

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВО «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИУ)»  
ВЫСШАЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА  
КАФЕДРА «ПИЩЕВЫЕ И БИОТЕХНОЛОГИИ»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой,  
д.т.н., профессор  
\_\_\_\_\_ / И.Ю. Потороко  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Разработка технологических решений для производства зефира с применением  
сухих яйцепродуктов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–19.03.02.2020.306 ВКР

РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТЫ  
доцент, к.вет.н.  
\_\_\_\_\_ / С.П. Меренкова  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

НОРМОКОНТРОЛЬ  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ / Н.В. Попова  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

АВТОР РАБОТЫ  
студент группы МБ-401  
\_\_\_\_\_ / А.М. Худякова  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Челябинск  
2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»

Кафедра «Пищевые и биотехнологии»

Направление подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой, д.т.н.  
профессор  
И.Ю. Потороко  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

### **ЗАДАНИЕ**

на выпускную квалификационную работу студента

Худякова Анна Маратовна

Группа МБ-401

1 Тема работы

Разработка технологических решений для производства зефира  
с применением сухих яичепродуктов

утверждена приказом по университету от 14.05.2020г. № 627

2 Срок сдачи студентом законченной работы 15.05.2020 г.

3 Исходные данные к работе

СТО ЮУрГУ 19-2008 Стандарт организации. Выпускная квалификационная научно-исследовательская работа студента. Структура и правила оформления.

СТО ЮУрГУ 22-2008 Стандарт организации. Основные положения подготовки, проведения и оценки защиты выпускной квалификационной работы (проекта) студента.

4 Перечень вопросов, подлежащих разработке

### **ВВЕДЕНИЕ**

#### **1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

1.1 Современные тенденции в формировании ассортимента пастильных изделий

1.2 Характеристика сырьевых компонентов для производства пастильных изделий

1.3 Современные технологические решение производства пастильных изделий

#### **2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

2.1 Материалы исследований

2.2 Методы исследования

#### **3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕФИРА С ПРИМЕНЕНИЕМ СУХИХ ЯИЦЕПРОДУКТОВ**

- 3.1 Разработка технологических параметров производства зефира
  - 3.2 Исследование структурно-механических свойств полуфабрикатов и готовых изделий
  - 3.3 Анализ органолептических показателей пастильных изделий
  - 3.4 Исследование физико-химических свойств зефира
  - 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
    - 4.1 Обеспечение безопасных условий труда на предприятии
    - 4.2 Мероприятия по охране окружающей среды
    - 4.3 Экологическая безопасность
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

5 Иллюстрационный материал

- 1. Таблицы \_\_\_\_\_ – 13 шт.
- 2. Рисунки \_\_\_\_\_ – 19 шт.

6 Дата выдачи задания 10.03.2020

Руководитель \_\_\_\_\_ /С.П. Меренкова/  
 (подпись) (И.О.Ф.)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ / А.М. Худякова/  
 (подпись студента) (И.О.Ф.)

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование разделов МД	Срок выполнения	Отметка о выполнении
Введение	10.03–23.03	
1. Аналитический обзор литературных данных	23.03–10.04	
2. Материалы и методы исследования	10.04–23.04	
3. Разработка технологических параметров производства зефира с применением сухих яйцепродуктов	23.04–10.05	
4. Безопасность жизнедеятельности	10.05–15.05	
Заключение	15.05–23.05	
Иллюстрационный материал	10.03–10.05	

Руководитель работы \_\_\_\_\_ / С.П. Меренкова /  
 (подпись)

Студент \_\_\_\_\_ / А.М. Худякова /  
 (подпись)

## АННОТАЦИЯ

Худякова А.М. Разработка технологических решений производства зефира с применением сухих яйцепродуктов – Челябинск: ЮУрГУ 2020, МБ-401, 61 с., 8 ил., 13 таб., библиогр. список 50 – наим., 3 прил.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка технологических решений производства зефира с использованием сухих яйцепродуктов.

При выполнении научно-исследовательской работы произведен анализ современных тенденций в формировании ассортимента пастильных изделий, приведены требования к их качеству; рассмотрена характеристика сырьевых компонентов для производства пастильных изделий, проанализированы современные технологические решения производства пастильных изделий; разработана производственная рецептура и технологическая схема производства зефира с применением сухого яичного альбумина; проанализированы структурно-механические свойства полуфабрикатов и готовых изделий; исследованы органолептические и физико-химические показатели зефира.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ.....	9
1.1 Современные тенденции в формировании ассортимента пастильных.....	9
изделий. Требования к качеству и безопасности. ....	9
1.2 Характеристика сырьевых компонентов для производства пастильных	
изделий .....	14
1.3 Современные технологические решения производства пастильных	
изделий .....	16
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	20
2.1 Объекты исследования, схема эксперимента .....	20
2.2. Методы исследований.....	22
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА	
ЗЕФИРА С ПРИМЕНЕНИЕМ СУХИХ ЯЙЦЕПРОДУКТОВ.....	25
3.1 Разработка технологических параметров производства зефира .....	25
3.2 Исследование структурно-механических свойств полуфабрикатов и	
готовых изделий .....	32
3.3 Анализ органолептических показателей пастильных изделий.....	35
3.4 Исследование физико-химических свойств зефира.....	41
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	44
4.1 Обеспечение безопасных условий труда на предприятии .....	44
4.2 Мероприятия по охране окружающей среды .....	45
4.3 Экологическая безопасность .....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	47
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	50

ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	59

## ВВЕДЕНИЕ

Кондитерская отрасль является одной из самых динамично развивающихся отраслей пищевой промышленности. Спрос населения на кондитерские изделия растет с каждым годом.

В настоящее время все большую популярность набирают кондитерские изделия, в состав которых входят только натуральные ингредиенты, обладающие низкой энергетической ценностью, содержащие в своем составе витамины, минералы, пищевые волокна. К таким относятся пастильные изделия, в частности зефир, рекомендуемый институтом РАМН для питания в детских садах и школах. Богатый углеводами он способствует умственной активности, пищевые волокна выводят шлаки и токсины – тяжелые металлы и радионуклиды; антиоксиданты нейтрализуют окислительное действие в организме человека.

Основными факторами, влияющими на качество зефира, являются технология производства и применяемое сырье. Основными компонентами для производства зефира являются сахар-песок, фруктово-ягодное сырье, патока, студнеобразующие вещества – агар-агар, пектин, агароид, яичный белок, играющий важную роль в формировании структуры изделия, выступающий пенообразователем.

Изготовление зефира с использованием сырого яичного белка требует больших затрат на оборудование, занимает большие производственные площади, является опасным с микробиологической точки зрения, требует специальных условий хранения, тщательной дезинфекции.

В настоящее время растет популярность применения сухих яйцепродуктов, что связано с удобством их применения, длительным сроком годности, обеспечивает безопасность продукции, в производстве которой они применяются. Этим и объясняется актуальность выпускной квалификационной работы.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологии производства зефира с использованием сухого яичного белка.

Задачи данной работы:

- обоснование эффективности и экономической целесообразности применения сухого яичного альбумина в технологии зефира;
- разработка рецептуры и технологии пастильных изделий с применением сухого яичного альбумина;
- анализ структурно-механических свойств полуфабрикатов и готовых изделий;
- исследование органолептических и физико-химических показателей пастильных изделий.



# 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Современные тенденции в формировании ассортимента пастильных изделий. Требования к качеству и безопасности.

Кондитерские изделия имеют большую популярность у граждан Российской Федерации. Среднее потребление кондитерских изделий за 2018 год составляло 24,5 кг на человека [21].

Пастильные изделия относятся к сахаристым кондитерским изделиям, к которым относятся также мармелад, карамель, ирис, драже, восточные сладости. Сахаристые кондитерские изделия занимают вторую позицию среди кондитерских изделий. Этот сегмент очень неоднородный, с широким ассортиментом выпускаемой и потребляемой продукции. На рисунке 1.1 представлена структура рынка кондитерских изделий.



Рисунок 1.1 – Сегментация рынка кондитерских изделий по объему произведенной продукции в 2018 г., в % от общего веса

Пастильное изделие – сахаристое кондитерское изделие пенообразной структуры, полученное из сбивной массы с добавлением структурообразователя или без него, фруктового (овощного) сырья, пищевых добавок, с массовой долей

фруктового (овощного) сырья не менее 11 %, массовой доли влаги не более 25 %, плотностью не более 0,9 г/см<sup>3</sup> [14].

В сборниках рецептур указывается следующая классификация пастилы:

- клеевая, в качестве студнеобразователя в которой используется агар-агар или пектин, который добавляют в сахаро-паточный сироп;
- заварная, в качестве студнеобразователя в которой применяются фруктово-ягодная мармеладная масса.

Клеевая пастила подразделяется на:

- резную (изделия прямоугольного сечения);
- отливную – вырабатывается в виде зефира (изделия из двух соединенных половинок шарообразной формы) либо фигурной.

Заварная пастила бывает:

- резная (прямоугольная форма);
- пластовая представляет собой пласт, свернутый рулет или батон).

Согласно ГОСТ 6441-2014, пастильные изделия подразделяются на пастилу и зефир.

Пастила – пастильное изделие на основе структурообразователя или без него, массовая доля фруктового (овощного) сырья в котором составляет не менее 20 %, массовая доля влаги – не более 25 %, плотность – не более 0,9 г/см<sup>3</sup>.

Зефир – пастильное изделие на основе структурообразователя, массовая доля фруктового (овощного) сырья в котором составляет не менее 11 %, массовая доля влаги – не более 25 %, плотность – не более 0,6 г/см<sup>3</sup>.

В зависимости от технологии производства и рецептуры пастильные изделия вырабатывают:

- глазированные;
- неглазированные;
- с начинкой;
- комбинированные;
- с крупными добавлениями.

В настоящее время наблюдается тенденция развития российского рынка пастильных изделий. Темпы роста этого сегмента рынка кондитерских изделий превышают аналогичные показатели по другим видам кондитерских изделий в 2–3 раза. Данная особенность развития отечественного рынка может объясняться несколькими факторами.

Структура рынка сахаристых кондитерских изделий по основным видам представлена на рисунке 1.2.

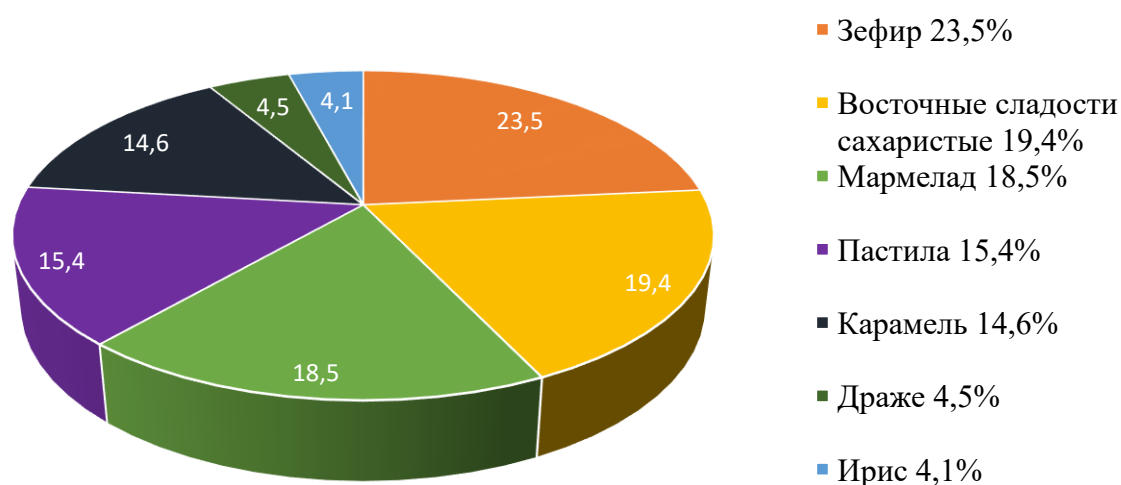


Рисунок 1.2 – Структура рынка сахаристых кондитерских изделий в 2018 году

Жители России стали потреблять кондитерские изделия с натуральным составом. Потребление таких сладостей – полезных и здоровых – выросло в нашей стране на 34,2 %.

Прежде всего, увеличению спроса на такие виды кондитерских изделий, как пастила и зефир, в последние годы способствовал рост популярности принципов здорового образа жизни и его основной составляющей – здорового питания. В связи с этим многие потребители стали отдавать предпочтение пастильным изделиям как менее калорийным легким видам сладостей, практически не содержащим жира [31].

Пастильные изделия обладают устойчивым спросом и приемлемой ценой. Самыми крупными фабриками, производящими пастилу в России, являются «Удар-

ница», которая производит зефир и пастилу под маркой «Шармель», и «Белевская пастильная мануфактура», производящая Белевскую пастилу [40].

Наряду с кондитерскими изделиями для общего потребления вырабатывают изделия специального назначения: лечебные для больных сахарным диабетом с использованием заменителей сахара-ксилита и сорбита, с добавлением морской капусты – источника йода, с применением мальтозы, стевии, со свекловичными волокнами.

В настоящее время производители выпускают изделия функциональной направленности. Например, фабрикой «РОТ ФРОНТ» разработана линейка пастильных изделий «Eco-botanica, обогащенных добавками, экстрактами и витаминами, производимых без сахара, предназначенных для людей больных сахарным диабетом.

Также популярной является тема производства вегетарианского зефира без использования куриного белка, например, выпускается зефир под маркой «Живые снеки».

Главным нормативным документом, действующим в области пастильных изделий, является ГОСТ 6441-2014 «Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия».

Данный нормативный документ предъявляет требования к органолептическим и физико-химическим показателям качества, представленным в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Требования к органолептическим и физико-химическим показателям качества зефира

Наименование показателя	Характеристика
Органолептические показатели	
Вкус и запах	Свойственные данному наименованию продукта с учетом вкусовых добавок, без постороннего привкуса и запаха. Не допускается привкус диоксида серы, резкий вкус и запах применяемых ароматизаторов
Цвет	Свойственный данному наименованию продукта, равномерный, допускается окраска используемых добавлений.
Консистенция	Мягкая, легко поддающаяся разламыванию;
Структура	Свойственная данному наименованию продукта, пенообразная, равномерная
Форма	Круглая или продолговатая, с рифленой или гладкой поверхностью, склеенный из двух половинок.
Поверхность	Глазированные изделия не должны иметь следов "поседения" или повреждения глазури
Физико-химические показатели	
Плотность, г/см <sup>3</sup> , не более	0,6
Массовая доля фруктового сырья, %, не менее	11
Массовая доля влаги, %, не более	25
Массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10%, %, не более	0,05
Массовая доля общей сернистой кислоты, %, не более	0,01
Массовая доля бензойной кислоты, %, не более	0,07

Также в данном нормативно-техническом документе регламентируются требования к сырью, маркировке, упаковке, правилам приемки, методам контроля, к транспортированию и хранению [13].

В соответствии с ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» пастильное изделие должно быть приготовлено в соответствии с рецептурами и технологическими инструкциями.

Данный регламент устанавливает предельные значения по микробиологическим показателям, содержанию токсичных элементов, афлатоксина В<sub>1</sub>, а также остаточное число пестицидов, превышать которые не допустимо.

Все сырье, применяемое при производстве пастильных изделий, должно быть разрешено к использованию в пищевой промышленности и по показателям безопасности отвечать требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». Маркировка пастильных изделий в потребительской и транспортной упаковке должна отвечать требованиям ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». Упаковочные материалы, потребительская и транспортная упаковка, применяемые для упаковки пастильных изделий, должны отвечать требованиям ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки», и обеспечивать сохранение качества и безопасности продукта при его перевозке, хранении и реализации [41].

## 1.2 Характеристика сырьевых компонентов для производства пастильных изделий

Основным сырьем при производстве пастильных изделий является сахар-песок, фруктово-ягодное сырье, патока, студнеобразователи, яичный белок. К дополнительному сырью относятся различные вкусоароматические вещества, например эссенции, красители, кислоты [6].

Фруктовое и ягодное пюре придает пастильным изделиям студнеобразную структуру, способность образовывать которую зависит от содержания в них пек-

тина, который может формировать прочный студень при определенных условиях. Также такое сырье придает вкус и запах натуральных фруктов и ягод.

Фруктово-ягодное пюре для производства изделий подвергается консервации диоксидом серы или серистой кислоты, массовая доля которых нормируются нормативно-техническими документами. При уваривании пюре происходит его десульфатация.

Пюре перед пуском в производство протирают, уплотняют, то есть уваривают до содержаний сухих веществ 15–17 %, это позволяет сократить производственный цикл за счет уменьшения продолжительности сушки.

Также при производстве пастильных изделий могут быть использованы подварки, припасы – это пюре, уже уваренное с сахаром [37].

Сахар-песок формирует сладкий вкус изделий, участвует в их структурообразовании, обуславливает пищевую ценность изделий. Вырабатывается в соответствии с ГОСТ 33222-2015. Перед пуском в производство обязательно подвергается просеиванию, очистке от металломагнитных примесей, хранится тарно или безтарно, при температуре 20–22 °С и относительной влажности воздуха 55–60 %.

Патока применяется в технологии пастильных изделий в качестве антикристаллизатора сахарозы, содержащиеся в ней декстрины повышают вязкость сахарного сиропа, а редуцирующие вещества способствуют сохранению влаги.

Патока хранится в бочках при температуре 8–12 °С, перед применением подогревается, так как имеет высокую вязкость.

В качестве студнеобразователей при производстве пастильных изделий используют агар-агар, пектин, агароид, фуцелларан, желатин и желирующий крахмал. Наиболее часто производят зефир на агар-агаре и пектине. Будет отличаться технология производства, а также структура самого изделия в зависимости от используемого студнеобразователя. Пектин получают из яблок или цитрусовых. Агар-агар – из морских водорослей. Перед пуском в производство студнеобразователи просеиваются, некоторые замачиваются в воде. Хранятся при относительной влажности не более 75 %.

Пастильные изделия имеют губчатую структуру, в которых дисперсионной средой являются сахаро-фруктово-белковый, сахаро-агаро-белковый золь, способный при определенных условиях переходить в гель или студень, а дисперсионной фазой – пузырьки воздуха. Чтобы ввести в массу последние применяется сбивание. Получение устойчивой пенообразной формы достигается только путем использования пенообразователей – яичного белка [1, 42, 49].

В производстве кондитерских изделий применяется в основном пищевое куриное яйцо, которое подразделяется на столовое, срок хранения которого не более 30 суток, и диетическое – хранится не более 7 суток.

Перед производством яйца проходят длительную обработку и дезинфекцию. Промывается теплой водой, обрабатывается в четырехсекционной ванне. Кроме того, в производстве пастильных изделий используется только белок, поэтому необходимым этапом производства изделий с применением сырого белка является отделение его от желтка с последующим процеживанием через сита [2, 25, 43].

Сухой яичный белок представляет собой однородную порошкообразную массу от белого до светло-желтого цвета, с естественным яичным запахом и вкусом. Белок претерпевает изменения состава вещества на молекулярном уровне за счет процесса ферментации – извлечения глюкозы. Яичный белок пастеризуется и сушится методом аэрофонтанного распыления [16].

Сухой яичный белок прост в применении – перед применением замачивается в теплой воде в соотношении 1:6 или 1:7 в течение 30 мин. Также целесообразность его применения заключается в длительном сроке годности, а именно: при температуре до 2 °С хранится в течение 24 месяцев и не более 6 месяцев – при температуре не выше + 20 °С и относительной влажности не более 75 %.

### 1.3 Современные технологические решения производства пастильных изделий

При производстве кондитерских изделий для формирования пенной структуры используется пенообразователь, в качестве которого обычно выступает яичный



белок. Он формирует реологические свойства изделия и улучшает органолептические показатели, такие как структура, консистенция, пористость.

В настоящее время при разработке инновационных технологий производства пастильных изделий применяют нетрадиционное сырье – различные пенообразователи растительного происхождения [19].

Известен способ приготовления зефира с использованием продуктов биомодификации овса и ячменя, представляющих собой порошки, белковый состав которых представлен в основном белками, образующими пенную структуру – альбуминами и глобулинами. При разработке такой технологии было установлено, что оптимальная дозировка продуктов биомодификации овса и ячменя в количестве, заменяющем 5 % сахара-песка, 10 % пектина и 15 % яичного белка, положительно влияет на процесс высыхания зефира [33, 34].

Процесс высыхания изделий замедляется за счет прочного связывания влаги полисахаридами продуктов биомодификации и удерживания ее в связанном состоянии в процессе всего периода хранения, то есть благодаря вводу данных продуктов увеличивается содержание прочно связанной влаги [18, 35].

Применение продуктов биомодификации овса и ячменя позволяет повысить пищевую ценность изделия, снизить расход пектина, сахара-песка, яичного белка.

Существует способ производства пастильных изделий, где в качестве пенообразователя применяется белковый изолят подсолнечника в количестве 12–15 % от массы традиционного пенообразователя – куриного яичного белка.

Ученые Орловского государственного технического университета разработали технологию зефира, в котором в качестве структурообразователя применяется молочная сыворотка, желатин, двууглекислый натрий. При этом не использовали яичный белок.

Ученые разрабатывают такие технологии производства зефира, в которых пенообразователем выступает концентрат белков творожной сыворотки, которая представляет собой тонкодисперсный порошок с кислотностью 130 °Т [24, 33].

В настоящее время запатентован способ производства зефира, в котором применяется продукт, получаемый при переработке пшеничной муки – сухая пше-

ничная клейковина. В этой технологии сырой яичный белок заменен на сухой, и используется в соотношении 7:3 к сухой пшеничной клейковине. Это позволяет получить изделие высокого качества, ускорить процесс производства. При этом нагревают яблочно-пектиновую смесь, вводят туда клейковину и сбивают до увеличения объема в 2–2,5 раза. Сухой яичный белок замачивают в воде для набухания. Доказано, что карбоксильные группы пектина, применяемого при производстве зефира, а также содержащегося в яблочном пюре, вступают в ионное и гидрофобное взаимодействие с белками пшеничной клейковины и увеличивают пенообразующую способность и стабильность пены [29, 47].

Существует способ получения зефира, в котором предложено применять пенообразователь – смесь яичного и соевого белков. Обеспечивается получение зефира с равномерной структурой и консистенцией, с равномерными формами в объеме партии [17, 23, 26].

В настоящее время в качестве пенообразователя все большую популярность набирает водный отвар бобовых культур, так называемая аквафаба. Ее готовят из фасоли, гороха, чечевицы, нута, сои. В составе аквафабы содержатся углеводы и белки, которые не разрушаются во время варки бобовых культур. Такой отвар обладает пенообразующими, эмульгирующими, вяжущими и загущающими свойствами. Интенсивным сбиванием такого отвара достигается получение стойкой пены, схожей со сбитым яичным белком [5, 15, 45].

Студентом Воронежского института инженерных технологий была разработана технология приготовления зефира с применением отвара чечевицы. Было установлено, что при введении 19 % (от общей зефирной массы) аквафабы, без использования яичного белка, достигалась наилучшая структура и консистенция изделий. Для приготовления зефира варили чечевицу, отвар охлаждали и сбивали в течение 35 минут. В таком зефире содержалось больше белков, минеральных веществ и витаминов, установлена меньшая энергетическая ценность [30, 46, 48].

Таким образом, учеными активно ведутся исследования, формирующие качество и безопасность пастильных кондитерских изделий. Ассортимент новой продукции учитывает ее потребление даже людьми, страдающими определенными

алиментарными заболеваниями, а также людьми, не употребляющими продукты из животного сырья. А производители пастильных изделий находят новые решения для расширения ассортимента, для производства более полезных, функциональных изделий [38].

## 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Объекты исследования, схема эксперимента

Объектами исследования являются образцы зефира с применением сырого белка и сухого альбумина, на основе пюре из черной смородины и пюре малины:

- образец № 1 – зефир с применением пюре смородины и сырого яичного белка;
- образец № 2 – зефир с применением пюре смородины и сухого альбумина;
- образец № 3 – зефир с применением пюре малины и сырого яичного белка;
- образец № 4 – зефир с применением пюре малины и сухого альбумина.

Для приготовления изделий были использованы следующие виды яйцепродуктов:

- яйцо куриное категории С1 (производитель ЗАО «Птицефабрика Боровская»);
- сухой яичный белок пастеризованный, повышенной взбиваемости (производитель ЗАО «Птицефабрика Боровская»);

Схема эксперимента приведена на рисунке 2.1

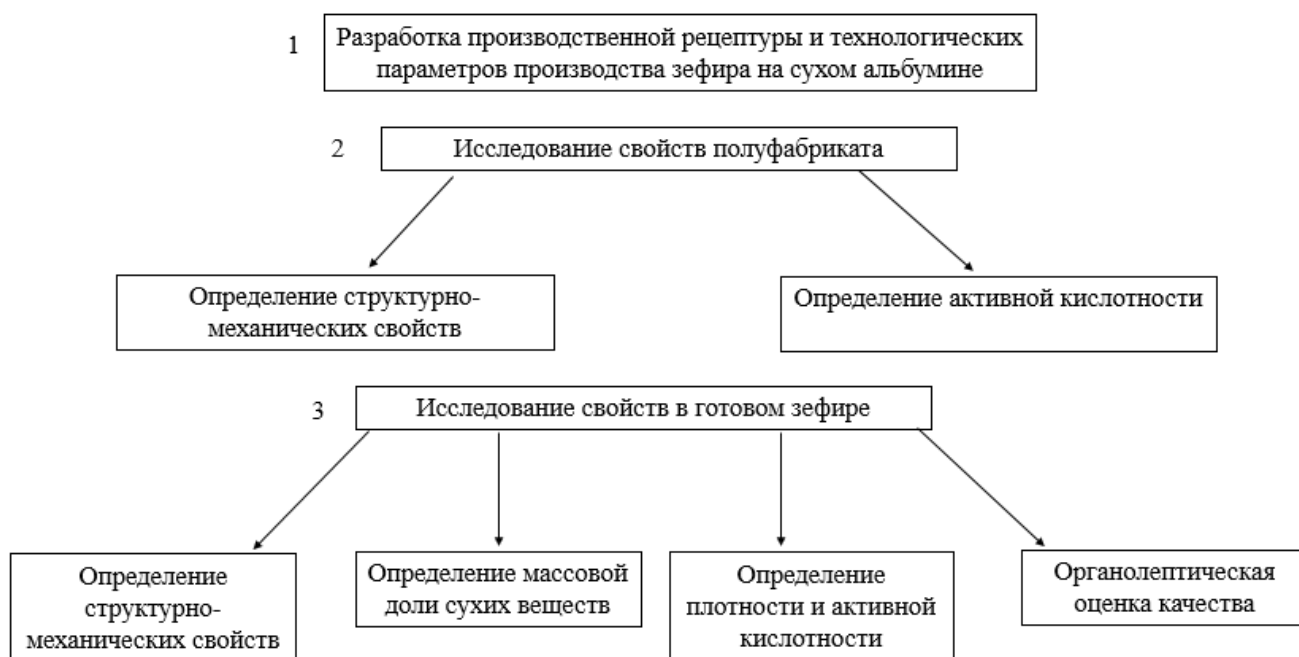


Рисунок 2.1 – Схема эксперимента

Была разработана производственная рецептура и технологическая схема производства зефира с использованием сухого альбумина на основе унифицированной рецептуры на зефир «Ванильный», представленной в таблице 2.1 [27].

Таблица 2.1 – Унифицированная рецептура зефира «Ванильный»

Сырье и полуфабрикаты	МД СВ, %	Расход сырья, кг			
		на 1 т полуфабриката		На полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Рецептура готового зефира в шоколаде					
Зефир без сахарной пудры	82,50	975,64	804,90	975,64	804,90
Сахарная пудра	99,85	29,75	29,71	29,75	29,71
Итого	-	1005,39	834,61	1005,39	834,61
Выход	83,00	1000,00	830,00	1000,00	830,00
Рецептура полуфабриката - зефир без сахарной пудры					
Сахар-песок	99,85	331,76	331,26	323,68	323,19
Пюре яблочное	10,00	398,20	39,82	388,50	38,85
Белок яичный	12,00	66,29	7,95	64,67	7,76
Сироп с агаром	85,00	551,43	468,72	538,00	457,30
Кислота молочная	40,00	6,90	2,76	6,73	2,69
Эссенция ванильная	-	1,02	-	1,00	-
Итого	-	1355,60	850,51	1322,58	829,80
Выход	82,50	1000,00	825,00	975,64	804,90
Рецептура полуфабриката - сироп с агаром					
Сахар-песок	99,85	644,02	643,05	346,48	345,96
Патока	78,00	257,91	201,17	138,76	108,23
Агар	85,00	15,88	13,50	8,54	7,26
Итого	-	971,81	857,72	493,78	461,45
Выход	85,00	1000,00	850,00	538,00	457,30

## Окончание таблицы 2.1

Сырье и полуфабрикаты	МД СВ, %	Расход сырья, кг			
		на 1 т полуфабриката		На полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сводная рецептура					
Сахарная пудра	99,85	29,75	29,70	29,90	29,80
Сахар-песок	99,85	670,16	669,15	672,60	671,59
Патока	78,00	138,76	108,23	139,20	108,58
Пюре яблочное	10,00	388,50	38,85	390,00	39,00
Белок яичный	12,00	64,67	7,76	65,00	7,80
Агар	85,00	8,54	7,26	8,60	7,31
Кислота молочная	40,00	6,73	2,69	6,80	2,72
Эссенция ванильная	-	1,00	-	1,00	-
Итого	-	1187,65	863,65	1313,10	866,80
Выход	83,00	1000,00	830,00	1000,00	830,00

## 2.2. Методы исследований

Исследования структурно-механических свойств образцов проводили на структурометре «СТ-2», путем сжатия его индентором «Цилиндр Ø36», определяя общую, пластическую и упругую деформацию.

Осуществляли анализ механических напряжений, возникающих на цилиндрическом инденторе при его внедрении в продукт при следующем режиме нагружения: усилие касания ( $F_k = 7$  г); скорость деформации ( $V_d = 0,5$  мм/с); внедрение индентора в пробу продукта проводили до усилия  $F_{max} = 500$  г.

Вязкость полуфабрикатов определялась на вибрационном вискозиметре SV-10 в течение 120 секунд. Измерения вязкости проводятся с помощью метода камер-

тонной вибрации. За основу измерений берётся величина электрического тока, необходимая для того, чтобы поддерживать постоянную амплитуду вибрации сенсорных пластин вискозиметра в жидкой среде. Подобный метод позволяет проводить измерения в режиме реального времени с отслеживанием изменений вязкости и температуры образца.

Кислотность готового зефира и полуфабрикатов определяли потенциометрическим методом по ГОСТ 5898-87.

Для определения активной кислотности полуфабрикатов брали навеску массой 50 г и приливали туда 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, хорошо перемешивали. Для определения активной кислотности готового зефира растворяли навеску на водяной бане. Далее рН-метр опускали в раствор, и после того, как показания прибора принимали установившееся значения, снимали показания [11].

Массовая доля сухих веществ определялась по ГОСТ 5900-73 (с Изменениями 1, 2, 3, 4). Метод заключается в определении массовой доли сухих веществ в изделии по коэффициенту преломления раствора.

Навеску растворяли в воде в соотношении 1:2 на водяной бане при температуре 60 °С, далее фильтровали через фильтровальную бумагу и рефрактомировали: окуляр передвигали до совмещения визира с границей темного и светлого полей и отсчитывали по шкале рефрактометра процент сухих веществ [12].

Содержание сухих веществ (%) в изделии вычисляют по формуле:

$$CB = \frac{\alpha \times m_1}{m}, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – показание рефрактометра;

$m_1$  – масса раствора навески, г;

$m_2$  – масса навески, г.

Так как в зефире нормируется влажность изделий, то после определения массовой доли сухих веществ необходимо рассчитать влажность по следующей формуле (%):

$$W = 100 - CB. \quad (2)$$

Плотность определялась методом, основанном на измерении объема шлифованного зерна – индикатора, вытесненного погруженным в него зефиром – лабораторной пробой (ГОСТ 15810-2014).

В стакан с ровными краями насыпают пшено, полностью заполнив им стакан, выравнивают поверхность по верхнему краю стакана линейкой. Высыпают пшено в стеклянный мерный цилиндр и измеряют его объем. Затем в стакан помещают зефир и засыпают его пшеном. Измеряют объем оставшегося пшена в цилиндре [9].

Объем пробы ( $\text{см}^3$ ) вычисляют по формуле:

$$V = V_1 - V_2, \quad (3)$$

где  $V_1$  – первоначальный объем индикатора,  $\text{см}^3$ ;

$V_2$  – объем индикатора после погружения пробы,  $\text{см}^3$ .

За результат измерения принимают плотность ( $\text{г}/\text{см}^3$ ), которая вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (4)$$

где  $m$  – масса лабораторной пробы, г;

$V$  – объем лабораторной пробы,  $\text{см}^3$ .

Органолептическую оценку качества зефира проводила дегустационная комиссия, состоящая из преподавателей кафедры и студентов 4 курса, всего было 13 членов комиссии [10].



### 3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕФИРА С ПРИМЕНЕНИЕМ СУХИХ ЯЙЦЕПРОДУКТОВ

#### 3.1 Разработка технологических параметров производства зефира

Унифицированная рецептура была пересчитана на выход 500 г готового зефира без использования молочной кислоты и эссенции, так как применяемое ягодное сырье имеет ярко-выраженный вкус, аромат и высокую кислотность. Рецептура зефира, приготовляемого с использованием сырого яичного белка, представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Рецептура зефира с применением сырого яичного белка

Сырье и полуфабрикаты	МД СВ, %	Расход сырья, кг			
		На полуфабрикат для 1 т не- завернутой продукции		На выработку 0,5 кг про- дукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Рецептура готового зефира в шоколаде					
Зефир без сахарной пудры	82,50	975,64	804,90	0,4878	0,4025
Сахарная пудра	99,85	29,75	29,71	0,0149	0,0149
Сахар-песок	99,85	29,99	29,95	0,0150	0,0150
Итого	-	1005,39	834,61	0,5027	0,4173
Выход	83,00	1000,00	830,00	0,5000	0,4150
Рецептура полуфабриката - зефир без сахарной пудры					
Сахар-песок	99,85	323,68	323,19	0,1618	0,1616
Пюре смородины/малины	10,00	388,50	38,85	0,1943	0,0194
Белок яичный	12,00	64,67	7,76	0,0323	0,0039
Сироп с агаром	85,00	538,00	457,30	0,2690	0,2287
Итого	-	1322,58	827,10	0,6574	0,4136
Выход	82,50	975,64	804,90	0,4878	0,4025
Рецептура полуфабриката - сироп с агаром					
Сахар-песок	99,85	346,48	345,96	0,1732	0,1730
Патока	78,00	138,76	108,23	0,0694	0,0541

## Окончание таблицы 3.1

Сырье и полуфабрикаты	МД СВ, %	Расход сырья кг			
		На полуфабрикат для 1 т не- завернутой продукции		На выработку 0,5 кг про- дукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Агар	85,00	8,54	7,26	0,0043	0,0036
Итого	-	493,78	461,45	0,2469	0,2307
Выход	85,00	538,00	457,30	0,2690	0,2287
Сводная рецептура					
Сахарная пудра	99,85	29,90	29,80	0,0149	0,0149
Сахар-песок	99,85	672,60	671,59	0,3363	0,3358
Патока	78,00	139,20	108,58	0,0696	0,0543
Пюре смородины/малины	10,00	390,00	39,00	0,1950	0,0195
Белок яичный	12,00	64,67	7,76	0,0323	0,0039
Агар	85,00	8,60	7,31	0,0043	0,0037
Итого	-	1304,97	864,04	0,6525	0,4320
Выход	83,00	1000,00	830,00	0,5000	0,4150

Технологическая схема приготовления зефира на основе сырого белка представлена на рисунке 3.1

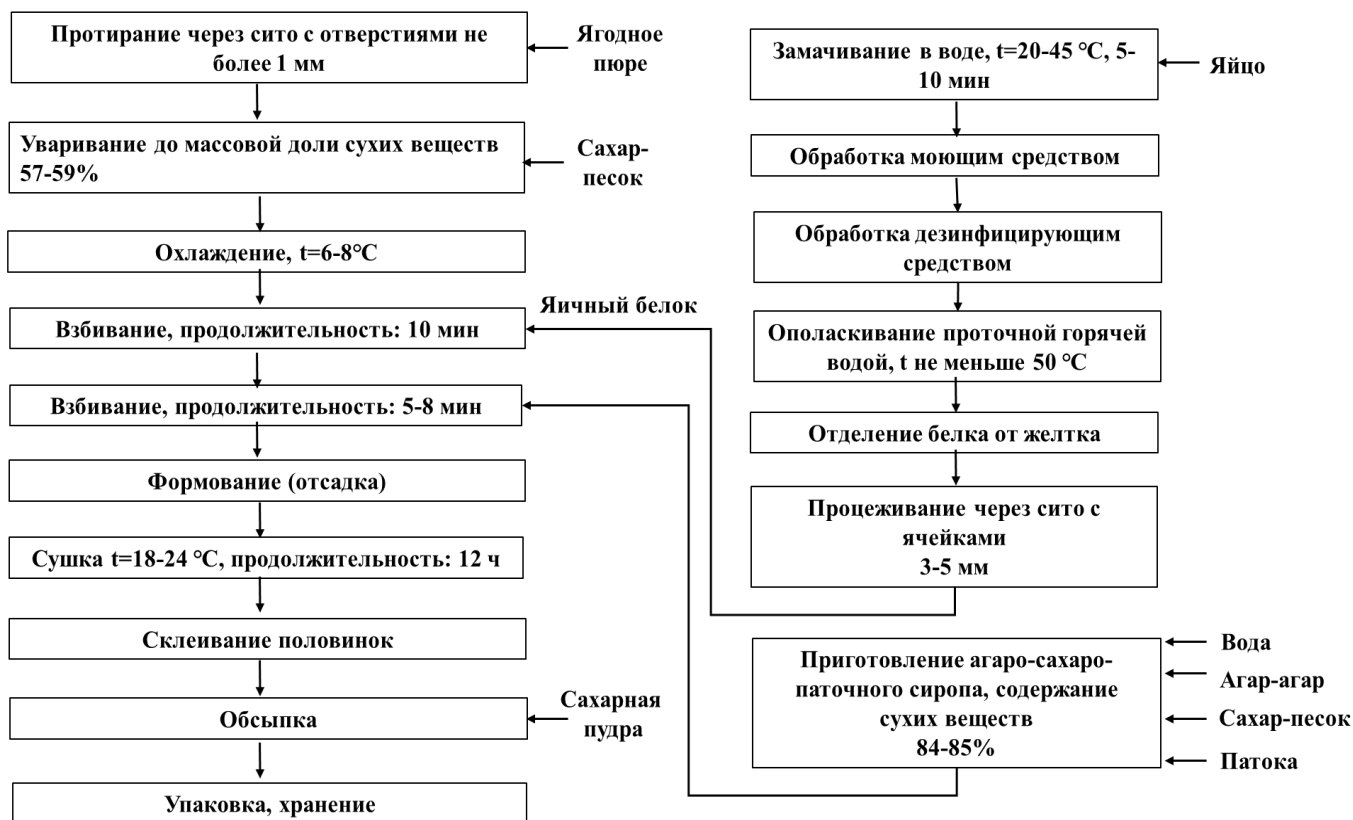


Рисунок 3.1 – Технологическая схема производства зефира на сыром яичном белке

Из 1000 кг сырого белка получается 110 кг сухого альбумина, соответственно на 1 кг сухого белка необходимо 8,3–8,4 кг жидкого белка. По унифицированной рецептуре на 1 т полуфабриката необходимо взять 64,67 кг яичного белка. Тогда необходимое количество сухого альбумина рассчитаем следующим образом:

$$A = \frac{64,67 \times 110}{1000} = 7,11 \text{ кг.}$$

В таблице 3.2 представлена рецептура зефира с применением сухого белка.

Таблица 3.2 – Рецептура зефира с применением сухого альбумина

Сырье и полуфабрикаты	МД СВ, %	Расход сырья, кг			
		На полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции		На выработку 0,5 кг про- дукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Рецептура готового зефира в шоколаде					
Зефир без сахарной пудры	82,50	975,64	804,90	0,4878	0,4025
Сахарная пудра	99,85	29,75	29,71	0,0149	0,0149
Сахар-песок	99,85	29,99	29,95	0,0150	0,0150
Итого	-	1005,39	834,61	0,5027	0,4173
Выход	83,00	1000,00	830,00	0,5000	0,4150
Рецептура полуфабриката - зефир без сахарной пудры					
Сахар-песок	99,85	323,68	323,19	0,1618	0,1616
Пюре смородины/малины	10,00	388,50	38,85	0,1943	0,0194
Сухой альбумин	91,00	7,11	6,47	0,0036	0,0032
Сироп с агаром	85,00	538,00	457,30	0,2690	0,2287
Итого	-	1322,58	825,81	0,6286	0,4129
Выход	82,50	975,64	804,90	0,4878	0,4025
Рецептура полуфабриката - сироп с агаром					
Сахар-песок	99,85	346,48	345,96	0,1732	0,1730
Патока	78,00	138,76	108,23	0,0694	0,0541
Агар	85,00	8,54	7,26	0,0043	0,0036
Итого	-	493,78	461,45	0,2469	0,2307
Выход	85,00	538,00	457,30	0,2690	0,2287
Сводная рецептура					
Сахарная пудра	99,85	29,90	29,80	0,0149	0,0149
Сахар-песок	99,85	672,60	671,59	0,3363	0,3358
Патока	78,00	139,20	108,58	0,0696	0,0543
Пюре смородины/малины	10,00	390,00	39,00	0,1950	0,0195
Сухой альбумин	91,00	7,11	6,47	0,0036	0,0032

Сырье и полуфабрикаты	МД СВ, %	Расход сырья			
		На полуфабрикат для 1 т незавернутой продукции		На выработку 0,5 кг про- дукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Агар	85,00	8,60	7,31	0,0043	0,0037
Итого	-	1247,41	862,75	0,6237	0,4314
Выход	83,00	1000,00	830,00	0,5000	0,4150

Технологическая схема приготовления зефира на основе сухого альбумина представлена на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Технологическая схема производства зефира на сухом альбумине

Производство зефира с использованием сырого белка очень трудозатратно, требует больше производственных площадей и оборудования.

Поступившие на производство яйца (1) обрабатываются в четырехсекционной ванне (2) следующим образом:

- в первой ванне замачиваются в теплой воде в течение 5–10 мин;
- во второй ванне затем обрабатываются моющим средством (раствор кальцинированной соды с концентрацией 0,5 %), температура которого 45 °С, в течение 5–10 мин;
- в третьей ванне обрабатываются дезинфицирующими средствами (раствор хлорной извести с концентрацией 5 %) в течение 5 мин.
- в четвертой ванне промываются проточной водой.

Обработанные яйца подаются в яйцевывивную машину (3), где белки отделяются от желтков и пропускаются через металлическое сито с ячейками 3–5 мм (4) в производственную емкость (5). Затем отправляют на производство.

Так как вышеописанный процесс довольно длительный, было предложено использовать сухой альбумин, который не требует какой-либо обработки. Сухой альбумин (16), поступивший на производство, растаривают, затем замачивают в ванне (17) в теплой воде в течение 30 минут для восстановления.

Сахар-песок поступает на предприятие в мешках массой 50 кг на автосахаровозе. Из мешков (6) сахар-песок подается в просеиватель (7) и по трубопроводу подается на производство.

Сахарную пудру готовят на трехвальцовой мельнице (8). Перед пуском в производство сахарная пудра просеивается через сито с размером ячеек не более 0,75 мм в промежуточную емкость, откуда подается на производство.

Ягодное пюре поступает на предприятие в деревянных бочках (9). Пюре освобождается от тары, отправляется на протирающую машину (10).

Агар поступает на предприятие в ящиках из гофрированного картона (11). Агар промывают и замачивают для набухания в емкости (12) в холодной воде в соотношении 1:1 на 30–40 мин. Набухший агар отправляется на приготовление агаро-сахаро-паточного сиропа.

Патока на предприятие поступает в нержавеющей баке (13). Пропускают через сито с размером ячеек не более 3 мм (14) в бункер с подогревающей рубашкой (15) и подают на производство.

Технологический процесс производства зефира осуществляется следующим образом. В станцию для приготовления агаро-сахаро-паточного сиропа (18) поступает предварительно вымоченный в холодной воде агар-агар, добавляют туда же сахар-песок и патоку. Сироп для зефира уваривают до содержания сухих веществ 84–85 %. Приготовленный агаро-сахаро-паточный сироп перекачивают через продуктопровод в установку для приготовления зефирной массы (20). Первоначально, в установку из станции (19) загружают уваренное с сахаром ягодное пюре, яичный белок и сбивают 8–10 минут, после чего в машину загружают горячий сахаро-агаро-паточный сироп и сбивают массу в течение 4–5 мин для равномерного распределения желирующих веществ в массе.

Формование зефирной массы осуществляется на зефиrootсадочной машине (21) в форме полусфер в 12 рядов по ширине непрерывно движущейся транспортной ленты.

По транспортеру отсаженный зефир отправляется в охлаждающий шкаф (22). Выстойка половинок зефира проводится в течение 3–4 часов при температуре 20–25 °С при относительной влажности воздуха 50–60 %. В процессе выстойки происходит студнеобразование зефирной массы, а также некоторое ее подсушивание, способствующее образованию корочки. К концу выстойки влажность зефира 20–23 %.

По окончании выстойки лотки с зефиром устанавливают на цепной конвейер, который подводит их под механизм (23) для обсыпки сахарной пудрой, откуда они продвигаются дальше на участок склеивания половинок. От поверхности лотка вручную отделяют по две половинки и соединяют плоскими сторонами.

Готовые склеенные половинки потом по транспортеру (25) идут на упаковку в упаковочный автомат (26).

Аппаратурно-технологическая схема производства зефира приведена в Приложении В.

### 3.2 Исследование структурно-механических свойств полуфабрикатов и готовых изделий

Образцы зефира подвергались анализу на структурометре «СТ-2». Были исследованы общая, пластическая и упругая деформации. Измерения проводились в трех повторениях. Деформационные характеристики образцов зефира представлены на рисунке 3.3 и в таблице 3.3.

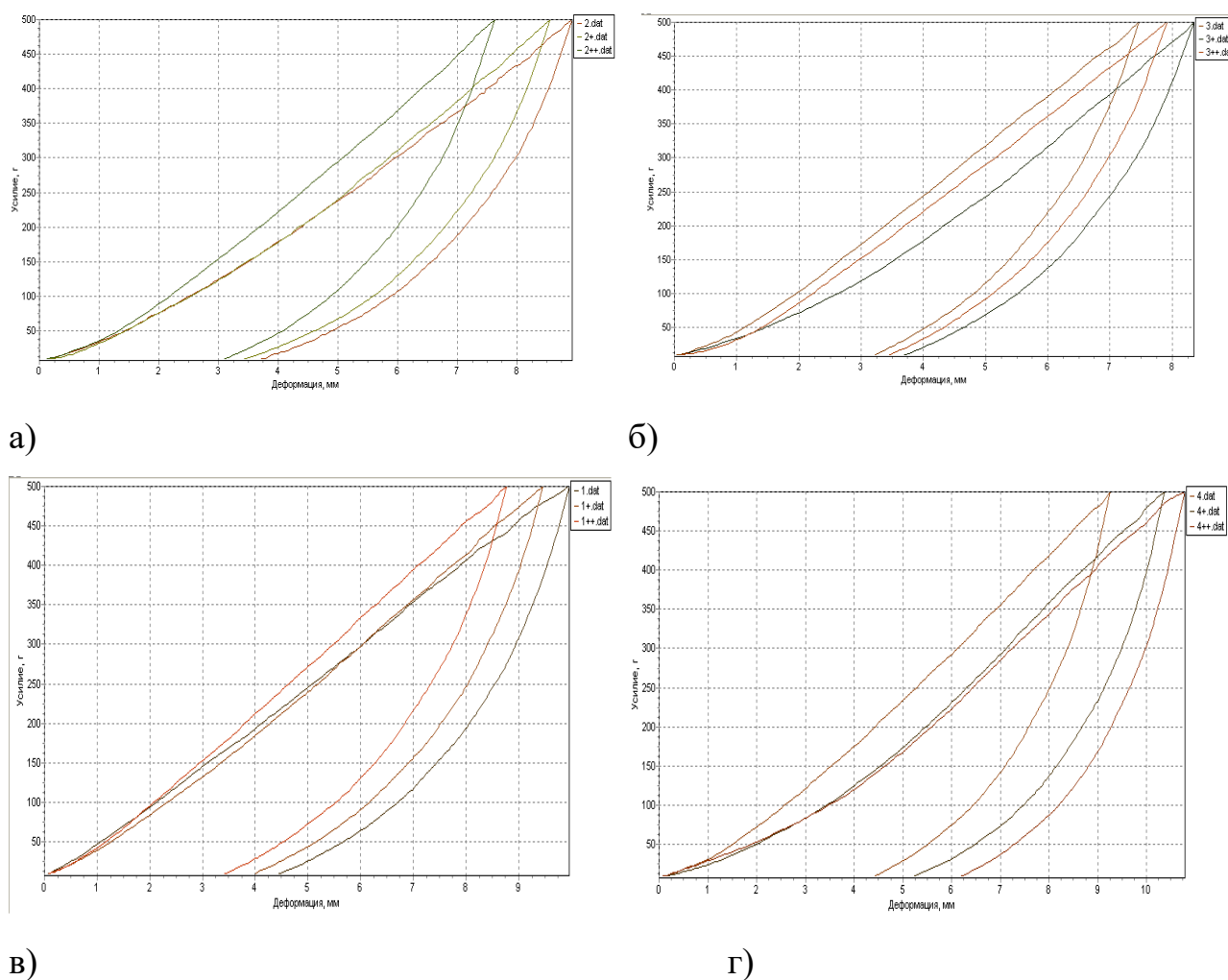


Рисунок 3.6 – Изменение деформационных характеристик образца а) – образец № 1; б) – образец № 2; в) – образец № 3; г) образец № 4



Таблица 3.3 – Деформационные характеристики зефира

Наименование образца	Значение показателя		
	Общая деформация, $N_{\text{общ}}$ , мм	Пластическая деформация, $N_{\text{пл}}$ , мм	Упругая деформация, $N_{\text{упр}}$ , мм
Образец № 1 (смород.)	8,739±0,183	3,354±0,150	5,231±0,046
Образец № 2 (смород.)	7,688±0,226	3,278±0,114	4,410±0,113
Образец № 3 (малина)	8,774±0,284	3,343±0,134	5,431±0,082
Образец № 4 (малина)	10,582±0,207	5,621±,412	4,781±0,125

Замена сырого белка на сухой оказала неоднозначное влияние на структурно-механические свойства зефира. В случае применения малинового пюре все значения деформаций возросли, в случае смородинового – незначительно уменьшились. Из данных таблицы 3.3 видно, что при замене сырого яичного белка на сухой в зефире со смородиновым пюре общая и пластическая деформация уменьшились на 12,0 % и 2,3 % соответственно.

Меньший показатель общей и пластической деформации при одной и той же нагрузке говорит о том, что изделие лучше удерживает форму при действии на него нагрузки. Таким образом, применение сухого альбумина положительно сказывается на структурно-механических свойствах зефира смородинового [3].

В малиновом зефире применение сухого альбумина в качестве пенообразователя привело к возрастанию пластических свойств изделий, так, в образце № 4 общая и пластическая деформация возросли в 1,2 и 1,7 раз соответственно, что в результате отрицательно повлияло на плотность и упругость изделий.

Наблюдаемые закономерности обусловлены наиболее высоким содержанием студнеобразующих компонентов (пектина) в ягодах смородины.

Самые высокие значения упругой деформации отмечены в образцах, изготовленных на основе сырого белка, такие изделия лучше восстанавливают форму после воздействия нагрузки.

Для наглядности на рисунке 3.4 изображены изменения деформационных характеристик образцов зефира.

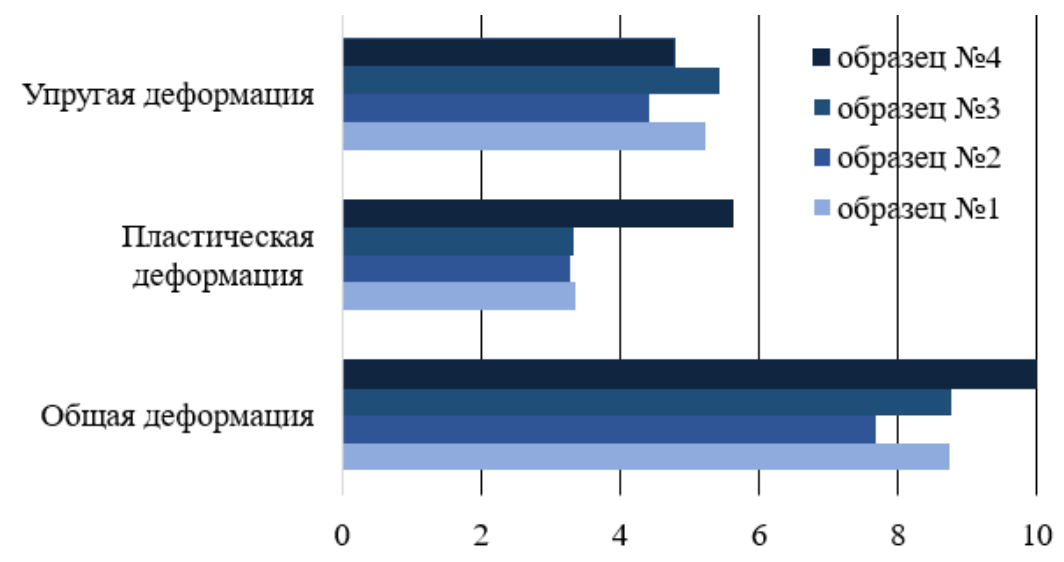


Рисунок 3.4 – Изменение деформационных характеристик образцов зефира

Вязкость полуфабрикатов – взбитого яичного белка с ягодным пюре – определяли на вискозиметре SV-10. Прибор автоматически измеряет изменение температуры и вязкости с течением времени. На рисунке Б.1 изображен образец, в котором определяется вязкость. Результаты исследования внесены в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Динамика вязкости белково-ягодного полуфабриката

	Номер образца							
	Образец №1 (смород.)		Образец №2 (смород.)		Образец №3 (малина)		Образец №4 (малина)	
	Темпера- тура, °С	Вяз- кость, Па×с	Темпера- тура, °С	Вяз- кость, Па×с	Темпера- тура, °С	Вяз- кость, Па×с	Темпера- тура, °С	Вяз- кость, Па×с
	21,4	6,27	21,6	10,73	20,3	10,23	21,3	≥11
	21,6	6,28	21,6	10,8	21,3	9,74	21,6	≥11
	21,8	6,33	21,6	10,82	21,6	9,73	21,7	≥11
	21,9	6,34	21,6	10,84	21,7	9,75	21,6	≥11
	22,0	6,36	21,6	10,85	21,8	9,76	21,7	≥11
	22,1	6,38	21,6	10,87	21,8	9,77	21,6	≥11
Сред знач	21,78	6,33	21,60	10,82	21,64	9,75	21,6	≥11

Наиболее высокая динамическая вязкость установлена для полуфабрикатов, содержащих сухой яичный продукт, – около 11 Па·с.

При замене свежего яичного белка на сухой альбумин динамическая вязкость взбитых полуфабрикатов значительно увеличилась, что связано с недостаточной пенообразующей способностью сухих яичепродуктов и низкой стабильностью пенообразной структуры полуфабриката. В то время, как вязкость взбитой массы, включающей смородиновое пюре и сырой яичный белок – значительно уменьшилась (в 1,5–1,7 раз) по сравнению с вязкостью остальных исследуемых образцов полуфабрикатов. Что свидетельствует о высоком содержании мелкодиспергированных пузырьков газа в пищевой системе, снижающих вязкость полуфабриката. Установлено, что вязкость образца № 4 была выше предельной разрешающей способности прибора ( $\geq 11$  Па·с).

### 3.3 Анализ органолептических показателей пастильных изделий

В настоящее время органолептическая оценка качества – одна из производных при определении качественных характеристик продукта. Показатели, определенные органами чувств человека, являются неизмеримыми, так как значения не выражаются в физических единицах [7, 20, 32].

Поэтому, чтобы охарактеризовать показатели вкуса, запаха, формы, поверхности, консистенции и структуры пастильных изделий, рационально использовать качественное описание, позволяющие определить частные признаки продукта.

В связи с этим была разработана балльная шкала для органолептической оценки образцов зефира с учетом коэффициента весомости [44].

5 баллов характеризуют отличное качество, соответствующее ГОСТ 6441-2014; «4» – хорошее, «3» – удовлетворительное, «2» – едва удовлетворительное, «1» – неудовлетворительное.

Органолептические свойства изделий имеют неодинаковую значимость при потребительской оценке. Чтобы получить объективную итоговую балльную оценку при дегустационном анализе применяют коэффициент весомости. Так как для

потребителей одним из самых важных параметров, определяющим качество изделия,— является вкус и запах, то коэффициент весомости у этого показателя – 0,4. В таком воздушном сбитом продукте, как зефир, особую роль играет консистенция и структура, поэтому у этих показателей значение коэффициента весомости составляет 0,2 балла. Значение коэффициента весомости для состояния поверхности составляет – 0,1, и для формы и цвета – 0,05.

Таблица 3.5 – Бальная шкала для органолептической оценки зефира

Наименование показателя	Значение коэффициента весомости	Уровень качества	Характеристика уровней качества
Вкус и запах	0,4	5	Вкус явно выраженный, сладкий, чуть ощутимая кислинка, гармоничный, без посторонних привкусов. Запах явно выраженный, характерный для данного наименования продукта, приятный аромат, без посторонних запахов
		4	Приятный вкус изделий, сладко-кислый, без посторонних привкусов и без наличия хруста кристалликов сахарозы вследствие ее кристаллизации. Запах выраженный, характерный для данного наименования продукта, приятный аромат, без посторонних запахов
		3	Сладкий приторный вкус, либо чрезмерно кислый, без привкуса диоксида серы, наличие хруста кристалликов сахарозы вследствие ее кристаллизации. Запах слабо выраженный, но характерный для данного наименования продукта, без посторонних запахов
		2	Приторно-сладкий вкус, излишне кислый с посторонними привкусами. Запах не выраженный

Продолжение таблицы 3.5

Наименование показателя	Значение ко-эфициента весомости	Уровень качества	Характеристика уровней качества
		1	Неприятный вкус с посторонними привкусами. Неприятный запах
Цвет	0,05	5	Свойственный данному наименованию продукта, равномерный
		4	Свойственный данному наименованию продукта, равномерный, присутствует небольшое количество вкраплений с пятнами
		3	Неравномерный
		2	Не свойственный данному наименованию продукта
		1	Не соответствует виду применяемого сырья
Консистенция	0,2	5	Мягкая, легко поддающаяся разламыванию
		4	Слегка плотная, поддающаяся разламыванию
		3	Плотная, затяжистая
		2	Твердая
		1	Сухая, не поддающаяся разламыванию
Структура	0,2	5	Свойственная данному наименованию продукта, мелкопористая, равномерная
		4	Свойственная данному наименованию продукта, достаточно равномерная пористость
		3	Недостаточно пористая, неравномерное распределение пор
		2	Не свойственная данному наименованию продукта, липкая
		1	Не свойственная данному наименованию продукта, излишне липкая
Форма	0,05	5	Без деформаций
		4	Наличие незначительной деформации у одного изделия

Наименование показателя	Значение коэффициента весомости	Уровень качества	Характеристика уровней качества
		3	Наличие незначительной деформации у большого количества изделий
		2	Наличие сломанных изделий, помятых
		1	Деформированная, изделие бесформенное
Поверхность	0,1	5	Свойственная данному наименованию продукта, без грубого затвердевания на боковых гранях и выделения сиропа
		4	Свойственная данному наименованию продукта, с наличием тонкой корочки, без выделения сиропа
		3	Слегка увлажненная, с наличием затвердевшей корочки на боковых гранях, без выделения сиропа
		2	Влажная, липкая, с наличием затвердевшей корочки на боковых гранях, с выделением сиропа
		1	Влажная, наличие слипшихся изделий

Качество образцов зефира определяется суммой произведения значения коэффициента весомости на количество баллов по определяемым показателям. Градация качества продукта приведена в таблице 3.6 [50].

Таблица 3.6 – Градация качества образцов зефира

Оценка	Качество
4,5-5	отличное
4,4-3,7	хорошее
3,6-2,5	удовлетворительное
2,4-1,8	едва удовлетворительное
1,7-0	неудовлетворительное

Органолептическую оценку проводила дегустационная комиссия. Каждому члену дегустационной комиссии выдавался дегустационный лист, а также характеристики показателей качества зефира – таблица 3.5. В приложении Б представлен дегустационный лист для органолептической оценки зефира.

На рисунке Б.2 изображены образцы зефира, а на рисунке Б.3 приложения Б – образцы зефира в разрезе.

Следует отметить такую особенность: на рисунке Б.2 видно, что у образца № 1 сахарная пудра распределена неравномерно, она впиталась в зефир.

А на рисунке Б.3 можно увидеть, что у образца № 4 нет четкой границы сдвоенных половинок, зефир слипшийся.

При оценке такого показателя как вкус и запах, дегустаторы отмечали, что образец № 2 обладает самым ярким вкусом и сильно выраженным запахом. Сильно выраженный запах установлен у образца № 3, а у образцов № 1 и № 4 – запах слабо выражен, а вкус излишне сладкий.

Дегустаторам меньше понравился цвет образцов № 3 и № 4. Они характеризовали его как бледно-розовый. Это обусловлено особенностями полуфабриката, а именно – пюре малины: оно светлее, чем пюре смородины.

Также дегустационная комиссия отметила, что у первого образца структура более плотная, чем у второго. А структура образца 4 – слабо пористая, липкая и неупругая. Члены комиссии отметили, что поверхность первого образца не обсыпана сахарной пудрой, несмотря на то, что весь зефир был обсыпан сахарной пудрой в одинаковой степени.

Результаты оценки приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Результаты органолептической оценки образцов

Наименование показателя	Среднее арифметическое				Балл с учетом коэффициента весомости				Максимальная оценка
	Номер образца				Номер образца				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Вкус и запах	4,69±0,23	4,85±0,14	4,77±0,19	4,69±0,23	1,88±0,04	1,94±0,02	1,91±0,03	1,88±0,04	2
Цвет	4,92±0,08	4,92±0,08	4,73±0,19	4,81±0,15	0,25±0,24	0,25±0,24	0,24±0	0,24±0	0,25
Консистенция	4,45±0,25	4,54±0,27	4,21±0,16	4,00±0	0,89±0,01	0,91±0,01	0,84±0,01	0,80±0	1
Структура	4,73±0,19	4,77±0,19	4,78±0,17	4,52±0,26	0,95±0,01	0,95±0,01	0,96±0,01	0,90±0,01	1
Форма	4,85±0,14	4,92±0,08	5,00±0	4,69±0,23	0,24±0	0,25±0	0,25±0	0,23±0	0,25
Поверхность	4,65±0,22	4,85±0,14	4,69±0,23	4,62±0,26	0,47±0	0,48±0	0,47±0	0,46±0	0,5
Итого	28,29	28,85	28,18	27,33	4,67	4,78	4,66	4,52	5

Из таблицы 3.7 видно, что все образцы соответствуют отличному уровню качества.

Максимальную оценку получил образец №2 – зефир из черной смородины с применением сухого альбумина. Можно сделать вывод по органолептической оценке качества изделий о целесообразности применения сухого яичного белка при производстве зефира с черной смородиной.

Для наглядности органолептическая оценка представлена на рисунке 3.5.



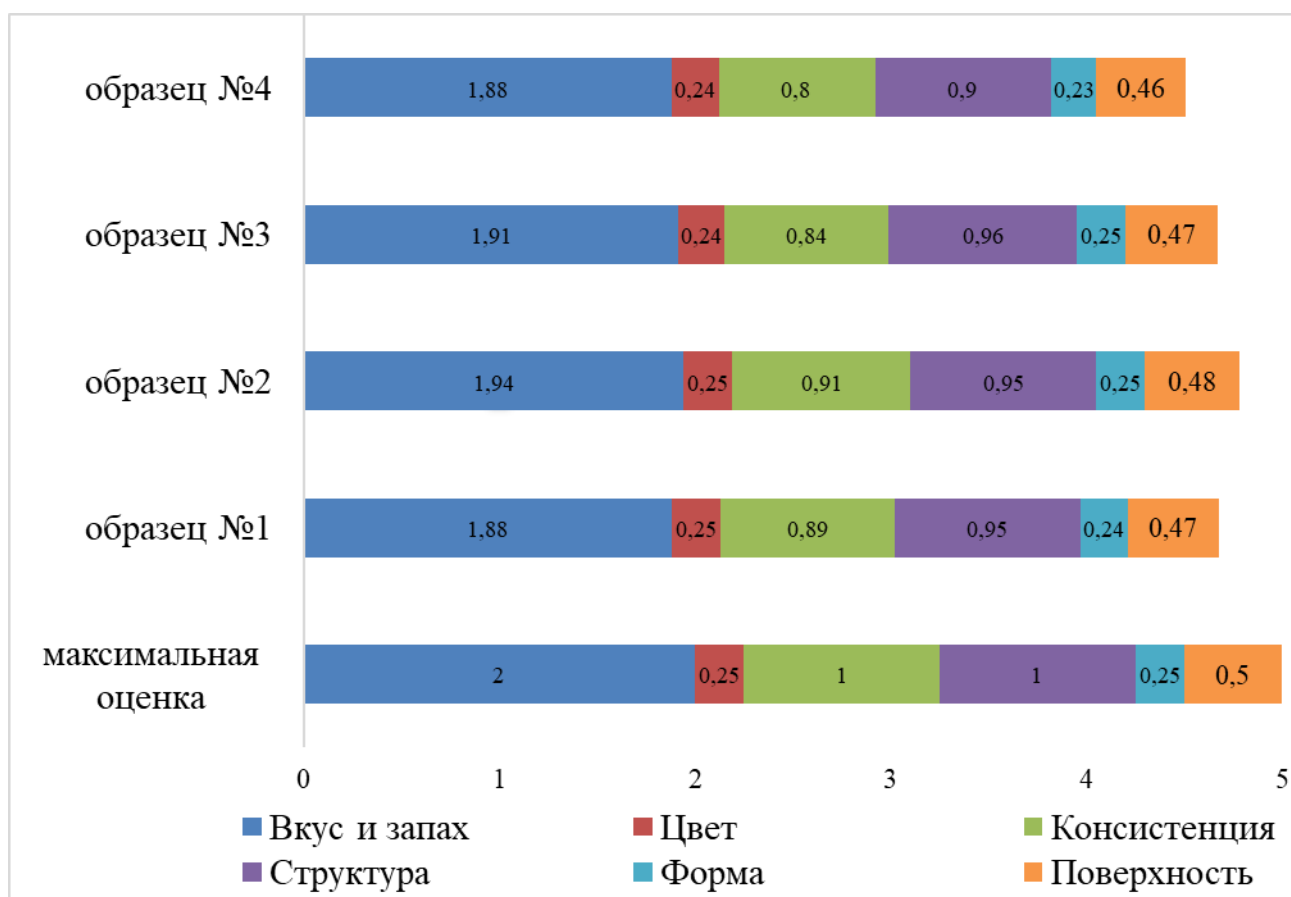


Рисунок 3.5 – Результаты органолептической оценки образцов с учетом коэффициента весомости

### 3.4 Исследование физико-химических свойств зефира

Массовую долю влаги определяли с помощью рефрактометра. В таблице 3.8 отображены результаты измерений, на рисунке В.2 – опытные образцы.

Таблица 3.8 – Результаты измерения массовой доли влаги в образцах

Наименование показателя	Номер образца				По ГОСТ
	Образец № 1 (смород.)	Образец № 2 (смород.)	Образец № 3 (малина)	Образец № 4 (малина)	
Массовая доля сухих веществ, %	90±0	77,7±0,02	86,4±0,08	81±0	-
Влажность, %	10±0	22,3±0,02	13,6±0,08	19±0	Не более 25

Для наглядности значения массовой доли влаги образцов и значение по ГОСТ изображены в виде гистограммы на рисунке В.4 в Приложении В.

Использование сухого альбумина в приготовлении зефира способствовало повышению влажности готовых изделий как у зефира со смородиной, так и у зефира с малиной в 1,5–2 раза. Однако значения влажности всех опытных образцов находились в пределах значений, регламентированных ГОСТ.

Увеличение влажности в образцах зефира при использовании сухого белка, вероятно, произошло вследствие проведения предварительной гидратации сухого порошка. Так, влажность сырого белка в среднем составляет 86,5 %, а сухого белка, используемого для приготовления образцов №2 и №4 – около 9 %, модуль гидратации 1:10.

Активную кислотность определяли путем погружения в исследуемый раствор рН-метра. Измерение проводили в двух параллелях. За результат принято среднее арифметическое значение двух измерений. На рисунке В.3 изображены опытные образцы, в которых измеряется активная кислотность. В таблице 3.9 отражены результаты измерения.

Таблица 3.9 –Результаты измерения активной кислотности образцов, (рН)

Наименование этапа	Номер образца			
	Образец № 1 (смород.)	Образец № 2 (смород.)	Образец № 3 (малина)	Образец № 4 (малина)
Полуфабрикат	3,31±0,001	3,180,002	3,44±0,001	3,44±0,001
Готовое изделие	3,095±0,002	3,02±0,01	3,44±0,001	3,55±0,001

Активная кислотность, как полуфабрикатов, так и готовых пастильных изделий с ягодным пюре, характеризовалась значениями от 3,09 до 3,55, причем наиболее высокая кислотность отмечена в образцах, содержащих смородиновое пюре.

Плотность образцов зефира измеряли в двух параллелях. Объем пшена  $V_1$  составил 280 см<sup>3</sup>. Масса зефира  $m$  и объем зерна  $V_2$ , оставшегося после погружения

зефира, для каждого образца представлены в таблице 3.10. Результаты расчетов сведены в таблице 3.11.

Таблица 3.10 – Измерение плотности зефира

Номер измерения	Номер образца							
	1		2		3		4	
	m, г	V <sub>2, см<sup>3</sup></sub>	m, г	V <sub>2, см<sup>3</sup></sub>	m, г	V <sub>2, см<sup>3</sup></sub>	m, г	V <sub>2, см<sup>3</sup></sub>
I	30,0481	95	32,0531	95	29,6336	80	28,4872	85
II	26,5509	95	28,3919	85	27,5990	95	30,5170	82

Таблица 3.11 – Плотность образцов зефира

Номер Измерения	Номер образца	Плотность изделий, г/см <sup>3</sup>				По ГОСТ
		1	2	3	4	
I		0,139	0,151	0,148	0,147	Не более 0,6
II		0,143	0,147	0,149	0,153	
Среднеарифметическое значение		0,141±0,002	0,149±0,002	0,149±0,001	0,150±0,003	

Измерение плотности показало, что при использовании сухого альбумина плотность зефира незначительно увеличивается, это может быть связано с недостаточной пенообразующей способностью сухого альбумина. Но изменение не существенно, в связи с тем, что в сухой белок добавляется вода, которая повышает его пенообразующую способность, которая приближается к пенообразующей способности сырого белка.

Для наглядности показатели плотности образцов и значение по ГОСТ изображены на гистограмме на рисунке В.6 Приложения В.

Таким образом, все образцы зефира соответствовали ГОСТ по физико-химическим показателям.

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.1 Обеспечение безопасных условий труда на предприятии

Безопасные условия труда на предприятии обеспечиваются многими факторами, одним из которых является исполнение работодателем своих обязанностей по обеспечению охраны труда. Руководитель должен постоянно контролировать исправную работу и надлежащую эксплуатацию производственного оборудования, поддерживать в норме микроклимат производственных помещений – температуру и влажность; следить за освещённостью всех помещений, а также их чистотой.

В свою очередь, каждый сотрудник должен хорошо знать правила техники безопасности, которые подразумевают соблюдение должностных правил и инструкций на предприятии, правил личной, общей гигиены, поддержание в чистоте своего рабочего места, использование во время работы средств индивидуальной защиты [28].

В Типовой инструкции по охране труда для работников кондитерской промышленности изложены общие требования безопасности на каждом участке производства. Каждый сотрудник должен знать технологию производства вырабатываемых изделий, устройство и правила эксплуатации оборудования, измерительных приборов [39].

На предприятии должны проходить инструктажи: вводные, первичные, после прослушивания которых работник может быть допущен к выполнению своих обязанностей [8].

Безопасность условий труда также определяется системой охраны труда на производстве, которая выполняет функции сохранения здоровья и жизни работников, исследует вредные факторы производственной среды, контролирует соблюдение норм и правил техники безопасности [22].

Охрану труда на предприятии регламентирует законодательная и нормативно-правовая база. Законодательное поле по охране труда включает более 20 законов, которые имеют прямое отношение к охране труда: Конституция Российской Федерации. Трудовой кодекс, Федеральный закон «О пожарной безопасно-

сти», Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», Федеральный закон о техническом регулировании» и т.д.

К нормативно-правовым актам, содержащим государственные требования охраны труда, относятся стандарты по безопасности труда, правила и типовые инструкции по охране труда, санитарные правила и гигиенические нормы, устанавливающие требования к факторам рабочей среды и трудового процесса, положения, руководства, указания, требования.

#### 4.2 Мероприятия по охране окружающей среды

Предприятия, вырабатывающие кондитерские изделия, не относятся к предприятиям, наносящим огромный вред окружающей среде. Но, как и от деятельности всех промышленных предприятий остается некоторое отрицательное влияние на состояние экологии.

Предприятия большой мощности наносят наибольший вред, загрязняя водные ресурсы. На таких производствах имеются свои котельные, которые в свою очередь, содержат в своих отработанных газах продукты неполного сгорания топлива и частицы золы. Но, если на предприятии имеется контроль за нормами выбросов, то загрязнение атмосферного воздуха происходит незначительно.

Если на предприятии сортируют и отбраковывают сырье и продукцию, то может происходить загрязнение почвы от их отходов. Брак в количестве 5 % от всех отбракованных сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, может быть повторно переработан.

Чтобы предотвратить загрязнение окружающей среды на предприятиях должен производиться постоянный контроль – проверки и учет выбросов, загрязняющих воздух, почву и воду. Данные мероприятия осуществляют путем взятия нескольких перечисленных проб, по которым определяют интенсивность и количество выбросов.

Данные мероприятия обязаны осуществляться систематически. Контроль за ними производят Министерства, Государственные инспекции, ведомства и коми-

теты, регулирующие охрану окружающей среды при участии представителей Роспотребнадзора.

### 4.3 Экологическая безопасность

За состояние экологии отвечает Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

Любое предприятие, в частности кондитерские фабрики, обязано разработать систему инженерно-технической документации, в которой отражены характер загрязнения и уровень экологической опасности выполняемой деятельности, а также нормативные значения техногенных факторов воздействия.

В основном, сточные воды образуются при мытье оборудования и инвентаря. Они сливаются в городскую канализацию и не наносят значительного вреда. Химические вещества, входящие в состав моющих средств, и сливающиеся вместе со сточными водами необходимо нейтрализовать с помощью кислот или щелочей.

Для очистки воздуха от взвешенных частиц при просеивании сухого сырья на предприятии предусматриваются фильтры и аспирационное помещение [4].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У потребителей в современном мире складывается тенденция выбора натуральных сладостей, не представляющих опасности для здоровья. Одним из решений для достижения последнего фактора является использование сухих яйцепродуктов в технологии пастильных изделий, в связи с тем, что сырое яйцо может содержать в себе патогенные микроорганизмы, и требует длительной, многостадийной подготовки в производственном цикле. Применение сухих яйцепродуктов более технологично, не требует специального оборудования и безопасно с точки зрения микробной обсемененности: вследствие высокотемпературной обработки в нем отсутствуют патогенные и условно-патогенные микроорганизмы. Этими факторами обуславливается целесообразность применения сухого яичного белка в производстве пастильных изделий.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологических решений производства зефира с использованием сухих яйцепродуктов.

В работе была обоснована целесообразность применения сухого яичного альбумина в технологии зефира; были изучены современные тенденции в формировании ассортимента пастильных изделий, современные технологические решения в производстве зефира, был проведен анализ сырья, применяемого для производства данных видов изделий, построена аппаратурно-технологическая схема производства зефира.

При анализе литературных данных было выяснено, что в настоящее время учеными и производителями активно ведутся разработки технологии зефира обогащенного, без применения сахара, а также зефира, приготовленного без сырого белка, на основе отваров бобовых культур, сухой пшеничной клейковины и других видов сырья.

При выполнении экспериментальной части выпускной квалификационной работы были разработаны рецептура и технология производства зефира с использованием сухого яичного белка на основе пюре смородины и пюре малины.

Было проанализировано, что на обработку свежих яиц при производстве зефира увеличиваются трудовые и экономические затраты по сравнению с обработкой сухого белка. Так, сухой белок гидратируют в воде, на что не уходит больше 5 минут. Для получения сырого белка требуется от 20 до 40 минут для многостадийной дезинфекции, отделения желтков, процеживания и т.д.

Четыре образца зефира подвергались органолептической, физико-химической оценке качества, в них исследованы структурно-механические свойства.

Органолептическую оценку образцов проводила дегустационная комиссия в составе 13 человек по пятибальной шкале. Наибольший балл (4,78) получил образец № 2 – зефир с использованием пюре смородины и сухого белка. Дегустаторы отметили наилучшую структуру и консистенцию образца, характерную форму, выраженный вкус и запах. В образце № 4 – была установлена наименее плотная консистенция и липкая структура.

По физико-химическим показателям – плотности, содержанию сухих веществ, кислотности – образцы соответствовали нормам государственного стандарта.

При исследовании реологических свойств полуфабриката (зефирной массы) установили, что при замене свежего яичного белка на сухой альбумин динамическая вязкость полуфабрикатов значительно увеличилась, что связано с недостаточной пенообразующей способностью сухих яйцепродуктов. Наименьшая вязкость установлена для взбитой массы, включающей смородиновое пюре и сырой яичный белок, что свидетельствует о высоком содержании мелкодиспергированных пузырьков газа в пищевой системе, снижающих вязкость полуфабриката.

В результате структурно-механического анализа было выявлено, что в случае приготовления зефира со смородиновым сырьем замена сырого белка на сухой оказала положительное влияние на формирование плотной структуры изделия – оно лучше удерживало и восстанавливало форму при действии на него нагрузки. В малиновом зефире такая замена отрицательно повлияла на упругость изделия, общая и пластическая деформация значительно возросли, соответственно готовые изделия были менее плотные и липкие.



Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что рационально применять в технологии зефира сухой яичный белок, так как такая технология позволяет упростить процесс подготовки сырья к производству, получить зефир отличного качества, и самое главное, безопасный продукт.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артемова, Е.Н. Формирование пенных структур, содержащих белки и пектины / Е.Н. Артемова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001а. – № 4. – С. 20–23.
2. Билетова, Н.В. Санитарная микробиология / Н. В. Билетова, Р. П. Корнелаева, Л. Г. Кострикина; под ред. С. Я. Любашенко. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 352 с.
3. Белокрылов Ю.Ф. Адгезия сбивных конфетных масс / Ю.Ф. Белокрылова, С. М. Калинина // Кондитер. производство. – 2004. – №1. – С. 43–44.
4. Гавриленков, А.Ч. Экологическая безопасность пищевых производств / А.Ч. Гавриленков. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 272 с.
5. Гармаш, Н.Ю. Перспективность использования нетрадиционных растительных пенообразователей в технологии сладких десертов функционального назначения / Н.Ю. Гармаш, Е.И. Черевач, Л.В. Левочкина, В.В. Зубова // Сборник статей по итогам I заочной Международной научно-практической конференции – Саратов : Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2016. – С. 72–76.
6. Герасимова, И.В. Сырье и материалы кондитерского производства / И.В. Герасимова. – М.: Пищевая промышленность, 1997. – 144 с.
7. Головня, Р.В. Сенсорный анализ для организации контроля качества традиционных и новых пищевых продуктов. Современные методы анализа пищевых продуктов / Р.В. Головня. – М.: Наука, 1987. – 324 с.
- 8 ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
9. ГОСТ 15810-2014 Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия.
- 10 ГОСТ 5897-90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей.

11. ГОСТ 5898-87. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности.
12. ГОСТ 5900-73. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ.
13. ГОСТ 6441-2014. Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия.
14. ГОСТ Р 53041-2008. Изделия кондитерские и полуфабрикаты кондитерского производства. Термины и определения.
15. Губковская, В.В. Способ получения зефира с использованием экстракта чечевицы взамен яичного белка // Молодежь и научно-технический прогресс. – 2019. – Т. 3. – С. 33–35.
16. ЗАО «Птицефабрика Боровская». Сухой яичный белок. – <http://www.borfab.ru>.
17. Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий / А.В. Зубченко. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 1997. – 416 с.
18. Иоргачева Е.Г. Зерновые добавки в составе кондитерских изделий / Е.Г. Иоргачева, Л.В. Капрельянц, С.И. Банова // Хранение и перераб. зерна. – 2002. – № 12. – С. 42–44.
19. Иоргачева Е.Г. Зерновые добавки в составе кондитерских изделий / Е.Г. Иоргачева, Л.В. Капрельянц, С.И. Банова // Хранение и перераб. зерна. – 2002. – № 12. – С. 42–44.
20. Лейберова, Н.В. Разработка и применение бальной шкалы для оценки качества пастильных изделий // Индустрия питания. – 2017. – №2. – С. 50–56.
21. Лопатин, С.Н. Почему российским кондитерам о сладкой жизни можно лишь мечтать. – <https://novostivolgograda.ru>.
22. Люманов, Э.М. Безопасность технологических процессов и оборудования: учебное пособие / Э. М. Люманов, Г. Ш. Ниметулаева, М. Ф. Добролюбова, М. С. Джиляджи. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 224 с.
23. Магомедов, Г.О. Выбор оптимальных параметров получения сбивных изделий без яичного белка / Г.О. Магомедов, Л.А. Лобосова, С.А. Рожков, Н.А. Се-

лина // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, №2. – С. 82–88.

24. Мачихин, Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 2001. – 213 с.

25. Мудрецова-Висс К.А. Микробиология, санитария и гигиена / К.А. Мудрецова-Висс, А.А. Кудряшова, В.П. Денюхина В.П.: Учебник вузов. 7-е изд. – М.: Издательский дом «Деловая литература». 2001. – 388 с.

26. Олейникова, А. Я. Технология кондитерских изделий / А. Я. Олейникова, Л. М. Аксенова, Г. О. Магомедов. – СПб.: РАПП, 2010. – 672 с.

27. Павлова, Н.С. Сборник основных рецептур сахаристый кондитерских изделий / Н.С. Павлова, М.К. Смиронова. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 232 с.

28. Падохин, В.А. Физико-химические свойства сырья и пищевых продуктов: учеб. пособие / В.А. Падохин, Н.Р. Кокина. – Иван. гос. хим.-технол. ун-т., Институт химии растворов РАН. – Иваново, 2007. – 128 с.

29. Пат. 2432771 Российская Федерация, МПК 7 A23G3/00. Способ производства зефира / Колпакова В. В., Студенникова О. Ю. ; заявитель и патентообладатель Московский государственный университет прикладной биотехнологии. – № 2010119603/13 ; заявл. 18.05.201 опубли.10.11.2011.

30. Плотникова, И.В. Перспективное использование водных экстрактов из бобовых культур в производстве пенообразных масс / И.В, Плотникова, В.В Губковская, Д.С. Писаревский, Е.В. Плотникова // Устойчивое развитие науки и образования. – 2018. – №10. – С. 230–232.

31. Потехина, Е.А. Современные тенденции на рынке кондитерских изделий / Е.А. Потехина, К.В. Лысенко, Н.Л. Колмакова, А.А. Залужный // Бизнес пищевых ингредиентов online. – <http://www.bfi-online.ru>.

32. Родина, Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров: учебник / Т.Г. Родина. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 208 с.

33. Румянцева, В.В. Инновационные технологии производства пастильных масс / В.В. Румянцева, Т.В. Кабанова, В.В, Коломыцева // Стратегия развития гостеприимства и туризма. – 2018. – С. 502–506.

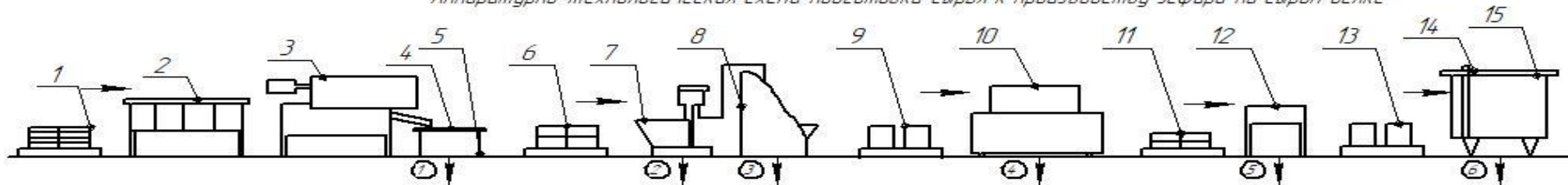
34. Румянцева, В.В. Применение нетрадиционного сырья при производстве пастильных масс / В.В. Румянцева, Н.М. Ковач, А.Ю. Гурова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. – №4. – С. 10–12.
35. Румянцева, В.В. Технология кондитерского производства: Конспект лекций / В.В. Румянцева. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 141 с.
36. Сборник типовых инструкций по технике безопасности и производственной санитарии кондитерского производства. – М.: ВНИИКП, 1975. – 155 с.
37. Скобельская, З.Г. Технология производства сахарных кондитерских изделий: учеб. для нач. проф. образования / З.Г. Скобельская, Г.Н. Горячева. – М.: ИРПО; ПрофОбрИздат, 2002. – 416 с.
38. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016. № 1364-р // Собрание законодательства РФ. – 2016. – № 28. – Ст.4758.
39. Технологические инструкции по производству мармеладно-пастильных изделий. – М.: ВНИИКП, 1990. – 710 с.
40. Тоболин, А.А. Обзор рынка кондитерских изделий России: изменения и тенденции. – <https://koloro.ru>.
41. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции».
42. Урьев, Н.Б. Пищевые дисперсные системы / Н.Б. Урьев, М.А. Талейник. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.
43. Хамнаева, Н. И. Особенности санитарно-микробиологического контроля сырья и продуктов питания животного происхождения: Учебное пособие / Н.И. Хамнаева. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – 136 с.
44. Чугунова О.В. Научный обзор: сенсорный анализ и его значение в оценке качества и безопасности пищевых продуктов // Научное обозрение. Технические науки. – 2016. – № 3. – С. 118–129;
45. Царева, Н.И. Бобовые в технологии продуктов питания со взбивной структурой: монография / Н.И. Царева, Е.Н. Артемова. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2014. – 133 с.

46. Царева, Н.И. Исследование пенообразующих свойств бобовых / Н.И. Царева, Е.Н. Артёмова // *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2007. № 9. – С. 35–39.
47. Циганова Т.Б., Куличенко А.И. Исследование функциональных свойств пшеничного белка «Gemtek 2100» // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2006. – № 1. – С. 26–28.
48. Шур, Е.А. Разработка технологии и комплексная оценка качества взбитых десертов на основе молочного и растительного сырья: дисс. канд. техн. наук / Е.А. Шур. – Кемерово, 2003. – 165 с.
49. Smolikhina P.M., Muratova E.I., Dvoretzky S.I. The study of structure formation processes in the confectionery mass. // *Advanced Materials & Technologies*. – 2016. – №. 2. – P.43–47. DOI: 10.17277/amt.2016.02.pp. 043-047.
50. Stone H., Sidel J., *Sensory Evaluation: Science and Mythology* // *Wine Research*. – 2005. – № 8. – P. 47–56.

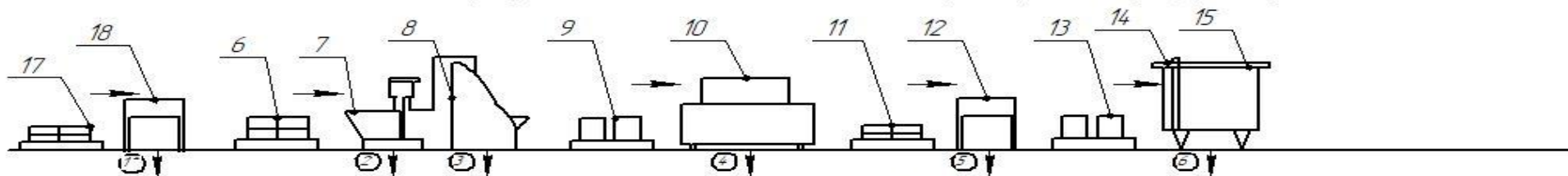
## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Аппаратурно-технологическая схема производства зефира

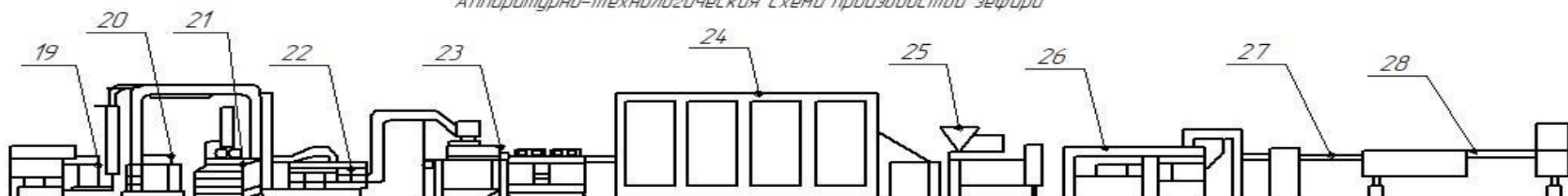
*Аппаратурно-технологическая схема подготовки сырья к производству зефира на сыром белке*



*Аппаратурно-технологическая схема подготовки сырья к производству зефира на сухом белке*



*Аппаратурно-технологическая схема производства зефира*



1	сырой яичный белок	4	ягодное пюре
1*	сухой яичный белок	5	агар-агар
2	сахар-песок	6	паточка
3	сахарная пудра		

Рисунок А.1 – Аппаратурно-технологическая схема

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Перв. примен.		1		Гофрокогда с яйцами	1				
		2	Кодор ВМЯ/1-80/80	Четырхсекционная ванна	1				
		3	RZ-1	Яйцевыбивная машина	1				
		4		Сито с размером ячеек 3 мм	1				
		5		Луженый бидон	1				
		6		Мешки с сахаром	1				
	Стр. №		7	П-2П "Пионер"	Просеиватель	1			
			8	ШБП	Трехвальцовая мельница	1			
			9		Бочки с ягодным пюре	1			
			10	КПУ	Протирочная машина	1			
			11		Мешки с агар-агаром	1			
			12		Емкость для замачивания агар-агара	1			
			13		Бочки с патокой	1			
		14		Сито с размером ячеек 3 мм	1				
		15		Бункер с рубашкой	1				
		16		Мешки с сухим яичным белком	1				
Подп. и дата		17		Ванна для замачивания сухого белка	1				
		18		Станция приготовления сиропа	1				
		19		Станция уваривания пюре с сахаром	1				
		20		Станция приготовления зефирной массы	1				
Инв. № докл.		21	A2-ШОЗ	Зефиростадочная машина	1				
		22		Охлаждающий шкаф	1				
		23	AK-0981 STREW 200	Агрегат для отсыпки сахарной пудрой	1				
Взам. инв. №		24		Производственный стол	1				
		25		Транспортер	1				
		26	РТ-УМ-ГШ	Упаковочный автомат	1				
Подп. и дата									
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p style="text-align: center;">19.03.02.2020.16.306 ПЗ ВКР</p> <p style="text-align: center;">Разработка технологии производства зефира с применением сухих яичепродуктов</p>			
	Разраб.		Худякова А.М.				Лит.	Лист	Листов
	Проб.		Меренкова С.П.						1
	Н.контр.						ЮУрГУ Кафедра "Пищевые и биотехнологии"		
Утв.			Меренкова С.П.			Формат А4			

Копирабал



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Органолептическая оценка качества образцов зефира

Наименование показателя	Номер образца			
	№1	№2	№3	№4
Вкус и запах	5 высрам. кофеино	5 дрожже вус	5 характерно высрам. кофеино	5 слабкий, кофейно-ванильный
Цвет	5 серо-розовый	5 серо-розовый	4,5 серо-розовый	4,5 серо-розовый
Консистенция	упругая, не липкая 4,8	упругая 5,0	4,2 не упругая заваливается	липкая, слабо заваливается 4
Структура	более плотная 4,8	5	слабо пористая 4,2	слабо пористая, не упругая 3,2
Форма	5	5	5	5
Поверхность	не обсыпана сахарной пудрой 4,5 (более воздушная)	5	5	5

Рисунок Б.1 – Дегустационный лист



Рисунок Б.2 – Внешний вид образцов зефира



Рисунок Б.3 – Образцы зефира в разрезе

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Структурно-механические и физико-химические исследования



Рисунок В.1 – Исследование полуфабриката на вязкость



Рисунок В.2 – Образцы для рефрактомирования



Рисунок В.3 – Определение кислотности



Рисунок В.4 – Гистограмма важности образцов

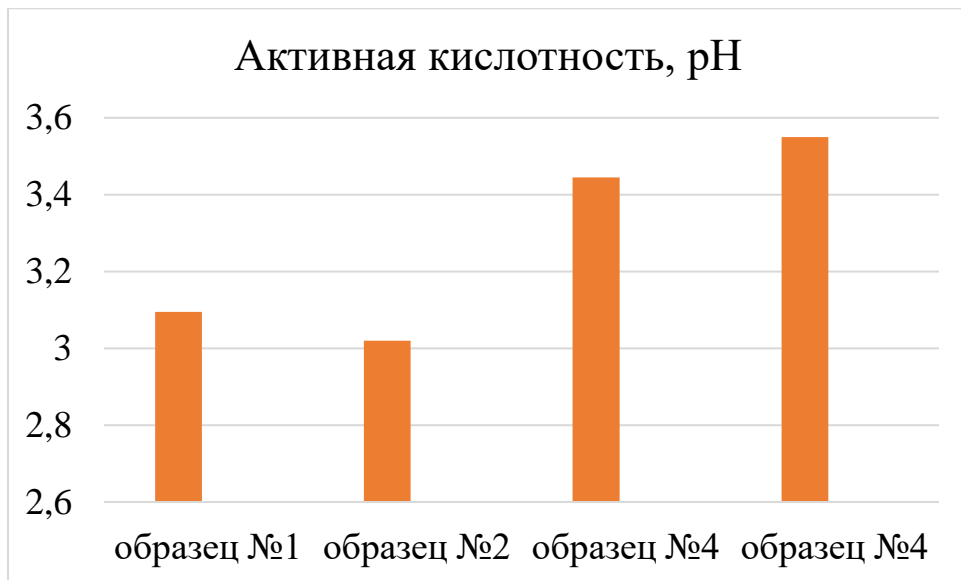


Рисунок В.5 – Гистограмма кислотности изделий

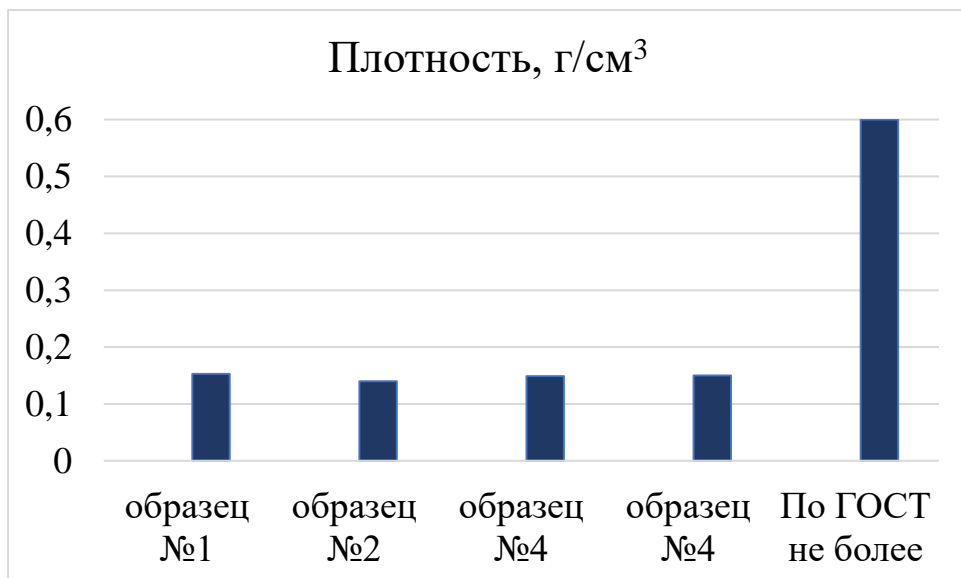


Рисунок В.6 – Гистограмма плотности изделий