

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 637.144.5

На правах рукописи

**НГУЕН БАО ТЪАУ**

**РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ  
НИЗКОЛАКТОЗНОЙ ТВОРОЖНОЙ МАССЫ С ПЮРЕ ПАПАЙИ**

4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук, профессор  
Тихомирова Наталья Александровна

Москва – 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	12
1.1 Состояние и медико-биологические проблемы питания во Вьетнаме.....	12
1.2 Анализ ресурсов молочной промышленности и рынка молочных продуктов Вьетнама.....	16
1.3 Способы снижения содержания лактозы в молочном сырье.....	26
1.4 Перспективы производства синбиотических низколактозных высокобелковых молочных продуктов.....	32
ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	43
2.1 Организационная структура работы и объекты исследований.....	43
2.2 Методы исследований.....	44
ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКА НИЗКОЛАКТОЗНЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	51
3.1 Анализ мирового ассортимента низколактозных молочных продуктов....	51
3.2 Изучение потребительских предпочтений низколактозных продуктов вьетнамским населением и перспективы их производства.....	55
3.3 Требования к составу и свойствам низколактозного кисломолочного продукта с растительными компонентами на основе сырьевых ресурсов Вьетнама.....	63
ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ НИЗКОЛАКТОЗНОЙ ТВОРОЖНОЙ МАССЫ.....	66
4.1 Обоснование способа снижения массовой доли лактозы в молочной основе для низколактозного творога.....	66
4.2 Подбор заквасочных культур для производства низколактозной творожной массы с пробиотическими свойствами.....	74

4.3 Разработка рецептур низколактозной творожной массы с пюре папайи....	81
4.4 Обоснование режимов и параметров технологического процесса низколактозной творожной массы с пюре папайи.....	90
ГЛАВА 5 ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НИЗКОЛАКТОЗНОЙ ТВОРОЖНОЙ МАССЫ С ПЮРЕ ПАПАЙИ.....	103
5.1 Показатели качества.....	103
5.2 Пищевая и биологическая ценность.....	106
ГЛАВА 6 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ.....	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	114
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	116
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	117
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	130

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы исследования.**

Перспективным направлением развития пищевой биотехнологии является разработка и производство специализированных продуктов как для здорового населения с целью компенсации особенности генотипа и связанных с ним рисков развития заболеваний и удовлетворения всех физиологических потребностей в зависимости от его активности, возраста и других факторов, так и для различных узких категорий населения с особенностями, вызванными как генетическими данными, так и уже имеющимися заболеваниями или особенностями среды обитания. При этом в мировой практике большую популярность приобрели синбиотические продукты, включающие использование пробиотиков и пребиотиков в молочно-растительных продуктах сложного состава. Приоритетным направлением пищевой биотехнологии является производство специализированных продуктов с адекватными потребительскими свойствами на основе комплексного использования биопотенциала сырья. Поэтому разработка биотехнологии низколактозной синбиотической творожной массы с папайей является актуальной и представляет научную и практическую значимость как в производстве специализированного питания, так и в реализации биотехнологических основ современного агропромышленного производства.

Непереносимость лактозы у современного населения связана со снижением содержания и/или активности фермента лактазы и зависит от этнической группы, факторов питания и образа жизни, имеет высокую распространенностью в Юго-Восточной Азии, включая Вьетнам. Значительная доля фермента лактазы в организме человека (около 80 %) вырабатывается бактериями нормальной микрофлоры кишечника (преимущественно бифидо- и лактобактериями), поэтому при вторичной лактазной недостаточности использование пробиотиков является клинически обоснованным вариантом лечения [135]. Пробиотики способствуют толерантности к лактозе за счет увеличения общего гидролиза в тонкой кишке и повышения

ферментации лактозы в толстой кишке. Таким образом для людей с первичной и вторичной неперевариваемостью лактозы (молочных продуктов) рекомендуются кисломолочные продукты с пробиотиками, такими как лакто- и бифидобактерии, а также с пребиотиками – факторами роста пробиотиков. Синбиотический продукт – низколактозная творожная масса с пюре папайи и бифидобактериями соответствует выше перечисленным требованиям.

**Степень разработанности темы исследования.** Исследования выполнены на основе научно-теоретических и экспериментальных работ российских и зарубежных ученых: Т. А. Антиповой, Н. Б. Гавриловой, В. И. Ганиной, Г. А. Донской, Н. Н. Липатова (младшего и старшего), А. Н. Пономарева, Л. В. Голубевой, О. В. Пасько, Е. И. Мельниковой, В. В. Колпаковой, И. А. Рогова, С. А. Рябцевой, С. В. Симоненко, Е. И. Титова, Н. А. Тихомировой, О. И. Долматовой, И. С. Хамагаевой, Т. А. Кадиева, О. В. Бессоновой, Е. Д. Калининой, Т. Duangrutai, Т. Getenesh, P. Rajasekhar, K. Zolnere, Z. Mlichova и других, работающих над этим вопросом. Однако разработка низколактозного творожного продукта с растительным компонентом, помогающего в решении проблем здравоохранения в развивающихся странах, в том числе во Вьетнаме до конца не изучена и не описана, вследствие чего остается актуальной и перспективной задачей.

#### **Цель и задачи исследования.**

Целью работы является на основе нутритивного статуса населения Вьетнама и анализа производственных и сырьевых ресурсов разработать биотехнологию низколактозной творожной массы с пюре папайи для специализированного питания с непереносимостью лактозы.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) На основе анализа ассортимента и производственной базы молочной промышленности, сырьевых ресурсов плодоовощной промышленности Вьетнама, нутритивного статуса, изучения потребительских предпочтений различных возрастных групп населения сформулировать требования к специализированному

синбиотическому продукту – низколактозному высокобелковому молочному продукту с растительным компонентом;

2) Обоснование выбора сырья и рецептурных компонентов для разработки технологии низколактозной творожной массы с пюре папайи на основе анализа органолептических, физико-химических характеристик, антиоксидантной активности готового продукта;

3) Обоснование способа снижения массовой доли лактозы в молочной основе и подбор ферментного препарата для гидролиза лактозы в биотехнологии низколактозной творожной массы с пюре папайи;

4) Изучие и обоснование вида, дозы и соотношения заквасочных культур для получения низколактозного творога, а также внесения бифидобактерий в низколактозную творожную массу для получения пробиотического продукта;

5) Разработка биотехнологии низколактозной творожной массы с пюре папайи и её апробация в производственных условиях. Определение в продукте физико-химических, органолептических, микробиологических показателей, пищевой и биологической ценности;

6) Разработка комплекта нормативной и технической документации: расчёт экономической эффективности производства продукта.

### **Научная новизна.**

- Изучен процесс гидролиза лактозы в молоке коров, наиболее широко распространенной во Вьетнаме породы F2 HF, под действием ферментных препаратов лактазы торговых марок: «Lacta-free» («Biochem SRL», Италия), «Maxilact-2000» («DSM Food Specialties», Нидерланды), «Ha-Lactase-2100» и «NOLA Fit-2800» («Chr. Hansen», Дания). На основе полученных экспериментальных данных научно обосновано использование в биотехнологии низколактозного творога препарата «Ha-Lactase-2100».

- Изучен видовой состав закваски из молочнокислой микрофлоры для низколактозного творога и бифидобактерий для обогащения пробиотиками

низколактозной творожной массы.

- Изучены свойства пюре из вьетнамской папайи с желтой мякотью вида *Carica papaya L.* как компонента для производства низколактозного высокобелкового молочного продукта.

- Установлены математические зависимости органолептических, физико-химических характеристик низколактозной творожной массы с пюре папайи от массовой доли папайи и сахарозы в пюре, на основе которых разработана рациональная рецептура продукта.

- Установлено положительное влияние пюре папайи на антиоксидантные свойства, структурно-механические и органолептические показатели низколактозной творожной массы, а также подтверждены ее пребиотические свойства для бифидобактерий штамм *Bifidobacterium bifidum BGN4*.

- Получены новые фактические данные о пищевой и биологической ценности разработанного низколактозного творожного синбиотического продукта и рассчитан его суточный интегральный скор для разных возрастных групп населения Вьетнама.

### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Для персонифицированного питания населения Вьетнама с непереносимостью лактозы предложен синбиотический низколактозный высокобелковый молочный продукт – низколактозная творожная масса с пюре папайи, позволяющая скорректировать белково-энергетическую недостаточность при дефиците витамина А и фермента лактазы.

На основании полученных результатов исследований разработаны рецептуры низколактозной творожной массы с пастеризованным пюре папайи и биотехнология продукта. Определена стадия внесения пюре папайи с сахарозой и бифидобактерий (в творожный сгусток) в биотехнологическом процессе.

Разработана и утверждена техническая документация ТУ 10.51.56-013-02068634-2023 «Низколактозная творожная масса. Технические условия», ТИ 10.51.56-013-02068634-2023 «Низколактозная творожная масса. Технологическая

инструкция». Технология низколактозной творожной массы с пюре папайи апробирована в условиях производства АО «Khapharco» г. Ньячанг, Вьетнам. Определена экономическая эффективность от реализации выработанного продукта, которая составила 66,81 тыс. руб на 1 т, что соответствует 17,33 млн. донгов (VND).

Результаты работы внедрены в учебный процесс на кафедре «Технология молока, пробиотических молочных продуктов и сыроделия» ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» г. Москва и используются при подготовке бакалавров и магистрантов по направлениям подготовки 19.03.03 и 19.04.03. «Продукты питания животного происхождения». Разработаны в соавторстве методические указания к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине «Высокотехнологичные процессы в производстве детских продуктов на молочной основе» для студентов магистратуры по направлению 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения».

#### **Методология и методы исследования.**

В основе организации и проведения исследований лежат работы ученых России, Вьетнама и других стран. Методологическую основу диссертации составляют законы классического научного познания, современные методы исследования. Для определения состава и характеристик разработанного продукта использовались стандартные физико-химические и органолептические методы оценки качества. Математическая обработка результатов исследования производилась с применением компьютерных программ Table Curve и Microsoft Excel.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1) Биотехнология низколактозной творожной массы с пюре папайи с использованием для сквашивания молока закваски из штаммов *Lactococcus lactis subsp. lactis* VNC1, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* VNC53, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* 17 M-AD в соотношении 2:2:1; для обогащения творожной массы пробиотиками - бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum* BGN4.

2) Результаты определения рациональных режимов гидролиза лактозы в молоке с применением ферментных препаратов  $\beta$ -галактозидазы: «Lacta-free», производитель *Aspergillus oryzae*; «Maxilact», производитель *Kluuveromyces lactis*; «Na-Lactase», производитель *Kluuveromyces fragilis* и «NOLA Fit», производитель *Bacillus licheniformis*.

3) Результаты изучения мирового рынка низколактозных молочных продуктов и потребительских предпочтений вьетнамского населения к низколактозным молочным продуктам.

4) Обоснование выбора ингредиентов и рецептуры для синбиотического низколактозного высокобелкового молочного продукта с растительными компонентами для питания людей с непереносимостью лактозы, белково-энергетической недостаточностью, дисбактериозом во Вьетнаме.

#### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности.**

Диссертация соответствует пунктам 15, 16, 25 паспорта специальности 4.3.5. «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

#### **Степень достоверности результатов.**

Достоверность изложенных в диссертации результатов подтверждена большим объёмом исследований, проведенных с использованием стандартных и современных методов исследований. Полученные данные достоверны, выводы и практические предложения научно-обоснованы и соответствуют представленным в диссертации материалам, что подтверждается публикациями в открытой печати.

**Личный вклад диссертанта** заключается в подборе и анализе отечественной и зарубежной научно-технической литературы по теме диссертации; в формулировании цели и задач исследования; постановке и выполнении эксперимента; активном участии в интерпретации результатов; написании статей, тезисов, методических указаний к лабораторным и практическим работам; подготовке докладов и выступлений на конференциях; разработке технологической документации; лабораторно-производственной апробации результатов.

### **Апробация результатов работы.**

Результаты исследований были представлены на: Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цифровизация экономики: проблемы и перспективы» (г. Коломна, 2020 г.); I Международной научно-практической конференции «Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции» (г. Саратов, 2020 г.); 3-й международной конференции «Агробизнес, экологический инжиниринг и биотехнологии - AGRITECH III-2020» (г. Волгоград, 2020 г.); Всероссийской с международным участием онлайн-конференции «Современная биотехнология: актуальные вопросы, инновации и достижения» (г. Кемерово, 2020 г.); Национальной научно-практической конференции «Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения» (г. Киров, 2021 г.), IX Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации и биотехнологии» (г. Кемерово, 2021 г.); Международном круглом столе «Цифровая нутрициология: технологические инновации персонализированных продуктов питания» (г. Москва, 2021 г.), научно-практической конференции с международным участием «Функциональные мясные и молочные продукты: наука, образование, карьера» (г. Москва, 2021 г.); VIII международной научно-практической конференции «Церевитиновские чтения-2022» (г. Москва, 2022 г.); Международном круглом столе «Торговля будущего: вызовы времени, концепции, стратегии и модели развития» (г. Москва, 2022 г.), Научно-практической конференции с международным участием «Роговские чтения» (г. Москва, 2022 г.).

### **Публикации.**

Основные положения диссертационной работы изложены в 15 опубликованных печатных работах, в том числе в 3 статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 4 статьях в изданиях РИНЦ, 1 статье в журнале, индексируемом в международной базе данных Scopus и 7 в материалах

конференций. Изданы методические указания к лабораторным и практическим занятиям для студентов магистратуры по направлению 19.04.03 - Продукты питания животного происхождения.

### **Структура и объем диссертации.**

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа содержит на 115 страниц основного текста, 24 таблицы и 49 рисунков. Список литературы включает 173 источников (из них 82 – иностранных).

## ГЛАВА 1 ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Состояние и медико-биологические проблемы питания во Вьетнаме

Вьетнам - это страна в Юго-Восточной Азии, расположенная на полуострове Индокитай, с численностью населения около 100 млн человек (по данным переписи 2023 года), средний возраст жителей составил 33,7 лет. Именно особенности культуры, этнической принадлежности, истории и климата сформировали уникальные особенности вьетнамской диеты [48, 162, 167]. Вьетнам имеет давнюю историю, поэтому питание здесь традиционное и оригинальное. Во Вьетнаме исторически мало потребляли молоко сельскохозяйственных животных, поэтому существует национальная непереносимость коровьего молока из-за лактозы [80]. Пищевая и энергетическая ценность традиционных продуктов питания обеспечивается в основном за счет риса. С другой стороны, если люди не едят достаточно богатую белком пищу, это приводит к белково-энергетической недостаточности - важной проблеме здоровья населения. Кроме того, рацион не разнообразен, особенно в горных районах, поэтому очень часто встречается дефицит витамина А. Таким образом, наиболее часто у вьетнамского населения встречаются алиментарные виды заболеваний: непереносимость лактозы, белково-энергетическая недостаточность и дефицит витамина А.

Белково-энергетическая недостаточность (БЭН) - это состояние, возникающее, когда диета с низким содержанием белка и энергии вызывает как физическую, так и умственную отсталость. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) [99] во всем мире этим заболеванием страдает около 1 миллиарда человек. Эта ситуация особенно серьезна в странах Центральной Африки и Южной Азии, где 30 % детей страдают острым дефицитом белка [81]. Несмотря на название «белково-энергетическая недостаточность», это состояние является не только дефицитом белка и энергии, но и дефицитом многих других питательных веществ, особенно микронутриентов. БЭН - очень серьезная и

распространенная проблема в развивающихся странах [127]. БЭН часто встречается у детей, но также может возникать у подростков, взрослых, пожилых людей, беременных и кормящих женщин, особенно с непереносимостью лактозы и аллергией на молоко. БЭН остается серьезной проблемой общественного здравоохранения и социального развития во Вьетнаме, особенно в сельской местности (рисунок 1.1) [125].



Рисунок 1.1 – Уровень белково-энергетической недостаточности (БЭН) среди городских и сельских детей Вьетнама

Кроме того, дефицит витамина А - серьезная медицинская и социальная проблема во многих странах мира, особенно среди детей и женщин детородного возраста в развивающихся странах Африки и Юго-Восточной Азии [170]. Как известно, витамин А не может быть синтезирован человеческим организмом, он может поступать в организм только через пищу. Главная причина дефицита витамина А - это низкое потребление продуктов, богатых витамином А и каротином. Несмотря на употребление большого количества растительной пищи вьетнамцами, их организм не получает всех необходимых питательных веществ, в том числе витамина А [126]. Дефицит витамина А влияет на зрение, иммунную систему и увеличивает риск потенциально смертельных инфекционных заболеваний. В зависимости от тяжести состояния он может привести к износу лимфатических узлов, сухости глаз, утомлению глаз, куриной слепоте и повреждению слизистой оболочки глаз, дыхательных путей и пищеварительного тракта.

Вьетнам входит в группу из 19 стран с высокой распространенностью субклинической недостаточности витамина А (по данным Всемирной организации

здравоохранения) [171]. Субклиническая недостаточность витамина А (уровень витамина А  $<0,70$  мкмоль/дм<sup>3</sup>) по-прежнему широко распространен во Вьетнаме, несмотря на широко внедренные в стране программы приема БАД и препаратов витамина А. По данным Национального института питания Вьетнама [124], уровень субклинической недостаточности витамина А у детей до 5 лет составляет 13 %, а уровень дефицита витамина А у детей до 5 лет выше: в горных районах (16,1 %) , в сельской местности (13,1 %) и ниже в городах (8,2 %) (рисунок 1.2). Наибольший риск дефицита витамина А - у детей в возрасте 6-17 месяцев. Это связано с тем, что вьетнамская диета обеспечивает только около 23,0-35,0 % рекомендуемой суточной дозы витамина А (900,0 мкг/ день для взрослых, 400,0-1000,0 мкг для детей) [126]. Один из способов решить проблему обеспечения организма достаточным количеством витамина А - это регулярно употреблять продукты, богатые витамином А и бета-каротином [170].

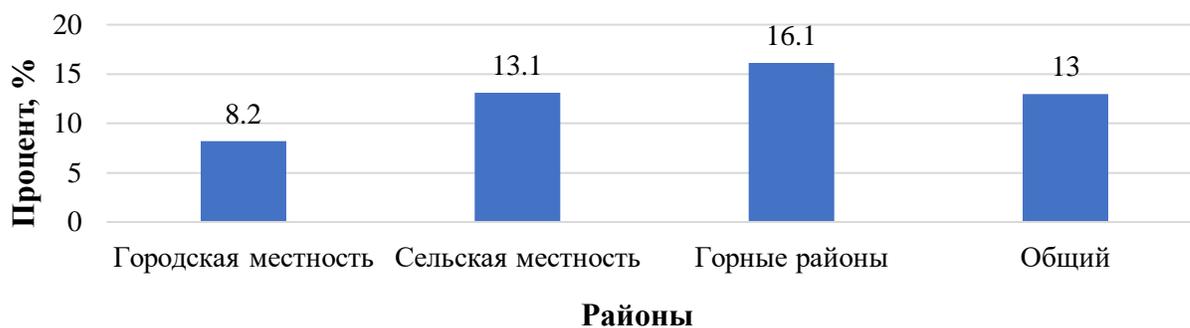


Рисунок 1.2 – Уровень субклинического дефицита витамина А разных регионов во Вьетнаме

Основная проблема с добавлением источников молочного белка к традиционным зерновым рационам - это высокая распространенность непереносимости лактозы в Юго-Восточной Азии, поэтому производство низко- и безлактозных продуктов имеет потенциал значительного роста. Специальная диета для людей с частичной или полной непереносимостью лактозы часто оказывает решающее влияние на состояние болезни [90]. Такая диета помогает ограничить осложнения и предотвратить переход заболевания в хроническую форму, помогая улучшить здоровье людей, страдающих этим заболеванием [79].

Непереносимость лактозы (Lactose intolerance) – это заболевание, которое проявляется у людей с неспособностью переваривать лактозу - углевод, содержащийся в молочных продуктах [116]. Существуют две формы заболевания: врожденная и приобретенная, которые могут быть вызваны гиполактазией, алактазией и галактоземией [6, 91, 131]. У людей с дефицитом лактазы, когда они потребляют продукты или напитки, приготовленные из молока, лактоза в молоке не расщепляется и попадает в толстый кишечник [10]. После переноса в толстый кишечник, лактоза расщепляется бактериями на углекислый газ, метан, водород и воду, что вызывает такие симптомы пищеварительной системы, как метеоризм, диарея, тошнота, вздутие живота, рвота, боли в кишечнике [39, 52, 86]. Эти симптомы обычно появляются через 30 минут – 2 часа после еды или употребления молочных продуктов. Степень тяжести обычно зависит от того, сколько лактозы поступило в организм человека [116].

Каждый человек испытывает потребность в основных питательных веществах, таких как белок, кальций, витамины и минеральные вещества - часто получаемых из молока и молочных продуктов, но когда пищеварительная система сталкивается с этими неприятными симптомами, люди боятся пить молоко, даже отказываются от молока и молочных продуктов [78].

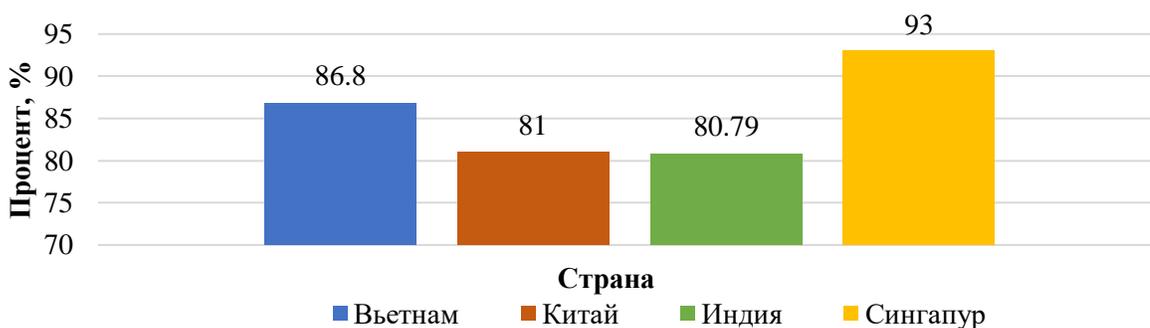


Рисунок 1.3 – Распространенность непереносимости лактозы во Вьетнаме и других странах региона

Более 75,0 % людей в мире имеют дефицит лактазы, но его проявления широко варьируются между этническими группами: только около 10 % населения Северной

Европы, но более 90,0 % населения Юго-Восточной Азии страдают этим заболеванием [145]. Распространенность непереносимости лактозы во Вьетнаме составляет 86,8 %, что выше, чем в Китае (81,0 %), Индии (80,79 %) и ниже, чем в Сингапуре (93,0 %) (рисунок 1.3) [95].

Таким образом, для улучшения нутритивного статуса населения Вьетнама актуальной является разработка белкового синбиотического низколактозного молочного продукта, обогащенного витамином А.

## 1.2 Анализ ресурсов молочной промышленности и рынка молочных продуктов Вьетнама

С 1990-х годов количество молочных коров и производство молока постоянно увеличивается. В 1990 году общая численность молочных коров во Вьетнаме составляла всего около 11,0 тысяч, увеличившись к 2017 году до 302,0 тысяч. К 2022 году во Вьетнаме насчитывается более 28,0 тысяч молочных ферм и хозяйств с общим поголовьем почти 375,0 тысяч коров. В период 1990-2000 гг. стадо коров ежегодно увеличивалось примерно на 2000 голов (ежегодный прирост 11,6 %), эквивалентные цифры в период 2010-2012 гг. составляют 9114 коров (9,8 %), а в период 2013-2017 гг. - 28580 коров. (11,8 %). Быстро растущее число коров в период 2013-2017 гг. (рисунок 1.4) обусловлено увеличением количества голов, выращиваемых крупными компаниями, такими как ТН True Milk и Vinamilk [93].

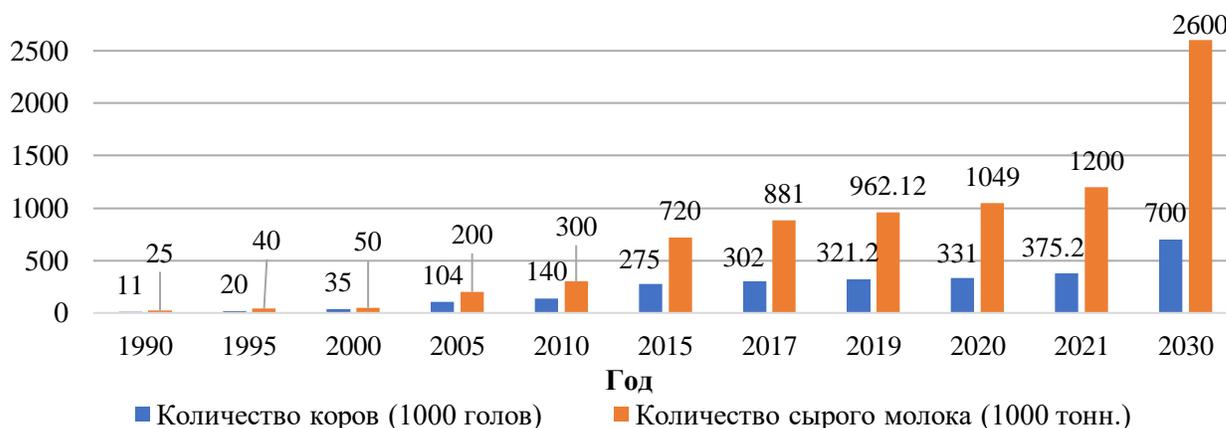


Рисунок 1.4 – Рост молочного стада и производства сырого молока во Вьетнаме в период 1990-2021 гг. и прогноз до 2030 г.

По данным Главного статистического управления Вьетнама [100], в период с 2015 по 2021 год общее поголовье дойных коров выросло в среднем на 3,77 %. Можно сказать, что молочная промышленность Вьетнама развивалась очень быстро в последние годы и постепенно приближается к развитым молочным животноводческим странам мира. Средний годовой удой молочных коров по стране в 2020 году составил более 5300,0 кг. Этот показатель довольно высок по сравнению с другими странами с аналогичными природно-климатическими и экономическими условиями.

В настоящее время во Вьетнаме 90,0 % сырого молока дают коровы-гибриды поколения F2 HF, скрещенные с 3 породами коров (75,0 % коров голштинской породы, 25,0 % коров вьетнамской золотой породы и коров красного Синдхи). Они подходят для жаркого и влажного климата Вьетнама и имеют годовые удои около 3000-3800 кг молока с жирностью 3,2-3,8 %, содержанием лактозы ( $4,567 \pm 0,132$ ) %, белка ( $2,933 \pm 0,124$ ) % [128, 166].

Сегодня молочное животноводство Вьетнама лидирует в Юго-Восточной Азии по степени индустриализации молочного животноводства и перерабатывающей промышленности. Стратегия развития животноводства во Вьетнаме на период 2021-2030 гг. заключается в том, что к 2030 г. молочное стадо достигнет размера от 650 000 до 700 000 коров, из которых около 60,0 % молочного стада выращивается на крупных фермах [93].

По данным Главного статистического управления Вьетнама [100], в стране в настоящее время насчитывается более 28 000 молочных ферм и фермеров с общим стадом около 375 000 дойных коров. Производство товарного молока во Вьетнаме достигло 1,2 миллиарда литров в 2021 году, что на 10,5 % больше, чем за тот же период, и, по прогнозам, увеличится до 2 миллиардов литров к 2030 году при совокупном темпе роста 5,8 % [129].

Молочные заводы и молочные фермы во Вьетнаме сосредоточены вокруг южных и северных провинций. По оценкам [168], 75,0 % от общего числа молочных

коров разводят в окрестностях города Хошимин и близлежащих провинциях, 20,0 % - в северных провинциях, окружающих Ханой, и 5,0 % - в центральных провинциях.

Молоко потреблялось частью населения в начале 1900-х годов в виде молочных консервов и сливок, под влиянием Франции и других европейских стран [93]. До сих пор во Вьетнаме большинство людей используют консервированное или сухое молоко и лишь изредка употребляют свежее молоко. Интересно, что они предпочитают сгущенные молочные консервы с сахарозой больше, чем сухие и концентрированные молочные консервы. Из-за более высокой осмолярности молока с сахарозой желудок усваивает молоко медленнее, поэтому симптомы непереносимости лактозы проявляются менее выражено. Вот почему сегодня большинство вьетнамцев с непереносимостью лактозы не могут объективно оценить свое отношение к переносимости лактозы.

В 2017 году производство свежего молока во Вьетнаме достигло 881,3 тысячи тонн против 36,0 тысячи тонн в 1990 году и 55,1 тысячи тонн в 2000 году соответственно. В период 2001-2017 годов ежегодные темпы роста внутреннего производства свежего товарного молока составляют 14,7 %. Увеличение внутреннего производства молока внесло вклад в рост молочного стада и увеличение молочной продуктивности коров [94].

Передовые современные технологии, внесли важный вклад в развитие молочно-товарных предприятий во Вьетнаме. Использование промышленного корма в сочетании с зеленым кормом позволяет фермерам увеличить количество дойных коров и повысить молочную продуктивность. Большинство фермеров, выращивающих молочных коров, используют машины, оборудование для ухода за коровами и проводят гигиенические, дезинфекционные мероприятия. Это увеличивает производительность труда и количество коров.

Вьетнам в июле 2020 года объявил указ о пересмотре тарифов режима наибольшего благоприятствования на импорт нескольких сельскохозяйственных продуктов, включая молочные продукты и такие ингредиенты, как сухое

обезжиренное молоко, сухое цельное молоко, сыр, молочный альбумин и белковый изолят [93].

Во Вьетнаме молочная промышленность является одной из самых быстрорастущих отраслей, одним из самых стабильных секторов, который демонстрирует постоянный устойчивый рост, несмотря на экономический спад [93]. У нее самые высокие темпы роста среди остальных отраслей пищевой промышленности, и, согласно прогнозу Главного статистического управления Вьетнама [100], она продолжит стабилизировать высокие темпы роста в более долгосрочной перспективе. В частности, согласно индексу EVBN Report (2020) [168], этот бизнес-сектор постоянно развивался в течение последнего десятилетия. Это связано с тем, что потребление молока на душу населения во Вьетнаме (27,0 литров на человека в год) примерно в 4 раза ниже, чем в среднем по миру, и на 40,0 % ниже, чем в других странах региона, таких как Таиланд или Сингапур (в Таиланде составляет 35,0 литров на человека в год, а в Сингапуре – 45,0 литров на человека в год в 2021 году). По данным Research and Markets [143], потребление молока на душу населения во Вьетнаме к 2030 году достигнет 40,0 литров на человека в год, что эквивалентно совокупным темпам роста около 4,0 % в год (рисунок 1.5).

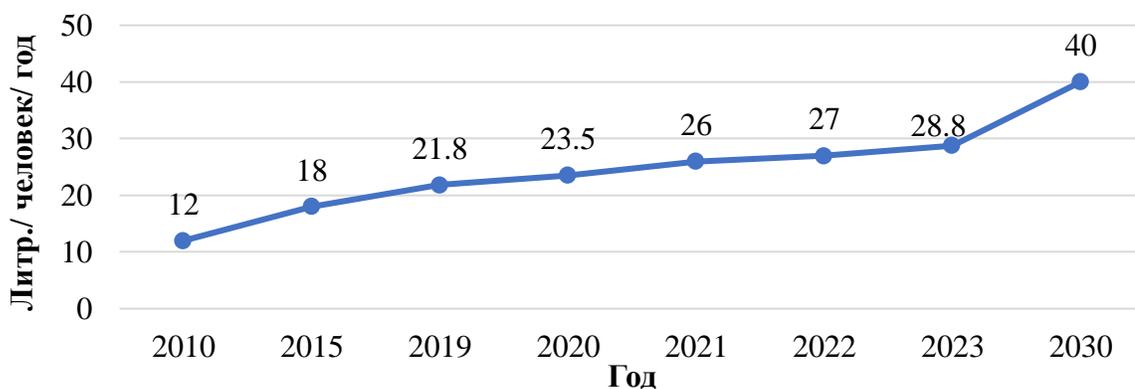


Рисунок 1.5 – Потребление и прогноз потребления молока и молочных продуктов на душу населения в пересчете на молоко во Вьетнаме (литр/ человек/ год)

Молочный сектор во Вьетнаме не только получит еще 5,0 миллионов новых потребителей в течение следующих 5 лет, но, по прогнозам, население также будет потреблять на 40,0 % больше молочных продуктов, поэтому огромный потенциал

этого рынка находится в процессе полного использования [93]. Кроме того, потребление молочных продуктов увеличивается пропорционально располагаемому доходу потребителей.

Хотя Вьетнам изначально являлся аграрной страной, разведение дойных коров не является ни карьерой, ни привычным делом. Большая часть разведения дойных коров происходит в малых и средних масштабах. В результате производительность отечественного производства молочной продукции низкая, а цены на готовую продукцию высокие. Несмотря на то, что существует 300 молочных брендов, принадлежащих в общей сложности 60 компаниям, работающим в отрасли, они могут удовлетворить только 20,0-28,0 % внутреннего спроса. По этой причине импортные молочные продукты доминируют на рынке молока Вьетнама, занимая более 60,0 процентов доли рынка. Вьетнам импортирует молочные продукты и ингредиенты в основном из Новой Зеландии, США, Таиланда, Сингапура, Нидерландов и других стран, таких как Япония, Корея и Дания (рисунок 1.6). На Новую Зеландию приходится почти 30 процентов от общего объема импорта молока [93].

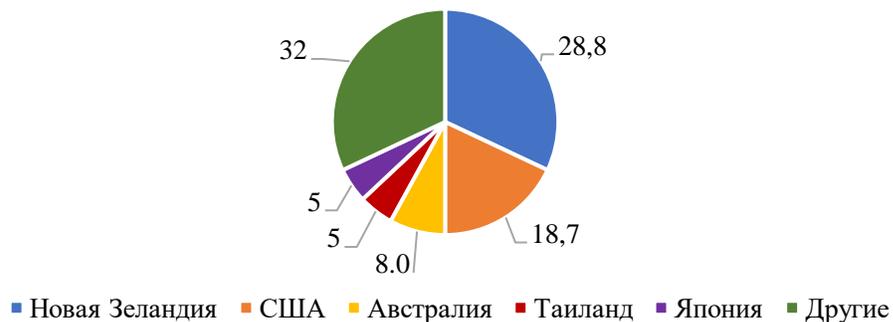


Рисунок 1.6 – Структура импорта молочных продуктов во Вьетнам за первое полугодие 2022 г.

Вьетнамская молочная промышленность постоянно росла в течение последних 10 лет. Молочный сектор во Вьетнаме характеризуется увеличением инвестиций в молочное животноводство, чтобы уменьшить зависимость от импорта сырья. Нынешнее внутреннее производство сырого молока смогло удовлетворить только 38,0-42,0 % потребительского спроса, что делает эту часть цепочки поставок

молочной промышленности привлекательной для иностранных производителей, которые хотят экспортировать во Вьетнам или инвестировать в производство сырого молока [93].

На молочном рынке Вьетнама представлено четыре основных продукта: питьевое молоко, сухое молоко (молочная смесь), йогурт и сгущённое молоко. Кроме того, есть и другие молочные продукты, такие как мороженое, сыр и т.д. Структура ассортимента молочной продукции по доходу во Вьетнаме представлена на рисунке 1.7 [93].

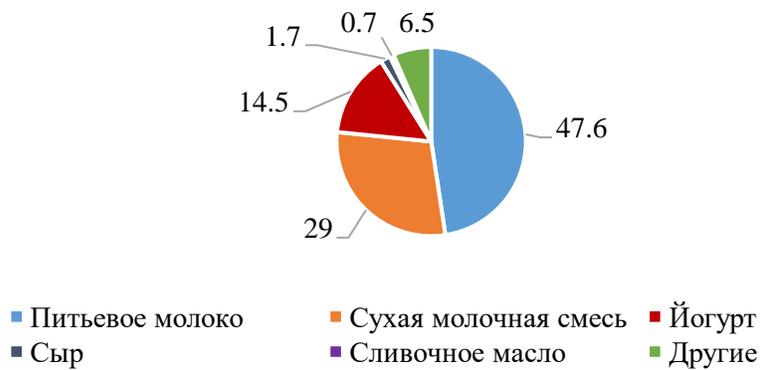


Рисунок 1.7 – Структура ассортимента молочной продукции во Вьетнаме

Согласно прогнозу Euromonitor [98], потребление молока и молочных продуктов во Вьетнаме, как ожидается, будет расти на 9,3 % в год в период 2020-2024 годов, а общее потребление достигнет 3,05 млн тонн продуктов к 2024 году, в котором сегмент кисломолочных продуктов, как ожидается, будет иметь самые высокие темпы роста – 12,0 % в год (рисунок 1.8).

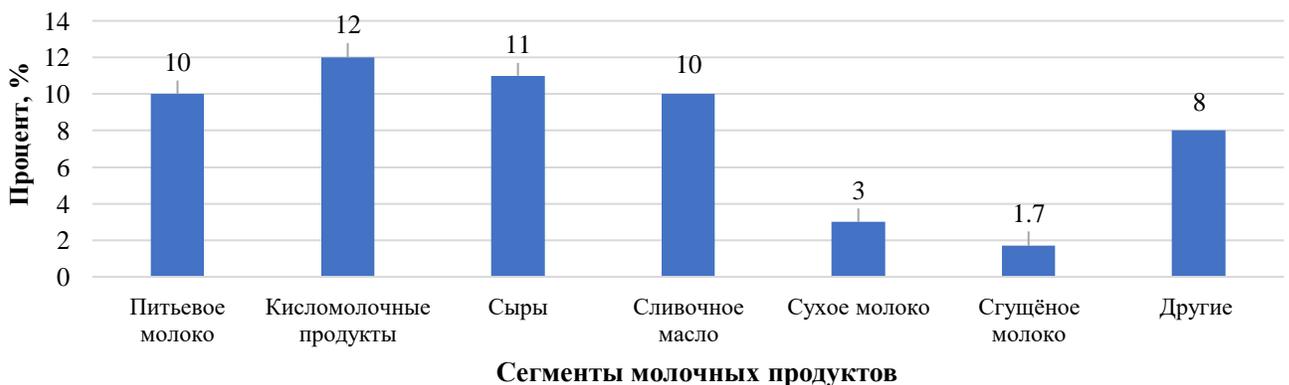


Рисунок 1.8 – Темпы роста сегментов молочной продукции во Вьетнаме в 2022г.

Реформы во вьетнамской экономике с приватизацией в отрасли способствовали развитию молочного сектора. Правительство осуществило Национальный план развития молочной промышленности для поддержки производства молочных продуктов в стране [124].

По данным Euromonitor, рынок молочных продуктов Вьетнама в 2022 году достиг 135000,0 млрд. вьетнамских донгов (+8,3 % за тот же период) благодаря быстрому росту секторов кисломолочных продуктов и питьевого молока, который увеличился на 1,7 % [98].

К более высоким категориям роста относятся питьевое молоко (+10,0 %), кисломолочные продукты (+12,0 %), сыр (+11,0 %), сливочное масло (+10,0 %) и другие молочные продукты (+8,0 %), в то время как сухое молоко подорожало только на 4,0 %, по оценкам Euromonitor. Жидкое питьевое молоко — самый ценный сегмент в отрасли, а кисломолочные продукты — самый быстрорастущий сегмент (рисунок 1.8) [98]. Вьетнамские молочные продукты включают популярные бренды, такие как Vinamilk, Moc Chau Milk, TH True Milk, Dutch Lady, Nutifood [93].

Кисломолочные продукты - быстрорастущий сегмент, с существующим спросом, ожидающим удовлетворения (рисунок 1.9). Сегмент кисломолочных продуктов вносит 14,0 % в общую стоимость молочной промышленности во Вьетнаме [168]. Рост потребления кисломолочных продуктов откроет множество возможностей для инноваций новых продуктов. Производство новых низколактозных кисломолочных изделий - это актуальное и перспективное направление во вьетнамской молочной промышленности.

По оценкам, в 2020 году розничные продажи йогурта и кисломолочных продуктов во Вьетнаме достигнут 820 миллионов долларов США. Прогнозируется, что розничные продажи этих продуктов вырастут примерно до 1,1 миллиарда долларов США в стране в 2024 году [93].

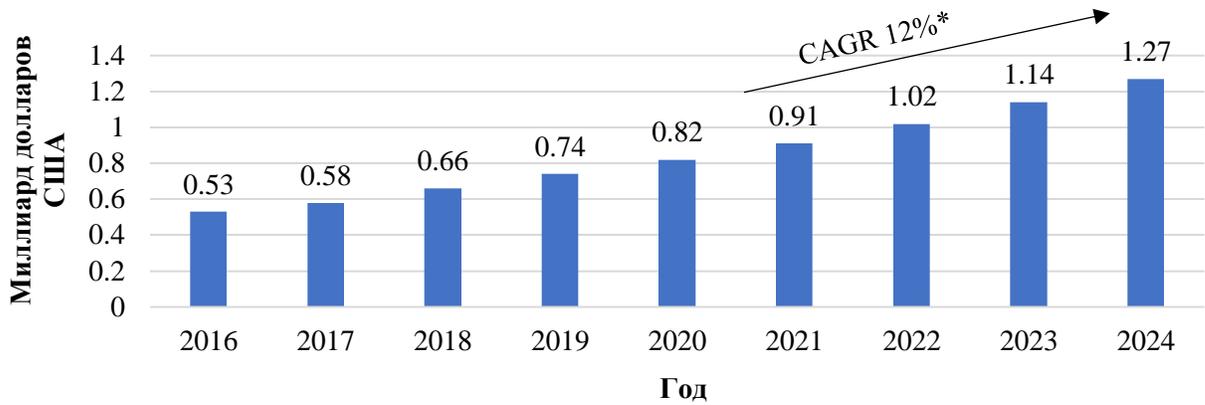


Рисунок 1.9 – Объем розничных продаж кисломолочных продуктов во Вьетнаме с 2016 по 2020 гг и прогноз до 2024 года (в миллиардах долларов США) (\*CAGR - совокупный среднегодовой темп роста)

2020 год с пандемией COVID-19 стал свидетелем борьбы многих отраслей, в частности товаров повседневного спроса. Требования социального дистанцирования и ограничения, связанные с глобальной пандемией COVID-19, представляли собой серьезные проблемы для молочного сектора во всем мире. Хотя эти меры нарушили производство, транспортировку и потребление молока и молочных продуктов, многие правительства начали меры поддержки, чтобы помочь молочному сектору, в первую очередь с целью поддержания стабильности рынка. Тем не менее, по данным Nielsen [130], эпидемия Covid-19 не сильно повлияла на внутренний спрос на молочные продукты во Вьетнаме. В частности, он снизился всего на 4,0 % в стоимостном выражении, тогда как рост потребления FMCG (товары повседневного спроса) снизился на 7,3 %. В настоящее время на молоко приходится 12,0 % от общего объема продаж товаров повседневного спроса во Вьетнаме, что аналогично показателю 2019 года. Примечательно, что розничные продажи молока выросли на 3,4 % за первые 6 месяцев 2020 года [100].

Аналитический центр «SSI Research» сообщил [147], что молочная промышленность меняет свою структуру из-за пандемии Covid-19. В частности, канал современной торговли или Modern Trade (MT) продолжает превосходить традиционный канал. Молоко - один из продуктов, объемы закупок которого через платформы электронной торговли увеличились во время пандемии. Продажи через

MT во многих кварталах росли двузначными числами, но составляют лишь 10,0-15,0 % от общего объема продаж молочных продуктов [147].

Осознавая эту тенденцию, «F&B» (*Food and Beverage*) компании активно увеличивают проникновение в канал «Modern Trade (MT)». Однако этот канал может иметь более низкую маржу из-за высоких затрат на продажу и дисконтирования. Mirae Asset считает [122], что благодаря специфике основных пищевых продуктов молочная промышленность пострадает меньше, чем другие отрасли, в контексте сложных экономических условий. По данным Вьетнамской молочной ассоциации, выручка молочной промышленности Вьетнама зафиксировала совокупный рост на 4,5 % в период с 2017 по 2021 год [121].

По данным Главного статистического управления Вьетнама [100], средний доход людей во время пандемии снизился на 5,1 %, и сельские жители пострадали сильнее. Это предотвращает рост цен на молочные продукты. Потребители стали более чувствительными к ценам в период 2020-2021 гг., поэтому премиализация молочных продуктов с целью повышения цен в настоящее время невозможна.

Пандемия Covid-19 даже помогла молочным компаниям улучшить свою прибыль. Из-за пандемии цены на сырое молоко на 2020 год оставались низкими. Кроме того, падение цен на нефть также помогло сократить расходы на упаковку и транспортировку. Эти факторы поддерживают валовую прибыль молочных компаний. Vinamilk, крупнейшая молочная компания во Вьетнаме, зафиксировала рост выручки всего на 3,0 %, но ее прибыль увеличилась почти на 8,0 % за 9 месяцев 2020 года [168].

Согласно статистическим данным «Markets and markets research» [117], рынок низколактозных молочных продуктов оценивается в 12,1 млрд. долларов США в 2020 году и, как ожидается, достигнет 18,4 млрд. долларов США к 2025 году, в то время как CAGR (совокупный среднегодовой темп роста) для низколактозных молочных продуктов будет по-прежнему намного выше, чем общее производство молочных продуктов (8,7 % против 5,2 %) (рисунок 1.10) [96, 115].

Питьевое молоко - самый крупный сегмент среди низколактозных молочных продуктов (рисунок 1.10). Второй сегмент – низколактозный йогурт, объем продаж которого в 2020 году превысит 1,0 миллиард долларов США [96]. Ожидается, что сегмент низколактозных сыров будет расти наиболее быстрыми темпами (8,4 %) в течение прогнозируемого периода [96].

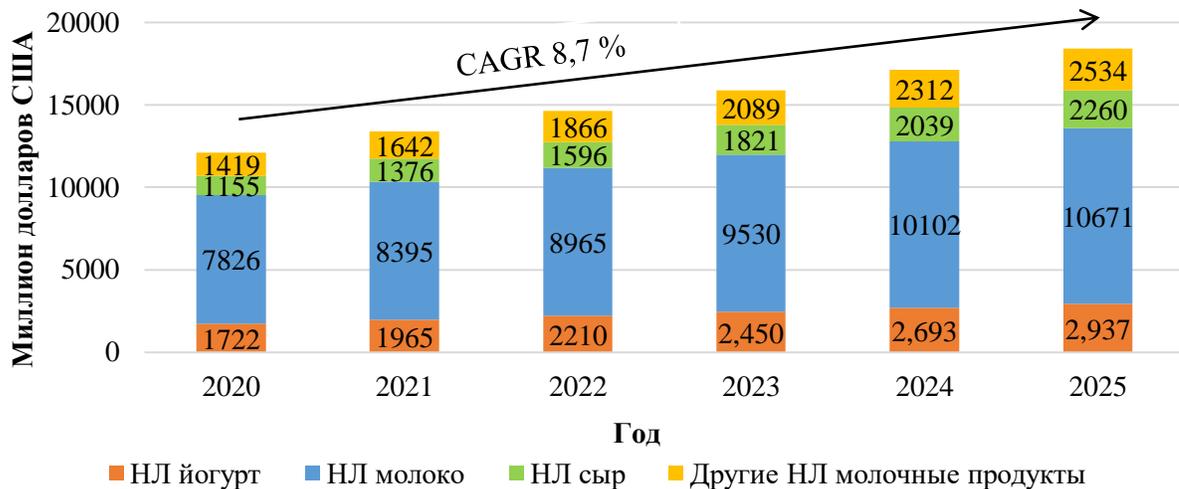


Рисунок 1.10 – Совокупный среднегодовой темп роста (CAGR) сегмента рынка низколактозных молочных продуктов за период 2020–2025 гг.

Западная Европа - крупнейший и наиболее развитый рынок низколактозных молочных продуктов, за которым следует Латинская Америка. Согласно новому отчету компании Valley Cottage, Future Market Insights, к 2027 году мировой рынок низколактозных молочных продуктов достигнет 17,8 млрд. долларов США [115].

Ассортимент молочной продукции во Вьетнаме обновляется и расширяется по большому количеству категорий. Помимо традиционных продуктов появилось больше разновидностей функциональных продуктов с множеством полезных свойств. Несмотря на то, что существует множество разновидностей молочных продуктов, безлактозным молочным продуктам уделяется недостаточно внимания. Только до ноября 2013 года первый безлактозный продукт был впервые представлен национальной молочной компанией - Vinamilk Corporation под торговой маркой «Flex». В октябре 2020 года во Вьетнаме TH Group запустила стерилизованное молоко

«TH True Milk HILO»: на 70 % больше кальция, на 60 % меньше жира, без лактозы [163].

Таким образом, сырьевая и производственная база молочной промышленности позволяет без привлечения дополнительных средств и сырьевых ресурсов осуществлять производство белкового кисломолочного продукта, обогащенного растительными компонентами. Анализ рынка молочных продуктов подтвердил актуальность производства в промышленном масштабе и реализацию на внутреннем рынке Вьетнама низколактозного синбиотического продукта.

### **1.3 Способы снижения содержания лактозы в молочном сырье**

Тысячелетия люди потребляли молоко домашнего скота, и каждая страна создала свой собственный ассортимент молочных продуктов, в том числе ферментированных, поскольку с древних времен это был единственный способ для увеличения срока их годности. Самыми популярными среди них являются ферментированные молочные продукты, в основном сквашенное молоко, творог, кисломолочное масло и сыр. Под действием молочнокислых бактерий лактоза в молоке гидролизуется, и в конечных ферментированных продуктах массовая доля лактозы уменьшается на 10,0-20,0 %, а в некоторых сырах, например, сырах с длительным сроком созревания, часто близка к нулю. Таким образом, кисломолочные продукты легче перевариваются, чем обычное молоко, потому что количество лактозы в них значительно снижено, и они традиционно считались диетическими и лечебными продуктами, что было доказано на протяжении тысячелетий [80].

В настоящее время для снижения содержания лактозы в молочном сырье применяются различные методы: ферментативный гидролиз с использованием фермента лактазы; баромембранная фильтрация; хроматографическая очистка; комбинация разных микро- и макрокомпонентов молока с сывороточным белком, казеином или казецитом (сухое или мокрое смешивание ингредиентов) и другие. Искусственное смешивание ингредиентов уже около 100 лет используются при

производстве лечебного и детского питания. Баромембранные технологии (обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация, нанофильтрация, диафильтрация) используются в пищевой промышленности с 70-х годов XX века [3, 15, 39, 86].

Ферментативный гидролиз лактозы считается экономически выгодной и экологически чистой стратегией. Лактозу можно гидролизовать химическим методом (кислотами) или ферментами. Гидролиз с помощью ферментов имеет ряд достоинств перед химическим способом: вторичные продукты не создаются, следовательно, не появляются неприятный вкус, запах и цвет, другие соединения в молочных продуктах не разлагаются, а также реализуется простой контроль ферментации и инактивации ферментов путем термической обработки при пастеризации в режиме производственного процесса. Кроме того, ферментативно гидролизованное молоко сохраняет свои исходные свойства и питательные вещества, поскольку глюкоза и галактоза не отделяются. При этом глюкоза и галактоза, образующиеся после гидролиза, более легко ферментируются, чем лактоза, тем самым сокращая время ферментации при производстве ферментированных молочных продуктов от начала добавления культур до момента достижения желаемого значения pH молока [107]. Причем, эти моносахариды повышают сладость продуктов [2, 3, 4] (приблизительно на 50,0 % в зависимости от степени гидролиза), тем самым уменьшая их калорийность за счет снижения сахарозы в готовом продукте [119]. Гидролиз лактозы также используется для многих других целей в пищевой промышленности, например, для снижения процесса кристаллизации лактозы при производстве мороженого, сгущенного молока и молочной сыворотки [57, 106]. Следовательно, применение ферментов для гидролиза лактозы имеет большое значение для пищевой промышленности и защиты окружающей среды [105]. В 1970-х годах 20 века были разработаны первые коммерческие препараты фермента лактазы -  $\beta$ -галактозидазы [77], которые являются основой для производства низколактозных и безлактозных молочных продуктов, в которых согласно ТР ТС 033/2013, содержание лактозы не должно превышать 1 г/100 мл и 0,001 г/100 мл продукта, соответственно [85]. По

данным литературы [50], для производства низколактозного молока достаточно достижения степени гидролиза лактозы 70,0-80,0 %, что является оптимальным соотношением непереносимости лактозы и получения молочных продуктов с высокими сенсорными характеристиками. Степень гидролиза лактозы более 90 % требуется только для низколактозных молочных продуктов [50].

Фермент лактаза ( $\beta$ -галактозидаза) представляет собой фермент класса гидролаз, подкласс гликозил-гидролаз [113]. Этот фермент широко распространен и присутствует во множестве биологических организмов, например, в микроорганизмах, тканях растений и животных [3, 40, 88, 90]. Главными источниками для производства коммерческих ферментов лактазы сегодня являются микроорганизмы, они имеют много достоинств по сравнению с другими источниками: простота обработки; высокий выход; низкая стоимость; высокая активность; процесс ферментации легче и стабильность выше, чем у препаратов другого происхождения [49]. Лактаза присутствует во многих микроорганизмах: дрожжи (*Kluveromyces lactis*, *Kluveromyces fragilis* (*K. marxianus*), *Candida pseudotropicalis*, *Streptococcus lactis*, *Torulopsis versatilis*), грибы (*Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger*, *Penicillium terlikowskii*, *P. multicolor*, *P. canescens*, *P. simplicissimum*, *Mucor pusillus*, *Alternaria tenuis*), бактерии (*Bacillus subtilis*, *Bacillus circulans*, *B. licheniformis*, *B. stearothermophilus*, *E. coli*, *Arthrobacter psychrolactophilus*, роды *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*) [40, 46, 63, 106]. Лактазы, применяемые в пищевой промышленности, должны иметь статус GRAS (Generally Regarded as Safe) - что означает «безопасный» [106].

Лактазы, полученные из плесневых грибов рода *Aspergillus* (*A. niger* и *A. oryzae*) или дрожжей рода *Kluveromyces* (*K. lactis* и *K. fragilis*), являются наиболее широко распространенными в производстве и на современном рынке таких препаратов [12, 76, 144]. Ферменты лактазы, полученные из плесневых грибов, имеют оптимальный активный диапазон pH от 2,2 до 5,4 единиц. Таким образом, лактаза грибного происхождения эффективнее гидролизует лактозу в средах с низким значением pH

(кислых средах), таких как сыворотка, ферментированные молочные продукты. Лактаза, полученная из дрожжей *K. lactis* и *K. fragilis* (*Saccharomyces fragilis*), признана «безвредной» (GRAS) [123]. Таким образом, лактаза дрожжевого происхождения чаще используется в пищевой промышленности, более всего в производстве молока и молочных продуктов. Специфические характеристики основных микроорганизмов, используемых для производства коммерческих ферментных препаратов  $\beta$ -галактозидазы, представлены в таблице 1.1 [173].

Таблица 1.1 – Оптимальные значения pH и температуры, активаторы различных видов ферментных препаратов  $\beta$ -галактозидазы [173]

Микроорганизмы		Оптimum pH, ед.	Температурный optimum, °C	Активаторы
Грибы	<i>Aspergillus niger</i>	4,0 – 4,5	55,0-60,0	-
	<i>Aspergillus oryzae</i>	5,0	50,0-55,0	
	<i>Penicillium simplicissimum</i>	4,0 – 4,6	55,0-60,0	
Дрожжи	<i>Kluyveromyces lactis</i>	6,5-7,3	35,0-40,0	K <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup>
	<i>Kluyveromyces fragilis</i> ( <i>Kluyveromyces marxianus</i> )	6,6-7,5	35,0-40,0	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>
Бактерии	<i>Bacillus subtilis</i>	8,0-8,5	30,0-35,0	Zn <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup>
	<i>Bacillus circulans</i>	6,0	50,0-55,0	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup>
	<i>Bacillus licheniformis</i>	6,5	45,0-50,0	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup>
	<i>Bacillus stearothermophilus</i>	7,0	65,0-70,0	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>
	<i>Escherichia coli</i>	7,0	50,0-55,0	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup>
	<i>Arthrobacter psychrolactophilus</i>	8,0	10,0	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup>

Финская компания Valio, состоящая из молочных артелей, основателем которых является отец молочного дела в России Н. В. Верещагин, является пионером в производстве безлактозных молочных продуктов. В 2001 году, после разработки в Финляндии первого в мире безлактозного молока, компания Valio начала разрабатывать широкий спектр продукции для внутреннего рынка и распространять технологии во всем мире [80]. Технологический процесс производства безлактозного молока компанией Valio характеризуется тем, что основным этапом производства является ультрафильтрация для удаления части лактозы, а затем добавление фермента  $\beta$ -галактозидазы для гидролиза оставшейся лактозы. В результате сладость

готового продукта, полученного с помощью этого технологического процесса, не выражена, поскольку массовая доля лактозы на стадии гидролиза была уменьшена за счет фильтрации [68]. Для молочных продуктов с низким содержанием жира это оказывается хорошим фактором, поскольку придает характерный вкус молока и повышает «полноту» сенсорного восприятия. Но в некоторых ситуациях сладость безлактозного продукта уменьшает его потребительские характеристики [80].

В 2001 году финская молочная компания Valio разработала хроматографический процесс для удаления лактозы из молока. Твердожидкостная хроматография основана на абсорбции/десорбции компонентов, присутствующих в сырье, в/из (to/from) специфических (функциональных) групп, присутствующих на поверхности пор смолы [136]. Запатентованный процесс удаления лактозы из обезжиренного молока методом ионно-эксклюзионной хроматографии позволяет получить «безлактозный молочный напиток». В этом процессе молоко разделяется на два потока, которые в конечном итоге объединяются. В одном из них лактозу гидролизуют с помощью традиционной ферментативной процедуры, а в другом лактозу удаляют хроматографией. При хроматографическом разделении заряженная смола, помещенная в колонку, позволяет отделить белки и другие заряженные ионы, содержащиеся в молоке, от лактозы. Белки и ионы связываются со смолой с противоположным зарядом, а лактоза как неионизированная молекула, не присоединяется и проходит через систему напрямую. Лактоза элюируется в нижней части слоя, а белково-минеральная фракция элюируется другим потоком [136]. Конечный продукт имеет такой же состав, как и обезжиренное молоко, за исключением очень низкого содержания лактозы (около 0,01 %). Кроме того, оно имеет дополнительное преимущество, заключающееся в более низком содержании общих углеводов, обеспечивающем меньшую калорийность, но обладает вкусом и сладостью свежего молока. Основным недостатком этой технологии является ее сложность и трудоемкость, и ее нельзя напрямую применять в обычных молочных

производства без дорогостоящих инвестиций в оборудование, и она чаще используется в лабораторном процессе для научных исследований [136].

Основными игроками на сегодняшнем рынке препаратов  $\beta$ -галактозидазы во всем мире являются следующие компании: Chr. Hansen (Дания), Biocon (Индия), DuPont Danisco (Дания), DSM Food Specialties (Нидерланды), Novozymes A/S (Дания) [103]. Информация о некоторых коммерческих препаратах фермента  $\beta$ -галактозидазы представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Коммерческие ферментные препараты  $\beta$ -галактозидазы

Продуцент	Торговое наименование ферментного препарата	Компания- изготовитель	Страна изготовителя
<b>Дрожжи</b>			
<i>Kluyveromyces lactis</i>	Maxilact	DSM Food Specialties	Нидерланды
	Lactozym	Novozymes	Дания
	GODO-YNL2	DuPont Danisco	Дания
	Лактазис	Kaprina LLC	Россия
	Biolactase NL	Biocon	Индия
	ENZECO Lactase NL	Enzyme Development Corporation	США
	Biontario M-LACT	Sovereign Partnership LTD	Великобритания
<i>Kluyveromyces fragilis</i>	Ha-Lactase	Chr. Hansen	Дания
<b>Грибы</b>			
<i>Aspergillus oryzae</i>	Tolerase L	DSM Food Specialties	Нидерланды
	Lacta-free	Biochem SRL	Италия
	Lactase F “Amano”	Amano Enzyme INC	Япония
	Biolactase F Conc	Biocon	Индия
	ENZECO Fungal Lactase	Enzyme Development Corporation	США
	Bio-Cat	Bio-Cat INC	США
<i>Aspergillus niger</i>	Tolerase G	DSM Food Specialties	Нидерланды
<b>Бактерии</b>			
<i>Bacillus circulans</i>	BioLactase NTL-CONC	Biocon	Испания
	Biolacta FN5	Daiwa Fine Chemicals Co., LTD	Япония
	Lactoles L3	Biocon LTD	Япония
<i>Bacillus licheniformis</i>	NOLA Fit	Chr. Hansen	Дания
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Saphera	Novozymes	Дания

Из анализа литературных источников следует, что наиболее перспективным для получения низколактозных молочных продуктов на современном этапе является ферментативный гидролиз.

#### **1.4 Перспективы производства синбиотических низколактозных высокобелковых молочных продуктов**

Важнейшей задачей пищевой технологии на сегодняшний день является создание функциональных продуктов питания, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья человека, повышение общей сопротивляемости организма к условиям внешней среды [7, 51, 53, 55, 87]. Особое внимание в функциональном питании учёные уделяют продуктам, способствующим оптимизации микробного состояния организма человека. Перед современной наукой, в том числе во Вьетнаме, стоит важная задача – разработать продукты, сочетающие защитное и профилактическое действие к которым относятся продукты, сочетающие пребиотики и пробиотики. Пребиотики представляют собой неперевариваемые волокна, положительно влияющие на здоровье хозяина, избирательно стимулируя рост и деятельность определенных видов микроорганизмов в толстой кишке, обычно лактобактерий и бифидобактерий [11, 133]. Пребиотики можно использовать в качестве замены или добавки к пробиотикам. Они обладают стабильными структурными, физико-химическими свойствами, которые в течение длительного времени положительно сказываются на вкусе и консистенции содержащего их продукта. Пребиотики можно употреблять длительное время и в профилактических целях. Спектр заболеваний, при которых пребиотики помогают, широк и во многом совпадает с спектром действия пробиотиков [73]. Клетчатка является потенциальным пребиотиком. Она вызывает чувство сытости, но не переваривается в пищеварительном тракте. Основное различие между этими двумя терминами (пребиотик и клетчатка) заключается в том, что пребиотики ферментируются строго определенными группами микроорганизмов, тогда как клетчатка используется

большинством кишечных бактерий. На сегодняшний день, хотя существует множество видов углеводов, проявляющих пребиотическую активность, эффект от применения любого из них заключается в увеличении количества полезных бактерий, преимущественно из рода *Bifidobacterium* [73].

Синбиотик является комбинацией пробиотика и пребиотика [11, 45]. Теоретически пробиотики и пребиотики при совместном применении могут давать более выраженный положительный терапевтический эффект, чем при отдельном применении [56]. По большей части синбиотические продукты в пищевой промышленности представляют собой кисломолочные продукты с растительными компонентами [1].

С целью уменьшения себестоимости, увеличения пищевой и функциональной ценности, добавления синбиотических свойств, а также расширения ассортимента низколактозных кисломолочных продуктов целесообразно сочетать их с растительным сырьем, особенно с фруктами, богатыми питательной ценностью. Разработка различных ферментированных молочных продуктов с фруктами значительно способствовала потреблению ферментированных молочных продуктов людьми всех возрастов [101]. Комбинированное использование растительных и животных ингредиентов помогает добавлять в пищевые продукты множество полезных питательных веществ, восполняя дефицит в рационе населения [44, 65, 66].

Растительное сырье представляет собой материалы клеточного строения, его каркас в основном составляют пищевые волокна (клетчатка, пектин, целлюлоза). Сорт, сроки созревания и время хранения растения определяют реологические свойства плодов, состав и прочность структурного каркаса растительного сырья [43]. На структурно-механические характеристики растительного сырья влияет не только строение цитоскелета, но и биохимические реакции, которые протекают внутри клетки, а также общий химический состав. По классификации пищевых систем по реологическим свойствам, растительный материал, принадлежащий к углеводной,

многокомпонентной, твердой структуре с такими свойствами, как эластичность, пластическая вязкость и вязкоупругость [43].

На сегодняшний день наиболее распространенными комбинациями синбиотиков являются бактерии рода бифидобактерии и/или лактобациллы с фруктоолигосахаридами [73]. Среди доступного сырья во Вьетнаме папайя — это фрукт, богатый клетчаткой и фруктоолигосахаридами. Папайя богата  $\beta$ -каротином, ликопеном, фенолом, антиоксидантами, минералами и витаминами [142]. В дополнение к этому папайя характеризуется большим количеством протеолитических ферментов, таких как папаин и хмиопапаин, которые помогают в пищеварении. Папайя в сочетании с молоком создает готовый продукт, обладающий определенными преимуществами. Фруктовые компоненты, добавляемые в молочные продукты, помогают улучшить органолептические свойства продуктов (вкус, запах, цвет, текстура) и привлечь потребителей [92]. Одной из наиболее важных стратегий, связанных с успехом на рынке кисломолочных продуктов, является органолептическая привлекательность. Постоянная оценка, улучшение и совершенствование продуктов в соответствии с пожеланиями потребителей — ключ к повышению продаж ферментированных молочных продуктов [101].

В связи с этим сообщается [92, 101], что йогурт в сочетании с папайей имеет более высокие средние органолептические показатели (внешний вид, цвет, вкус, запах и текстура), чем обычный йогурт. Количество молочнокислых бактерий в обычном йогурте значительно меньше, чем во фруктовом йогурте (включая папайю).

Сходные результаты исследования были также представлены Дуангрутай [97], который показал, что фрукты значительно увеличивают жизнеспособность молочнокислых бактерий во фруктовых йогуртах, хранящихся при температуре  $(5,0 \pm 2,0) ^\circ\text{C}$  в течение 3 недель. Процент жизнеспособных молочнокислых бактерий в йогурте с папайей снизился меньше, чем в обычном йогурте. Кроме того, результаты этого исследования также свидетельствуют о том, что выживаемость молочнокислых бактерий зависит от типа ткани фруктов. Количество клеток молочнокислых

бактерий в йогурте с папайей уменьшилось значительно меньше по сравнению с йогуртом с ананасом и йогуртом с манго. Электронной микроскопией морфологии плодов в йогурте после трехнедельного хранения при температуре  $(5,0 \pm 2,0)$  °C было установлено, что структура папайи оказалась более пористой, чем у манго и ананаса. Поэтому молочнокислые бактерии могут быть введены и дольше сохраняться в йогурте с пюре папайи, чем в йогуртах с пюре из других фруктов [97]. Поэтому нами в качестве растительного компонента для производства низколактонового белкового продукта предложено использовать папайю вида *Carica papaya L.*

Непременным ингредиентом для производства синбиотических молочных продуктов является закваска (бактериальные культуры). В продукт добавляют закваску и позволяют расти в нем в определенных условиях. В процессе ферментации, протекающей таким образом, бактерии образуют вещества, придающие кисломолочным продуктам такие характеристики, как кислотность (рН), вкус, аромат, текстура и вязкость. Снижение рН происходит, когда бактерии сбрасывают лактозу в молочную кислоту, что сохраняет продукт, улучшая его пищевую ценность и усвояемость.

Основные функции заквасочных культур:

1. Синтезируют ферменты, действие которых приводит к осуществлению биохимических превращений компонентов исходного сырья в соединения, формируя при этом физико-химические, органолептические и микробиологические показатели.
2. Способствуют ингибированию развития технически вредной, патогенной и условно-патогенной микрофлоры.
3. Увеличивают пищевую ценность.
4. Могут придавать продукту пробиотические характеристики за счет синтеза биологически активных веществ, особенно витаминов и т.д. [89].

Использование инноваций и биотехнологий в производстве творога побуждает производителей к разработке заквасок с лучшими характеристиками, что сказывается как на технологии производства, так и на качестве готового продукта. Это два

взаимосвязанных фактора, развитие которых в настоящее время идет в направлении увеличения прибыли производства, безопасности готовых продуктов и увеличения ее полезных характеристик.

В настоящее время закваски для ферментации молока во Вьетнаме полностью импортируются. Исследования по созданию технологического процесса и оборудования для производства закваски для низколактозных творожных продуктов изучены недостаточно. Производство стартовых штаммов помогает снизить затраты на импорт и в то же время способствует развитию микробных инокулянтов во Вьетнаме.

Бактериальные свойства, такие как оптимальная температура роста и солеустойчивость, важны при выборе состава закваски. Характеристики штаммов в закваске влияют на достижение желаемого результата в симбиозе, а не в конкуренции между штаммами. Поэтому их свойства в этих отношениях должны дополнять друг друга. Виды и характеристики молочнокислых бактерий, наиболее часто используемые в молочной промышленности, перечислены в таблице 1.3 [47].

Таблица 1.3 – Виды и характеристика молочнокислых бактерий, наиболее часто используемых в современной молочной промышленности [47]

Штамм	Оптимальная температура °С	Степень ферментации лактозы в молочную кислоту, %	Ферментирует лимонную кислоту в:	Фермент, расщепляющий белок	Используется в производстве продукта:
<i>Lactococcus lactis</i>	25,0-30,0	0,5-0,7	-	Да	Кисломолочные продукты
<i>Lactococcus cremoris</i>	25,0-30,0	0,5-0,7	-	Да	Кисломолочные продукты
<i>Lactococcus diacetylactis</i>	25,0-30,0	0,3-0,6	СО <sub>2</sub> , летучие вещества, диацетил	Да	Кисломолочные продукты, сыр
<i>Leuconostoc cremoris</i>	25,0-30,0	0,2-0,4	СО <sub>2</sub> , летучие вещества, диацетил	Да	Кисломолочные продукты
<i>Bifidobacterium</i>	37,0	0,4-0,9	-	-	Кисломолочные продукты
<i>Streptococcus thermophilus</i>	40,0-45,0	0,7-0,8	-	Да	Кисломолочные продукты, сыр
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	37,0	0,6-0,9	-	-	Кисломолочные продукты
<i>Lactobacillus casei</i>	30,0	1,2-1,5	-	Да	Сыр
<i>Lactobacillus lactis</i>	40,0-45,0	1,2-1,5	-	Да	Сыр
<i>Lactobacillus helveticus</i>	40,0-45,0	2,0-2,7	-	Да	Кисломолочные продукты, сыр
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	40,0-45,0	1,5-2,0	-	Да	Кисломолочные продукты

Молочные компании часто покупают готовые стартовые заквасочные культуры – промышленные штаммы – в специализированных лабораториях. Эти лаборатории придают большое значение исследованиям и разработке комбинаций специальных штаммов для каждого продукта, такого как масло, сыр и широкий спектр кисломолочных продуктов. Таким образом, молочные компании могут производить штаммы с характеристиками, соответствующими конкретным характеристикам продукта, таким как консистенция, вкус и вязкость. Согласно ГОСТ 34372-2017 (Россия) и TCVN 9633:2013 (Вьетнам) в состав заквасочных штаммов входят жизнеспособные клетки молочнокислых, пропионовокислых, уксуснокислых и бифидобактерий [89].

Ключевым элементом технологии производства творога и творожных продуктов является использование закваски и заквашивание молока с образованием густого сгустка в течение определенного периода времени до достижения определенной титруемой кислотности, зависящая от метода производства. Качество и безопасность творога во многом зависят от скорости и продолжительности молочнокислого брожения.

Для сквашивания молока в производстве творога и творожных продуктов, независимо от метода выработки и вида используемого оборудования, по составу микробиома могут применяться два типа заквасок: мезофильные культуры на чистых культурах лактококков и мезофильно-термофильные культуры на чистых культурах лактококков и термофильных стрептококков [89].

Следует отметить, что мезофильные молочнокислые лактококки *Lactococcus lactis* широко используются в молочной промышленности, так как являются одними из самых распространенных бактерий. Эти штаммы могут быть применены в пищевой промышленности как в чистом виде (например, в лиофилизированных или замороженных заквасочных культур), так и в составе заквасок, содержащих различные микроорганизмы, например *Lactococcus lactis subsp lactis* или *Lactococcus lactis subsp cremoris*.

Одной из распространенных проблем при производстве творога является быстрое повышение кислотности, при котором калье (сгусток) оседает на дно. Для автоматических линий производства творога очень важно правильно подобрать стартовые штаммы. В состав заквасочного штамма обязательно должны входить газообразующие микроорганизмы, обеспечивающие всплытие калье наверх и препятствующие его опусканию на дно. Все технологические режимы, в том числе: температура образования сгустка белка, режим резания, скорость вращения мешалки, частота их введения - очень важны и подбираются индивидуально, с учетом конструктивных особенностей выбранных технологических линий и заквасочных культур [72].

Цитратсбраживающие молочнокислые бактерии - микроорганизмы, способные преобразовывать цитраты (соли лимонной кислоты) в диацетил и ацетон с выделением углекислого газа и составляющие газо-, ароматообразующую микрофлору БЗ (бактериальных заквасок) и БК (бактериальных концентрированных заквасок), формирующую диацетильный вкус в ферментированной молочной продукции. Основными группами ферментирующих цитрат молочнокислых бактерий, используемых в производстве молочных продуктов, являются *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* и род *Leuconostoc* [89].

Для автоматической линии производства творога важно обеспечить появление калье в процессе сквашивания. *Leuconostoc* активно участвуют в этом процессе. Однако в период «весенней» лактации в сыром молоке отсутствует марганец, который является важным элементом метаболизма лейконостоков с образованием CO<sub>2</sub>. Здесь на помощь пришло введение ароматообразующих лактококков, не требующих марганца. Включение в состав молочнокислых бактерий обеспечивает стабильный рост калье [75].

Композиция, включающая вышеперечисленные микроорганизмы, обеспечивает низкое постокисление, хорошую плавучесть калье (насыщение сгустка CO<sub>2</sub>), отсутствие протеолитических и липолитических микрофлор, что позволяет

сохранить характеристики, отличный вкус продукта до окончания срока его годности [72].

При разработке творога и творожных продуктов для детского питания применяется сочетание гомоферментативных и гетероферментативных мезофильных микроорганизмов. Среди них *Lactococcus lactis subsp. lactis* и *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, они придают творогу очень хорошие органолептические характеристики. С помощью этих штаммов молочнокислых микроорганизмов полученный творог будет иметь мягкую консистенцию, что очень важно при производстве продуктов детского питания. Оба этих штамма ферментируют лактозу в основном до молочной кислоты. Кроме того, *L. lactis cremoris* продуцирует экзополисахариды, которые обеспечивают плотность готового продукта и придают ему пробиотические свойства. Такие штаммы можно использовать в ферментированных молочных продуктах, не требующих газообразования. *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, он придает творогу легкий сливочный привкус благодаря своей способности образовывать небольшое количество летучих кислот. Такие заквасочные культуры помогают производить мягкий, податливый, легко формируемый творог. При хранении творога в упаковке не выделяется сыворотка. Это одна из основных характеристик готового продукта в процессе упаковки [5, 72].

Бифидобактерии - грамположительные, мезофильные или термофильные (в зависимости от вида), облигатно анаэробны, неподвижные, не образующие спор, каталазоотрицательные палочки, слегка изогнутые, иногда разветвленные на концах. Органическими конечными продуктами метаболизма являются уксусная и молочная кислоты. Бифидобактерии составляют 95-99 % от общего количества полезных бактерий толстого кишечника человека. Здесь бифидобактерии производят молочную кислоту, а также жирные кислоты с короткой цепью, которые подавляют производство вредных бактерий, которые плохо функционируют в кислой среде [89].

На сегодняшний день в России и мире выпускается широкий ассортимент пробиотических ферментированных молочных продуктов на основе бифидо- и

лактобактерий [13]. В большинстве ферментированных молочных продуктов для достижения пробиотического эффекта их обогащают путем добавления в готовый продукт концентрированных заквасок бифидобактерий. Концентраты бифидобактерий, выпускаемые на российский рынок различными производителями, не заквашивают молоко с образованием сгустка (геля), но содержат большое количество жизнеспособных бифидобактерий. Их рекомендуют для обогащения ферментированных молочных продуктов или для использования в сочетании с лактобациллами.

Недавно опубликованные исследования показали, что *Bifidobacterium bifidum* считается доминирующим видом популяции кишечника у здоровых детей, находящихся на грудном вскармливании. *Bifidobacterium bifidum* BGN4 — это пробиотический штамм, который с 2000 года используется в качестве основного ингредиента для производства нутрицевтических продуктов и в качестве закваски для молочных продуктов. BGN4 применялся в производстве нескольких нутрицевтиков и обычных продуктов питания на мировых рынках продуктов питания (например, в Китае, Германии, Иордании, Корее, Литве, Новой Зеландии, Польше, Сингапуре, Таиланде, Турции, США и Вьетнаме) в качестве пробиотического микроорганизма из-за возможной пользы для потребителей [111]. Многочисленные исследователи [108-112, 172] доказали выдающиеся биофункциональные характеристики штамма BGN4 с помощью *in vitro*, *in vivo* и клинических экспериментов. Потенциальные преимущества штамма BGN4 включают: заметные свойства связывания с клетками толстой кишки; улучшение иммунной функции; противоопухолевые эффекты; помощь в биоконверсии фитохимических веществ; производство биогенных метаболитов [111].

Физико-химические характеристики творога определяются составом внесенной микробиоты заквасок [5, 70]. При этом важно не только количество вносимых заквасок, но и их состав, качество. Молочнокислые бактерии быстро ферментируют лактозу, высвобождая молочную кислоту, тем самым ограничивая скорость

превращения белка в сгустке. Известно, что энергия кислотообразования существенно влияет на водоудерживающую способность сгустка и в дальнейшем отражается на органолептических свойствах готового продукта. Текстура творога начинает формироваться уже при разрезке сгустка. Но на формирование структуры творога оказывает влияние ферментная система стартовых штаммов и последующие технологические режимы [42]. Применение закваски значительно повышает выход готового продукта, значительно уменьшает риск загрязнения посторонними микробами в процессе производства и улучшает органолептические свойства [89]. Заквасочные культуры выступают биологическим средством сохранения творога от порчи, так как среди продуктов ее метаболизма присутствуют природные антиоксиданты, увеличивающие срок годности продукта [89]. Некоторые пробиотические закваски вида *Lactococcus lactis* синтезируют низин, используемый для сохранения пищевых продуктов от свежих до ферментированных, консервированных, твердых и жидких. Низин стал ценным биологическим веществом, специализированным для консервирования продуктов питания, преодолевая недостатки способов применения химикатов, антибиотиков и облучения, потому что не изменяет органолептические и качественные характеристики, не оставляет следов в продуктах питания [102].

В настоящее время мировой рынок низко- и безлактозных молочных продуктов быстро растет и имеет большой потенциал. Рынки развивающихся стран, таких как Азия и Южная Америка, рассматриваются как ближайшая перспектива для безлактозной молочной продукции. Перечисленные регионы отстают от Европы и США с точки зрения производства безлактозных молочных продуктов, но ожидается, что в ближайшем будущем они будут демонстрировать высокие темпы роста. По сравнению с 3,0 % жителей Западной Европы, у которых есть проблемы с непереносимостью лактозы, по оценкам кого, 90,0 % жителей из Восточной Азии и Юго-Восточной Азии имеют такую же проблему [145]. Однако люди в азиатских

странах с историей молочного животноводства, таких как Индия и Монголия, страдают меньше.

Однако во Вьетнаме для того, чтобы в полной мере удовлетворить людей с дефицитом лактазы разного возраста, ассортимент молочных продуктов не разнообразен и не обеспечивает достаточно спрос для всех людей с этим заболеванием [81]. Поэтому разработка нового синбиотического низколактозного высокобелкового молочного продукта, включающего растительные наполнители, является актуальной задачей.

## ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1 Организационная структура работы и объекты исследований

Исследования были проведены на кафедре «Технология молока, пробиотических молочных продуктов и сыроделия» ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» (г. Москва, РФ) и в Ньячангском университете (г. Ньячанг, Вьетнам) по схеме, представленной на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема проведения исследований

Объектами исследования служили:

- молоко коровье сырое по ГОСТ 31449-2013 (Россия) [24] и/или TCVN 7405:2018 (Вьетнам) [153];
- молоко коровье пастеризованное – сырье по ГОСТ 32922-2014 (Россия) [28] и/или TCVN 5860:2019 (Вьетнам) [150];
- гидролизованное молоко (после гидролиза лактозы);
- препараты ферментов лактазы: «Lacta-free» («Biochem srl.» - Италия) и «Maxilact-2000» («DSM Food Specialties» - Нидерланды); «Ha-Lactase-2100» и «NOLA Fit-2800» по ТР ТС 021/2011 (Россия) [84] и/или QCVN 4-19:2011/БҮТ (Вьетнам) [139];
- заквасочная культура, приготовленная на чистых культурах мезофильных молочнокислых лактококков (*Lactococcus lactis subsp. cremoris*; *Lactococcus lactis subsp. lactis*; *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*.) по ГОСТ 34372-2017 (Россия) [34] и/или TCVN 9633:2013 (Вьетнам) [156];
- препараты ферментные молокосвертывающие по ГОСТ 34353-2017 (Россия) [33] и/или QCVN 4-19:2011/БҮТ (Вьетнам) [139];
- сквашенное молоко, низколактозный творожный сгусток;
- вьетнамская папайя с желтой мякотью *Carica papaya L.* и пюре из папайи по ГОСТ 34271-2017 (Россия) [31] и/или TCVN 10745:2015 (Вьетнам) [159];
- сахара по ГОСТ 33222-2015 (Россия) [29] и/или TCVN 7968:2008 (Вьетнам) [152];
- образцы низколактозной творожной массы с пюре папайи и без пюре папайи, свежеработанные и в процессе хранения.

## **2.2 Методы исследований**

### **2.2.1 Маркетинговые исследования потребительских предпочтений**

Исследование покупательских предпочтений проводилось с помощью опроса в Интернете, а именно одномоментным анкетированием жителей различных регионов

Вьетнама, в том числе мужчин и женщин всех возрастов. В опросе приняли участие 317 респондентов. Результаты анкетирования собирали, обобщали и анализировали.

### **2.2.2 Сенсорные методы оценки органолептических показателей**

Органолептические показатели разработанного продукта определялись дегустационной комиссией балльной оценкой по следующим основным показателям: внешний вид, вкус, запах, консистенция, цвет по ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011 (Россия) [38] и/или TCVN 10565-3:2015 (ISO 22935-3:2009) (Вьетнам) [158].

### **2.2.3 Физико-химические методы исследований**

При выполнении работы использовали стандартные методы исследований: определение массовой доли сухих веществ и влаги – методом высушивания навески исследуемого продукта при постоянной температуре по ГОСТ Р 54668-2011 [36] и на анализаторе влажности «Эвлас-2М» (ООО ВПК Сибагроприбор, Россия). Титруемая кислотность определялась титриметрическим методом по ГОСТ Р 54669-2011 [37], активная кислотность и окислительно-восстановительный потенциал определяли потенциометрическим методом по ГОСТ 32892-2014 [27]. Определение влагоудерживающей способности - методом центрифугирования [54].

Массовую долю компонентов в опытных образцах низколактозной творожной массы определяли: жира – методом Гербера по ГОСТ 5867-90 [19]; белка - методом формольного титрования по ГОСТ 25179-2014 [22]; углевода (лактозы, глюкозы, фруктозы) – методом Бертрана по ГОСТ Р 54667-2011 [35]. Определение массовой доли лактозы в гидролизованном молоке и низколактозном твороге и творожной массе проводили йодометрическим методом по ГОСТ 34304-2017 [32] и с помощью тестовой системы Lactosens (Chr. Hansen, Дания). Определение содержания витамина А - методом эффективной жидкостной хроматографии на приборе «YL9100 Plus» (YL Instruments, Южная Корея), витаминов В1, В2, В5, В6 - методом жидкостной хроматографии с tandemной масс-спектрометрии (ЖХ-МС/МС) на приборе «Agilent

6460» (Agilent Technologies, США). Определение минеральных веществ, жирнокислотного состава и других витаминов - расчётным путём.

Определение структурно-механических (реологических) характеристик - на ротационном вискозиметре «Реотест-2» (Mettingen, Германия) при температуре  $(20,0 \pm 2,0)$  °C [8].

Для оценки структурно-механических свойств объекта исследования двухпараметрическое уравнение (2.1), описывающее зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига (уравнение Оствальда):

$$\theta = \eta_o \cdot \dot{\gamma}^n, \quad (2.1)$$

где:  $\theta$  – напряжение сдвига (Па);

$\dot{\gamma}$  – скорость сдвига ( $\text{с}^{-1}$ );

$\eta_o$  – эффективная вязкость (Па·с);

$n$  – индекс течения.

Модель Оствальда в программе Table Curve имела вид  $\ln y = a + b \cdot \ln X$ , который можно получить путем логарифмирования исходного уравнения.

Антиоксидантную активность определяли по спектрофотометрическим методом с использованием радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) с использованием спектрофотометра «UV-VIS» (Mettler-Toledo GmbH, Швейцария) по TCVN 11939:2017 [161].

#### 2.2.4 Микробиологические методы исследования

В работе определяли общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ); дрожжей и плесеней; мезофильных молочнокислых бактерий; бифидобактерий; бактерий группы кишечных палочек (БГКП); *Staphylococcus aureus*; патогенных микроорганизмов, в т.ч. сальмонелл в низколактозной творожной массе с пюре папайи, проведенные по нормативным нормам России и Вьетнама, описанным ниже.

- Колонии микроорганизмов подсчитывали методом поверхностного посева по чашкам по стандарту TCVN 4884-2:2015 (ISO 4833-2-2013) (Вьетнам) [149] и/или ГОСТ 10444.15-94 (Россия) [21]. Исследования проводили следующим образом: на поверхность твердой агаризованной питательной среды в чашку Петри наливали определенное количество исследуемого образца или определенное количество исходной суспензии. Остальные чашки Петри готовили в тех же условиях, используя десятичное разведение испытуемой пробы или исходной суспензии. Посевы инкубировали в аэробных условиях при температуре  $(30,0 \pm 1,0)$  °C в течение 72,0 часов. Рассчитывали количество микроорганизмов на грамм или миллилитр исследуемого образца по количеству колоний, полученных в чашках, содержащих менее 300 колоний.

- Дрожжи и плесени подсчитывали горизонтальным методом подсчета в продуктах с активностью воды более 0,95 ед. по стандарту TCVN 8275-1:2010 (ISO 21527-1:2008) (Вьетнам) [155] и/или ГОСТ 33566-2015 (Россия) [30]. Исследования проводили следующим образом: готовили чашки для поверхностного посева, используя указанную селективную питательную среду. В зависимости от ожидаемого количества колоний использовали определенное количество исходной суспензии, или десятичные разведения образца/суспензии. Дополнительные чашки подготавливали в тех же условиях, используя десятичные разведения испытуемой пробы или исходные суспензии. Инкубировали засеянные чашки в аэробных условиях при  $(25,0 \pm 1,0)$  °C в течение 5 сут. При необходимости чашки с агаром оставляли на рассеянный свет на 1–2 дня. Затем подсчитывали колонии. Количество дрожжей и плесени на грамм или миллилитр образца рассчитывали по количеству колоний. Дрожжи и плесени учитывали отдельно.

- Мезофильные молочнокислые бактерии подсчитывали горизонтальным методом подсчета – метод подсчета колоний по стандарту TCVN 7906:2008 (ISO 15214:1998) (Вьетнам) [154] и/или ГОСТ 10444.11-2013 (Россия) [20] проводили следующим образом: готовили две чашки Петри, содержащие агар MRS с pH 5,7 ед.

Инокулировали поверхность или наливали в чашку определенное количество исходной суспензии. Другие пары чашек засеивали последующими десятичными разведениями испытуемой пробы или исходной суспензии в тех же условиях. Инкубировали образцы при температуре  $(30,0 \pm 1,0)$  °C в течение 72,0 часов. Рассчитывали среднее количество мезофильных молочнокислых бактерий на грамм или миллилитр испытуемой пробы по числу колоний, полученных, как описано выше в отобранных и подтвержденных чашках Петри.

- Количество бифидобактерий в кисломолочном продукте определяли согласно МУК 4.2.999-00 (Россия) [59] и/или TCVN 9635:2013 (ISO 29981:2010) (Вьетнам) [157], путем посева продуктов в 2-х, 3-х и 6-кратных разведениях на пропионатный агар, селективно дополненный мупироцином лития для бифидобактерий в молочных продуктах – TOS (Propionate Agar Base) в чашках Петри.

Определение количества других микроорганизмов проводили согласно следующим нормативным документам:

- бактерии группы кишечных палочек (БГКП) – по ГОСТ 31747-2012 (Россия) [26] и/или TCVN 6505-1:2007 (ISO 11866-1:2005) (Вьетнам) [151];
- *Staphylococcus aureus* – по ГОСТ 30347-2016 (Россия) [23] и/или TCVN 4830-3:2005 (ISO 6888-3:2003) (Вьетнам) [148];
- патогенных микроорганизмов, в т.ч. сальмонеллы – по ГОСТ 31659-2012 (Россия) [25] и/или TCVN 10780-1:2017 (ISO 6579-1:2017) (Вьетнам) [160].

### **2.2.5 Определение пищевой, энергетической и биологической ценности**

Пищевая и энергетическая ценность определялись расчётным методом. Пищевая и энергетическая ценность рассчитаны на 100 г продукта по содержанию основных питательных веществ, входящих в состав сырья и готовых продуктов.

Пищевая ценность низколактозной творожной массы с пюре папайи оценивалась по интегральному score. Расчет интегрального score проводился по формуле (2.2) [71]:

$$\text{ИС} = \frac{\text{П} \cdot 100}{\text{П}_{\text{фсп}}}, \quad (2.2)$$

где: ИС - интегральный скор, %;

$\text{П}_{\text{фсп}}$  - величина показателя в формуле сбалансированного питания;

$\text{П}$  - величина соответствующего показателя в исследуемом продукте.

Биологическая ценность и содержание аминокислот рассчитывались по аминокислотному скору по следующим формулам [71]:

Аминокислотный скор (АС), %, вычисляли по формуле (2.3):

$$\text{АС} = (\text{ИБ}/\text{Э}) \cdot 100, \quad (2.3)$$

где: ИБ – содержание данной аминокислоты в исследуемом белке, г/100 г белка;

Э – содержание этой же аминокислоты в эталоне, г/100 г белка.

Коэффициент различия для аминокислотного скор определяли по формуле (2.4):

$$\text{КРАС} = \sum_1^n \frac{\Delta \text{РАС}}{n}, \quad (2.4)$$

где:  $\Delta \text{РАС}$  – разность аминокислотных скоров каждой из неизменяемых аминокислот с первой лимитирующей аминокислотой;

$n$  – количество незаменимых аминокислот.

Биологическую ценность пищевого продукта рассчитывали по формуле (2.5):

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}, \quad (2.5)$$

Коэффициент утилитарности аминокислотного скор белков рассчитывали по формуле (2.6):

$$U = \sum_1^k (A_i \cdot a_i) / \sum_1^k A_i, \quad (2.6)$$

где:

$k$  – количество аминокислот;

$A_i$  – содержание каждой аминокислоты, мг/100 г продукта;

$a_i$  – утилитарность аминокислот.

Утилитарность аминокислот рассчитывали по формуле (2.7):

$$a_i = \frac{C_{min}}{C_j}, \quad (2.7)$$

где:  $C_{min}$  – аминокислотный скор первой лимитирующей аминокислоты, %;  
 $C_j$  – аминокислотный скор  $j$ -й незаменимой аминокислоты, %.

### **2.2.6 Статистическая оценка результатов исследований**

Результаты экспериментов подвергали статистической обработке. Количество повторов эксперимента составляло 3-5 раз, результаты анализировали с помощью программы Table Curve и Microsoft Excel [58]. Использовали планирование экспериментов на основе ПФЭ (приложение Г).

## ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКА НИЗКОЛАКТОЗНЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

### 3.1 Анализ мирового ассортимента низколактозных молочных продуктов

Современные потребители ориентируются на здоровый образ жизни, поэтому растет спрос на продукты здорового питания и специализированные продукты [41], в том числе низко- и безлактозные продукты. В целях удовлетворения потребностей людей с непереносимостью лактозы планируется расширение ассортимента продукции и увеличение объемов производства с учетом индивидуализации потребителей, особенно возрастной [74]. Молочные продукты с низким содержанием лактозы должны не только содержать меньше лактозы, но также должны быть по своим питательным и сенсорным характеристикам подобны обычным молочным продуктам, содержащим лактозу. Поэтому производителям таких пищевых продуктов необходимо изучить потребности и восприятие потребителей. Актуальная задача – исследование мирового и внутреннего рынков и факторов, которых влияют на покупку низколактозных продуктов.

Согласно статистическим данным «Markets and Markets Research» [117], рынок молочных продуктов с низким содержанием лактозы оценивается в 12,1 млрд. долларов США в 2020 году и, как ожидается, достигнет 18,4 млрд. долларов США к 2025 году, в то время как совокупный среднегодовой темп роста (CAGR) для молочных продуктов с низким содержанием лактозы будет по-прежнему намного выше, чем общее производство молочных продуктов (8,7 % против 5,2 %). Основные производители на рынке низколактозных молочных продуктов включают Valio Ltd, Arla Foods; Parmalat; McNeil Nutritionals; Lactaid и др. со многими брендами и разновидностями низко- и безлактозных продуктов [115]. На современном мировом рынке представлено множество видов низколактозных продуктов, таких как питьевое молоко, кисломолочные продукты, сыр, мороженое, молочные консервы и другие (рисунок 3.1).

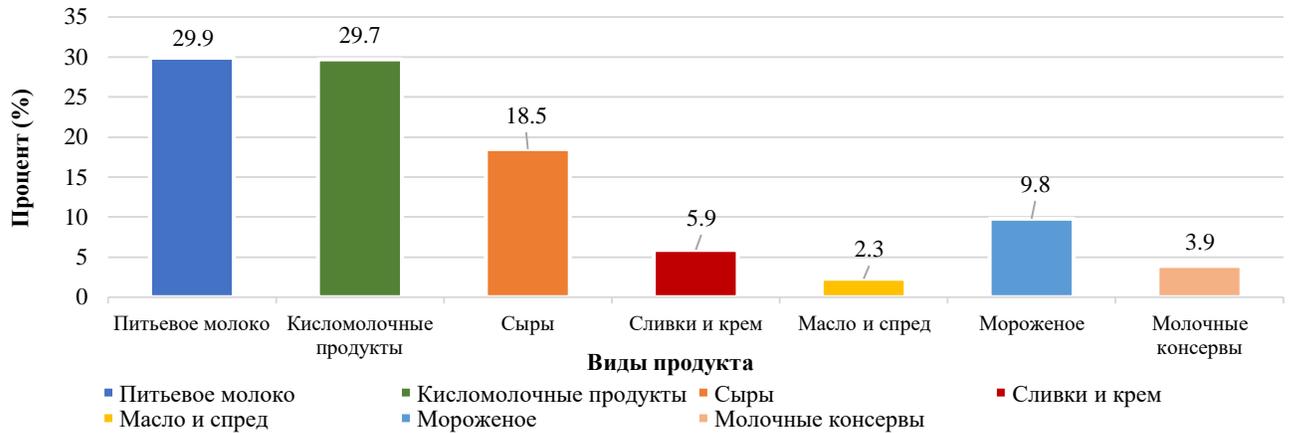


Рисунок 3.1 – Структура ассортимента низколактозных продуктов по виду продукта, %

В настоящее время качество и количество продуктов в сегменте молочных продуктов с низким содержанием лактозы значительно возросло, предоставляя потребителям более широкий выбор более качественных продуктов. Постоянные инновации молочных продуктов с низким содержанием лактозы повысили пользу для здоровья от молочных продуктов в этом сегменте, открыв огромные возможности для роста рынка молочных продуктов с низким содержанием лактозы. Среди этих новинок — молочные продукты с низким содержанием лактозы или без лактозы с пробиотиками, пребиотиками и синбиотиками. Например, компания Danone S.A. (Франция) производит низколактозный пробиотический йогурт под торговой маркой Activia, Fairlife LLC — безлактозное молоко с Омега-3, производимое компанией Coca-Cola (США) [115]. Ожидается, что эти инновации ускорят темпы роста рынка функциональных продуктов. Таким образом, анализ структуры молочных продуктов с низким содержанием лактозы по видам показал, что наибольшую долю рынка среди низколактозных молочных продуктов занимают питьевое молоко и кисломолочные продукты, за которыми следуют сыры и мороженое, наименьшая доля – масло и спреды. Это свидетельствует о том, что разработка новых низколактозных творожных продуктов будет направлением, следующим современной тенденции, в которой заинтересованы многие потребители.

Ожидается, что сегмент продуктов с низким содержанием лактозы будет быстро расти по мере повышения осведомленности потребителей во всем мире о

непереносимости лактозы и растущего спроса на здоровую пищу [115]. В Европе и США продажи и потребление низко- и безлактозных молочных продуктов значительно выросли из-за увеличения самодиагностики потребителями непереносимости лактозы. Структура мирового рынка низколактозных молочных продуктов по странам-производителям представлена на рисунке 3.2 [80].

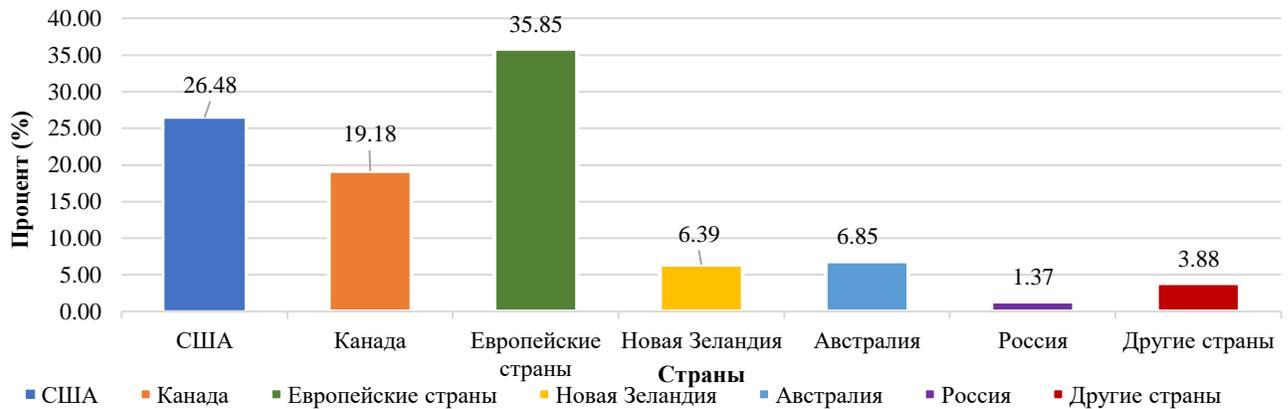


Рисунок 3.2 – Структура сегментов мирового рынка низколактозных продуктов по стране-производителю, %

На диаграмме показано, что на мировом рынке молочных продуктов с низким содержанием лактозы доминирует Канада, за ней следуют США. Большое число отраслевых игроков и региональное присутствие инновационных низколактозных молочных продуктов способствовали росту рынка в странах региона. Второе место принадлежит Европе, на мировом рынке молочных продуктов с низким содержанием лактозы. Ожидается, что движущей силой роста рынка в Европе станут стремительно развивающиеся производственные технологии и растущая распространенность дефицита фермента лактазы у потребителей всех возрастов в этом регионе. При этом в течение прогнозируемого периода темпы роста рынка молочных продуктов с сниженным содержанием лактозы в Азиатско-Тихоокеанском регионе будут самыми высокими. Причинами этого являются рост доходов на душу населения в региональных странах, увеличение темпов урбанизации, повышение спроса на премиальные и функциональные продукты питания, а также повышение вестернизации рациона людей [115].

Однако сегодня продукты с низким содержанием лактозы не разработаны в достаточном количестве в развивающихся странах из-за их более высокой стоимости по сравнению с обычными молочными продуктами, и знания людей о непереносимости лактозы не широко распространены [129]. До сих пор во Вьетнаме есть только 1 молочный продукт с низким содержанием лактозы - питьевое молоко. Таким образом, анализ структуры мирового рынка низко- и безлактозных молочных продуктов по стране-производителю показал, что Азиатско-Тихоокеанский регион, включая такие страны, как Вьетнам, будет потенциальным рынком для новых низколактозных молочных продуктов.

Был проведен анализ колебаний цен на обычные молочные лактозосодержащие продукты и низколактозные молочные продукты; установлено, что все молочные продукты с низким содержанием лактозы на рынке были дороже, чем обычные лактозосодержащие продукты (рисунок 3.3) [82]. Однако, если продукты с низким содержанием лактозы намного дороже, чем обычные продукты, содержащие лактозу, потребители с непереносимостью лактозы, вероятно, сократят потребление молочных продуктов, чтобы снизить расходы на питание [64]. Поэтому при производстве низко- и безлактозных продуктов необходимо учитывать цену, чтобы снизить дополнительную экономическую нагрузку на пациента.

Как показано на рисунке 3.3, разница в цене между обычными продуктами и безлактозными продуктами колеблется от 0,31 доллара США за питьевое молоко до 1,33 доллара США за творожные продукты (за 1000 г продукта).

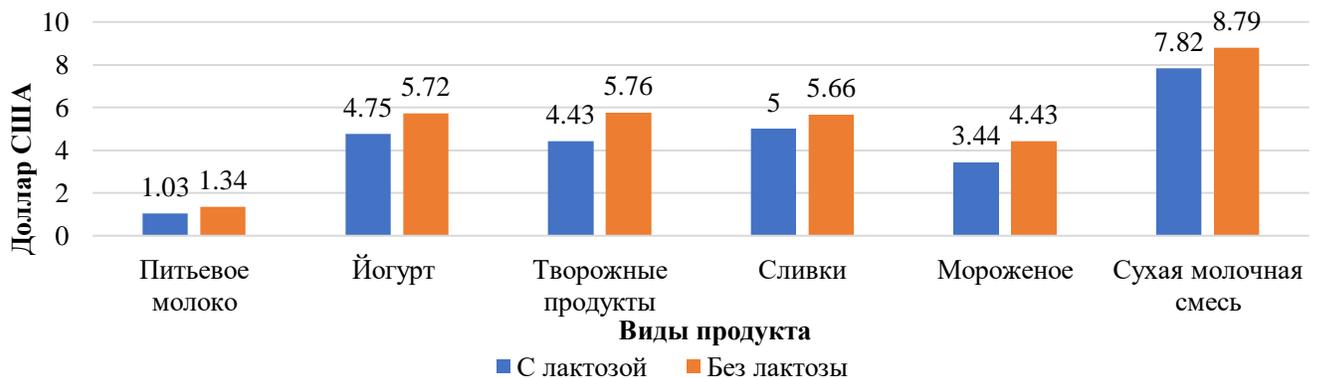


Рисунок 3.3 – Цены на молочные продукты с лактозой и без нее (за 1000 г продукта)

Анализ структуры ассортимента низко- и безлактозных продуктов по виду продукта и цене (%) показал, что разница в цене низколактозных молочных продуктов с аналогичными обычными продуктами также будет проблемой для разработки этих продуктов.

В силу своих этнических особенностей Вьетнам - потенциальный рынок сбыта молочных продуктов с низким содержанием лактозы. Анализ результатов опроса потребителей Вьетнама показывает, что потребители часто получают информацию о молочных продуктах через средства массовой информации. Их решение о покупке зависит от таких факторов, как информация на упаковке, цена, бренд известных компаний-производителей. Поэтому производители молочных продуктов с низким содержанием лактозы должны иметь актуальную производственную и маркетинговую стратегию, чтобы вывести свою продукцию на этот потенциальный рынок [82]. Для выявления покупательских предпочтений к низколактозной и безлактозной молочной продукции был проведен опрос жителей Вьетнама.

### **3.2 Изучение потребительских предпочтений низколактозных продуктов вьетнамским населением и перспективы их производства**

Изучение потребительских предпочтений позволяет как маркетологам, так и производителям грамотно строить план производства и реализации продукции. Было проведено изучение вьетнамского рынка безлактозных молочных продуктов и покупательских предпочтений анкетирование. Опрос проводился для сбора данных о поведении потребителей во Вьетнаме. Стратегия исследования в виде опроса часто связана с вероятностной или репрезентативной выборкой. Стратифицированная случайная выборка и кластерная выборка используются для формирования исследовательской выборки. Основой выборки стратифицированного случайного метода для этого обследования являются непереносимость лактозы, пол, доход, размер семьи; в то время как этот кластер методов - географическая область.

Для определения покупательских предпочтений была разработана анкета опроса (приложение В). Анкета была отправлена по электронной почте, в личном сообщении в Facebook и Google, который также публиковался публично на форумах семей, студентов и женщин среди жителей Вьетнама. Поскольку целью данного исследования являлись потребители во Вьетнаме, в качестве языка исследования был выбран вьетнамский язык. Вопросы были составлены таким образом, чтобы они были применимы ко всем респондентам с точки зрения их собственного потребительского опыта. Для предупреждения ошибки «субъект и участник» и «предвзятость участников», опрос отправляли онлайн, чтобы респонденты имели доступ в любое время; поэтому им давалось «нейтральное время», чтобы дать объективные ответы. Более того, анкета была анонимна, автор обещал сохранить ее конфиденциальность и помещал вопрос, касающийся их собственной информации, в конце анкеты, чтобы респондентам было удобно давать свои ответы.

Всего было задано 10 вопросов, 3 из которых являлись базовыми. В форме обратной связи было получено 317 ответов.

Основной вопрос исследования: «Существует ли потенциальный рынок безлактозных молочных продуктов во Вьетнаме?».

Вопросы исследования:

- Каковы привычки потребления молока во Вьетнаме?
- Какие факторы влияют на покупательские привычки вьетнамских потребителей?
- Есть ли спрос на низко- и безлактозные молочные продукты на вьетнамском рынке?

Анализ обобщенной информации анкетирования представлен ниже.

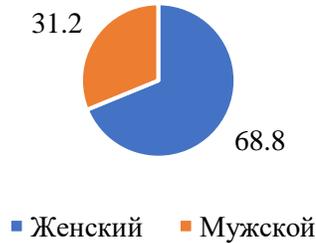


Рисунок 3.4 – Пол респондентов (%)

Из рисунка 3.4 выше видно, что количество респондентов женского пола в два раза больше, чем мужского. 68,8 % респондентов, которые являются основными покупателями - женщины. Это объясняется более активным участием женщин в опросах, чем мужчин. Женщины также уделяют больше внимания своему питанию, чем мужчины. Поэтому производители могут выпускать привлекательные для женщин молочные продукты, такие как молочные продукты для поддержания красивой кожи, фигуры, улучшения здоровья и т.д.

Определение возраста респондентов помогает выявить возрастные группы потенциальных потребителей, тем самым разрабатывая новые низколактозные продукты, подходящие для этой возрастной группы. Результаты показаны на рисунке 3.5.

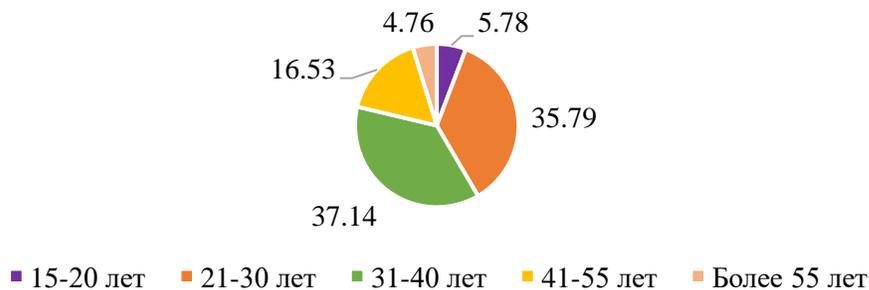


Рисунок 3.5 – Распределение респондентов по возрасту (%)

Наиболее распространен возраст респондентов от 31 до 40 лет (37,14 %) - лица, имеющие стабильный доход или являющиеся домохозяйками; за ними следует молодежь: 21-30 лет (35,79 %); далее следуют люди в возрастном диапазоне 41-55 лет (16,53 %), и другие возрастные группы. Результаты показывают, что респонденты –

молодые или взрослые люди, основные добытчики в семье и потенциальные потребители.

Анкета была использована для определения фокус-группы потребителей видов продуктов. На рисунке 3.6 показаны регионы проживания респондентов во Вьетнаме.

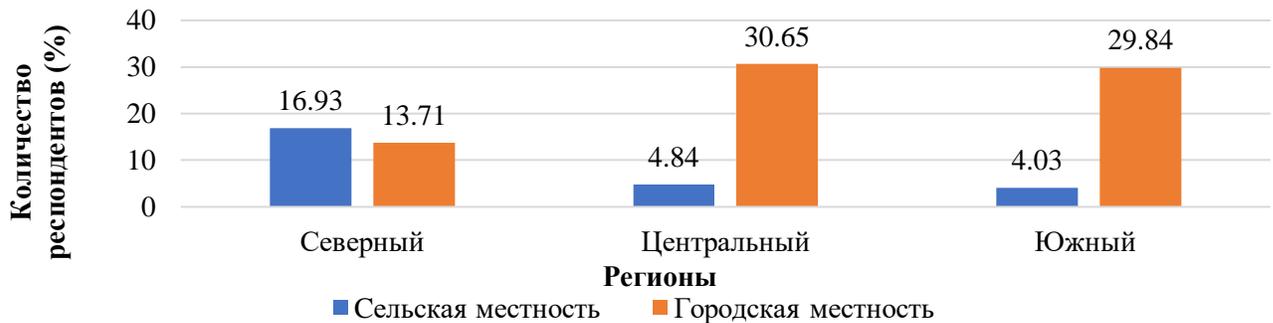


Рисунок 3.6 – Распределение респондентов по региону проживания во Вьетнаме

Респонденты в основном проживают в городах (74,2 %), что составляет более двух третей по сравнению с сельской местностью. Респонденты живут в регионах Вьетнама с небольшой разницей, больше проживают в Центральном регионе (35,49 %) и Южном регионе (33,87 %), меньше всего на Северных регионах.

Исследование доходов респондентов помогает определить справедливую цену продукта, что делает его более доступным для большинства потребителей.

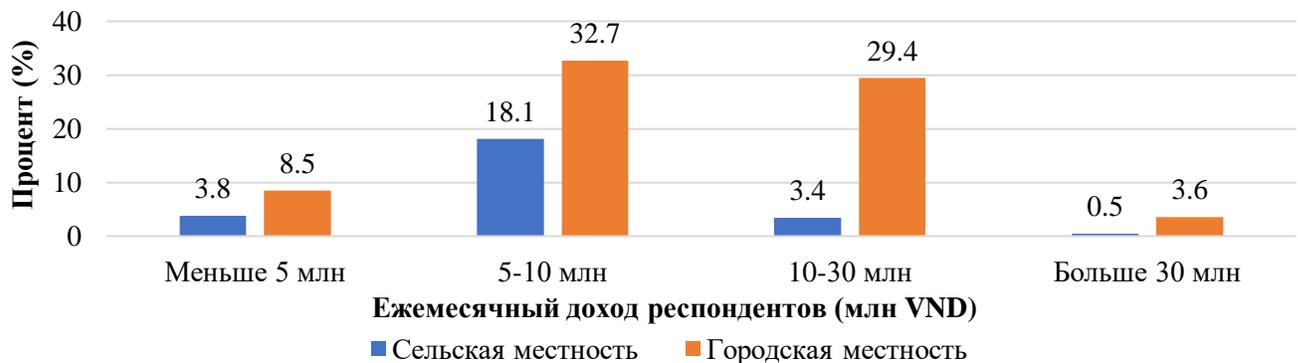


Рисунок 3.7 – Распределение доходов респондентов в сельской и городской местности Вьетнама

На рисунке 3.7 показаны ежемесячные доходы респондентов, разделенных на 4 группы, среди которых у наибольшей группы (половина от общего числа респондентов) средний доход лежит в пределах 5-10 млн VND (20.000-40.000 рублей). Группа с низким доходом (меньше 5 млн VND – 20.000 рублей) и группа с высоким

доходом (больше 30 млн VND – 115.000 рублей) составляли меньшую долю. Этот результат показывает, что большинство вьетнамцев имеют средний доход. Доходы респондентов в сельской местности меньше, чем в городах. Поэтому расходы на диетические потребности в полезных молочных продуктах в сельской местности будут более ограниченными, чем в городской местности.

Для изучения рынка молочных продуктов с низким содержанием лактозы во Вьетнаме необходимо обновить текущее представление о непереносимости лактозы среди вьетнамских потребителей молочных продуктов. Результаты опроса о проценте респондентов с непереносимостью лактозы представлены на рисунке 3.8.

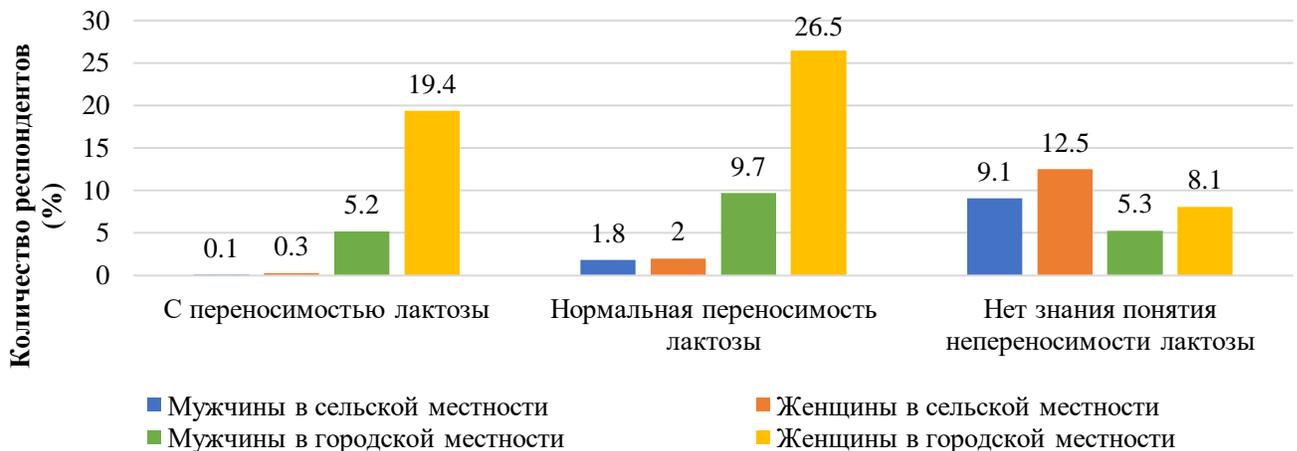


Рисунок 3.8 – Процент респондентов с непереносимостью лактозы

Из рисунки 3.8 видно, что более трети респондентов не знали о понятии непереносимость лактозы, 40 % ответили, что не страдают ею, 25 % имеют непереносимость лактозы. Это показывает, что знания о непереносимости лактозы еще не получили широкого распространения среди населения Вьетнама, особенно женщин в сельской местности. Результаты показывают, что многие городские женщины страдают непереносимостью лактозы. Это можно объяснить тем, что в этом опросе приняло участие наибольшее число женщин, проживающих в городах. Кроме того, поскольку женщины в городах больше заботятся о собственном здоровье и обладают знаниями о непереносимости лактозы, они чаще осознают, есть у них это

заболевание или нет. На рисунке 3.9 представлена частота потребления респондентами молочных продуктов с низким содержанием лактозы.

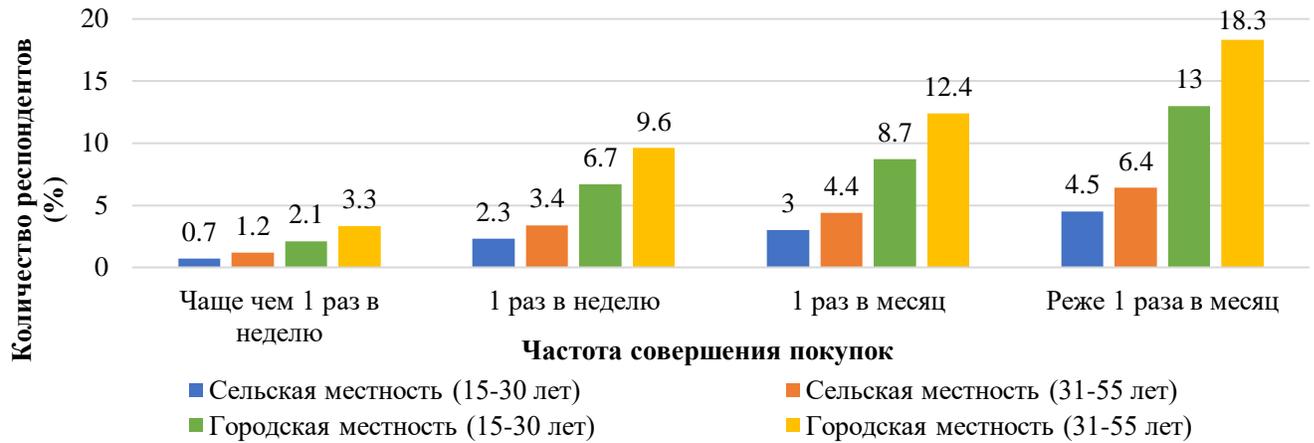


Рисунок 3.9 – Распределение респондентов сельской и городской местности по частоте совершения покупок низколактозных продуктов в зависимости от возраста

Наибольший процент респондентов заявили, что редко употребляют низколактозные молочные продукты. Число респондентов, регулярно употребляющих низколактозные молочные продукты, составляет всего 7,3 %, они относятся к группе стабильных потребителей. Это взрослые в возрасте от 30 до 55 лет потребители, которые в основном являются домохозяйками и несут ответственность за покупку продуктов питания для семьи. Количество людей, которые регулярно употребляют низколактозные продукты, меньше, чем в других группах, которые употребляют их реже; это можно объяснить тем, что многие люди не знают, что у них есть это заболевание, или игнорируют его симптомы, поэтому считают, что нет необходимости употреблять эти продукты. Кроме того, молочные продукты с низким содержанием лактозы не обеспечивают достаточного количества и разнообразия для удовлетворения потребительских потребностей населения, особенно в сельской местности.

В следующем вопросе респондентов просили оценить факторы, влияющие на их решение о покупке. Результаты представлены на рисунке 3.10.



Рисунок 3.10 – Основные потребительские предпочтения в выборе молочных продуктов респондентами по шкале: «1» - неважно, «3» - достаточно важно, «5» - очень важно

По мнению респондентов, наиболее важным фактором, влияющим на их покупку молочных продуктов, является то, что в продуктах содержатся много полезных ингредиентов, заквасок, укрепляющих здоровья, красоту. Следующими важными факторами являются известность компания, специализирующейся на продуктах питания; выгодная цена; любимый вкус; размер порции (упаковки), подходящая для цели использования. Эти результаты показывают, что создание творожных продуктов с низким содержанием лактозы с пюре из папайи, обогащенных пробиотическими свойствами, имеет большой потенциал для развития на вьетнамском рынке. Следующий вопрос, заданный респондентам, заключался в том, сколько они потратили бы на одну покупку молочных продуктов.

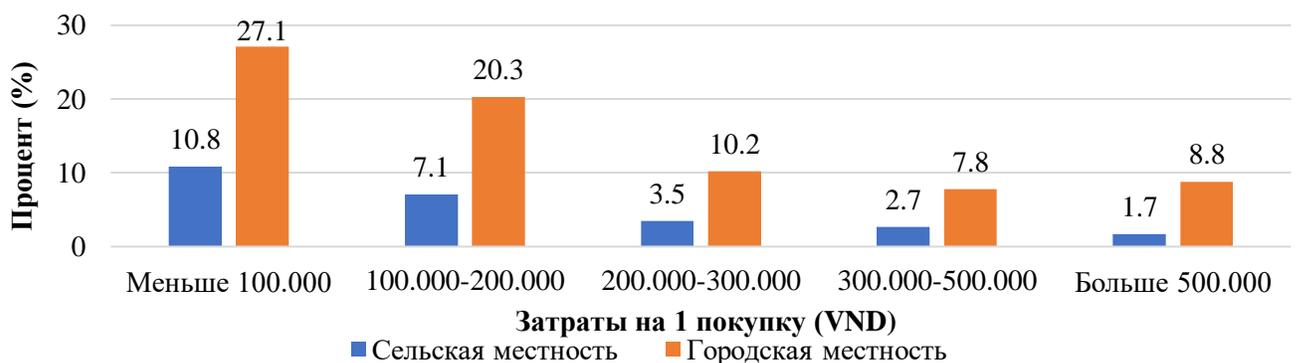


Рисунок 3.11 – Сумма, которую респонденты обычно тратят на молочные продукты за одну покупку

Из рисунки 3.11 видно, что большинство респондентов (37,9 %) тратят меньше 100.000 VND (400 рублей) на одну покупку молочных продуктов. На 2-м месте - 27,4 % потребителей, которые тратят 100.000-200.000 VND (400-800 рублей) на одну покупку, что оценивается примерно в 1-3 % от их дохода. Результаты показывают, что жители городов тратят больше денег на покупку молочных продуктов, отчасти потому, что их доход выше, чем в сельской местности; с другой стороны, они в большей мере осознают важность молочных продуктов для здоровья.

Последний вопрос анкеты касается интереса респондентов к новым низколактозным молочным продуктам, которые могут быть произведены во Вьетнаме в ближайшем будущем. Результаты показаны на рисунке 3.12.

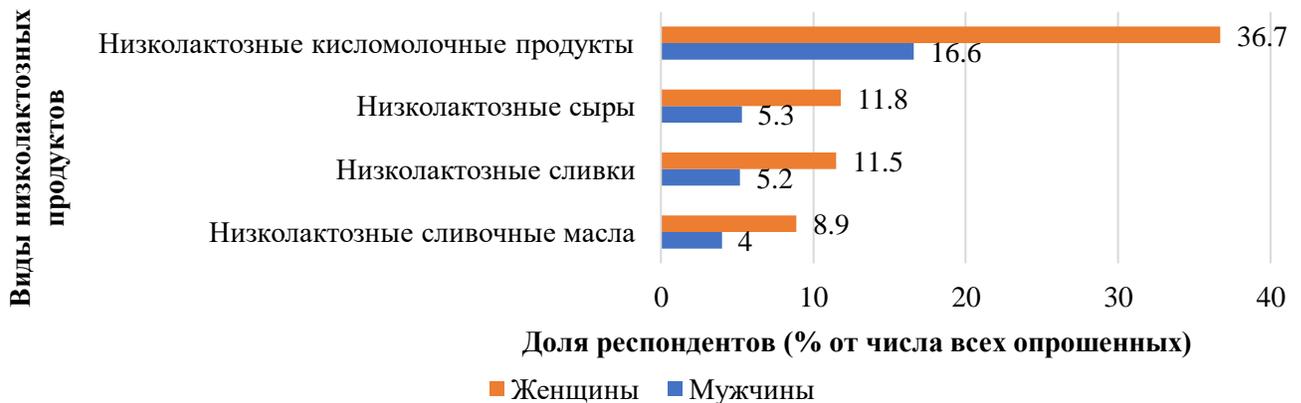


Рисунок 3.12 – Предпочтения респондентов видов новых низколактозных продуктов

Из рисунка 3.12 видно, что большинство респондентов думали, что предпочтут новые низколактозные кисломолочные продукты (53,3 %), остальные: низколактозные сыры (17,1 %), низколактозные сливки (16,7 %) и низколактозные сливочные масла (12,9 %). Результаты показывают, что как мужчины, так и женщины среди потребителей во Вьетнаме хотят потреблять новые низколактозные ферментированные молочные продукты на вьетнамском рынке.

Анализ потребительских предпочтений 317 респондентов Вьетнама разных возрастных групп и мест проживания показал, что целесообразно разработать и производить белковый кисломолочный продукт с учетом этнических особенностей – низколактозную творожную массу, отсутствующую на современном вьетнамском на

рынке низколактозных продуктов. Для повышения диетических свойств ее целесообразно обогатить пребиотиком – пюре папайи и пробиотическими бактериями – бифидобактериями.

### **3.3 Требования к составу и свойствам низколактозного кисломолочного продукта с растительными компонентами на основе сырьевых ресурсов Вьетнама**

Вьетнам имеет долгую историю, поэтому традиционная диета имеет свои особенности. Исторически сложилось так, что во Вьетнаме с животноводческих ферм потребляли мало молока, поэтому непереносимость лактозы является национальной проблемой [80, 167]. В то же время, в настоящее время молочная промышленность Вьетнама активно развивается, а в последние полвека производит широкий ассортимент продуктов, таких как питьевое молоко, мороженое, плавленые сыры и йогурты. Из-за отсутствия в рационе вьетнамцев животного белка высокой биологической ценности, молоко и молочные продукты имеют большое значение [124].

Диетологи Вьетнама рекомендуют добавлять в ежедневный рацион молоко и молочные продукты, чтобы пополнить организм необходимыми питательными веществами, такими как белок с высокой биологической ценностью, кальций, фосфор, витамины, минералы, макро- и микроэлементы [125]. В Юго-Восточной Азии, в том числе и во Вьетнаме, молоко и молочные продукты более доступны и дешевле, чем мясо. Сегмент кисломолочных продуктов является быстрорастущим на вьетнамском молочном рынке, поскольку потребители все больше узнают о пользе ферментированных молочных продуктов для здоровья и их пробиотических свойствах. Среди кисломолочных продуктов важное место занимают творожные продукты, которые характеризуются высоким содержанием белка (от 14 до 20 %), и легкой усваиваемостью организмом. Добавление творожных продуктов в рацион вьетнамцев поможет уменьшить белково-энергетическая недостаточность -

распространенную проблему здоровья жителей Вьетнама. При этом основная проблема вьетнамского населения, связанная с пищеварением - это высокая распространенность непереносимости лактозы. Поэтому актуальным является производство низко- и безлактозных продуктов. С другой стороны, одним из современных направлений пищевой биотехнологии и профилактической медицины в последние годы стало использование пребиотических свойств клетчатки при производстве нового ассортимента кисломолочных продуктов. Комбинированное использование пробиотиков и пребиотиков позволяет разрабатывать продукты нового поколения с высоким терапевтическим эффектом, в том числе для потребителей с непереносимостью лактозы. Сочетание молочных продуктов с растительными ингредиентами позволяет обогатить пищевые продукты многими полезными питательными веществами, восполняя их дефицит в рационе питания людей [67, 69].

Кроме того, производство сырого молока во Вьетнаме сегодня удовлетворяет лишь 38-42 % потребности производственных предприятий в сыром молоке [169]. Прогнозируется, что в ближайшем будущем во Вьетнаме будет развиваться молочное животноводство, но к 2025 году оно все еще сможет обеспечивать лишь 45 % потребности на сырье [93]. Между тем, во Вьетнаме существует изобилие национальных растений, которые можно добавлять в молоко для создания новых функциональных продуктов, улучшающих потребительские характеристики продукта. Вьетнам – тропическая страна, богатая растительным сырьем. Папайя широко распространена в традиционном питании вьетнамского населения, обладает высокой пищевой ценностью при низкой цене и обеспечена значительными сырьевыми ресурсами [61, 62]. Она является богатым источником фосфора, кальция, железа, калия и магния, бета-каротином, витамином С, тиамином, рибофлавином, холином, пантотеновой кислотой и токоферолом [120, 142] (приложение А). Папайя удовлетворяет 31 % суточной потребности в витамине А на порцию (145 г), который необходим для здоровой кожи, поддерживает рост клеток, иммунную функцию,

защищает зрение и здоровье глаз, а также борется с дегенерацией желтого пятна. Дефицит витамина А у населения — одна из важных проблем общественного здравоохранения для многих стран мира, в том числе и Вьетнам, особенно у детей в горных районах [126]. Папайя удовлетворяет 144 % суточной потребности в витамине С на порцию [142]. Благодаря высокому содержанию бета-каротина и витамина С папайя содержит множество антиоксидантов, предотвращающих окисление и помогающих укрепить сопротивляемость организма, предотвращать преждевременное старение. Папайя - богатый источник клетчатки, которая снижает уровень холестерина в крови, поддерживает сердечно-сосудистую систему и борется с раком толстой кишки [142]. Папайя может использоваться в составе кисломолочного продукта как пребиотик.

Разработка низколактозной кисломолочной творожной массы с добавлением папайи является актуальной социально-экономической задачей, позволяющей скорректировать рацион питания и снизить белково-энергетическую недостаточность, дефицит витамина А, а также расширить ассортимент низколактозных синбиотических молочных продуктов.

## ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ НИЗКОЛАКТОЗНОЙ ТВОРОЖНОЙ МАССЫ

На основе оценки нутритивного статуса населения Вьетнама выявлена распространенность белково-энергетической недостаточности, дефицита витамина А и непереносимости лактозы, установлена необходимость корректировки рациона питания путем включения в него высокобелкового низколактозного творожного продукта, обогащенного растительными компонентами.

Поэтому было принято решение о разработке низколактозного творожного продукта в виде низколактозной творожной массы с пюре папайи. При обосновании выбора сырья, рецептурных компонентов и разработки рецептуры руководствовались нормативными показателями ТР ТС 033/2013 (Россия) [85] и QCVN 20-1:2023/ВУТ (Вьетнам) [141].

### **4.1 Обоснование способа снижения массовой доли лактозы в молочной основе для низколактозного творога**

В настоящее время для снижения количества лактозы в молоке используется множество методов, но наиболее распространенным способом снижения содержания лактозы в промышленности является гидролиз лактозы ферментным препаратом  $\beta$ -галактозидазы [3, 49, 164]. Ферментативный гидролиз лактозы считается экономически выгодной и экологически чистой стратегией.

Для производства низколактозной творожной массы были проведены исследования по гидролизу молока, которые включали следующие этапы:

- подобрать ферментные препараты для гидролиза лактозы молока;
- определить зависимость степени гидролиза лактозы от температуры, концентрации вносимого ферментного препарата, продолжительности процесса и активной кислотности продукта;
- разработать рекомендации для дальнейшего использования отобранных ферментных препаратов при производстве низколактозных молочных продуктов.

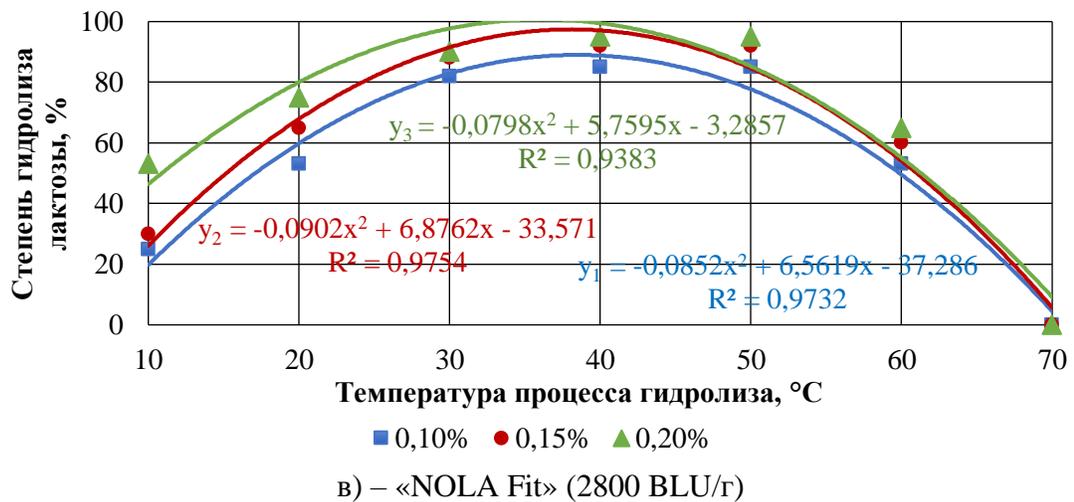
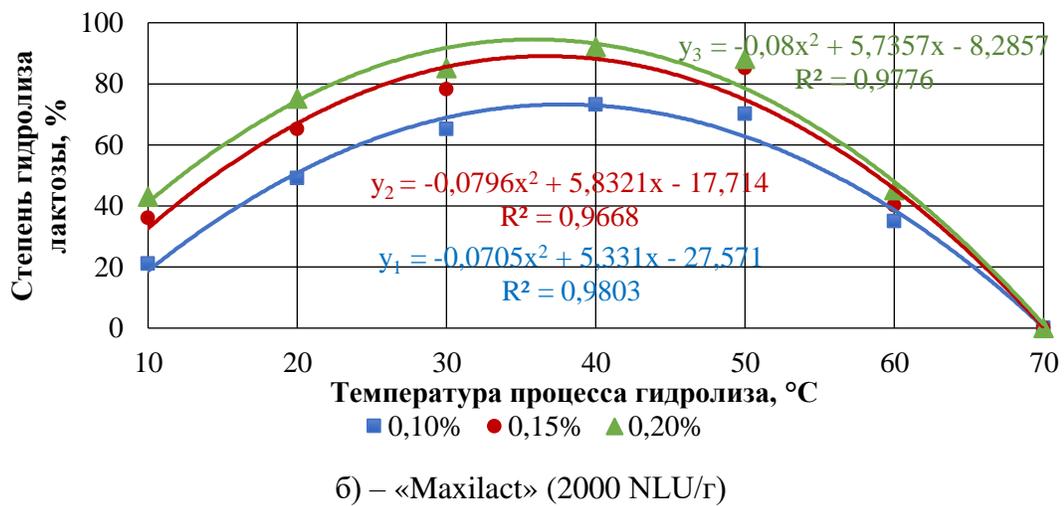
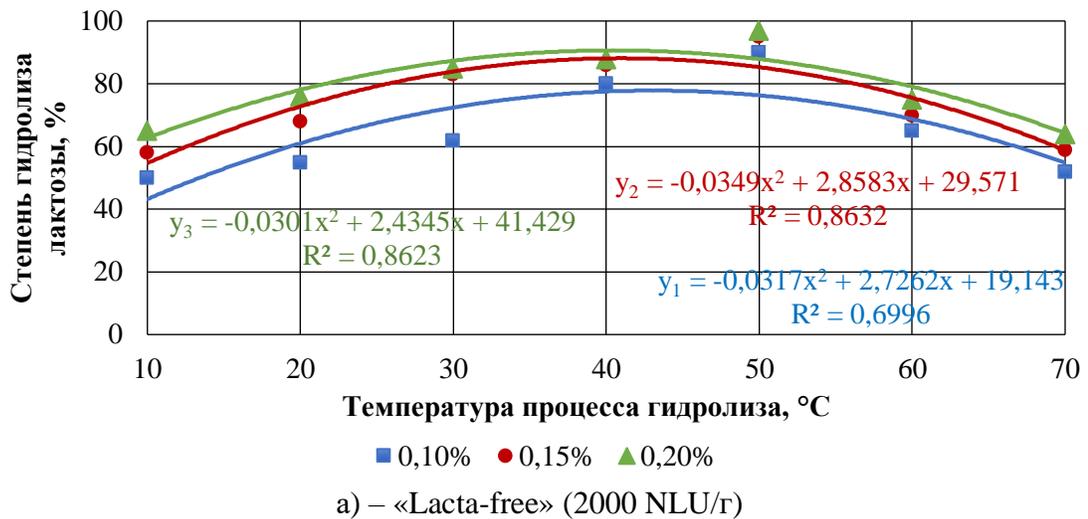
Выбор источника  $\beta$ -галактозидазы обычно зависит от условий процесса гидролиза [9, 137]. Состав молока/субстрата и предшествующая обработка влияют на активность лактазы во время гидролиза. Дозировка зависит от начальной концентрации лактозы. Связи с этим, исследование и определение оптимальных параметров процесса гидролиза лактозы являлось актуальной задачей настоящего исследования.

Было проведено исследование определения оптимальных параметров процесса ферментативного гидролиза лактозы в молоке четырьмя коммерческими ферментными препаратами  $\beta$ -галактозидазы от 3-х крупных компаний, широко реализуемых на мировом рынке, в том числе в России и во Вьетнаме. В исследовании использовали ферментные препараты «Lacta-free», «Maxilact», «Chr. Hansen» и «NOLA Fit».

Исследования проводили в три этапа. На первом этапе изучено влияние дозировки ферментных препаратов (%) и температуры гидролиза ( $^{\circ}\text{C}$ ) на степень гидролиза лактозы. На втором этапе изучено влияние дозировки ферментных препаратов (%) и продолжительности гидролиза (ч) на степень гидролиза лактозы. На третьем этапе определено влияние дозировки ферментных препаратов (%) и активной кислотности (ед. рН) на степень гидролиза лактозы.

В экспериментах использовали сборное молоко для промышленной переработки во Вьетнаме. В настоящее время во Вьетнаме 90,0 % сырого молока дают коровы-гибриды поколения F2 HF, скрещенные с 3 породами коров (75,0 % коров голштинской породы, 25,0 % коров вьетнамской золотой породы и коров красного Синдхи). Она подходит для жаркого и влажного климата Вьетнама и имеет годовые удои около 3000-3800 кг молока с жирностью 3,2-3,8 %, содержанием лактозы ( $4,567\pm 0,13$ ) %, белка ( $2,933\pm 0,12$ ) %. Для гидролиза лактозы использовали нормализованное молоко жирностью ( $1,5\pm 0,07$ ) %; рН молока было равно ( $6,55\pm 0,05$ ) ед. рН, содержание лактозы ( $4,567\pm 0,13$ ) % соответствовало среднему значению для

нормализованного коровьего молока во Вьетнаме. В молоко вносили от 0,10 % до 0,20 % от массы сырья того и иного ферментного препарата с шагом 0,05 %.



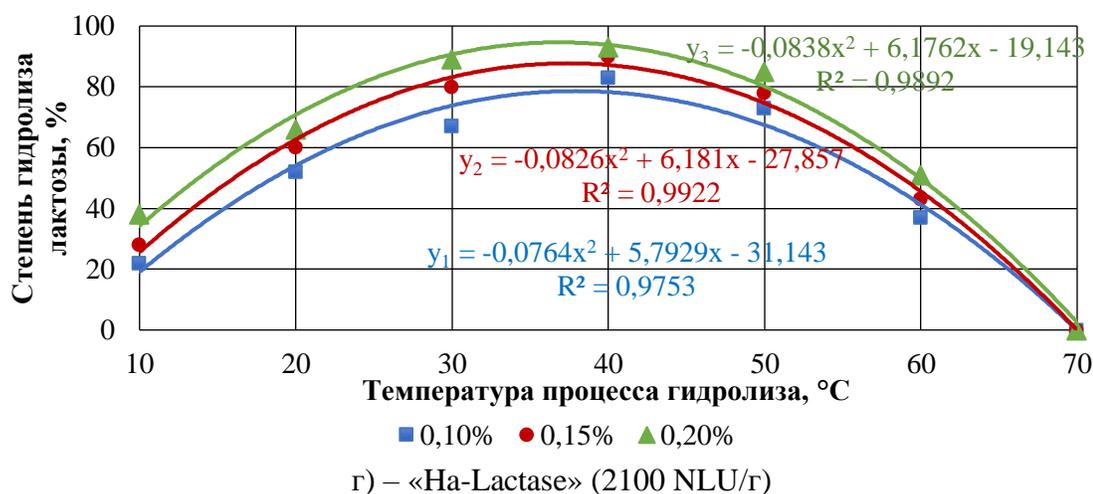


Рисунок 4.1 – Зависимость степени гидролиза лактозы в молоке (%) от температуры (°C) и дозировки ферментного препарата (%)

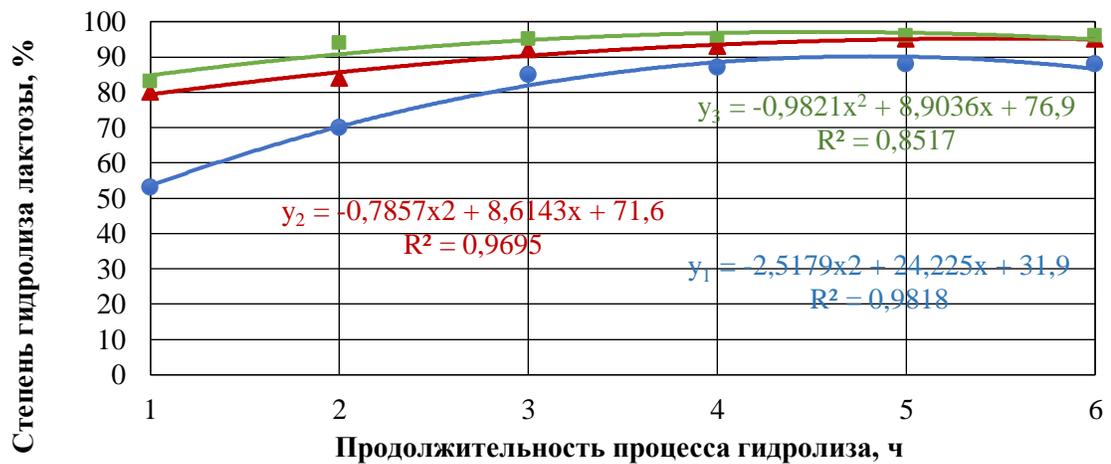
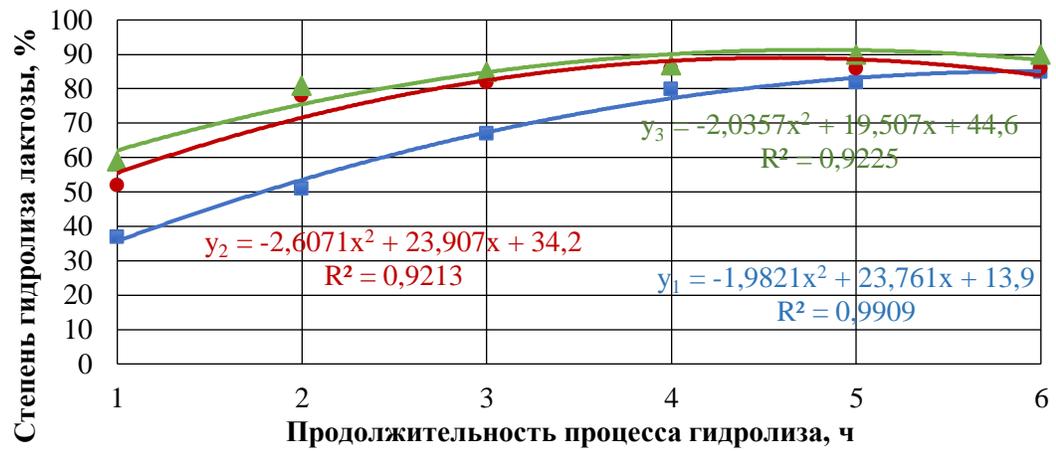
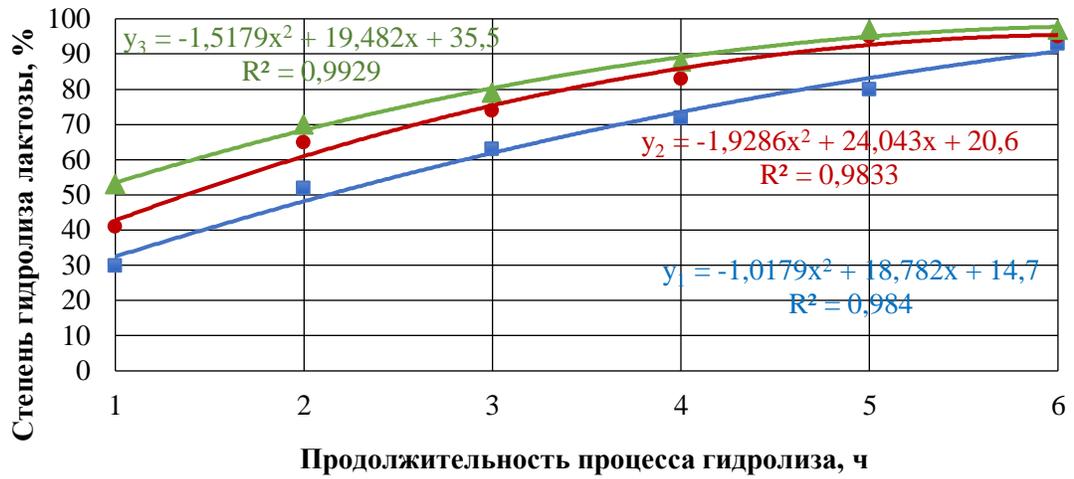
Исследована зависимость дозировки ферментных препаратов (%) и температуры гидролиза (°C) на степень гидролиза лактозы (%) при интервале варьирования температур от 10,0 °C до 70,0 °C, продолжительности процесса ( $4,5 \pm 0,1$ ) ч; активной кислотности ( $6,55 \pm 0,05$ ) ед. рН. Из полученных данных, представленных на рисунке 4.1, видна следующая зависимость: степень гидролиза лактозы всеми 4-мя ферментами увеличивался с повышением температуры от 10,0 °C до 40,0 °C. Результаты экспериментов показывали, что оптимальная температура гидролиза различными ферментными препаратами различна: для «Lacta-free» («Biochem SRL», Италия) она находилась в пределах ( $50,0 \pm 2,0$ )°C; для «Maxilact» («DSM Food Specialties», Нидерланды) - ( $40,0 \pm 2,0$ )°C; для «NOLA Fit» («Chr. Hansen», Дания) - ( $45,0 \pm 2,0$ )°C; для «Na-Lactase» («Chr. Hansen», Дания) - ( $40,0 \pm 2,0$ ) °C. После достижения оптимального температурного диапазона последующее повышение температуры приводило к снижению активности ферментов. При 70,0 °C, кроме ферментного препарата «Lacta-free», все остальные 3 препарата полностью инактивировались. Увеличение дозировки вводимого препарата закономерно приводило к увеличению степени гидролиза лактозы.

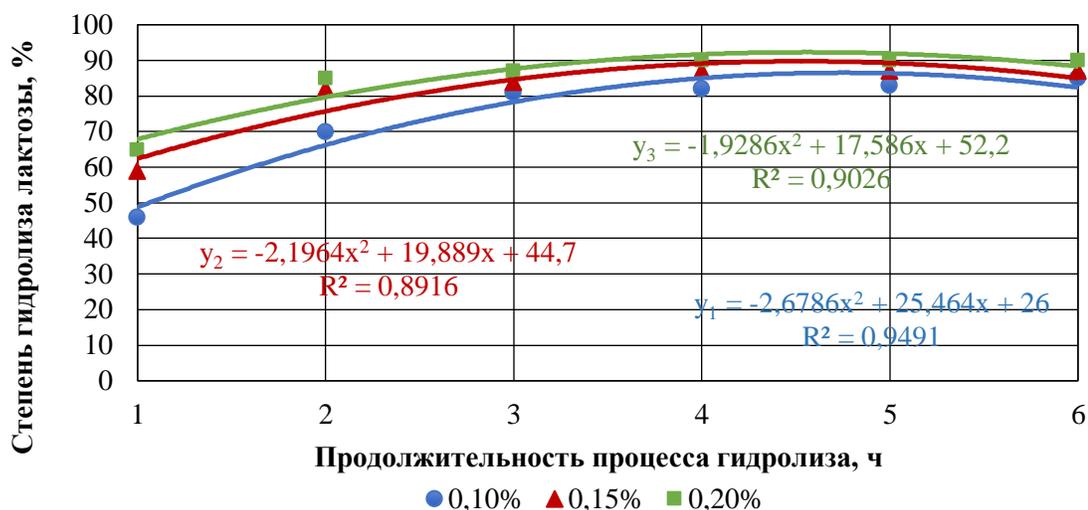
Результаты определения термостабильности коммерческих ферментов β-галактозидазы показали, что ферментные препараты «Maxilact», «NOLA Fit» и «Na-

Lactase» инактивировались во время пастеризации молока, поэтому в конечном продукте отсутствовала остаточная ферментативная активность, что являлась преимуществом для технологического процесса получения низколактозной творожной массы. Для инактивации фермента «Lacta-free» требовался нагрев при температуре выше 70,0 °С, что может привести к денатурации молочных продуктов и усложнению производственного процесса отделения сыворотки в производстве творожной массы. Эти данные согласуются с литературными данными о микробной β-галактозидазе и со спецификациями соответствующих производителей для этих ферментных препаратов [104, 114, 118, 132].

На рисунке 4.2 представлены результаты определения влияния дозировки ферментных препаратов (%) и продолжительности гидролиза (ч) на степень гидролиза лактозы при интервале варьирования продолжительности процесса гидролиза от 1,0 до 6,0 ч, при температуре (40,0±0,5) °С, активной кислотности (6,55±0,05) ед. рН.

Из представленных графиков видно, что при дозировке ферментного препарата «NOLA Fit» (0,1±0,01) % через 2,0 часа гидролизовалась только (70,0±3,0) % исходной лактозы, при увеличении количества препарата до (0,2±0,02) % за это же время гидролизовалась (94,0±3,0) % лактозы. По полученным данным установлено, что для достижения степени гидролиза лактозы до (85,0±3,0) % при количестве препарата (0,15±0,02) % время гидролиза составляло для: «Lacta-free» - (5,0±0,1) ч; «Maxilact» - (4,0±0,1) ч; «NOLA Fit» - (2,5±0,1) ч; «Ha-Lactase» - (3,0±0,1) ч. Органолептических дефектов при гидролизе лактозы, связанных с расщеплением жира или белка, выявлено не было.





д) – «Ha-Lactase» (2100 NLU/г)

Рисунок 4.2 – Зависимость степени гидролиза лактозы в молоке (%) от продолжительности процесса (ч) и дозировки ферментного препарата (%)

На рисунке 4.3 представлены результаты исследования зависимости степени гидролиза лактозы (%) от активной кислотности нормализованного молока (субстрата) (ед. рН) при интервале активной кислотности от 4,0 до 7,5 ед. рН; продолжительности процесса ( $4,5 \pm 0,1$ ) ч; температуре ( $40,0 \pm 0,5$ ) °С. На этом этапе в молоко вносили 4 Н раствор КОН для регулирования кислотности.

Уравнения регрессии, описывающие процесс ферментативного гидролиза и достоверность полученных данных, приведены в таблице 4.1.

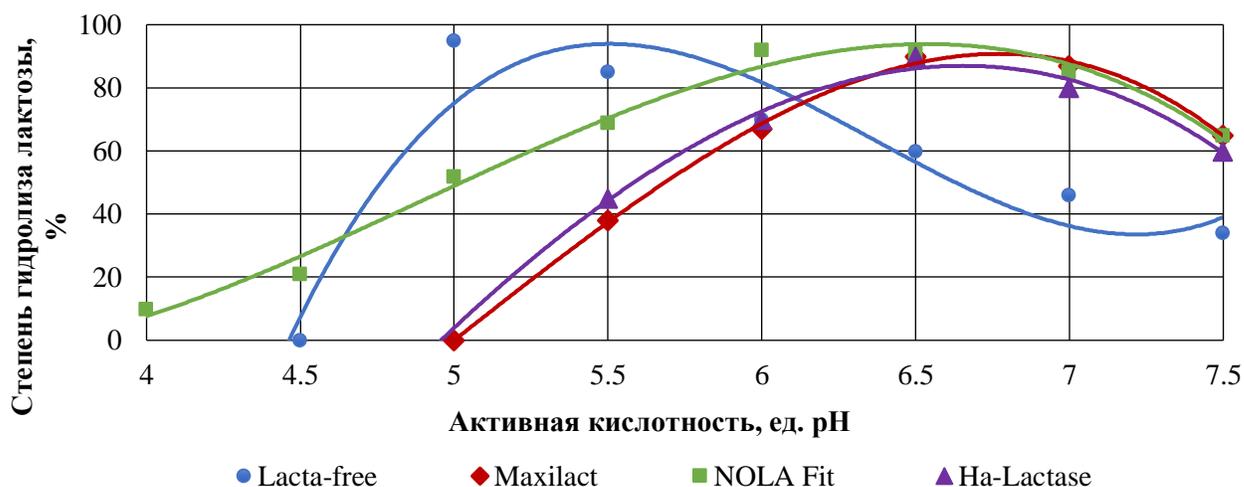


Рисунок 4.3 – Зависимость степени гидролиза лактозы в молоке (%) от активной кислотности среды (ед. рН)

Таблица 4.1 – Регрессионный анализ зависимости гидролиза лактозы в молоке от активной кислотности среды и вида ферментного препарата

Ферментный препарат	Уравнения регрессии	Величина достоверности аппроксимации ( $R^2$ )
Lacta-free	$y_1 = 24x^3 - 457,95x^2 + 2859,9x - 5775,6$	$R^2 = 0,8733$
Maxilact	$y_2 = -8,1481x^3 + 122,21x^2 - 534,15x + 634,14$	$R^2 = 0,9982$
NOLA Fit	$y_3 = -5,596x^3 + 82,173x^2 - 356,88x + 478,54$	$R^2 = 0,9864$
Ha-Lactase	$y_4 = -3,3333x^3 + 30,714x^2 + 34,048x - 517,43$	$R^2 = 0,9763$

Из результатов, представленных на рисунке 4.3, видно, что ферментные препараты «Maxilact» и «Ha-Lactase» при значении активной кислотности  $pH=(6,5\pm 0,05)$  ед. наиболее активны ( $90,0\pm 3,0$  %), при активной кислотности ( $pH=5,0\pm 0,05$  ед.) они неактивны. Это можно объяснить тем, что оба эти ферменты получены из дрожжей. Для препарата «NOLA Fit» максимальная степень гидролиза лактозы ( $92,0\pm 3,0$  %) достигалась при значении  $pH=(6,0\pm 0,05)$  ед.; снижение  $pH$  ниже значения ( $5,0\pm 0,05$ ) ед. приводило к инаktivации фермента. Напротив, фермент «Lacta-free» имел наибольшую активность при значении  $pH=(5,5\pm 0,05)$  ед., и она снижалась по мере увеличения значения активной кислотности. Таким образом, можно сделать вывод, что для гидролиза лактозы в среде с низкой активной кислотностью больше подходит для ферментов грибного происхождения, таких как фермент «Lacta-free», тогда как в нейтральной среде, такой как молоко, ферменты дрожжевого происхождения, такие как «Maxilact», «Ha-Lactase», и бактериального происхождения, такие как «NOLA Fit», подходят лучше.

Из представленных экспериментальных данных видно, что степень гидролиза лактозы в нормализованном коровьем молоке вьетнамского происхождения зависела от температуры, концентрации ферментного препарата, длительности гидролиза и активной кислотности среды. Установлено, что действие различных коммерческих препаратов лактазы на процесс гидролиза лактозы имело различные оптимальные параметры. Оптимальные условия для гидролиза ими лактозы в нормализованном коровьем молоке вьетнамского происхождения представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Оптимальные параметры процесса гидролиза лактозы коммерческих ферментных препаратов  $\beta$ -галактозидазы

Параметр	Коммерческие ферментные препараты $\beta$ -галактозидазы			
	«Lacta-free»	«Maxilact»	«NOLA Fit»	«Ha-Lactase»
Температура, °С	50,0±2,0	40,0±2,0	45,0±2,0	40,0±2,0
Продолжительность, ч	5,0±0,1	4,0±0,1	2,5±0,1	3,0±0,1
Активная кислотность, ед. рН	5,0±0,05	6,5±0,05	6,5±0,05	6,5±0,05
Дозировка препарата, %	0,2±0,02	0,15±0,02	0,2±0,02	0,15±0,02

По результатам экспериментов установлено, что использование ферментного препарата «Ha-Lactase-2100» более целесообразно для молочного сырья и производственной базы Вьетнама, так как требует меньших времени и дозы для достижения необходимой степени гидролиза лактозы в молоке.

Таким образом, для разработки низколактозной творожной массы с пюре папайи был выбран ферментный препарат  $\beta$ -галактозидазы «Ha-Lactase-2100», продуцент дрожжи *Kluyveromyces fragilis*, производимый «Chr. Hansen» (Дания); дозировка препарата (0,15±0,02) %; активная кислотность среды – (6,5±0,05) ед. рН; длительность процесса гидролиза (3,0±0,1) ч; температура гидролиза (40,0±2,0) °С.

#### 4.2 Подбор заквасочных культур для производства низколактозной творожной массы с пробиотическими свойствами

При выборе заквасочных культур следует учитывать их технологические характеристики, влияющие на получаемый продукт [14]. На основе анализа научной литературы и с учетом используемых в промышленности Вьетнама штаммов заквасочных бактерий были отобраны 3 штамма для заквашивания и сквашивания нормализованного молока в производстве низколактозной творожной массы, это штаммы - *Lactococcus lactis subsp. lactis* VNC1, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* VNC53, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* 17 M-AD. Для придания пробиотических свойств низколактозной творожной массе предусмотрено дополнительное использование бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum* BGN4. Штаммы *Lactococcus lactis subsp. lactis* и *Lactococcus lactis subsp. cremoris* придают готовому продукту

хорошие органолептические свойства, такие как легкую сливочную ноту и эластичность, легко формируемую творожную структуру. При производстве эти штаммы помогают сформировать ровный плотный сгусток, хорошо отделяющий сыворотку; и при хранении в упаковке сыворотка из творожной массы не отделяется. *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* помогает гарантировать, что творожный сгусток всплывает на поверхность во время приготовления и создает характерный приятный запах из-за накопления диацетила, обеспечивает низкое пост-окисление готового продукта. Эти штаммы также производят природные антиоксиданты и антимикробные пептиды, такие как низин, которые позволяют сохранять свойства и вкус продукта до истечения срока годности [45, 134]. Добавление штамма бифидобактерий придает продукту пробиотические свойства.

Далее для определения рационального соотношения заквасочных культур, их культивировали в нормализованном низколактозном молоке с учетом качества сборного молока (коровы-гибриды поколения F2 HF - 3 породы коров: 75,0 % от коров голштинской породы; 25,0 % от коров вьетнамской золотой породы и коров красного Синдхи), а также климатических условий Вьетнама. Соотношение культур в заквасочной микрофлоре *Lactococcus lactis subsp. lactis* : *Lactococcus lactis subsp. cremoris* : *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* (L:C:D) составляло 2:1:2; 2:2:1 и 3:1:1 по объему суспензии, соответственно. Скваживание проводили при температуре  $(30,0 \pm 2,0)$  °C; продолжительности –  $(8,0 \pm 0,1)$  ч до получения в меру вязкого сгустка. Количество жизнеспособных клеток молочнокислых микроорганизмов в конце сквашивания (КОЕ/г) представлено в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Количество жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий в конце сквашивания в образце, КОЕ/г

Соотношение культур в заквасочной микрофлоре L:C:D	Количество жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий, КОЕ/г	
	в начале сквашивания	в конце сквашивания
2:1:2	$(3,92 \pm 0,05) \cdot 10^8$	$(1,57 \pm 0,05) \cdot 10^9$
2:2:1	$(4,33 \pm 0,05) \cdot 10^8$	$(1,73 \pm 0,05) \cdot 10^9$
3:1:1	$(4,2 \pm 0,05) \cdot 10^8$	$(1,68 \pm 0,05) \cdot 10^9$

Из результатов, представленных в таблице 4.3, видно, что нормализованное низколактозное молоко являлось благоприятной средой для роста молочнокислых бактерий при всех исследуемых соотношениях заквасок. Наибольшее количество жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий обнаружено в образце с соотношением 2:2:1 –  $(1,73 \pm 0,05) \cdot 10^9$  КОЕ/г. Поэтому именно это соотношение было выбрано как рациональное соотношение заквасочных культур для производства низколактозной творожной массы.

Следующим шагом было определение параметров сквашивания нормализованного низколактозного молока. Определено влияние температуры сквашивания на изменение титруемой кислотности при сквашивании молока в интервале варьирования температур от 22,0 °С до 38,0 °С с шагом 8,0 °С, продолжительность процесса ( $12,0 \pm 0,1$ ) ч. Доза закваски в жидком виде составляла  $(5,0 \pm 0,2)$  % или в виде лиофилизированного порошка (DVS, закваски прямого внесения) составляла с расчетом не менее  $(1,0 \pm 0,05) \cdot 10^9$  КОЕ/г. Результаты представлены на рисунке 4.4.

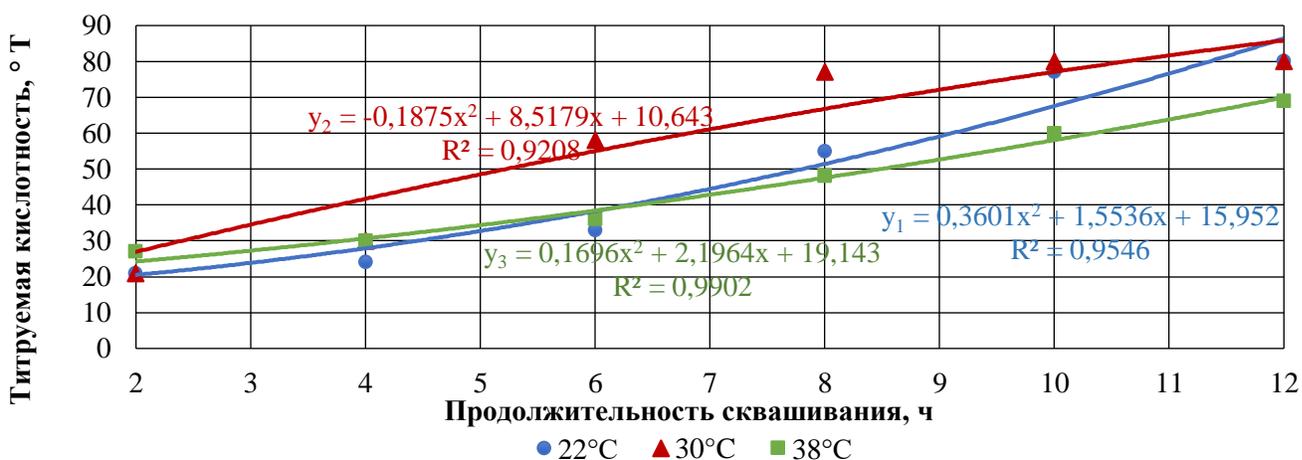


Рисунок 4.4 – Зависимость титруемой кислотности (°Т) в процессе сквашивания молока от температуры (°С) и продолжительности сквашивания (ч)

Из рисунка 4.4 видно, что при температуре  $(30,0 \pm 2,0)$  °С титруемая кислотность увеличивалась быстрее всего и достигала  $(80,0 \pm 4,0)$  °Т через  $(8,0 \pm 0,1)$  часов ферментации. При  $(22,0 \pm 2,0)$  °С титруемая кислотность увеличивалась медленнее, чем при температуре  $(30,0 \pm 2,0)$  °С, и молоко свертывалось через  $(12,0 \pm 0,1)$  часов. При

(38,0±2,0) °С в первые (2,0±0,1) часа титруемая кислотность увеличивалась быстрее, чем при других 2-х температурах, однако в последующие часы титруемая кислотность увеличивалась медленнее, и через (12,0±0,1) ч образовавшийся сгусток был не таким плотным, как при двух других температурах. Объясняется это тем, что лактококки в закваске имеют оптимальную температуру (30,0±2,0) °С, а *Lactococcus lactis subsp. cremoris* при 38,0-40,0 °С перестает работать.

Также установлено влияние температуры сквашивания на изменение активной кислотности при сквашивании нормализованного низколактозного молока для производства низколактозной творожной массы (рисунок 4.5).

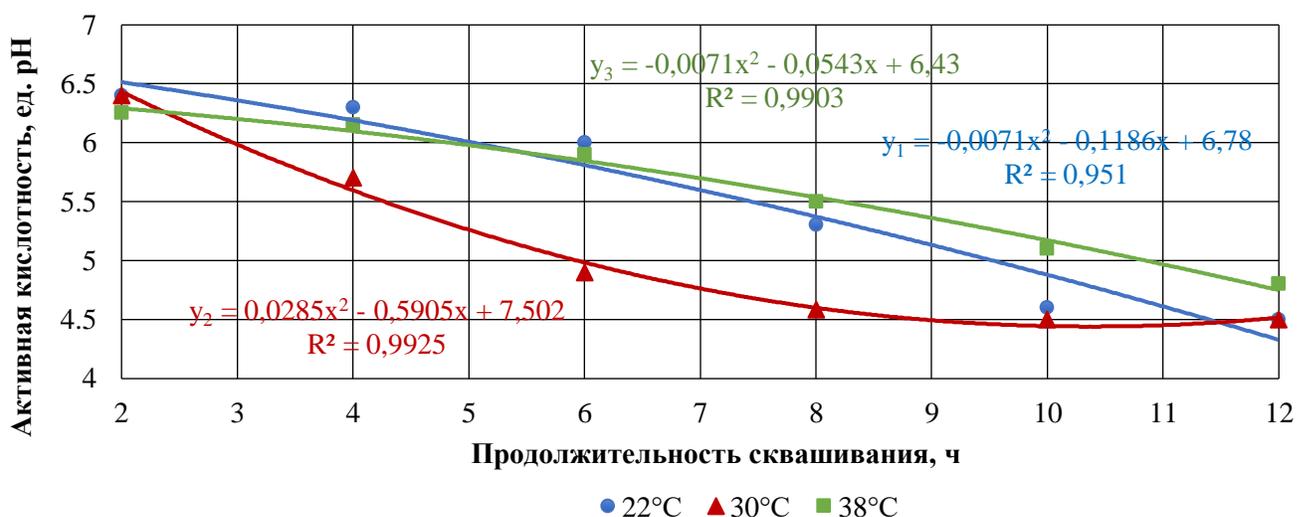


Рисунок 4.5 – Зависимость активной кислотности (ед. рН) в процессе сквашивания низколактозного молока от температуры (°С) и продолжительности сквашивания (ч)

Видно, что при температуре (30,0±2,0) °С активная кислотность снижалась быстрее всего, сгустки образовались при активной кислотности (4,5±0,05) ед. рН через (8,0±0,1) часов. Таким образом, можно сделать вывод, что температура (30,0±2,0) °С является оптимальной температурой для подобранной закваски и соответствует результатам измерения титруемой кислотности.

Далее было проведено исследование зависимости активной кислотности в процессе сквашивания низколактозного молока от массовой доли закваски и продолжительности сквашивания. Используемые 3 дозы закваски составляли 1,0 %;

3,0 %; 5,0 %, ферментацию вели в течение  $(12,0 \pm 0,1)$  часов при температуре  $(30,0 \pm 2,0)$  °С. Результаты представлены на рисунке 4.6.

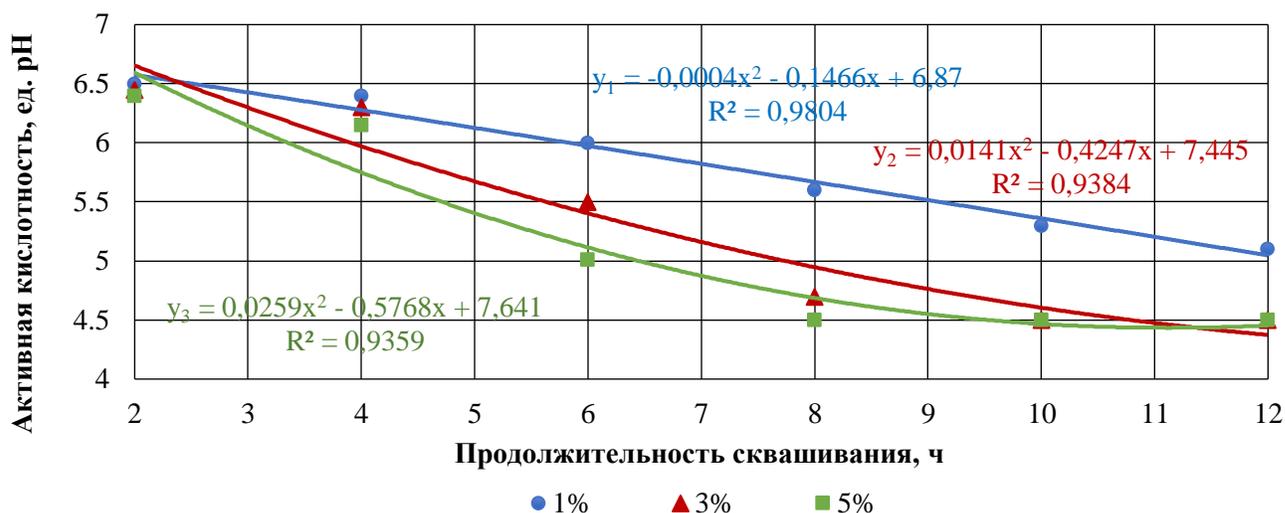


Рисунок 4.6 – Зависимость активной кислотности в процессе сквашивания низколактозного молока от массовой доли закваски и продолжительности сквашивания

Из рисунка 4.6 видно, что чем выше массовая доля закваски, тем быстрее снижалась активная кислотность, что соответствовало более короткому времени сквашивания и образования сгустка. При использовании  $(1,0 \pm 0,05)$  % закваски активная кислотность уменьшалась медленно, время образования сгустка было продолжительным, а через  $(12,0 \pm 0,1)$  часов сквашивания полученный сгусток имел неплотную консистенцию. При использовании  $(5,0 \pm 0,05)$  % закваски сгусток образовался через  $(8,0 \pm 0,1)$  часов ферментации; а при  $(3,0 \pm 0,05)$  % закваски - через  $(10,0 \pm 0,1)$  часов. Полученный сгусток плотный, ровный, консистенция вязкая. Таким образом, для получения хорошей консистенции низколактозной творожной массы время сквашивания составляло  $(8,0 \pm 0,1)$  часов, а рекомендуемое количество вносимой закваски в жидком виде составляло  $(5,0 \pm 0,2)$  % или в виде лиофилизированного порошка (DVS) - не менее  $(1,0 \pm 0,05) \cdot 10^9$  КОЕ/г.

Далее заквасочные штаммы культивировали в нормализованном низколактозном молоке с массовой долей жира  $(1,5 \pm 0,05)$  % и определяли количество жизнеспособных клеток (КОЕ/г) при температуре  $(30,0 \pm 2,0)$  °С; продолжительности

–  $(8,0 \pm 0,1)$  ч; доза закваски составила  $(1,0 \pm 0,05) \cdot 10^9$  КОЕ/г. Результаты представлены на рисунке 4.7.

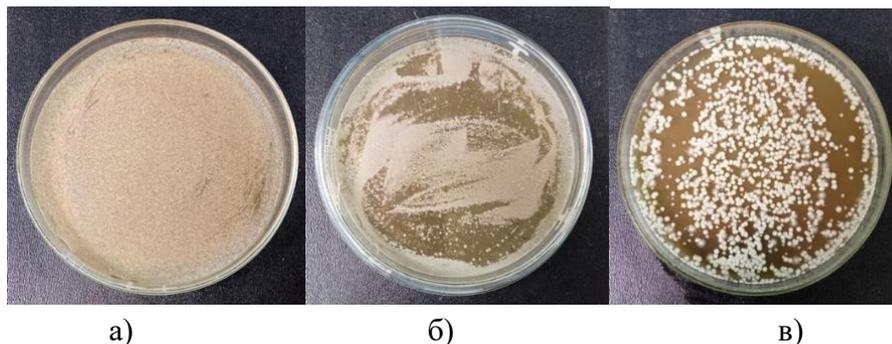


Рисунок 4.7 – Результаты посева молочнокислых бактерий заквасочных культур в нормализованном низколактозном молоке после сквашивания при разведении: а) 1:10; б) 1:100; в) 1:10000

На основании полученных результатов установлено, что через 36,0 ч сквашивания количество жизнеспособных клеток увеличилось и достигло  $(1,81 \pm 0,05) \cdot 10^9$  КОЕ/г. На 5-е сутки в низколактозном твороге количество жизнеспособных клеток составляло  $(4,1 \pm 0,2) \cdot 10^8$  КОЕ/г.

После определения рациональных параметров сквашивания нормализованного низколактозного молока были отобраны заквасочные штаммы, в состав которых входят *Lactococcus lactis subsp. lactis* VNC1, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* VNC53, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* 17 M-AD, которые образовали сгусток с активной кислотностью  $(4,5 \pm 0,05)$  ед. рН через  $(8,0 \pm 0,1)$  часов сквашивания при температуре  $(30,0 \pm 2,0)$  °С и массовой доле закваски  $(5,0 \pm 0,05)$  % или лиофилизированного порошка (DVS) с расчетом не менее  $(1,0 \pm 0,05) \cdot 10^9$  КОЕ/г.

Для определения пребиотических свойств наполнителя из папайи был проведен эксперимент, демонстрирующий положительное влияние папайи на активность и выживаемость бифидобактерий. Для эксперимента использовали лиофилизированный препарат бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum* BGN4 (Корея), из которого перед началом исследования готовили суспензию (10,0 см<sup>3</sup> стерилизованной воды на пробирку препарата), затем помещали пробирки в термостат при  $(37,0 \pm 1,0)$  °С на  $(1,0 \pm 0,05)$  ч. Количество бифидобактерий в продукте

определяли согласно МУК 4.2.999-00 [59] (Россия) или TCVN 9635:2013 (ISO 29981:2010) [157] (Вьетнам) путем посева продуктов в 2-х, 3-х и 6-кратных разведениях на пропионатный агар, селективно дополненный мупироцином лития для бифидобактерий в молочных продуктах – TOS (Propionate Agar Base) в чашках Петри [165].

В эксперименте, использовали вьетнамскую желтую папайю рода *Carica papaya* L. в виде пюре. Для приготовления пюре папайю промывали, очищали от кожуры, удаляли семена, измельчали до пюреобразного состояния и пастеризовали при (85,0...90,0) °С в течение (12,0±0,1) мин, охлаждали до температуры (20,0±1,0) °С.

Приготовили 4 образца с разной массовой долей пюре папайи: 0 % (контроль), 5,0 %; 7,0 %; 9,0 % пюре папайи, затем в каждый образец добавили бифидобактерии из расчёта  $(5,0±0,2) \cdot 10^7$  КОЕ/г. Количество бифидобактерий определяли через 3 и 15 сут (рисунок 4.8 и таблица 4.4).

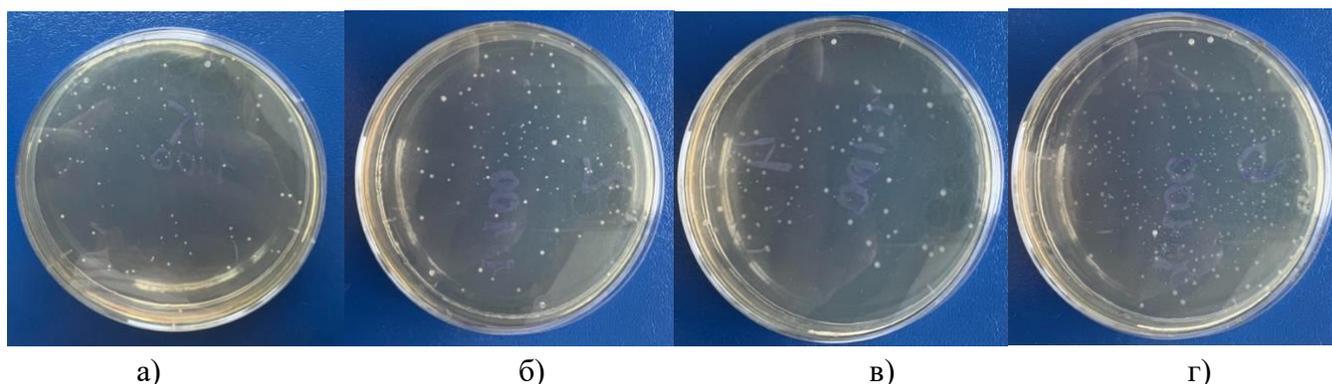


Рисунок 4.8 – Результаты посева на бифидобактерии (разведение 1:100) на 15-е сутки хранения с разными концентрациями пюре папайи: а) 0 % (контроль); б) 5,0 %; в) 7,0 %; г) 9,0 %

Таблица 4.4 – Количество бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum* BGN4 образца в процессе хранения, КОЕ/г

Образцы	Количество бифидобактерий в процессе хранения образцов, КОЕ/г	
	3-е сутки	15-е сутки
0 % пюре папайи (контроль)	$(2,4±0,1) \cdot 10^6$	$(2,2±0,1) \cdot 10^6$
5,0 % пюре папайи	$(2,57±0,1) \cdot 10^7$	$(2,55±0,1) \cdot 10^7$
7,0 % пюре папайи	$(2,6±0,1) \cdot 10^7$	$(2,57±0,1) \cdot 10^7$
9,0 % пюре папайи	$(2,7±0,1) \cdot 10^7$	$(2,66±0,1) \cdot 10^7$

Из таблицы 4.4 видно, что чем больше количество пюре папайи в образце, тем более сохранялась жизнеспособность бифидобактерий; все образцы с пюре папайи имели большее количество бифидобактерий, чем контрольный образец без добавления пюре папайи. Можно сделать вывод, что пюре папайи в количестве  $(7,0 \pm 2,0)$  % оказывает положительное влияние на поддержание жизнеспособности бифидобактерий на примере бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum* BGN4 и пюре папайи рода *Carica papaya L.* может рассматриваться как пребиотик в составе низколактозной творожной массы с пюре папайи.

Для производства низколактозной творожной массы для вьетнамцев приоритет отдается выбору доступного и качественного национального сырья. Поэтому все сырье, запускаемое в производство, включая сырое молоко, растительные наполнители, ферменты лактазы, закваски, будет учитывать сырьевые ресурсы, которые можно легко приобрести по разумным ценам во Вьетнаме и при этом обеспечить безопасность и качество выпускаемой продукции.

#### **4.3 Разработка рецептов низколактозной творожной массы с пюре папайи**

В рецептуре низколактозной творожной массы с пюре папайи предусмотрено 3 основных ингредиента, которые определяли её свойства: низколактозный творог, пюре папайи и сахароза.

С целью выбора рациональной рецептуры для выработки низколактозной творожной массы с пюре папайи была проведена выработка образцов с разными содержанием рецептурных компонентов и проведена оценка их органолептических и физико-химических показателей. Эксперимент выполнен по плану двухфакторного трехуровневого эксперимента (приложение Г), где первый фактор (X1) — доза пюре папайи в низколактозной творожной массе (варьировалась от 5,0 % до 9,0 % с шагом 2,0 %), а второй фактор (X2) — доза сахарозы в низколактозной творожной массе (варьировалась от 3,0 % до 7,0 % с шагом 2,0 %). Исследование проведено с 9-ми

экспериментальными образцами и контрольным – без пюре папайи и сахарозы (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Рецептатура низколактозной творожной массы с пюре папайи

Номер образца	Масса, г			Низколактозная творожная масса с пюре папайи
	Низколактозный творог	Пюре папайи	Сахароза	
1	88,0	9,0	3,0	100,0
2	86,0	9,0	5,0	100,0
3	84,0	9,0	7,0	100,0
4	90,0	7,0	3,0	100,0
5	88,0	7,0	5,0	100,0
6	86,0	7,0	7,0	100,0
7	92,0	5,0	3,0	100,0
8	90,0	5,0	5,0	100,0
9	88,0	5,0	7,0	100,0
10 (контроль)	100,0	-	-	100,0

Внешний вид, цвет и консистенция 10-ти полученных образцов низколактозной творожной массы с пюре папайи представлены на рисунке 4.9.



Рисунок 4.9 – Образцы низколактозной творожной массы с пюре папайи

Сенсорной оценкой по 30-балльной шкале определяли внешний вид, консистенция, цвет, запах и вкус при температуре продукта  $(12,0 \pm 2,0)$  °С (таблица 4.6) [16]. Баллы по каждому показателю суммировались и усреднялись. Сенсорную оценку проводили 4 раза на 1-е, 10-е, 20-е, 30-е сутки после изготовления продукта.

Учащиеся и преподаватели Нячангского университета и специалисты АО «Kharphago» (г. Нячанг, Вьетнам) участвовали в органолептической оценке образцов низколактозной творожной массы с пюре папайи.

В таблице 4.6 показаны баллы, выставленные при определении сенсорных показателей 10-ти образцов низколактозной творожной массы с пюре папайи.

Таблица 4.6 – Органолептическая оценка образцов низколактозной творожной массы с пюре папайи

№ образца и массовая доля наполнителей	Характеристика			
	Внешний вид и консистенция	Вкус	Запах	Цвет
1	2	3	4	5
№ 1 9,0 % пюре папайи, 3,0 % сахарозы	Однородная, в меру вязкая, с наличием включений пюре из папайи.	Кисломолочный, слабо сладкий вкус, выраженный вкус папайи.	Кисломолочный, с выраженным ароматом папайи	Белый с жёлтым оттенком, равномерный по всей массе и с наличием включений пюре из папайи.
№ 2 9,0 % пюре папайи, 5,0 % сахарозы	Однородная, в меру вязкая, с наличием включений пюре из папайи.	Кисломолочный, сладкий привкус, выраженный вкус папайи.	Кисломолочный, с выраженным ароматом папайи	Белый с жёлтым оттенком, равномерный по всей массе и с наличием включений пюре из папайи.
№ 3 9,0 % пюре папайи, 7,0 % сахарозы	Однородная, в меру вязкая, с наличием включений пюре из папайи.	Кисломолочный, сладкий вкус, выраженный вкус папайи.	Кисломолочный, с выраженным ароматом папайи	Белый с жёлтым оттенком, равномерный по всей массе и с наличием включений пюре из папайи.
№ 4 7,0 % пюре папайи, 3,0 % сахарозы	Однородная, в меру вязкая, с наличием включений пюре из папайи.	Кисломолочный, слабо сладкий вкус, наличие выраженного вкуса папайи.	Кисломолочный, с ароматом папайи.	Белый с слабо-жёлтым оттенком, равномерный по всей массе и с наличием включений пюре из папайи.
№ 5 7,0 % пюре папайи, 5,0 % сахарозы	Однородная, в меру вязкая, с наличием включений пюре из папайи.	Кисломолочный, сладкий привкус, наличие выраженного вкуса папайи.	Кисломолочный, с ароматом папайи.	Белый с слабо-жёлтым оттенком, равномерный по всей массе и с наличием включений пюре из папайи.
№ 6 7,0 % пюре папайи, 7,0 % сахарозы	Однородная, в меру вязкая, с наличием включений пюре из папайи.	Кисломолочный, сладкий вкус, наличие выраженного вкуса папайи.	Кисломолочный, с ароматом папайи.	Белый с слабо-жёлтым оттенком, равномерный по всей массе и с наличием включений пюре из папайи.
№ 7 5,0 % пюре папайи, 3,0 % сахарозы	Однородная, в меру вязкая, с незначительным наличием включений пюре из папайи.	Кисломолочный, слабо сладкий вкус, слабый привкус папайи.	Кисломолочный, незначительный аромат папайи.	Белый с слабо-жёлтым оттенком, равномерный по всей массе и с незначительным наличием включений пюре из папайи.

1	2	3	4	5
№ 8 5,0 % пюре папайи, 5,0 % сахарозы	Однородная, в меру вязкая, с незначительным наличием включений пюре из папайи.	Кисломолочный, сладкий привкус, слабый привкус папайи.	Кисломолочный, незначительный аромат папайи.	Белый с слабо-жёлтым оттенком, равномерный по всей массе и с незначительным наличием включений пюре из папайи.
№ 9 5,0 % пюре папайи, 7,0 % сахарозы	Однородная, в меру вязкая, с незначительным наличием включений пюре из папайи.	Кисломолочный, сладкий вкус, слабый привкус папайи.	Кисломолочный, незначительный аромат папайи.	Белый с слабо-жёлтым оттенком, равномерный по всей массе и с незначительным наличием включений пюре из папайи.
№ 10 (контроль) 0 % пюре папайи, 0 % сахарозы	Однородная, в меру вязкая.	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов.	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов.	Белый, равномерный по всей массе.
Оценка образца, баллы	10,0	15,0		5,0

Результаты оценки сенсорных показателей лабораторных и производственных образцов творожной массы с пюре папайи в процессе хранения при температуре  $(4,0 \pm 2,0) ^\circ\text{C}$  представлены на рисунке 4.10.

Анализ результатов органолептической оценки во всех 4 временных точках показал, что наилучшими характеристиками обладал образец № 5 с 7,0 % пюре папайи и 5,0 % сахарозы, получивший максимальный балл 30,0 в первые сутки хранения. В 1-е сутки хранения самые низкие суммарные баллы были из опытных у образцов продуктов под № 1; 4 и 7, все они имели одинаковое содержание сахарозы – 3,0 %. Образцы с содержанием сахарозы 5,0 % и 7,0 % понравились дегустаторам практически в равной степени, это показывало, что сахароза улучшала вкус продукта.

Дегустаторы отмечали, что все образцы практически идентичны по внешнему виду и консистенции. Это показывало, что разные пропорции папайи и сахарозы не оказывали заметного влияния на внешний вид и консистенцию продукта. Однако некоторые дегустаторы утверждали, что образцы с содержанием папайи 9,0 % имели более жидкую консистенцию, поскольку содержание влаги в папайе составляет

(88,0±3,0) %. Образцы с большим количеством сахарозы (5,0 % и 7,0 %) предпочтительнее образцов, содержащих только 3,0 % сахарозы, однако добавление 7,0 % сахарозы делало продукт слишком сладким, неподходящим для маленьких детей и пожилых людей. Начиная с 30-го дня хранения творожная масса начинала изменять запах и вкус в худшую сторону.

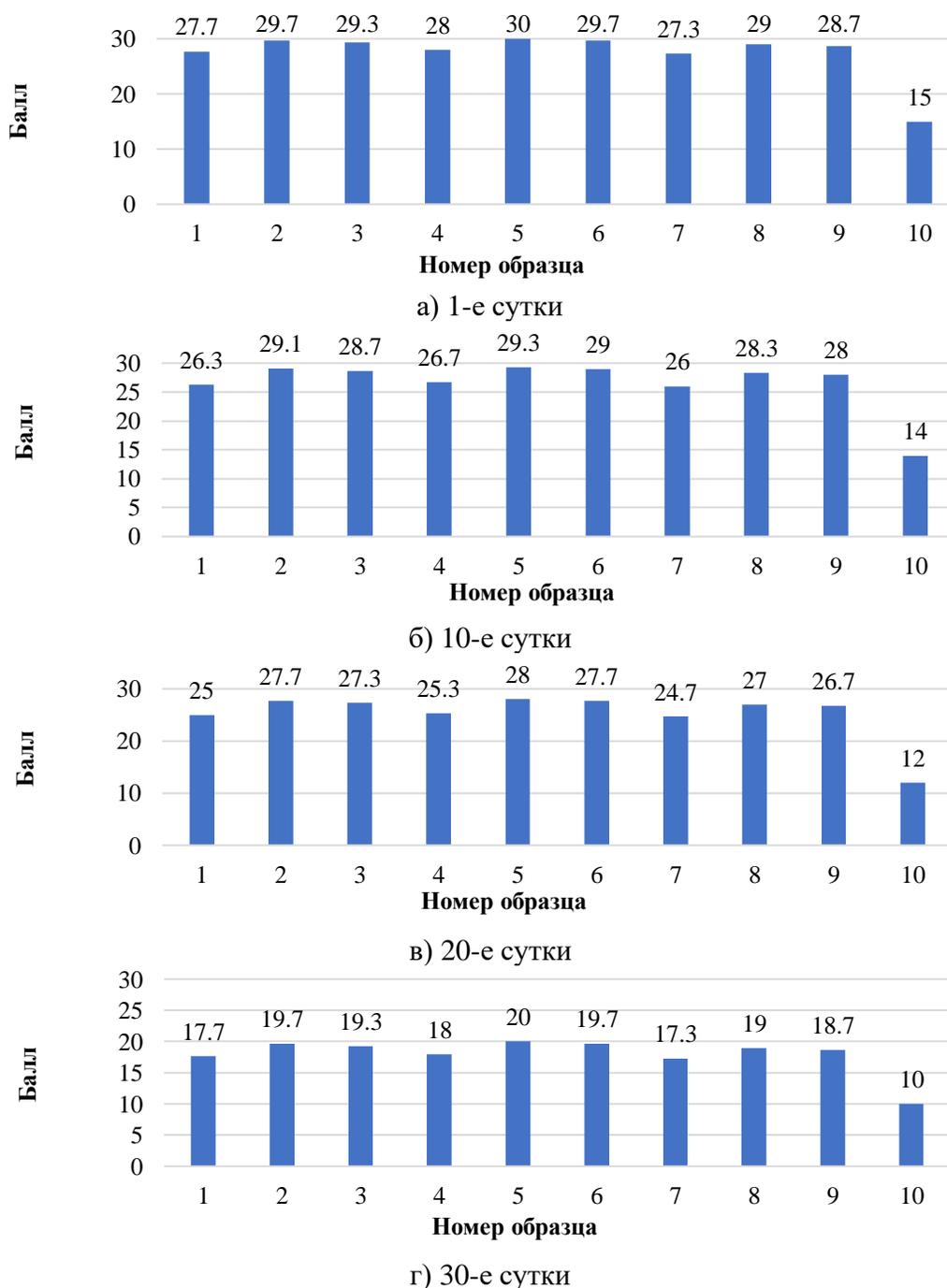


Рисунок 4.10 – Органолептическая оценка образцов низколактозной творожной массы с пюре папайи

По результатам органолептического анализа наиболее сбалансированным вкусом, запахом и консистенцией обладал образец № 5 с содержанием папайи 7,0 % и сахарозы 5,0 %. Таким образом, рецептура под № 5 с 5,0 % сахарозы и 7,0 % пюре папайи получила самую высокую сенсорную оценку.

На следующем этапе выбора рациональной рецептуры определяли физико-химические показатели выработанных образцов. Для этого в 10 образцах низколактозной творожной массы с пюре папайи (таблица 4.5) определяли титруемую кислотность и влагоудерживающую способность.

Титруемую кислотность образцов низколактозной творожной массы с пюре папайи исследовали в свежеприготовленных образцах и в процессе хранения в зависимости от массовой доли сахарозы и пюре папайи. Полученные результаты по показателю титруемой кислотности на 1-е, 10-е, 20-е, 30-е сутки хранения продукта при температуре  $(4,0 \pm 2,0) ^\circ\text{C}$  представлены в таблице 4.7 и на рисунке 4.11.

Таблица 4.7 – Титруемая кислотность продукта,  $^\circ\text{T}$  в процессе хранения

№ образца	Титруемая кислотность продукта в процессе хранения, $^\circ\text{T}$				Уравнения регрессии	Величина достоверности аппроксимации ( $R^2$ )
	1-е сутки	10-е сутки	20-е сутки	30-е сутки		
1	162,0 $\pm$ 7,0	180,0 $\pm$ 8,0	190,0 $\pm$ 8,0	202,0 $\pm$ 9,0	$y = -1,5x^2 + 20,5x + 143,5$	$R^2 = 0,9942$
2	160,0 $\pm$ 7,0	176,0 $\pm$ 7,0	188,0 $\pm$ 8,0	200,0 $\pm$ 9,0	$y = -x^2 + 18,2x + 143,0$	$R^2 = 0,9991$
3	156,0 $\pm$ 6,0	172,0 $\pm$ 7,0	184,0 $\pm$ 8,0	196,0 $\pm$ 8,0	$y = -x^2 + 18,2x + 139,0$	$R^2 = 0,9991$
4	166,0 $\pm$ 7,0	192,0 $\pm$ 8,0	204,0 $\pm$ 9,0	220,0 $\pm$ 9,0	$y = -2,5x^2 + 29,9x + 139,5$	$R^2 = 0,9896$
5	162,0 $\pm$ 7,0	188,0 $\pm$ 8,0	200,0 $\pm$ 9,0	216,0 $\pm$ 9,0	$y = -2,5x^2 + 29,9x + 135,5$	$R^2 = 0,9896$
6	160,0 $\pm$ 7,0	184,0 $\pm$ 8,0	196,0 $\pm$ 8,0	212,0 $\pm$ 9,0	$y = -2x^2 + 26,8x + 136,0$	$R^2 = 0,9911$
7	168,0 $\pm$ 7,0	200,0 $\pm$ 9,0	208,0 $\pm$ 9,0	228,0 $\pm$ 9,0	$y = -3x^2 + 33,8x + 139,0$	$R^2 = 0,9653$
8	164,0 $\pm$ 7,0	196,0 $\pm$ 8,0	204,0 $\pm$ 9,0	224,0 $\pm$ 9,0	$y = -3x^2 + 33,8x + 135,0$	$R^2 = 0,9653$
9	162,0 $\pm$ 7,0	192,0 $\pm$ 8,0	200,0 $\pm$ 9,0	220,0 $\pm$ 9,0	$y = -2,5x^2 + 30,7x + 135,5$	$R^2 = 0,9668$
10	168,0 $\pm$ 7,0	176,0 $\pm$ 7,0	188,0 $\pm$ 8,0	204,0 $\pm$ 9,0	$y = 0,02x^2 + 0,79x + 166,3$	$R^2 = 0,9998$

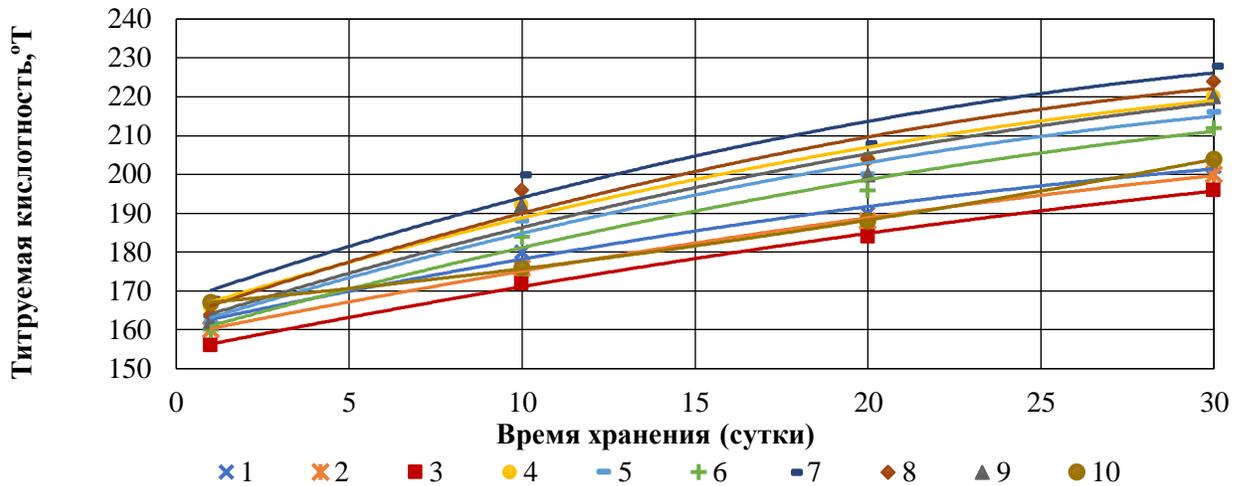


Рисунок 4.11 – Изменение титруемой кислотности образцов низколактозной творожной массы с пюре папаи в процессе хранения

Из таблицы и рисунка, приведенных выше, видно, что чем больше время хранения продукта, тем выше титруемая кислотность. Образец № 3 с самым высоким общим содержанием наполнителей (пюре папаи 9,0 % и сахароза 7,0 %) имел самую низкую титруемую кислотность среди 10 образцов во всех четырех временных точках, это можно объяснить тем, что титруемая кислотность продукта в основном обусловлена количеством и качеством творожной массы, а именно: чем меньше количество пюре папаи и сахарозы, тем выше титруемая кислотность, а это означало, что пюре папаи и сахароза существенно не повышали титруемую кислотность продукта.

На 10-е сутки в образцах № 7; 8 (с 5,0 % пюре папаи) видно, что титруемая кислотность увеличилась быстрее, чем у других образцов, а это значит, что чем меньше пюре папаи, тем быстрее повышалась титруемая кислотность. Контрольный образец низколактозной творожной массы без пюре папаи и сахарозы имел наименьшее увеличение титруемой кислотности по сравнению с остальными образцами. На 20-е и 30-е сутки видно, что титруемая кислотность всех образцов неуклонно увеличивалась. На 30-е сутки наибольшая титруемая кислотность – у образца под номером 7 (5,0 % пюре папаи и 3,0 % сахарозы) и составляла  $(228,0 \pm 9,0)$  °Т. Образец № 5 (получивший наивысшую органолептическую оценку) имел

титруемую кислотность в пределах нормы, его титруемая кислотность относительно остальных образцов умеренная и существенно не увеличивалась при хранении.

Следующим исследуемым показателем являлась влагоудерживающая способность - важный показатель, помогающий определить способность продукта сохраняться. Полученные результаты определения влагоудерживающей способности образцов низколактозной творожной массы с пюре папайи в процессе хранения методом центрифугирования, представлены на рисунках 4.12, 4.13 и таблице 4.8.



Рисунок 4.12 – Пробирки с образцами после центрифугирования

Таблица 4.8 – Влагоудерживающая способность в процессе хранения, %

№ образца	Влагоудерживающая способность продукта в процессе хранения, %				Уравнения регрессии	Величина достоверности аппроксимации ( $R^2$ )
	1-е сутки	10-е сутки	20-е сутки	30-е сутки		
1	0,34±0,017	0,54±0,02	0,84±0,04	1,5±0,07	$y = 0,0011x^2 + 0,0034x + 0,350$	$R^2 = 0,9955$
2	0,31±0,015	0,51±0,02	0,81±0,04	1,45±0,07	$y = 0,0011x^2 + 0,0045x + 0,318$	$R^2 = 0,9959$
3	0,3±0,015	0,5±0,02	0,8±0,04	1,4±0,07	$y = 0,001x^2 + 0,0065x + 0,3041$	$R^2 = 0,9969$
4	0,25±0,012	0,45±0,02	0,75±0,03	1,25±0,06	$y = 0,0007x^2 + 0,0117x + 0,244$	$R^2 = 0,9989$
5	0,23±0,011	0,43±0,02	0,73±0,03	1,2±0,06	$y = 0,0006x^2 + 0,0132x + 0,221$	$R^2 = 0,9993$
6	0,2±0,01	0,4±0,02	0,7±0,03	1,15±0,05	$y = 0,0006x^2 + 0,0142x + 0,189$	$R^2 = 0,9996$
7	0,17±0,008	0,37±0,01	0,67±0,03	0,9±0,04	$y = 0,0003x^2 + 0,0204x + 0,147$	$R^2 = 0,9997$
8	0,14±0,007	0,34±0,01	0,64±0,03	0,85±0,04	$y = 0,0002x^2 + 0,0214x + 0,115$	$R^2 = 0,9994$
9	0,11±0,005	0,31±0,01	0,61±0,03	0,7±0,03	$y = 0,0002x^2 + 0,0224x + 0,083$	$R^2 = 0,9989$
10	0,15±0,007	0,35±0,01	0,45±0,02	0,8±0,04	$y = 0,0004x^2 + 0,0098x + 0,16$	$R^2 = 0,9707$

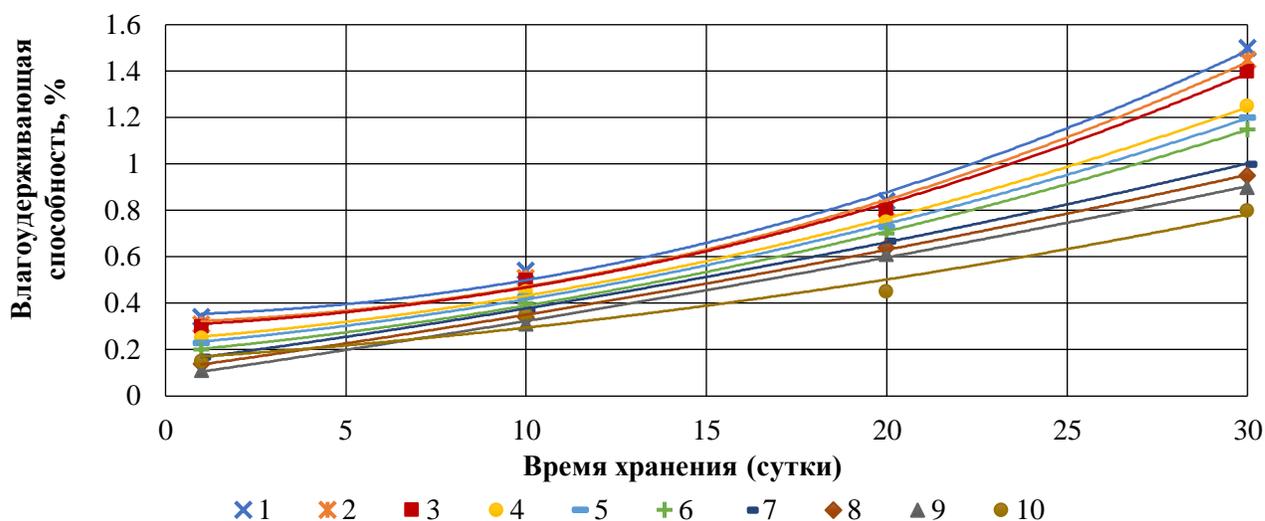


Рисунок 4.13 – Изменение влагоудерживающей способности образцов низколактозной творожной массы с пюре папайи в процессе хранения

Из приведенных выше результатов видно, что все образцы обладали хорошей влагоудерживающей способностью, они отделяли сыворотку в незначительном количестве. Согласно полученным данным отмечено, что образец № 9 с 5,0 % пюре папайи и 7,0 % сахарозы имел наибольшую влагоудерживающую способность.

Таким образом, чем меньше пюре папайи и чем больше сахарозы содержались в продукте, тем выше значение влагоудерживающей способности, но эта зависимость не столь очевидна, так как все образцы хорошо удерживали влагу. Таким образом, образец № 5 (получивший наивысшую органолептическую оценку) также обладал хорошей влагоудерживающей способностью и хорошей способностью к хранению в течение длительного времени.

В разработанной низколактозной творожной массе с пюре папайи определяли антиоксидантную активность (АОА), результаты представлены на рисунке 4.14. Видна следующая зависимость: чем больше пюре папайи в образце, тем выше антиоксидантная активность. Это связано с тем, что витамин А в папайе обладает антиоксидантной способностью, поэтому добавление пюре папайи в творожную массу придавало продукту это свойство. Образец № 5 имел антиоксидантную активность 33,84 мг ТЭ/ г сухих веществ.

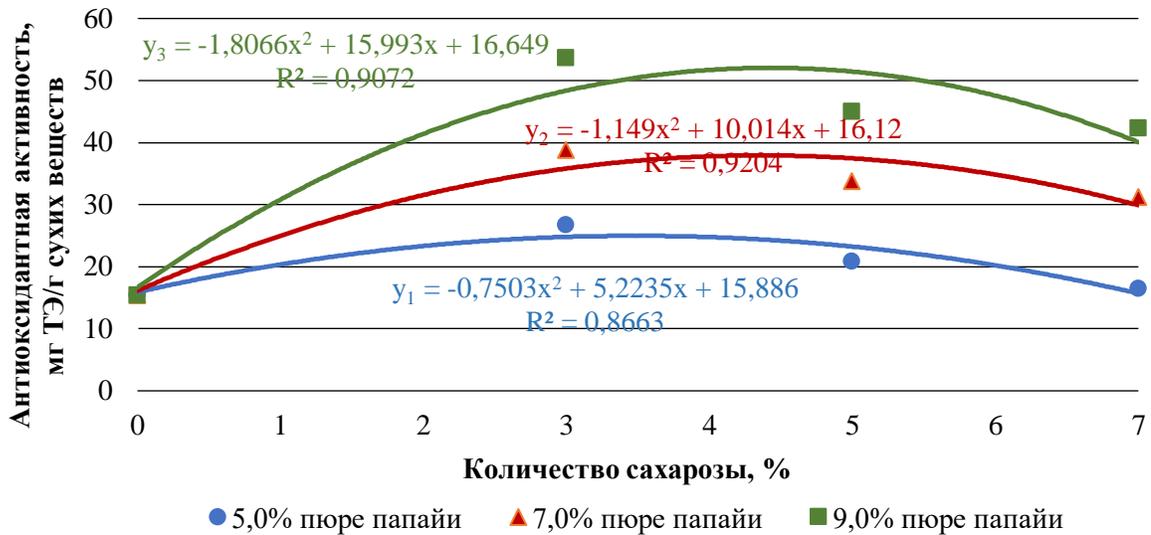


Рисунок 4.14 – Зависимость антиоксидантной активности (мг ТЭ/ г сухих веществ) образцов низколактозной творожной массы с пюре папайи от дозы пюре папайи и сахаразы

По результатам органолептической оценки, определения титруемой кислотности, влагоудерживающей способности и антиоксидантной активности 10 рецептов низколактозной творожной массы с пюре папайи (таблица 4.5) была выбрана рецептура номер 5 с 7,0 % пюре папайи и 5,0 % сахаразы как обладающая наилучшей органолептической оценкой и отвечающая физико-химическим нормам продукта в соответствии с ТР ТС 033/2013 (Россия) и QCVN 20-1:2023/ВУТ (Вьетнам).

#### 4.4 Обоснование режимов и параметров технологического процесса низколактозной творожной массы с пюре папайи

Низколактозный творог для низколактозной творожной массы с пюре папайи производился кислотнo-сычужным способом с обезвоживанием творожного сгустка на специальных творожных сепараторах (раздельный способ).

При разработке биотехнологической схемы использовалась базовая схема производства творога кислотнo-сычужным способом [17, 18, 83]. Особенностью разработанной биотехнологии производства низколактозной творожной массы с пюре папайи является то, что перед сквашиванием нормализованного молока проводят дополнительную стадию гидролиза лактозы в нормализованном молоке.

После обезвоживания творожного сгустка сепарированием добавляют пюре папайи с сахарозой и бифидобактерии для получения низколактозной творожной массы с пюре папайи со свойствами синбиотика.

Биотехнология производства низколактозной творожной массы с пюре папайи включает следующие стадии:

- приемка и подготовка сырья;
- очистка и подогрев молока;
- нормализация молока;
- пастеризация и охлаждение нормализованного молока;
- внесение фермента лактазы и ферментный гидролиз нормализованного молока;
- инактивация фермента;
- охлаждение низколактозного нормализованного молока до температуры заквашивания;
- внесение закваски, сычужного фермента, хлорида кальция в низколактозное нормализованное молоко;
- сквашивание низколактозного нормализованного молока;
- размешивание и подогрев низколактозного творожного сгустка;
- охлаждение низколактозного творожного сгустка;
- центрифугирование низколактозного творожного сгустка на специальном творожном сепараторе для отделения сыворотки;
- охлаждение низколактозного творожного сгустка;
- смешивание низколактозного творожного сгустка с пюре папайи с сахарозой;
- асептическое внесение бифидобактерий в низколактозную творожную массу с пюре папайи;
- фасование и упаковывание в тару, маркирование;
- доохлаждение и хранение готовой продукции, реализация.

Для производства низколактозного творога из нормализованного молока отдельным способом рекомендуется использоваться сопловые творожные сепараторы фирмы «Flottweg» (Германия), принцип действия которых состоит в различии удельной плотности творожного сгустка и сыворотки. Благодаря своим гигиеническим свойствам творожный сепаратор имеет много существенных преимуществ, снижает потери казеиновой пыли в сыворотку, позволяет производить больше продукции в день на значительно меньшей производственной площади. Кроме того, эти сепараторы рассчитаны на безразборную мойку. Сопловый сепаратор фирмы «Flottweg» (Германия) - один из самых современных сепараторов, доступных на сегодняшний день. В результате разработана биотехнологическая схема производства синбиотической низколактозной творожной массы с пюре папайи, которая представлена на рисунке 4.15.

Молочное сырье, используемое для производства низколактозной творожной массы, очищают на сепараторах-молокоочистителях. Очищенное молоко подогревают до  $(45,0 \pm 2,0)$  °С и нормализуют на нормализаторах до массовой доли жира  $(1,5 \pm 0,05)$  %. Нормализованное молоко пастеризуют при температуре  $(78,0 \pm 2,0)$  °С в течение 15-20 секунд в пластинчатых пастеризационно-охладительных установках. Затем охлаждают пастеризованное нормализованное молоко до температуры  $(40,0 \pm 2,0)$  °С, передают в резервуар для гидролиза, добавляют препарат лактазы «Na-Lactase» с массовой долей  $(0,15 \pm 0,02)$  % и гидролизуют при температуре  $(40,0 \pm 2,0)$  °С с выдержкой  $(3,0 \pm 0,1)$  ч, при активной кислотности  $(6,5 \pm 0,05)$  ед. рН до степени гидролиза не менее  $(80,0 \pm 2,0)$  %. После гидролиза нагревают низколактозное молоко при температуре  $(75,0-80,0)$  °С с выдержкой  $(5,0 \pm 0,1)$  минут для инактивизации фермента лактазы, затем охлаждают до температуры заквашивания  $(30,0 \pm 2,0)$  °С. Низколактозное нормализованное молоко сквашивают закваской, приготовленной на чистых культурах лактококков, при температуре  $(30,0 \pm 2,0)$  °С. Доза закваски в жидком виде составляет  $(5,0 \pm 0,05)$  % или в виде лиофилизированного порошка (DVS) составляет с расчетом не менее  $(1,0 \pm 0,05) \cdot 10^9$  КОЕ/г.

Входной контроль сырья и материалов	
1. Молоко коровье - сырьё	В соответствии с ГОСТ 31449-2013 и TCVN 7405:2018 (Вьетнам)
2. Ферментный препарат β-галактозидазы	В соответствии с ТР ТС 021/2011 и QCVN 4-19:2011/ВУТ (Вьетнам)
3. Закваски (мезофильные молочнокислые лактококки) 3.1. Lactococcus lactis subsp. lactis VNC1 3.2. Lactococcus lactis subsp. cremoris VNC53 3.3. Lactococcus lactis subsp. diacetylactis 17 M-AD	В соответствии с ГОСТ 34372-2017 и TCVN 9633:2013 (Вьетнам)
4. Бифидобактерий Bifidobacterium bifidum BGN4	
5. Препараты ферментные молокосвертывающие хлористый кальций	В соответствии с ГОСТ 34353-2017 и QCVN 4-19:2011/ВУТ (Вьетнам)
6. Папайя	В соответствии с ГОСТ 34271-2017 и TCVN 10745:2015 (Вьетнам)
7. Сахароза	В соответствии с ГОСТ 33222-2015 и TCVN 7968:2008 (Вьетнам)
8. Упаковочный материал	В соответствии с ТР ТС 005/2011 и QCVN 12-1:2011/ВУТ (Вьетнам)
Технологический процесс	Показатели
Очистка и подогрев молока	$T_{\text{подогр.}} = (45,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$
Нормализация молока	$T_{\text{норм.}} = (55,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$ ; м.д.ж. = $(1,5 \pm 0,05)\%$ → сливки
Пастеризация и охлаждение нормализованного молока с м.д.ж. $(1,5 \pm 0,05)\%$	$T_{\text{паст.}} = (78,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$ ; $\tau_{\text{паст.}} = (15-20) \text{ с}$ ; $T_{\text{охл.}} = (40,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$
Ферментный гидролиз нормализованного молока с м.д.ж. $(1,5 \pm 0,05)\%$	Доза фермента = $(0,15 \pm 0,02) \%$ ; pH = $(6,5 \pm 0,05) \text{ ед.}$ ; $T = (40,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$ ; $\tau = (3,0 \pm 0,1) \text{ ч}$
Инактивация фермента и охлаждение низколактозного нормализованного молока	$T_{\text{инак.}} = (75,0-80,0) \text{ } ^\circ\text{C}$ ; $\tau_{\text{инак.}} = (5,0 \pm 0,1) \text{ мин.}$ ; $T_{\text{охл.}} = (30,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$
Заквашивание и сквашивание низколактозного нормализованного молока	$T = (30,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$ ; pH = $(4,5 \pm 0,05) \text{ ед.}$ ; $\tau = (8,0 \pm 0,1) \text{ ч}$ ; доза закваски – $(5,0 \pm 0,05)\%$ / DVS не менее $(1,0 \pm 0,05) \cdot 10^9 \text{ КОЕ/г.}$
Размешивание, подогрев, охлаждение низколактозного творожного сгустка	$\tau_{\text{размеш.}} = (5,0-10,0) \text{ мин.}$ ; $T_{\text{подогр.}} = (60,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$ ; $\tau = (20,0-40,0) \text{ мин.}$ ; $T_{\text{охл.}} = (30,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$
Центрифугирование низколактозного творожного сгустка на сопловом сепараторе	$v_{\text{сепаратора}} = 5700-6800 \text{ мин}^{-1}$ ; м.д.в. не более $(70 \pm 2,0) \%$ → сыворотка
Охлаждение низколактозного творожного сгустка	$T = (12,0 \pm 3,0) \text{ } ^\circ\text{C}$
Внесение поре папайи с сахарозой, перемешение	$v_{\text{перемеш.}} = 50 \text{ мин}^{-1}$ ; $\tau_{\text{перемеш.}} = (15,0 \pm 3,0) \text{ мин.}$ ; $T = (12,0 \pm 3,0) \text{ } ^\circ\text{C}$
Асептическое внесение бифидобактерий (4), перемешение	$v_{\text{перемеш.}} = 20 \text{ мин}^{-1}$ ; $\tau_{\text{перемеш.}} = (5,0 \pm 0,1) \text{ мин.}$ ; $T = (12,0 \pm 3,0) \text{ } ^\circ\text{C}$ ; доза бифидо. не менее $(1,0 \pm 0,05) \cdot 10^7 \text{ КОЕ/г.}$
Фасование, упаковка, маркировка	$T = (12,0 \pm 3,0) \text{ } ^\circ\text{C}$
Доохлаждение и хранение, реализация	$T = (4,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$

Рисунок 4.15 – Технологическая схема производства низколактозной творожной массы с поре папайи\*

\*  $T$  – температура,  $^\circ\text{C}$ ;  $\tau$  – выдержка, секунд/минут;  $v$  – частота вращения,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $s$  – время в секундах; м.д.ж. – массовая доля жира, %; м.д.в. – массовая доля влаги, %

При сычужно-кислотном методе после добавления закваски вносят 40 %-ный раствор хлорида кальция (из расчета 400,0 г безводной соли на тонну молока). Сразу после этого в низколактозное молоко добавляют молокосвертывающий ферментный препарат в виде 1,0 %-ного раствора из расчета 1,0 г на 1,0 т низколактозного молока. Перемешивают 15,0-20,0 минут до однородной консистенции. Сквашивание продолжается ( $8,0 \pm 0,1$ ) ч. Окончание сквашивания и готовность сгустка определяют по его кислотности ( $\text{pH} = 4,5 \pm 0,05$  ед.) и пробой на излом. Готовый сгусток должен давать ровный с блестящими краями излом, выделяя прозрачную светло-зеленую сыворотку.

Для того чтобы низколактозный сгусток лучше отделял сыворотку, его тщательно размешивают (5,0-10,0) минут и подют специальным насосом в трубчатый теплообменник, где сначала нагревают до ( $60,0 \pm 2,0$ ) °С в течение (20,0-40,0) минут, затем охлаждается до ( $30,0 \pm 2,0$ ) °С и под давлением через сетчатый фильтр направляют в сопловый творожный сепаратор фирмы «Flottweg» (Германия) с частотой вращения барабана  $5700\text{-}6800 \text{ мин}^{-1}$ , где сгусток разделяется на сыворотку и низколактозный творог. Полученный низколактозный творог имеет массовую долю влаги не более ( $70,0 \pm 2,0$ ) %.

Низколактозный творог выходит из соплового творожного сепаратора через сопла, расположенные по окружности барабана. Затем низколактозный творог объемным насосом перекачивается через двухцилиндровый охладитель в промежуточный резервуар для смешивания с ингредиентами (пюре папайи с сахарозой и бифидобактериями), охлаждают до температуре ( $12,0 \pm 3,0$ ) °С. Добавляют пюре папайи с сахарозой, полученное по описанной технологии (рисунок 4.16) в низколактозный творог, перемешивают в течение ( $15,0 \pm 3,0$ ) минут с частотой вращения мешалки  $50 \text{ мин}^{-1}$ . Затем вносят бифидобактерии асептическим дозатором в количестве не менее  $(1,0 \pm 0,05) \cdot 10^7$  КОЕ/г и перемешивают в течение ( $5,0 \pm 0,1$ ) минут с частотой вращения мешалки  $20 \text{ мин}^{-1}$ .

Готовую низколактозную творожную массу с пюре папайи фасуют на фасовочном автомате в потребительскую тару, доохлаждают в холодильной камере до  $(4,0 \pm 2,0)$  °С, хранят не более 36,0 ч на предприятии и реализуют. Низколактозная творожная масса с пюре папайи расфасована в прозрачные пластиковые контейнеры из полипропилена с размером 108x82x55 мм (объем 250 г) с герметично укупоренной крышкой. Машинно-аппаратурная схема производства низколактозной творожной массы с пюре папайи представлена в приложении Л.

Технологический процесс производства пюре папайи с сахарозой осуществляется отдельно рядом с творожным цехом и представлен на рисунке 4.16.

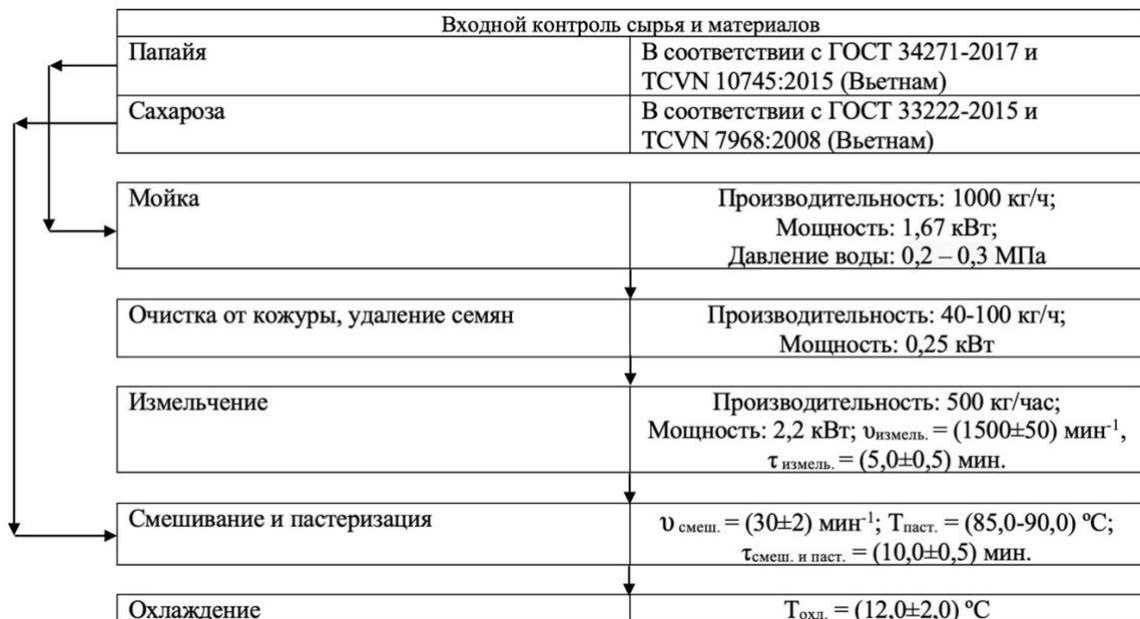


Рисунок 4.16 – Технологическая схема производства пюре папайи с сахарозой\*

\*  $T$  – температура, °С;  $\tau$  – выдержка, минут;  $v$  – частота вращения, мин<sup>-1</sup>

Приготовление пюре папайи, используемого в качестве наполнителя, осуществляется следующим образом. Папайя-сырье моется на вентиляторной (барботажной) машине для мойки. Папайя поступает в приемную часть бака по наклонной решетке, под которой расположен коллектор барботера. В этой зоне происходит интенсивная отмочка и мойка папайи. Затем промытые плоды папайи отправляются в камеру электропневматического станка для очистки. При обработке удаляют несъедобные части (грубые семена, плодоножки, кожицу), гнилые и

поврежденные части плодов. Затем мякоть папайи передается по конвейерной ленте на куттер для измельчения мякоти папайи до однородной консистенции с частотой вращения вала ножей  $(1500 \pm 50)$  мин<sup>-1</sup>, с выдержкой  $(5,0 \pm 0,1)$  минут. Пюре папайи пропускают насосом в емкость для пастеризации и смешивания с сахарозой. Пюре папайи и сахароза смешиваются при частоте вращения вала ножей  $(30 \pm 2)$  мин<sup>-1</sup> до полного растворения сахарозы, одновременно пастеризуется при температуре  $(85,0-90,0)$  °С в течение  $(10,0 \pm 0,1)$  минут. Затем пастеризованное пюре папайи с сахарозой перемещается в емкость с охладителем для временного хранения при температуре  $(12,0 \pm 2,0)$  °С.

По разработанной биотехнологии были выработаны лабораторные образцы низколактозной творожной массы с пюре папайи и были заложены на хранение. В свежих образцах и в процессе хранения определяли физико-химические, органолептические и микробиологические показатели. Также была проведена промышленная апробация разработанной биотехнологии.

Для обоснования сроков годности исследованы микробиологические показатели свежеработанных образцов, а также на 1-е, 10-е, 20-е сутки хранения творожной массы с пюре папайи при температуре  $(4,0 \pm 2,0)$  °С. Во всех трёх временных точках микробиологические показатели соответствовали нормативам ТР ТС 033/2013 (Россия) и QCVN 20-1:2023/ВУТ (Вьетнам).

На рисунке 4.17 представлены результаты определения КМАФАнМ продукта на 1-е, 10-е и 20-е сутки хранения при температуре  $(4,0 \pm 2,0)$  °С. Во всех 3-х временных точках результаты соответствовали нормативам ТР ТС 033/2013 (Россия) и QCVN 20-1:2023/ВУТ (Вьетнам), количество бифидобактерий и других пробиотических микроорганизмов - не менее  $1 \cdot 10^6$  в сумме.

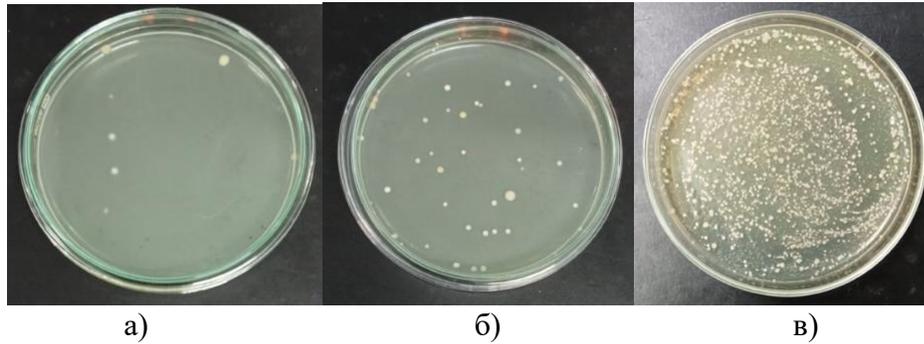


Рисунок 4.17 – Результаты посева на КМАФАнМ низколактозной творожной массы с пюре папайи (разведение 1:10) при хранении на: а) 1-е сутки, б) 10-е сутки, с) 20-е сутки хранения

Образец низколактозной творожной массы с пюре папайи исследован на наличие плесеней и дрожжей (таблица 4.9 и рисунки 4.18, 4.19). На 20-е сутки обнаружены дрожжи в количестве 40,0 КОЕ/г, что соответствует норме по ТР ТС 033/2013 (Россия) и QCVN 20-1:2023/ВУТ (Вьетнам). Плесени появились на 10-е сутки хранения, содержание составило 10,0 КОЕ/г. Также провели определение БГКП, *Salmonella*, *S.aureus* и установили, что все показатели в пределах нормы по ТР ТС 033/2013 (Россия) и QCVN 20-1:2023/ВУТ (Вьетнам) (таблица 4.9).

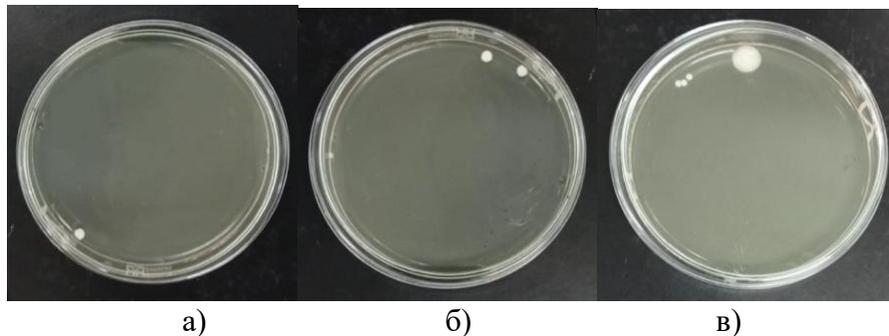


Рисунок 4.18 – Результаты посева на дрожжи низколактозной творожной массы с пюре папайи (разведение 1:10) при хранении на: а) 1-е сутки, б) 10-е сутки, с) 20-е сутки хранения

На рисунке 4.18 представлен результат посева дрожжей в готовом продукте в 3-х экспериментальных временных точках в процессе хранения. На 1-е и 10-е сутки дрожжи в продукте обнаружены в небольших количествах, в пределах нормы.

Таблица 4.9 – Микробиологические показатели низколактозной творожной массы с пюре папайи

Показатель	Норма		Продукт в процессе хранения		
	по QCVN 20-1:2023/ВУТ*	по ТР ТС 033/2013	1-е сутки	10-е сутки	20-е сутки
КМАФАнМ, КОЕ/ г (CFU/g)	$\leq 2,0 \cdot 10^4$	бифидобактерий и (или) других пробиотических микроорганизмов - не менее $1 \cdot 10^6$ в сумме			
Дрожжи, КОЕ/ г (CFU/g)	$\leq 2,0 \cdot 10^2$	50,0	10,0	30,0	40,0
Плесени, КОЕ/ г (CFU/g)		50,0	0	10,0	10,0
БГКП (колиформы)	отсутствие в 1,0 г продукта	отсутствие в 0,1 г продукта	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Патогенные, в т.ч. <i>Salmonella</i>	отсутствие в 10,0 г продукта	отсутствие в 25,0 г продукта	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Стафилококки <i>S.aureus</i>	отсутствие в 1,0 г продукта		отсутствует	отсутствует	отсутствует

\* QCVN 20-1:2023/ВУТ - Вьетнамские стандарты 20-1:2023/Министерство здравоохранения Вьетнама [141]

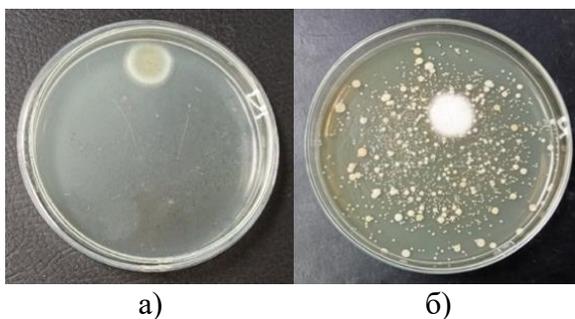


Рисунок 4.19 – Результаты посева на плесени низколактозной творожной массы с пюре папайи (разведение 1:10) при хранении на: а) 10-е сутки, б) 20-е сутки хранения

На рисунке 4.19 показан результат посева на плесени на 10-е и 20-е сутки. В 1-е сутки плесени не обнаружено. На 10-е и 20-е сутки появилось 10 колоний плесени. Этот результат показывает, что плесень не сильно разрастается в образце и разработанная низколактозная творожная масса с пюре папайи может хорошо сохраняться.

Важным показателем творожных продуктов, к которым относится и низколактозная творожная масса с пюре папайи, является количество молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий [146]. Поэтому был проведен эксперимент по определению количества молочнокислых бактерий (*Lactococcus lactis*) и

бифидобактерий (*Bifidobacterium bifidum*) при хранении продукта на 1-е, 10-е и 20-е сутки. В эксперименте использовали 2 образца низколактозной творожной массы, содержащей пюре папайи и не содержащей папайи (контроль) для изучения влияния пюре папайи на жизнедеятельность молочнокислых бактерий и бифидобактерий в готовом продукте. Результаты представлены на рисунке 4.20 и в таблице 4.10.

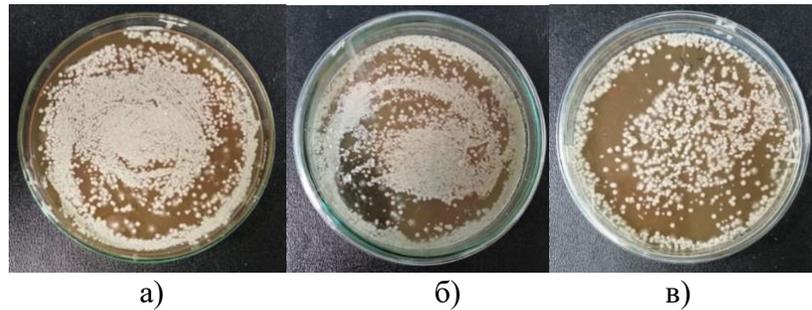


Рисунок 4.20 – Результаты посева микроорганизмов молочнокислых бактерий низколактозной творожной массы с пюре папайи (разведение 1:1000) на: а) 1-е сутки, б) 10-е сутки, в) 20-е сутки хранения

Таблица 4.10 – Количество молочнокислых бактерий (КОЕ/г) в процессе хранения низколактозной творожной массы с пюре папайи

Образцы	Норма (по ТР ТС 033/2013 и QCVN 20-1:2023/ВУТ*)	Количество молочнокислых бактерий в продукте, КОЕ/г в процессе хранения		
		1-е сутки	10-е сутки	20-е сутки
Контроль	Для продуктов, обогащенных бифидобактериями и другими пробиотическими микроорганизмами - не менее $1 \cdot 10^6$ КОЕ/см <sup>3</sup> (г)	$(2,81 \pm 0,2) \cdot 10^9$	$(3,34 \pm 0,2) \cdot 10^8$	$(2,15 \pm 0,2) \cdot 10^7$
Низколактозная творожная масса с пюре папайи		$(2,89 \pm 0,2) \cdot 10^9$	$(3,49 \pm 0,2) \cdot 10^8$	$(2,32 \pm 0,2) \cdot 10^7$

\* QCVN 20-1:2023/ВУТ - Вьетнамские стандарты 20-1:2023/Министерство здравоохранения Вьетнама

Из рисунка 4.20 и таблицы 4.10, видно, что во всех 3-х временных точках образец низколактозной творожной массы с пюре папайи содержал больше количество молочнокислых бактерий, чем контрольный образец. Оба образца через 20 суток содержат более  $1 \cdot 10^6$  КОЕ/г молочнокислых бактерий, что соответствует ТР ТС 033/2013 (Россия) и QCVN 20-1:2023/ВУТ (Вьетнам). Можно сделать вывод, что пюре папайи в образце помогает клеткам молочнокислых бактерий лучше

сохраняться в продукте при хранении по сравнению с образцом без добавления пюре папайи.

Для повышения пробиотических свойств продукта в творожную массу были добавлены пробиотические бактерии (штамм бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum*). Количество живых бактерий бифидобактерий в виде DVS (закваски прямого внесения) не менее  $1 \cdot 10^7$  КОЕ/г. Результаты определения количество бифидобактерий в процессе хранения представлены на рисунке 4.21 и в таблице 4.11.

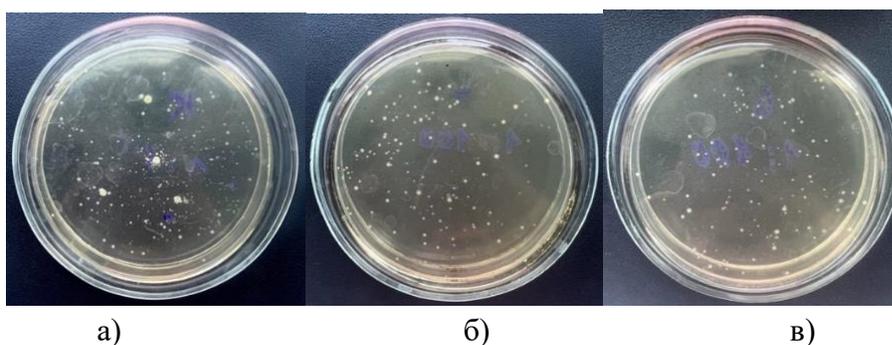


Рисунок 4.21 – Посев на бифидобактерий низколактозной творожной массы с пюре папайи (разведение 1:100) на: а) 1-е сутки, б) 10-е сутки, в) 20-е сутки хранения

Таблица 4.11 – Количество бифидобактерий продукта (КОЕ/г) в процессе хранения низколактозной творожной массы с пюре папайи

Образцы	Норма (по ТР ТС 033/2013 и QCVN 20-1:2023/ВУТ*)	Количество бифидобактерий продукта, КОЕ/г в процессе хранения		
		1-е сутки	10-е сутки	20-е сутки
Контроль	бифидобактерий и (или) других пробиотических микроорганизмов - не менее $1 \cdot 10^6$ в сумме	$(4,89 \pm 0,2) \cdot 10^7$	$(3,3 \pm 0,2) \cdot 10^5$	$(3,1 \pm 0,2) \cdot 10^5$
Низколактозная творожная масса с пюре папайи		$(5,08 \pm 0,2) \cdot 10^7$	$(3,49 \pm 0,2) \cdot 10^6$	$(3,46 \pm 0,2) \cdot 10^6$

\* QCVN 20-1:2023/ВУТ - Вьетнамские стандарты 20-1:2023/Министерство здравоохранения Вьетнама

Результаты исследования количества КОЕ бифидобактерий показали, что в образце, содержащем пюре папайи, бифидобактерии имели более длительную жизнеспособность, чем в образце без пюре папайи. Это полностью согласуется с предыдущими исследованиями пребиотических свойств папайи. Все образцы через

20 суток содержат более  $1 \cdot 10^6$  КОЕ/г бифидобактерий, что соответствует ТР ТС 033/2013 (Россия) и QCVN 20-1:2023/ВУТ (Вьетнам).

Таким образом, исследование влияния пюре папайи на развитие молочнокислых бактерий и бифидобактерий в низколактозной творожной массе показало положительное влияние пюре папайи, что позволяет предположить о пребиотических свойствах пюре папайи. Низколактозную творожную массу с пюре папайи по количеству КОЕ на 1 г продукта можно отнести к пробиотическому продукту, а в сочетании с пищевыми волокнами и олигосахаридами папайи – к синбиотическому продукту.

Из вышеприведенных результатов видно, что через 20-е сутки хранения микробиологические показатели находятся в пределах нормы ТР ТС 033/2013 (Россия) и QCVN 20-1:2023/ВУТ (Вьетнам). Наряду с исследованием микробиологических показателей в процессе хранения низколактозной творожной массы с пюре папайи определяли органолептические показатели. Сенсорную оценку низколактозной творожной массы с пюре папайи определяли в процессе хранения для появления момента изменения органолептических свойств. Результаты оценки органолептических показателей в баллах представлены в виде профилограммы на рисунке 4.22.

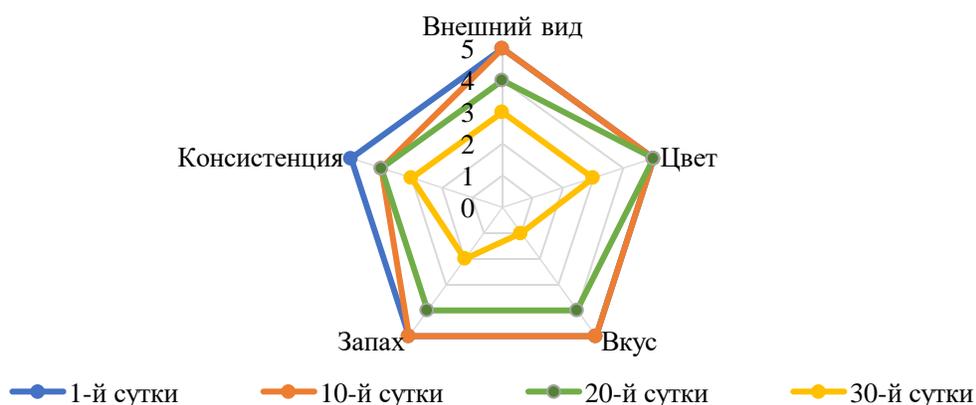


Рисунок 4.22 – Профилограмма органолептических показателей низколактозной творожной массы с пюре папайи в процессе хранения

Из рисунка 4.22 видно, что с 20-х суток стали изменяться такие органолептические показатели, как запах и вкус низколактозной творожной массы;

внешний вид, консистенция и цвет изменились в меньшей степени. К 30-м суткам все органолептические показатели были очень низкими, в образцах выросла белая плесень, которую можно увидеть невооруженным глазом.

Результаты органолептических и микробиологических исследований позволяют определить срок годности продукта с учетом коэффициента запаса времени хранения. По МУК 4.2.1847-04 [60], коэффициент резерва для скоропортящихся продуктов составил 1,3 при сроках годности до 30 суток включительно. Срок годности низколактозной творожной массы с пюре папайи рассчитывался следующим образом:  $20/1,3 = 15$  суток при  $(4,0 \pm 2,0)$  °С.

Проведенными микробиологическими исследованиями доказана обоснованность разработанной биотехнологической схемы производства низколактозной творожной массы с пюре папайи, продукт имеет срок годности 15 суток при температуре  $(4,0 \pm 2,0)$  °С в герметичной упаковке, что полностью соответствует требованиям по микробиологическим показателям согласно ТР ТС 033/2013 (Россия) и QCVN 20-1:2023/ВҮТ (Вьетнам).

## ГЛАВА 5 ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НИЗКОЛАКТОЗНОЙ ТВОРОЖНОЙ МАССЫ С ПЮРЕ ПАПАЙИ

### 5.1 Показатели качества

В низколактозной творожной массе с пюре папайи по рецептуре № 5 (7,0 % пюре папайи и 5,0 % сахарозы) определили органолептические, физико-химические показатели, антиоксидантной активности и показатели микробиологической безопасности.

Сенсорной оценкой определяли внешний вид, цвет, запах, консистенцию и вкус при температуре продукта  $(12,0 \pm 2,0)$  °С [16]. Результаты определения органолептических показателей представлены в таблице 5.1 и рисунке 5.1.

Таблица 5.1 – Органолептические показатели низколактозной творожной массы с пюре папайи

Показатель	Фактическое значение
Консистенция и внешний вид	Однородная, в меру вязкая, с наличием включений пюре папайи.
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, сладкий привкус, с легким привкусом и запахом папайи.
Цвет	Белый с слабо-жёлтым оттенком, равномерный по всей массе и с наличием включений пюре из папайи.



Рисунок 5.1 – Профилограмма органолептических показателей низколактозной творожной массы с пюре папайи

Из таблицы 5.1 и рисунка 5.1 видно, что органолептические параметры, включая цвет, запах, вкус, внешний вид и консистенцию низколактозной творожной

массы с пюре папайи, хорошие и имеют максимальный балл (5,0). Установлено, что низколактозная творожная масса с пюре папайи имеет выраженные органолептические свойства, сформированные добавлением пюре папайи и сахарозы.

Далее определяли физико-химические показатели и антиоксидантную активность низколактозной творожной массы с пюре папайи. Результаты представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Физико-химические показатели и антиоксидантная активность низколактозной творожной массы с пюре папайи

Показатель	Фактическое значение
Титруемая кислотность, °Т	162,0±5,0
Активная кислотность, ед, рН	4,45±0,1
Окислительно-восстановительный потенциал, mV	116,5±3,8
Влагоудерживающая способность, %	0,23±0,01
Массовая доля сухих веществ, %	36,6±1,5
Антиоксидантная активность, мкг на 100г сухих веществ	128,42±6,4

Физико-химические показатели низколактозной творожной массы с пюре папайи были высокими. Благодаря тому, что в продукт добавлено пюре папайи с высоким содержанием витамина А, низколактозная творожная масса с пюре папайи обладает антиоксидантной способностью.

Таблица 5.3 – Зависимость напряжения сдвига и эффективной вязкости низколактозной творожной массы с пюре папайи от скорости сдвига

Степень скорости сдвига	Значение скорости сдвига, с <sup>-1</sup>	Напряжение сдвига, Па	Эффективная вязкость, Па·с
1	0,0333	93,72 ± 4,6	2814,41 ± 120,0
2	0,6	117,15 ± 5,8	195,25 ± 9,5
3	1,0	140,58 ± 7,0	140,58 ± 7,0
4	1,8	164,01 ± 8,2	91,12 ± 4,5
5	3,0	187,44 ± 9,3	62,48 ± 3,1
6	5,4	210,87 ± 10,5	39,05 ± 1,9
7	9,0	242,11 ± 12,1	26,9 ± 1,3
8	16,2	265,54 ± 13,2	16,39 ± 0,8
9	27,0	292,88 ± 14,6	10,85 ± 0,5
10	48,6	347,55 ± 17,3	7,15 ± 0,3
11	81,0	398,31 ± 19,9	4,92 ± 0,2
12	145,8	507,65 ± 25,3	3,48 ± 0,1

Структурно-механические свойства продукта позволяют объективно оценить его консистенцию по таким параметрам, как эффективная вязкость и предельное напряжение сдвига. В низколактозной творожной массе с пюре папайи определяли напряжение сдвига (Па) и эффективную вязкость (Па·с) при различных градиентах скорости сдвига ( $\text{с}^{-1}$ ). Исследование проводили на ротационном вискозиметре «Реотест-2» при температуре  $(20,0 \pm 2,0) \text{ } ^\circ\text{C}$ , результаты представлены в таблице 5.3.

Зависимость напряжения сдвига (Па) от скорости сдвига ( $\text{с}^{-1}$ ) низколактозной творожной массы с пюре папайи представлена на рисунке 5.2.

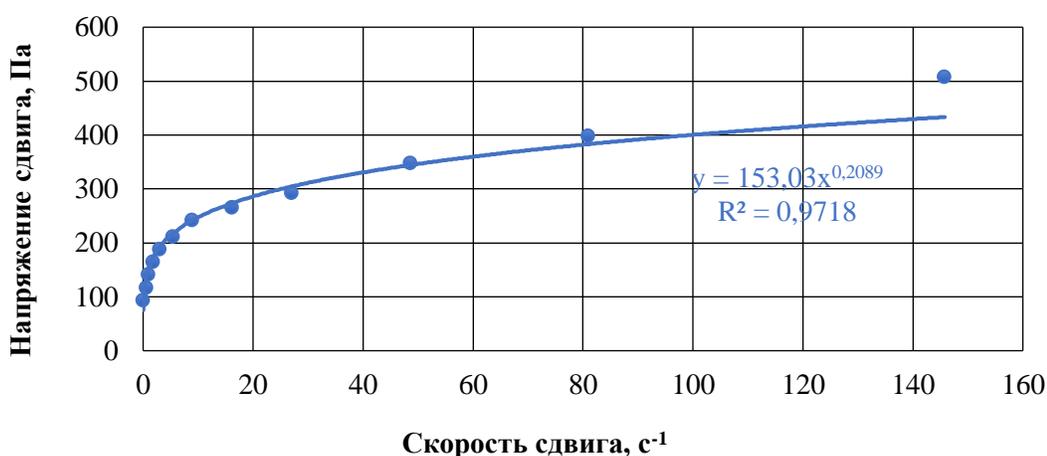


Рисунок 5.2 – Зависимости напряжения сдвига (Па) от скорости сдвига ( $\text{с}^{-1}$ ) низколактозной творожной массы с пюре папайи

Пюре папайи помогает снижать концентрацию свободной влаги в продукте за счет высокого содержания пищевых волокон, фруктозы. Кроме того, сахароза обычно используется в качестве агента, влияющего на структуру и консистенцию пищевых продуктов, помогая удерживать влагу и продлевать срок годности пищевых продуктов. Поэтому пюре папайи и сахароза, содержащиеся в низколактозной творожной массе, способствуют улучшению структурно-механических свойств продукта.

По исследуемым микробиологическим показателям низколактозная творожная масса с пюре папайи соответствует требованиям безопасности согласно ТР ТС 033/2013 (Россия) и QCVN 20-1:2023/ВУТ (Вьетнам) (раздел 4.4). Количество

молочнокислых бактерий и бифидобактерий было выше нормы в конце срока годности.

Из приведенных выше результатов видно, что органолептические, физико-химические показатели, антиоксидантная активность и микробиологические показатели низколактозной творожной массы с пюре папайи имеют высокие значения и находятся в допустимых пределах по стандартам Вьетнама и России.

## 5.2 Пищевая и биологическая ценность

В низколактозной творожной массе с пюре папайи была определена её пищевая и энергетическая ценность в сравнении с нормативными требованиями Вьетнамского национального института питания [124], которые представлены в таблицах 5.4 и 5.5.

Таблица 5.4 – Пищевая и энергетическая ценность низколактозной творожной массы с пюре папайи (содержание в 100г)

Название нутриента	Единица измерения	Рекомендуемая суточная норма потребления* на человека (для взрослых)	Значение	Удовлетворение суточной потребности в пищевых веществах и энергии, %
1	2	3	4	5
Калорийность	кКал	3000	180,31 ± 9,0	6,01 ± 0,3
Белки, в т.ч.	г	60	14,26 ± 0,7	23,77 ± 1,1
молочные	г		14,227 ± 0,7	
растительные	г		0,033 ± 0,001	
Жиры, в т.ч.	г	65	7,03 ± 0,3	10,82 ± 0,5
молочные	г		7,012 ± 0,3	
растительные	г		0,018 ± 0,001	
Углеводы, в т.ч.	г	360	15 ± 0,7	4,17 ± 0,2
Лактоза	г		0,16 ± 0,01	
Сахароза	г		5 ± 0,25	
Пищевые волокна	г	25	0,59 ± 0,02	2,36 ± 0,1
Вода	г	2000	66,16 ± 3,3	3,31 ± 0,1
Минеральные вещества, макроэлементы				
Кальций	мг	900	151,0 ± 7,5	16,78 ± 0,8
Фосфор	мг	700	91,34 ± 4,5	13,05 ± 0,6
Натрий	мг	500	55,12 ± 2,7	11,02 ± 0,5
Калий	мг	2500	141,24 ± 7,0	5,65 ± 0,2
Магний	мг	290	20,83 ± 1,0	7,18 ± 0,3
Минеральные вещества, микроэлементы				

1	2	3	4	5
Железо	мг	26,1	0,11 ± 0,005	0,42 ± 0,02
Марганец	мкг	2,3	10 ± 0,5	434,78 ± 21,5
Медь	мкг	900	55,95 ± 2,7	6,22 ± 0,3
Цинк	мг	8,4	0,33 ± 0,01	3,93 ± 0,1
Селен	мкг	34	26 ± 1,3	76,47 ± 3,8
Витамины, водорастворимые				
Тиамин (В <sub>1</sub> )	мг	1,0	0,046 ± 0,002	4,6 ± 0,2
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	мг	1,2	0,18 ± 0,01	15 ± 0,7
Пантотеновая кислота (В <sub>5</sub> )	мг	5	0,19 ± 0,01	3,8 ± 0,1
Пиридоксин (В <sub>6</sub> )	мг	1,3	0,17 ± 0,01	13,08 ± 0,6
Фолиевая кислота (В <sub>9</sub> )	мкг	400	35 ± 1,7	8,75 ± 0,4
Кобаламин (В <sub>12</sub> )	мкг	2,4	1,2 ± 0,06	50 ± 2,5
Аскорбиновая кислота (С)	мг	100	4,7 ± 0,2	4,7 ± 0,2
Никотиновая кислота (РР)	мг	12	1,17 ± 0,05	9,75 ± 0,4
Витамины, жирорастворимые				
Витамин А	мкг	700	135 ± 6,7	19,29 ± 0,9
Токоферол (Е)	мг	12	0,11 ± 0,005	0,92 ± 0,04

\* По данным *Вьетнамского национального института питания* [124]

Таблица 5.5 - Жирнокислотный состав низколактозной творожной массы с пюре папайи

Название вещества	Рекомендуемая норма потребления*, г/сутки на человека	Массовая доля, г/100 г продукта
Насыщенные жирные кислоты	Максимально 18,7	2,12 ± 0,1
Мононенасыщенные жирные кислоты	Минимально 16,8	1,04 ± 0,05
Полиненасыщенные жирные кислоты	от 11,2 до 20,6	0,204 ± 0,01
В том числе:		
Омега-3	от 0,9 до 3,7	0,032 ± 0,001
Омега-6	от 4,7 до 16,8	0,173 ± 0,008

\* По данным *Вьетнамского национального института питания* [124]

Далее определяли биологическую ценность низколактозной творожной массы с пюре папайи. Содержание незаменимых аминокислот белков низколактозной творожной массы с пюре папайи представлено в таблице 5.6.

Содержание незаменимых аминокислот в исследуемом белке в сравнении с эталонным белком (мг/г белка) представлено на рисунке 5.3.

На основании данных таблицы 5.6 и рисунка 5.3 можно отметить, что белки низколактозной творожной массы с пюре папайи являются полноценными. Из общего содержания незаменимых аминокислот меньше всего содержится метионина с цистином, их содержание в белке составляет (3,92±0,1) г/100 г белка, но

аминокислотный скор превышает 100 % и равен  $(112,0 \pm 5,6)$  %. Наибольший аминокислотный скор был обнаружен у фенилаланина и тирозина –  $(212,33 \pm 10,6)$  %, затем лизина –  $(154,36 \pm 7,7)$  % и лейцина –  $(154,14 \pm 7,7)$  %, коэффициенты утилитарности данных аминокислот равны  $0,53 \pm 0,02$ ;  $0,726 \pm 0,03$  и  $0,727 \pm 0,03$  ед., соответственно.

Таблица 5.6 – Содержание незаменимых аминокислот белков низколактозной творожной массы с пюре папайи

Наименование незаменимых аминокислот	Эталонный белок по ФАО/ВОЗ*, г/100г белка	Содержание незаменимых аминокислот в белке продукта, г/100г белка	Аминокислотный скор, %	Коэффициент утилитарности отдельной аминокислоты, д. ед.
Валин	5,00	$6,87 \pm 0,3$	$137,4 \pm 6,8$	$0,82 \pm 0,04$
Изолейцин	4,00	$5,81 \pm 0,2$	$145,25 \pm 7,2$	$0,77 \pm 0,03$
Лейцин	7,00	$10,79 \pm 0,5$	$154,14 \pm 7,7$	$0,727 \pm 0,03$
Лизин	5,50	$8,49 \pm 0,4$	$154,36 \pm 7,7$	$0,726 \pm 0,03$
Метионин + цистин	3,50	$3,92 \pm 0,1$	$112,00 \pm 5,6$	$1,00 \pm 0,05$
Треонин	4,00	$5,08 \pm 0,2$	$127,00 \pm 6,3$	$0,88 \pm 0,04$
Триптофан	1,00	$1,34 \pm 0,05$	$134,00 \pm 6,7$	$0,84 \pm 0,04$
Фенилаланин + тирозин	6,00	$12,74 \pm 0,6$	$212,33 \pm 10,6$	$0,53 \pm 0,02$

\* Объединённый экспертный комитет ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам [138]

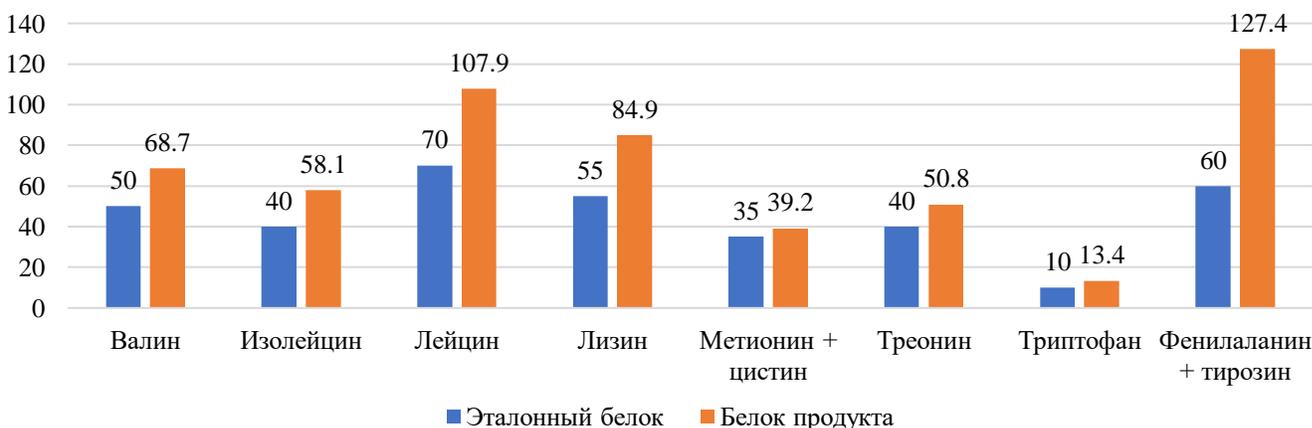


Рисунок 5.3 – Содержание незаменимых аминокислот в белке низколактозной творожной массы с пюре папайи в сравнении с эталонным белком по ФАО/ВОЗ (мг/г белка)

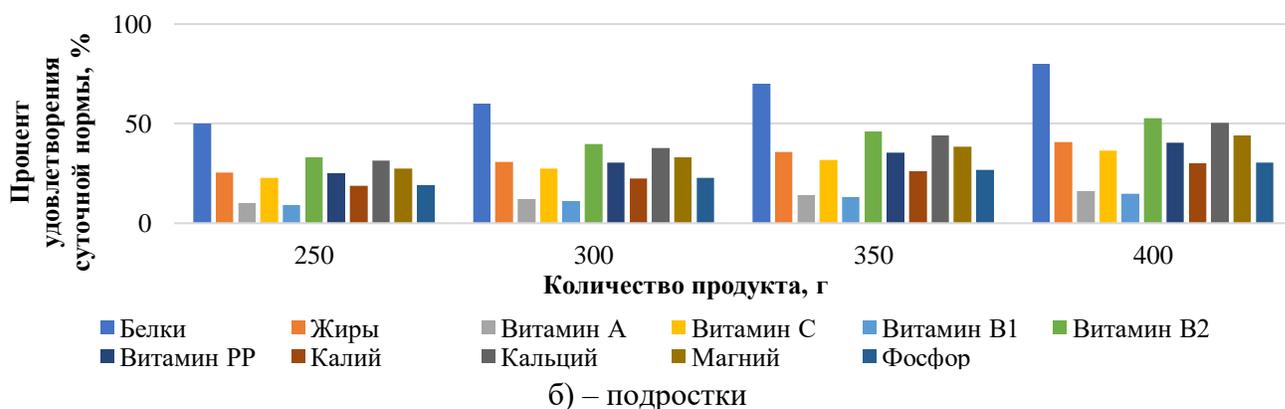
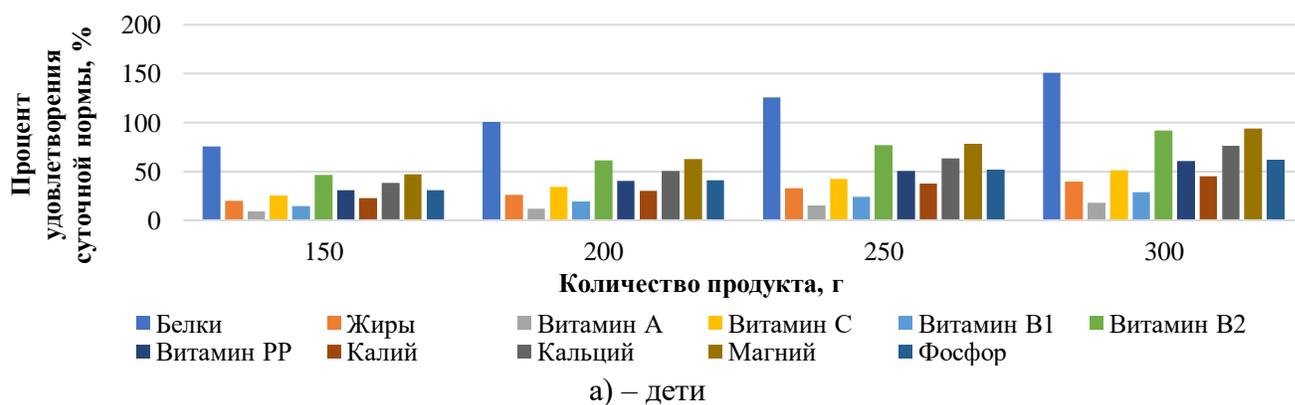
Интегральные показатели биологической ценности низколактозной творожной массы с пюре папайи представлен в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Интегральные показатели биологической ценности белков низколактозной творожной массы с пюре папайи

Показатель	Единица измерения	Значение
Индекс незаменимых аминокислот (ИНАК)	-	1,45 ± 0,07
Коэффициент утилитарности аминокислотного сора белков (КУАС)	д. ед.	0,73 ± 0,03
Коэффициент различия для аминокислотного сора (КРАС)	%	35,06 ± 1,7
Биологическая ценность (БЦ)	%	64,94 ± 3,2

Из приведенных результатов можно сделать вывод, что низколактозная творожная масса с пюре папайи обладает высокой биологической ценностью.

Пищевая ценность низколактозной творожной массы с пюре папайи также оценивалась по интегральному сору. Определена рациональная норма потребления разработанного продукта для различных групп потребителей Вьетнама, которая представлена в виде диаграммы для детерминированных групп потребления: а) – дети; б) – подростки; в) – пожилые люди с учетом рекомендаций Вьетнамского национального института питания (рисунок 5.4).



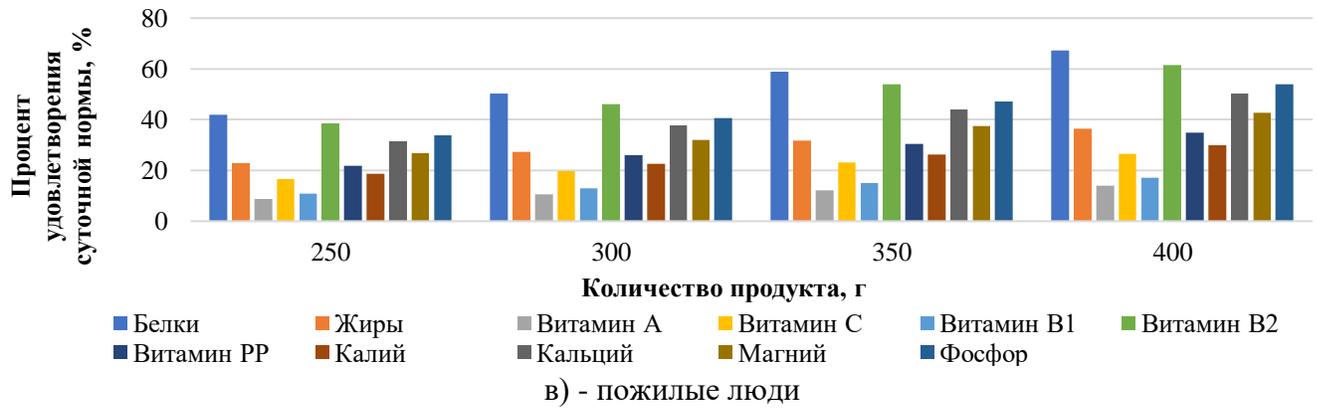


Рисунок 5.4 – Удовлетворение суточной нормы по основным питательным веществам при употреблении низколактозной творожной массы с пюре папайи для обеспечения суточной потребности в энергии определенными группами потребителей во Вьетнаме с учетом рекомендаций Вьетнамского национального института питания [124]

Из рисунка 5.4 можно сделать вывод, что рекомендуемая норма потребления низколактозной творожной массы с пюре папайи для обеспечения 15,0 % суточной потребности в энергии для следующих детерминированных групп потребителей Вьетнама составила: для детей -  $(125,0 \pm 25,0)$  г; подростков  $(250,0 \pm 25,0)$  г; пожилых людей -  $(210,0 \pm 25,0)$  г.

Сравнивая степень удовлетворения суточной потребности организма в рекомендуемых ВОЗ пищевых компонентах, т.е. интегральные скоры, можно сделать вывод о том, что разработанная низколактозная творожная масса с пюре папайи богата белками, витаминами, минеральными веществами и пищевыми волокнами. Она обеспечивает  $(23,77 \pm 1,1)$  % суточной потребности в белке;  $(19,29 \pm 0,9)$  % витамина А;  $(15 \pm 0,7)$  % витамина В2;  $(50 \pm 2,5)$  % витамина В12 и  $(16,78 \pm 0,8)$  % суточной потребности в кальции, что очень актуально для населения Вьетнама, страдающего белково-энергетическим дефицитом рациона питания. Кроме того, низколактозная творожная масса с пюре папайи также обладают высокой биологической ценностью, обеспечивая потребителей качественными незаменимыми аминокислотами в больших количествах, особенно лейцином, лизином, фенилаланином и тирозином.

Рецептура и биотехнология, разработанные для получения низколактозной творожной массы с пюре папайи позволят обеспечить жителей Вьетнама с непереносимостью лактозы необходимыми питательными веществами, содержащимися в молочных продуктах, снизив проблемы с питанием, а также увеличив количество и качество существующей линейки специализированных продуктов за счет обогащения пробиотиками и пребиотиками и расширение промышленных масштабов производства молочных продуктов во Вьетнаме.

## ГЛАВА 6 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Оценку экономической эффективности разработанной биотехнологии низколактозной творожной массы с пюре папайи с синбиотическими свойствами определяли для условий производственной мощности молочного цеха в городе Ньячанг (Вьетнам) на предприятии АО «Kharpharco». Для расчета использовали следующие показатели: суточная норма выработки продукции в натуральном выражении – 1,5 т/сут.; фонд рабочего времени – 255 дней; годовой объем производства – 382,5 т низколактозной творожной массы с пюре папайи в год.

Расчет потребности и стоимости сырья и основных материалов на 1,0 тонну продукции представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Расчет потребности и затрат на основные материалы

Годовой объем производства, т	Наименование основных материалов	Норма расхода на 1 т продукции, т	Потребность на годовой объем производства, т	Цена за 1 т, тыс. р.	Стоимость основных материалов, тыс. р. на 1 т продукции	Стоимость основных материалов, млн. VND на 1 т продукции
382,5	Молоко цельное	0,823	314,8	52,0	16369,47	4251,13
	Фермент β-галактозидаза	0,0016	0,612	5300,0	2631,6	683,42
	Закваски, в т.ч.					
	-молочнокислые	0,05	19,125	2310,0	44178,75	11473,15
	-бифидобактерий	0,005	1,9125	3800,0	7267,5	1887,36
	Сычужный фермент	0,0004	0,153	8500,0	1300,5	337,74
	Папайя	0,07	26,775	95,0	2543,63	660,58
	Сахароза	0,05	19,125	95,0	1816,88	471,84
Итого					76108,33	19765,21

Для определения себестоимости продукции учитываются затраты предприятия по статьям затрат. Расчет себестоимости низколактозной творожной массы с пюре папайи представлен в таблице 6.2.

В таблице 6.3 приведены основные технико-экономические показатели производства низколактозной творожной массы с пюре папайи. Расчёты, на основании которых получены данные показатели, приведены в приложении Д.

Таблица 6.2 - Калькуляция себестоимости продукции

№	Калькуляционные статьи затрат	Затраты на 1т продукции, тыс. р.	Затраты на годовой объем производства, тыс. р.	Затраты на годовой объем производства, млн. VND
1	Сырье и основные материалы за вычетом отходов	198,98	76108,33	19765,21
2	Транспортно-заготовительные расходы	19,9	7610,83	1976,52
3	Вспомогательные материалы	16,04	6135,3	1593,33
4	Топливо и энергия на технологические цели	5,62	2149,65	558,26
5	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих	1,15	439,88	114,24
6	Единый социальный налог	0,3473	132,84	34,5
7	Расходы на подготовку и освоение производства	0,045	17,21	4,47
8	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	4	1530	397,34
9	Общезаводские расходы	0,75	286,88	74,5
10	Прочие производственные расходы	1,23	470,48	122,18
11	Производственная себестоимость	248,06	94882,95	24640,95
12	Внепроизводственные расходы	3,72	1423,21	369,61
13	Полная себестоимость	251,78	96304,59	25010,15

Таблица 6.3 - Основные технико-экономические показатели производства продукции

№	Показатели	Значение показателя	
1	Ежегодный выпуск товарной продукции: - в натуральном выражении - в стоимостном выражении	382,5 т 121826,25 тыс. р.	382,5 т 31638,1 млн VND
2	Полная себестоимость товарной продукции	96304,59 тыс. р.	25010,15 млн VND
3	Балансовая прибыль	25521,66 тыс. р.	6627,93 млн VND
4	Чистая прибыль	20417,33 тыс. р.	5302,35 млн VND
5	Рентабельность продукции	15 %	
6	Среднесписочная численность работающих	28 чел.	
7	Годовой фонд заработной платы всех работающих	6889,5 тыс. р.	1789,19 млн VND
8	Производительность труда одного работающего	2380,79 тыс. р.	618,29 млн VND
9	Среднемесячная заработная плата	22,37 тыс. р.	5,81 млн VND

На основании проведенных расчетов сделан вывод, что при годовом объеме производства 382,5 т низколактозной творожной массы с пюре папайи, ежегодная прибыль составила 25,52 млн. рублей, что соответствует 6627,93 млн. донгов (VND), или 66,81 тыс. руб на 1 т, что соответствует 17,33 млн. донгов (VND).

По результатам расчета экономической эффективности можно сделать вывод, что производство низколактозной творожной массы с пюре папайи высокорентабельно (15 %) и может быть предложено к освоению как в России, так и во Вьетнаме.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) На основе анализа ассортимента и производственной базы молочной промышленности, сырьевых ресурсов плодоовощной промышленности Вьетнама, нутритивного статуса, изучения потребительских предпочтений различных возрастных групп для питания людей с непереносимостью лактозы, белково-энергетической недостаточностью, дисбактериозом во Вьетнаме сформулированы требования к синбиотическому продукту и обоснована актуальность разработки биотехнологии низколактозной творожной массы с пюре папайи.

2) Обоснованы выбор сырья, рецептурных компонентов: коровье молоко, пастеризованное пюре папайи с сахарозой; на основе анализа органолептических, физико-химических характеристик, антиоксидантной активности готового продукта разработана рациональная рецептура, включающая 7,0 % пюре папайи, 5,0 % сахарозы. Папайя обеспечивает вкус, консистенцию, проявляет пребиотические свойства к бифидо- и молочнокислым бактериям, снижает концентрацию свободной влаги в продукте за счет высокого содержания пищевых волокон, фруктозы.

3) Обоснован способ снижения массовой доли лактозы в молочной основе и подбор ферментного препарата для гидролиза лактозы в биотехнологии низколактозной творожной массы с пюре папайи. Для снижения лактозы на 80,0 % в готовом продукте предложено использовать препарат  $\beta$ -галактозидазы «Ha-Lactase-2100», установлены оптимальные режимы процесса: дозировка фермента ( $0,15 \pm 0,02$ ) %; активная кислотность среды – ( $6,5 \pm 0,05$ ) ед. рН; длительность процесса гидролиза ( $3,0 \pm 0,1$ ) ч; температура гидролиза ( $40,0 \pm 2,0$ ) °С.

4) Изучены и обоснованы вид, доза и соотношение заквасочных культур для получения низколактозного творога, а также внесение бифидобактерий в продукт. Для получения низколактозного творога подобрана закваска из штаммов *Lactococcus lactis subsp. lactis* VNC1, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* VNC53, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* 17 M-AD в соотношении 2:2:1 по объему суспензии; для обогащения творожной массы пробиотиком – бифидобактериями штамм

*Bifidobacterium bifidum* BGN4. Рациональные режимы сквашивания: температура –  $(30,0 \pm 2,0)$  °С, продолжительность –  $(8,0 \pm 0,1)$  ч; доза закваски –  $(1,0 \pm 0,05) \cdot 10^9$  КОЕ/г.

5) Разработана биотехнология низколактозной творожной массы с пюре папайи и проведена апробация в производственных условиях АО «Kharpharco», г. Ньячанг (Вьетнам). Разработанный низколактозный продукт имеет высокие органолептические показатели и пищевую ценность. Он обеспечивает суточную потребность:  $(23,77 \pm 1,1)$  % белков;  $(19,29 \pm 0,9)$  % витамина А;  $(15 \pm 0,7)$  % витамина В2;  $(50 \pm 2,5)$  % витамина В12 и  $(16,78 \pm 0,8)$  кальция на 100 г низколактозной творожной массы с пюре папайи.

6) Разработан комплект нормативной и технической документации ТУ 10.51.56-013-02068634-2023 «Низколактозная творожная масса. Технические условия», ТИ 10.51.56-013-02068634-2023 «Низколактозная творожная масса. Технологическая инструкция». Производство низколактозной творожной массы с пюре папайи высококорентабельно (15 %) и может быть предложено к освоению как в России, так и во Вьетнаме. При годовом объеме производства 382,5 т продукта, ежегодная прибыль составит 25,52 млн. рублей, что соответствует 6627,93 млн. донгов (VND) в ценах 2023 года.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

- АО – акционерное общество
- БГКП - бактерии группы кишечной палочки
- БЗ – бактериальные закваски
- БК – бактериальные концентрированные закваски
- БЭН – белково-энергетическая недостаточность
- ВОЗ – Всемирная Организация Здравоохранения
- ГОСТ – межгосударственный стандарт
- КМАФАНМ – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
- КОЕ – колониеобразующая единица
- АОА – общая антиоксидантная активность
- США – Соединённые Штаты Америки
- ТИ – технологическая инструкция
- ТР ТС – технический регламент таможенного союза
- ТУ – технические условия
- BLU - bifidobacterium lactase unit
- ВУТ – Ministry of Health of Vietnam
- CAGR – compound annual growth rate
- CFU – colony-forming unit
- DVS – direct vat set (закваски прямого внесения)
- FAO (ФАО) – Food and Agriculture Organization of the United Nations
- FMCG – fast moving consumer goods
- GRAS – generally regarded as safe
- NLU - neutral lactase units
- QCVN – Vietnamese national technical regulation
- TCVN – Vietnamese national standard
- VND – Vietnamese Dong (валюта Вьетнама)

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алыбаева, А. Ж. Синбиотические молочные продукты в питании человека / А. Ж. Алыбаева, М. Е. Елубаева, Е. А. Олейникова, А. Е. Елубаева // Достижения науки и образования. – 2019. – № 8-1 (49). – С. 20-24.
2. Антипова, Т. А. Получение низколактозных кисломолочных продуктов для детского питания / Т. А. Антипова, С. В. Фелик, Н. Л. Андросова, С. В. Симоненко // Пищевая промышленность. – 2021. – № 6. – С. 23-26. – DOI 10.52653/PPI.2021.6.6.001.
3. Антипова, Т. А. Получение низколактозного молока для специализированных продуктов детского питания / Т. А. Антипова, С. В. Фелик, С. В. Симоненко, О. В. Кудряшова // Пищевая промышленность. – 2020. – № 10. – С. 41-44. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10105.
4. Антипова, Т. А. Продукты для питания детей, страдающих лактазной недостаточностью / Т. А. Антипова, С. В. Фелик, С. В. Симоненко // Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством. – 2020. – Т. 1, № 1(1). – С. 29-33. – DOI 10.37442/978-5-6043854-1-8-2020-1-29-33.
5. Анищенко, И. П. Бактериальные закваски и концентраты для производства творога / И. П. Анищенко // Молоч. пром-сть. – 2008. – № 8. – С. 27-28.
6. Бабаян, М. Л. Лактазная недостаточность: современные методы диагностики и лечения / М. Л. Бабаян // Медицинский совет. – 2013. – № 1. – С. 24-27.
7. Бакуменко, О. Е. Пищевой рацион - основа для разработки продуктов функционального питания / О. Е. Бакуменко, И. В. Щерба, Р. О. Будкевич [и др.] // Пищевая промышленность. – 2021. – № 3. – С. 59-62. – DOI 10.24412/0235-2486-2021-3-0031.
8. Беляев, А. Г. Реология сырья, полуфабрикатов и заготовок изделий : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» / А. Г. Беляев // Юго-Западный государственный университет. – Курск. – 2018. – 59 с.
9. Бессонова, О. В. Исследование гидролиза лактозы в молоке с использованием фермента «Maxilact» / О. В. Бессонова, Д. С. Рябкова // Технические науки. – 2011. – № 1. – С. 90-93.
10. Бессонова, О. В. Исследование и разработка технологии низколактозного творожного продукта для детей школьного возраста : дис...канд. тех. наук : 05.18.04 / Бессонова Ольга Витальевна. – М., 2009. – 191 с.
11. Богданова, Е. В. Технология функциональных продуктов животного происхождения: Лабораторный практикум / Е. В. Богданова, Е. И. Мельникова, С.В. Полянских [и др.]. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015. – 180 с. – ISBN 978-5-00032-148-5.
12. Букуру, Л. К. Эффективность применения  $\beta$ -галактозидазы для получения низколактозного напитка на основе молочной сыворотки / Л. К. Букуру, Е. В. Скворцов, Т. В. Багаева, З. А. Канарская //

Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20, № 13. – С. 117-119.

13. Волкова, Г. С. Изучение биологических межштаммовых взаимодействий и ростовых свойств производственных штаммов молочнокислых бактерий / Г. С. Волкова, Е. В. Куксова, Е. М. Серба // Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством. – 2020. – Т. 1, № 1(1). – С. 104-109. – DOI 10.37442/978-5-6043854-1-8-2020-1-104-109.

14. Волкова, Г. С. Изучение производственных свойств отдельных штаммов молочнокислых бактерий для создания пробиотиков / Г. С. Волкова, Е. В. Куксова, Е. М. Серба // Пищевая промышленность. – 2020. – № 3. – С. 8-11. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10024.

15. Гаврилова, Н. Б. Исследование процесса гидролиза лактозы обезжиренного молока-сырья для производства сырного продукта / Н. Б. Гаврилова, Д. С. Рябкова // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 4. – С. 1-3.

16. Ганина, В. И. Методы сенсорной оценки молочной продукции: методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 260303 – Технология молока и молочных продуктов / В. И. Ганина, Н. В. Ананьева, З. В. Волокитина. – М.: МГУПБ, 2010. – 15 с.

17. Ганина, В.И. Производственный контроль молочной продукции: учебник / В. И. Ганина, Л. А. Борисова, В. В. Морозова. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 248 с.

18. Голубева, Л. В. Практикум по технологии молока и молочных продуктов. Технология цельномолочных продуктов / Л. В. Голубева, О. В. Богатова, Н. Г. Догарева. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 384 с.

19. ГОСТ 5867-90. Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. – М.: Стандартинформ, 2009. – 13 с.

20. ГОСТ 10444.11-2013 (ISO 15214:1998). Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 24 с.

21. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М.: Стандартинформ, 2010. – 7 с.

22. ГОСТ 25179-2014. Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка. – М.: Стандартинформ, 2015. – 11 с.

23. ГОСТ 30347-2016. Молоко и молочная продукция. Методы определения *Staphylococcus aureus*. – М.: Стандартинформ, 2016. – 17 с.

24. ГОСТ 31449-2013. Молоко коровье сырое. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2018. – 8 с.

25. ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002). Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – М.: Стандартинформ, 2014. – 25 с.

26. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – М.: Стандартинформ, 2013. – 20 с.

27. ГОСТ 32892-2014. Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности (с Поправкой). – М.: Стандартиформ, 2015. – 14 с.
28. ГОСТ 32922-2014. Молоко коровье пастеризованное – сырье. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2018. – 11 с.
29. ГОСТ 33222-2015. Сахар белый. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2019. – 19 с.
30. ГОСТ 33566-2015. Молоко и молочная продукция. Определение дрожжей и плесневых грибов. – М.: Стандартиформ, 2016. – 16 с.
31. ГОСТ 34271-2017. Плоды папайи свежие. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2018. – 14 с.
32. ГОСТ 34304-2017. Молоко и молочные продукты. Метод определения лактозы и галактозы. – М.: Стандартиформ, 2018. – 12 с.
33. ГОСТ 34353-2017. Препараты ферментные молокосвертывающие животного происхождения сухие. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2018. – 46 с.
34. ГОСТ 34372-2017. Закваски бактериальные для производства молочной продукции. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2018. – 22 с.
35. ГОСТ Р 54667-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров. – М.: Стандартиформ, 2012. – 27 с.
36. ГОСТ Р 54668-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества. – М.: Стандартиформ, 2013. – 14 с.
37. ГОСТ Р 54669-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности. – М.: Стандартиформ, 2019. – 8 с.
38. ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011. Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2. Рекомендуемые методы органолептической оценки. – М.: Стандартиформ, 2012. – 20 с.
39. Данильчук, Т. Н. Низколактозные молочные продукты пути получения / Т. Н. Данильчук, В. И. Ганина, М. А. Головин // Молоч. Пром-сть. – 2013. – № 11. – С. 41-42.
40. Джуромский, В. Е.  $\beta$ -галактозидаза / В. Е. Джуромский, Л. А. Иванова // Биотехнология и продукты биоорганического синтеза: Сборник материалов национальной научно-практической конференции. – Москва: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», 2018. – С. 187-189.
41. Дмитриева, И. Е. Разработка синбиотического кисломолочного продукта с биологически активной растительной добавкой / И. Е. Дмитриева, Л. А. Иванова, Г. А. Донская // Биотехнология и продукты биоорганического синтеза: Сборник материалов национальной научно-практической конференции. – Москва: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», 2018. – С. 189-192.
42. Добровольская, А. В. Исследование структурно – механических характеристик творога / А. В. Добровольская (Яковлева), Н. Т. Шамкова // Материалы Международной научно-практической интернет-

конференции «Современные проблемы качества и безопасности продуктов питания в системе требований технического регламента таможенного союза», 26 марта 2014 г. – 2014. – С. 95-97.

43. Добровольская, А. В. Разработка рецептур и технологии кулинарной продукции из творога для питания детей школьного возраста : дис...канд. тех. наук : 05.18.15 / Добровольская Анастасия Владимировна. – М., 2016. – 199 с.

44. Долматова, О. И. Разработка технологии молкосодержащих продуктов функциональной направленности с растительными компонентами / О. И. Долматова // Взгляд молодых на проблемы региональной экономики – 2017 : Материалы Всероссийского открытого конкурса студентов вузов и молодых исследователей. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2017. – С. 92-101.

45. Донская, Г. А. Новые ферментированные продукты здорового питания / Г. А. Донская, Д. В. Харитонов // Молочная промышленность. – 2016. – № 10. – С. 64-67.

46. Дымар, О. В. Определение оптимальных параметров процесса ферментативного гидролиза лактозы в молочной сыворотке / О. В. Дымар, Л. Н. Емельянова, Г. С. Джумок // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2012. – № 1(15). – С. 24-30.

47. Заквасочные культуры и их производство [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/ru/chapter/zakvasochnye-kultury-i-ih-proizvodstvo> (дата обращения: 01.03.2023).

48. Ионова, И. И. Технология низколактозного кисломолочного продукта с пюре папайи / И. И. Ионова, Б. Т. Нгуен, Н. А. Тихомирова // Молочная промышленность. – 2023. – № 2. – С. 48-50.

49. Калинина, Е. Д. Исследование влияния массовой доли β-галактозидазы и продолжительности процесса на гидролиз лактозы молока / Е. Д. Калинина, А. В. Гаврилов, Р. А. Филонов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2015. – № 2 (165). – С. 98–103.

50. Калинина, Е. Д. Исследование и установление технологических параметров проведения гидролиза лактозы молока / Е. Д. Калинина, А. В. Коваленко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – 1/10 (67). – С. 26-31.

51. Колпакова, В. В. Кисломолочный продукт геронтологического назначения на основе компонентов переработки амарантовой муки / В. В. Колпакова, Н. А. Тихомирова, И. С. Гайворонская, Н. Д. Лукин // Пищевые системы. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 35-45. – DOI 10.21323/2618-9771-2018-1-1-35-45.

52. Короткова, А. А. Возможности использования *Aspergillus oryzae* для получения низколактозного молока / А. А. Короткова, И. Ф. Горлов, М. А. Анцыперова, М. И. Сложенкина // Синергия наук. – 2017. – № 16. – С. 548-554.

53. Динамика инноваций в технологии производства пищевых продуктов: от специализации к персонализации / А. А. Кочеткова, В. М. Воробьева, В. А. Саркисян [и др.] // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 4. – С. 233-243. – DOI 10.24411/0042-8833-2020-10056.

54. Крусь, Г. Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь и др. // Колос,

М.: 2000. – 368 с.

55. Крюкова, Е. В. К вопросу о безопасности молочной продукции / Е. В. Крюкова, А. А. Талалаенко, А. Ф. Гатиятулина // *Инновации в экономике. Промышленность, образование, финансы: Сборник материалов III межвузовской научно-практической конференции.* – Москва: ФГБОУ ВО «МГУПП», 2016. – С. 898-903.

56. Мельникова, Е. И. Новые потребительские тренды в молочной отрасли / Е. И. Мельникова, Е. В. Богданова // *Инновационное предпринимательство: проблемы и пути их решения : Материалы Национальной научно-практической конференции.* – Воронеж, 2022. – С. 72-74.

57. Мельникова, Е. И. Применение ферментного препарата NOLA Fit в технологии безлактозного мороженого / Е. И. Мельникова, Е. В. Богданова // *Пищевая промышленность.* – 2019. – № 4. – С. 61-63. – DOI 10.24411/0235-2486-2019-10031.

58. Мидлтон, М. Р. Анализ статистических данных с использованием Microsoft Excel для Office XP / М. Р. Мидлтон. М.: БИНОМ, 2005. – 296 с.

59. МУК 4.2.999-00. Определение количества бифидобактерий в кисломолочных продуктах : методические указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. – 16 с.

60. МУК 4.2.1847-04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов : методические указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.

61. Нгуен, Б. Т. Папайя и возможность использовать ее в производстве функциональных продуктов / Б. Т. Нгуен // *Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сборник статей Международной научно-практической конференции.* – Саратов: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 229-231.

62. Нгуен, Б.Т. Папайя и её использование в функциональном питании для жителей Вьетнама / Б.Т. Нгуен, И.И. Ионова, Н.А. Тихомирова // *Пищевая промышленность.* – 2023. – № 7. – С. 66-70. – DOI 10.52653/PPI.2023.7.7.013.

63. Остроумов, Л. А. Биотрансформация лактозы ферментными препаратами  $\beta$ -галактозидазы / Л. А. Остроумов, В. Г. Гаврилов // *Техника и технология пищевых производств.* – 2013. – № 1. – С. 1-5.

64. Остроухов, Д. Еще раз о лактозе / Д. Остроухов // *Переработка молока.* – 2008. – № 3. – С. 65.

65. Пасько, О. В. Разработка концепции конструирования модельных сред – основы ферментированных молочных и молокосодержащих продуктов / О. В. Пасько // *Достижения науки и техники АПК.* – 2010. – № 7. – С. 76-78.

66. Пасько, О. В. Разработка научно обоснованных технологий функциональных продуктов питания на основе молочного и растительного сырья / О. В. Пасько, Н. Б. Гаврилова // *Фундаментальные исследования.* – 2005. – № 1. – С. 55-56.

67. Пасько, О. В. Разработка технологии творожного биопродукта / О. В. Пасько, Н. А. Смирнова // *Пищевая промышленность.* – 2012. – № 1. – С. 42-43.

68. Пашковская, О. Низколактозные и безлактозные продукты компании Valio / О. Пашковская // Переработка молока. – 2007. – № 11. – С. 42.
69. Пензина, О. В. Разработка технологии творожного биопродукта с пробиотическими свойствами / О. В. Пензина, О. В. Пасько // Ползуновский вестник. – 2013. – № 4-4. – С. 211-214.
70. Пономарев, А. Н. Роль заквасочных культур в производстве творога / А. Н. Пономарев, А. А. Мерзликина, Л. В. Голубева // Переработка молока. – 2014. – № 4(174). – С. 36-37.
71. Пономарев, А. Н. Технология функциональных продуктов животного происхождения [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Пономарев, Е. И. Мельникова, С. В. Полянских [и др.]; Воронеж. гос. ун-т инж. тех. – Воронеж : ВГУИТ, 2015. – 179 с.
72. Производство творога: выбор заквасочных культур [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ssnab.ru/news/proizvodstvo-tvoroga-vybor-zakvasochnyh-kultur/> (дата обращения: 01.02.2023).
73. Раскина, К. В. Современные бактериологические препараты: влияние на микробиоту кишечника и роль в лечении заболеваний / К. В. Раскина, Е. Ю. Мартынова, И. Р. Фатхутдинов, Ю. Е. Потешкин // Русский медицинский журнал. – 2018. – Т. 26. – № 5-2. – С. 86-91.
74. Разинкова, Т. А. Получение низколактозной пробиотической основы и ее применение в технологии замороженных десертов : дис...канд. тех. наук : 05.18.04 / Разинкова Татьяна Александровна. – М., 2022. – 230 с.
75. Разработка и производство заквасок для кисломолочных продуктов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/Y5sTdYBYJiuZaxj8> (дата обращения: 01.05.2023).
76. Рипелиус, К. Максилакт — ферментная обработка молока решает проблему непереносимости лактозы / К. Рипелиус, Б. М. Двинский // Молоч. пром-сть. – 1995 – № 5. – С. 38-42.
77. Тихомирова, Н. А. Качество и безопасность специализированной пищевой продукции / Н. А. Тихомирова // Молоч. пром-сть. – 2017. – № 6. – С. 56-60.
78. Тихомирова, Н. А. Низколактозные и безлактозные молочные продукты в условиях импортозамещения / Н. А. Тихомирова // Переработка молока. – 2016. – № 2. – С. 28–30.
79. Тихомирова, Н. А. Низколактозные и безлактозные продукты детского и лечебного питания / Н. А. Тихомирова // Переработка молока. – 2016. – № 3. – С. 16–22.
80. Тихомирова, Н. А. Низколактозные кисломолочные продукты / Н. А. Тихомирова, Б. Т. Нгуен // Переработка молока. – 2020. – № 10. – С. 10-12. – DOI 10.33465/2222-5455-2020-10-10-12.
81. Тихомирова, Н. А. Низколактозный кисломолочный продукт с растительными компонентами / Н. А. Тихомирова, З. В. Волокитина, Б. Т. Нгуен // Молоч. пром-сть. – 2020. – № 6. – С. 35-37.
82. Тихомирова, Н. А. Разработка низколактозного творожного продукта с папайей / Н. А. Тихомирова, Б. Т. Нгуен // Health, Food & Biotechnology. – 2020. – № 2(3). – С. 33-39. – DOI 10.36107/hfb.2020.i3.s72.
83. Тихомирова, Н. А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов / Н. А. Тихомирова. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 560 с.

84. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»: сайт Техэксперт Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – 2011 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 25.11.2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 15.06.2023).
85. ТР ТС 033/2013. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции»: сайт Техэксперт Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – 2013 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 23.09.2022. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050562> (дата обращения: 20.06.2023).
86. Трушнина, Ю. В. Применение фермента «Lacta-free» при получении низколактозных продуктов / Ю. В. Трушнина // Молоч. пром-сть. – 2014. – № 11. – С. 31-32.
87. Тутьельян, В. А. Международные и российские механизмы интеграции инноваций и опыта для оптимизации питания населения / В. А. Тутьельян, Д. Б. Никитюк // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № 3(547). – С. 5-14. – DOI 10.33029/0042-8833-2023-92-3-5-14.
88. Фефилова, Г. А. Исследование ферментативного гидролиза лактозы молока / Г. А. Фефилова, М. В. Харина // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании. – 2019. – С. 144-147.
89. Фомина, М. Ю. Бактериальные закваски для производства творога / М. Ю. Фомина // Вестник магистратуры. – 2019. – № 10-3(97). – С. 18-20.
90. Цыганкова, Е. С. Получение  $\beta$ -галактозидазы и применение ее при производстве функциональных молочных продуктов / Е. С. Цыганкова, Г. А. Донская, Н. Г. Машенцева // День Науки: Общеуниверситетская научная конференция молодых учёных и специалистов. Часть 2. – Москва: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», 2016. – С. 162-164.
91. Шрайнер, Е. В. Лактазная недостаточность у детей: современное состояние проблемы / Е. В. Шрайнер, М. Ю. Денисов // Вестник Новосибирского Государственного Университета. Серия: Биология, Клиническая Медицина. – 2009. – № 4. Т-3. – С.154-162.
92. Amal, A. M. Fruit flavored yoghurt: chemical, functional and rheological properties / A. M. Amal, A. M. M. Eman, S. Z. Nahla // International Journal of Environmental and Agriculture Research. – 2016. – Vol. 2 (5). – P. 57-66.
93. Analysis report of Vietnam dairy products joint stock company (Vinamilk). – 2022 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://cafef1.mediacd.vn/Images/Uploaded/DuLieuDownload/PhanTichBaoCao/VNM\\_190922\\_CSI.pdf](https://cafef1.mediacd.vn/Images/Uploaded/DuLieuDownload/PhanTichBaoCao/VNM_190922_CSI.pdf) (дата обращения: 01.05.2023).
94. Chu, T. K. L. Dairy production in Vietnam: opportunities and challenges / T. K. L. Chu, H. Yokogawa, T. Kawaguchi // J. Fac. Agr. – 2004. – Vol. 49 (1). – P. 179-193.
95. Dao, V. H. Initial survey on lactose intolerance among Vietnamese people / V. H. Dao, T. P. Tran, R. Hall, V. L. Dao // Journal of 108-clinical medicine and pharmacy. – 2018. – Vol. 13 (7). – P. 57-62.

96. Dekker, P. J. T. Lactose-free dairy products: market developments, production, nutrition and health benefits/ P. J. T. Dekker, D. Koenders, M. J. Bruins // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11(3). – P. 551-565.
97. Duangrutai, T. Effect of Thai fruits on sensory properties of fruit yogurt and survival of yogurt starter culture added with probiotic strains in fruit yogurt / T. Duangrutai // *Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci.* – 2014. – Vol. 53. – P. 283-290.
98. Euromonitor database [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.euro-monitor.com> (дата обращения 01.03.2022).
99. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.fao.org/home/en> (дата обращения 01.03.2022).
100. General Statistics Office of Vietnam [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gso.gov.vn/en/homepage/> (дата обращения 01.06.2022).
101. Getenesh, T. Development of fruit flavored yoghurt with mango (*Mangifera indica L.*) and papaya (*Carica papaya L.*) fruits juices/ T. Getenesh // *Food Science and Quality Management*. – 2017. – Vol. 67. – P. 40-45.
102. Gharsallaoui, A. Nisin as a food preservative: part 1: physicochemical properties, antimicrobial activity, and main uses / A. Gharsallaoui, N. Oulahal, C. Joly, P. Degraeve // *Crit Rev Food Sci Nutr*. – 2016. – Vol. 56(8). – P. 1262-1274. DOI: 10.1080/10408398.2013.763765.
103. Global food enzymes market report 2021-2026 featuring BASF SE, Advanced Enzyme Technologies, Novozymes, DuPont Danisco, DSM and Kerry Group [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-food-enzymes-market-report-2021-2026-featuring-basf-se-advanced-enzyme-technologies-novozymes-dupont-danisco-dsm-and-kerry-group-301393956.html> (дата обращения: 30.05.2022).
104. Na-Lactase 2100. Chr. Hansen. Product information. Версия: 15 PI GLOB EN 05-01-2018 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://s2.siteapi.org/2ca922aba92949c/docs/djfm0h6so0kooksogw08ogc4kows4> (дата обращения: 15.03.2022).
105. Horner, T. W.  $\beta$ -Galactosidase activity of commercial lactase samples in raw and pasteurized milk at refrigerated temperatures / T. W. Horner, M. L. Dunn, D. L. Eggett, L. V. Ogden // *Journal of Dairy Science*. – 2011. – Vol. 94 (7). – P. 3242-3249.
106. Husain, Q.  $\beta$ -Galactosidases and their potential applications: a review / Q. Husain // *Critical Reviews in Biotechnology*. – 2010. – Vol. 30 (1). – P. 41–62.
107. Ibrahim, A. H. Impact of hydrolyzed lactose by  $\beta$ -galactosidase enzyme on the physicochemical and organoleptic properties of fermented camel milk/ A. H. Ibrahim // *Emirates Journal of Food and Agriculture*. – 2018. – Vol. 30 (9). – P. 778-790. DOI: 10.9755/ejfa.2018.v30.i9.1801.
108. Kim, J. A. Production of  $\gamma$ -aminobutyric acid during fermentation of *Gastrodia Elata* Bl. By co-culture of *Lactobacillus brevis* GABA 100 with *Bifidobacterium bifidum* BGN4 / J. A. Kim, M. S. Park, S. A. Kang, G. E. Ji // *Food Sci. Biotechnol.* – 2014. – Vol. 23. – P. 459–466. DOI: 10.1007/s10068-014-0063-y.

109. Kim, J. Y. Evaluation of S-adenosyl-l-methionine production by *Bifidobacterium bifidum* BGN4 / J. Y. Kim, J. W. Suh, G. E. Ji // Food Sci. Biotechnol. – 2008. – Vol. 17. – P. 184-187.
110. Kim, J. Y. Probiotic modulation of dendritic cells co-cultured with intestinal epithelial cells / J. Y. Kim, M. S. Park, G. E. Ji // World J. Gastroenterol. – 2012. – Vol. 18. – P. 1308-1318. DOI: 10.3748/wjg.v18.i12.1308.
111. Ku, S. Review on *Bifidobacterium bifidum* BGN4: Functionality and nutraceutical applications as a probiotic microorganism / S. Ku, M. S. Park, G. E. Ji, H. J. You // International Journal of Molecular Sciences. – 2016. – Vol. 17(9). – P. 1544-1567. DOI <https://doi.org/10.3390/ijms17091544>.
112. Ku, S. Enhancement of anti-tumorigenic polysaccharide production, adhesion, and branch formation of *Bifidobacterium bifidum* BGN4 by phytic acid / S. Ku, H. J. You, G. E. Ji // Food Sci. Biotechnol. – 2009. – Vol. 18. – P. 749-754.
113. Lactase [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://vi.wikipedia.org/wiki/Lactase> (дата обращения: 24.09.2022).
114. Lacta-free enzyme [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lactofermeco.ru/product/dlya-domashnego-ispolzovaniya/ferment-lacta-free/> (дата обращения: 30.01.2022).
115. Lactose-free products market by type (milk, cheese, yogurt, ice-cream, confectionery products), form (lactose-free, no added sugar/ reduced sugar claims, reduced lactose), category (organic, inorganic), and region – Global forecast to 2025 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/lactose-free-products-market-4457397.html> (дата обращения: 30.01.2022).
116. Lactose intolerance [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://nrcerm.ru/patient-guide/diseases/lactose-intolerance/> (дата обращения: 15.02.2023).
117. Markets and markets research [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.marketsandmarkets.com/> (дата обращения: 16.01.2023).
118. Maxilact – DSM [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.dsm.com/food-beverage/en\\_US/ingredients/dairy/fresh-dairy/maxilact.html](https://www.dsm.com/food-beverage/en_US/ingredients/dairy/fresh-dairy/maxilact.html) (дата обращения: 30.01.2023).
119. McCain, H. R. Invited review: sugar reduction in dairy products / H. R. McCain, S. Kaliappan, M. A. Drake // Journal of Dairy Science. – 2018. – Vol. 101(10). – P. 8619-8640.
120. Milind, P. Basketful benefits of papaya / P. Milind [et. al] // International research journal of pharmacy. – 2011. – Vol. 2 (7). – P. 6-12.
121. Milk consumption in Vietnam will reach 40 liters/person/year by 2030 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://nhipcaudautu.vn/kinh-doanh/tieu-thu-sua-tai-viet-nam-se-dat-40-litnguoinam-vao-2030-3350041/> (дата обращения: 15.02.2023).
122. Mirae Asset [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.miraeassetmf.co.in/> (дата обращения: 30.02.2022).
123. Mlichova, Z. Current trends of  $\beta$ -galactosidase application in food technology / Z. Mlichova, M. Rosenberg // Journal of Food and Nutrition Research. – 2006. – Vol. 45. – P. 47-54.
124. National Institute of Nutrition Vietnam [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://viendinhduong.vn/> (дата обращения: 26.02.2022).

125. National nutrition strategy for 2011-2020, with a vision toward 2030 / National nutrition strategy. – 2012. – 48 p.
126. Nguyen, C. K. Control of vitamin A deficiency in Vietnam: achievements and future orientation / C. K. Nguyen [et. al] // Food and Nutrition Bulletin. – 2002. – Vol. 23 (2). – P. 133-142.
127. Nguyen, C. K. Double burden of malnutrition: the Vietnamese perspective / C. K. Nguyen, H. K. Ha // Asia Pac. J. Clin. Nutr. 2008. – Vol. 17(1). – P. 116-118.
128. Nguyen, D. T. Determination on biochemical composition of fresh milk and yoghurt from F2 generation of cow (crossbred between F1 × Hostein Friesian) raised in Dong Hy district – Thai Nguyen / D. T. Nguyen, T. L. Nguyen // Vietnam Journal of Science and Technology. – 2008. – Vol. 2 (46). – P. 80-83.
129. Nguyen, N. An update of the milk market in Vietnam - Lactose-free dairy opportunity / N. Nguyen // Degree Thesis International Business. – 2014. – 64 с.
130. Nielsen [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.nielsen.com/> (дата обращения: 26.06.2022).
131. Nivetha, A. Mini review on role of  $\beta$ -galactosidase in lactose intolerance / A. Nivetha, V. Mohanasrinivasan // 14th ICSET. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – Vol. 263 (2). – 2017. – 022046. DOI: 10.1088/1757-899X/263/2/022046.
132. NOLA Fit – Chr Hansen. Product information. Version: 6 PI GLOB EN 01-13-2017 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://hjemmeriet.com/no/ChrHansen/Products/NOLA-Fit/PI\\_GLOB\\_NOLA\\_Fit5500\\_350502\\_EN.pdf](https://hjemmeriet.com/no/ChrHansen/Products/NOLA-Fit/PI_GLOB_NOLA_Fit5500_350502_EN.pdf) (дата обращения: 25.03.2023).
133. Pandey, K. R. Probiotics, prebiotics and synbiotics – a review / K. R. Pandey, S. R. Naik, B. V. Vakil // J Food Sci Technol. – 2015. – Vol. 52(12). – P. 7577–7587. DOI: 10.1007/s13197-015-1921-1.
134. Park, Y. W. Bioactive peptides in milk and dairy products: a review / Y. W. Park, M. S. Nam // Korean Journal for Food Science of Animal Resources. – 2015. – Vol. 35. – P. 831-40.
135. Pawlos, M. Low-lactose fermented goat milks with *bifidobacterium animalis ssp. lactis* Bb-12 / M. Pawlos, A. Znamirowska, M. Kluz, K. Szajnar, M. Kowalczyk // The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. – 2020. – Vol. 9 (4). – P. 751-755.
136. Perotti, M. C. Dairy products modified in their lactose content / M. C. Perotti, W. I. Veronica, V. C. Ines, B. C. Viviana // Current Nutrition & Food Science. – 2012. – Vol. 8. – P. 8-18.
137. Popescu, L. Effect of temperature, pH and amount of enzyme used in the lactose hydrolysis of milk / L. Popescu, V. Bulgaru, R. Siminiuc // Food and Nutrition Sciences. – 2021. – Vol. 12. – P. 1243-1254. DOI: 10.4236/fns.2021.1212091.
138. Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. WHO technical report series No. 935. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2007. – 265 p.

139. QCVN 4-19:2011/BYT. Vietnamese national technical regulation on food additive – Enzyme for the food industry. – 2011. – 11 с.
140. QCVN 12-1:2011/BYT. Vietnamese national technical regulation on safety and hygiene for synthetic resin. Implement, container and packaging in direct contact with foods. – 2011. – 24 с.
141. QCVN 20-1:2023/BYT. National technical regulation on the limits of contaminants for health supplements. – 2023. – 15 с.
142. Rajasekhar, P. Nutritional and medicinal value of papaya (*Carica papaya linn.*) / P. Rajasekhar // World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences. – 2017. – Vol. 6. – P. 2559-2578.
143. Research and Markets (The world's largest market research store) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.researchandmarkets.com/> (дата обращения: 26.02.2022).
144. Saqib, S. Sources of  $\beta$ -galactosidase and its applications in food industry / S. Saqib, A. Akram, S. A. Halim, R. Tassaduq // 3 Biotech. – 2017. – Vol. 7(1). – P. 79-86.
145. Silanikove, N. The interrelationships between lactose intolerance and the modern dairy industry: global perspectives in evolutionary and historical backgrounds / N. Silanikove, G. Leitner, U. Merin // Nutrients. – 2015. – Vol. 7(9). – P. 7312–7331.
146. Solomon, A. M. Fermented milk products using vegetable fillings / A. M. Solomon // Colloquium-journal. – 2020. – Vol. 28 (80). – P. 64-69.
147. SSI Research [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ssi.com.vn/khach-hang-ca-nhan/bao-cao-nganh> (дата обращения: 28.01.2022).
148. TCVN 4830-3:2005 (ISO 6888-3:2003). Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species) - Part 3: Detection and MPN technique for low numbers. – 2005. – 19 с.
149. TCVN 4884-2:2015 (ISO 4833-2:2013). Microbiology of the food chain - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Part 2: Colony count at 30 degrees C by the surface plating technique. – 2015. – 19 с.
150. TCVN 5860:2019. Vietnamese national standard for pasteurized fresh cow's milk. – 2019. – 9 с.
151. TCVN 6505-1:2007 (ISO 11866-1:2005/ IDF 170-1:2005). Milk and milk products – Enumeration of presumptive *Escherichia coli* – Part 1 : Most probable number technique using 4-methylumbelliferyl-b-D-glucuronide (MUG). – 2007. – 16 с.
152. TCVN 7968:2008 (CODEX STAN 212:1999). Vietnamese national standard for sucrose. – 2001. – 11 с.
153. TCVN 7405:2018. Vietnamese national standard for raw fresh cow's milk. – 2018. – 9 с.
154. TCVN 7906:2008 (ISO 15214:1998). Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria – Colony-count technique at 30 °C. – 2008. – 12 с.
155. TCVN 8275-1:2010 (ISO 21527-1:2008). Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds - Part 1: Colony count technique in products with water activity

greater than 0,95. – 2010. – 14 с.

156. TCVN 9633:2013 (ISO 27205:2010/IDF 149:2010). Vietnamese national standard for fermented milk products – Bacterial starter cultures. – 2013. – 17 с.

157. TCVN 9635:2013 (ISO 29981:2010). Milk products – enumeration of presumptive bifidobacteria – colony-count technique at 37 °C. – 2013. – 25 с.

158. TCVN 10565-3:2015 (ISO 22935-3:2009). Milk and milk products - Sensory analysis - Part 3: Guidance on a method for evaluation of compliance with product specifications for sensory properties by scoring. – 2015. – 13 с.

159. TCVN 10745:2015 (Codex stan 183-1993). Vietnamese national standard for papaya. – 2015. – 10 с.

160. TCVN 10780-1:2017 (ISO 6579-1:2017). Microbiology of the food chain –Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella - Part 1: Detection of Salmonella spp. – 2017. – 57 с.

161. TCVN 11939:2017 (AOAC 2012.04). Foodstuffs-determination of antioxidant activity by reaction with 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). – 2017. – 15 с.

162. The food and beverage market entry handbook Vietnam: a practical guide to the market in Vietnam for European agri-food products / Vietnam – Market entry handbook. – 239 с. DOI: 10.2818/067189.

163. TH True Milk products [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.thmilk.vn/san-pham/> (дата обращения: 26.05.2022).

164. Titov, E. I. Research of lactose hydrolysis depending on the type of the enzyme / E. I. Titov, N. A. Tikhomirova, B. C. Nguyen [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, environmental engineering and biotechnologies. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 82040. – DOI 10.1088/1755-1315/548/8/082040.

165. TOS propionate agar base [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mibio.ru/contents.php?id=1659> (дата обращения: 26.02.2023).

166. Tran, H. N. Factors affecting milk yield, milk composition and mastitis in dairy cows raising in Can Tho city / H. N. Tran, L. H. Q. Le, T. P. T. Vo [et.al] // Journal of Livestock Science and Technologies. – 2020. – Vol. 261. – P. 72-77.

167. Vietnamese cuisine [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Vietnamese\\_cuisine](https://en.wikipedia.org/wiki/Vietnamese_cuisine) (дата обращения: 15.01.2023).

168. Vietnam dairy (2020), EVBN dairy report. – 2020. – 32 с.

169. Vietnam only meets 42% of domestic raw milk demand [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bsc.com.vn/tin-tuc/tin-chi-tiet/922133-viet-nam-moi-da%CC%81p-u%CC%81ng-42-nhu-ca%CC%80u-su%CC%83a-trong-nuoc> (дата обращения: 26.02.2022).

170. Vitamin A deficiency [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin\\_A\\_deficiency](https://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin_A_deficiency) (дата обращения: 26.02.2022).

171. World Health Organization [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.who.int/> (дата

обращения: 26.02.2022).

172. You, H. J. High expression of  $\beta$ -glucosidase in *Bifidobacterium bifidum* BGN4 and application in conversion of isoflavone glucosides during fermentation of soy milk / H. J. You, H. J. Ahn, J. Y. Kim [et.al] // J. Microbiol. Biotechnol. – 2015. – Vol. 25. – P. 469-478. DOI: 10.4014/jmb.1408.08013.

173. Zolnere, K. The comparison of commercially available  $\beta$ -galactosidases for dairy industry: review / K. Zolnere, I. Ciprovica // Research for rural development. – 2017. – Vol. 1. – P. 215-222.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

## Средний состав папайи

## Состав макроэлементов папайи

Название макроэлемента	Массовая доля, мг/100 г продукта
Кальций	20
Фосфор	10
Натрий	8
Калий	182
Магний	21

## Состав микроэлементов папайи

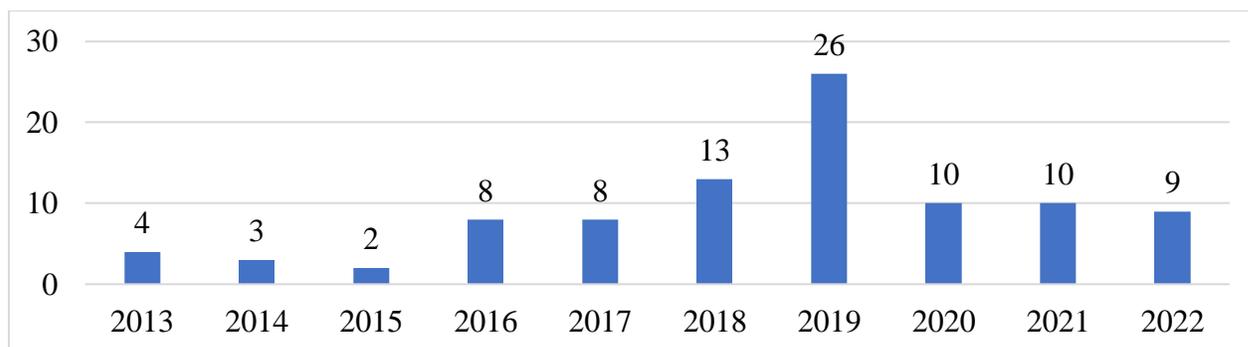
Название макроэлемента	Массовая доля, мг/100 г продукта
Железо	0,25
Марганец	0,04
Медь	0,0045
Цинк	0,08

## Витаминный состав папайи

Название витамина	Массовая доля, мг/100 г продукта
Тиамин (В <sub>1</sub> )	0,023
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	0,027
Холин (В <sub>4</sub> )	6,1
Пантотеновая кислота (В <sub>5</sub> )	0,191
Фолиевая кислота (В <sub>9</sub> )	0,037
Аскорбиновая кислота (С)	60,9
Бета-каротин (А)	0,274
Токоферол (Е)	0,3
Филлохинон (К)	0,0026
Никотиновая кислота (РР)	0,357

### Отчет о патентном поиске

Патентный поиск был проведен в базе данных Федерального института промышленной собственности) ([www1.fips.ru](http://www1.fips.ru)). Период публикации с 01.01.2013 по 31.12.2022. Область поиска: низколактозные продукты. В результате поиска было отобрано 93 патентов.



Число зарегистрированных патентов в области низко- и безлактозных продуктов (2013-2022 гг)

Распределение патентов по странам-держателям патентов

Страны	Годы										Всего
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Российская Федерация	2	3	-	-	-	3	16	5	1	4	34
Финляндия	-	-	2	4	4	3	3	2	4	-	22
Швейцария	-	-	-	3	3	-	1	1	-	1	9
Нидерланды	-	-	-	-	1	2	4	-	2	-	9
Соединенные Штаты Америки	-	-	-	-	-	4	-	-	2	1	7
Италия	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	4
Франция	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3
Бельгия	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Ирландия	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2
Эстония	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<b>ИТОГО</b>	4	3	2	8	8	13	26	10	10	9	93



Результаты патентного поиска по патентообладателям: ряд 1 - индивидуальные лица; ряд 2 - организации и компании; ряд 3 - высшие учебные заведения (ВУЗы)

### Анкета потребительских предпочтений

<b>Вопрос 1: Укажите Ваш пол</b>	<input type="radio"/> Мужской
	<input type="radio"/> Женский
<b>Вопрос 2: Укажите Ваш возраст</b>	<input type="radio"/> 15-20 лет
	<input type="radio"/> 21-30 лет
	<input type="radio"/> 31-40 лет
	<input type="radio"/> 41-55 лет
	<input type="radio"/> Более 55 лет
<b>Вопрос 3: Сфера Вашей занятости</b>	<input type="radio"/> Учащийся (школьник, студент)
	<input type="radio"/> Работающий
	<input type="radio"/> Не работающий, не достигший пенсионного возраста
	<input type="radio"/> Пенсионер (в том числе работающий)
	<input type="radio"/> Другие: _____
<b>Вопрос 4: В каком регионе Вьетнама Вы проживаете?</b>	Городская местность
	<input type="radio"/> Северный регион Вьетнама <input type="radio"/> Центральный регион Вьетнама <input type="radio"/> Южный регион Вьетнама
	Сельская местность
	<input type="radio"/> Северный регион Вьетнама <input type="radio"/> Центральный регион Вьетнама <input type="radio"/> Южный регион Вьетнама
<b>Вопрос 5: Каков ваш ежемесячный доход/ зарплата?</b>	<input type="radio"/> Меньше 5 млн VND (меньше 20.000 рублей)
	<input type="radio"/> 5-10 млн VND (20.000-40.000 рублей)
	<input type="radio"/> 10-30 млн VND (40.000-115.000 рублей)
	<input type="radio"/> Больше 30 млн VND (больше 115.000 рублей)
<b>Вопрос 6: Вы страдаете непереносимостью лактозы?</b>	<input type="radio"/> Да
	<input type="radio"/> Нет
	<input type="radio"/> Нет знания понятия непереносимости лактозы
<b>Вопрос 7: Как часто Вы будете приобретать низко- и безлактозные молочные продукты?</b>	<input type="radio"/> Чаще чем 1 раз в неделю
	<input type="radio"/> 1 раз в неделю
	<input type="radio"/> 1 раз в месяц
	<input type="radio"/> Реже 1 раза в месяц
<b>Вопрос 8: На основании какого рекламного носителя вы выбираете купить молочные продукты?</b>	<input type="radio"/> Телевидение и радио
	<input type="radio"/> Газеты, журналы
	<input type="radio"/> Реклама на транспорте
	<input type="radio"/> Наружная реклама
	<input type="radio"/> Социальные сети
	<input type="radio"/> Флаеры супермаркета

	<input type="radio"/> Другие
<b>Вопрос 9: Где Вы чаще всего приобретаете молоко и молочные продукты?</b>	<input type="radio"/> Супермаркет
	<input type="radio"/> Магазин-универсам
	<input type="radio"/> Рынок
	<input type="radio"/> Интернет-магазин
<b>Вопрос 10: Оцените степень важности следующих потребительских свойств молока и молочных продуктов.</b>	<input type="radio"/> Множество полезных ингредиентов, заквасок, укрепляющих здоровья, красоту
	<input type="radio"/> Рекомендуются родственниками, друзьями или продавцами
	<input type="radio"/> Низко- и безлактозные молочные продукты
	<input type="radio"/> Размер порции (упаковки), подходящая для цели использования
	<input type="radio"/> Привлекательная упаковка
	<input type="radio"/> Товары с акциями
	<input type="radio"/> Выгодная цена
	<input type="radio"/> Известная компания специализируется на продуктах питания
	<input type="radio"/> Много вкусов, которые нравятся вам и вашей семье
<input type="radio"/> Другие	
<b>Вопрос 11: Сумма, которую вы обычно тратите на покупку молочных продуктов за одну покупку</b>	<input type="radio"/> Меньше 100.000 VND (меньше 400 рублей)
	<input type="radio"/> 100.000 – 200.000 VND (400-800 рублей)
	<input type="radio"/> 200.000 – 300.000 VND (800-1200 рублей)
	<input type="radio"/> 300.000 – 500.000 VND (1200-2000 рублей)
	<input type="radio"/> Больше 500.000 VND (больше 2000 рублей)
<b>Вопрос 12: Если бы эти новые виды продуктов были представлены на вьетнамском молочном рынке, какие из них вы бы попробовали?</b>	<input type="radio"/> Низколактозные сливки
	<input type="radio"/> Низколактозные сыры
	<input type="radio"/> Низколактозные сливочные масла
	<input type="radio"/> Низколактозные кисломолочные продукты

### План двухфакторного трехуровневого эксперимента

#### План полного факторного эксперимента $3^2$

Номер опыта	Уровень фактора в опыте		Расшифровка
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	
1	+1	-1	Ядро эксперимента
2	+1	0	
3	+1	+1	
4	0	-1	
5	0	0	Звездные точки
6	0	+1	
7	-1	-1	
8	-1	0	
9	-1	+1	Нулевая точка
10	-	-	Контроль

#### Варьирование факторов в эксперименте

Наименование фактора	Единица измерения	Уровень и значение фактора в опыте		
		нижний -1	средний 0	верхний +1
Доля пюре папайи (X <sub>1</sub> )	%	5	7	9
Доля сахара (X <sub>2</sub> )	%	3	5	7

#### План эксперимента, г на 100 г продукта

Номер опыта	Уровень фактора в опыте		Расшифровка
	X <sub>1</sub> (%)	X <sub>2</sub> (%)	
1	9	3	Ядро эксперимента
2	9	5	
3	9	7	
4	7	3	
5	7	5	Звездные точки
6	7	7	
7	5	3	
8	5	5	
9	5	7	Нулевая точка
10	0	0	Контроль

## Расчеты, подтверждающие экономическую эффективность технологии получения низколактозной творожной массы с пюре папайи

### Расчет стоимости товарной продукции

Наименование продукции	Объем выпуска продукции, т	Себестоимость единицы продукции, тыс. р.	Рентабельность продукции		Цена изготовления, тыс. р.	НДС		Отпускная цена предприятия, тыс. р.	Стоимость товарной продукции, тыс. р.
			%	тыс. р.		%	тыс. р.		
Низколактозная творожная масса с пюре папайи	382,5	251,78	15	37,77	289,55	10	28,95	318,5	121826,25

### Основные экономические показатели выпуска продукции

Наименование продукции	Стоимость товарной продукции, тыс. р.	Себестоимость товарной продукции, тыс. р.	Прибыль, тыс. р.
Низколактозная творожная масса с пюре папайи	121826,25	96304,59	25521,66

### Расчет численности и годового фонда заработной платы рабочих повременщиков

Наименование профессий	Число рабочих, чел.	Тарифный разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Годовой фонд времени работы одного рабочего, ч	Тарифный фонд заработной платы, тыс. р.	Премия, тыс. р.	Доплаты, тыс. р.		Основная заработная плата, тыс. р.	Дополнительная заработная плата, тыс. р.	Годовой фонд заработной платы, тыс. р.
							за работу в ночное время	за работу в праздничные дни			
<b>А. Основное производство</b>											
Аппаратчики	2	4	81,1	1728	280,28	56,06	-	-	336,34	84,08	420,42
Аппаратчики	2	3	76,1	1728	263	52,6	-	-	315,6	78,9	394,5
<b>Итого</b>											814,92
<b>Б. Вспомогательное производство</b>											
Электрохозяйство	2	3	76,1	1728	263	52,6	-	-	315,6	78,9	394,5
Водоучасток, котельная	2	3	76,1	1728	263	52,6	-	-	315,6	78,9	394,5
Обслуживание технологического оборудования	2	4	81,1	1728	280,28	56,06	-	-	336,34	84,08	420,42
Ремонтно-механические мастерские	1	3	76,1	1728	131,5	26,3	-	-	157,8	39,45	197,25
Шофер, грузчик	2	3	76,1	1728	263	52,6	-	-	315,6	78,9	394,5
<b>Итого</b>											1801,18
<b>Всего</b>											2616,11

Расчет численности и годового фонда заработной платы административно-управленческого персонала и МОП

Должность	Количество штатных единиц, чел.	Месячный оклад, тыс. р.	Основной фонд заработной платы, тыс. р.	Дополнительный фонд заработной платы, тыс. р.	Годовой фонд заработной платы, тыс. р.
Руководители					
Начальник цеха	1	41,1	452,1	27,13	479,23
Начальник отдела снабжения и сбыта	1	37,1	408,1	24,49	432,59
Начальник отдела кадров	1	31,1	342,1	20,53	362,63
Главный технолог	1	30,1	331,1	19,87	350,97
Главный механик	1	30,1	331,1	19,87	350,97
Мастер	1	26,1	287,1	17,23	304,33
Специалисты					
Экономист	1	23,1	254,1	15,25	269,35
Бухгалтер	1	23,1	254,1	15,25	269,35
Инженер	1	22,1	243,1	14,59	257,69
Маркетолог	1	22,1	243,1	14,59	257,69
Служащие					
Кассир	1	17,1	188,1	11,29	199,39
Секретарь	1	17,1	188,1	11,29	199,39
Микробиолог	1	18,1	199,1	11,95	211,05
МОП					
Уборщица	1	12,1	133,1	7,986	141,09
Охранник	1	16,1	177,1	10,63	187,73
Итого					4273,39

Сводный годовой план по заработной плате

Категория работающих	Численность, чел.	Годовой фонд заработной платы, тыс. р.	Среднемесячная заработная плата, тыс. р.
Рабочие-повременщики (основное производство)	4	814,92	18,52
Рабочие-повременщики (вспомогательное производство)	9	1801,18	18,19
Руководители	6	2280,72	34,56
Специалисты	4	1054,08	23,96
Служащие	3	609,83	18,48
МОП	2	328,82	14,95
Всего	28	6889,5	22,368

## Технические условия

### ТУ 10.51.56-013-02068634-2023. Низколактозная творожная масса

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»)

ОКПД 2: 10.51.56.151

ОКС 67.100.99 (Группа Н17)



**УТВЕРЖДАЮ**

Врио ректора «РОСБИОТЕХ»

Надежин Н.Н.

« 16 » апреля 2023 г.

### НИЗКОЛАКТОЗНАЯ ТВОРОЖНАЯ МАССА

Технические условия

(впервые)

ТУ 10.51.56-013-02068634-2023

Дата введения в действие – « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

#### РАЗРАБОТАНО:

ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» к.т.н., зам.  
зав кафедры «Технология молока,  
пробиотических молочных продуктов и  
сыроделия»

\_\_\_\_\_ Ионова И.И.

Д.т.н., проф. кафедры «Технология  
молока, пробиотических молочных  
продуктов и сыроделия»

\_\_\_\_\_ Тихомирова Н.А.

Аспирант кафедры «Технология молока,  
пробиотических молочных продуктов и  
сыроделия»

\_\_\_\_\_ Нгуен Б.Т.

Москва  
2023

## Технические инструкция

### ТИ 10.51.56-013-02068634-2023. Низколактозная творожная масса

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»)



УТВЕРЖДАЮ

Врио ректора «РОСБИОТЕХ»

Надежин Н.Н.

« 16 » апреля 2023 г.

### НИЗКОЛАКТОЗНАЯ ТВОРОЖНАЯ МАССА

Технологическая инструкция

(впервые)

ТИ 10.51.56-013-02068634-2023

Дата введения в действие « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

#### РАЗРАБОТАНО:

ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» к.т.н., зам.  
зав кафедры «Технология молока,  
пробиотических молочных продуктов и  
сыроделия»

\_\_\_\_\_ Ионава И.И.

Д.т.н., проф. кафедры «Технология  
молока, пробиотических молочных  
продуктов и сыроделия»

\_\_\_\_\_ Тихомирова Н.А.

Аспирант кафедры «Технология молока,  
пробиотических молочных продуктов и  
сыроделия»

\_\_\_\_\_ Нгуен Б.Т.

Москва  
2023

## АКТ

## промышленной выработки низколактозной кисломолочной массы с папайей

Утверждаю  
 Директора по производству АО «KHAPHARCO»  
 Чан Тхи Кань  
 10 февраля 2022г.



## АКТ

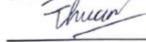
## промышленной выработки низколактозной кисломолочной массы с папайей

Комиссия в составе директора по производству АО «Kharpharco» г. Нячанг (Вьетнам) Чан Тхи Кань и сотрудников Нячангского университета - Nha Trang University «NTU» (Вьетнам): к.т.н., доц. Нгуен Ван Хой, к.т.н. Дао Ван Тхуан, аспирантки ФГБОУ ВО Московский государственный университет пищевых производств «МГУПП» Нгуен Бао Тъау составила настоящий, в том что в период с 07.02.2022г. по 10.02.2022г. была выработана опытная партия низколактозной кисломолочной массы с папайей в количестве 1000кг, проведена её органолептическая оценка, исследованы физико-химические показатели и показатели безопасности.

Для производства низколактозной кисломолочной массы с папайей использовали следующие ингредиенты по разработанной Нгуен Бао Тъау рецептуре: питьевое молоко; фермент лактазы, закваска *Lactococcus lactis*; папайя; сахар.

Низколактозную кисломолочную массу выработывали по технологии, разработанной в ФГБОУ ВО «МГУПП» при участии аспирантки Нгуен Бао Тъау. Она включала следующие операции: приемку и оценку качества сырья и ингредиентов по рецептуре; подготовку сырья; пастеризацию; гидролиз молока, заквашивание; сквашивание; прессование сгуста; гомогенизацию, фасовку; реализацию готового продукта.

Результаты исследования опытных образцов низколактозной кисломолочной массы, воспроизводимости технологии в производственных условиях АО «Kharpharco» подтвердили адекватность рецептуры и технологического процесса, разработанного аспиранткой ФГБОУ ВО «МГУПП» Нгуен Бао Тъау и могут быть рекомендованы к внедрению в производство.

Директор по производству АО «Kharpharco»		Чан Тхи Кань
К.т.н., доц. Нячангский университет «NTU»		Нгуен Ван Хой
К.т.н. Нячангский университет «NTU»		Дао Ван Тхуан
Аспирантка ФГБОУ ВО «МГУПП»		Нгуен Бао Тъау

**BIÊN BẢN**  
**sản xuất công nghiệp phô mai tươi ít lactose với đu đủ**

Hội đồng bao gồm Giám đốc sản xuất Trần Thị Cảnh của Công ty Cổ phần "Khapharco" thành phố Nha Trang (Việt Nam) và các cán bộ của Trường Đại học Nha Trang – Nha Trang University "NTU" (Việt Nam): PGS., Tiến sĩ Nguyễn Văn Hợi, Tiến sĩ Đào Văn Thuận, nghiên cứu sinh Nguyễn Bảo Châu của trường Đại học Công nghệ Thực phẩm Mátxcova "MGUPP" đã xác lập biên bản này, theo đó trong khoảng thời gian từ ngày 07.02.2022. đến 10.02.2022 đã sản xuất 1 lô phô mai tươi thực nghiệm ít lactose kết hợp đu đủ với khối lượng 1000 kg, tiến hành đánh giá cảm quan, nghiên cứu các chỉ tiêu hóa lý và chỉ tiêu an toàn thực phẩm.

Đề sản xuất phô mai tươi ít lactose với đu đủ, các nguyên liệu sau đã được sử dụng theo công thức do Nguyễn Bảo Châu xây dựng: sữa uống; men lactase, men Lactococcus lactis; đu đủ; đường.

Phô mai tươi ít lactose được sản xuất theo quy trình công nghệ được phát triển tại MGUPP với sự tham gia của nghiên cứu sinh Nguyễn Bảo Châu. Bao gồm các công đoạn sau: nghiệm thu và đánh giá chất lượng nguyên liệu và thành phần theo công thức; chuẩn bị nguyên liệu; thanh trùng; thủy phân sữa, lên men; làm chín; ép sữa đông; đồng nhất hóa, đóng gói; tiêu thụ thành phẩm.

Kết quả nghiên cứu các mẫu thử nghiệm phô mai tươi ít lactose, khả năng tái tạo của công nghệ trong điều kiện sản xuất của Công ty cổ phần "Khapharco" đã xác nhận tính phù hợp của công thức và quy trình công nghệ được phát triển bởi nghiên cứu sinh Nguyễn Bảo Châu của Trường Đại học Công nghệ Thực phẩm Mátxcova "MGUPP" và có thể được khuyến nghị để triển khai trong sản xuất.

Giám đốc sản xuất Công ty Cổ phần «Khapharco»		Trần Thị Cảnh
PGS., Tiến sĩ Đại học Nha Trang «NTU»		Nguyễn Văn Hợi
Tiến sĩ Đại học Nha Trang «NTU»		Đào Văn Thuận
Nghiên cứu sinh trường «MGUPP»		Nguyễn Bảo Châu

Được xác nhận bởi Giám đốc sản xuất  
Công ty Cổ phần "Khapharco"  
Ngày 10 tháng 02 năm 2022



Trần Thị Cảnh



## BIÊN BẢN

## đánh giá cảm quan phô mai tươi ít lactose với đu đủ

Hội đồng bao gồm Giám đốc sản xuất Trần Thị Cảnh của Công ty Cổ phần "Khapharco" thành phố Nha Trang (Việt Nam) và các cán bộ của Trường Đại học Nha Trang – Nha Trang University "NTU" (Việt Nam): PGS., Tiến sĩ Nguyễn Văn Hợi, Tiến sĩ Đào Văn Thuận, nghiên cứu sinh Nguyễn Bảo Châu của khoa "Công nghệ sữa, các sản phẩm sữa probiotic và sản xuất phô mai" - trường Đại học Công nghệ Thực phẩm Mátxcova "MGUPP" đã xác lập biên bản này, theo đó trong điều kiện sản xuất của công ty cổ phần "KHAPHARCO" vào ngày 10.02.2022 đã sản xuất 1 lô phô mai tươi thực nghiệm ít lactose kết hợp đu đủ.

Phô mai tươi ít lactose được sản xuất theo quy trình công nghệ được phát triển tại trường "MGUPP" với sự tham gia của nghiên cứu sinh Nguyễn Bảo Châu và đã được tiến hành đánh giá cảm quan những mẫu mới chế biến vào ngày 11 tháng 02 năm 2022 và cuối hạn sử dụng vào ngày 07 tháng 03 năm 2022.

Kết quả đánh giá cảm quan được trình bày trong bảng. Việc đánh giá được thực hiện có tính đến các đặc tính của sản phẩm và hệ thống 30 điểm để đánh giá phô mai tươi.

Bảng - Đánh giá cảm quan phô mai tươi ít lactose với đu đủ

Chỉ tiêu	Đặc tính	Đánh giá mẫu đối chứng, điểm	Đánh giá mẫu mới chế biến, điểm	Đánh giá mẫu vào cuối hạn sử dụng, điểm
Hình thức và màu sắc	Màu trắng pha chút vàng của đu đủ, đồng nhất trên toàn bộ mẫu.	4	4	4
Cấu trúc và độ đặc	Đồng nhất, độ đặc vừa phải. Đu đủ xay nhuyễn được chấp nhận xuất hiện trong mẫu.	9	9	8
Mùi và vị	Tinh khiết, vị sữa chua với dư vị và mùi nhẹ của đu đủ.	15	15	14
Đóng gói và dán nhãn	Đáp ứng các yêu cầu.	2	2	2
Tổng		30	30	28

Dựa trên kết quả thử nghiệm, hội đồng đã xác định phô mai tươi ít lactose với đu đủ được phát triển bởi nghiên cứu sinh Nguyễn Bảo Châu của Khoa "Công nghệ sữa, các sản phẩm sữa probiotic và sản xuất phô mai" - Đại học Công nghệ Thực phẩm Mátxcova "MGUPP" có đặc điểm cảm quan cao cả khi mới chế biến cũng như trong ngày hết hạn và có thể được khuyến nghị để sử dụng trong công nghiệp.

Giám đốc sản xuất Công ty Cổ phần «Khapharco» Trần Thị Cảnh  
 PGS., Tiến sĩ Đại học Nha Trang «NTU» Nguyễn Văn Hợi  
 Tiến sĩ Đại học Nha Trang «NTU» Đào Văn Thuận  
 Nghiên cứu sinh trường «MGUPP» Nguyễn Bảo Châu

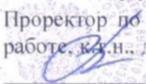
Được xác nhận bởi Giám đốc sản xuất  
 Công ty Cổ phần "Khapharco"  
 Ngày 07 tháng 03 năm 2022



Trần Thị Cảnh

**Акт о внедрении научных исследований в учебный процесс**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор по учебно-воспитательной работе, к.т.н., доц.  
  
Бикбулатова А.А.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**АКТ О ВНЕДРЕНИИ**

научных исследований в учебный процесс подготовки бакалавров по направлению 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения (Технология молока и молочных продуктов)» и магистров по направлению 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения (Высокотехнологичные производства мясных и молочных продуктов нового поколения для эффективного здоровьесбережения)» Института прикладной биотехнологии имени академика РАН И.А. Рогова ФГБОУ ВО «МГУПП»

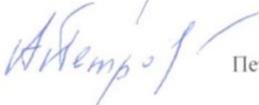
**аспиранта Нгуен Бао Тъау**

Мы, нижеподписавшиеся, директор института прикладной биотехнологии имени академика РАН И.А. Рогова, д.т.н., профессор Данильчук Т.Н., заведующий кафедрой «Технологии молока, пробиотических молочных продуктов и сыроделия» д.т.н., академик РАН Петров А.Н., профессор, д.т.н., профессор Тихомирова Н.А. и аспирант Нгуен Бао Тъау, посвященные получению низколактозных молочных продуктов, используются в учебном процессе, а именно: в лекционных курсах, при проведении лабораторных и практических занятий по дисциплинам: «Биотехнологические основы молока, кисломолочных пробиотических продуктов и сыров» и «Высокотехнологичные процессы в производстве детских продуктов на молочной основе», в рамках подготовки бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Продукты питания животного происхождения».

Директор института прикладной биотехнологии имени академика РАН И.А. Рогова, д.т.н., профессор

 Данильчук Т.Н.

Заведующий кафедрой «Технология молока, пробиотических молочных продуктов и сыроделия» д.т.н., академик РАН

 Петров А.Н.

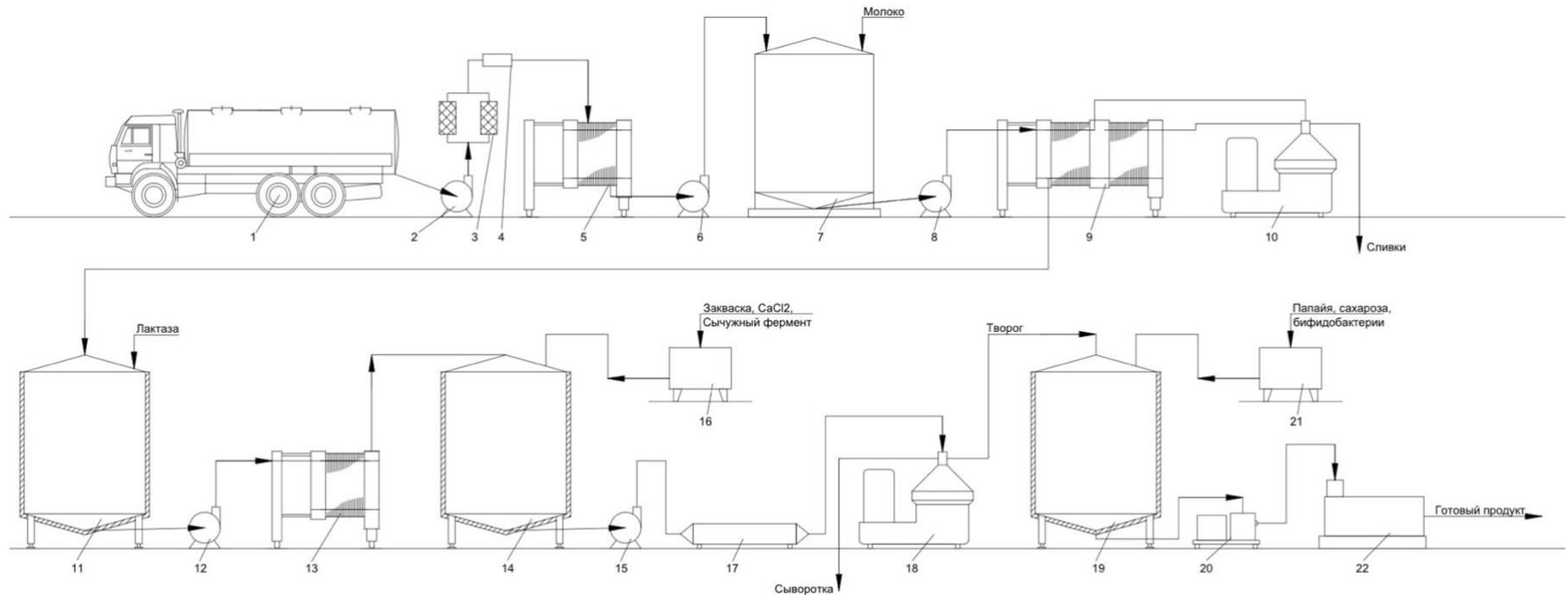
Профессор кафедры «Технология молока, пробиотических молочных продуктов и сыроделия», д.т.н., профессор

 Тихомирова Н.А.

Аспирант кафедры «Технология молока, пробиотических молочных продуктов и сыроделия»

 Нгуен Бао Тъау

**Машинно-аппаратурная схема производства низколактозной творожной массы с пюре папайи**



Список оборудования:

- |   |  |
|---|--|
| <p>1 – автомолцистерна;<br/>                 2 – центробежный насос для молока;<br/>                 3 – сетчатый фильтр;<br/>                 4 – счетчик;<br/>                 5 – пластинчатый охладитель молока;<br/>                 6 – центробежный насос для молока;<br/>                 7 – емкость хранения и нормализации молока;<br/>                 8 – центробежный насос для молока;<br/>                 9 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка;<br/>                 10 – сепаратор-нормализатор;<br/>                 11 – резервуар для гидролиза лактозы;</p> | <p>12 – центробежный насос;<br/>                 13 – пластинчатый охладитель до температуры заквашивания;<br/>                 14 – емкость заквашивания и сквашивания;<br/>                 15 – центробежный насос для сквашенного низколактозного молока;<br/>                 16 – асептический узел внесения закваски, сычужного фермента и CaCl<sub>2</sub>;<br/>                 17 – трубчатый теплообменник;<br/>                 18 – сопловый сепаратор;<br/>                 19 – емкость хранения низколактозного творога;<br/>                 20 – роторный насос для низколактозного творога;<br/>                 21 – подготовка компонентов (папайя, сахароза, бифидобактерии);<br/>                 22 – фасовочный аппарат</p> |
|---|--|

## Сертификаты участия конференций



### CERTIFICATE

THIS IS TO CERTIFY THAT

**E I TITOV, N A TIKHOMIROVA, B C NGUYEN, M I SLOZHENKINA, N I MOSOLOVA**

participated in the III International Scientific Conference "AGRITECH-III - 2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies" in June, 2020 | Volgograd - Krasnoyarsk, Russia

The research paper «**Research of lactose hydrolysis depending on the type of the enzyme**» has been reviewed by the Editorial Board, accepted to the Conference Proceedings and sent to IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences (EES) for further publishing.



**IGOR KOVALEV**  
SCIENTIFIC SUPERVISOR OF  
«AGRITECH-III - 2020»,  
CHIEF EDITOR OF THE VOLUME,  
DOCTOR OF TECHNICAL SCIENCES,  
PROFESSOR

