На правах рукописи

**СОКОЛОВА ОЛЬГА ВЯЧЕСЛАВОВНА**

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СКВАШЕННОГО МОЛОЧНО-ОВСЯНОГО ПРОДУКТА

Специальность 05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

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

МОСКВА 2013

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии)

**Научный руководитель:** доктор технических наук
Семенихина Вера Филатовна

**Официальные оппоненты:** Антипова Татьяна Алексеевна
доктор биологических наук,
главный научный сотрудник
НИИДП Россельхозакадемии

Положишникова Марина Александровна
кандидат технических наук,
доцент кафедры товароведения
и товарной экспертизы Российской
экономической академии
им. Г.В. Плеханова

**Ведущая организация:** Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии (ГНУ ВНИИПБТ) Россельхозакадемии

Защита диссертации состоится «25» июня 2013 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета ДМ 006.021.01 при Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В.М. Горбатова Россельхозакадемии по адресу 109316, Москва, ул. Талалихина, д.26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНУ ВНИИМП им. В. М. Горбатова Россельхозакадемии

Автореферат разослан «23» мая 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник А.Н. Захаров

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы**

В последние годы ассортимент разрабатываемых и выпускаемых продуктов функционального питания значительно увеличивается. Это связано с необходимостью обеспечения населения полноценным питанием. Для достижения показателей полноценности питания, согласно принципам трофологии, в ежедневном рационе человека должны присутствовать в достаточных количествах жиры, белки, углеводы и пищевые волокна.

Путем внесения определенных добавок и ингредиентов в продукт достигается возможность направленного воздействия на организм. Таким образом, ему придаются профилактические или функциональные свойства. Известно положительное влияние на организм молочных, в особенности – кисломолочных продуктов. Молочнокислые микроорганизмы способствуют выработке комплекса жизненно-необходимых веществ.

Вопросами создания и всестороннего изучения молочных, кисломолочных и молокосодержащих продуктов функциональной направленности занимались многие ученые, среди которых можно отметить Гаврилова Г.Б., Ганину В.И., Донскую Г.А., Евдокимова И. А., Зобкову З.С., Королеву Н.С., Мусину О.Н., Остроумова Л.А., Рожкову И.В., Семенихину В.Ф., Тихомирову Н.А., Харитонова В.Д., Ozer B.H, Zeimer C.J и многих других.

Многочисленными исследованиями доказан взаимно-положительный эффект от комбинирования животных и растительных компонентов в продуктах питания. Их сочетания позволяют дополнять продукты недостающими биологически активными веществами.

Разработки в этой области отнесены к новому направлению создания так называемых поликомпонентных продуктов питания. Особое место принадлежит пищевым продуктам с зерновыми ингредиентами.

В связи с вышеизложенным разработка сквашенного поликомпонентного продукта на молочно-овсяной основе является актуальным направлением исследования.

**Целью** диссертационной работы является разработка технологии сквашенного продукта на молочно-овсяной основе, отвечающего комплексу заданных свойств.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**:

- провести анализ научно-технической и патентной информации по проблеме;
- определить и научно обосновать композиционный состав и соотношения компонентов молочно-овсяной основы (субстрата); подобрать заквасочные культуры и определить дозу внесения закваски;
- определить рациональные температурно-временные режимы производства;
- провести реологические исследования вариантов продукта, определить его аминокислотный и витаминный состав;
- исследовать комплекс показателей качества и безопасности вариантов разработанного продукта в процессе хранения; обосновать его срок годности;
- разработать комплект ТД.

**Научная новизна**

Установлено, что экструдированная мука в сквашенном продукте выполняет функции структурообразователя дисперсной системы, вещества-обогатителя белками, витаминами и обеспечивает молочнокислые микроорганизмы питательными веществами для роста и развития в условиях с пониженным содержанием молока.

Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что оптимальный состав сквашиваемого субстрата и выбранный вид заквасочной микрофлоры обеспечивает сбалансированный аминокислотный состав продукта.

Впервые научно обоснована и практически реализована технология поликомпонентного сквашенного продукта на молочно-овсяной основе с пониженным содержанием в ней молока.

**Практическая значимость**

Разработана технология сквашенного продукта «АВЕНАЛАКТ» на основе молока, воды и овсяной экструдированной муки с требуемым комплексом показателей.

На основании результатов исследования органолептических, микробиологических и физико-химических показателей обоснован и рекомендован срок годности продукта – 5 суток.

Разработан и утвержден комплект технической документации - «Продукт кисломолочный АВЕНАЛАКТ» ТУ 9222-505-00149785-13.

Осуществлен выпуск опытной партии разработанного продукта на ЗАО «Дмитровский молочный завод».

Получен патент на изобретение «Способ производства сквашенного молокосодержащего овсяного пищевого продукта» № 2453133.

Подана заявка на торговый знак «АВЕНАЛАКТ» №2012735895 от 17.10.2012.

**Апробация работы**

Результаты работы доложены на: Международной научно-практической конференции «Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Волгоград, 2010г.); Первом Международном конгрессе «Экологическая, продовольственная и медицинская безопасность человечества» (Москва, 2011 г.); Международной научно-практической конференции «Новые подходы к разработке и реализации конкурентоспособных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Волгоград, 2012г.); 6-ой Конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии:

«Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности».

Научно-исследовательская работа удостоена второго места в конкурсе 6-ой Конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения «Хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии: «Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности».

**Публикации**

По основным материалам исследований опубликовано 10 печатных работ, из которых 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК.

**Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методической части, экспериментальной части, состоящей из 6 разделов и содержащей результаты и обсуждение полученных данных, выводов, списка использованных источников отечественных и зарубежных авторов, включающих 159 наименований работ.

Диссертация изложена на 126 страницах, содержит 18 таблиц, 44 рисунка и 6 приложений.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы работы, сформулирована ее научная новизна, практическая значимость, определены направления достижения поставленной цели.

**Глава 1. Состояние проблемы**

Рассмотрены особенности функциональных продуктов питания, роль, научные и практические аспекты производства и использования пробиотических культур для молочных продуктов. Рассмотрены и проанализированы особенности использования нестандартных растительных объектов в производстве молокосодержащих сквашенных продуктов.

Сделаны выводы о перспективности и целесообразности разработки сквашенных продуктов на молочно-мучной основе для здорового питания.

## Глава 2. Организация проведения исследований. Объекты и методы исследований

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук в рамках конкурса-гранта поисковых работ «Эстафета поколений» ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии.

Блок исследований по определению аминокислотного состава экспериментальных образцов осуществляли на базе центра коллективного пользования ГНУ ВНИИМП им. В. М. Горбатова Россельхозакадемии.

Объектами исследований служили молоко восстановленное обезжиренное; молоко обезжиренное; мука овсяная экструдированная; штаммы (Streptococcus thermophilus 6КБ, Lactobacillus bulgaricus Л 37/7, Lactobacillus acidophilus 20Т, Lactobacillus acidophilus 168) и закваски (КДс, АТС, ТОН) из коллекции Центральной лаборатории микробиологии ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии на обезжиренном молоке; сиропы плодов лекарственных растений (клюква, облепиха, красная рябина, арония, черника, шиповник, красная смородина, чернослив и другие); варианты смесей молока с водой; варианты основы для субстрата с добавлением экструдированной овсяной муки; сквашенные варианты субстрата с сиропами и без сиропов.

В работе использовались общепринятые стандартные, современные и оригинальные методы исследований.

Активную кислотность определяли с использованием pH-метра-милливольтметра по ГОСТ 26781-85. Плотность - ареометрическим методом по ГОСТ 3625-84. Динамическую вязкость - на приборе «Реотест». Степень синерезиса – методом отстоя. Массовую долю белка - по ГОСТ Р 53951-2010 методом Кьельдаля. Массовую долю влаги - по ГОСР 3626-73. Массовую

долю жира по ГОСТ 5867-90. Массовую долю углеводов - по ГОСТ 3628-78 поляриметрическим методом. Массовую долю золы - по ГОСТ Р 51466-99. Количество витамина С- по ГОСТ 30627.2-98. Количество витамина $B_1$ - по ГОСТ 30627.5-98. Количество витамина $B_2$ - по ГОСТ 30627.6-98. Количество витамина $B_2$ и $B_{12}$ определяли в соответствии с МР 01-19/137-17-95 «Методические рекомендации по инверсионно - вольтамперометрическому определению токсичных элементов, витаминов в продуктах питания, продовольственном сырье, косметических изделиях и детских игрушках». Подготовку проб осуществляли по ГОСТ Р 50929-96.Определение аминокислотного состава проводили по методике определения содержания свободных и связанных в белке аминокислот методом ВЭЖХ (высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием автоматического аминокислотного анализатора типа LC 3000 фирмы "Eppendorf-Biotronic" (Германия). Количество клеток - по ГОСТ 10444.11-89. Количество БГКП - по ГОСТ 53430-2009. Количество дрожжей и плесневых грибов - по ГОСТ 10444.12-88. Патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии рода Salmonella - ГОСТ Р 52814-2007. Staphylococcus aureus определяли по ГОСТ 30347-97.Микроскопические исследования проводили с использованием микроскопа Olympus BX50 с объективом Ach 20x/0,40 Phz/ (разрешающая способность 0,84 мкм). Органолептические исследования - традиционным методом и с использованием специально разработанной шкалы, учитывающей особенности продукта.

Обработка результатов измерений выполнена с использованием методов математической статистики. Повторность проведения опытов не менее чем трех-пятикратная. Статистическая обработка и обобщение экспериментальных данных осуществлялась с использованием персонального компьютера с помощью программ «Microsoft Excel», «Statistica», «CurveExpert».

Схема проведения исследований представлена на рис.1

Рис. 1. Схема проведения исследований.

1-органолептические показатели; 2 – pH; 3-плотность; 4-вязкость; 5-синерезис; 6-белок; 7-влага; 8-жир; 9-углеводы; 10-зола; 11-энергетичекая ценность; 12-витамин С; 13-витамин $B_1$; 14-витамин $B_2$; 15-витамин $B_6$; 16-витамин $B_{12}$; 17-аминокислотный состав; 18-молочнокислые микроорганизмы; 19-БГКП; 20-дрожжи и плесневые грибы; 21-Salmonella; 22-St. aureus; 23-микроскопирование

## Глава 3. Экспериментальная часть

### 3.1. Определение рационального соотношения компонентов субстрата и выбор заквасочной культуры для производства сквашенного продукта на молочно-овсяной основе

Для проведения исследований в рамках настоящей работы были сформулированы основные требования к разрабатываемому продукту и, соответственно к его сквашиваемой основе, называемой в работе «субстрат»:

- в составе субстрата должно быть молоко и зерновой или крупяной ингредиент;
- субстрат должен быть достаточно жидким для возможности равномерного распределения закваски по его объему;
- состав субстрата должен обеспечивать молочнокислые микроорганизмы достаточным количеством питательных веществ для их развития;
- субстрат и продукт должны обладать однородной и стабильной консистенцией;
- сквашенный продукт должен обладать приятным вкусом, ароматом и консистенцией;
- аминокислотный состав продукта должен быть сбалансированным и полноценным при условии пониженного содержания молочного белка;
- массовая доля жира не должна превышать 1%.

Для определения оптимального соотношения компонентов субстрата и выбора заквасочной культуры было создано 35 вариантов продукта с различным соотношением молока и воды в жидкой основе. В образцы вносили закваску в количестве 20% и сквашивали при температуре, оптимальной для выбранных заквасок в течение 5 часов.

Для каждой из использованных заквасок смоделированы разные субстраты с количеством молока в его основе от 0 до 100%. Во все образцы внесена мука в количестве 9%. Каждому образцу присвоено условное обозначение, состоящее из буквенного обозначения, указывающего на закваску и цифры, показывающей количество молока в основе для субстрата.

Таблица 1 - Условные обозначения опытных образцов и их состав

| Закваска | Состав основы для субстрата, (молоко,% / вода,%), мука,% | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | (100/0), 9 | (75/25), 9 | (50/50), 9 | (25/75), 9 | (0/100), 9 |
| | Условные обозначения образцов | | | | |
| штамм Streptococcus thermophilus 6КБ | Т-100 | Т-75 | Т-50 | Т-25 | Т-0 |
| штамм Lactobacillus bulgaricus Л 37/7 | Б-100 | Б-75 | Б-50 | Б-25 | Б-0 |
| штамм Lactobacillus acidophilus 20Т | А(20Т)-100 | А(20Т)-75 | А(20Т)-50 | А(20Т)-25 | А(20Т)-0 |
| штамм Lactobacillus acidophilus 168 | А(168)-100 | А(168)-75 | А(168)-50 | А(168)-25 | А(168)-0 |
| закваска, состоящая из Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis | С-100 | С-75 | С-50 | С-25 | С-0 |
| закваска, состоящая из Lactobacillus acidophilus, Streptococcus thermophilus | АТС-100 | АТС-75 | АТС-50 | АТС-25 | АТС-0 |
| закваска, состоящая из Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis, Acetobacter subsp. aceti, Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii | ТОН-100 | ТОН-75 | ТОН-50 | ТОН-25 | ТОН-0 |

Для анализа сквашенных образцов была разработана рабочая шкала оценки органолептических показателей, адаптированная к особенностям продукта, с использованием которой проведено исследование полученных сквашенных образцов (рисунок 2).

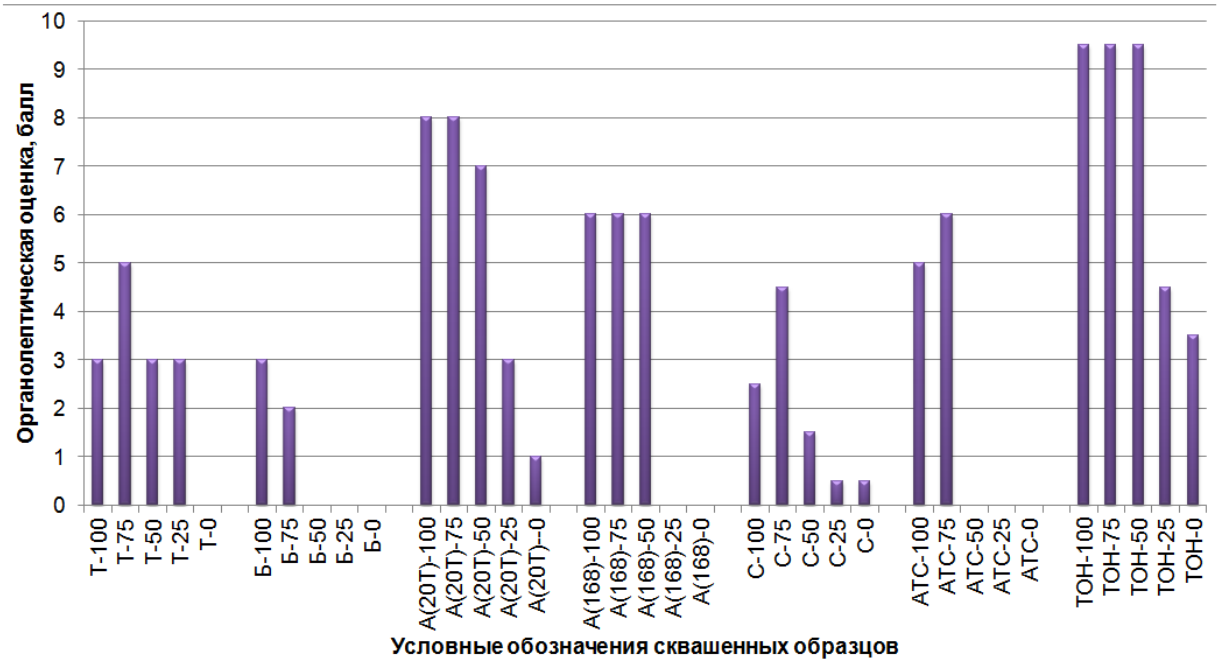


Рисунок 2. - Органолептическая оценка образцов

Анализ полученных данных показал отсутствие появления надосадочной жидкости во всех образцах. После сквашивания им был присущ кислый вкус и овсяный привкус, при этом худшие органолептические показатели отмечены при использовании заквасок болгарской палочки штамм Л 37/7, закваски для сметаны КДс и термофильного стрептококка штамм 6КБ. Более высокие показатели были отмечены при использовании заквасок АТС и ацидофильной палочки штамм 168. Наилучшую органолептическую оценку получили образцы, полученные с использованием закваски ацидофильной палочки штамм 20Т и закваски ТОН.

При оптимизации рецептурного состава субстрата в образцах варьировали соотношения молока, воды, количество вносимой муки и количество используемой закваски, в качестве откликов - результаты исследования плотности и степени синерезиса.

В результате исследования получены ковровые диаграммы, представленные на рисунках 3 и 4, анализ которых позволил определить область оптимальных соотношений компонентов субстрата.

**Плотность (z), кг/м3** = 1015,3427+2,2246*x-7,1689*y-0,0088*x*x-0,0465*x*y+0,5831*y*y

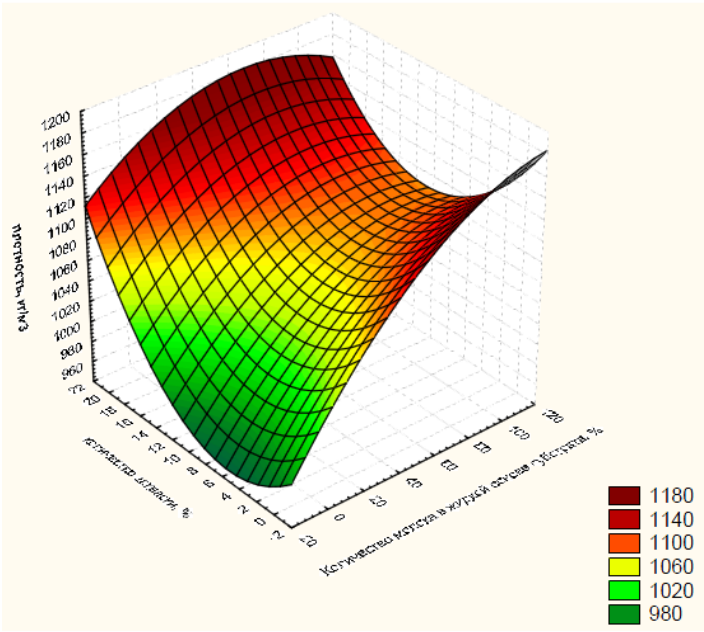


Рисунок 3.– Ковровая диаграмма зависимости плотности сквашенного субстрата от количества молока в смеси и дозы внесенной закваски

**Степень синерезиса, %** = 12,8521-0,9544*x +3 ,9908*y + 0,0089*x* x- 0,0206*x*y- 0,0872*y*y

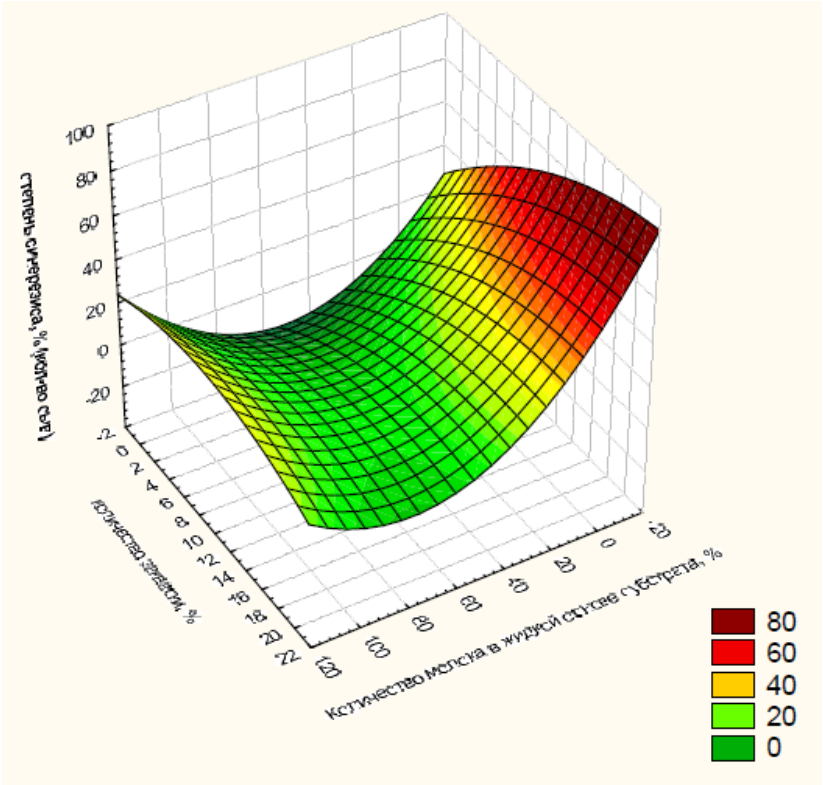


Рисунок 4. – Ковровая диаграмма зависимости степени синерезиса сквашенного субстрата от количества молока в смеси и дозы внесенной закваски

По результатам проведенных исследований, разработана рецептура субстрата с минимальным количеством молока и дозой закваски (табл.2).

Таблица 2 - Рецептура сквашенного молочно-овсяного продукта

| Наименование сырья | Рецептура |
|---|---|
| 1. Молоко обезжиренное, кг | 442 |
| 2. Вода, кг | 424 |
| 3. Экструдированная овсяная мука, кг | 86 |
| 4. Закваска на обезжиренном молоке, кг | 48 |
| Итого, кг: | 1000 |

### 3.2. Исследование влияния вида закваски на кислотообразующую активность молочно-овсяной основы

Для сквашивания вариантов субстратов были приняты условия, являющиеся оптимальными для роста и развития микрофлоры этих заквасок, а именно – 42±2°С для закваски ацидофильной палочки и 32±2°С для закваски ТОН. Результаты исследования представлены на рисунках 5 и 6.

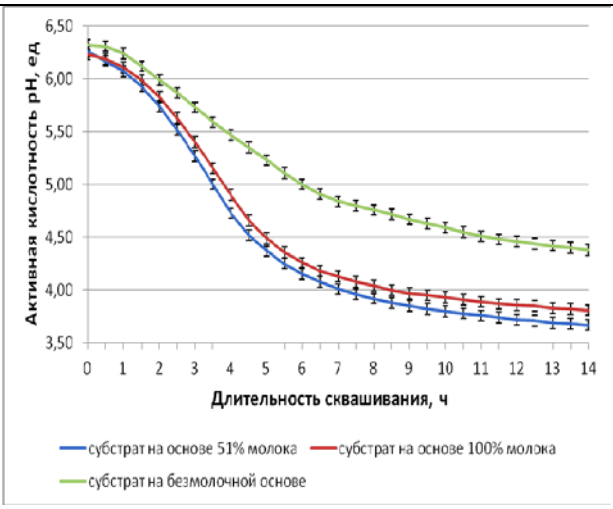


Рисунок 5. – Динамика изменения pH в образцах, сквашенных закваской ацидофильной палочки 20Т

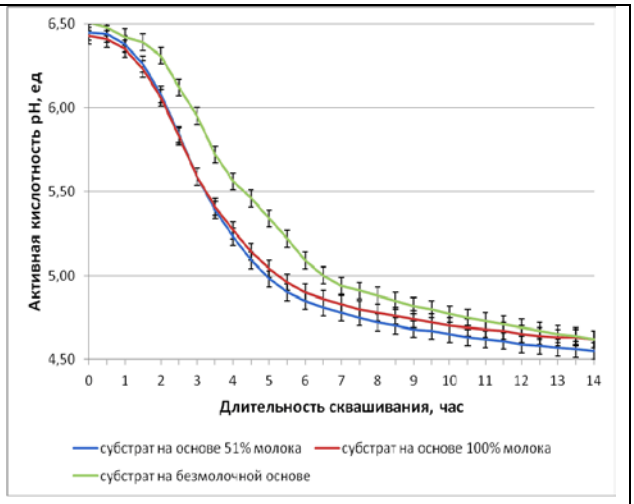


Рисунок 6. – Динамика изменения pH в образцах, сквашенных закваской ТОН

Таким образом, определено время сквашивания - 6±0,5 часов при рекомендованных режимах культивирования для выбранных заквасок.

### 3.3. Исследование полезной микрофлоры сквашенных образцов вариантов субстрата

Поскольку сквашиваемая основа разрабатываемого продукта, по сравнению с основой традиционных кисломолочных продуктов, содержит в своем составе пониженное количество молока и экструдированную овсяную муку, то она является нетрадиционной средой для роста и развития молочнокислой микрофлоры.

Результаты количественного анализа молочнокислой микрофлоры опытных образцов представлены в таблице 3. Микрофотографии микроскопических препаратов представлены на рисунках 7. и 8.

Таблица 3. - Количество молочнокислых микроорганизмов сквашенных образцов субстрата на конец сквашивания.

| Количество молока в основе для субстрата, % | Используемая закваска | |
|---|---|---|
| | Ацидофильная палочка, КОЕ/см$^3$ | ТОН, КОЕ/см$^3$ |
| 0 (безмолочная) | не более $6{,}0\cdot10^6$ | не более $9{,}0\cdot10^6$ |
| 51 | не менее $2{,}5\cdot10^7$ | не менее $1{,}3\cdot10^7$ |
| 100 | не менее $6{,}0\cdot10^8$ | не менее $7{,}0\cdot10^8$ |

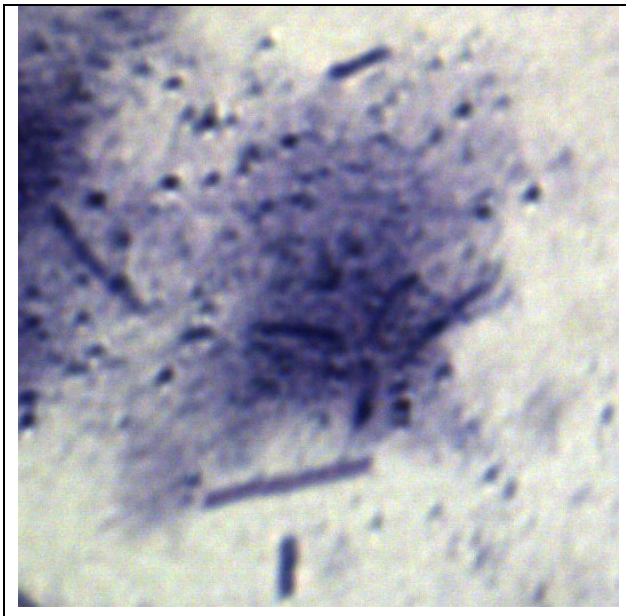

Рисунок 7. - Микроскопический препарат образца смеси молока с водой и добавлением овсяной экструдированной муки, сквашенных закваской ацидофильной палочки 20Т

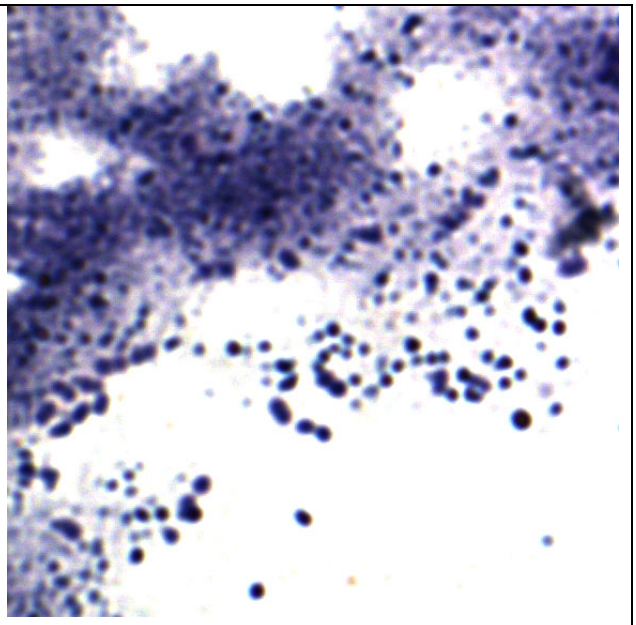

Рисунок 8. - Микроскопический препарат образца смеси молока с водой и добавлением овсяной экструдированной муки сквашенной закваской ТОН

Количество клеток молочнокислой микрофлоры составило не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ/см$^3$; в контрольных образцах на основе молока – не менее $1 \cdot 10^8$ КОЕ/см$^3$. Отмечено, что в образцах на основе безмолочного субстрата количество молочнокислых микроорганизмов достигало $10^6$ КОЕ/см$^3$.

Полученные данные свидетельствует о том, что в овсяной муке есть биодоступные для микроорганизмов ростовые вещества, способствующие более интенсивному развитию молочнокислой микрофлоры в условиях нетрадиционной для их развития среды.

Отработаны режимы, позволяющие получить образцы субстрата с требуемыми показателями. Первая ступень - это кратковременная пастеризация жидкой основы при температуре (91±1)°С с выдержкой 1 мин, после чего в неохлажденную жидкую основу вносят муку, размешивают до полного растворения муки и фильтруют. Затем проводят вторую ступень пастеризации с использованием выбранного режима (76±1°С с выдержкой 10 мин), после чего охлаждают.

Длительность сквашивания определяли по динамике активной кислотности и оценке количества молочнокислых микроорганизмов, которое

согласно «88-ФЗ» Технический регламент на молоко и молочную продукцию» должно составлять не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ в 1 $см^3$ продукта. Результаты исследования представлены на рисунке 9 и в таблице 4.

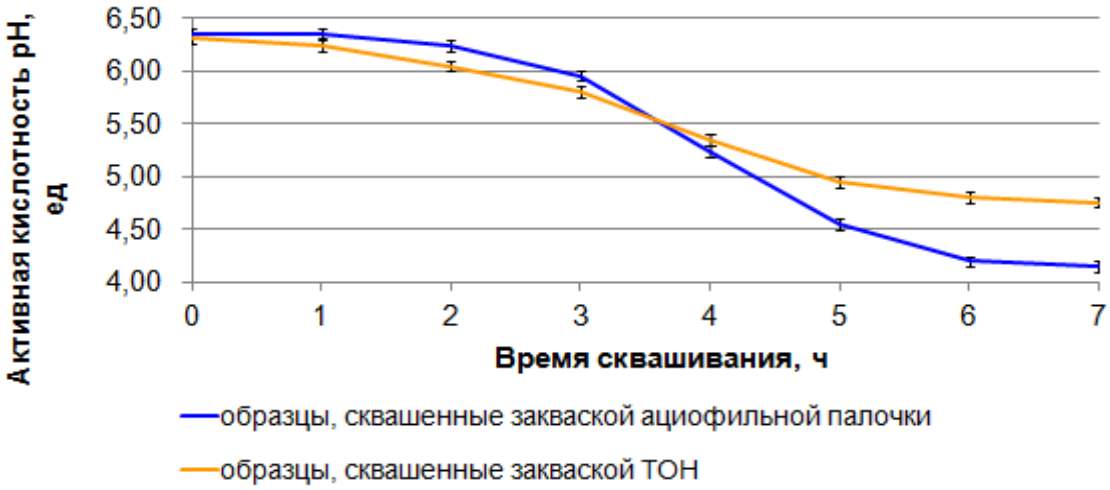


Рисунок 9. - Изменение активной кислотности образцов субстратов на основе 51% молока, сквашенных различными заквасками

Таблица 4. - Количество молочнокислых микроорганизмов в образцах сквашенного субстрата

| Наименование закваски | Длительность сквашивания образцов, ч | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 3 | 5 | 6 | 7 |
| | Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/$см^3$ | | | |
| ТОН | $1{,}3 \cdot 10^6$ -$6{,}0 \cdot 10^6$ | $6{,}0 \cdot 10^7$ -$1{,}2 \cdot 10^8$ | $1{,}2 \cdot 10^7$ -$2{,}5 \cdot 10^8$ | $1{,}3 \cdot 10^8$ -$2{,}5 \cdot 10^8$ |
| Ацидофильная палочка 20Т | $2{,}5 \cdot 10^6$ -$5{,}0 \cdot 10^6$ | $0{,}6 \cdot 10^7$ -$1{,}2 \cdot 10^7$ | $0{,}6 \cdot 10^7$ -$2{,}5 \cdot 10^7$ | $1{,}3 \cdot 10^7$ -$2{,}5 \cdot 10^7$ |

Как видно, из представленных данных, требуемое содержание молочнокислых микроорганизмов в сквашенном субстрате достигается через 5-6 ч сквашивания. После 7 ч сквашивания в них ощущается очень кислый вкус с сильным привкусом овса. Это определило рекомендуемую длительность сквашивания 5,5-6,5 ч.

При проведении органолептической оценки (рис. 10), выяснилось, что образцы, полученные с использованием закваски ацидофильной палочки, имеют тягучую консистенцию, присущую использованному штамму и излишне кислый вкус. Поэтому в дальнейшей работе от использования этой закваски было решено отказаться.

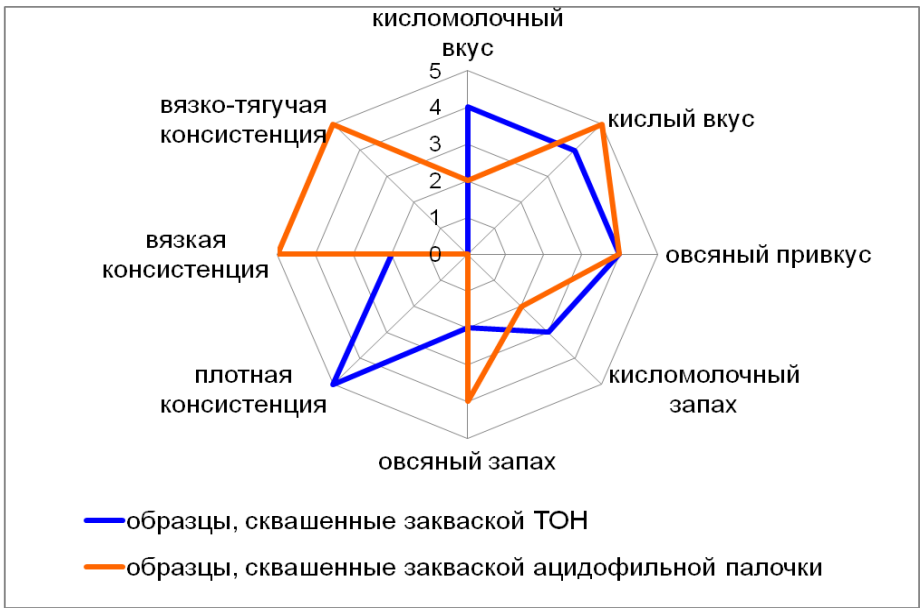


Рисунок 10 - Результат органолептической оценки сквашенных образцов

Образцы, полученные с использованием закваски ТОН, также обладают кислым вкусом и специфическим привкусом овсяной муки, но в меньшей степени, нежели с использованием закваски ацидофильной палочки 20Т. Привкусы решено нивелировать использованием сиропов лекарственных растений.

### 3.4. Определение вида и дозы вносимого сиропа на основе исследования органолептических показателей сквашенных образцов продукта

Исследованы варианты сквашенного молочно-овсяного продукта с 12 видами сиропов. В качестве критерия выбора сиропов были использованы органолептические показатели образцов продукта, для чего ранжированы особенности вкуса, запаха, внешнего вида и их оттенков.

Определено рациональное содержание всех исследованных сиропов, составившее 10%. В дальнейших исследованиях было решено использовать сироп шиповника.

Предложена рабочая гипотеза, что при внесении муки происходит обогащение молочно-водной основы субстрата белками, а впоследствии и сквашенного продукта. Для подтверждения этой гипотезы проведены исследования аминокислотного состава образцов, представленного в табл. 5.

Таблица 5. - Аминокислотный состав образцов, мг/100 г продукта.

| Определенные аминокислоты | Наименование образцов | | | |
|---|---|---|---|---|
| | молоко | сквашенное молоко | субстрат (46,4% молока, 44,5% воды, 9,1% муки) | сквашенный субстрат (43,7% молока, 42,8% воды, 8,5% муки, 5% закваски) |
| Аспарагиновая кислота | 393,615 | 307,585 | 231,159 | 222,174 |
| Треонин* | 168,021 | 128,768 | 105,792 | 103,514 |
| Серин | 160,785 | 175,522 | 135,256 | 138,357 |
| Глутаминовая кислота | 596,977 | 795,208 | 570,146 | 614,701 |
| Глицин | 79,664 | 90,307 | 85,049 | 80,326 |
| Аланин | 97,664 | 128,974 | 85,124 | 77,365 |
| Валин* + цистеин | 193,907 | 218,081 | 64,656 | 105,746 |
| Метионин* | 91,135 | 82,39 | 14,477 | 30,281 |
| Изолейцин* | 83,141 | 90,099 | 77,916 | 85,276 |
| Лейцин* | 280,32 | 291,926 | 224,942 | 228,014 |
| Тирозин | 126,052 | 131,9 | 87,418 | 115,398 |
| Фенилаланин* | 138,504 | 189,526 | 98,543 | 131,834 |
| Гистидин** | 164,43 | 153,036 | 120,783 | 116,588 |
| Лизин* | 299,023 | 261,645 | 106,183 | 104,606 |
| Аргинин** | 104,277 | 117,811 | 109,821 | 109,387 |
| Пролин | 314,804 | 344,178 | 183,854 | 150,071 |
| Итого | 3292,319 | 3506,956 | 2301,119 | 2413,638 |

* незаменимые аминокислоты

** незаменимые в детском возрасте аминокислоты

Как видно из представленных данных в продукте обнаружено 16 аминокислот, в том числе 9 незаменимых. Отмечено увеличение содержания 12 из 16 определенных аминокислот, а именно: аспарагиновой кислоты – на 44,5%; треонина – на 60,8%; серина – на 57,%; глутаминовой кислоты на 54,6%; глицина – на 77,9%; аланина – на 20%; изолейцина – на 89,3%; лейцина – на 56,2%;; тирозина – на 75%; фенилаланина – на 39%; гистидина – на 52,4%; аргинина – на 85,7%.

При анализе полученных аминограмм образцов без муки и с мукой как несквашенных, так и сквашенных, обнаружено, что при внесении муки продукт обогащается тремя аминокислотами – орто-фосфосерином, таурином и $\alpha$-амино-адипиновой кислотой.

Проведены реологические исследования образцов. Получены результаты определения динамической вязкости, выраженные в виде

зависимости эффективной вязкости от градиента скорости сдвига. Анализ полученных зависимостей позволяет сделать вывод о том, что необратимые деструктивные изменения сгустка происходят при значениях градиента скорости сдвига 24,3 $с^{-1}$. Различия вязкостей образцов с разным соотношением молока и воды в основе для субстрата, а также введение сиропов, не оказывают влияние на динамическую вязкость конечного продукта.

Проведены исследования витаминного состава продукта. Результаты исследования представлены в таблице 6.

Таблица 6. - Витаминный состав экспериментальных образцов

| Содержание витамина, мг/100 г | Молоко восстанов-ленное | Основа для субстрата (51% молока, 49% воды) | Субстрат (46,4% молока, 44,5% воды, 9,1% муки) | Сквашенный субстрат (43,7% молока, 42,8% воды, 8,5% муки, 5% закваски) |
|---|---|---|---|---|
| Витамин С | 0,42 | 0,21 | 0,56 | 1,12 |
| Витамин $B_1$ | 0,106 | 0,053 | 0,188 | 0,192 |
| Витамин $B_2$ | 0,029 | 0,015 | 0,014 | 0,014 |
| Витамин $B_6$ | 0,007 | 0,004 | 0,013 | 0,012 |
| Витамин $B_{12}$ | 0,122 | 0,061 | 0,156 | 0,155 |

Из представленых данных видно, что при внесении в жидкую основу, содержащую 51% молока и овсяную экструдированную муку количество витаминов С, $B_1$, $B_6$ и $B_{12}$ увеличивается. Таким образом по отношению к жидкой основе субстрата содержание витамина С увеличилось в 5 раз, витамина $B_1$ – в 3,5 раза, витамина $B_6$ – в 3 раза, витамина $B_{12}$ – в 2,5 раз.

Очевидно, что увеличение содержания этих витаминов в смеси после внесения экструдированной муки обусловлено их наличием в муке. В отношении сквашенного продукта изменение витаминного состава происходит, предположительно, за счет синтеза их пропионовокислыми бактериями, входящими в состав закваски ТОН. Таким образом, использование экструдированной овсяной муки и закваски ТОН позволяет компенсировать витаминную недостаточность в продукте, при уменьшении в нем молока, почти вдвое.

### 3.5. Исследование комплекса показателей продукта в хранении. Установление срока годности

По разработанной технологии выработаны 7 экспериментальных образцов, в которых варьировали состав основы для субстрата (таблица 7).

Таблица 7. - Выбранные соотношения ингредиентов в образцах основы для субстратов

| Условное обозначение образца | Основа для субстрата (100%) | |
|---|---|---|
| | количество молока, % | количество воды, % |
| №1 | 51 | 49 |
| №2 | 100 | 0 |
| №3 | 51 | 49 |
| №4 | 70 | 30 |
| №5 | 100 | 0 |
| №6 | 51 | 49 |
| №7 | 70 | 30 |

В образцы №2-№7 вносили муку из расчета 10 г муки на 100 мл основы, в образец №1 мука не вносилась. Для сквашивания всех образцов использовали закваску ТОН, доза внесения которой составила 5%. После сквашивания в образцы №5-№7 вносили сироп шиповника в количестве 10%; образцы №1 - №4 не содержали сиропа. Все образцы хранили при температуре 4±2°С и проводили исследования в соответствии с МУК 4.2.1847-04.

В процессе хранения в течение 8 суток, органолептические показатели образцов продукта существенно не менялись и не зависели от соотношения компонентов субстрата (рис.11).

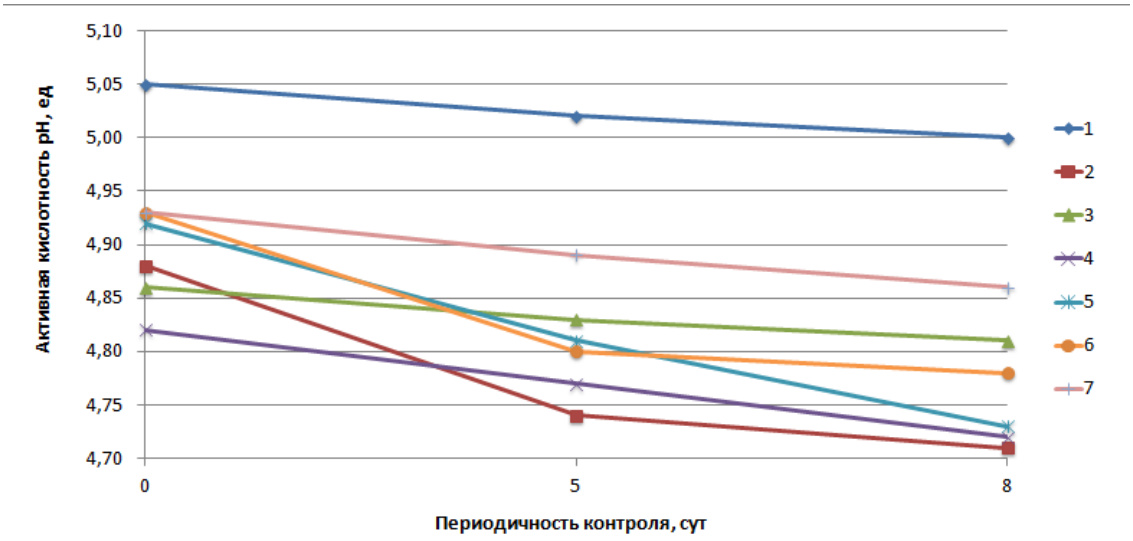


Рис. 11. Изменение активной кислотности образцов продукта при хранении (условное обозначение образцов приведено в табл. 6)

В процессе хранения активная кислотность менялась незначительно, и составила 4,6-4,9 ед. pH во всех образцах в течение всего срока хранения.

Потребительски значимой характеристикой продукта является степень его синерезиса (рис. 12 и 13). В образцах субстрата до сквашивания и сквашенного продукта определяли объем сыворотки. Причем для оценки структурообразующей и влагосвязывающей способности экструдированной муки измерения проводили и в образцах субстрата до сквашивания.

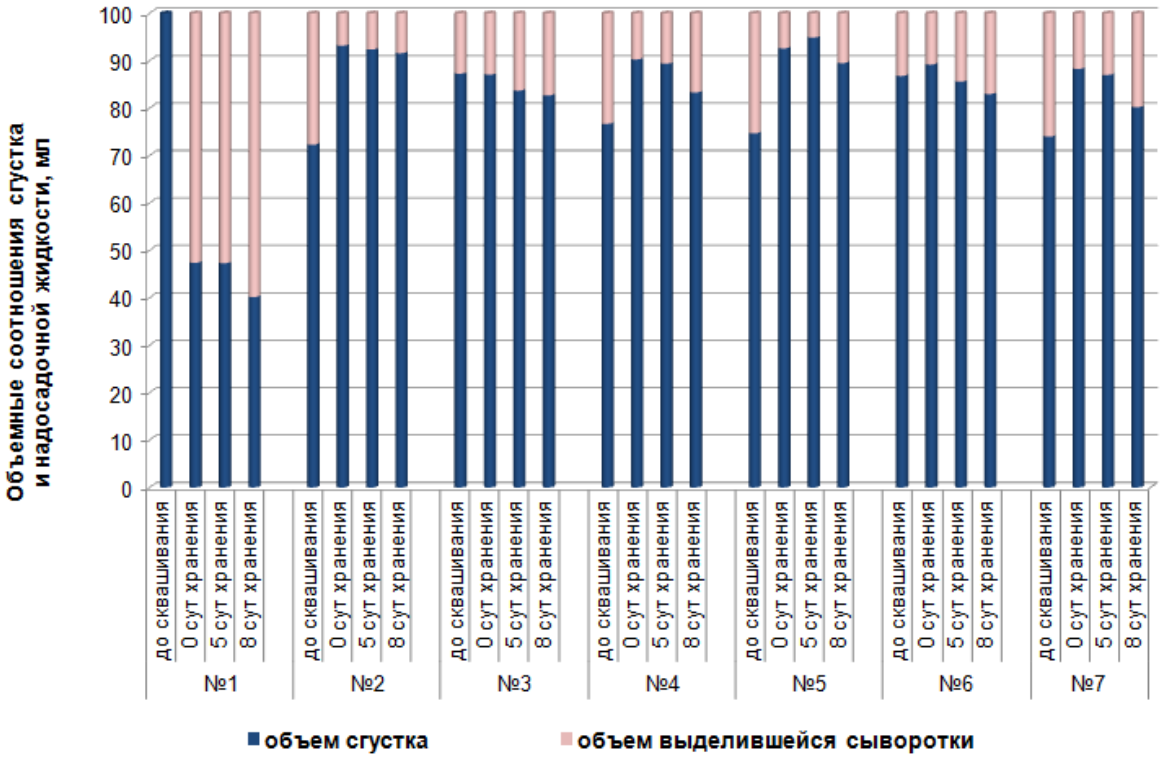


Рисунок 12. - Оценка степени синерезиса образцов продукта в хранении (условное обозначение образцов приведено в табл. 6)

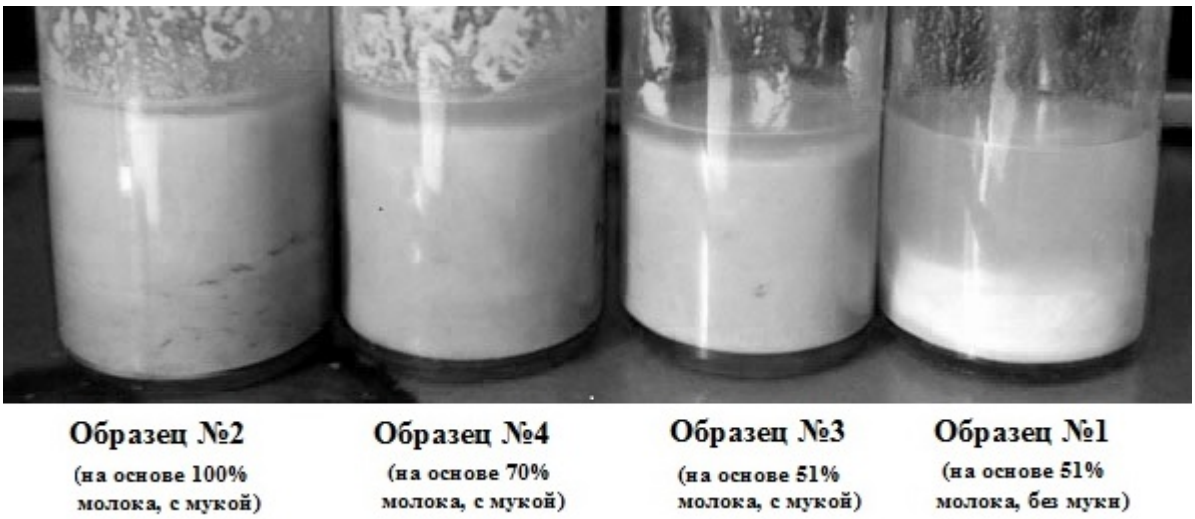


Рисунок 13. – Образцы сквашенного субстрата

После сквашивания образцы становятся более однородными, что свидетельствует о влагосвязывающей способности муки и доказывает перспективность ее использования в качестве структурообразователя в молочных продуктах, в частности, с пониженным количеством молока в исходном субстрате. В течение времени экспозиции количество выделявшейся сыворотки незначительно увеличивалось в допустимых пределах, значения степени синерезиса не превышали 17%.

Микробиологические исследования показали, что количество молочнокислых микроорганизмов в образцах продукта при хранении через 5 и 8 суток составляло не менее $1\times10^7$ КОЕ/см$^3$.

Количество плесневых грибов на 8 сутки хранения не превысило $4\cdot10^2$ КОЕ/см$^3$; во всех образцах в течение всего срока хранения не были обнаружены: патогенные, в том числе Salmonella в 25 см$^3$, St. aureus в 1 см$^3$, дрожжи в 1 см$^3$.

В результате комплекса исследований рекомендован срок годности продукта – 5 суток при хранении при температуре 4±2°С. В течение экспозиции все образцы разработанного продукта соответствовали требованиям Федерального закона «88-ФЗ» по показателям качества и безопасности.

### 3.6.Технология производства продукта на молочно-овсяной основе «АВЕНАЛАКТ»

Проведенные комплексные исследования позволили определить и оптимизировать компонентный состав разрабатываемого продукта; определить базовые стадии технологии его производства, отработать температурно-временные режимы этапов. Схема производства сквашенного молочно-овсяного продукта приведена на рисунке 14.

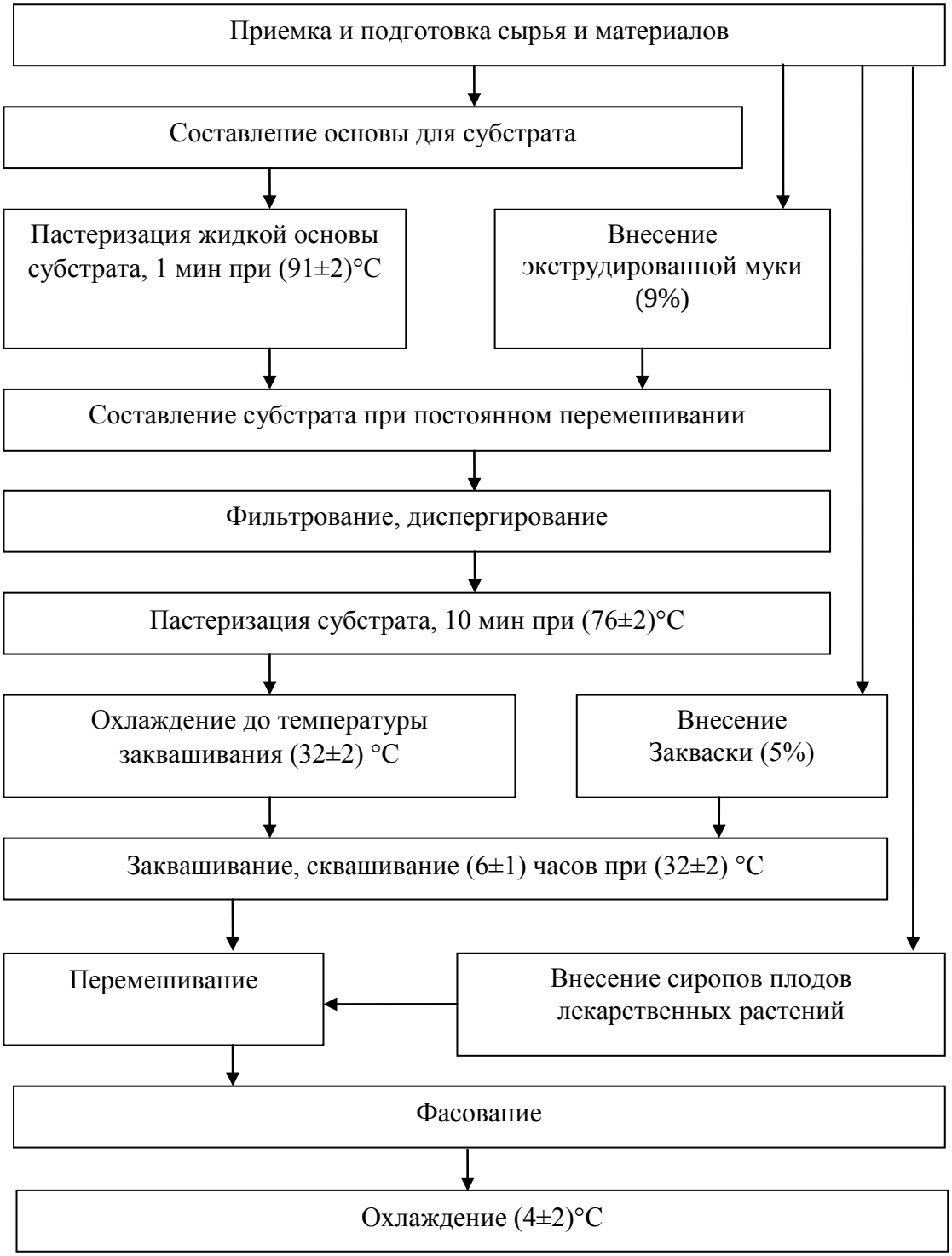


Рисунок 14. - Схема производства сквашенного продукта «АВЕНАЛАКТ»

Определена пищевая и энергетическая ценность разработанного продукта (табл.8)

Таблица 8. - Пищевая и энергетическая ценность продукта АВЕНАЛАКТ»

| Наименование продукта | Пищевая ценность, г | | | Энергетическая ценность, ккал |
|---|---|---|---|---|
| | Содержание в % | | | |
| | белка, % | жира, % | углеводов, % | |
| Продукт «АВЕНАЛАКТ» | 2,8 | менее 0,5 | 9,5 | 50 |

**Основные результаты работы и выводы**

1. Разработана 10 - балльная шкала органолептической оценки, учитывающая особенности вкусоароматической гаммы и адаптированная к сквашенному молочно-овсяному продукту.

2. Научно обоснованы рациональные соотношения молока и воды в основе для субстрата, составившие 51% молока к 49% воды; оптимизирована рецептура продукта: 43,7% молока, 42,8% воды, 8,5% экструдированной муки, 5% закваски ТОН, являющейся пробиотической.

3.Обоснован температурно-временной режим сквашивания, обеспечивающий комплекс требуемых свойств. При температуре сквашивания 32±2°С и при длительности сквашивания 6±0,5 часов уровень молочнокислых микроорганизмов составляет не менее $10^7$ КОЕ/$см^3$. Обоснована эффективность коррекции вкусоароматической гаммы продукта за счет внесения сиропов плодов лекарственных растений в количестве 10-15%.

4. Проведены реологические исследования продукта. Установлено, что необратимые деструктивные изменения сгустка начинают происходить при значениях градиента скорости сдвига 24,3 $с^{-1}$ во всех исследованных образцах, как с сиропами, так и без.

5. В разработанном продукте идентифицировано 16 аминокислот, из них 9 незаменимых. Определено, что при внесении муки продукт обогащается тремя аминокислотами – орто-фосфосерином, таурином и $\alpha$-амино-адипиновой кислотой.

6. Показано, что по отношению к основе для субстрата содержание витамина С в продукте без сиропов увеличилось в 5 раз, витамина $B_1$ – в 3,5 раза, витамина $B_6$ – в 3 раза, витамина $B_{12}$ – в 2,5 раз.

7. На основе проведенных физико-химических, органолептических и микробиологических исследований разработан сквашенный молочно-овсяный продукт, названный «АВЕНАЛАКТ». Обоснован и рекомендован его срок годности - 5 суток при температуре 4±2°С. Разработан комплект

технической документации - «Продукт кисломолочный «АВЕНАЛАКТ» ТУ 9222-505-00419785-13, осуществлен выпуск опытно-промышленной партии.

8. Показана перспективность создания поликомпонентных сквашенных продуктов на молочно-мучной основе с использованием молочнокислой микрофлоры.

**По материалам диссертации опубликованы следующие работы:**

1.**Соколова О.В.** Подбор заквасочных культур для разработки продукта овсяного сквашенного с молоком // Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции: В 2 ч. Ч. 2. Переработка сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов: материалы международной научно-практической конференции. Волгоград, 17-18 июня 2010 г. / под ред. В.Н. Храмовой. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ. – 2010. – 234 с. (С. 225-228)

2.**Соколова О.В.** Использование экструдированной овсяной муки в производстве сквашенного молокосодержащего продукта нового поколения // О.В. Соколова, В.Ф. Семенихина / материалы Первого Международного конгресса. 14-17 ноября 2011 г.: в 2 ч. – Ч.2. – Москва: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова». – 2011. – 260 с. (С, 126-128)

3.**Соколова О.В.** Разработка сквашенного молокосодержащего продукта нового поколения // Новые подходы к разработке и реализации конкурентоспособных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы молодежного научного мероприятия, 28-29 июня 2012 г. /под ред. В.Н. Храмцовой; ГНУ Приволжский. НИИ производства и переработки молочной продукции Россельхозакадемии. – ВолгГТУ. – Волгоград. – 2012. – 179 с. (С.72-74)

4.**Соколова О.В.** Теоретические и экспериментальные исследования при разработке технологии кисломолочного биопродукта // О.В. Соколова /Фундаментальные основы и передовые технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности: Сборник научных трудов 6-ой

конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии, 16 октября 2012 г. – М.: Изд-во МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2012. – 379 с. (С.295-299)

5.**Соколова О.В.** Исследование изменения комплекса показателей кисломолочного продукта нового поколения с овсяной мукой // О.В. Соколова, В.Ф. Семенихина / Научное обеспечение молочной промышленности. Сборник научных трудов. ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии. – Москва: Интеллект-Центр.–2012. – 256 с. (С. 212-213)

6. **Соколова О.В.** Кисломолочный продукт для здорового питания. // О.В. Соколова, В.Ф. Семенихина / М.: Пищевая промышленность. – 2012. - №11. – С. 52-53

7. **Соколова О.В.** Новый поликомпонентный кисломолочный продукт // О.В. Соколова, В.Ф. Семенихина / М.: Молочная промышленность. – 2013. - №1. – С. 78-79

8.**Соколова О.В.** Особенности технологии выработки поликомпонентных продуктов // О.В. Соколова, В.Ф. Семенихина / М.: Переработка молока. – 2013. - №2. – С. 52-54

9.**Соколова О.В** Исследование показателей кисломолочного поликомпонентного продукта с овсяной мукой при хранении // О.В. Соколова/ М.: Молочная промышленность. – 2013. - №5. – С. 74-76

10.**Соколова О.В.,** Семенихина В.Ф., Рожкова И.В. «Способ производства сквашенного молокосодержащего овсяного пищевого продукта» № 2453133.

**Список сокращений, приведенных в работе**

БГКП - бактерии группы кишечных палочек;

ВЭЖХ - высокоэффективная жидкостная хроматография;

КМАФАнМ - количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов;

КОЕ - колониеобразующие единицы.