Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение

Высшего Профессионального Образования

«Северо-Кавказский Государственный Технический Университет»

УДК 637.146 На правах рукописи



**Пашина Елена Юрьевна**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ**

**ИЗ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ**

с **ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛАКТОЗЫ**

Специальность; 05.18.04 - Технология мясных, молочных и рыбных

продуктов и холодильных производств

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук,

профессор, академик РАСХН

Храмцов А. Г.

Ставрополь-2012

**СОДЕРЖАНИЕ**

стр.  
**ВВЕДЕНИЕ** 5

**ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ** 8 **ИССЛЕДОВАНИЙ**

1.1 Характеристика вторичного молочного сырья как объекта  
исследований для производства напитков 8

1. Необходимость и возможность производства напитков на основе вторичного молочного сырья с пониженным содержанием лактозы 16
2. Существующий ассортимент низколактозных продуктов 24
3. Способы снижения содержания лактозы в молочном сырье 28
4. Сбраживание лактозы молочнокислыми микроорганизмами 29
5. Элюирование лактозы 30
6. Мембранные методы обработки 35
7. Обоснование способа получения низколактозных продуктов

на основе ферментативного катализа 39

1.5 Обоснование выбора направления и задачи исследований 49

**ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ,  
ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ** 51

61

1. Организация работы и схема проведения исследований 51
2. Объекты исследований 52
3. Методы исследований 56
4. Математическое планирование и обработка результатов исследований

**ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ**

**ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ЛАКТОЗЫ ВО**

**ВТОРИЧНОМ МОЛОЧНОМ СЫРЬЕ** 64

**64**

3.1 Определение активности ферментов, используемых для гидролиза лактозы

3

1. Изучение направленного гидролиза лактозы в творожной сыворотке 65
2. Изучение направленного гидролиза в обезжиренном молоке 69

3.4 Исследование взаимного влияния технологических факторов на  
эффективность ферментативного гидролиза лактозы во вторичном  
молочном сырье 73

3.4.1 Оптимизация процесса гидролиза лактозы в творожной  
сыворотке 73

3.4.2 Оптимизация процесса гидролиза лактозы в обезжиренном  
молоке 77

3.5 Исследование влияния процесса гидролиза на физико-химические и  
органолептические показатели вторичного молочного сырья 80

**ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ**

**ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ**

**НАПИТКОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ** с 87 **ГИДРОЛИЗОВАННОЙ ЛАКТОЗОЙ**

1. Экспериментальное обоснование подбора заквасочных культур для производства напитка из творожной сыворотки 88
2. Экспериментальное обоснование подбора заквасочных культур для производства напитка из обезжиренного молока 92

4.3 Экспериментальное обоснование рецептуры комбинированного  
низколактозного напитка из творожной сыворотки и обезжиренного  
молока 97  
4.4. Изучение хранимоспособности образцов кисломолочных напитков

из вторичного молочного сырья с пониженным содержанием лактозы **ЮО**

**ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИИ НАПИТКОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ С РЕГУЛИРУЕМЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛАКТОЗЫ И** 104 **ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

**105**

1. Разработка аппаратурно-процессовой и технологической схемы производства кисломолочных напитков из вторичного молочного сырья с пониженным содержанием лактозы
2. Оценка экономической эффективности производства напитков из творожной сыворотки и обезжиренного молока с пониженным содержанием лактозы 114

5.2.1 Маркетинговые исследования напитков из вторичного  
молочного сырья 114

5.2.2 Расчет себестоимости низколактозных напитков из  
вторичного молочного сырья 118

5.3 Безопасность с элементами ХАССП производства новых продуктов 127

5.3.1 Определение рисков и критических контрольных точек при  
производстве низколактозных напитков из вторичного молочного  
сырья 127

[5.3.2 Анализ опасных факторов по системе ХАССП 128](#bookmark0)**ВЫВОДЫ** 134  
[**СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ** 136](#bookmark1)[**ПРИЛОЖЕНИЯ** 150](#bookmark2)

ВЫВОДЫ

1. На основании анализа современных тенденций развития  
молочной промышленности и пищевой биотехнологии обосновано  
применение творожной сыворотки и обезжиренного молока для производства  
низколактозных напитков.

1. В соответствии с особенностями вторичного молочного сырья подобраны ферментные препараты для проведения ферментативного гидролиза лактозы. Для творожной сыворотки - препарат грибной Р-галактозидазы «Лактоканесцин Г20х», для обезжиренного молока -препарат дрожжевой Р-галактозидазы «Ha-Lactase».
2. Получены математические модели, адекватно описывающие процесс ферментативного гидролиза лактозы в творожной сыворотке и обезжиренном молоке. Установлены оптимальные параметры протекания процесса гидролиза лактозы во вторичном молочном сырье. Рациональными рабочими режимами процесса ферментации, обеспечивающими (75-85) %-ю степень гидролиза, являются следующие: для творожной сыворотки температура (50±2) °С, продолжительность процесса 3 часа; для обезжиренного молока -температура (31±2) °С, продолжительность процесса (3-3,5) часа.
3. Подобраны оптимальные виды молочнокислых микроорганизмов для сквашивания низколактозных творожной сыворотки и обезжиренного молока. Наиболее эффективной для данных видов сырья явилась комбинированная закваска на основе *Str. thermophilus* и *Lbm. bulgaricum* (1:2). Продолжительность сквашивания составила (3,5-4) часа до кислотности (80±2) °Т. Установлено, что процесс сквашивания в низколактозном вторичном молочном сырье протекает быстрее, чем в негидролизованном, за счет ускоренного кислотообразования в ходе сбраживания образовавшейся глюкозы.
4. Экспериментально подтверждено, что кисломолочные напитки из вторичного молочного сырья с гидролизованной лактозой отличаются

**135**

минимальным содержанием молочного сахара (менее 0,1 %) и высокими органолептическими показателями.

1. Результаты экспериментальных исследований положены в основу разработки рецептур и технологии кисломолочных напитков из вторичного молочного сырья с пониженным содержанием лактозы. По результатам исследований и опытно-промышленных выработок разработан стандарт организации на производство кисломолочных напитков из вторичного молочного сырья с пониженным содержанием лактозы, а также получен патент РФ № 2441390, опубл. 10.02.2012 г.
2. Определение рисков и критических контрольных точек с использованием принципов ХАССП для разработанных технологий подтвердили их полную безопасность.

Маркетинговая и технико-экономическая оценка разработанных технологий низколактозных напитков из творожной сыворотки и обезжиренного молока подтвердила их безотходность и конкурентоспособность.