

Соколова Ольга Вячеславовна

**РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ
ФОРМИРОВАНИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ БИОСИСТЕМ**

4.3.3 – Пищевые системы

4.3.5 – Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Москва, 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (ФГАНУ «ВНИМИ»)

Научный консультант:

доктор технических наук
Агаркова Евгения Юрьевна

**Официальные
оппоненты:**

Янковская Валентина Сергеевна
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры управления
качеством и товароведения
продукции ФГБОУ ВО «Российский
государственный аграрный
университет – МСХА имени К.А.
Тимирязева»

Волкова Галина Сергеевна
доктор технических наук,
заведующая отделом биотехнологии
ферментов, дрожжей, органических
кислот и БАД ВНИИПБТ - филиал
ФГБУН «ФИЦ питания,
биотехнологии и безопасности пищи»

Свириденко Галина Михайловна
доктор технических наук

Ведущая организация:

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

Защита состоится «21» мая 2026 г. в 10 часов 00 минут на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 24.1.515.01 при ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» по адресу 115093, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, к.7, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности». Полный текст диссертации размещен в сети Интернет на официальном сайте ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» <http://www.vnimi.org>.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 года.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент

Т.С. Бычкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Молочные, кисломолочные и ферментированные продукты на молочной основе входят в базовую потребительскую корзину и играют важную социально-экономическую роль. По данным Росстата, в структуре производства молока и молочной продукции преобладает цельномолочная (89%), из них на долю кисломолочных продуктов, приходится всего 4,36%.

Развитие производства и обеспечение качества продукции пищевой и перерабатывающей промышленности осуществляется в соответствии с основополагающими Стратегическими задачами и приоритетами, озвученными в Стратегии НТР РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 28.02.2024г. №145, приоритет Н4 в части «хранения и эффективной переработки сельскохозяйственной продукции, создания безопасных и качественных, в том числе, функциональных продуктов питания». Основу Стратегии повышения качества пищевой продукции, утвержденной распоряжением правительства РФ №1364-р от 29.06.2016г составляет положение о том, что обеспечение качества пищевой продукции является составляющей укрепления здоровья и увеличения продолжительности жизни населения.

В основе подобных разработок, как правило, лежит предпосылка совершенствования повседневного питания человека и миссия восполнения дефицитных нутриентов при общем разнообразии рациона. По своей сути абсолютно большинство молочных продуктов представляют собой биосистему, обладающую уникальными свойствами. Подобные продукты можно отнести к категории здорового питания, на них постоянно увеличивается потребительский спрос, как на питательно-ценную, полезную и экологически чистую продукцию.

По данным Россельхознадзора на текущий момент, зарегистрировано более 2000 препаратов для ветеринарного применения (ксенобиотиков). Из обнародованных данных результатов мониторинговых исследований видно, что в продуктах питания, в частности молоке, периодически обнаруживаются наличие данных веществ, что гарантированно, может привести не только к ухудшению качества и безопасности молока, но и к технологическим проблемам, в частности связанных с его сквашиванием, и, как следствие, невозможности формирования биосистем.

В связи с этим, исследования принципов формирования, проектирования и моделирования кисломолочных пищевых биосистем в контексте с особенностями технологии многокомпонентных кисломолочных продуктов и рассмотрение факторов, дестабилизирующих их качество и безопасность, а также, разработка ассортимента кисломолочных продуктов с экструдированной мукой зерновых, злаковых, бобовых и травянистых культур, обладающих улучшенным комплексом свойств и системное обеспечение технологичности их производства, является актуальным.

Степень разработанности темы исследований.

Вопросами создания научных основ разработки функциональных продуктов на молочной основе с проектируемым комплексом свойств, в т.ч. сложного сырьевого состава и ферментированных, а также, проблемами безопасности производства молочной продукции, занимались многие ученые, среди которых можно выделить: Гаврилову Н.Б., Ганину В.И.; Донскую Г.А.; Дунченко Н.И.; Евдокимова И.А.; Зобкову З.С.; Красулю О.Н.; Липатова Н.Н. (мл.); Мусину О.Н.; Остроумова Л.А.; Просекова А.Ю., Рогова И.А.; Рожкову И.В.; Семенихину В.Ф.; Свириденко Г.М.; Харитонов В.Д., Carla P Vieira, Lee H Thierry A, Turpin W и других.

Целью работы является развитие системного подхода к формированию кисломолочных биосистем с учетом детекции ксенобиотиков, в составе контр-факторов технологического процесса и интегрирования полученных данных в систему контроля молока и технологию многокомпонентных кисломолочных продуктов.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- Провести теоретические исследования принципов формирования, проектирования и моделирования пищевых биосистем в контексте с особенностями технологии многокомпонентных кисломолочных продуктов и рассмотреть факторы, дестабилизирующих их качество и безопасность.
- Установить взаимосвязь системообразующих факторов и сформировать модель, как совокупность математических описаний.
- Исследовать симбиотические бактериальные сообщества кефирных грибков, как аспекта формирования естественных биосистем.
- Исследовать потенциал симбиогенности заквасочных культур и разработать модели формирования многокомпонентных кисломолочных пищевых биосистем на молочно-мучной основе
- Экспериментально подтвердить образование эмерджентных и неаддитивных свойств и характеристик в изучаемых многокомпонентных кисломолочных биосистемах.
- Разработать матрицу ранжирования факторов для контроля показателей безопасности молока и провести исследования влияния ксенобиотиков на формирование пищевых биосистем. Разработать программу ЭВМ для контроля ксенобиотиков в молоке и молочных продуктах.
- Разработать универсальный алгоритм производства многокомпонентных кисломолочных продуктов с мукой, осуществить комплексное изучение свойств модельных образцов продукта.
- Разработать частные технологии и документы по стандартизации на кисломолочные продукты с мукой и рекомендации по контролю ксенобиотиков в молоке и молочных продуктах.

Научная новизна

Разработана концепция, базирующаяся на методологии формирования кисломолочных биосистем.

Показана системообразующая роль экзополисахаридов в формировании естественных (на примере кефирных грибков) и созданных кисломолочных биосистем.

Получены закономерности формирования многокомпонентных кисломолочных пищевых биосистем на молочно-мучной основе.

Доказано образование неаддитивных и эмерджентных характеристик в изучаемых многокомпонентных кисломолочных пищевых биосистемах.

Разработана матрица ранжирования факторов для контроля показателей безопасности молока и предложены маркеры наличия ксенобиотиков в молоке в условиях неопределенности.

Разработан алгоритм технологического прогнозирования создания многокомпонентных кисломолочных продуктов.

Теоретическая и практическая значимость работы

Развиты методологические подходы к совершенствованию аспектов формирования кисломолочных биосистем, заключающиеся в том, что комбинирование молока с продуктами растительного происхождения, к которым относится мука, позволяет при определенных условиях, создавать биосистему, обладающую присущими ей свойствами эмерджентности и неаддитивности. Доказано, что контр-фактором формирования пищевых биосистем на молочной основе являются ксенобиотики, к которым относятся ветеринарные препараты, антибиотики и ингибирующие вещества.

Практическая значимость заключается в разработке универсального алгоритма получения многокомпонентных кисломолочных биосистем с учетом дестабилизирующих контр- факторов в виде наличия ксенобиотиков в молоке.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки широкого ассортимента кисломолочных продуктов, в том числе, многокомпонентных.

Разработаны документы по стандартизации на продукты кисломолочные с экструдированной мукой четырех видов: Продукты кисломолочные с экструдированной мукой зерновых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52-106-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с гречневой, рисовой и кукурузной мукой); Продукты кисломолочные с экструдированной мукой злаковых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52-107-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с пшеничной, ржаной, овсяной и тритикалевой мукой); Продукты кисломолочные с экструдированной мукой бобовых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52- 108-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с гороховой и нутовой мукой); Продукты кисломолочные с экструдированной мукой травянистых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52- 109-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с амарантовой и льняной мукой). Разработан стандарт организации СТО 00419785-081-2024 «Методические рекомендации

(правила) по контролю остаточных ветеринарных лекарственных препаратов (ксенобиотиков) в молоке, молочном сырье и молочной продукции».

Разработана «Программа для контроля ксенобиотиков в молоке»
Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ
№2025662813.

Методология и методы исследования

Теория построена на известных положениях системологии, в частности, принципах формирования биосистем и их свойств и корреспондируется с опубликованными теоретическими и экспериментальными данными в этой области знаний. Для реализации задач, поставленных для достижения цели, использованы стандартизованные, общепринятые и адаптированные к тематике исследований специальные методы исследования с соответствующей математической обработкой.

Положения, выносимые на защиту

- концепция, базирующаяся на методологии формирования кисломолочных биосистем.
- стратегия обеспечения сохранности биологической ценности природных поливидовых симбиотических бактериальных сообществ (кефирных грибков), как естественной биосистемы.
- обоснование симбиогенности заквасочных культур.
- закономерности формирования многокомпонентных кисломолочных пищевых биосистем на молочно-мучной основе.
- экспериментальное подтверждение образования неаддитивных и эмерджентных свойств и характеристик в изучаемых многокомпонентных пищевых биосистемах.
- матрица ранжирования факторов и маркеры наличия ксенобиотиков в молоке.
- универсальный алгоритм технологии получения многокомпонентных кисломолочных продуктов на молочно-мучной основе и их свойства.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность и обоснованность основных результатов работы подтверждается выбором современных методов исследования, использованием сертифицированного оборудования с установленными метрологическими характеристиками; использованием современных способов математической обработки; публикациями в рецензируемых журналах; промышленной апробацией результатов.

Основные результаты работы доложены и получили одобрение на конгрессах, конференциях и семинарах различного уровня: Основные результаты работы представлены на международных и всероссийских симпозиумах, конференциях, научно-практических семинарах: Москва (2013, 2015, 2016, 2017, 2020, 2025); Кемерово (2014, 2015, 2017, 2019, 2020, 2025); Углич (2014,2017,2023); Могилев (2015,2016); Ставрополь (2015); Новокузнецк (2015); Воронеж (2015,2016,2021,2022); Красноярск (2016) ;Краснодар (2017,2022,2023); Казань (2020); Рязань (2020); Барнаул (2021); Самара (2021);

Орел (2021); Пенза (2021); Уфа (2021); Нижний Новгород (2021); Санкт-Петербург (2022); Пермь (2022); Суздаль (2023).

Публикации

По материалам диссертационной работы опубликовано 76 печатных работ, в том числе, две монографии, 19 статей, в журналах из перечня ВАК, относящихся к категории К1 и К2, в т.ч. 3, входящие в базу цитирования Scopus, 52 публикаций в журналах, индексируемых в базе данных РИНЦ и материалах конференций; 2 патента и 1 программа ЭВМ.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует пп.5;8;10;16;17 паспорта научной специальности 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки); пунктам 3;8;17;23;26 паспорта научной специальности 4.3.5- «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ» (технические науки).

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения и 7 глав, содержащих аналитический обзор, методическую часть, результаты собственных теоретических и экспериментальных исследований, разработку и реализацию частных технологий, список использованных источников в количестве 413, выводы и Приложения. Основной текст работы изложен на 346 страницах, содержит 54 таблицы и 130 рисунков

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность научной проблемы, представлена научная концепция, определены цель и задачи исследований, научная новизна работы, практические результаты и их значимость. Сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** представлены аналитические сведения, научная информация и результаты экспериментальных исследований отечественных и зарубежных авторов в области видов и свойств биосистем, роли молочнокислой микрофлоры в их формировании. Рассмотрены приемы проектирования продуктов сложного сырьевого состава, а также, особенности технологии многокомпонентных биосистем на основе молока с растительными компонентами; особенности экструдированного сырья. Проанализированы закономерности использования пробиотической заквасочной микрофлоры для усиления комплексной функциональности кисломолочных биосистем, а также, факторы, дестабилизирующие их качество и безопасность. По итогам данной главы выявлены определенные пробелы в области создания пищевых кисломолочных биосистем, в т.ч. с использованием муки, что позволило разработать собственную концепцию, установить цель и задачи исследований.

Вторая глава посвящена методологии исследований, которые проводились на базе ФГАНУ «ВНИМИ». Часть исследований была проведена на базе «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; компании ООО «ТИАН-Трейд». Последовательность проведения исследований, взаимосвязь их объектов и соподчиненность субъектов исследований представлена на рис.1.



Рисунок 1 - Структурная схема исследований.

На разных этапах работы объектами исследований были: молоко коровье сырое по ГОСТ Р 52054 -2023 и ГОСТ 31449-2013; молоко обезжиренное-сырье по ГОСТ 31658-2012; молоко сухое по ГОСТ 33629-2015, восстановленное водой питьевой по СанПиН 2.1.4.1074 (для восстановления сухих молочных продуктов); кефирные грибки по ТУ 10.89.19-085-00419785-2022, Закваски прямого внесения для кисломолочных продуктов по ТУ 10.89.19-098-00419785-2023г (табл.1); восстановленное молоко, гидролизованное молоко без добавок и с добавлением: сахарозы мелкокристаллической (ХЧ), дрожжевого экстракта по ТУ 9385-007-39484474-2003, дрожжевого автолизата по ГОСТ Р 57221-2016. стабилизаторы структуры компании Danisco, фруктово-ягодные наполнители. ПЭК по ТУ 9196-001-35488883-2014 и/или по ТУ 10.61.33-001-35484365-2016, в отдельных экспериментах применялась экструзионная мука, полученная во ВНИИПБТ - филиал (ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»)

Таблица 1 – Заквасочные культуры, используемые в работе

Условное обозначение	Микробный состав закваски	Температура сквашивания	Предельная титруемая кислотность, °Т
<i>St1</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	(37±1)°C	85
<i>Lb1</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	(41±1)°C	85
<i>Lb3</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i>	(41±1)°C	85
<i>Lc3/Pr/Ac1</i>	<i>Lactococcus lactis subsp. Lactis biovar diacetylactis, ropionibacterium freudenreichii subsp. Shermanii, acetobacter subsp. Aceti</i>	(41±1)°C	80
<i>Lc213_hv(1)</i>	<i>Lactococcus lactis subsp. Lactis</i>	(37±1)°C	110
<i>Lc213_hv(2)</i>	<i>Lactococcus lactis subsp. Cremoris</i>	(32±1)°C	100
<i>Lc213_hv(3)</i>	<i>Lactococcus lactis subsp. Lactis biovar diacetylactis</i>	(32±1)°C	100
<i>Lb2</i>	<i>Lactobacillus casei</i>	(32±1)°C	90
<i>Lb7</i>	<i>Lactobacillus reuteri</i>	(30±1)°C	90
<i>Kef</i>	Закваска на кефирных грибках	(23±1)°C	120

В исследовании использовано 11 видов муки. Для удобства, они сгруппированы в четыре группы с соответствующим условным обозначением (табл.2).

Таблица 2 - Вид, источник муки и условное обозначение образцов

зерновые	злаковые	бобовые	травянистые
гречка (ГМ) рис (РМ) кукуруза (КМ)	пшеница (ЗПМ) рожь (РжМ) овес (ОМ) тритикале (ТМ)	горох (ГорМ) нут (НМ)	амарант (АМ) лен (ЛМ)

На этапе натурных испытаний объектами исследования являлись образцы молока, полученные на трёх животноводческих комплексах, расположенных в Московской, Рязанской и Калужской областях. Представленные образцы молока были получены от условных трёх категорий коров: здоровых (группа «норма»), больных маститами, находящихся в пике лечения (группа «пик») и коров,

лечение которых окончено в соответствии с инструкцией по применению препарата (группа «карантин»).

В работе использовано 36 стандартизованных инструментальных и сенсорных методов контроля качества и безопасности, а также, общепринятые и оригинальные методы.

Количественное измерение продуцируемых ЭПС осуществляли с использованием методики фенол-сернокислотного определения полисахаридов Дюбуа.

Принципиальный состав ЭПС определяли с применением ИК-спектроскопии. Использован Фурье ИК-спектрометр Тензор-27 фирмы Bruker с приставкой НПВО (кристалл из Ge на одно отражение) Miracle (Pike Technologies). Регистрировали ИК-спектры в режиме пропускания, используя приставку Microfocus (Perkin-Elmer) и тонкие пластины из кристаллического кремния. Обработку ИК-спектров осуществляли с помощью соответствующего оборудования фирмы Bruker ПО OPUS v6.5. Анализ и идентификацию полученных спектров проводили с использованием компьютерного библиотечного поиска ИК-спектров полисахаридов.

Для определения гранулометрического состава полученной экструдированной муки использовали микроскопирование «сухим» методом без участия жидкостей и масла. Из всех сделанных фотографий выбирали наиболее показательные, их загружали в программу анализа изображений с использованием нейросетей «CountThings from Photos» и производили подсчет субъединиц муки одного размера.

Для определения условной вязкости образцов до сквашивания и сквашенных образцов - применяли метод капиллярной вискозиметрии. Динамическую вязкость определяли на приборе «Реотест».

Количество витамина B2 и B12 в восстановленном пастеризованном молоке, основе и сквашенном продукте определяли в соответствии с МР 01-19/137-17-95, ГОСТ 31483-2012, МУК 4.1.3605-20.

Содержание аминокислот определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-205». Оценка аминокислотного состава проводилась на основе методики М-4-94-2021, а также, по методике ФНЦ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова» РАН МВИ № 02-2002 на аминокислотном анализаторе типа LC 3000 фирмы "Eppendorf-Biotronic". Одновременно, применяли аналитический метод расчета с использованием программного обеспечения. Аминокислотный скор и энергетическую ценность определяли расчетным путем.

Определение углеводов в питательных средах, культуральных жидкостях осуществляли с использованием жидкостного хроматографа фирмы Gilson (Франция), оснащенного рефрактометрическим детектором. Для разделения углеводов использовали колонку NanoSpher HILIC 10R 3 мкм 250*4 с аминопропильной неподвижной фазой с разделением по гидрофильному механизму.

Анализ степени синерезиса в молочно-мучной основе и готовых продуктах определяли, как объемное соотношение количества (мл) выделившейся сыворотки к общему объему пробы.

Исследование основных физико-химических показателей (массовая доля жира, массовая доля белка, плотность, СОМО) проводилось, как с использованием классических стандартизованных методов, так и с применением ультразвукового экспресс-анализатора ЕКОМІLK BOND (BulTeh 2000, Болгария) согласно инструкции производителя.

Рекомендованный срок годности определяли в соответствии с Методическими указаниями МУК 4.2.1847-04.

Результаты экспериментальных исследований обрабатывали методами математической статистики. Доверительная вероятность результатов математической обработки составляла более 0,9.

Статистическая обработка и визуализация экспериментальных данных проводилась с применением программ «Microsoft Excel», «7 Statistica», «Tablecurve 2d».

Третья глава носит теоретический характер и посвящена моделированию многокомпонентных кисломолочных биосистем. Показано, что данный процесс требует подхода, выходящего за рамки традиционной пищевой комбинаторики.

Модель включает исходное состояние системы, определяемое суперпозицией входящих в нее компонентов, биокomпонентов, 4 взаимосвязанных блока и систему граничных условий. Она включает факторы и контр-факторы, противоположные друг другу по вектору влияния.

Предложенный подход включает пять взаимосвязанных блоков:

А) нутритивной обеспеченности

Под нутритивным компонентом понимается совокупность низкомолекулярных углеводов и кислот. Данная составляющая представляет собою метаболическую базу биотрансформации и, потому, при прочих равных условиях, потенциально определяет предел трансформационного потенциала. Одним из основных следствий трансформации основы является накопление в биосистеме молочной кислоты, при некоторой предельной массовой доле которой биотехнологический процесс останавливается. Следовательно, трансформационный потенциал исходной системы детерминирован тем, какой из моментов наступит раньше – полное исчерпание нутритивного компонента, либо достижение предельной кислотности.

При формировании реальных биосистем присутствуют определенные, как внутренние, так и внешние контр-факторы, которые позиционируются, как факторы с отрицательным вектором влияния. К внутренним можно отнести кислоты и витамины, значение массовых долей которых не удовлетворяет граничным условиям. К внешним - ксенобиотики, к которым относятся остаточные количества ветеринарных препаратов, поступающие в основу с молоком, среди которых, доминирующими являются антибиотики.

Наличие антибиотиков является контр-фактором при формировании пищевой биосистемы. Если формализовать фактор выявления *i*-го антибиотика

как $I_{(ant)i}$, то с определенными допущениями, граничное условие применения той или иной партии молока, для использования, может иметь вид:

$$B_{ant} = \sqrt[n_{ant}]{\prod_i^{n_{ant}} (1 - I_{(ant)i})} = 1 \quad (1)$$

При выявлении в молоке хотя бы одного из контролируемого множества антибиотиков, граничное условие примет значение 0 и, его можно принимать за формальный маркёр выбраковки партии молока.

Однако удовлетворение данному граничному условию не исключает вероятности присутствия в системе ингибирующих компонентов, поскольку их наличие находится в условиях неопределенности.

В силу микробиологической природы биоконпоненты, классический вариант динамики её развития может быть представлен функциональной зависимостью вида $C_{mo} = f_{C_{mo}}(\tau)$, где C_{mo} – концентрация микроорганизмов в биосистеме по истечении времени τ с начала процесса.

Б) нутритивной сбалансированности

Как и при определении нутритивной обеспеченности биоконпоненты, в формировании нутритивной сбалансированности кисломолочных биосистем основную роль играют не сами массовые доли тех или иных элементов, а их балансы – отношения действительных массовых долей в составе биосистемы к их эталонным значениям.

Расчетные балансы определяются с учетом нормированных эталонных массовых долей белка, жира, углеводов, пищевых волокон, минеральных элементов, витаминов и жирных кислот. Однако, также, как и в случае нутритивной обеспеченности биоконпоненты, для определения нутритивной сбалансированности биосистемы целесообразно преобразовать балансы в показатели желательности. При этом для белка, жира, аминокислот, водорастворимых витаминов и незаменимых жирных кислот целесообразно использовать односторонние возрастающие, а для остальных элементов – двусторонние функции желательности.

В) технологических свойств

Одной из задач создания пищевой кисломолочной биосистемы является формирование ее технологических свойств. В качестве приоритетных свойств выбраны титруемая кислотность T° , динамическая вязкость μ , синерезис Syn и модуль сохранения (упругости) R . Поскольку выраженность проявления того или иного технологического свойства оказывает влияние на потребительские характеристики кисломолочных биосистем, а сами свойства при этом выражены несопоставимыми величинами, целесообразным является их представление в виде соответствующих желательностей. В результате априорного свойства сопоставимости желательностей, все они могут быть обобщены в единый интегральный индекс желательности проявления технологических свойств D_t (2):

$$D_t = \sqrt[5]{D_{T^*} \cdot D_{Syn} \cdot D_\mu \cdot D_R \cdot D_{B_I}} \quad (2)$$

Г) органолептической сбалансированности

В силу существующей в настоящее время неопределённости и разрозненности в представлениях относительно взаимосвязи между многими дескрипторами органолептических свойств кисломолочных биосистем целесообразным является экспериментальное установление эмпирических взаимосвязей каждого из дескрипторов с компонентным составом исходной основы. Аналогично предыдущим блокам, для унификации дескрипторов они были преобразованы в значения желательности и позиционированы на соответствующие как с положительным вектором влияния, так и с отрицательным.

Д) непосредственно, модель направленного формирования.

С применением элементов математического аппарата и использованием одно- и двусторонней формы частной функции желательности Харрингтона разработана модель формирования кисломолочных биосистем на молочной основе (рисунок 2).

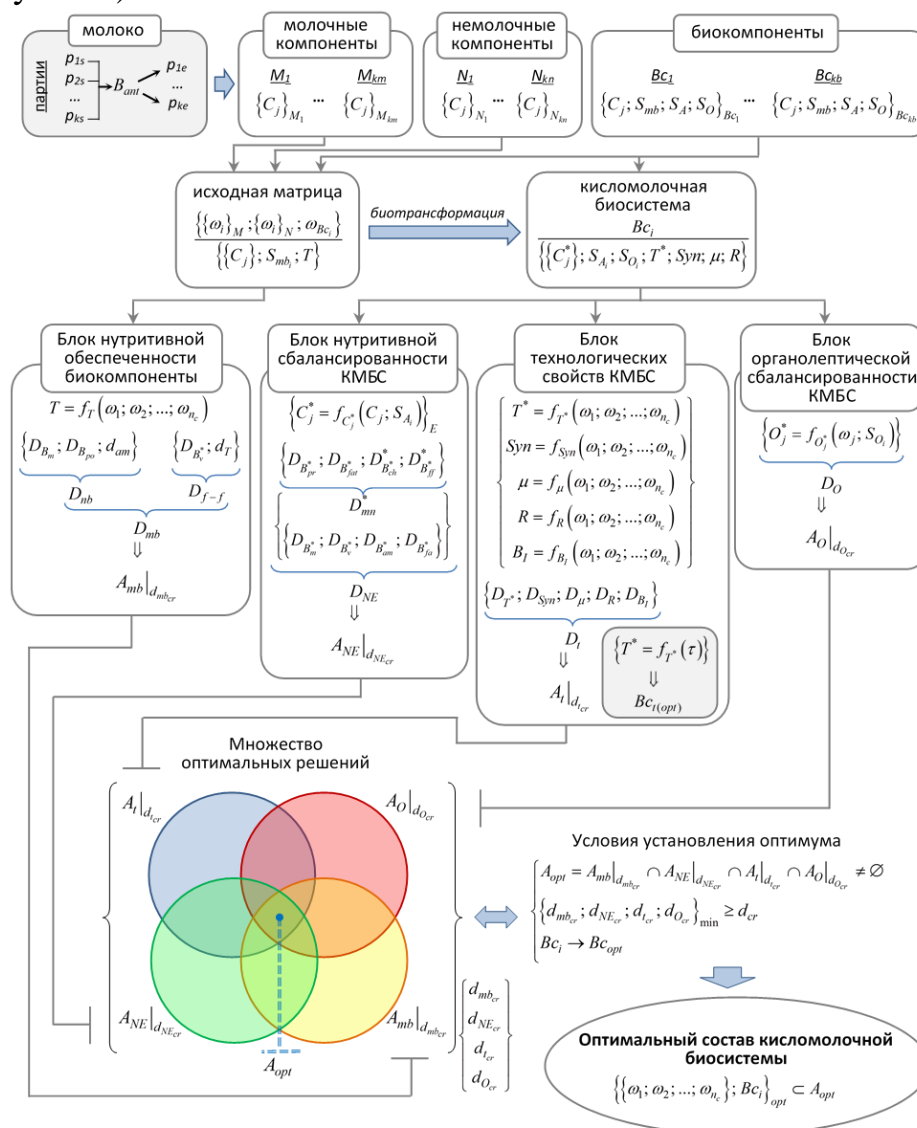


Рисунок 2 - Обобщенная модель формирования кисломолочных биосистем

Четвертая глава посвящена вопросам изучения естественных и созданных биосистем на молочной основе.

Эталоном естественной биосистемы можно назвать симбиоз кефирных грибков.

На основании знаний о кефирных грибках и свойствах микробных ЭПС была сформулирована рабочая гипотеза: «кефирные грибки обладают повышенной стабильностью и выживаемостью при синтезировании повышенного количества ЭПС».

Основными факторами роста и развития кефирного грибка является увеличение его массы, наращивание или сохранение количества микроорганизмов, а также визуальная оценка, введен термин «период адаптации». После окончания «периода адаптации» в гидролизованном молоке, из общей биомассы кефирных грибков отобраны пробы массой по (10 ± 2) г и помещены в среды гидролизованного молока с добавками. Соотношение кефирных грибков к среде для культивирования составляло 1:30. Непосредственно перед внесением кефирных грибков pH среды доводили до значения $(6,8 \pm 0,2)$.

Представляло интерес оценить изменения суточного привеса и общее увеличение массы кефирных грибков в течение 21 суток (табл. 3 и рис. 3)

Таблица 3 – Данные среднесуточного изменения массы грибков на различных средах

Показатель	Наименование среды				
	ГиМ	ГиМ+Сах	ГиМ+ДрЭ	ГиМ+ДрА	ПМ
Значения активной кислотности питательных сред, ед. pH	6,8 $\pm 0,2$	6,8 $\pm 0,2$	6,8 $\pm 0,2$	6,8 $\pm 0,2$	6,5 $\pm 0,2$
Значения активной кислотности культуральных жидкостей, ед. pH	3,7 $\pm 0,4$	3,7 $\pm 0,5$	4,0 $\pm 0,3$	3,6 $\pm 0,5$	3,6 $\pm 0,2$
Относительное среднесуточное изменение массы кефирных грибков, %	+(3-7)	+(6-8)	+(10-13)	+(11-15)	+(12-15)
Средние значения условной вязкости питательных сред, с	4,5 $\pm 0,2$	4,7 $\pm 0,2$	4,1 $\pm 0,3$	4,4 $\pm 0,1$	5,1 $\pm 0,4$
Средние значения условной вязкости культуральных жидкостей, с	28,2 $\pm 0,3$	39,8 $\pm 0,4$	41,3 $\pm 0,2$	39,4 $\pm 0,2$	157,6 ± 4

Характер изменения массы кефирных грибков при использовании питательных среды ГиМ+ДрЭ и ГиМ+ДрА был практически одинаковым и отличался большой интенсивностью. Привесы в этих образцах составили +738% и + 765% соответственно.

Оценить потенциал ЭПС активности кефирных грибков при использовании различных сред для культивирования позволяет измерение количества углеводов. (таблица 4)

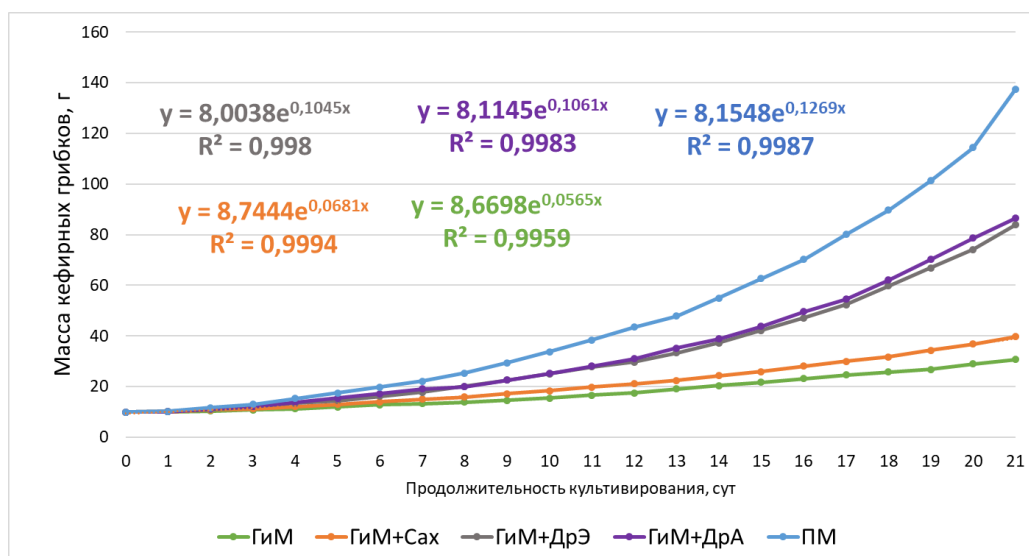


Рисунок 3. - Зависимость скорости (интенсивности) увеличения массы кефирных грибов от продолжительности культивирования

В процессе жизнедеятельности кефирные грибки утилизировали лактозу из всех образцов. Уровни утилизации из сред без сахарозы составляли от 40 до 65%, из среды ГиМ+Сах – 22%. Согласно полученным результатам, в среде ГиМ+Сах основным энергетическим ресурсом для кефирных грибов служила сахароза, входящая в состав. Так, утилизация сахарозы из этой питательной среды составила почти 75%. Интересным наблюдением является факт, что только из среды с сахарозой кефирные грибки утилизировали фруктозу, уровень утилизации которой составил 63% от изначального содержания в питательной среде.

Таблица 4 – Содержание углеводов в экспериментальных образцах питательных сред и культуральных жидкостей

Наименование углевода	Содержание углеводов, г/100г							
	ГиМ		ГиМ+Сах		ГиМ+ДрЭ		ГиМ+ДрА	
	п.с.	к.ж.	п.с.	к.ж.	п.с.	к.ж.	п.с.	к.ж.
Фруктоза	0,000	0,144	0,425	0,159	0,000	0,228	0,000	0,196
Галактоза	0,000	0,117	0,000	0,107	0,000	0,156	0,000	0,123
Сахароза	0,046	0,168	1,720	0,435	0,103	0,045	0,112	0,098
Лактулоза	0,014	0,173	0,092	0,261	0,009	0,217	0,011	0,205
Лактоза	4,634	2,768	4,840	3,775	4,598	2,230	4,677	1,651
Сумма углеводов	4,7	3,4	7,1	4,7	4,7	2,9	4,8	2,3

Определены количества ЭПС, продуцированные кефирными грибами во внегрибковое пространство. Результаты приведены в табл. 5.

Таблица 5 – Количество продуцированных ЭПС кефирными грибами в различных средах

Показатель	Вид культуральной жидкости			
	ГиМ	ГиМ+Сах	ГиМ+ДрЭ	ГиМ+ДрА
Кол-во ЭПС, г/100 г	2,9	3,2	4,5	1,8
Доля от общего уровня углеводов в культуральной жидкости, %	46,5	40,0	46,7	44,6

Как видно из представленных данных, при использовании всех питательных сред количество ЭПС составляло $(44,5 \pm 3,4)$ % от всех углеводов культуральной жидкости и обеспечивало потенциал выживаемости кефирных грибов, но лучшие характеристики были получены при использовании среды ГиМ и ГиМ+Сах. Кефирные грибки подвергали стрессовым температурным воздействиям - криозамораживанию с дальнейшей рекультивацией. Исследования, направленные на определение факторов и параметров повышенной выживаемости симбиоза, позволили выявить условия исследования заквасочных культур.

Комплексно определены характерные для симбиоза динамические параметры, соответствие которым может являться критерием определения заквасочных культур, обладающих потенциалом симбиогенности.

Так как при формировании биосистем требовалось создать условия максимальной протекции бактериальных культур, для определения времени течения молочнокислого процесса, были проведены тестовые сквашивания выбранными заквасками, в течение которых ежедневно проводили измерения титруемой кислотности модельных образцов (рис. 4).

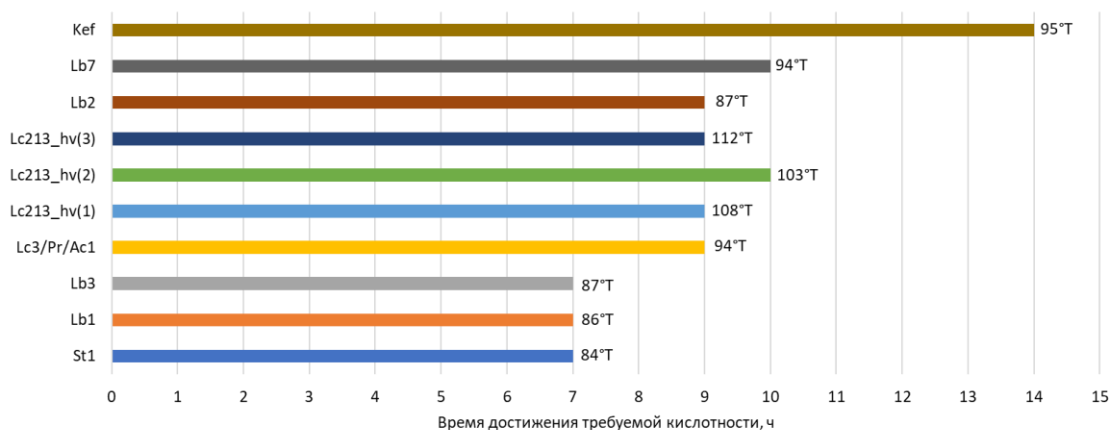


Рисунок 4 - Время достижения требуемой кислотности для модельных образцов

Принимая в внимание аксиому о взаимосвязи изменения титруемой кислотности с численностью популяции молочнокислых микроорганизмов, была предложена логистическая кривая в виде адаптированной модели вариационного исчисления Пьера Франсуа Ферхюльста для описания динамики кислотообразования молочнокислыми микроорганизмами как наиболее подходящая для формализации характеристик процесса (3).

$$\begin{cases} \dot{T} = aT \left(1 - \frac{T}{L}\right) \\ T(0) = T_0 \end{cases} \quad (3)$$

где \dot{T} – титруемая кислотность в момент времени; a – параметр, характеризующий скорость возрастания кислотности; L –максимально возможная кислотность (асимптота).

В качестве характеристических точек выбраны предельное значение кислотности ($T_{пр}$) и точка максимальной скорости процесса (V_{max}).

В результате исследования использованные закваски ранжированы по потенциалу симбиогенности. (табл. 6).

Таблица 6 - Ранжирование заквасок по потенциалу симбиогенности

Усл. обозн. закваски	Уровень выработки ЭПС, мг/л			
	50-60 (ранг 1)	60-79 (ранг 2)	80-109 (ранг 3)	Свыше 110 (ранг 4)
<i>St1</i>				V
<i>Lb1</i>			V	
<i>Lb3</i>		V	V	
<i>Lc3/Pr/Ac1</i>				V
<i>Lc213_hv(1)</i>	V	V		
<i>Lc213_hv(2)</i>		V		
<i>Lc213_hv(3)</i>		V		
<i>Lb2</i>			V	V
<i>Lb7</i>		V		
<i>Kef</i>				V

Для удобства были приняты ранги от 1 до 4 в соответствии с количеством ЭПС, продуцированными заквасками. Чем больше значения продуцирования ЭПС, тем значимее ранг и тем выше потенциал симбиогенности. Если измеренные значения количества ЭПС в среде ГиМ относились к одному рангу, а в среде ГиМ+Сах – к другому, то для закваски принималось соответствие обоим рангам.

Из представленных данных видно, что наибольший индекс характерен для заквасок *St1*, *Lb3*, *Lc3/Pr/Ac1* и *Kef*. Наиболее высокие значения отмечены для закваски *Kef*.

Методология формирования многокомпонентных кисломолочных биосистем базировалась на рассмотренных выше положениях, приемах моделирования и понятии симбиогенности микроорганизмов.

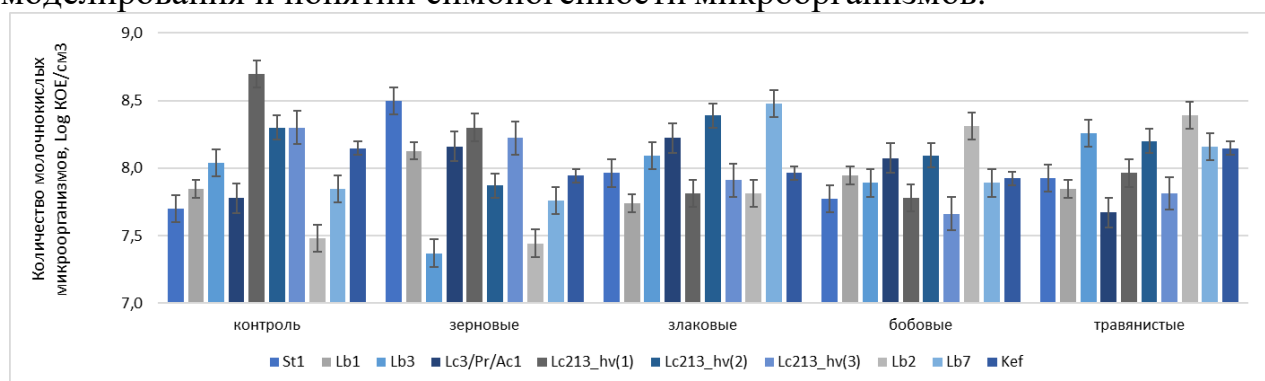


Рисунок 5 – Результаты исследования количества МКБ в модельных образцах

Проведенные исследования кислотообразования модельных образцов и определение количества молочнокислых микроорганизмов (рис. 5) подтвердили сопоставимость результатов с контрольными, это свидетельствует о том, что внесение экструдированной муки в количестве до 10% не оказывает системного влияния на развитие молочнокислой микрофлоры. Количество МКБ во всех образцах количество молочнокислых микроорганизмов во всех образцах лежало в пределах от $1 \cdot 10^7$ до $2,5 \cdot 10^9$ КОЕ/см³. Скрининговое микроскопическое исследование подтвердило принадлежность микрофлоры в модельных образцах

к заквасочной. Показательные примеры фотографий микроскопических препаратов приведены на рис. 6-8.

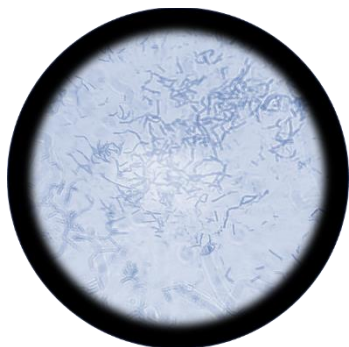


Рисунок 6 -
Микроскопический
препарат модельного
образца РМ с закваской *St1*

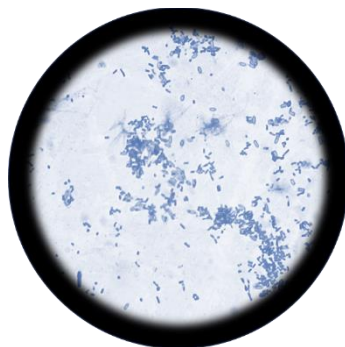


Рисунок 7 -
Микроскопический препарат
модельного образца ГорМ с
закваской *Lc3/Pr/Ac1*

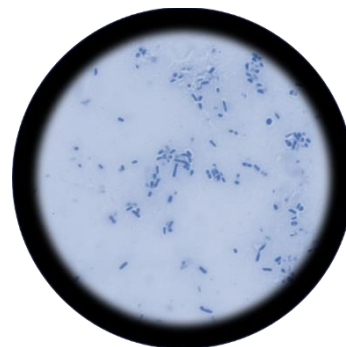


Рисунок 8 -
Микроскопический препарат
модельного образца КМ с
закваской *Lc213_hv(3)*

Для подтверждения успешного формирования биосистемы требовалось проведение расчетов и оценка значений характеристических точек. Для этого с использованием программы статистической обработки Table Curve проведена модельная интерпретация полученных результатов исследований динамики кислотообразования для каждого типа модельных образцов (рис.9-12).

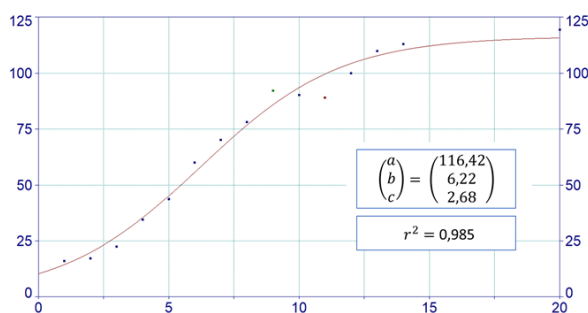


Рисунок 9 – Модельная интерпретация для образцов контроль

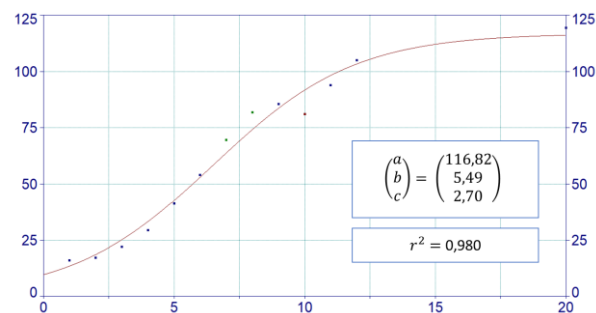


Рисунок 10 – Модельная интерпретация для образцов ГМ

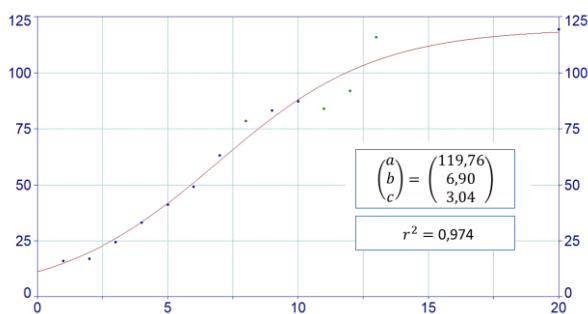


Рисунок 11 – Модельная интерпретация для образцов НМ

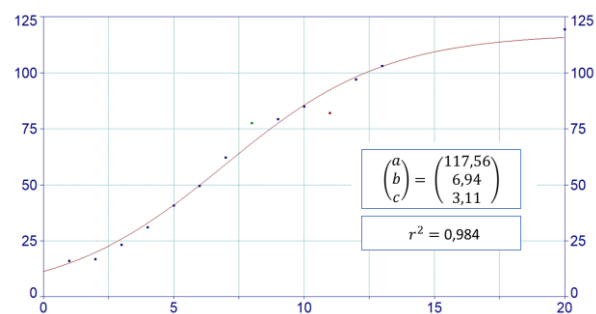


Рисунок 12 – Модельная интерпретация для образцов ГорМ

Как видно из представленных данных, все полученные результаты имеют высокий коэффициент аппроксимации от 0,913 до 0,995, что свидетельствует о достоверности полученных результатов. Полученный характер значений

описывается сигмной, $f_{C_{mo}}(\tau)$ с лаг-фазой вначале, с последующим переходом в фазу интенсивного нарастания, заканчивающуюся последующим переходом в зону плато. Такой вид функции предполагает наличие асимптоты и точки перегиба – момента перехода прогрессирующего нарастания темпа процесса к её убыванию. Точка перегиба соответствует экстремуму темпа. После её достижения вся последующая динамика трансформируется в монотонно и нелинейно убывающую, стремящуюся к нулю. Полученные статистические данные позволили произвести определение характеристических точек для модельных образцов. В целях оценки степени влияния закваски и вида используемой муки на характеристики процесса определение проводили относительно видов применяемой муки (табл. 7) и относительно видов использованных заквасок (табл. 8).

Таблица 7 – Параметры характеристических точек модельных образцов по видам применяемой муки

Условное обозначение муки	Характеристические точки процесса для модельных образцов				
	$T_{пр}$	t	V_{max}	t_{max}	K
Контроль	91,74	9,75	10,87	6,22	16,4
ГМ	92,05	9,05	10,82	5,49	20,1
РМ	92,64	10,97	9,14	6,74	11,4
КМ	92,43	11,15	8,93	6,82	10,8
ЗПМ	96,82	12,63	7,86	7,48	8,1
РжМ	96,30	12,58	7,99	7,55	8,1
ТМ	90,06	10,26	9,53	6,31	13,2
ОМ	96,10	10,49	10,34	6,61	14,3
ГорМ	92,63	11,03	9,46	6,94	11,5
НМ	94,37	10,90	9,84	6,90	12,3
ЛМ	90,39	10,74	8,46	6,28	11,3
АМ	91,59	11,10	8,35	6,52	10,6

Таблица 8 – Параметры характеристических точек модельных образцов относительно использованным закваскам

Условное обозначение закваски	Характеристические точки процесса для модельных образцов				
	$T_{пр}$	t	V_{max}	t_{max}	K
<i>St1</i>	86,77	8,35	12,92	5,54	24,3
<i>Lb1</i>	79,72	7,96	12,46	5,29	23,6
<i>Lb3</i>	87,47	8,29	13,41	5,56	25,5
<i>Lc3/P1/Ac1</i>	87,48	9,91	10,55	6,45	14,4
<i>Lc213 hv(1)</i>	102,56	8,73	15,28	5,92	30,3
<i>Lc213 hv(2)</i>	95,67	8,34	15,25	5,72	30,6
<i>Lc213 hv(3)</i>	95,30	8,46	14,75	5,76	28,8
<i>Lb2</i>	99,22	9,59	12,95	6,39	21,0
<i>Lb7</i>	94,65	9,29	12,78	6,20	21,0
<i>Kef</i>	119,76	14,90	10,47	10,12	8,3

Уровень приближенности модели к фактическим технологическим параметрам характеризуется значениями $T_{пр}$. Отклонения модельных значений относительно видов применяемой муки не превышали 5%, что подтверждает

схожесть протекания процесса и указывает на то, что вид муки не оказывает на него значительного влияния. В то время, как относительно видов использованных заквасок, отклонения значений $T_{пр}$ достигали 25%.

Такие же уровни отклонений отмечались при исследовании потенциала симбиогенности заквасок. Это свидетельствует, что при использовании различных сквашиваемых основ ключевая роль принадлежит используемой микрофлоре.

В пятой главе представлены данные исследований витаминного, аминокислотного состава многокомпонентных биосистем, а также, особенности формирования их органолептического профиля.

Формирование витаминного состава созданных многокомпонентных биосистем происходит за счет вклада молочной и мучной составляющих, а также, протекания процессов микробиологической трансформации.

В результате исследования отмечено, что в некоторых образцах присутствовало повышенное содержание витаминов группы В по отношению к прогнозируемому, с сопутствующим снижением других витаминов.

В частности, во всех образцах кроме АМ происходило увеличение содержания витамина В1, причем наиболее выраженное при использовании закваски *St1*, в ЛМ и ТМ витамин В1 был детектирован вдвое выше, чем ожидалось; количество витамина В2 повышалось в среднем на 20-30% в образцах ГМ, РжМ и НМ при использовании заквасок *Lc3/Pr/Ac1* и *St1*, в то время как при использовании закваски *Lb1* в большинстве случаев отмечалось снижение витамина В2, для РМ и ТМ в среднем ниже на 12%; содержание витамина В6 увеличивалось в образцах ГМ, НМ и ЛМ в среднем в 1,5 раза, в то время как в РМ отмечалось соответствие прогнозируемому количеству кроме полученных с использованием закваски *Lb1*, в них наблюдалось снижение витамина В6; в отношении витамина В9 для большинства образцов наблюдалось соответствие прогнозируемому количеству, однако при использовании закваски *Lc3/Pr/Ac1* при содержании муки свыше 5масс% отмечалось увеличение витамина В9 в КМ и НМ в среднем на 17%. В то же время витамин В12 не был обнаружен во всех случаях или же он определялся в следовых количествах. В отношении содержания витамина С не было отмечено изменения во всех образцах при использовании всех заквасок.

Наиболее показательные результаты, полученные с использованием закваски *St1*, приведены на рис. 13-16. Из представленных данных виден неаддитивный характер изменения содержания витаминов.

Полученные результаты подтверждают перспективность использования заквасок с содержанием пропионовокислых бактерий и/или термофильного стрептококка, как инициаторов продуцирования витаминов в биосистеме, в том числе для использования в технологии многокомпонентных биосистем с экструдированной мукой.

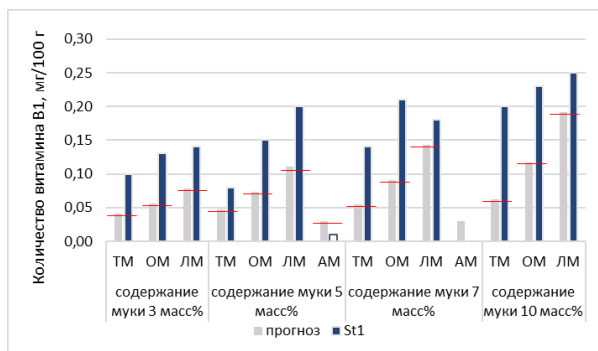


Рисунок 13 – Неаддитивное изменение количества витамина B1

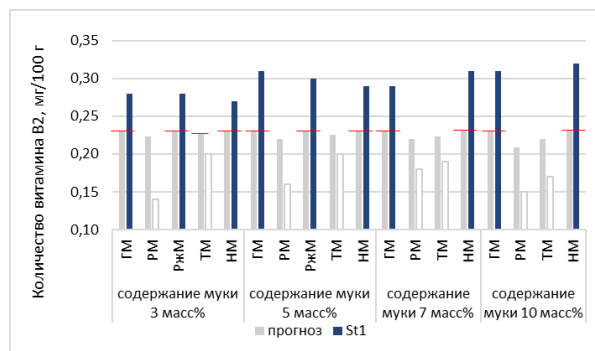


Рисунок 14 – Неаддитивное изменение количества витамина B2

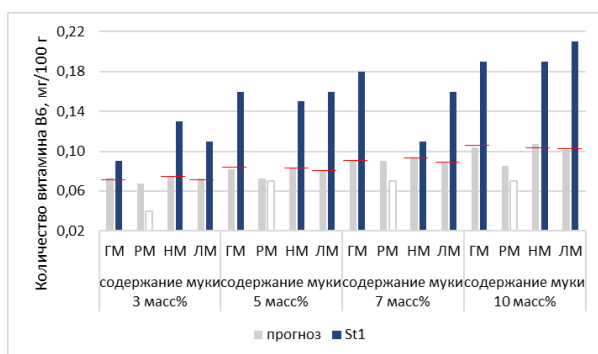


Рисунок 15 – Неаддитивное изменение количества витамина B6

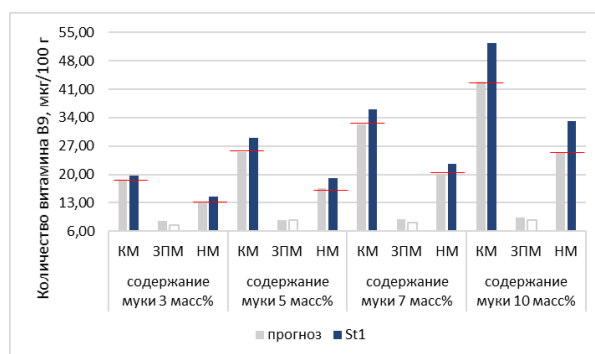


Рисунок 16 – Неаддитивное изменение количества витамина B9

Определение аминокислот осуществлялось в два этапа – расчетным и экспериментальным. Произведены теоретические расчеты, которые позволили оценить потенциальную биологическую ценность молочно-мучных биосистем. В результате расчетов получены значения степени усвоения вариантов кисломолочных продуктов с мукой и определены лимитирующие аминокислоты. Для большинства вариантов модельных образцов лимитирующими являлся лейцин.

Оценивая расчеты по каждой аминокислоте для всех видов используемой муки и всех её концентраций получены данные «коридора значений». При фактическом исследовании полученные результаты определения должны попадать в «коридор значений» для констатации соответствия их теоретическим расчетам. Для визуализации, на рис. 17 приведены «коридоры» значений по незаменимым аминокислотам – лизину (А), метионину и цистеину (суммарно) (Б), изолейцину (В).

Определены две лимитирующие аминокислоты – лизин и фенилаланин, что свидетельствует о повышенной биодоступности белка и, соответственно, о повышенной биологической ценности молочно-мучных биосистем.

Отмечены статистически значимые выбросы показателей, как в плюсовом, так и в минусовом направлении, что может свидетельствовать о проявлении эмерджентности исследуемыми системами.

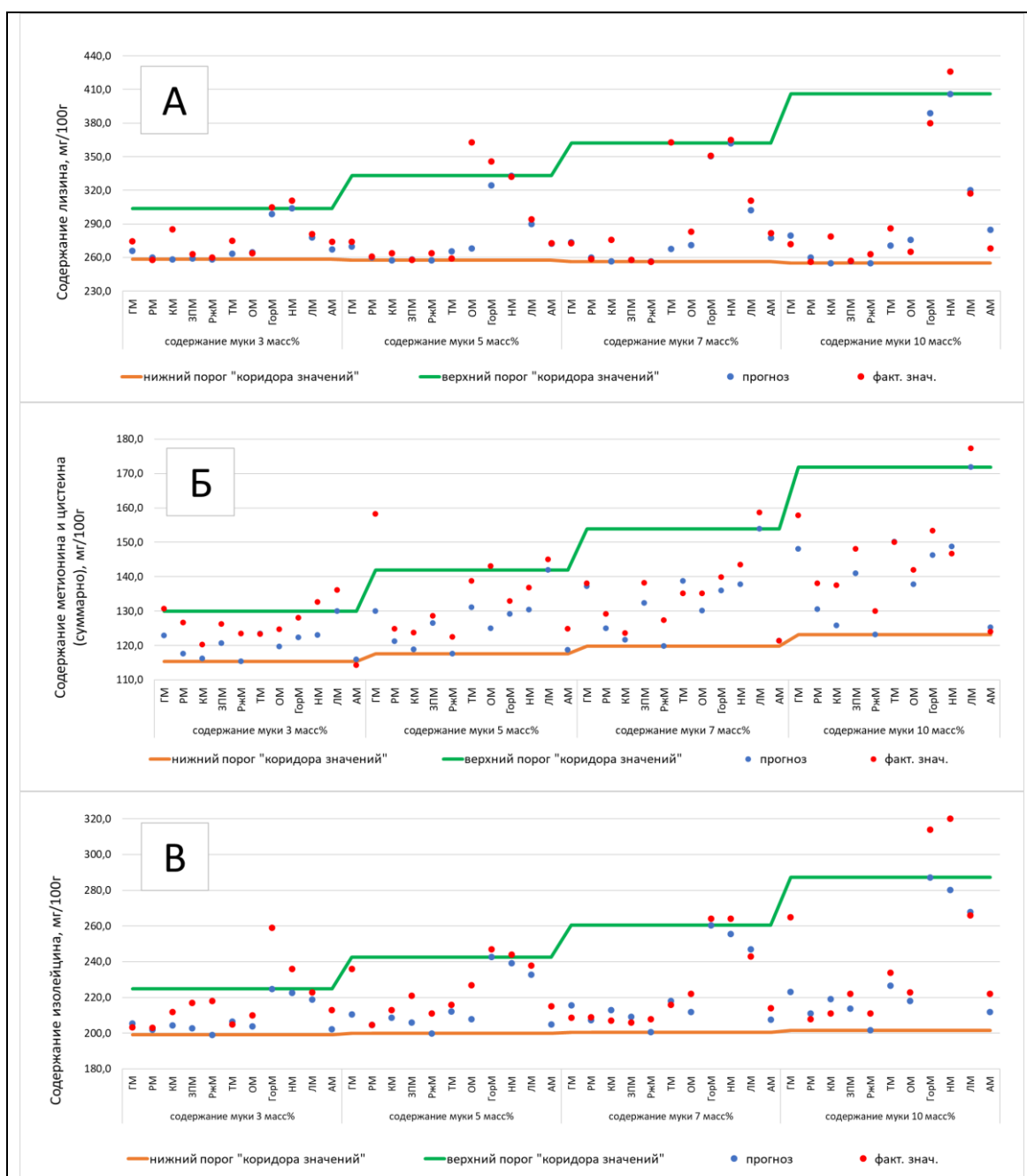


Рисунок 17 - «Коридоры значений» некоторых незаменимых аминокислот.

Для оценки потенциального влияния заквасочных культур на аминокислотный профиль, были проведены исследования аминокислотного состава контрольных образцов до и после сквашивания. Результаты исследования представлены в табл. 9.

В результате исследования различий аминокислотного состава до и после сквашивания не отмечено. Значения находятся в пределах погрешности измерений. Это коррелируется с литературными данными о том, что выбранные микроорганизмы не обладают протеолитическим и аминокислотным действием.

Таблица 9 – Результаты исследования аминокислотного состава контрольных образцов

Содержание аминокислоты	До сбраживания, мг/100 г	После сбраживания, мг/100г			Погрешность измерения, ±%
		Вид закваски			
		<i>Lc3/Pr/AcI</i>	<i>LbI</i>	<i>StI</i>	
Треонин	148	153	144	150	10
Валин	220	229	216	218	11
Метионин+цистеин	112	107	109	115	15
Изолейцин	198	193	203	211	7
Лейцин	321	325	318	323	4
Лизин	260	254	257	266	5
Триптофан	46	45	42	47	8
Фенилаланин+тирозин	316	310	315	313	5

Оценка органолептических свойств многокомпонентных кисломолочных систем с мукой выявила сложность их однозначной органолептической характеристики.

Для определения дескрипторов были проанализированы вкусовые и ароматические особенности модельных образцов до заквашивания и после сквашивания. К характерным общим и частным вкусам, присущим кисломолочным напиткам, добавились новые, названные «порочными» вкусы, привкусы и запахи.

В результате оценки выявлены детерминирующие органолептические особенности образцов. Исследования с использованием ОМ, РМ, ГМ, ПМ и ЛМ показали, что в органолептических профилях полученных образцов поликомпонентных биосистем по каждому из показателей, кроме «ощущения», характеристики муки были доминантными. На этом основании в состав органолептических показателей «аромат», «вкус», «привкус» и «послевкусие» были введены дескрипторы «характерный», отражающие степень доминирования органолептических особенностей вида муки. С учётом того, что в рамках каждого из рассмотренных органолептических показателей возможно проявление более чем одного фактора доминирования, в каждый из указанных показателей были введены дескрипторы «характерный дополнительный».

При внесении РМ палитра органолептических показателей пополнилась несвойственным как исходной молочной матрице, так и данному виду муки кукурузным ароматом. В образцах с ЛМ также имело место появление нехарактерного аромата. Обнаруженные эффекты, вероятно, следует отнести к так называемым эмерджентным показателям, появление которых в системе не обусловлено суперпозицией исходных свойств входящих в неё компонентов. Учитывая вероятность проявления эмерджентности в составе каждого из рассматриваемых органолептических показателей (кроме показателя «ощущение»), для всех их был введен дескриптор «эмерджентный». Предложена обобщенная двухуровневая система дескрипторов (табл. 10), особенностью которой является не только выраженность, но и вектор их влияния. Следствием существования векторов как элементов состояния дескрипторов является затруднение в оценке органолептических профилей молочно-мучных биосистем

при использовании классических профилограмм в силу разнонаправленности их влияния. В качестве примера приведены профилограммы оценки образцов с овсяной и рисовой мукой (рис.18)

Таблица 10 – Обобщённая двухуровневая система дескрипторов органолептического анализа

№ п.п.	Показатели	Дескрипторы		Векторы
		наименование	код	
1	Аромат	кислый	1	-
		характерный	2	+
		характерный дополнительный	3	-
		эмерджентный	4	+
		кисломолочный	5	+
		дрожжевой	6	-
2	Вкус	кислый	7	-
		горький	8	-
		сладковатый	9	+
		слегка острый	10	-
		характерный	11	+
		характерный дополнительный	12	-
		кисломолочный	13	+
		мучнистый	14	-
3	Привкус	кислый	15	-
		горький	16	-
		сладковатый	17	+
		слегка острый	18	-
		каши	19	-
		характерный	20	+
		характерный дополнительный	21	-
		эмерджентный	22	+
4	Послевкусие	кислое	23	-
		горькое	24	-
		сладковатое	25	+
		слегка острое	26	-
		характерное	27	+
		характерное дополнительное	28	-
		приятное	29	+
		неприятное	30	-
5	Ощущение	крупки	31	-
		слизи	32	-
		разбухших хлопьев	33	-

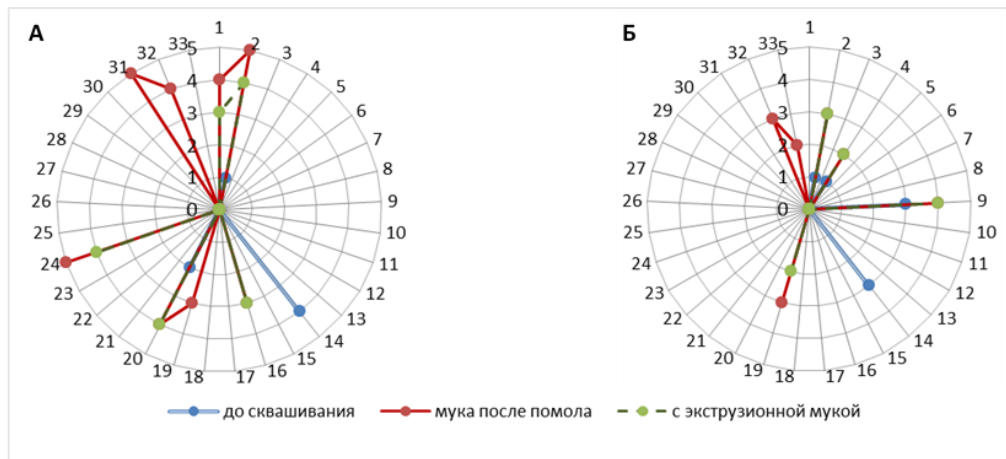


Рисунок 18 – Профилограммы органолептической оценки образцов с ОМ (А) и РМ (Б). Кодировка дескрипторов соответствует таблице 7

Разработан подход к представлению органолептического профиля посредством противоположно направленных горизонтальных диаграмм накопительных оценок с дифференцированием дескрипторов в соответствии с направленностью векторов их влияния (рис. 19).

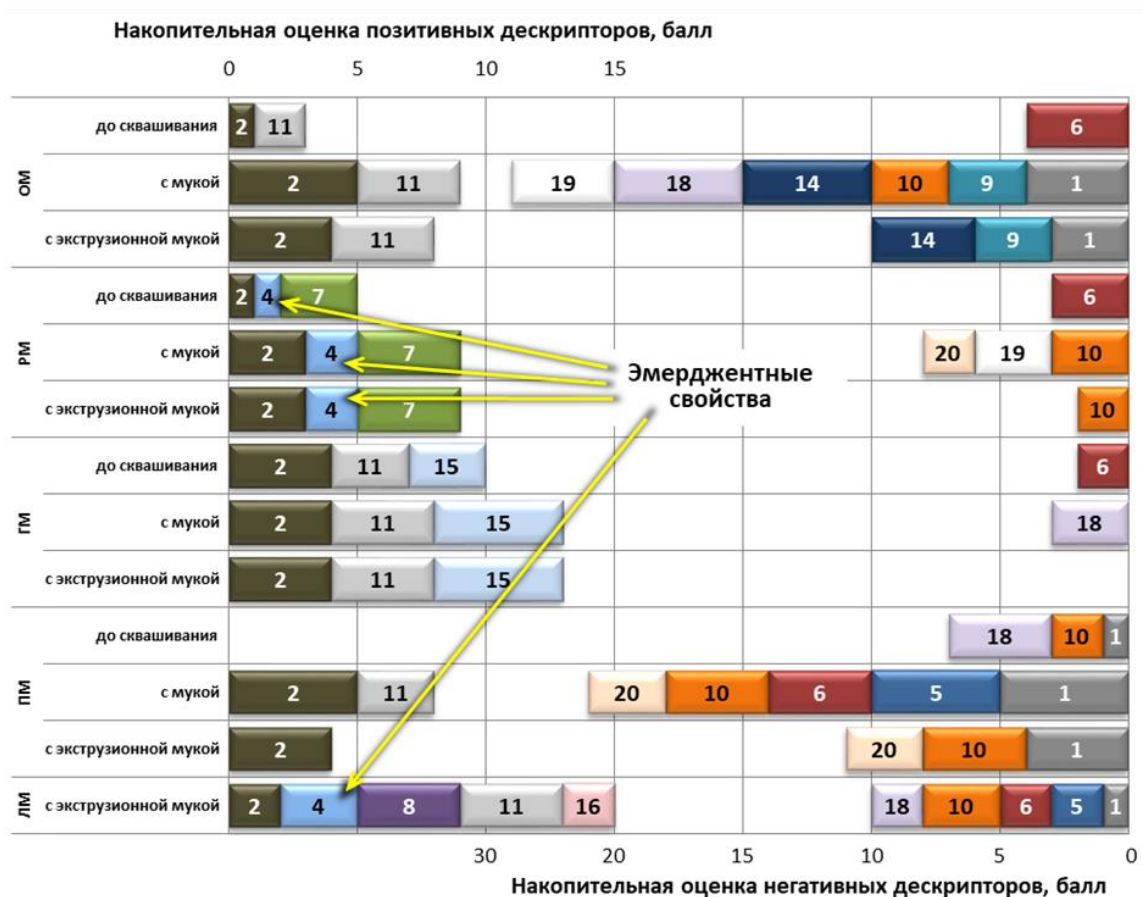


Рисунок 19 – Органолептическая оценка модельных образцов

В **шестой главе** представлены результаты исследования факторов, дестабилизирующих процесс формирования биосистем

Среди показателей молока отдельное место уделяется аспектам безопасности, в частности – бактериальной обсемененности и наличию антибиотиков. Из них наибольшую опасность для производственного процесса представляют антибиотики.

Для систематизации контроля безопасности разработана матрица ранжирования факторов для контроля показателей безопасности сырого молока, предназначенного для промышленной переработки с использованием интегрированных методологий лабораторного анализа в рамках натурных испытаний. Разработана матрица системного подхода к контролю сырого молока (табл. 11). При этом, предложено четыре уровня ранжирования для определения степени взаимовлияния:

3 – всегда оказывает влияние,

2 – может оказывать влияние,

1 – оказывает влияние в частных случаях,

0 – не оказывает влияние.

Таблица 11 - Матрица ранжирования факторов для контроля показателей безопасности сырого молока

		Факторы влияния							
		ант осн	ант доп	горм	сомат	ингиб	редук	ОМЧ	ф/х
Показатели	ант осн		2	2	3	0	0	1	3
	ант доп	0		2	3	0	0	1	3
	горм	2	2		3	0	0	0	3
	сомат	0	0	0		0	2	2	3
	ингиб	3	3	0	0		3	3	0
	редук	2	2	0	2	3		3	2
	ОМЧ	2	2	0	2	3	3		2
	ф/х	0	0	0	3	0	2	2	

При проведении исследований на этапе разработки матрицы отмечено, что практически все показатели взаимосвязаны, и, как следствие, могут оказывать воздействие на получение молочной продукции. Наибольшему риску подвержены кисломолочные продукты, так как их создание представляет собой формирование биосистемы, для которой главным критерием является обеспечение условий формирования целостности. Поскольку в процессе сквашивания кисломолочная биосистема может подвергаться воздействию внешних факторов, оказывающих дестабилизирующий эффект, представляло интерес провести исследование фактического влияния рассматриваемых контр-факторов на формирование кисломолочных биосистем.

Из образцов контрольных групп молока «норма», «карантин» и «пик» случайным образом выбраны по 6 проб молока для экспериментальных лабораторных выработок кисломолочных продуктов, которые получали с применением трех видов заквасок: *St1*, *Lb1*, *Kef*.

На рис. 20-23 в качестве примера приведены усреднённые результаты исследования динамики кислотообразования, свидетельствующие об аномальном течении процесса при использовании молока группы «карантин».

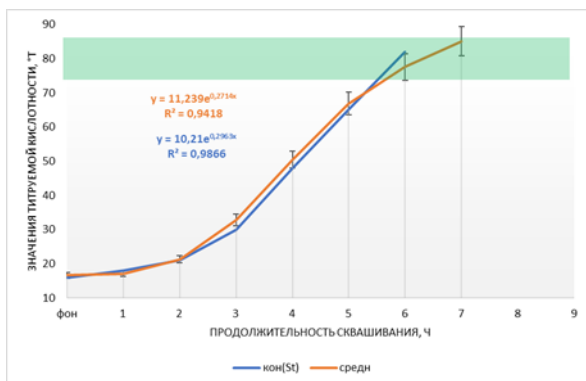


Рисунок 20 - Динамика кислотообразования образцов группы «норма», сквашенных закваской *St1*

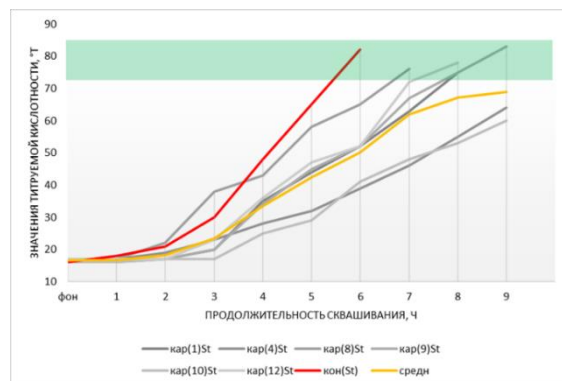


Рисунок 21 - Динамика кислотообразования образцов группы «карантин», сквашенных закваской *St1*

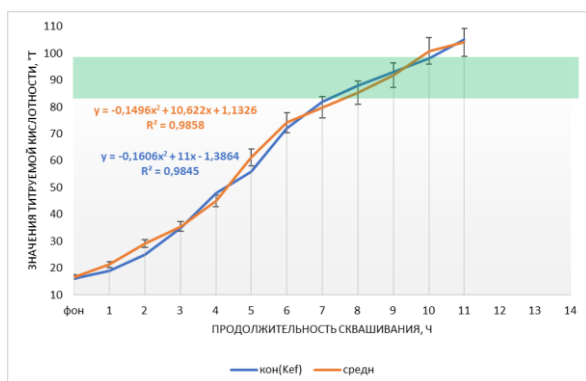


Рисунок 22 - Динамика кислотообразования образцов группы «норма», сквашенных закваской *Kef*

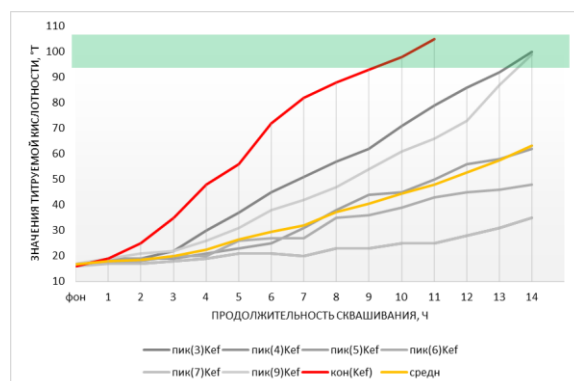


Рисунок 23 - Динамика кислотообразования образцов группы «карантин», сквашенных закваской *Kef*

Как видно из представленных данных, в образцах всех экспериментальных групп протекал молочнокислый процесс, что подтверждается количеством молочнокислых микроорганизмов на момент окончания сквашивания. Однако если рассматривать результаты совокупно, то факт ненаступления сквашивания был отмечен для 13 образцов, что составляет 22,8% всех исследованных образцов и еще в 16 отмечали образование вялого, дряблого сгустка. Таким образом наличие ксенобиотиков явилось препятствием для нормального протекания молочнокислого процесса в 49% от всех исследованных образцов. Следовательно, присутствующие в молоке ксенобиотики не позволили сформировать кисломолочную биосистему.

Анализ литературы и данные собственных исследований позволили определить маркеры наличия ксенобиотиков в молоке в условиях

неопределенности (рис. 24). Выбор маркеров подтвержден проведенными натурными испытаниями.



Рисунок 24 - Маркеры наличия ксенобиотиков в молоке.

В седьмой главе представлена практическая реализация результатов исследований. Задачей разработки технологии многокомпонентных кисломолочных продуктов, являлась технологическая доступность их производства. В связи с этим, разрабатываемая технология максимально адаптирована к действующим производствам кисломолочных продуктов и напитков. При этом, требовалось обеспечить формирование пищевой биосистемы с присущими ей свойствами. Поэтому, предусмотрен тщательный производственный контроль на всех этапах производственного процесса.

В традиционных технологиях производства кисломолочных продуктов, например, со злаковыми наполнителями, их внесение осуществляется после процесса сквашивания. Согласно предлагаемой технологии, микробной трансформации комплексно подвергается молочно-мучная смесь, т.е. последовательность технологических операций изменяется.

При составлении молочно-мучных основ важно достичь полной гомогенности. Полученные при экструзии гранулы муки были смолоты до размеров частиц не крупнее 1000 мкм. Результаты гранулометрического определения состава полученной экструдированной муки представлены в табл.12, а наиболее показательные фотографии при проведении исследования – на рис. 25 и 26 на примере рисовой и ржаной муки.

Таблица 12 – Гранулометрический анализ полученной экструдированной муки

Вид муки	Приблизительный размер субъединиц муки, мкм		
	1000	500	100
	Относительное содержание каждой фракции, %		
ГМ	12	15	73
РМ	8	10	82
КМ	18	15	67
ЗПМ	17	24	59
РжМ	20	42	38
ОМ	22	33	45
ТМ	24	34	42
ГорМ	21	18	61
НМ	18	24	58
ЛМ	12	16	72
АМ	7	17	76

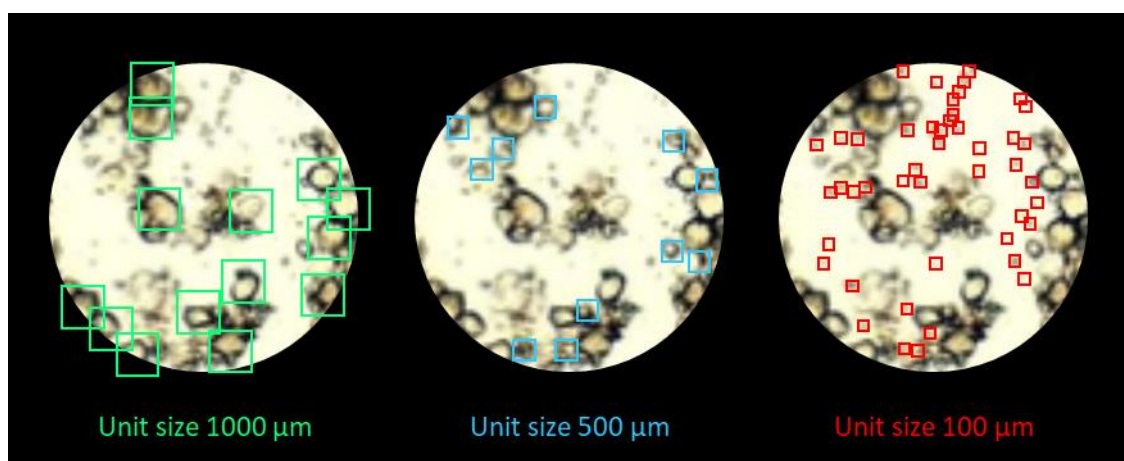


Рисунок 25 – Гранулометрический анализ рисовой экструдированной муки

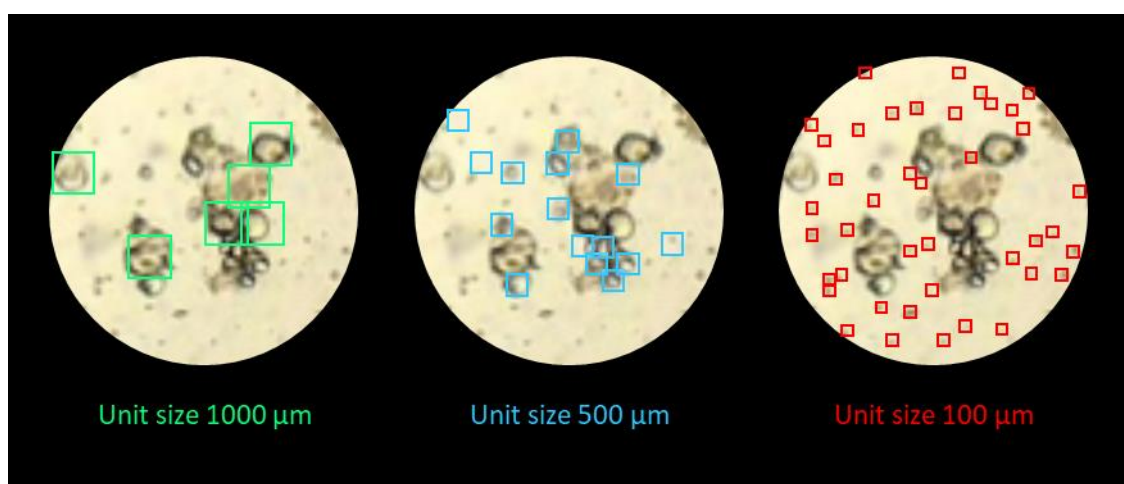


Рисунок 26 – Гранулометрический анализ ржаной экструдированной муки

В среднем, для всех видов экструдированной муки преобладали частицы размером 100 мкм. Их среднее содержание составляло 61%, фракция 500 мкм составляла 23%, а фракция 1000 мкм – 16%. Распределение субъединиц муки было, практически, равномерным.

Полученную экструдированную муку вводили в подготовленное молоко в необходимых выбранных пропорциях.

При создании модельных образцов молочно-мучных основ отмечено, что при их составлении образуется значительное количество небольших по размеру конгломератов (комочков), которые при ручном перемешивании не растворялись. На рис. 27 приведен этот порок на примере льняной муки, но следует отметить, что он свойственен всем используемым видам муки.

Представляло интерес исследовать взаимосвязь температуры молока при внесении муки с количеством образующихся комочков, которое определяли как процентное отношение отфильтрованной массы комочков к общей массе пробы. Получены однотипные зависимости, носящие линейный характер (усреднённые данные приведены на рис.28).



Рисунок 27 - Образование конгломератов муки («комочков») в молочно-мучной основе

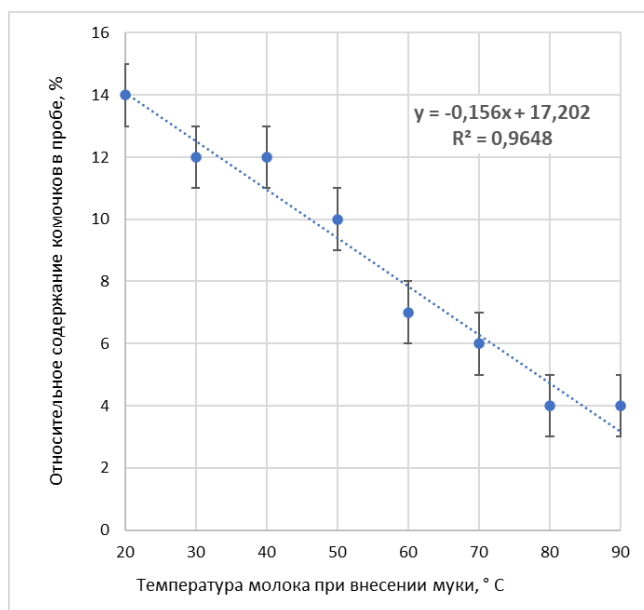


Рисунок 28 - Зависимость количества комочков муки от температуры молока

Полученные данные обосновали необходимость дополнительного диспергирования смеси, для чего использован блендер, однако, это привело к сильному пенообразованию (рис.29, на примере амарантовой муки). Исследована скорость разрушения пены всех модельных образцов от температуры молока (усреднённые данные приведены на рис.31). Все зависимости однотипны и носят линейный характер.

После диспергирования молочно-мучные смеси остужали до температуры $(37 \pm 2)^\circ\text{C}$ и вводили заквасочную микрофлору, после чего, следовала стадия перемешивания, для обеспечения лучшей равномерности распределения микроорганизмов по объему.



Рисунок 30 – Пенообразование в молочно-мучной основе

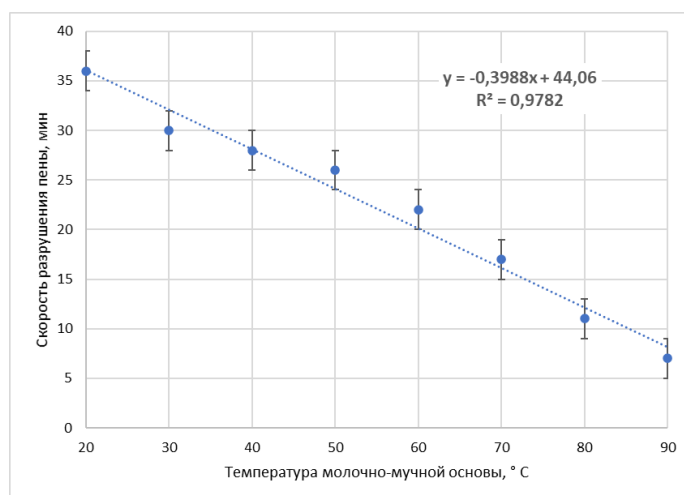


Рисунок 31 - Зависимость скорости разрушения пены от температуры молока

Выбор заквасочной микрофлоры (глава 4.2), показал, что возможно использование различных микроорганизмов, приведенных в главе 2.

По истечении 6 часов сквашивания, нарастание титруемой кислотности вариантов кисломолочных образцов с мукой замедлилось, в то время как кислотность контрольных образцов продолжала увеличиваться. В результате проведенного этапа исследования определено время сквашивания модельных молочно-мучных систем. Наиболее перспективным, в практическом аспекте, является использование закваски термофильного стрептококка *St1*.

В течение процесса производили отбор проб для микробиологического анализа оценки степени зрелости сгустка. О конце процесса судили по замедлению нарастания кислотности.

Результаты исследования количества микроорганизмов модельных образцов представлены на рис. 32. Из представленных данных видно, что количество молочнокислых микроорганизмов во всех вариантах модельных образцов составляло от $5 \cdot 10^7$ КОЕ/см³ до $2,5 \cdot 10^8$ КОЕ/см³.

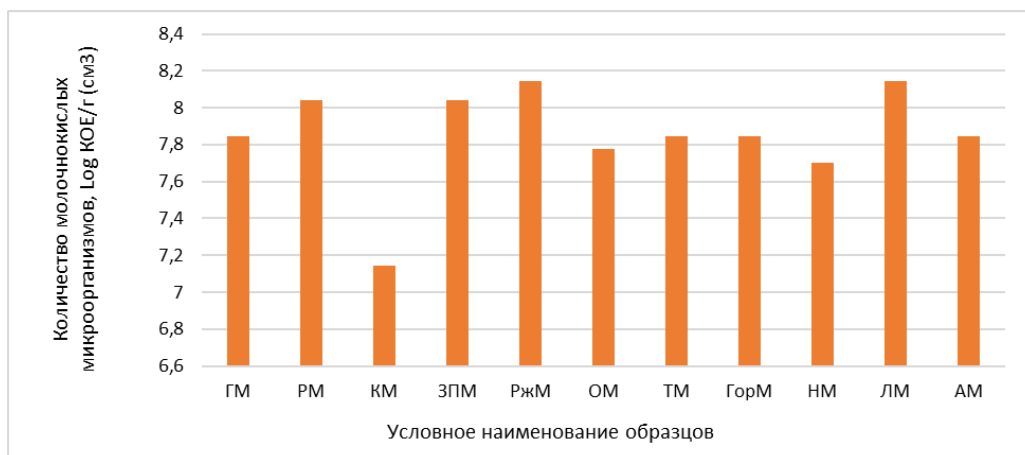


Рисунок 32 – Количество микроорганизмов в модельных образцах продуктов после сквашивания

После завершения процесса сквашивания предусмотрены классические технологические стадии охлаждения, фасования, доохлаждения и хранения.

Применение экструдированной муки позволяет получать гомогенные молочно-мучные коллоидные системы. При сквашивании их заквасками молочнокислых микроорганизмов, возможно получать широкий спектр продуктов. Однако, результаты наблюдений показали, что по окончании сквашивания в некоторых образцах отмечается появление сыворотки на поверхности продукта, что является нежелательным. При этом, системного появления синерезиса в зависимости от вида используемой муки, при прочих равных условиях не обнаружено. Синерезис наблюдался при увеличении содержания муки в системе не зависимо от ее вида. В табл. 13 приведены результаты исследования степени синерезиса исследованных модельных образцов. Контролем являлся образец кисломолочного продукта без муки.

Таблица 13 – Результаты исследования степени синерезиса модельных образцов в хранении.

Условное обозначение образца	Контрольные измерения, сут		
	5	10	15
	Степень синерезиса, %		
К	9	18	22
ГМ	11	13	19
РМ	6	11	14
КМ	5	12	20
ЗПМ	7	14	17
РжМ	9	13	19
ОМ	12	17	23
ТМ	10	16	21
ГорМ	4	11	18
НМ	6	14	16
АМ	13	19	22
ЛМ	8	17	21

Несмотря на частичную стабилизацию структуры за счет использования экструдированной муки в модельных образцах кисломолочной биосистемы, рассмотрена актуальность применения стабилизаторов структуры. Исследования показали, что наилучшие показатели получены при использовании пектинов, а конкретно, Pectin LA 410, фирмы Danisco.

Как было отмечено в главе 5, раздел 5.3, внесение в молоко муки существенно меняет органолептический профиль продуктов. При этом, появляются вкусоароматические нюансы, не всегда привлекательные для потенциального потребителя, поскольку не все виды муки обладают одинаково привлекательным запахом.

Технологическим приемом, позволяющим корректировать данную особенность полученных продуктов, является применение различных вкусо-ароматических компонентов, в конкретном случае, наполнителей (фруктовых, ягодных, фруктово-ягодных, плодово-ягодных и др.).

Для создания линейки таких продуктов, использован прием проектирования технологии на основе идентичной базовой матрицы. Основу методики создания линейки однородной продукции на основе базовой матрицы $(C_{ij})_6$, составляет создание (конструирование) базового продукта, матрица которого позволяет расширение ее размерности за счет введения дополнительных компонентов. Использование отдельного компонента или их сочетания формирует однородную группу продукции, что можно представить в следующем виде (5):

$$(C_{ij})_6 = (C_{ij}(p, q, o))_6 \quad (5)$$

где p – матрица состава, q – матрица физико-химических параметров, o – матрица органолептических характеристик. Матрица $(C_{ij})_6$ имеет размерность mn , где m – число столбцов (j), n – число строк (i). Элементы матрицы состава определяются компонентами молока, воды, муки и закваски.

Линейка сквашенных кисломолочных продуктов формировалась путем добавления сиропов и композиции сиропов в готовые образцы продукта: шиповник; арония (черноплодная рябина); облепиха; черника; клюква; смородина; черная смородина + красная рябина; шиповник + чернослив; шиповник + чернослив + черноплодная рябина; шиповник + красная рябина. В зависимости от вида используемых сиропов варьируются параметры органолептической матрицы. В практическом аспекте, используемые наполнители нивелируют некоторую горечь, присущую продукту с овсяной мукой, определенный бобовый привкус и послевкусие, присущее продуктам с экструзионной мукой бобовых культур, в частности, гороха; «убирается» некоторая мучнистость во вкусе, присущая рисовой муке. Показано, что используемый вид экструзионной муки всех четырех групп не влияет на изменение исследованных показателей, т.е. на количество параметров состава.

Полученные результаты вошли в разработанные Технические условия на Продукты кисломолочные с экструдированной мукой «FarinaLact» в раздел ассортимент продукции.

По совокупности полученных данных, рекомендованный срок годности разработанных многокомпонентных кисломолочных продуктов с экструдированной мукой зерновых, злаковых, бобовых и травянистых растений составляет 14 суток при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, что нашло отражение в разработанных технических условиях на конкретные группы продукции.

Энергетическая ценность (калорийность) разработанных продуктов варьируется, в зависимости от вида выбранной муки, массовой доли жира белково-углеводного состава многокомпонентных композиций. В целом, можно констатировать, что модельные образцы продуктов на основе экструдированной муки выбранных культур (табл.1) обладают близкой по значению энергетической ценностью, составляющей в среднем 285-310 кДж (70-75 ккал). Данные представлены на рис. 33.

Разработан универсальный алгоритм производства кисломолочных продуктов с мукой (рис. 34)

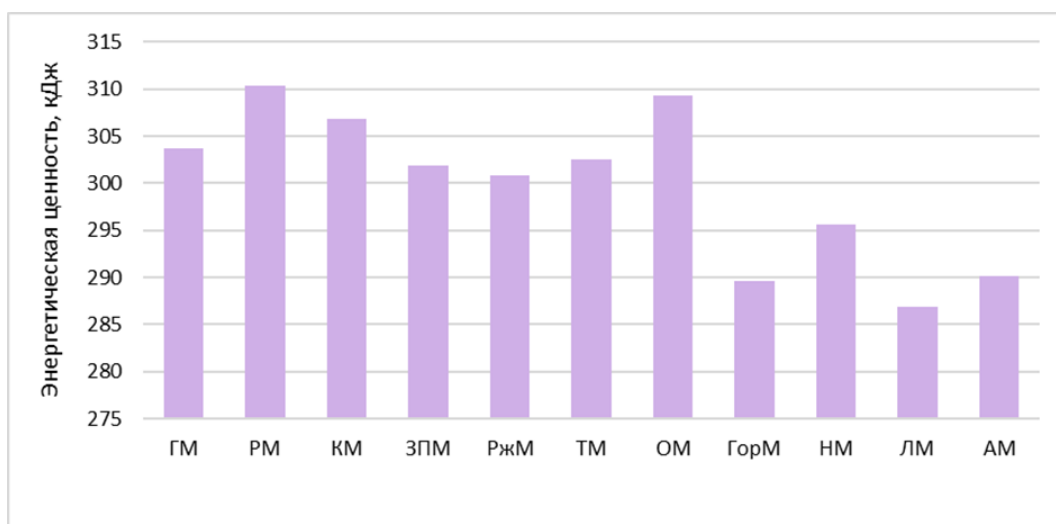


Рисунок 33 - Энергетическая ценность модельных образцов кисломолочных биосистем с использованием экструдированной муки

Результаты проведенных исследований в области создания многокомпонентных пищевых биосистем, реализованы в серии документов по стандартизации на ассортимент кисломолочных продуктов с фантазийным наименованием «FarinaLact». «*farina*» - в переводе с латинского – мука.

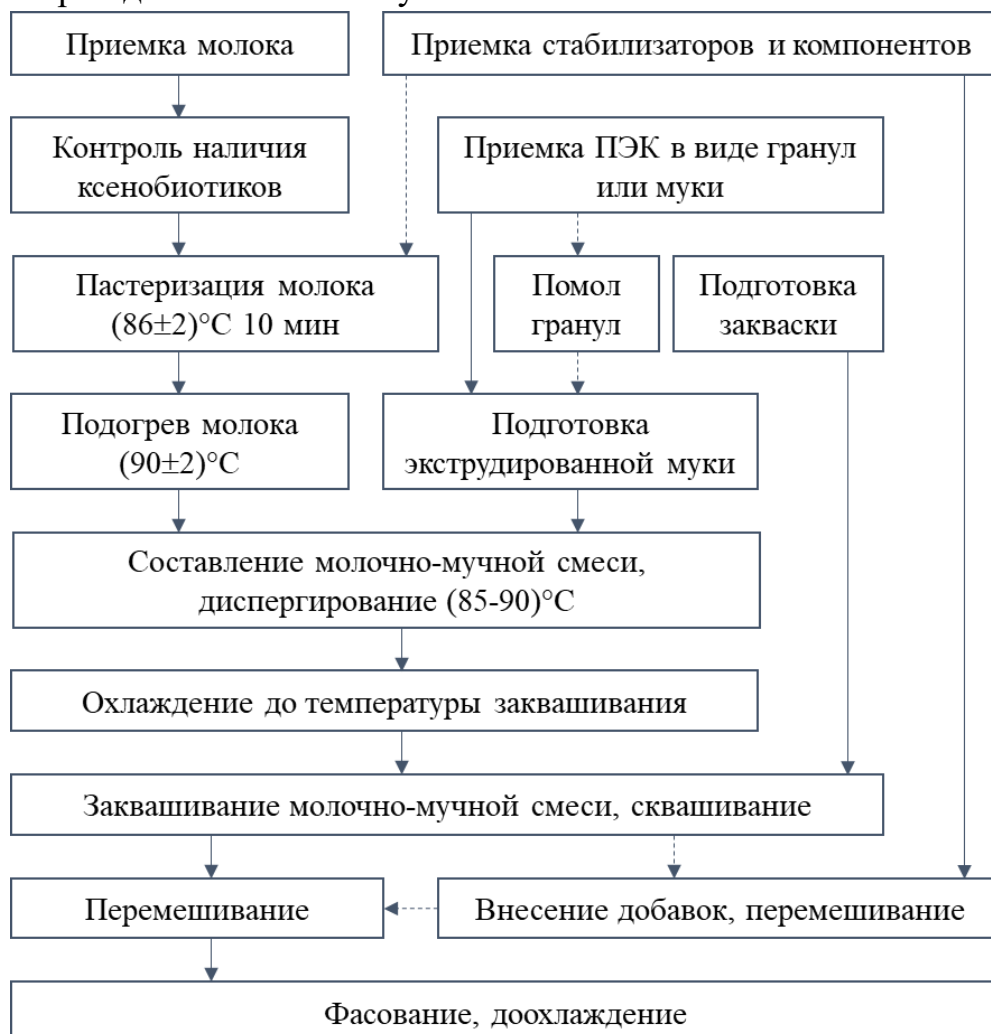


Рисунок 34 - Универсальный алгоритм производства кисломолочных продуктов с мукой

Разработаны четыре документа: Продукты кисломолочные с экструдированной мукой зерновых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52-106-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с гречневой, рисовой и кукурузной мукой); Продукты кисломолочные с экструдированной мукой злаковых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52-107-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с пшеничной, ржаной, овсяной и тритикалевой мукой); Продукты кисломолочные с экструдированной мукой бобовых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52- 108-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с гороховой и нутовой мукой); Продукты кисломолочные с экструдированной мукой травянистых культур «FarinaLact» ТУ 10.51.52- 109-00419785-2025 (в ассортимент входят продукты с амарантовой и льняной мукой). Продукты внедрены в опытно-промышленных условиях на предприятиях молочной промышленности, о чем свидетельствуют соответствующие акты. Внедрение разработанной серии продуктов имеет социальный эффект и очевидный потенциал тиражирования, поскольку продукты обладают улучшенным комплексом свойств и полезности.

Определение наличия остаточных ветеринарных лекарственных средств (ксенобиотиков) является обязательным этапом исследования молока и продукции из молока. Необходимость быстрой оценки безопасности сырья и превентивной оценки безопасности производимой молочной продукции в совокупности с ассортиментом применяемых ветеринарных лекарственных средств привели к появлению большого числа методов анализа.

Методы контроля ксенобиотиков в молоке

Выберите антибиотик 4-эпиокситетрациклин (4-эпимер ок

Антибиотик	Входит в гр...	ПДУ по ТР ...	ПДУ по ТР ...	Комментарий	Стандартиз...	Чувствител...	коммента...
4-эпиоксит...	Тетрациклин...	0.01	10	ПДУ на Тетр...	ГОСТ Р 593...	2.5	тест-систе...
4-эпиоксит...	Тетрациклин...	0.01	10	ПДУ на Тетр...	ГОСТ 34285...	1	тест-систе...
4-эпиоксит...	Тетрациклин...	0.01	10	ПДУ на Тетр...	ГОСТ Р 593...	19	тест-систе...

Стандартизованные методы определения ☒ ГОСТ Р 59326-2021 ☒ ГОСТ 34285-2017 ☐ ГОСТ 34138-2017

☐ МУК 4.1.1011-01-4.1012-01 ☐ нет ☐ ГОСТ 34136-2017

☐ ГОСТ 34678-2020 ☐ ГОСТ 32834-2022 ☐ ГОСТ 32798-2014

☐ ГОСТ 32014-2012 ☐ ГОСТ 32881-2014 ☐ ГОСТ Р 59507-2021

☐ ГОСТ 34533-2019 ☐ ГОСТ 32219-2013 ☐ ГОСТ 34535-2019

☐ ГОСТ 34592-2019 ☐ ГОСТ 33526-2015 ☐ ГОСТ 32834-2014

☐ ГОСТ 32797-2014 ☐ ГОСТ 34137-2017 ☐ ГОСТ 31694-2012

☐ ГОСТ 34449-2018 ☐ ГОСТ 33971-2016 ☐ ГОСТ 34677-2020

☐ ГОСТ 32797-2014 ☐ ГОСТ 33634-2015 ☐ ГОСТ 33615-2015

Чувствительность количественных тестов

☐ 2-4 ☐ 80-100 ☐ 2-3 ☐ 100 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 3-4 ☐ 2-2,5

☐ 0,5-2 ☐ 30 ☐ 40-60 ☐ 40-50 ☐ 1,2-1,5 ☐ 50 ☐ 5-10 ☐ 5-6

☐ 4-5 ☐ 0,5-1 ☐ 10 ☐ 10-15 ☐ 6-12 ☐ 0,3 ☐ 25-35 ☐ 15-30

☐ 20-40 ☐ 50-200 ☐ 5 ☐ 6-8 ☐ 8 ☐ 0,5-1,5 ☐ 1-3 ☐ 5-8

☐ 4-6 ☐ 200 ☐ 9-10 ☐ 0,3-0,4 ☐ 15 ☐ 6 ☐ 1,5-2 ☐ 10-12

☐ 30-40 ☐ 30-50 ☐ 10-55 ☐ 12-18 ☐ 4-9 ☐ 7-9 ☐ 2-5 ☐ 12

☐ 5-7 ☐ 1-1,5 ☐ 3-5 ☐ 0,5-3 ☐ 15-25 ☐ 13-15 ☐ >300 ☐ 8-12

☐ 10-20 ☐ 1-2 ☐ 150-200 ☐ 8-10 ☐ 70-90 ☐ 15-20 ☐ 1 ☐ 12-13

☐ 7-18 ☐ 0,5 ☐ 0,2 ☐ 0,5-0,8 ☐ 40 ☐ 500-1000 ☐ 18-20

☐ 20-25 ☐ 18-22 ☐ 500 ☐ 1000-1200 ☐ 750 ☐ 600-1000 ☐ 1-4

☐ 7-10 ☐ 8-200 ☐ 20-30 ☐ 4-8 ☐ 9-18 ☐ 200-500 ☐ 100-300

☐ 60 ☐ 50-60 ☐ 2,5-7,5 ☐ 150 ☐ 45-90

Рисунок 35 - Вид базовой программы для ЭВМ

Для систематизированного принятия мер по оперативному контролю, предложен единый алгоритм проведения анализа, в результате которого сырьё, содержащее ксенобиотики, не будет допущено в переработку.

Разработан Стандарт организации «Методические рекомендации (правила) по контролю остаточных ветеринарных лекарственных препаратов (ксенобиотиков) в молоке, молочном сырье и молочной продукции» СТО 00419785-081-2024, который содержит необходимые инструменты для внедрения в Программу производственного контроля (ППК) молокоперерабатывающего предприятия алгоритма контроля наличия остаточных ветеринарных лекарственных препаратов (ксенобиотиков). СТО рекомендован для включения в планы производственного контроля молокоперерабатывающих предприятий, о чем свидетельствуют соответствующие акты.

Расчетный минимальный экономический эффект от внедрения СТО составляет 147 000 рублей/тонну молока.

Разработана «Программа для контроля ксенобиотиков в молоке», базовый вид (интерфейс) которой представлен на рис.35

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Развит системный подход к формированию кисломолочных биосистем на основе молока и экструдированной муки, с учетом анализа контр-факторов технологического процесса.

1. Проведен анализ научно-технической информации в области видов и свойств биосистем, роли молочнокислой микрофлоры в их формировании. Рассмотрены приемы проектирования продуктов сложного сырьевого состава, а также, особенности технологии многокомпонентных биосистем на основе молока с растительными компонентами; особенности использования экструдированного растительного сырья. Проанализированы закономерности использования пробиотической заквасочной микрофлоры для усиления комплексной функциональности кисломолочных биосистем, а также, факторы, дестабилизирующие их качество и безопасность.

2. Установлена взаимосвязь системообразующих факторов и сформирована модель, в основу которой заложена совокупность математических описаний. Разработан подход и граничные условия обеспечения нутритивной обеспеченности, нутритивной сбалансированности, желательности основных технологических свойств, органолептической сбалансированности многокомпонентной кисломолочной биосистемы. Как следствие, разработана модель формирования кисломолочных биосистем.

Исследованы симбиотические бактериальные сообщества кефирных грибов. Доказано, что системообразующим фактором формирования естественной биосистемы являются микробные экзополисахариды. Оценен потенциал экзополисахаридной активности кефирных грибов при использовании различных сред для культивирования. При использовании всех

питательных сред количество экзополисахаридов составляло $(44,5 \pm 3,4)$ % от всех углеводов культуральной жидкости и, обеспечивало потенциал выживаемости кефирных грибов и, как следствие, целостность естественной биосистемы. Определены факторы и параметры, положительно влияющие на выживаемость симбиоза кефирных грибов в нестандартных и стрессовых условиях. Комплексно определены характерные для симбиоза динамические параметры, соответствие которым может являться критерием выбора заквасочных культур, обладающих потенциалом симбиогенности

3. Подтверждена системообразующая роль экзополисахаридов в формировании симбиогенности заквасок. Предложена логистическая кривая в виде адаптированной модели вариационного исчисления Пьера Франсуа Ферхюльста для описания динамики кислотообразования молочнокислыми микроорганизмами с использованием которой определены характеристические точки процесса сквашивания для заквасок, обладающих потенциалом симбиогенности. В случае экстраполяции модельных данных динамики кислотообразования применяемых заквасок на результаты микробной трансформации молочно-мучных основ можно судить об успешном создании биосистемы.

4. При изучении витаминного состава кисломолочных биосистем с экструдированной мукой доказан неаддитивный характер изменения содержания витаминов В1, В2, В6 и В9. Отмечено, что в некоторых образцах присутствовало повышенное содержание витаминов группы В по отношению к прогнозируемому, с сопутствующим снижением других витаминов. В частности, отмечено увеличение витамина В1 в образцах ЛМ, ТМ, ОМ и понижение количества этого витамина в образцах АМ; в образцах ГМ, ЖМ и НМ отмечено повышение витамина В2, уменьшение этого витамина происходило в образцах РМ; количество витамина В6 увеличивалось в образцах ГМ, НМ и ЛМ и снижалось в ЖМ; повышение количества витамина В9 отмечено в образцах КМ и НМ и понижение – в ТМ и РМ. Определение аминокислотного состава показало, что для большинства вариантов модельных образцов лимитирующими являлись лейцин и фенилаланин, одновременно, экспериментально подтверждена эмерджентность. При органолептическом анализе выявлены эмерджентные свойства и введен дескриптор «эмерджентный». Предложена обобщенная двухуровневая система дескрипторов. Разработан подход к представлению органолептического профиля посредством противоположно направленных горизонтальных диаграмм накопительных оценок с дифференцированием дескрипторов в соответствии с направленностью векторов их влияния.

5. Разработана матрица ранжирования факторов для контроля безопасности молока. Проведены натурные испытания показателей безопасности сырого молока, предназначенного для промышленной переработки с использованием интегрированных методологий лабораторного анализа. При изучении содержания ксенобиотиков в молоке, объектами исследования являлись образцы молока, полученные на трёх животноводческих комплексах,

расположенных в Московской, Рязанской и Калужской областях. Представленные образцы молока были получены от условных трёх категорий коров: здоровых, больных маститами, в период терапевтического лечения и коров, лечение которых окончено в соответствии с инструкцией по применению препарата. Показано, что в образцах всех экспериментальных групп протекал молочнокислый процесс, что подтверждается количеством молочнокислых микроорганизмов (более $1 \cdot 10^7$ КОЕ/см³) на момент окончания сквашивания. Факт ненаступления сквашивания был в 22,8% всех исследованных образцов и еще в 26% отмечали образование вялого, дряблого сгустка. Наличие ксенобиотиков явилось препятствием для нормального протекания молочнокислого процесса в 49% от всех исследованных образцов. Следовательно, присутствующие в молоке ксенобиотики не позволили сформировать кисломолочную биосистему. Разработана программа ЭВМ для контроля ксенобиотиков в молоке и молочных продуктах.

6. Разработан универсальный алгоритм производства многокомпонентных молочных продуктов с мукой и осуществлено комплексное изучение их свойств. Обоснована необходимость дополнительного диспергирования для устранения пороков, снижения потерь и обеспечения технологичности процесса создания многокомпонентных молочных продуктов с мукой. Во всех вариантах диспергированных модельных образцов количество молочнокислых микроорганизмов после сквашивания составляло от $5 \cdot 10^7$ КОЕ/см³ до $2,5 \cdot 10^8$ КОЕ/см³. Показано, что при увеличении содержания муки в продукте наблюдается синерезис, степень которого варьируется от 4 до 23%, в зависимости от вида муки и длительности хранения. Обосновано применение пектинов, как стабилизаторов структуры. Предусмотрено корректирование нежелательных вкусоароматических нюансов путем использования сиропов фруктовых и ягодных наполнителей. При этом, линейка сквашенных кисломолочных продуктов формировалась с использованием приема проектирования технологии на основе идентичной базовой матрицы. Определены рекомендуемые сроки годности разработанных продуктов, составившие 14 суток.

7. Разработаны частные технологии и документы по стандартизации на кисломолочные продукты с мукой с фантазийным наименованием «FarinaLact». Производство разработанных продуктов носит определенный социальный эффект, поскольку расширяет ассортимент продукции «здорового питания». Разработан СТО «Методические рекомендации (правила) по контролю остаточных ветеринарных лекарственных препаратов (ксенобиотиков) в молоке, молочном сырье и молочной продукции». Расчетный минимальный экономический эффект от внедрения СТО составляет 147 000 рублей/тонну молока.

СПИСОК ТРУДОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

Главы в монографиях и учебниках

1. Соколова О.В. «Нативное обогащение» кисломолочной продукции. /О.В. Соколова, И.В. Рожкова//Инновационные технологии обогащения молочной продукции (теория и практика): монография, М.: Издательство «Франтера». – 2016. – 347 с. (С.133-161)
2. Федотова О.Б. Целостность пищевых биосистем на молочной основе/ О.Б.Федотова, О.В.Соколова// Грани молочной науки: эволюционные императивы и детерминанты развития. Коллективная монография. Под общей редакцией академика РАН, доктора технических наук Галстяна А.Г. – М.: ВНИМИ, 2024. – 320 с.

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК

3. Соколова, О.В. Разработка нового кисломолочного продукта/ О.В. Соколова, В.Ф. Семенихина // Пищевая промышленность, - 2012. - №11. - С. 52-53
4. Соколова, О.В. Новый поликомпонентный кисломолочный продукт/ О.В. Соколова. - Молочная промышленность.- 2013.- № 1. -С. 78-79.
5. Соколова, О.В. Исследование показателей кисломолочного поликомпонентного продукта с овсяной мукой при хранении/ О.В. Соколова О.В.// Молочная промышленность. -2013.- № 5. -С. 74-76
6. Соколова, О.В. Использование пряностей для корректировки органолептических показателей кисломолочных продуктов с мукой / О.В. Соколова, И.В. Рожкова, О.Б. Федотова//Молочная промышленность. – №6. - 2015. – С. 30-31
7. Соколова, О.В. Подбор стабилизаторов структуры для молокосодержащих продуктов с мукой./О.В. Соколова, Е.Ю. Агаркова//Молочная промышленность. - №7. – 2016. – С. 62-63
8. Соколова, О.В. Подбор криопротекторных сред для *Lactobacillus reuteri*./О.В. Соколова, И.В. Рожкова//Молочная промышленность. – №7. – 2017. – С. 42-43
9. Макаркин, Д.В. Молочно-мучные безглютеновые ферментированные продукты. Научно-технологические аспекты создания/Д.В.Макаркин, О.Б.Федотова, О.В.Соколова// Молочная промышленность.- № 3.-2018.– С. 66-68
10. Макаркин, Д.В. Особенности оценки органолептических показателей ферментированных молочно-мультизлаковых продуктов/Д.В. Макаркин, О.В. Соколова О.Б.Федотова // Контроль качества продукции.- №6.-2018.-С.53-58
- 11.Хавкин, А.И. Применение кисломолочных продуктов в питании детей: опыт и перспективы. / А.И. Хавкин, Г.В. Волынец, О.Б. Федотова, О.В. Соколова, О.Н. Комарова//Трудный пациент.-№1-2.-Том 17.-2019.- С.6-14
- 12.Тутельян, А.В. Образование биологических пленок микроорганизмов на пищевых производствах/А.В. Тутельян, Ю.К Юшина, О.В. Соколова О.В.,

- Д.С Батаева, А.Д Фесюн, А.В.Датий //Вопросы питания. – 2019. – Том 88, №3. – С. 32-43 DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10027
- 13.Соколова, О.В. Исследование биопленкообразующей способности *Listeria monocytogenes*./О.В. Соколова, Ю.К. Юшина//Пищевая промышленность. - №4. - 2019. - С. 94-95
 - 14.Федотова, О.Б. Разработка и исследования пищевой и биологической ценности и потребительских свойств кисломолочного продукта с мукой, не содержащего глютен. /О.Б.Федотова, Д.В. Макаркин, О.В. Соколова, Н.И. Дунченко //Вопросы питания. – 2019. – Том 68. - №2. – С. 101-110 DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10023
 - 15.Соколова, О.В. Некоторые аспекты создания ферментированных молочных продуктов сложного сырьевого состава с эмерджентными свойствами/О.В.Соколова,О.Б.Федотова//Пищевая промышленность.- №5.-2023.-С.42-44.- DOI: 10.52653/PPI.2023.5.5.011
 - 16.Соколова, О.В. Базовые аспекты сохранности биологической целостности природных поливидовых симбиотических бактериальных сообществ для производства кефира/ О.В.Соколова, О.Б.Федотова//Вестник МГТУ.Труды Мурманского государственного технического университета. _Т.27.№2.- 2024-С.256-264. DOI: 10.21443/1560-9278-2024-27-2-256-264
 - 17.Соколова, О.В. Разработка матрицы ранжирования факторов для контроля показателей безопасности сырого молока/ О.В.Соколова, И.В. Зубко//Молочная промышленность. -№4.-2024.-С.60-65
 - 18.Агаркова, Е.Ю. / Е.Ю. Агаркова, В.В. Кондратенко, О.В. Соколова, О.М. Стурова//Неаддитивное моделирование технологических свойств систем гидроколлоидов //Пищевая промышленность. -№11. _2024.-С.90-93.- DOI: 10.52653/PPI.2024.11.11.016
 - 19.Соколова, О.В. Создание полидисперсных систем с мукой из растительного сырья на молочной основе с управляемыми неаддитивными технологическими свойствами / Е. Ю. Агаркова, В. В. Кондратенко, О. В. Соколова, А. Н. Яшин // Пищевая промышленность. – 2025. – № 1. – С. 107-111. – DOI 10.52653/PPI.2025.1.1.019.
 - 20.Соколова, О.В. Особенности формирования органолептического профиля поликомпонентных биосистем на молочной основе / О. В. Соколова, Е. Ю. Агаркова, О. Б. Федотова [и др.] // Молочная промышленность. – 2025. – № 2. – С. 38-45. – DOI 10.21603/1019-8946-2025-2-34.
 - 21.Кондратенко, В.В. Разработка модели формирования дисперсных биосистем на молочной основе / В.В. Кондратенко, О.В. Соколова, Е.Ю. Агаркова, О.Б. Федотова, Д.С. Архипов // Пищевая промышленность. – 2025. - №10. – С. 6-10 DOI 10.52653/PPI.2025.10.10.001.
- Публикации в материалах конференций и журналах, индексируемых в РИНЦ**
- 22.Соколова, О.В. Нативное обогащение сквашенного молочно-мучного продукта/О.В. Соколова, И.В. Рожкова// Научный вклад молодых ученых в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК:

- Сборник научных трудов VII конференции молодых ученых и специалистов научно-исследовательских институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии 8-9 октября 2013 г. Москва, ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии. – Москва: Интеллект-центр, 2013. – С. 406-409
23. Соколова, О.В. Особенности органолептического профиля при создании кисломолочных продуктов с мукой / О.В. Соколова // Пищевые инновации и биотехнологии: Материалы Международной научной конференции. Под ред. А.Ю. Просекова. – ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». – Кемерово, 2014. – т.2. – С.123-125
 24. Соколова, О.В. Особенности технологии сквашенных мукосодержащих продуктов /О.В. Соколова, И.В. Рожкова // Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов. Под. Ред. В.А. Полякова, Л.В. Римаревой. – М.: ВНИИПБТ, 2014. – С. 316-322
 25. Соколова, О.В. Роль заквасочной микрофлоры в формировании свойств кисломолочных продуктов на основе молока и экструзионной муки / О.В. Соколова, И.В. Рожкова// От истоков к современности. Сборник материалов Международной Недели сыроделия и маслоделия. 15-21 июня 2001. г. Углич, ВНИИМС. – 2014. – 284 с.
 26. Соколова, О.В. Использование приемов нативного обогащения при производстве молочных продуктов / О.В. Соколова, О.Б. Федотова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов X Международной научно-технической конференции, 23-24 апреля 2015, Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2015. – С.183
 27. Соколова, О.В. Пути нативной витаминизации молочных продуктов за счет использования пробиотических заквасок и экструдированной муки / О.В. Соколова//Пищевые инновации и биотехнологии: материалы Международной научной конференции / под общ. ред. А.Ю. Просекова; ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)». – Кемерово, 2015. – С. 125-127
 28. Соколова, О.В. Особенности выработки поликомпонентных продуктов. /О.В. Соколова, В.Ф. Семенихина//Переработка молока. - 2015. - №2. - С.52
 29. Соколова, О.В. Исследование влияния питательных сред для кефирных грибков и наращивание их биомассы как базовый этап синтеза экзополисахаридов/ О.В. Соколова, И.В. Рожкова// Повышение качества, безопасности и конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса в современных условиях: Сборник научных трудов IX Международной конференции молодых ученых и специалистов. – М.: ФГБНУ ВНИИПБиВП, 2015. – С. 304-308
 30. Соколова, О.В. Кисломолочный продукт с льняной мукой /О.В. Соколова, О.Б. Федотова// Современные достижения биотехнологии. Актуальные

- проблемы молочного дела: материалы V Международной научно-практической конференции (21-23 октября 2015 г). – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015. – С.354-356
31. Соколова, О.В. Креативный подход к нативной витаминизации молочных продуктов. /О.В. Соколова// «Научное обеспечение молочной промышленности (микробиология, биотехнология, технология, контроль качества и безопасности)». Сборник научных трудов. М.: Изд-во «Франтера», 2015. – С. 239-241
 32. Соколова, О.В. Влияние питательной среды на содержание лактозы после ферментации кефирными грибами и закваской прямого внесения для кефира. /О.В. Соколова, Н.А. Жижин// «Научное обеспечение молочной промышленности (микробиология, биотехнология, технология, контроль качества и безопасности)». Сборник научных трудов. М.: Изд-во «Франтера», 2015. – С. 234-238
 33. Соколова, О.В. О возможностях обогащения поликомпонентных кисломолочных продуктов витаминами и аминокислотами в нативной форме. /О.В. Соколова, О.Б. Федотова// 18-ая Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти В.М. Горбатова «Развитие биотехнологических и постгеномных технологий для оценки качества сельскохозяйственного сырья и создания продуктов здорового питания: Материалы конференции. В II томах. (9-10 декабря 2015 г). – М.: типография ФГБНУ «ВНИИПП им. Горбатова». – Т.2. - 2015. – С. 429-432
 34. Соколова, О.В. Перспективное направление использования экструдированной муки зерновых и крупяных культур в технологии кисломолочных напитков. /О.В. Соколова, И.В. Рожкова// Кузбасс: образование, наука, инновации: Материалы Инновационного конвента. 15 октября 2015 г., Кемерово. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2015. – С. 127-128
 35. Соколова, О.В. Новый подход к повышению объективной полезности кисломолочных продуктов сложного сырьевого состава// II Международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство, посвященная 85-летию ФГБОУ ВО ВГУИТ»: Сборник материалов, 4 декабря 2015г. - Воронеж. гос. ун-т инж. технол., ВГУИТ, 2015.- С.438-440
 36. Макаркин, Д.В. Исследование полезной микрофлоры вариантов ферментированных молочно-мучных и молочно-мультизлаковых продуктов/ Д.В. Макаркин, О.Б. Федотова, О.В. Соколова// III Международная научно-техническая конференция (заочная) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство» [Электронный ресурс]: сборник материалов, 8 ноября 2016 г./Воронеж. гос. ун-т инж. технол., ВГУИТ, 2016. С 502-507
 37. Соколова, О.В. Дрожжевой автолизат как стимулятор роста биомассы кефирных грибов./О.В. Соколова, И.В. Рожкова//Техника и технология :

- тезисы докладов X международной научной конференции студентов и аспирантов, 28-29 апреля 2016 г., Могилев/ Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) и др. – Могилев: МГУП. – 2016. – С.201
38. Соколова, О.В. Влияние сахарозы на углеводный состав объектов, ферментированных кефирными грибами и закваской прямого внесения для кефира./О.В. Соколова//Перспективные ферментированные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов. Сборник материалов VIII Международного научно-практического симпозиума «Перспективные ферментированные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов». – М.: ВНИИПБТ. – 2016. – С. 221-227
 39. Пономарева, А.С. Исследование динамики кислотообразования кисломолочных поликомпонентных продуктов с отрубями. /А.С. Пономарева, О.В. Соколова// Пища. Экология. Качество. Труды XIII Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество» в 3-х томах, Красноярск, 18-19 марта 2016 г. Отв. за выпуск О.К. Мотовилов, Н.И. Пыжикова и др. Красноярск: Издательство Красноярский государственный аграрный университет. - 2016. – Том 3 (П-Я) - С.70-73
 40. Соколова, О.В. Структурообразующая роль экструдированной муки в технологии поликомпонентных сквашенных продуктов. /О.В. Соколова// Пища. Экология. Качество. Труды XIII Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество» в 3-х томах, Красноярск, 18-19 марта 2016 г. Отв. за выпуск О.К. Мотовилов, Н.И. Пыжикова и др. Красноярск: Издательство Красноярский государственный аграрный университет. - 2016. – Том 3 (П-Я) – С.226-229
 41. Соколова, О.В. Исследование углеводного состава сред после ферментации заквасками для кефира. /О.В. Соколова//Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока: сборник научных трудов с международным участием; вып. 13. Под ред. А.А. Майорова. – Барнаул: АЗБУКА. – 2016. – С. 71-76
 42. Пономарева, А.С. Подбор заквасочных культур для кисломолочного поликомпонентного продукта с зерновым компонентом. /А.С. Пономарева, О.В. Соколова// Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока: сборник научных трудов с международным участием; вып. 13. Под ред. А.А. Майорова. – Барнаул: АЗБУКА. – 2016. – С. 116-121
 43. Соколова, О.В. Научно-практические этапы разработки поликомпонентного кисломолочного продукта «йогурт с отрубями тритикале. /О.В. Соколова, А.С. Пономарева//Современные подходы к получению и переработке сельскохозяйственной продукции – гарантия продовольственной независимости России. Сборник научных трудов Ч Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии

- наук / ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова» (27 октября 2016 г). – Москва. – 2016. – С.340-343
- 44.Соколова, О.В. Хранимоспособность бакконцентрата *L. reuteri* при различных температурах. /О.В. Соколова, Т.И. Ширшова//Переработка молока. - 2016. - №12. - С. 52-53
 - 45.Соколова, О.В. Влияние состава питательной среды для кефирных грибков на выработку микробных экзополисахаридов. /О.В. Соколова// Научное обеспечение молочной промышленности (микробиология, биотехнология, технология, контроль качества и безопасности, стандартизация). Сборник научных трудов. М.: ФГБНУ «ВНИИМ». – Издательство «Франтера». – 2016. – С.236-243
 - 46.Макаркин, Д.В. Исследование полезной микрофлоры вариантов ферментированных молочно-мучных и молочно-мультизлаковых продуктов/ Д.В. Макаркин, О.Б. Федотова, О.В. Соколова// III Международная научно-техническая конференция (заочная) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство» [Электронный ресурс]: сборник материалов, 8 ноября 2016 г./Воронеж. гос. ун-т инж. технол., ВГУИТ, 2016.-С.502-507
 - 47.Соколова, О.В. Защитные среды для бактериального концентрата *L. Reuteri*./О.В. Соколова, И.В. Рожкова//О.В. Соколова, И.В. Рожкова//Техника и технология пищевых производств : тезисы докладов XI Международной научно-технической конференции, 20-21 апреля 2017., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; под ред. А.В. Акулич. – Могилев: МГУП, 2017. – С. 203
 - 48.Гачина, А.А. Исследование влияния способа обеззараживающей обработки растительного сырья для производства кисломолочного продукта с повышенным содержанием белка./А.А. Гачина, О.В. Соколова// «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции»: материалы II Международной научно-практической конференции – 5-26 июня 2017, Краснодар/ ФГБНУ ВНИИТТИ. – 2017. -С. 26-29
 - 49.Соколова, О.В. Ферментированный кисломолочный продукт на основе мультизлаковой комбинации, не содержащей глютен /О.В.Соколова, Д.В.Макаркин//Сборник материалов международной научно-практической конференции «Научно-практические решения и вопросы технического регулирования производства молочной продукции».9-18 июня 2017г. - Углич, ВНИИМС, 2017. - С.88-90
 - 50.Соколова, О.В. Сенсорная оценка как базовый этап разработки кисломолочного продукта с мукой бобовых культур. /Соколова О.В., Гачина А.А.// Пищевые инновации и биотехнологии: материалы V Международной научной конференции. – 25 апреля 2017 г, Кемерово./

- ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)».– 2017 г. – С. 114-116
51. Гачина, А.А. Разработка кисломолочного продукта с повышенным содержанием белка. /А.А. Гачина, О.В. Соколова, Н.Г. Машенцева// Общеуниверситетская студенческая конференция студентов и молодых ученых «День науки»: материалы конференции. – 18-25 мая 2017, Москва. /ФГБОУ ВПО «МГУПП». – 2017. – С. 58-60
 52. Соколова, О.В. Рассуждения о роли микробных экзополисахаридов для молочных продуктов на примере кефирных грибков. // Научно-практические решения и вопросы технического регулирования производства молочной продукции: материалы Международной молочной недели.–9-18 июля 2017, г. Углич./ФГБНУ «ВНИИМС».– 2017.–С.151-153
 53. Соколова, О.В. Как заквасочная микрофлора влияет на органолептический профиль кисломолочных продуктов сложного сырьевого состава. // Научно-практические решения и вопросы технического регулирования производства молочной продукции: материалы Международной молочной недели.–9-18 июля 2017, г. Углич. /ФГБНУ «ВНИИМС».–2017.–С.149-151
 54. Соколова, О.В. Исследование влияния обеззараживания льняной муки на микробиологические показатели кисломолочного продукта с её использованием. //«Наука – главный фактор инновационного прорыва в пищевой промышленности». Сборник научных трудов юбилейного форума, посвященного 85-летию со дня основания ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности» (23-24 ноября 2017 г.) / Отв. ред. д.т.н. Мартиросян В.В. – М.: Издательский комплекс «Буки веда». – 2017. – С. 171-174
 55. Соколова, О.В. Влияние состава питательных сред на синтез полисахаридов кефирных грибков./О.В. Соколова, И.В. Рожкова//IV Международная научно-техническая конференция (заочная) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство»: сборник материалов, 9-10 ноября 2017 г., Воронеж, Гос. университет инж. технологий, ВГУИТ. – 2017. – С. 421-425
 56. Пряничникова, Н.С. Методологические особенности органолептической оценки продуктов со сложной вкусоароматической гаммой/ Пряничникова Н.С., Федотова О.Б., Соколова О.В.//II Международный симпозиум «Инновации в пищевой биотехнологии»: Материалы VII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации и биотехнологии», посвященная 45-летию вуза (13-17 мая 2019) Кемерово. – 2019. – Том. 2. – С. 330-332
 57. Федотова, О.Б. Разработка алгоритма технологического прогнозирования поликомпонентных кисломолочных продуктов с мукой. / О.Б. Федотова, О.В. Соколова// Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством. – 2020. -Т.1. -№1(1). – С. 566-571

58. Федотова, О.Б. Использование зерновых текстуратов в технологии кисломолочных продуктов как альтернатива стабилизаторам структуры. /О.Б. Федотова, О.В. Соколова//«Актуальные направления научных исследований: технологии, качество и безопасность». Сборник материалов Национальной (Всероссийской конференции под общ. ред. А.Ю. Просекова. - Кемеровский государственный университет, 2020. (25-27 мая 2020). - Кемерово. - 2020. - С.88-89.
59. Федотова, О.Б. Совершенствование методических аспектов и разработка детализированной процедуры оценки безопасности в хранении продукции сложного компонентного состава. /О.Б. Федотова, О.В. Соколова// «Инновационные технологии обработки и хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов». Сборник научных трудов ученых и специалистов к 90-летию ВНИХИ. Москва.-2020.-С.452-459
60. Соколова, О.В. Пищевая безопасность как фактор сдерживания растущей антибиотикорезистентности. //Молочная река. - 2021. - №2(82). - С.50-52
61. Соколова, О.В. Антибиотикорезистентность: контроль необходим. //Животноводство России. - 2021. - №7. - С.34-36
62. Соколова, О.В. Рассуждения на тему ужесточения контроля показателей безопасности молока в части контроля антибиотиков. //Переработка молока. - 2021. - №11(265). - С. 24-25
63. Соколова, О. В. Некоторые особенности изучения экзополисахаридной активности молочнокислых микроорганизмов, их симбиозов и консорциумов / О. В. Соколова // Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности : Сборник материалов 2-й Международной научно-практической конференции, Краснодар, 01–02 декабря 2022 года. – Краснодар: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2022. – С. 222-226.
64. Соколова, О.В., Прослеживаемость показателей безопасности молока от отела до приемки/О.В. Соколова//Переработка молока. -№9.-2022.-С.35-37
65. Соколова, О.В. К вопросу контроля антибиотиков в молоке, предназначенном для сквашивания / О. В. Соколова, О. Б. Федотова // Производство сыра, масла и другой молочной продукции в современных условиях. Проблемы и пути решения: Сборник материалов международной научно-практической конференции, Углич, 20–22 июня 2023 года. – Углич: ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2023. – С. 203-206.
66. Соколова, О. В. Новые правила контроля антибиотиков / О.В. Соколова // Молочная река. – 2023. – № 2(90). – С. 56.
67. Соколова, О. В. Только комплексный анализ молока может гарантировать качество и безопасность молочной продукции / О.В. Соколова // Переработка молока. – 2023. – № 10(288). – С. 52-54.

68. Соколова, О.В. О корректности контроля антибиотиков в молоке/ О.В. Соколова, О.Б. Федотова//Технический оппонент.-№2(10).-2023.-С.37-40
69. Соколова, О. В. Контроль безопасности молока - новый тренд отрасли / О. В. Соколова // Переработка молока. – 2023. – № 8(286). – С. 48-49.
70. Соколова, О. В. Исследование молока на антибиотики - новый тренд отрасли / О. В. Соколова // Молочная река. – 2024. – № 4(96). – С. 36-39.
71. Соколова, О. В. Контроля ингибирующих веществ недостаточно!/О. В. Соколова, И.В. Зубко//Молочная промышленность.– 2024.– № 4.– С.56-57.
72. Соколова, О. В. Некоторые аспекты комплексного контроля молока для обеспечения качества и безопасности молочной продукции / О. В. Соколова // Переработка молока. – 2024. – № 6(296). – С. 46-47.
73. Соколова, О.В. Базовые аспекты формирования многокомпонентных, потребительски привлекательных, кисломолочных биосистем с экструзионной мукой /О.В. Соколова, О.Б. Федотова, Е.Ю. Агаркова//Устойчивое технологическое развитие аграрно-пищевых систем –гарантия продовольственной безопасности: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 19-20 июня 2025 г. / Под общ. ред. акад. РАНИ.Ф. Горлова. – Волгоград: ООО «СФЕРА», 2025. – С. 217-221

Результаты интеллектуальной деятельности

74. Пат. 2453133 Российская Федерация, A23L1/05, A23L 1/30, A23C 9/20, A23C 9/12, A23C 1/105. Способ производства сквашенного молока содержащего овсяного пищевого продукта / Соколова О.В., Семенихина В.Ф., Рожкова И.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности" (ФГБНУ "ВНИМИ"). – № 2010139917/13; заявл. 28.09.2010; опубл. 20.06.2012, Бюл. № 17. – 7 с.
75. Пат. 2687818 Российская Федерация, МПК7 A23C 9/127, A23C 9/13. Способ производства ферментированного молочного продукта с мукой / Федотова О.Б., Макаркин Д.В., Соколова О.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности" (ФГБНУ "ВНИМИ"). – № 2017109645; заявл. 23.03.17; опубл. 16.05.19, Бюл. № 14. – 9 с.
76. «Программа для контроля ксенобиотиков в молоке» Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2025662813.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ГиМ -гидролизованное молоко с сахарозой

ГиМ+ДрА -гидролизованное молоко с дрожжевым автолизатом

ГиМ+ДрЭ -гидролизованное молоко с дрожжевым экстрактом

ГиМ+Сах – гидролизованное молоко с сахарозой

КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов

КМБС-кисломолочная биосистема

м.д.б.- массовая доля белка

м.д.ж.- массовая доля жира

МКБ – молочнокислые бактерии

ОМЧ – общее микробное число

ПМ -пастеризованное молоко

ППК – программа производственного контроля

СТО – стандарт организации

ТУ – технические условия

ХЧ - химически чистый

ЭПС – экзополисахариды

ПЭК – продукция экструзии круп

СПИСОК ТЕРМИНОВ

Биокомпонента – заквасочная микрофлора, используемая в целях осуществления биотрансформации исходного сырья.

Контр-факторы – факторы, замедляющие или ингибирующие процесс формирования кисломолочных биосистем.

Модельный образец - образец, выработанный в лабораторных условиях при режимах, имитирующих промышленное производство

Натурные испытания - испытания объекта в условиях, соответствующих условиям его использования по прямому назначению с непосредственным оцениванием или контролем определяемых характеристик свойств на молокоперерабатывающем предприятии.

Нутритивная обеспеченность – достаточность содержания нутритивных компонентов и эссенциальных факторов роста биокомпоненты.

Нутритивный компонент – совокупность низкомолекулярных углеводов и кислот, обуславливающая метаболическую базу биотрансформации.

Период адаптации - время, в течение которого кефирные грибки не проявляют признаки роста.

Потенциал симбиогенности – совокупность возможностей и ресурсов для формирования биосистемы микробной трансформацией

Симбиогенность — свойство микроорганизмов активно участвовать в формировании биосистемы.