличение удельной

электропроводности с $1,01$ до $1,48 \text{ См/м} \cdot 10^{-1}$ концентрата сывороточного белка, что свидетельствует о частичной сохранности стабилизирующего компонента в нем.

Исследования по определению ТС полученных образцов концентрата сывороточного белка и определение количества осадка, образующегося на поверхности металлического оборудования в результате их пастеризации, позволили установить возможность увеличения температуры пастеризации концентрата сывороточного белка, полученного ультрафильтрацией деминерализованной термостабильной творожной сыворотки (образец 2), с $70 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ до $76 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ с сохранением его качественных характеристик.

В результате ультрафильтрации образуется дополнительное сырье – пермеат с массовой долей белка не более 4 % в сухом веществе, который является основой для получения молочных продуктов с пониженным содержанием белка.

Органолептическая оценка пермеатов и концентратов сывороточного белка показала наличие молочного сладкого и молочного умеренно кислого вкуса соответственно, что позволяет сделать вывод о возможности применения данного сырья для производства разрабатываемых продуктов.

На основании результатов проведенных исследований разработана схема комплексной переработки творожной сыворотки при производстве молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка (рисунок 4).

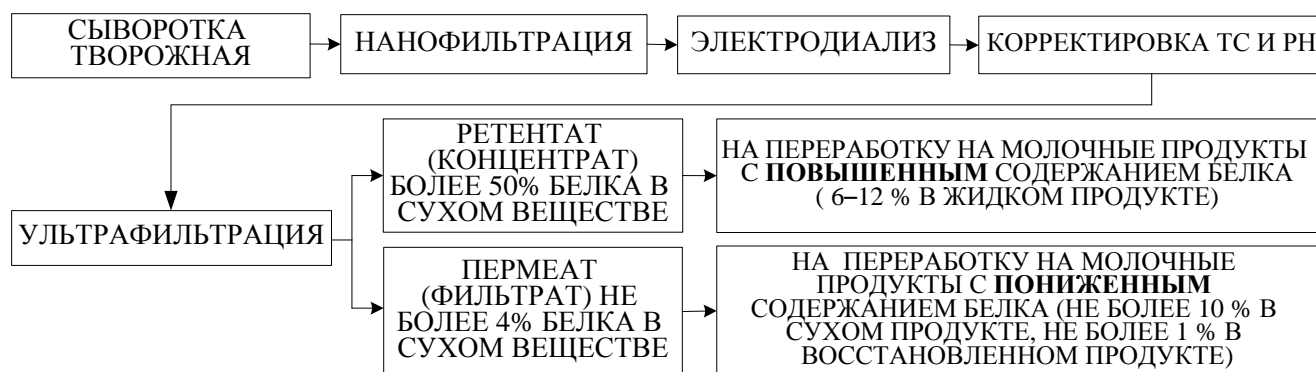


Рисунок 4. – Схема переработки творожной сыворотки при производстве молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка

Определение рецептурного соотношения основных компонентов для получения биологически ценного продукта с повышенным содержанием белка осуществлено путем анализа данных исследований аминокислотного состава и показателей биологической ценности концентрата сывороточного и молочного белков: А – содержание аминокислот, $K_{ут}$ – коэффициент утилитарности, ИНАК – индекс незаменимых аминокислот, АС – аминокислотный скор, БЦ – биологическая ценность. В качестве эталона используется содержание незаменимых аминокислот «идеального белка», принятого ФАО/ВОЗ. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Биологическая ценность высокобелкового сырья и готового продукта

Показатель	Значение для									
	эталона	концентрата сывороточного белка			концентрата молочного белка			продукта		
	А, г/100 г белка	А, г/100 г белка	К _{ут}	АС, %	А, г/100г белка	К _{ут}	АС, %	А, г/100 г белка	К _{ут}	АС, %
Аминокислотный состав										
треонин	4,0	6,9±1,6	0,65	173±40	3,9±0,9	1,00	98±23	6,0±0,9	0,72	151±19
валин	5,0	5,6±1,2	1,00	112±24	5,0±1,1	0,97	100±22	5,4±0,8	1,00	109±11
изолейцин	4,0	7,1±1,4	0,63	178±35	5,0±1,1	0,78	125±28	6,5±6,5	0,67	163±14
метионин+ цистеин	3,5	5,4±0,1	0,73	153±3	3,4±0,4	1,00	97±11	4,8±4,8	0,79	137±9
фенилаланин+ тирозин	6,0	7,8±1,2	0,86	130±20	10,6±1,3	0,55	177±22	8,6±0,4	0,76	143±5
лейцин	7,0	11,2±2,3	0,70	160±33	9,6±2,0	0,71	137±29	10,7±0,8	0,71	153±9
лизин	5,5	9,5±2,1	0,65	173±38	8,1±1,8	0,66	147±33	9,1±0,5	0,66	165±8
сумма аминокислот	35,0	53,5±1,5	-	-	45,6±1,2	-	-	51,2±1,4	-	-
Показатели биологической ценности										
К _{ут}	1,00	0,73			0,75			0,74		
ИНАК	1,00	1,23			1,11			1,20		
БЦ, %	-	99,2			71,0			91,2		

Анализ данных, представленных в таблице 2, позволил установить, что использование в продукте в качестве составного компонента концентрата молочного белка позволяет увеличить коэффициенты утилитарности готового продукта по всем аминокислотам (кроме треонина, фенилаланина и тирозина) на 0,01–0,07 ед., коэффициент утилитарности аминокислотного состава и индекс незаменимых аминокислот на 0,01 и 0,03 ед. в сравнении с концентратом сывороточного белка. Это свидетельствует об увеличении сбалансированности молочного продукта с повышенным содержанием белка по отношению к эталону. Биологическая ценность молочного продукта с повышенным содержанием белка составляет 91,2 %, а сумма незаменимых аминокислот 51,2 г/100 г белка.

Определено, что смешение концентратов сывороточного и молочного белков, полученных ультрафильтрацией 70–75 % деминерализованной термостабильной творожной сыворотки и 25–30 % обезжиренного молока, обеспечивает получение продукта с содержанием белка 6–12 %, с высокой пищевой и биологической ценностью.

В результате исследований разработана технология производства молочного продукта с повышенным содержанием белка, отличительной особенностью которой является ультрафильтрация предварительно подготовленной творожной сыворотки, смешение концентратов сывороточного и молочного белков с последующей пастеризацией при 76±2 °С в течение 15-20 с. Процессовая

технологическая схема представлена на рисунке 5.

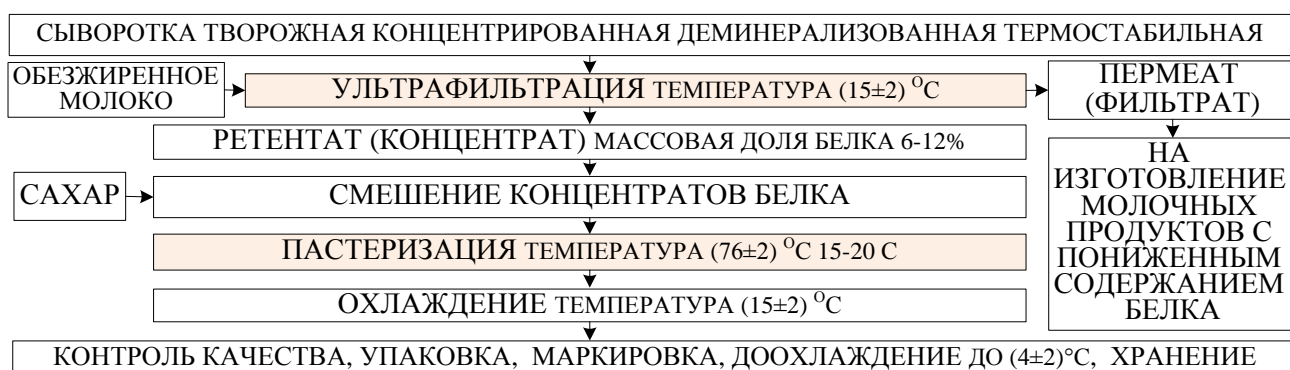


Рисунок 5. – Процессовая технологическая схема производства молочных продуктов с повышенным содержанием белка

В пятой главе представлены исследования по установлению компонентного состава сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка. В соответствии с заданным конечным содержанием белка в сухом продукте до 10 % (в восстановленном продукте до 1 %) определен рецептурный состав низкобелковых смесей, состоящих из пермеата, полученного в результате ультраfiltrации сыворотки творожной концентрированной деминерализованной термостабильной, и высокожирных молочных сливок. Данный вид сливок отличается своими технологическими свойствами и количеством белка на уровне 1,7 %. Молочные продукты с пониженным содержанием белка вырабатываются распылительной сушкой нормализованной смеси.

Содержание в низкобелковых смесях белка на уровне 3 % в сухом веществе и жира – 17 % в сухом веществе способствует плохому диспергированию компонентов и, как следствие, отслоению жировой фазы. В связи с этим исследован процесс гомогенизации низкобелковой смеси при различных режимах (от 10 до 22 МПа) без внесения структурообразующих компонентов и с использованием эмульгатора моно- и диглицеридов жирных кислот. Анализ данных по определению эффективности гомогенизации показал необходимость дополнительного применения структурообразующих компонентов, в качестве которых выбраны камедь рожкового дерева и мальтодекстрин.

На основании данных микроскопирования и разделения жировой эмульсии установлены рациональные режимы гомогенизации (температура 65 ± 2 °С, давление на первой ступени обработки 18 ± 1 МПа, на второй – 4 ± 1 МПа) низкобелковых молочных смесей с использованием моно- и диглицеридов жирных кислот и мальтодекстрина в количествах по 4 г/дм³, камеди рожкового дерева в количестве 1 г/дм³ в готовом к употреблению продукте для обеспечения стойкой эмульсии нормализованной смеси с пониженным содержанием белка.

Сухой молочный продукт с пониженным содержанием белка содержит в своем составе 65,0 % лактозы, что требует проведения при его производстве

направленной кристаллизации в сгущенной нормализованной смеси. Учитывая данные растворимости лактозы в воде в зависимости от степени сгущения смеси установлен допустимый уровень сухих веществ 45 ± 1 %.

В результате исследований разработана технология производства сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка (рисунок 6).

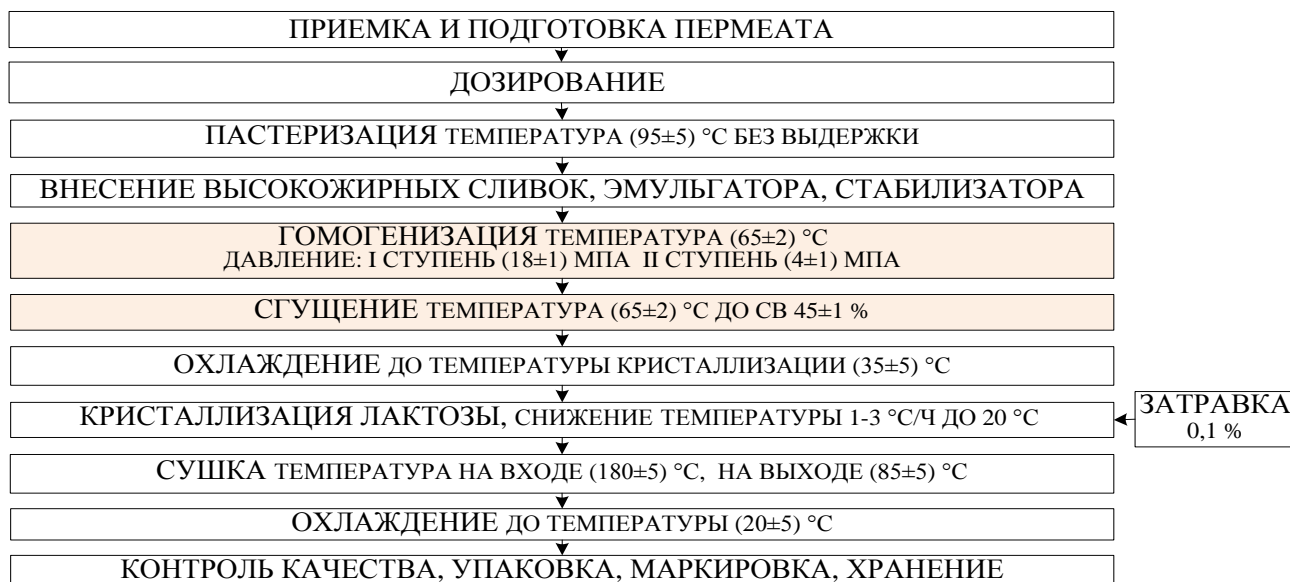


Рисунок 6. – Процессовая технологическая схема производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка

Исследованы физико-химические свойства и показатели биологической ценности готового к употреблению продукта (100 г), полученного путем восстановления сухого продукта в воде в соотношении 1:9 (таблица 3). Аминокислотный состав определен по фенилаланину и тирозину по отдельности, с целью установления возможности использования данного продукта в рационе питания групп людей, страдающих фенилкетонурией.

Таблица 3. – Показатели пищевой и биологической ценности молочного продукта с пониженным содержанием белка (на 100 г готового к употреблению продукта)

Наименование показателя	Значение	Наименование показателя	Значение
Белок, г	0,26±0,04	Незаменимые аминокислоты, мг:	
Жир, г	1,7±0,1	треонин	6±1
Углеводы, г	6,5±0,1	валин	7±2
Энергетическая ценность, ккал/кДж	42/178	изолейцин	7±2
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	0,71	лейцин	15±3
		фенилаланин	5±1
Индекс незаменимых аминокислот	0,99	тирозин	3±1
		лизин	14±3
Биологическая ценность, %	84,6	сумма	57±13

По результатам исследований определено, что потребление количества белка с одной порцией продукта (100 г) не превышает 0,26 г, а фенилаланина – 5 мг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен комплексный анализ показателей качества творожной сыворотки. С целью оптимизации ее кислотно-солевого состава и термостабильности осуществлена последовательность технологических процессов переработки творожной сыворотки, включающая нанофильтрационное концентрирование до 16 ± 1 % сухих веществ, электродиализное обессоливание до 70–92 % с регулировкой активной кислотности, что позволило снизить кислотность творожной сыворотки на 90 % при увеличении массовой доли сухих веществ и содержания белка в среднем в 2,6 раза по отношению к исходному. Получены аналитические зависимости технологических параметров [1, 3, 6, 14].

2. Установлены технологические процессы повышения термостабильности концентрированной творожной сыворотки путем электродиализного обессоливания до степени 70–92 % при снижении содержания кальция на 64,7–93,5 %, магния – на 52,0–89,6 %, фосфора – 43,8–65,5 % с последующим введением стабилизирующих компонентов. Доказаны эффективные дозировки стабилизирующих компонентов, которые зависят от применяемого способа корректировки термостабильности: для способа корректировки в процессе электродиализа – триполифосфата натрия в количестве от 0,65 до 2,00 % от сухого вещества сыворотки, цитрата натрия – от 0,80 до 2,00 % от сухого вещества сыворотки; для емкостного способа корректировки триполифосфата натрия в количестве 0,25 % от сухого вещества сыворотки, цитрата натрия – 0,50 % от сухого вещества сыворотки с дополнительной регулировкой активной кислотности корректорами до 6,8–7,2 ед. рН в конце процесса. На основании проведенных исследований разработана технология производства деминерализованной термостабильной творожной сыворотки [3, 14, 16, 17].

3. Теоретически обоснована целесообразность и перспективность применения высокобелкового (с массовой долей белка более 50 % в сухом веществе) и низкобелкового (с массовой долей белка не более 4 % в сухом веществе) сырья, полученного в результате ультрафильтрационного концентрирования сыворотки творожной деминерализованной термостабильной, для создания молочных продуктов с повышенным (6–12 %) и пониженным (не более 1 % в восстановленном продукте) содержанием белка [5, 11, 15, 18].

4. Разработаны научно обоснованные технологические операции производства жидких молочных продуктов с повышенным (6–12 %) содержанием белка, отличающиеся от существующих ультрафильтрационным концентрированием 70–75 % деминерализованной термостабильной творожной сыворотки и 25–30 % обезжиренного молока, смешением концентратов сывороточного и молочного белков и их пастеризацией при 76 ± 2 °С в течение 15–20 с. Данная технология позволяет получить готовый продукт с биологической ценностью 91,2 % согласно содержанию незаменимых аминокислот (сумма аминокислот – 51,2 г/100 г белка) [2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18].

5. Разработана новая инновационная технология производства молочных продуктов с пониженным содержанием белка, которая включает двухступенчатую гомогенизацию при температуре $65\pm 2^\circ\text{C}$ и давлении на первой ступени обработки 18 ± 1 МПа и на второй – 4 ± 1 МПа нормализованной низкобелковой смеси с эмульгатором (моно- и диглицеридами жирных кислот) и мальтодекстрином в количествах по 4 г/дм^3 или стабилизатором (камедью рожкового дерева) в количестве 1 г/дм^3 готового к употреблению продукта, что обеспечивает отсутствие отслоений жировой фракции смеси, сгущение при $65\pm 2^\circ\text{C}$ до $45\pm 1\%$ сухих веществ и направленную кристаллизацию лактозы с последующей распылительной сушкой [4, 5, 7, 15].

6. Получены продукты высокой биологической ценности для питания людей, испытывающих необходимость в употреблении повышенного или пониженного количества белка. Разработаны требования к контролируемым показателям качества готового продукта. Получен экономический и социальный эффекты за счет применения разработанной технологии, расширения ассортимента отечественных молочных продуктов [4, 5, 7, 10, 17, 18].

Рекомендации по практическому использованию результатов

По результатам научных исследований разработаны, согласованы, утверждены и зарегистрированы в установленном порядке следующие ТНПА и ТД: ТУ ВУ 100098867.518-2019 (№ гос. рег. 057927 от 13.01.2020) [19], ТИ ВУ 100098867.530-2019 «Сыворотка молочная деминерализованная СД»; изменение № 5 к ТУ ВУ 100098867.337-2013 (№ гос. рег. 039267/05 от 21.05.2020) [20], ТИ ВУ 100098867.545-2020 «Коктейли молочные пастеризованные обогащенные белком «Лидер»; ТУ ВУ 100098867.533-2020 (№ гос. рег. 059729 от 28.07.2020) [21], ТИ ВУ 100098867.536-2020 «Продукты молочные сухие с пониженным содержанием белка».

Разработанная технология производства сыворотки деминерализованной термостабильной освоена на ОАО «Пружанский молочный комбинат». Количество продукта составило 1390 т сыворотки на сумму 2,72 млн. руб.

Экономический эффект при переработке творожной сыворотки на сыворотку творожную деминерализованную термостабильную сухую на сумму 270,00 руб./т готового продукта, на молочные продукты с повышенным и пониженным содержанием белка на сумму 13320,00 руб./т готового продукта обусловлен комплексной переработкой творожной сыворотки на социально значимые высокомаржинальные продукты.

Социальный эффект определен расширением ассортимента отечественных молочных продуктов, предназначенных для лиц, испытывающих необходимость в потреблении продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка.

По результатам данных научных исследований получен патент ВУ 19806 на изобретение «Продукт специализированный белковый для питания спортсменов».

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монографии

1. Опыт научно-технологического сопровождения переработки молока и сыворотки в Республике Беларусь / О. В. Дымар, И. В. Миклух, Л.Н. Соколовская, Е. В. Ефимова, **Е. В. Беспалова** ; под общ. ред. О. В. Дымара. – Минск : Колорград, 2021. – 352 с.

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

2. Современные селективные методы переработки молочной сыворотки и технология санитарной обработки мембранных установок / О. В. Дымар, И. В. Миклух, **Е. В. Беспалова**, А. П. Райский // Пищевая пром-сть: наука и технологии. – 2013. – № 1 (19). – С. 44–49.

3. **Беспалова, Е. В.** Способ повышения термостабильности молочной сыворотки путем оптимизации минерального состава и кислотности / **Е. В. Беспалова**, Т. А. Савельева // Вестн. Могилев. гос. ун-та продовольствия. – 2019. – № 2 (27). – С. 13–19.

4. Исследование эффективности восстановления сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка / И. В. Миклух, **Е. В. Беспалова**, Л. Н. Соколовская, Ю. А. Артюх // Пищевая пром-сть: наука и технологии. – 2020. – № 3 (49). – С. 54–61.

5. Технологические подходы к организации производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка / И. В. Миклух, Л. Н. Соколовская, **Е. В. Беспалова**, О. Л. Сороко, Ю. А. Артюх // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию, Ин-т мясо-молоч. пром-сти; редкол.: А. В. Мелещеня (глав.) [и др.] – 2020. – № 14. – С. 93–111.

Статьи в других научных рецензируемых и отраслевых изданиях

6. Роль белков в образовании фоулинг-слоя при электродиализе творожной сыворотки / О. В. Дымар, **Е. В. Беспалова**, Ян Кинчл, Филипп Ауингер // Перераб. молока. – 2014. – № 5. – С. 48–51.

7. **Беспалова, Е.** Аминокислотный состав молочных продуктов функционального назначения / **Е. Беспалова**, И. Миклух // Наука и инновации. – 2020. – № 11 (213). – С. 78–83.

Статьи в сборниках материалов конференций, тезисов докладов

8. Дымар, О. В. Производство сухих молочных продуктов специального назначения / О. В. Дымар, **Е. В. Беспалова**, И. В. Миклух // Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7–8 окт. 2010 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию ; ред.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2010. – С. 271–275.

9. **Беспалова, Е. В.** Протеиновые добавки для питания спортсменов / **Е. В. Беспалова, О. В. Дымар, И. В. Миклук** // Инновационные процессы в АПК : сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф. преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов, посвящ. 50-летию образования аграр. фак. РУДН, Москва, 13–15 апр. 2011 г. / Рос. ун-т дружбы народов ; редкол.: В. Г. Плющиков (отв. ред.) [и др.]. – М., 2011. – С. 78–80.

10. **Беспалова, Е. В.** Технология производства сбалансированного по аминокислотному составу продукта специализированного питания для спортсменов / **Е. В. Беспалова, О. В. Дымар, Т. А. Савельева** // Сборник научных трудов по материалам XV международной научно-практической конференции «Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых» / Яросл. гос. с.-х. акад. ; редкол.: П. И. Дугин (гл. ред.) [и др.]. – Ярославль, 2012. – С. 51–57.

11. Изучение технологических процессов при изготовлении новых высокобелковых жидких молочных продуктов специального назначения / **Е. В. Беспалова, О. В. Дымар, Т. А. Савельева, И. В. Миклук** // Актуальные и новые направления сельскохозяйственной науки : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 75-летию проф. А. Т. Фарниева, Владикавказ, 21 февр. 2012 г. : в 2 ч. / Горс. гос. аграр. ун-т ; редкол.: В. Х. Тимираев [и др.]. – Владикавказ, 2012. – Ч. 1. – С. 327–329.

12. Новый специализированный продукт для питания спортсменов / **Е. В. Беспалова, О. В. Дымар, Т. А. Савельева, И. В. Миклук** // Достижения молодых ученых: перспективы, технологии, инновации для развития АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Великие Луки, 18–19 апр. 2012 г. / Великолук. гос. с.-х. акад. – Великие Луки, 2012. – С. 124–129.

13. Оптимизация аминокислотного состава молочного сырья продукта специализированного для питания спортсменов / **Е. В. Беспалова, И. С. Мартынович, Т. А. Савельева, О. В. Дымар** // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. VIII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 26–27 апр. 2012 : в 2 ч. / Могилев. гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2012. – Ч. 1. – С. 234.

14. Применение селективных методов как способов деминерализации молочного сырья / **О. В. Дымар, И. С. Мартынович, Е. В. Беспалова, И. В. Миклук** // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 24–25 мая 2012 г. / Рос. акад. с.-х. наук, Краснодар. науч.-исслед. ин-т хранения и перераб. с.-х. продукции ; под общ. ред. Р. И. Шаззо. – Краснодар, 2012. – С. 162–166.

15. Миклух, И. В. Подбор рецептурного состава сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка, изготавливаемого способом распылительной сушки / И. В. Миклух, **Е. В. Беспалова**, Л. Н. Соколовская // Наука, питание и здоровье : материалы II междунар. конгр., Минск, 3–4 окт. 2019 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию ; ред.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск, 2019. – С. 309–317.

16. **Беспалова, Е. В.** Способы повышения термостабильности молочной сыворотки / **Е. В. Беспалова**, О. В. Дымар, И. В. Миклух // Молодежь в науке – 2019: аграрные, биологические, гуманитарные, медицинские, физико-математические, физико-технические науки, химия и науки о Земле : тез. докл. XVI Междунар. науч. конф. молодых ученых (Минск, 14–17 окт. 2019 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; ред.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2019. – С. 18–20.

17. **Беспалова, Е. В.** Термостабильность – важный показатель качества молочной сыворотки / **Е. В. Беспалова** // Научно-техническое обеспечение эффективности и качества производства продукции АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию ВНИИПП, Ржавки, 26 нояб. 2019 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т птицеперераб. пром-сти ; под ред. В. В. Гущина. – Ржавки, 2019. – С. 36–42.

Патент

18. Продукт специализированный белковый для питания спортсменов : пат. ВУ 19806 / **Е. В. Беспалова**, О. В. Дымар, Т. А. Савельева, И. В. Миклух, И. С. Мартынович. – Опубл. 28.02.2016.

Технические нормативно-правовые акты

19. Сыворотка молочная деминерализованная СД : ТУ ВУ 100098867.518-2019 / И. В. Миклух, Л. Н. Соколовская, **Е. В. Беспалова**. – Введ. 13.01.2020. – Минск : Ин-т мясо-молоч. пром-сти, 2019. – 20 с.

20. Коктейли молочные пастеризованные обогащенные белком «Лидер» : Извещение об изменении № 5 ТУ ВУ 100098867.337-2013 / Л. Н. Соколовская, И. В. Миклух, **Е. В. Беспалова**. – Введ. 21.09.2020. – Минск : Ин-т мясо-молоч. пром-сти, 2020. – 21 с.

21. Продукты молочные сухие с пониженным содержанием белка : ТУ ВУ 100098867.533-2020 / И. В. Миклух, Л. Н. Соколовская, **Е. В. Беспалова**. – Введ. 28.07.2020. – Минск : Ин-т мясо-молоч. пром-сти, 2020. – 22 с.

РЕЗЮМЕ

Беспалова Екатерина Владимировна

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ С ЦЕЛЮ СОЗДАНИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ПОВЫШЕННЫМ И ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА

Ключевые слова: молочные продукты с повышенным и пониженным содержанием белка, нанофильтрация, деминерализация, ультрафильтрация, термостабильность, творожная сыворотка.

Цель работы – разработка технологии комплексной переработки творожной сыворотки, позволяющей расширить ассортимент молочных продуктов с высокими потребительскими свойствами с повышенным и пониженным содержанием белка.

Методы исследования: стандартные физико-химические, микробиологические, органолептические, методы математического расчета и статистической обработки данных с использованием программного обеспечения, экспресс-метод определения термостабильности молочной сыворотки.

Полученные результаты и их новизна. Предложены новые технологические операции переработки творожной сыворотки, включающие нанофильтрационное концентрирование, электродиализное обессоливание с регулировкой термостабильности и активной кислотности с последующим ультрафильтрационным концентрированием для получения высокобелкового (с массовой долей белка более 50 % в сухом веществе) и низкобелкового (с массовой долей белка не более 4 % в сухом веществе) сырья, предназначенного для производства жидких молочных продуктов с повышенным до 6–12 % содержанием белка и сухих с пониженным до 10 % содержанием белка (в восстановленном продукте до 1 %).

Установлены эффективные дозировки стабилизирующих компонентов (цитратов/триполифосфатов натрия) в количестве от 0,25 до 2,00 % от содержания сухих веществ творожной сыворотки, изменяющиеся в зависимости от способа обработки и исходных показателей творожной сыворотки, при корректировке ее активной кислотности до 6,8–7,2 ед. рН, позволяющие получить термостабильную деминерализованную творожную сыворотку для использования в изготовлении молочных продуктов с повышенным содержанием белка.

Разработаны технологии производства сыворотки творожной деминерализованной термостабильной, молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка.

Рекомендации по использованию: разработана технология производства сыворотки творожной деминерализованной термостабильной, отличительной особенностью которой является этап повышения термостабильности, перерабатываемой на высоко- и низкобелковые смеси как сырья для молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка.

Область применения: молочная промышленность.

РЭЗІЮМЭ

Беспалава Кацярына Ўладзіміраўна КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРАПРАЦОЎКА ТВАРОГАВАЙ СЫРОВАТКІ З МЭТАЙ СТВАРЭННЯ МАЛОЧНЫХ ПРАДУКТАЎ З ПАВЫШАНЫМ І ПАЅЖАНЫМ УТРЫМАННЕМ БЯЛКУ

Ключавыя словы: малочныя прадукты з павышаным і паніжаным утрыманнем бялку, нанафільтрацыя, дэмінералізацыя, ультрафільтрацыя, тэрмастабільнасць, твараговая сыроватка.

Мэта працы – распрацоўка тэхналогіі комплекснай перапрацоўкі тварагавай сыроваткі, якая дазваляе пашырыць асартымент малочных прадуктаў з высокімі спажывецкімі ўласцівасцямі з павышаным і паніжаным утрыманнем бялку.

Метады даследавання: стандартныя фізіка-хімічныя, мікрабіялагічныя, арганалептычныя, метады матэматычнага разліку і статыстычнай апрацоўкі дадзеных з выкарыстаннем праграмага забеспячэння, экспрэс-метад вызначэння тэрмастабільнасці малочнай сыроваткі.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. Прапанаваны новыя тэхналагічныя аперацыі перапрацоўкі тварагавай сыроваткі, якія ўключаюць нанафільтрацыйнае канцэнтраванне, электрадыялізнае абясольванне з рэгуляваннем тэрмастабільнасці і актыўнай кіслотнасці з наступным ультрафільтрацыйным канцэнтраваннем для атрымання высакобялковай (з масавай доляй бялку больш за 50 % у сухім рэчыве) і нізкабялковай (з масавай доляй бялку не больш за 4% у сухім рэчыве) сыравіны, прызначанай для вытворчасці вадкіх малочных прадуктаў з павышаным да 6–12 % утрыманнем бялку і сухіх з паніжаным да 10% утрыманнем бялку (у адноўленым прадукце да 1 %).

Устаноўлены эфектыўныя дазоўкі стабілізуючых кампанентаў (цытратаў/трыполіфасфатаў натрыю) у колькасці ад 0,25 да 2,00 % ад утрымання сухіх рэчываў тварагавай сыроваткі, зменлівыя ў залежнасці ад спосабу апрацоўкі і зыходных паказчыкаў тварагавай сыроваткі, пры карэктыроўцы яе актыўнай кіслотнасці да 6,8–7,2 адз. рН, якія дазваляюць атрымаць тэрмастабільную дэмінералізаваную тварагавую сыроватку для выкарыстання ў вырабе малочных прадуктаў з павышаным утрыманнем бялку.

Распрацаваны тэхналогіі вытворчасці тварагавай сыроваткі дэмінералізаванай тэрмастабільнай, малочных прадуктаў з павышаным і паніжаным утрыманнем бялку.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: распрацавана тэхналогія вытворчасці сыроваткі тварагавай дэмінералізаванай тэрмастабільнай, адметнай асаблівасцю якой з'яўляецца павышэнне стабільнасці да высокатэмпературных апрацовак, якая перапрацоўваецца на высока - і нізкабялковыя сумесі як сыравіны для малочных прадуктаў з павышаным і паніжаным утрыманнем бялку.

Вобласць ужывання: малочная прамысловасць.

SUMMARY

Bespalova Katsiaryna Vladimirovna

COMPLEX PROCESSING OF CURD WHEY IN ORDER TO CREATE DAIRY PRODUCTS WITH HIGH AND LOW PROTEIN CONTENT

Keywords: dairy products with high and low protein content, nanofiltration, demineralization, ultrafiltration, thermal stability, curd whey.

Purpose of work – development of a technology for complex processing of curd whey, which allows expanding the range of dairy products with high consumer properties with increased and reduced protein content.

Research methods: standard physico-chemical, microbiological, organoleptic, methods of mathematical calculation and statistical data processing using software, express method for determining the thermal stability of whey.

Obtained results and their novelty. New technological operations for processing curd whey are proposed, including nanofiltration concentration, electro dialysis desalination with regulation of thermal stability and active acidity, followed by ultrafiltration concentration to obtain high-protein (with a mass fraction of protein more than 50 % in dry matter) and low-protein (with a mass fraction of protein no more than 4 % in dry matter) raw materials, intended for the production of liquid dairy products with an increased protein content of 6-12 % and dry ones with a reduced protein content of up to 10% (in the reduced product up to 1 %).

Effective dosages of stabilizing components (citrates/sodium triphosphates) in the amount of 0.25 to 2.00 % of the dry matter content of curd whey, varying depending on the processing method and the initial parameters of curd whey, with an adjustment of its active acidity to 6.8–7.2 units of pH, allowing to obtain a thermally stable demineralized curd whey for use in the manufacture of dairy products with a high protein content.

Technologies for the production of demineralized thermally stable curd whey, dairy products with high and low protein content have been developed.

Recommendations for use: A technology has been developed for the production of demineralized thermally stable curd whey, a distinctive feature of which is an increase in stability to high-temperature treatments, processed into high-and low-protein mixtures as raw materials for dairy products with high and low protein content.

Area of application: dairy industry.

Подписано в печать 13.10.2021 г. Формат 60×84 1/16
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 1,32. Уч. –изд. л. 1,19. Тираж 60 экз. Заказ 129.

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий №1/249 от 27.03.2014.
Партизанский пр., 172, 220075, Минск.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика.
Отпечатано в типографии РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»
220049, г. Минск, ул. Кнорина, 1, корп. 3.