**Вобликова Татьяна Владимировна. Научно-практические аспекты использования козьего и овечьего молока в производстве сыров и цельномолочных продуктов с иммобилизованными культурами бифидобактерий: автореферат дис. ... доктора Технических наук: 05.18.04 / Вобликова Татьяна Владимировна;[Место защиты: ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»], 2020**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кемеровский государственный университет»

На правах рукописи

**Вобликова Татьяна Владимировна**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЗЬЕГО
И ОВЕЧЬЕГО МОЛОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРОВ
И ЦЕЛЬНОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ
С ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ КУЛЬТУРАМИ БИФИДОБАКТЕРИЙ**

1. - Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени доктора технических наук

**Научный консультант:**

доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН **Просеков Александр Юрьевич**

Кемерово, 2020

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 6](#bookmark4)

[ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР 17](#bookmark6)

1. [Анализ состояния и перспективы развития промышленного разведения](#bookmark8) [молочных овец и коз в Российской Федерации и мировые тенденции развития](#bookmark8)

отрасли 17

1. Изучение опыта промышленной переработки овечьего молока, 28

на примере высокоэффективных хозяйств Краснодарского края и Республики Азербайджан 28

1. [Характеристика козьего и овечьего молока как объекта исследований для](#bookmark15)

[производства молочных продуктов 30](#bookmark17)

1. [Жирнокислотный состав липидов молока в оценке аутентичности его видов 35](#bookmark18)
2. [Перспективы использования процесса иммобилизации пробиотических](#bookmark21)

культур в производстве молочных продуктов 40

1. [Способы микрокапсулирования бифидобактерий 54](#bookmark24)
2. [Селекция устойчивых штаммов микроорганизмов для внесения в молочные](#bookmark25)

продукты 58

1. [Заключение по литературному обзору 66](#bookmark28)

[ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ 70](#bookmark30)

1. [Организация выполнения работы и схема проведения исследований 70](#bookmark33)
2. [Объекты исследований 74](#bookmark35)
3. [Методы исследований 75](#bookmark36)

ГЛАВА 3. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОВЕЧЬЕГО И КОЗЬЕГО МОЛОКА ДЛЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ 105

* 1. [Исследование жирнокислотного состава козьего, овечьего и коровьего](#bookmark46)

молока 105

* 1. [Особенности состава белков козьего, овечьего и коровьего молока 121](#bookmark50)
	2. [Заключение по третьей главе 126](#bookmark51)

[ГЛАВА 4 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИМЕНЕНИЯ](#bookmark53) [МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР И](#bookmark53) [РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ](#bookmark53) [МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ](#bookmark53) [БИФИДОБАКТЕРИЯМИ 128](#bookmark53)

1. [Обоснование выбора способа и носителя для иммобилизации](#bookmark55)

[бифидобактерий 129](#bookmark57)

1. [Изучение влияния условий микрокапсулирования на физико-технологические](#bookmark58)

характеристики микрокапсул 137

1. [Оценка характеристик полученных микрокапсул 145](#bookmark61)
2. [Оптимизация технологических параметров получения микрокапсул с](#bookmark62)

[бифидобактериями 147](#bookmark64)

1. [Определение выживаемости бифидобактерий в альгинатной матрице в](#bookmark65)

[модели желудка и кишечника 152](#bookmark67)

1. [Оптимизация структуры полимерных комплексов и исследование](#bookmark68)

морфологических особенностей микрокапсул 158

1. [Заключение по четвертой главе 168](#bookmark70)

[ГЛАВА 5 ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ](#bookmark72) [МИКРОКАПСУЛ С ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ БИФИДОБАКТЕРИЯМИ .... 170](#bookmark72)

1. [Результаты наблюдений и токсикологических исследований 170](#bookmark75)
2. [Определение безвредности и «острой токсичности» 173](#bookmark77)
3. [Определение хронической токсичности 175](#bookmark78)
4. [Раздражающая активность микрокапсул in vivo 178](#bookmark81)
5. [Заключение по пятой главе 180](#bookmark83)

ГЛАВА 6 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ 182

НА ФОРМИРОВАНИЕ КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА 182

1. [Исследование влияния технологических факторов на качественные](#bookmark87)

характеристики ферментированных напитков из козьего молока 182

1. [Исследование влияния технологических факторов на качественные](#bookmark89)

характеристики ферментированного напитка из овечьего молока 187

1. [Разработка оптимальных технологических параметров производства](#bookmark91)

микрокапсул с активизированной культурой *Bifidobacterium bifidum* 791 190

1. [Исследование показателей качества и безопасности ферментированного](#bookmark93)

напитка 191

1. [Исследование сохранения жизнеспособности бифидобактерий в процессе](#bookmark95)

хранения ферментированного молочного напитка из овечьего молока 196

1. [Заключение по шестой главе 197](#bookmark97)

[ГЛАВА 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ И ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ НАПИТКОВ ИЗ КОЗЬЕГО И ОВЕЧЬЕГО МОЛОКА 201](#bookmark99)

1. [Влияние заквасочных культур на изменение профиля жирных кислот в сыре из](#bookmark100)

[овечьего молока типа камамбер 201](#bookmark102)

1. [Определение влияния технологических факторов на качественные](#bookmark103)

характеристики полутвердого сыра из овечьего молока 203

1. [Исследование трансформации жирнокислотного состава козьего и при](#bookmark105)

[производстве йогурта 205](#bookmark107)

1. [Заключение по седьмой главе 211](#bookmark108)

[ГЛАВА 8. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ](#bookmark110)

РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ 213

[8.1 Технологический процесс производства полутвердых сыров из овечьего молока 213](#bookmark113)

1. Применение иммобилизованных бифидобактерий в производстве сыров

термокислотным способом 217

1. [Практическая реализация разаработанных технологий 221](#bookmark117)
2. [Заключение по восьмой главе 223](#bookmark119)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 226](#bookmark120)

[Библиографический список 229](#bookmark121)

ПРИЛОЖЕНИЯ 274

Приложение 1 275

Приложение 2 276

Приложение 3 277

Приложение 4 279

Приложение 5 280

Приложение 6 316

Приложение 7 318

Приложение 8 319

Приложение 9 320

Приложение 10 321

Приложение 11 322

Приложение 12 323

Приложение 13 324

Приложение 14 325

Приложение 15 326

Приложение 16 327

Приложение 17 328

Приложение 18 329

Приложение 19 330

Приложение 21 332

Приложение 22 333

Приложение 23 334

**ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность темы исследования.** Обеспечение населения высококачественными и безопасными продуктами является важной задачей социальной политики государства на основании распоряжения Правительства Российской Федерации «Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года» и «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г.». Создание рациональных технологий биологически полноценных, высококачественных продуктов является актуальным и приоритетным направлением современной молочной промышленности.

Использование в производстве молочных продуктов профилактической направленности из козьего и овечьего молока, имеющих высокую биологическую и пищевую ценность, представляет определенный научный и практический интерес.

В последние десятилетия ввиду роста числа хронических заболеваний и установления их причинной связи с несбалансированным питанием к пищевым продуктам стали относиться и как к эффективному средству поддержания физического и психического здоровья и снижения риска возникновения многих заболеваний.

Нутрицевтики - это новая категория продуктов питания, определяемая как диетические элементы, которые могут обеспечить пользу для здоровья, выходящую за рамки основных пищевых ценностей, способствуя повышению качества жизни. Пробиотические микроорганизмы включены в широкий спектр продуктов питания для укрепления здоровья человека. Пробиотики должны присутствовать в количестве > 10 6 КОЕ/г в пищевом продукте до времени потребления, чтобы обеспечить положительное влияние на здоровье человека.

Восприимчивость пробиотиков к низким pH и высокой температуре ограничивает их использование в качестве нутрицевтиков. Некоторые факторы негативного воздействия при пероральной доставке активных компонентов можно преодолеть с помощью методов микроинкапсулирования, которые могут принести в пищевую промышленность новые системы доставки для обогащения пищевых продуктов и напитков нутрицевтиками. Микро- и наноинкапсулирование нутрицевтиков может обеспечить ряд преимуществ в отношении стабильности вводимых активных компонентов. Научным основам получения

биодеградируемых микрокапсул на основе природных полимеров с биологически активными компонентами посвящено значительное количество теоретических и экспериментальных работ, однако применительно к молочному производству данная проблема еще недостаточно изучена, и до сих пор остается открытым вопрос об иммобилизации бифидобактерий в структуру гидрогелей и трансфере биодеградируемых микрокапсул в пищевой матрице молочного продукта.

Изучение перечисленных аспектов позволяет сформулировать новые теоретические положения, внести уточнения в существующие, а также разработать принципы получения молочных продуктов с иммобилизованными пробиотическими культурами.

Состояние здоровья современного человека в значительной степени определяется характером, уровнем и структурой питания, в которых очень часто встречаются нарушения в результате влияния экологических, социальных и других факторов [74].

Молочные продукты занимают лидирующую позицию в рационе питания разновозрастных групп населения как источник биологически ценных веществ, среди которых выделяются такие нутриенты, как минеральные вещества и витамины с отведенной им особой ролью среди всех пищевых веществ, необходимых для обеспечения жизненно важных функций организма.

Принимая во внимание, что пищевой промышленности необходимо расширить предложение потенциально функциональных продуктов на рынке, интерес представляет изучение характеристик козьего и овечьего молока в качестве альтернативной пищевой матрицы для производства молочных продуктов.

Физико-химические и пищевые характеристики козьего и овечьего молока могут быть выгодными для производства продуктов, содержащих пробиотические бактерии и пребиотические ингредиенты, которые являются основными категориями функционального рынка продуктов питания. Исходя из этой технологической тенденции, актуальным является рассмотрение характеристик и преимуществ козьего и овечьего молока как потенциально функциональной пищи.

Продукты, содержащие пребиотики и пробиотики, оказывающие положительное воздействие на организм человека, при их регулярном употреблении являются частью новой рыночной ниши, которая направлена на признание потребителями, удовлетворение спроса и принятие ее. В настоящее время потребители уделяют большое внимание питанию и качеству пищи, которую они едят, тем самым увеличивая спрос на «здоровую» пищу [11, 93, 147, 162, 236, 363]. Популярность молочных продуктов, содержащих пробиотические бактерии или пребиотические компоненты для этих бактерий, неотъемлемо связана с благоприятными физиологическими эффектами [212, 228, 404, 408].

В связи с чем актуальным является обеспечение населения нутриентами для поддержания здоровья и трудоспособности на высоком уровне путем разработки обогащенных продуктов и использования их для регулярного питания.

При этом важным является использование новых направлений в технологии обогащенных молочных продуктов, таких как нано- и биотехнологии.

Биополимерные нано- и микрочастицы, изготовленные из белков или полисахаридов, могут быть использованы в качестве систем доставки или для модуляции физико-химических и сенсорных характеристик пищевых продуктов. Разработанная коллоидная система твердых частиц находит все более широкое применение в пищевой промышленности для применения в качестве инкапсулирующих систем или для модуляции физико-химических и сенсорных свойств пищевых продуктов [150, 222, 223, 307, 309, 336, 401]. Чтобы быть коммерчески жизнеспособными, эти системы должны быть полностью подготовлены из пищевых ингредиентов с использованием экономически выгодных и надежных операций по обработке. Одним из наиболее перспективных путей получения коллоидных частиц пищевого класса является создание частиц биополимера из белков и/или полисахаридов [173, 192, 218, 271, 302, 321, 323]. Нано- и микромасштабные биополимерные частицы могут быть созданы из белков и полисахаридов с использованием ряда различных физико-химических принципов, включая контролируемое комплексообразование, сегрегацию, гелеобразование или разрушение. Эти биополимерные частицы должны быть тщательно спроектированы и изготовлены таким образом, чтобы они проявляли требуемые функциональные характеристики в конечном продукте, например, оптические, реологические свойства, характеристики высвобождения, свойства инкапсуляции и физико-химическую стабильность. Большое количество исследований было сосредоточено на изучении поведения белковых и белково­полисахаридных систем, их потенциале для образования частиц биополимера [153, 173, 210, 399]. Функциональные характеристики биополимерной частицы, в конечном счете, зависят от ее состава, физико-химических свойств и структурных характеристик. Поэтому интерес представляют наиболее важные характеристики частиц биополимера и их связь с физико-химическими и сенсорными свойствами пищевых продуктов. Состав и структура частиц биополимера могут быть рационально разработаны для получения желаемых функциональных характеристик.

Все вышеизложенное позволяет считать актуальным проведение исследований по разработке альтернативных технологий молочных продуктов на основе козьего и овечьего молока и молочных продуктов с использованием иммобилизованных бифидобактерий, полученных в результате применения методов микро- и наноинкапсулирования.

**Степень разработанности темы.** Исследования козьего и овечьего молока и продуктов на их основе, проведенные С. Ф. Аполоховой, С. М. Кунижевым, П. А. Омельянчуком, С. В. Симоненко, О. А. Суюнчевым, Т. Л. Остроумовой, позволяют перейти на технологии производства продуктов здорового и

профилактического питания. Современное состояние и перспективы развития биотехнологий функциональных и обогащенных пищевых продуктов

представлены в исследованиях В. И. Ганиной, З. Х. Диланяна, Н. И. Дунченко, Н. Н. Липатова, А. Н. Петрова, С. А. Рябцевой, А. А. Майорова, В. Д. Харитонова, А. Г. Храмцова, И. А. Хамагаевой и других российских ученых.

Работа выполнена в рамках программы «Старт» Фонда содействия инновациям по договору № 1402/ГС1/22672 от 20.07.2016 г.; ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (контракт с Министерством сельского хозяйства Ставропольского края 199/16 от 02.09.2016; договор N2 1299 от 13.09.2017); ФГБОУ ВО КемТИПП (договор №2 02/2016 от 20.06.2016; договор №2 07/2016 от 05.11.2016).

**Цель и задачи исследований.** Целью диссертационной работы является расширение предупредительных мер фальсификации козьего и овечьего молока путем разработки научных аспектов и практической реализации способов его видовой идентификации, исследование и разработка альтернативных технологий молочных продуктов на основе козьего и овечьего молока и биотехнологии молочных продуктов с использованием современных методов микрокапсулирования бифидобактерий.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

* исследовать жирнокислотный и аминокислотный состав козьего и овечьего молока;
* исследовать молекулярные массы белковых фракций молока коз и овец;
* изучить влияние технологических факторов на трансформацию жирнокислотного и аминокислотного профиля исходного сырья и молочных продуктов;
* разработать способ получения микрокапсул с иммобилизованными бифидобактериями;
* исследовать выживаемость иммобилизованных пробиотических микроорганизмов и их высвобождения в условиях in vitro, имитирующих процесс пищеварения у человека;
* исследовать физико-химические, микробиологические показатели и показатели безопасности микрокапсул;
* разработать технологические принципы применения иммобилизованных бифидобактерий в производстве молочных продуктов;
* использовать полученные в работе результаты для внедрения на предприятиях пищевой и биотехнологической промышленности.

**Научная концепция.** С целью развития теории и практики выявления видовой принадлежности молока и качественной фальсификации предложен способ видовой идентификации молока на основе анализа жирнокислотного состава с применением газовой хроматографии и анализа молекулярной массы белковых фракций молока электрофоретическим методом в агарозном геле. Данный подход позволит обеспечить потребителя безопасной и качественной продукцией и предупредить реализацию на потребительском рынке фальсифицированных товаров. Разработаны альтернативные технологии молочных продуктов на основе теоретического обоснования технологического использования козьего и овечьего молока для расширения ассортимента молочных продуктов и технологии новых молочных продуктов с использованием современных методов микрокапсулирования бифидобактерий.

**Научная новизна.** Получены новые данные о составе молока коз зааненской породы и овец пород лакон, манычский меринос, джалгинский меринос, мясной меринос, советский меринос, северокавказская с применением газовой хроматографии и электрофореза в агарозном геле, в том числе о молекулярной массе белковых фракций и их относительном содержании в составе белков молока, аминокислотных и липидных профилей. Сделаны выводы о возможности применения полученных данных о биохимических особенностях состава молока различных видов животных для определения его аутентичности.

Научно обоснована и экспериментально доказана высокая эффективность применения разработанного способа иммобилизации *Bifidobacterium bifidum 791, Bifidobacterium longum,* микрокапсулирования в структуре альгината натрия, резистентного крахмала, натрий карбоксиметилцеллюлозы. Обоснован выбор природного полимера для иммобилизации бифидобактерий и способ иммобилизации. Экспериментально установлено влияние условий микрокапсулирования на физико-технологические характеристики микрокапсул. Изучена безопасность микрокапсул с иммобилизованными бифидобактериями в опытах на животных. Исследована жизнеспособность культуры *Bifidobacterium bifidum* 791 в свободной и инкапсулированной форме при хранении в ферментированном напитке из овечьего молока.

Исследовано влияние технологических факторов на трансформацию жирнокислотного и аминокислотного профиля исходного сырья и формирование качественных характеристик молочных продуктов.

Разработана принципиальная технологическая схема новых видов молочных ферментированных напитков с использованием бифидобактерий, иммобилизованных микрокапсулированием.

Разработаны альтернативные технологии молочных продуктов в результате теоретического обоснования технологического использования козьего и овечьего молока для расширения ассортимента молочных продуктов.

**Теоретическая значимость работы.** Результаты по разработке способа видовой идентификации молочного сырья на основе анализа жирнокислотного состава и анализа молекулярной массы белковых фракций молока электрофоретическим методом в системе горизонтального электрофореза в агарозном геле являются вкладом в развитие методологической базы товароведческой экспертизы при подтверждении соответствия подлинности. На основе анализа жирнокислотного состава и фракционного состава белков козьего и овечьего молока показаны особенности жирнокислотного профиля и фракционного состава белков изучаемых видов молока, что дает понимание о возможности использования биохимических особенностей в практическом товароведении по видовой идентификации молочного сырья различных видов животных. Теоретически обосновано технологическое использование овечьего и козьего молока для расширения ассортимента молочных продуктов и продуктов с применением современных методов микрокапсулирования бифидобактерий.

**Практическая значимость работы.** На основе теоретических и экспериментальных исследований сформулированы требования к технологическим процессам, связанным с получением молочных продуктов с использованием козьего и овечьего молока и молочных продуктов с применением современных методов микрокапсулирования бифидобактерий для сохранения их жизнеспособности в процессе производственного цикла продукта и трансфера бифидобактерий в организм человека в матрице молочного продукта. Техническая новизна разработанных технологических решений подтверждена патентами РФ № 2491824 «Способ производства мягкого сыра с функциональными свойствами», № 2509474 «Способ производства мягкого сыра», № 2650645 «Способ получения микрокапсул с бифидобактериями».

Разработаны технологии мягких сыров из козьего молока или смеси козьего и коровьего молока, утверждена нормативная документация для производства сыров СТО 9225-30440630-001-2012; разработаны технологии мягких сыров из козьего молока «Адыгейские традиции» и «Южная козочка», утверждена нормативная документация для их производства ТУ 9225-001-00493221-2015; разработаны технологии ферментированных молочных напитков и полутвердого сыра, сыра типа камамбер из овечьего молока или смеси козьего и овечьего молока и нормативная документация для их производства СТО 02030057-0-2019 и ТУ 10.51-001-0178300586-2019. В технические документы внесены методики контроля молочного сырья с использованием газовой хроматографии и анализа молекулярной массы белковых фракций молока электрофоретическим методом в системе горизонтального электрофореза в агарозном геле.

Результаты исследований прошли успешные испытания в ООО «Лаборатория инновационных технологий», г. Омск; ООО «ВЕРШИНА- ЮГ», г. Ставрополь; ООО «Муслим 1», д. Малое Верево Гатчинского района Ленинградской области; ООО «БИОМИЛКЮГ», г. Ставрополь, на

производственной базе индивидуального предпринимателя Светогоровой Натальи Ивановны, станица Ессентукская Предгорного района Ставропольского края.

Золотой медалью и дипломом Всероссийской агропромышленной выставки отмечена разработанная технология мягких сыров из козьего молока с функциональными свойствами (г. Москва, 2012 г.).

Серебряной медалью и дипломом лауреата международного конкурса «Лучший продукт-2013» на 20-й Международной выставке продуктов питания, напитков и сырья для их производства «ПРОДЭКСПР-2013» (г. Москва, 2013 г.) отмечен сыр мягкий «Фитосыр из козьего молока».

Золотой медалью и дипломом 7-го Международного биотехнологического форума-выставки «РосБиоТех-2013» (г. Москва, 2013 г.) отмечены результаты научных исследований по теме «Использование фитокомпонентов лекарственных и пряноароматических растений в производстве мягких сыров как возможного источника эссенциальных факторов».

Золотой медалью и дипломом I степени конкурса «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года» в рамках Международной выставки инноваций HI-TECH (г. Санкт-Петербург, 2015 г.) отмечена разработка рациональной импортозамещающей технологии молочных продуктов с функциональными свойствами.

Золотой медалью и дипломом XI Международного биотехнологического форума-выставки «РосБиоТех-2017» (г. Москва, 2017 г.) отмечена разработанная технология ферментированных молочных напитков с функциональными свойствами с использованием иммобилизованных пробиотических культур микроорганизмов.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой диссертации являются труды отечественных и зарубежных исследователей - работы по развитию ассортимента молочных продуктов из козьего и овечьего молока и молочных продуктов с использованием в составе пробиотических культур. В исследованиях использовались общепринятые, стандартные и оригинальные методы (электрофорез, газовая хроматография). Многочисленные экспериментальные данные обработаны методами математической статистики с использованием программы Excel, Statistic 6, HyperChem, Statistic Neural Networks V4.1.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Результаты исследований жирнокислотного и аминокислотного состава козьего и овечьего молока и влияние технологических факторов на трансформацию жирнокислотного и аминокислотного профиля исходного сырья и молочных продуктов.
2. Экспериментальные доказательства возможности применения анализа жирнокислотного состава с применением газовой хроматографии и анализа молекулярной массы белковых фракций молока электрофоретическим методом в агарозном геле для видовой идентификации молока.
3. Результаты исследований влияния технологических факторов получения микрокапсул и компонентного состава на стабильность оболочки микрокапсулы и жизнеспособность бифидобактерий.
4. Способ получения микрокапсул с бифидобактериями из природных биодеградируемых материалов.
5. Принципиальная схема биотехнологии производства ферментированных молочных напитков с использованием бифидобактерий, иммобилизованных в структуре микрокапсул.

**Степень достоверности и апробация результатов.**

Степень достоверности результатов работы обеспечивается глубиной проработки исследований отечественных и зарубежных ученых по изучаемой проблеме, набором инструментов, способов и приемов научного исследования, применением методов графического отражения функциональных зависимостей и схематичным представлением результатов. Все опыты были выполнены не менее чем в трех повторностях. Объективность выбора количества повторностей опытов и минимальный объем выборки при получении результатов представленных исследований определялись на основании статистической обработки экспериментальных данных, обеспечивающих статистическую надежность 0,95 (или 95 %) и уровень значимости < 0,05 (или 5 %).

Основные результаты работы докладывались на всероссийских и международных конференциях, симпозиумах и семинарах: Воронеж (2010), Владикавказ (2012), Москва (2013), Чита (2013), Волгоград (2014), Ставрополь (2015), Красноярск (2016), Новосибирск (2017), Великие Луки (2018), Иваново (2018), Иркутск (2018), Ижевск (2018), Краснодар (2018), Горки (2018), Барнаул (2018), а также размещены в журналах международных баз цитирования Agris, Scopus, Web of Science.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из следующих основных разделов: введение, обзор литературы, объекты и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы, список использованных источников и приложения. Основное содержание работы изложено на 228 страницах машинописного текста, содержит 31 таблицу и 64 рисунка. Список литературы включает 41 1 источников.

**Личное участие автора.** Представленная работа является обобщением результатов научных исследований, проведенных в период с 2010 по 2019 год. Личное участие автора заключается в теоретическом обосновании актуальности исследований, формулировании цели, постановке задач, планировании и выполнении экспериментов, обработке полученных данных, формировании выводов, подготовке материалов к публикации, разработке нормативной документации, производственной апробации

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании анализа отечественной и зарубежной информации, а также многочисленных результатов собственных исследований обоснована и предложена концепция получения и обогащения молочных продуктов бифидобактериями, иммобилизованными микрокапсулированием, которая заключается в подготовке бактериального концентрата бифидобактерий, их концентрации центрифугированием, иммобилизации бифидобактерий в структуре природного биоразлагаемого нетоксичного полимера, обогащении молочных продуктов микрокапсулами.

Исследована корреляционная связь между жирными короткоцепочечными кислотами, ненасыщенными жирными кислотами с длинными цепями и индексом атерогенности. Определены показатели качества липидов: атерогенный индекс, тромбогенный индекс, соотношение между гипохолестеринемическими и гиперхолестеринемическими жирными кислотами, соотношение ю-б/ю-3. Наилучшее соотношение ю-6/ю-3 для здоровья человека отмечено в молоке овец породы джалгинский меринос 3,98:1. Приемлемым соотношением 5:1 характеризовалось молоко овец пород лакон, северокавказская и мясной меринос. С учетом совокупности исследуемых показателей качества липидов молоко овец породы джалгинский, мясной меринос, северокавказская и лакон имеет наиболее желательный профиль жирных кислот для здоровья человека. Изменение состава жирных кислот в пищевых продуктах жвачных животных дает возможность согласовать потребление жирных кислот в питании людей с политикой общественного здравоохранения без необходимости существенных изменений в привычках питания.

Изучены особенности профиля жирных кислот. Предложенные соотношения могут быть использованы для определения фальсификации козьего и овечьего молока путем замены молоком других видов животных. Выявлена взаимосвязь

породы овец и некоторых жирных кислот в жирнокислотном профиле липидов овечьего молока. Определены значимые жирные кислоты (С4:0, С6:0, С 10:0, С12:0, С14:0, С16:0, C18:1n9c), которые могут быть использованы для идентификации породы овец и для определения фальсификации овечьего молока и молочных продуктов из него в пищевой промышленности. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что для идентификации овечьего молока вместе с особенностями жирнокислотного профиля можно рассматривать соотношения жирных кислот: капроновая/масляная (С6:0/С4:0),

лауриновая/каприновая (С12:0/С10:0), пальмитиновая/лауриновая (С16:0/С12:0), стеариновая/лауриновая (С18:0/С12:0), олеиновая/лауриновая (С18:1/С12:0).

Разработан способ получения микрокапсул с замкнутой поверхностью заданных размеров на основе нетоксичных полимеров природного происхождения. Лиофилизированные микрочастицы имели средний диаметр 150 мкм (матрица из альгината и резистентного крахмала) и 97 мкм (альгинатная матрица). Для повышения стабильности микрокапсул и сохранения жизнеспособности бифидобактерий в состав матрицы дополнительно был введен резистентный крахмал, что позволило обеспечить сохранение жизнеспособности пробиотической культуры до 87 % при прохождении модельных сред желудка и кишечника человека. Полученные данные подтверждают эффективность разработанного способа трансфера при пероральной доставке иммобилизованных бифидобактерий в концентрациях, способных обеспечить положительное влияние на организм человека.

Изучена безопасность микрокапсул с иммобилизованными бифидобактериями в опытах на животных и представлены данные о возможности (безопасности) их введения человеку в соответствии с требованиями МУК 4.2.2602-10 при использовании коммерческого пробиотического препарата с новым составом компонентов готовой формы.

В результате экспериментальной оценки токсикологических и дермонекротических свойств установлено, что микрокапсулы, состоящие из природных биодеградируемых полимеров, содержащие бифидобактерии, являются безвредными для белых мышей SHK-линии обоего пола.

Микрокапсулы не обладают хронической токсичностью для белых мышей SHK-линии обоего пола мышей весом 14 г при пероральном введении микрокапсул в течение 14 дней в дозе 2,14^105 КОЕ. В результате проведения оценки дермонекротических свойств микрокапсул установлено, что в разведенном виде 1:5 в дозе 2х107 КОЕ/г они оказывают слабое раздражающее действие на глаза, что относится по ГОСТ 1.12.007-76 к 4 классу опасности.

Разработана технология кисломолочных ферментированных напитков и сыров, обогащенных иммобилизованными в структуре микрокапсул бифидобактериями. Оптимизированы параметры получения и использования микрокапсул с бифидобактериями в производстве молочных продуктов с учетом требования ТС ТР 033/2013.