

# **ІТМО**

**А.Андреева, М.А. Анцыперова, Т.В. Меледина,  
А.В. Федоров, А.А. Федоров**

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛАБОРАТОРИИ СОВРЕМЕННОГО ХЛЕБОПЕКАРНОГО И КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ФАКУЛЬТЕТА БИОТЕХНОЛОГИЙ**



**Санкт-Петербург  
2023**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**А.Андреева, М.А. Анцыперова, Т.В. Меледина,  
А.В. Федоров, А.А. Федоров**  
**ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ЛАБОРАТОРИИ СОВРЕМЕННОГО  
ХЛЕБОПЕКАРНОГО И КОНДИТЕРСКОГО  
ПРОИЗВОДСТВА ФАКУЛЬТЕТА  
БИОТЕХНОЛОГИЙ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО  
по направлению подготовки 19.04.01, 19.04.02  
в качестве учебного пособия для реализации основных профессиональных  
образовательных программ высшего образования магистратуры

**ИТМО**

Санкт-Петербург  
2023

Андреева А., Анцыперова М.А., Меледина Т.В., Федоров А.В., Федоров А.А.,  
**ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ ЛАБОРАТОРИИ СОВРЕМЕННОГО ХЛЕБОПЕКАРНОГО  
И КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ФАКУЛЬТЕТА БИОТЕХНОЛОГИЙ–  
СПб: Университет ИТМО, 2023. – 55 с.**

Рецензент(ы):

Парахина Ольга Ивановна, кандидат технических наук, нет, директор,  
Санкт-Петербургский филиал федерального государственного автономного  
научного учреждения "Научно-исследовательский институт хлебопекарной  
промышленности";

Учебное пособие предназначено студентам и аспирантам для освоения  
работы в специализированной лаборатории хлебопекарного производства  
факультета биотехнологий. Представлено описание технологического  
оборудования и основных приборов для выполнения лабораторных,  
практических и научно-исследовательских работ. Даны рецептуры  
хлебобулочных изделий и методы исследования и их качества. Представлены  
методы безопасной работы.

The logo of ITMO University, consisting of the letters 'ITMO' in a bold, black, sans-serif font. The 'I' and 'T' are connected at the top, and the 'M' and 'O' are also connected at the top.

**Университет ИТМО** – ведущий вуз России в области информационных и  
фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009  
году статус национального исследовательского университета. С 2013 года  
Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности  
российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных  
центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО –  
становление исследовательского университета мирового уровня,  
предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию  
всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2023

© Андреева А., Анцыперова М.А., Меледина Т.В., Федоров А.В., Федоров А.А.,  
2023

## Содержание

Введение.....	4
1 Общая характеристика опытно-производственного комплекса .....	5
1.1 Расположение и состав помещений .....	5
1.2 Сопряжение лаборатории с системами энергоснабжения и внутренними коммуникациями университета .....	6
1.3. Внутренние инженерные коммуникации и сети комплекса.....	6
Вопросы для самоконтроля по разделу 1 .....	7
2 Оборудование в составе комплекса лаборатории .....	8
2.1 Складское хозяйство.....	8
2.2 Холодильное оборудование .....	8
2.3 Оборудование подготовительных операций .....	9
2.4 Основное технологическое оборудование .....	10
2.5 Вспомогательное технологическое оборудование и инвентарь.....	31
Вопросы для самоконтроля по разделу 2 .....	31
3 Технологические особенности сырья и материалов .....	32
3.1 Сырье и основные материалы .....	32
3.2. Виды заварок и их применение.....	34
Вопросы для самоконтроля по разделу 3 .....	34
4. Способы и рецептуры приготовления хлеба.....	36
4.1. Методы приготовления теста и выпечка .....	36
4.2 Рецептуры приготовления хлеба.....	38
4.3 Безопарный способ приготовления теста .....	38
4.4 Ускоренный метод приготовления теста.....	41
4.5 Ускоренный способ приготовления теста с использованием концентрированной молочнокислой закваски .....	44
Вопросы для самоконтроля по разделу 4 .....	50
5 Промсанитария и охрана труда.....	52
5.1 Основы промсанитарии и гигиены в производственном комплексе .....	52
5.2 Безопасная эксплуатация оборудования.....	52
Вопросы для самоконтроля по разделу 5 .....	53
Заключение .....	54
Литература .....	56

## Введение

В Университете ИТМО много лет успешно функционирует экспериментально-производственная лаборатория хлебопекарного производства. Лаборатория была создана в сотрудничестве с известной финской компанией Leipurin. Лаборатория принадлежит факультету биотехнологий мегафакультета Наук о жизни.

Лаборатория оснащена полным комплексом современного производственного оборудования, состав которого постоянно обновляется. Уровень оснащенности лаборатории соответствует уровню отечественных и зарубежных учебных заведений подобного профиля. Лаборатория обеспечивает учебный процесс и проведение научных исследований в университете ИТМО. В лаборатории выполняется практическая часть выпускных квалификационных работ, включая преддипломную практику. Выпускники факультета биотехнологий, прошедшие обучение в лаборатории, получают навыки эксплуатации сложного современного оборудования для хлебопекарного и кондитерского производства, оснащенного средствами автоматизации и управления технологическими процессами.

Научные исследования в области пищевых биотехнологий носят, как правило, прикладной характер, то есть от теоретических разработок исследователи всегда переходят к лабораторным экспериментам и далее к испытаниям в реальном промышленном масштабе. Последняя стадия является наиболее трудно реализуемой по ряду объективных и субъективных причин. В лаборатории университета выполняется большой объем научно-исследовательских работ, как студентами и аспирантами, так и преподавателями, и сотрудниками университета. Работают целые творческие научные коллективы. Здесь на реальном промышленном оборудовании есть возможность проверить на практике идеи и разработки, выполненные теоретически или в условиях лабораторных опытов. Причем делать это можно многократно, изменяя те или иные параметры и рецептуры, с большой производительностью и достаточной точностью, так как установленное оборудование обладает высоким уровнем автоматизации и информатизации.

Учебное пособие предназначено для использования в образовательной программе бакалавриата 19.03.01. Биотехнология при проведении практических и лабораторных работ по дисциплинам: Реология в хлебопекарном и кондитерском производстве; Современные технологии и ассортимент хлебобулочных изделий; Технологии кондитерского производства; Технология хлеба. Учебное пособие используется в производственной и проектно-технологической практике по образовательной программе магистратуры 19.04.01. ФудТех. Учебное пособие используется также при выполнении по этим образовательным программам НИР, СРС и ВКР по темам: Разработка рецептуры хлебобулочных изделий с применением альтернативных микроорганизмов; Разработка рецептуры

безглютенового хлеба; Применение гороховых гидролизатов в технологии хлебобулочных изделий; Разработка рецептуры веганского зефира; Применение пектинов в производстве стабильных начинок; Разработка белевской пастилы с использованием растительных белков.

## **1 Общая характеристика опытно-производственного комплекса**

### **1.1 Расположение и состав помещений**

Производственная лаборатория расположена на первом этаже корпуса Университета ИТМО на улице Ломоносова, дом 9.

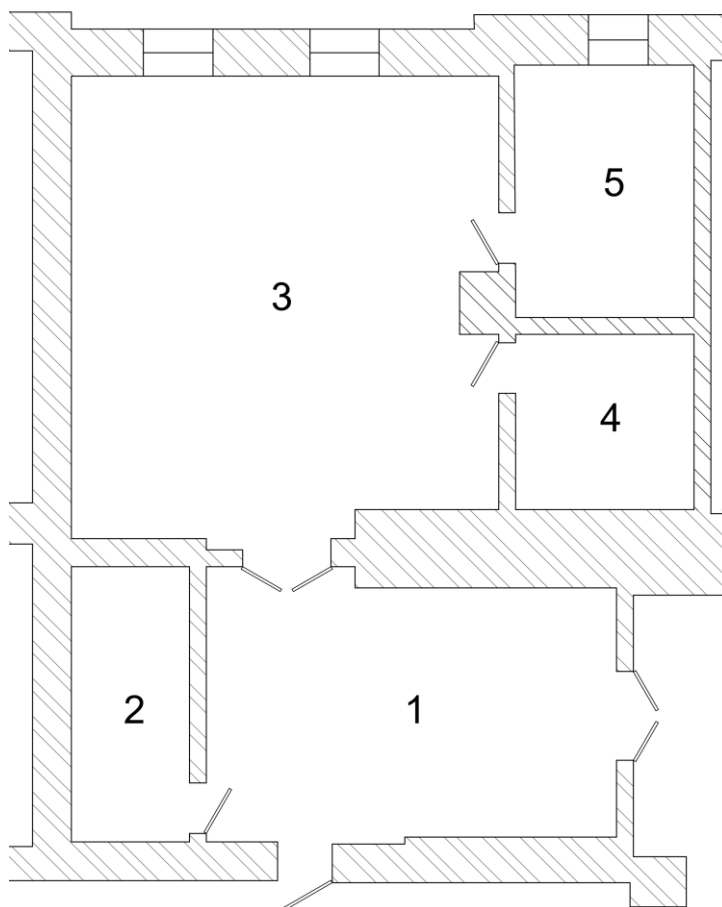


Рисунок 1 – Лаборатория № 2112–0 на фрагменте поэтажного плана здания Университета ИТМО по адресу:  
г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова д.9, лит. А 1 этаж

В составе лаборатории несколько помещений, объединенных в комплекс. Они имеют общий номер 2112-0: помещение 1 – аудитория, предназначенная для теоретической части учебного процесса, в которой имеется полный медиа-

комплекс с возможностью проведения видеоконференций; помещение 2 – бокс; 3 – основное производственное, в котором расположено технологическое и аналитическое лабораторное оборудование; помещение 4 – автоклавная, мойка, хранение инвентаря и приспособлений; помещение 5 – преподавательская и дегустационная.

## **1.2 Сопряжение лаборатории с системами энергоснабжения и внутренними коммуникациями университета**

Для функционирования лаборатория присоединена к инженерным сетям и коммуникациям Университета.

Электроэнергия поступает через распределительный щит, который расположен в коридоре у входа в лабораторию. Доступ к щиту разрешен только электротехническому персоналу Университета. Электроэнергия используется для освещения и питания технологического оборудования.

Вода поступает из внутреннего водопровода Университета, в который она подается из городской водопроводной сети. Водоотведение производится во внутреннюю канализационную сеть Университета и через нее в городскую систему сбора сточных вод. Вода используется для санитарно-гигиенических целей, для технологического оборудования, мытья оборудования и инвентаря и в качестве исходного компонента в производимых продуктах. Использованная вода сливается в канализацию и не содержит вредных и опасных веществ. В лаборатории предусмотрено горячее водоснабжение.

Помещения лаборатории обеспечиваются тепловой энергией системой теплоснабжения в отопительный сезон.

Помещения имеют общеобменную и местную вентиляцию. Местная вентиляция применяется при работе основного технологического оборудования для обеспечения нормального режима в лаборатории.

Помещения обеспечены датчиками охранно-пожарной сигнализации, которые включены в общую систему Университета.

Лаборатория подключена к сети Интернет по нескольким каналам.

## **1.3. Внутренние инженерные коммуникации и сети комплекса**

Внутри лаборатории расположены как общие коммуникации университета, так и внутренние локальные, обеспечивающие функционирование.

Общие коммуникационные сети университета, проходящие транзитом через лабораторию должны быть в исправном состоянии. При обнаружении каких-либо неисправностей (механические повреждения, утечки и т.д.) необходимо незамедлительно информировать административные и технические службы университета.

Внутренние электрические кабели, провода, распределительно-защитные устройства обеспечивают эксплуатацию оборудования, приборов, измерительной и аналитической техники, компьютеров.

Водоразборная арматура, гибкие подводы обеспечивают подачу холодной воды к мойкам, раковинам, водонагревателям, посудомоечной машине и технологическому оборудованию. Горячее водоснабжение производится от локального водонагревателя, расположенного в помещении 4 (рисунок 1).

### **Вопросы для самоконтроля по разделу 1**

- Почему помещение производственного-лабораторного комплекса расположено именно на первом этаже здания?
- Кому разрешен доступ к распределительным электрощитам при выключении и включении электроснабжения оборудования?
- Для чего в помещении используется местная вентиляция?
- Для чего предусмотрено горячее водоснабжение лаборатории?



## 2 Оборудование в составе комплекса лаборатории

### 2.1 Складское хозяйство

Склад исходного сырья и материалов расположен вне лаборатории 2112-0. Это сухое помещение, не имеющее окон. Помещение оснащено искусственным освещением и естественной вентиляцией. В помещении осуществляется контроль влажности и температуры. На складе хранится все необходимое сырье, расходные материалы и вспомогательные элементы для оборудования. Они разделяются на три основные категории:

- Основное сырье для хлебопекарного и кондитерского производства. К нему относится: мука пшеничная высшего сорта, мука пшеничная первого, второго, обойного сортов; мука кукурузная, овсяная, рисовая и т.д.; рафинированные и дезодорированные растительные масла; топпинги для кондитерских производств.
- Основное сырье для производства ферментированных напитков – это солода различной обжарки и производителей, хмель, пеногасители и т.д.
- Вспомогательные элементы – листы для укладки хлебобулочных и кондитерских изделий, стеклянная посуда, одноразовая посуда, емкости для брожения.

### 2.2 Холодильное оборудование

Холодильное оборудование лаборатории предназначено для хранения материалов, сырья, продуктов, необходимых для работы. Все холодильники строго разделены и имеют свое назначение. Холодильное оборудование предназначено для хранения сырья и образцов материалов студентов, а также сырья общего пользования – для лабораторных работ и НИР. Отдельно отведен холодильник для сотрудников. Основные характеристики холодильного оборудования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики холодильного оборудования

Характеристика	Объем холодильной камеры, л			
	Объем холодильной камеры	190	180	120
Температура в холодильной камере, °С	3-6	3-6	3-6	-
Объем морозильной камеры л	30	20	-	80
Температура в морозильной камере, °С	-18	-18	-	-18
Электрическая мощность, Вт	120	150	150	120

### 2.3 Оборудование подготовительных операций

Интересными и полезными перед практической работой в лаборатории будут книги [1,2], в которых подробно описано множество моделей применяемого оборудования и приборов для производства и контроля качества хлебобулочных изделий и полуфабрикатов.

Лаборатория оснащена двумя производственными тестомесами, максимальной вместимостью которых 46 кг, представленными на рисунке 2, и двумя планетарными кондитерскими миксерами. Также имеется дополнительное оборудование для смешивания ингредиентов ручного типа.



Рисунок 2 – Напольный спиральный тестомес с фиксированной дежей

Спиральные тестомесы являются классическими тестомесильными машинами для пиццерий или для замеса небольшого количества теста для хлебобулочных изделий. Форма спирали, соотношение ее диаметра с размером дежи вместе со скоростью вращения спирали и дежи обеспечивают наилучшее качество теста, а наличие центрального отсекающего устройства увеличивает эффективность тестомесильной машины. Все части, контактирующие с тестом, изготовлены из нержавеющей стали. Панель управления - простая и функциональная, отвечает существующим требованиям. Эффективная коробка передач обеспечивает наилучший крутящий момент спирального рабочего органа. Она более надежна, так как все кинематические движения осуществляются на предварительно смазанных подшипниках. Ремни не растягиваются. Нет необходимости в техническом обслуживании. Панель управления, кнопки и таймер оснащены водонепроницаемой изоляцией. Установлена новая верхняя крышка с фронтальным управлением «легко работать и наблюдать». Защитная решетка

выполнена из нержавеющей стали AISI 204. Дежа имеет правильную округлую форму дна для предотвращения на нем скопления муки.

Для замеса хлебобулочного изделия необходимо подготовить сырье, муку просеять, дрожжи и соль растворить в части воды. Всыпать ингредиенты в дежу тестомеса согласно рецептуре. На электронной панели задать время замешивания для каждого из режимов, нажать пуск. После замешивания теста следует отключить агрегат, открыть крышку и достать получившийся полуфабрикат. Затем тестомес необходимо помыть.

## 2.4 Основное технологическое оборудование

Лаборатория оснащена всем необходимым оборудованием для производства хлебобулочных и кондитерских изделий от производственного масштаба до минимальной лабораторной выпечки. В лаборатории можно осуществить весь цикл производства от замеса до выпечки и оценки физико-химических, органолептических и биологических параметров сырья, полуфабриката и готового изделия. Перечень основного оборудования и его параметров, а также инструкций по его использованию представлен ниже.

**Расстойный шкаф Debag.** Автоматическая камера расстойки серии TEF1 (представлена на рисунке 3) кондиционируется посредством встроенного в оголовке камеры охлаждающего устройства. Равномерная регулировка климата в камере осуществляется с помощью прецизионно работающей системы регулировки температуры и влажности, вентилятора с регулируемой частотой вращения крыльчатки и эффективной системы подачи воздуха. Уровень влажности поддерживается за счет подачи водяного пара, который производится по мере необходимости во внешнем парогенераторе.

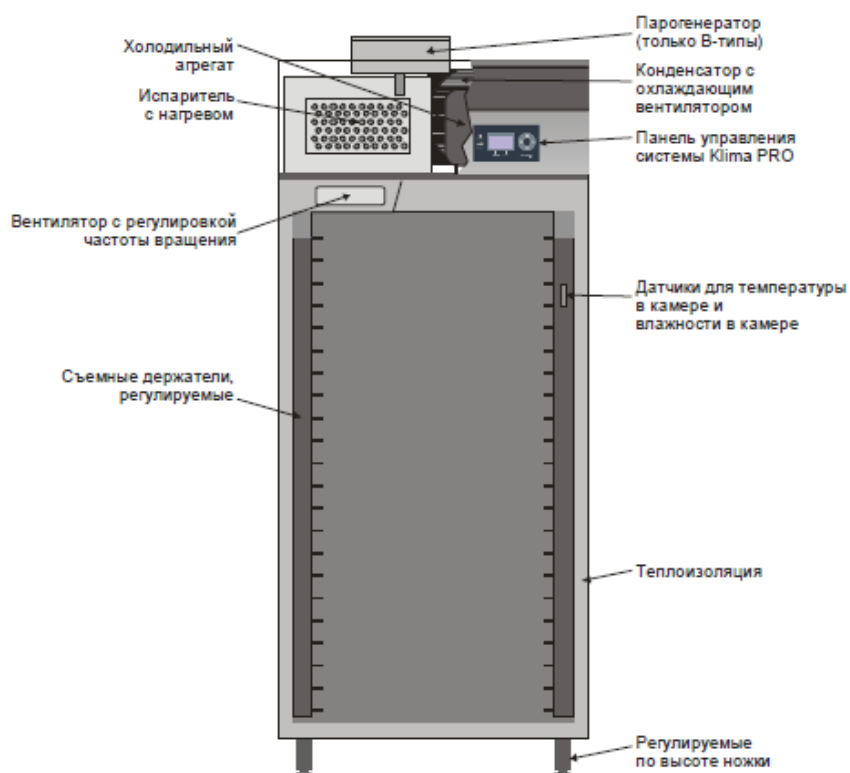
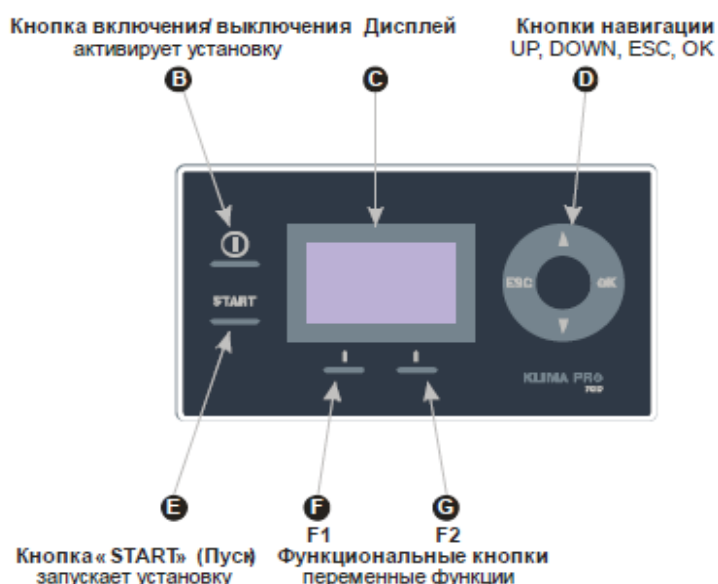


Рисунок 3 – Общий вид автоматической камеры расстойки серии TEFI Debag

На рисунках 4 и 5 представлены панель управления автоматической расстойной камерой, а также алгоритм запуска одного из ручных режим работы. Можно формировать программы для автоматической работы установки. Для создания таких программ необходимо обратиться к заведующему лабораторией или лаборанту.



#### Рисунок 4 – Панель управления автоматической камерой расстойки

Описание основных видов ручного режима работы:

1. Выдерживание (LA). Этот вид ручного режима работы может быть использован для складирования мелких изделий из теста при низких температурах.
  - После запуска постоянно регулируется заданная температура путем охлаждения. Отсутствует регулирование путем нагрева!
  - Регулирование заданной влажности путем увлажнения (начиная с заданной и действительной температуры выше + 2°C).
2. Предварительное охлаждение. Выдерживание (VLA). Этот вид ручного режима работы может быть использован для быстрого охлаждения и последующего выдерживания мелких изделий из теста при низких температурах.
  - После запуска постоянно регулируется заданная температура путем охлаждения. Отсутствует регулирование путем нагрева!
  - Регулирование заданной влажности путем увлажнения (начиная с заданной и действительной температуры выше + 2°C).
  - После завершения «Предварительное охлаждение» заданная температура регулируется постоянно путем охлаждения.
  - После завершения «Предварительное охлаждение» регулирование заданной влажности путем увлажнения (начиная с заданной и действительной температуры выше + 2°C).
3. Брожение (GR). Этот вид ручного режима работы может быть использован для брожения мелких изделий из теста.
  - После запуска постоянно регулируется заданная температура путем нагревания.
  - При слишком высокой температуре автоматически активируется встречное охлаждения.
  - Регулирование заданной влажности путем увлажнения.
4. Замедление брожения (GV). Этот тип фазы может быть использован для замедления процесса брожения в мелких изделиях из теста.
  - На период линейного изменения (температурная кривая), параметр «Start-Temp.» (начальная температура) ступенчато (линейно) изменяется до заданного параметра «End-Temp.» (конечная температура) и регулируется путем нагрева.
  - После линейного изменения заданная температура («End-Temp.» = конечная температура) регулируется постоянно путем нагрева.
  - При слишком высокой температуре автоматически активируется встречное охлаждения.

- Регулирование заданной влажности путем увлажнения (начиная с заданной и действительной температуры выше + 2°C).

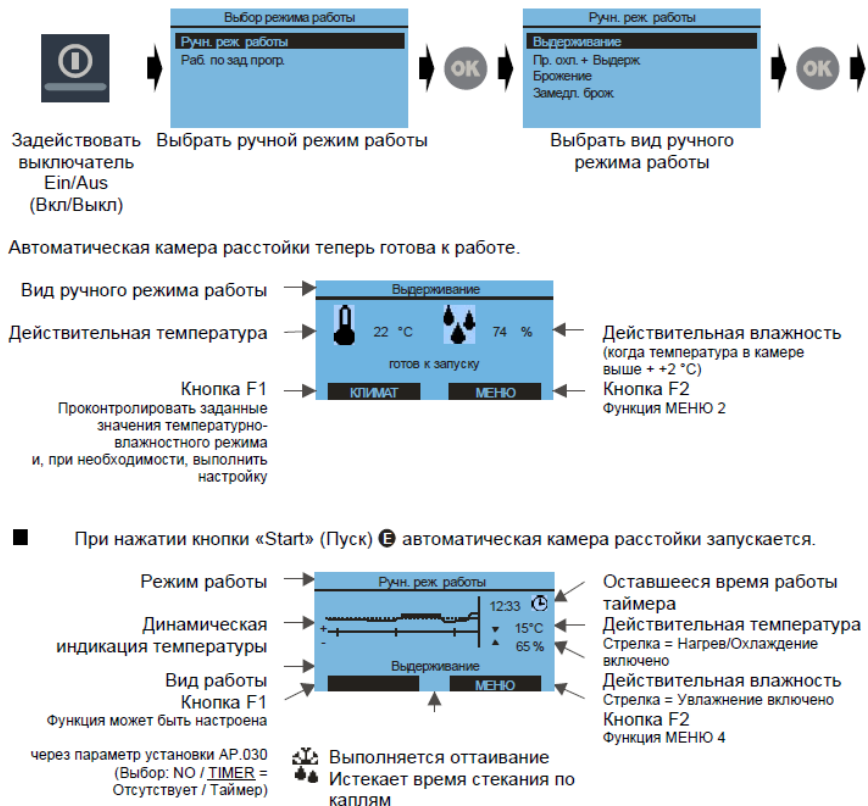


Рисунок 5 – Алгоритм запуска работы автоматического режима работы автоматической расстойной камеры

**Расстойная камера Miwe.** Расстойная камера предусмотрена для расстойки тестовых заготовок. Тестовые заготовки могут быть помещены в расстойную камеру на стеллажной или расстойной тележке. Расстойная камера оборудована отдельной системой регулировки температуры и влажности. Управление камерой осуществляется при помощи системы управления с фиксированным программированием, расположенной с фронтальной стороны справа от двери. Посредством системы управления с фиксированным программированием можно настроить три фиксированных программы.

На рисунке 6 представлена панель управления расстойной камерой Miwe. Алгоритм запуска работы расстойки состоит из следующих шагов:

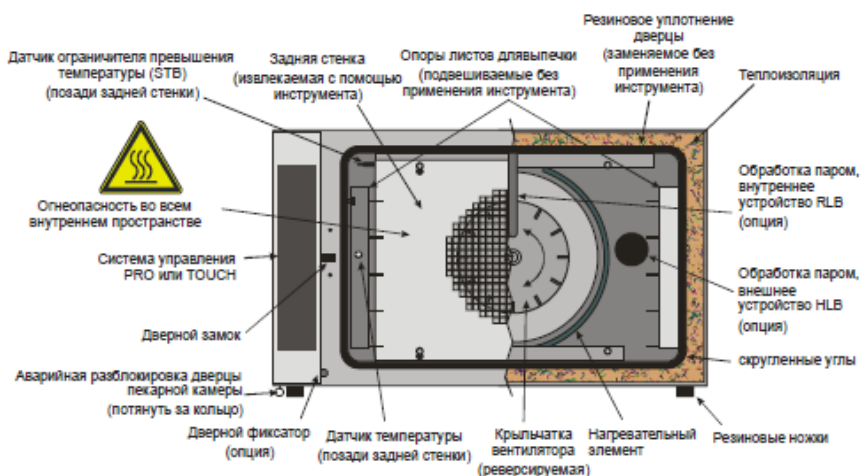
1. Долгим нажатием крайней правой кнопки в верхнем ряду необходимо запустить установку;
2. После запуска расстойки устанавливаете требуемую температуру и влажность соответствующими кнопками. Левые значения влажности и температуры соответствуют реальным параметрам в камере, а правые – значения, которые вы задаете;

3. После достижения требуемой температуры и влажности вы можете загрузить ваши тестовые заготовки в камеру и запустить таймер с помощью советующих кнопок;
4. После завершения цикла расстойки и работы с установкой её необходимо выключить с помощью крайней правой кнопки в верхнем ряду долгим нажатием.



Рисунок 6 – Общий вид расстойной камеры и ее панели управления Miwe

**Конвекционная хлебопекарная печь типа DiLa.** Печь работает с подвижной газообразной средой для выпечки. Посредством установленного в задней стенке печи радиального вентилятора с попеременным вращением воздух равномерно направляется через кольцевой нагревательный элемент с высокой скоростью для осуществления выпечки. Выпечка возможна как в ручном режиме, так и в автоматическом режиме по определенной программе (в соответствии с инструкцией к оборудованию). Устройство конвекционной печи представлено на рисунке 7.



## Рисунок 7 – Устройство конвекционной хлебопекарной печи DiLa

На рисунке 8 представлена панель управления конвекционной хлебопекарной печи DiLa. Порядок работы с конвекционной хлебопекарной печью DiLa в ручном режиме:

1. Нажимаем кнопку включения/выключения «А». Красный цвет – печь выключена; зеленый цвет – печь включена;
2. Нажимаем функциональную кнопку «F2» – в данном случае обозначает «меню»;
3. Выбираем кнопками вверх «I» и вниз «E» пункт меню «Выпечка вручную», после чего нажимаем на кнопку ОК;
4. Для корректировки времени выпечки нажимаем кнопку 1 среди кнопок цифрового блока – стрелками вверх и вниз устанавливаем нужное значение, далее нажимаем на кнопку ОК;
5. Для корректировки температуры выпечки нажимаем кнопку 3 среди кнопок цифрового блока - стрелками вверх и вниз устанавливаем нужное значение, далее нажимаем на кнопку ОК «F»;
6. После выхода печи на рабочую температуру (начнет мигать кнопка START «D») для загрузки противней с тестовыми заготовками необходимо открыть дверцу камеры с помощью соответствующей кнопки «С» (печь снабжена электромеханическим замком). Будьте осторожны и открывайте дверцу полностью спустя несколько секунд во избежание ожога паровоздушной смесью из пекарской камеры. После загрузки противня дверцу камеры достаточно закрыть до касания, а электромеханический замок автоматически произведет «дозакрытие» и фиксацию дверцы;



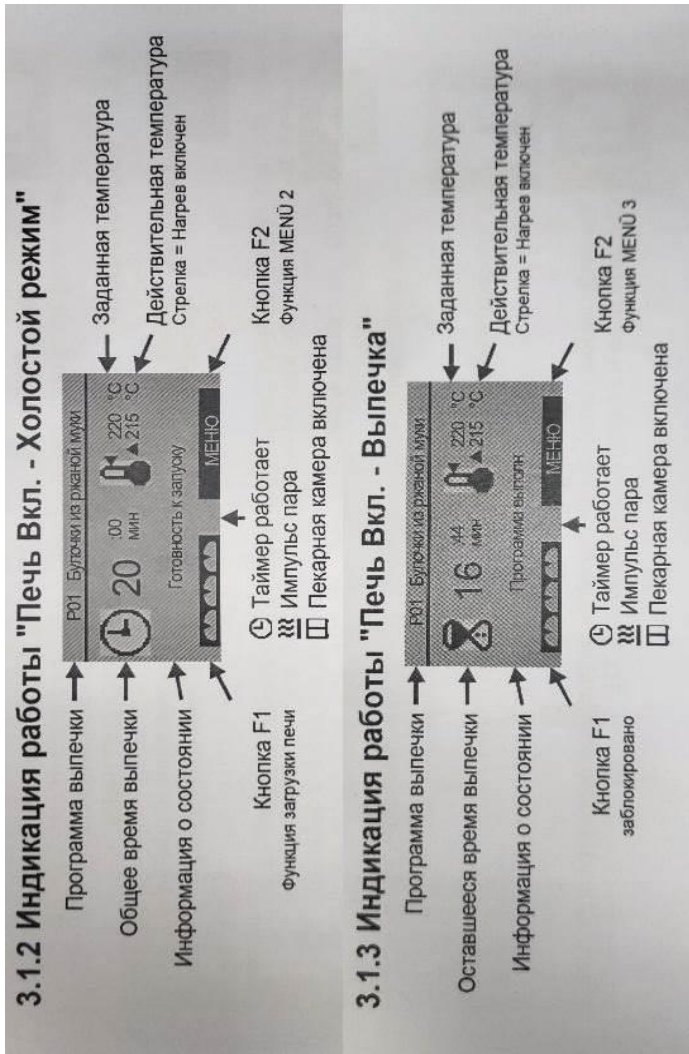
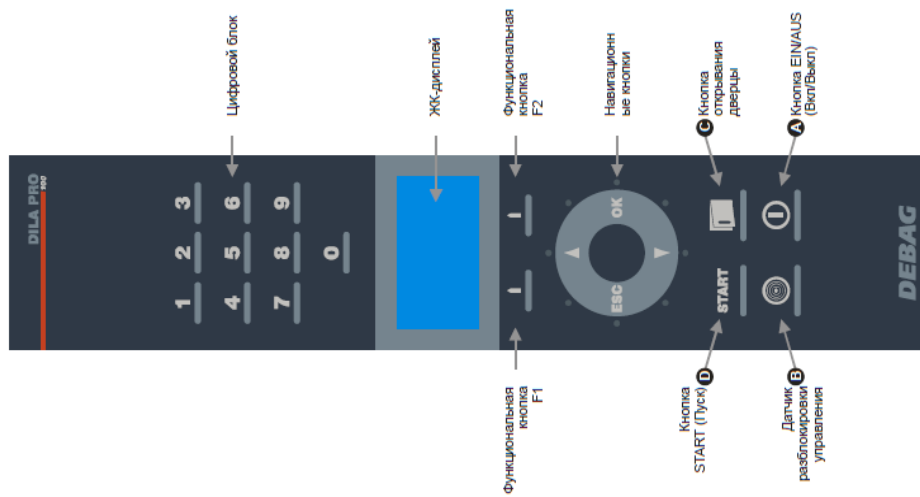


Рисунок 8 – Панель управления конвекционной хлебопечарной печи DiLa

7. Для активации таймера выпечки нужно нажать кнопку START «D». По окончании отсчета заданного времени будет подан звуковой сигнал, и противень с готовыми изделиями можно доставать из камеры;
8. Для подачи пара в камеру нужно нажать кнопку 7 среди кнопок цифрового блока (кнопка подсвечивается на время подачи импульса пара). Для открытия задвижки (заслонки) пекарской камеры и удаления паров из неё нужно нажать кнопку 9 среди кнопок цифрового блока (кнопка подсвечивается при открытой задвижке);
9. После окончания выпечки печь необходимо выключить (кнопка включения/выключения «A»). После остывания протираем все поверхности сначала смоченной, а потом сухой тряпкой. Не допускается использование абразивных губок и щеток, а также агрессивных моющих средств.

При подготовке методических указаний использовалось «руководство по эксплуатации магазинной хлебопекарной печи типа DiLa, часть 1 «Печь» и часть 2 «Система управления»»

**Подовая печь Helios.** Устройство печи представлено на рисунке 9.

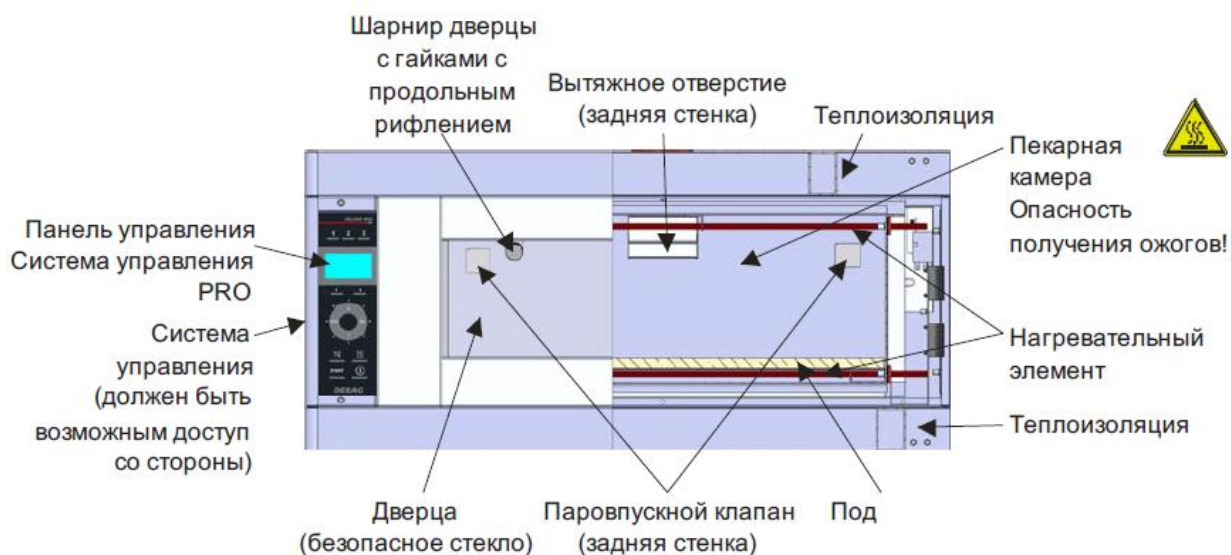


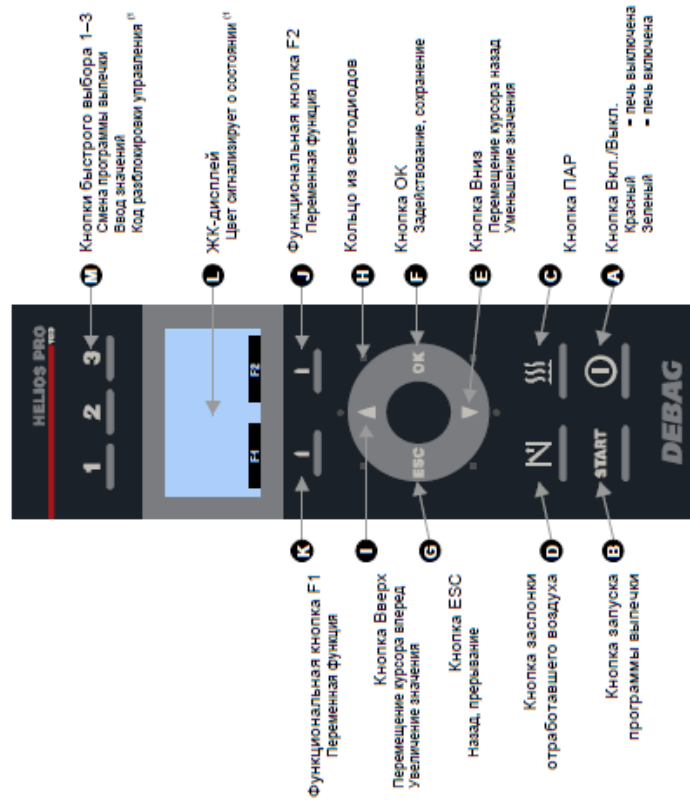
Рисунок 9 – Устройство подовой печи Helios

Печь работает по принципу теплового излучения со спокойной атмосферой выпечки (без циркуляционного вентилятора). Нагревание пекарной камеры осуществляется с помощью специальных равномерно распределенных нагревательных стержней в своде камеры и под подом. Теплоемкий под дополнительно обеспечивает оптимальное распределение тепла и качество выпечки. Увлажнение осуществляется с помощью установленного за пределами пекарной камеры внешнего испарителя. Выпечка возможна как в ручном режиме, так и автоматическом режиме по определенной программе (в соответствии с инструкцией к оборудованию). Панель управления представлена на рисунке 10.

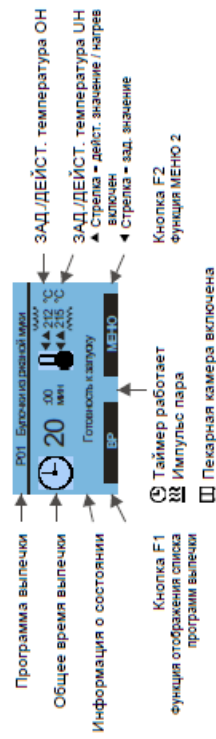
Порядок работы с подовой печью Helios в ручном режиме:

1. Нажимаем кнопку включения/выключения «А». Красный цвет – печь выключена; зеленый цвет – печь включена;
2. Нажимаем функциональную кнопку «J» – в данном случае обозначает «меню»;
3. Выбираем кнопками вверх «I» и вниз «E» пункт меню «Ручной-Выпечка», после чего нажимаем на кнопку ОК «F»;
4. Для корректировки времени выпечки нажимаем кнопку 1 среди кнопок быстрого выбора «M» – стрелочками вверх «I» и вниз «E» устанавливаем нужное значение, далее нажимаем на кнопку ОК «F»;
5. Для корректировки температуры верхнего нагревательного элемента камеры нажимаем кнопку 2 среди кнопок быстрого выбора «M» - стрелочками вверх «I» и вниз «E» устанавливаем нужное значение, далее нажимаем на кнопку ОК «F»;
6. Для корректировки температуры нижнего нагревательного элемента камеры нажимаем кнопку 3 среди кнопок быстрого выбора «M» - стрелочками вверх «I» и вниз «E» устанавливаем нужное значение, далее нажимаем на кнопку ОК «F»;
7. После выхода печи на рабочую температуру (начнет мигать кнопка START «B») аккуратно открываем стеклянную дверцу и загружаем тестовые заготовки в камеру;
8. Для активации таймера выпечки нужно нажать кнопку START «B». По окончании отсчета заданного времени будет подан звуковой сигнал и готовые изделия можно доставать из камеры;
9. Для подачи пара в камеру нужно нажать соответствующую кнопку «C». Для открытия задвижки пекарской камеры и удаления паров из пекарской камеры нужно нажать кнопку «D»;
10. После окончания выпечки печь необходимо выключить (кнопка включения/выключения «А») После остывания протираем все поверхности вначале смоченной, а потом сухой тряпкой.

При подготовке методических указаний использовалось «руководство по эксплуатации магазинной печи Helios PRO»



### 9.1.2 Индикация работы «Печь Вкл. — Холостой режим»



### 9.1.3 Индикация работы «Печь Вкл. — Выпечка»

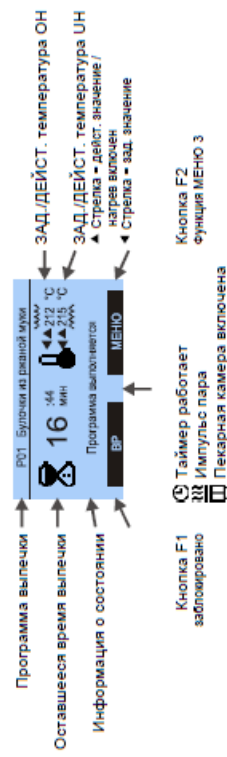


Рисунок 10 – Панель управления подовой печью Helios

**Ротационная печь** представляет собой камеру, выполненную из нержавеющей стали, в которой устанавливается многоуровневая тележка, которая вращается в процессе работы вокруг своей оси (рисунок 11).

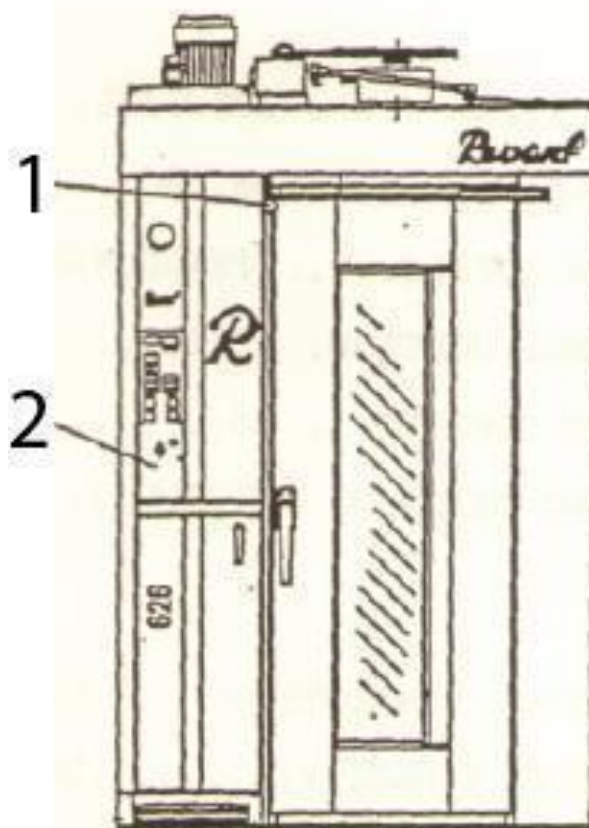


Рисунок 11 – Общий вид ротационной печи

1 – ручка управления воздушной заслонкой; 2 – панель управления

Работа с печью возможна только в ручном режиме. Компоненты панели управления (рисунок 12):

1. Проблесковая лампа. Желтая проблесковая лампа, расположенная в верхней части панели управления, излучает яркие вспышки, сигнализируя, что время выпечки истекло.

3. Текущее значение температуры в печи. Цифровой дисплей показывает текущую температуру в печной камере.

4. Терморегулятор (макс.300 °С). Цифровой электронный терморегулятор показывает установленную температуру в печи. Установку температуры производят двумя стрелочными клавишами.

5. Таймер выпечки 0-180мин. Время выпечки устанавливают двумя стрелочными клавишами под знаком «колокольчик». По истечении заданного

времени выпечки звучит зуммер, и включается проблесковая лампа. Акустический и световой сигналы выключаются нажатием клавиши остановки.

6. Таймер подачи воды 0-20с. Вода орошает стальные шары встроенного парогенератора, образующийся пар поступает в печную камеру. Количество пара регулируют, изменяя время подачи воды двумя стрелочными клавишами под знаком «пар». Примечание: при открытой двери камеры таймер подачи воды временно отключается.

7. Время пропаривания 0-99с. Полное время пропаривания устанавливают двумя стрелочными клавишами под знаком «сопло». Время пропаривания должно быть равным времени подачи воды или превышать его. Время пропаривания следует установить до закрытия двери печной камеры; в противном случае автоматически включится вентилятор, и хлеб может потерять глянец. Примечание: при открытой двери камеры таймер пропаривания временно отключается.

8. Клавиша дополнительной подачи пара. Нажатием этой клавиши можно задействовать дополнительный цикл пропаривания в период выпечки. Время подачи воды и время пропаривания должны быть заданы, как в п. 6 и 7.

9. Клавиша остановки. Нажатие этой клавиши завершает процесс выпечки, а стеллаж продолжает поворачиваться до возврата в исходное положение (при условии, что дверца печи закрыта).

10. Клавиша пуска. Нажатие этой клавиши инициирует процесс выпечки (при условии, что дверца печи закрыта). Если дверь печи открыта, пуск цикла выпечки произойдет в момент закрытия двери. При выпечке с пропариванием клавишу пуска следует нажать до закрытия двери.

11. Управляющий переключатель. Переключатель выполняет следующие две функции:

- при повороте переключателя по часовой стрелке (т.е. направо) зажигаются лампы освещения двери, начинает работать вентилятор печи, температура в печи повышается до заданного значения;

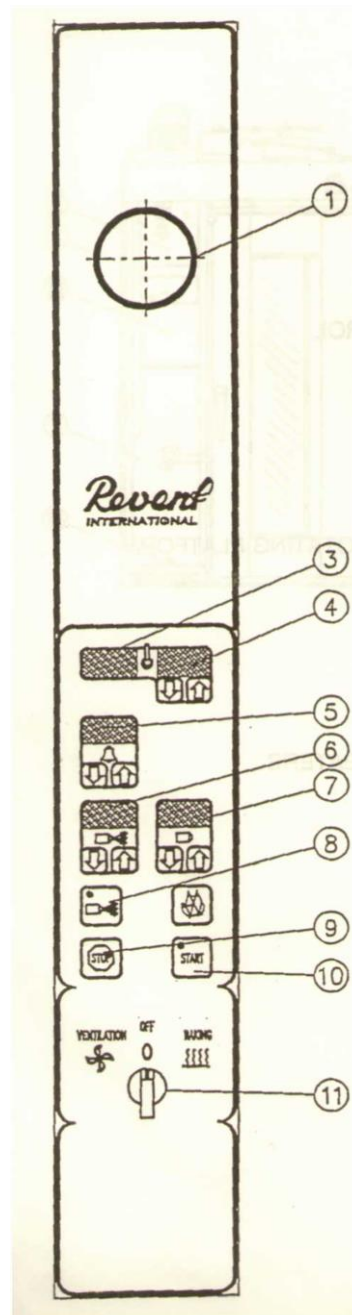


Рисунок 12 – панель управления печью

- если требуется быстро понизить температуру в печной камере, переключатель поворачивают против часовой стрелки (т.е. влево). Нагревательный агрегат отключается, тогда как вентилятор продолжает вентилировать печную камеру. Воздушная заслонка должна быть полностью открыта. Чтобы ускорить вентиляцию печной камеры, откройте ее дверь. В этом случае дверь должна быть широко открыта во избежание перегрева шкафа управления потоком горячего воздуха.

Очередность действий при запуске ротационной печи:

- перед установкой параметров тумблер включения печи нужно повернуть вправо. После этого загораются световые панели установки температуры, времени, пар. Необходимо установить параметры выпечки согласно рецептуре;
- после нагрева печи нужно открыть шкаф, установить на вагонетку листы с заготовками, закрыть камеру и нажать “старт”;
- по окончанию времени выпечки необходимо нажать “стоп”;
- после останова вагонетки открыть дверь шкафа.

**Реоферментометр F3** показан на рисунке 13. Очень успешно именно этот прибор, наряду с другими, использовался для серьезных научных исследований, что представлено в работе [3]. Следует напомнить, что в процессе хлебопечения поднятие теста находится в прямой зависимости от содержания  $CO_2$  в его жидкой фазе, а также реологических свойств. Поднятие теста также определяется возможностью так называемого белкового каркаса изменять форму при изменении давления. Происходит это до стадии необратимых изменений белка, а именно его термической денатурации. Загустение крахмала, содержащегося в тесте, также влияет на сопротивление теста внешнему давлению. В итоге данные, полученные с помощью реоферментометра, устанавливают связь между ферментативной способностью муки и возможностью белкового каркаса удерживать форму тестовой заготовки при хлебопечении.



Рисунок 13 –Реоферментометр Chopin F3

Микропроцессорный блок в составе прибора обеспечивает режим работы при заданных исходных температурных и массовых параметрах. Механическое воздействие на тесто осуществляется поршнем, на который помещаются специальные диски в нужном количестве. Каждый диск имеет массу 500 г. После обработки данных получаются три графические временные зависимости: для объема теста, объема газа и общего объема без CO<sub>2</sub>. Последняя зависимость получается в результате обработки щелочью.

Полученные данные объективно связывают реологические свойства теста и содержание CO<sub>2</sub> в нем со способностью выдерживать форму тестовой заготовки при хлебопечении.

Порядок включения и работы на реоферментометре марки Chopin F3:

– для включения прибора нажать на клавишу выключателя на задней панели прибора;

- включить компьютер, если он не включен (пароля нет, нажимаем enter);
- в меню Пуск выбрать программу RHEO, после запуска которой вызвать команду в верхней строке меню «Link» – «Establish» и далее ОК;
- в приборе существует несколько основных разделов меню, показанных на рисунке 15: «Режим и анализ», «Данные», «Проверка», «Настройка», «Калибровка». У каждого из разделов существуют свои подменю. Для начала работы нужно зайти в раздел «Режим и анализ» и выбрать подменю «Test parameters» нажатием кнопки «Enter». Для того чтобы вернуться назад, нажимаем звездочку;
- в данном подменю необходимо выбрать протокол ведения процесса («Protocol: «Название протокола»»), а также название образца (под чертой «Sample References:» – нажимаете стрелку вправо и набираете название образца с помощью клавиш регистра SH1-SH3 и алфавитно-цифровой клавиатуры после чего нажать кнопку «Enter»;
- есть по умолчанию протокол Chopin (температура проведения анализа - 28,5°C; состав теста: 250 г. муки, 3 г. сухих дрожжей быстрой ферментации или 7 г. свежих хлебопекарных, 5 г. соли, вода по таблице 2; масса анализируемого образца – 315 г., нагрузка на образец – 4 гири, продолжительность анализа – 3 часа). Если нужен другой протокол ведения, то можно поискать в меню прибора, выбрав строчку Protocol и нажимая стрелки вправо. Чтобы посмотреть параметры, нужно зайти в компьютере во вкладку Rheofermentometer – Protocols. Если в сохраненных протоколах нет того, который нужен, то обратитесь к заведующему лаборатории или к лаборанту;
- приготовить тесто (рекомендуется использовать режим Chopin и соответствующую рецептуру). Консистенция должна быть достаточно густой. Консистенция теста играет важную роль при проведении анализа и определяется количеством добавленной в тесто воды. Температура теста должна быть равна температуре, при которой будет проводиться анализ;



- распределить тесто по дну барабана и уплотнить его ладонями (уровень теста не должен доходить до нижних отверстий барабана). Затем установить на поршень груз (если нужен) и установить поршень на поверхность теста. Установить армированный барабан в емкость реоферментометра. Установить датчик смещения и плотно закрыть систему. Закрыть верхнюю крышку с помощью стяжных гаек, прикладывая к каждой из них одинаковое усилие. Схема сборки ферментационного барабана и его установки представлена на рисунке 14;
- нажать клавишу «Test». Проверяем протокол. И еще раз нажимаем клавишу «Test». Процесс начался;
- в ходе выполнения анализа можно наблюдать за изменением давления и высотой поднятия теста на дисплее. Для этого необходимо зайти в раздел меню «Данные» и выбрать пункт подменю «Visualisation». Результаты каждого анализа состоят из трех блоков: график газовыделения, график высоты поднятия теста и список основных результатов анализа. Чтобы переключаться между графиками и основными результатами анализа, нужно нажимать на горизонтальные стрелки влево и вправо. Кроме этого, наблюдать за ходом процесса можно на дисплее компьютера. Для этого в верхней строке меню нужно вызвать команду «Rheofermentometer»-«Monitoring».
- после того, как процедура анализа будет завершена, на дисплее Реоферментометра отобразится: Clean the tank and press [Test] (очистить барабан и нажать клавишу Test);
- после завершения процедуры анализа вы можете сохранить полученные результаты. Для этого нужно зайти в раздел меню «Данные» и выбрать пункт подменю «Curve monitoring». Перед тем, как сохранять результаты анализа, необходимо присвоить имя соответствующему файлу. Имя файла, соответствующее текущей процедуре анализа, отображается между двумя символами «\*». Для записи результатов анализа необходимо выбрать имя файла, после чего нажать клавишу «Enter». Для сохранения результатов анализа в электронном виде на компьютере нужно в верхней строке меню вызвать команду «Rheofermentometer»-«Curves». На мониторе отобразится список файлов с результатами анализа, которые сохранены в памяти Реоферментометра. Для того, чтобы посмотреть график зависимости поднятия теста или газовыделения, нажмите кнопку «Display curve». После этого вы сможете либо сохранить файл с результатами анализа на жесткий диск компьютера (рекомендуется), либо экспортировать его содержимое в текстовом формате для дальнейшей обработки, например, с помощью программы Excel.
- **Важно:** каждый раз тщательно очищать влажной (но не очень мокрой, чтобы вода не попала в клапан системы измерения давления) губкой/тряпкой емкость, барабан и грузы. Аккуратно протереть резиновое уплотнительное кольцо и крепления крышки. После протереть всё сухой тряпкой.



Рисунок 14 – схема сборки ферментационного барабана и его установки

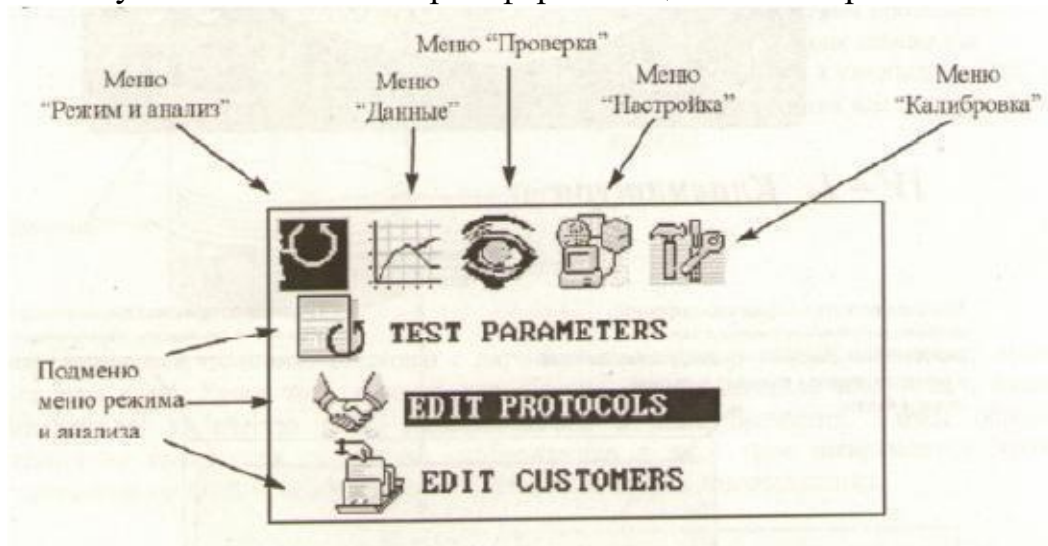


Рисунок 15 –

Меню реоферментометра

Таблица 2 – Количество добавляемой воды и содержание влаги в муке

Содержание влаги в муке, %	Объем воды, мл	Содержание влаги в муке, %	Объем воды, мл
11,6	140,1	14,2	128,6
11,8	139,2	14,4	127,7
12,0	138,3	14,6	126,8
12,2	137,5	14,8	125,9
12,4	136,6	15,0	125,0
12,6	135,7	15,2	124,1
12,8	134,8	15,4	123,2
13,0	133,9	15,6	122,3
13,2	133,0	15,8	121,4
13,4	132,1	16,0	120,6
13,6	131,2	16,2	119,7
13,8	130,3	16,4	118,8
14,0	129,4	16,6	117,9

**Анализатор текстуры “Структурометр СТ-2”.** Общий вид прибора представлен на рисунке 16. Данный прибор используется при реологических исследованиях как исходного сырья, так и промежуточных и готовых продуктов при хлебопечении [4]. В основу прибора заложены принципы механического воздействия на исследуемый объект. Для измерения прикладываемой к образцу механической нагрузки используется тензометрический датчик, который крепится на вертикальной стойке, которая перемещается со строго заданной скоростью. В измерительный комплекс прибора входит персональный компьютер. Программное обеспечение позволяет управлять процессом измерения при внедрении рабочего органа – насадки в исследуемый образец. Стартовое окно программы показано на рисунке 17.

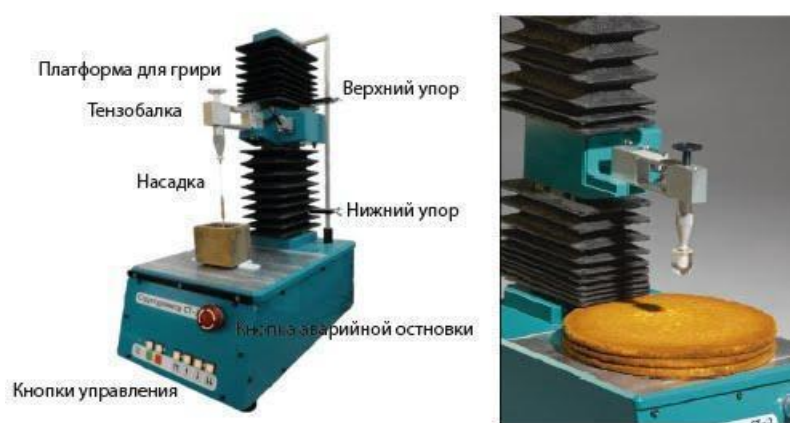


Рисунок 16 – Общий вид структурометра СТ-2 и пример насадки «полусфера»

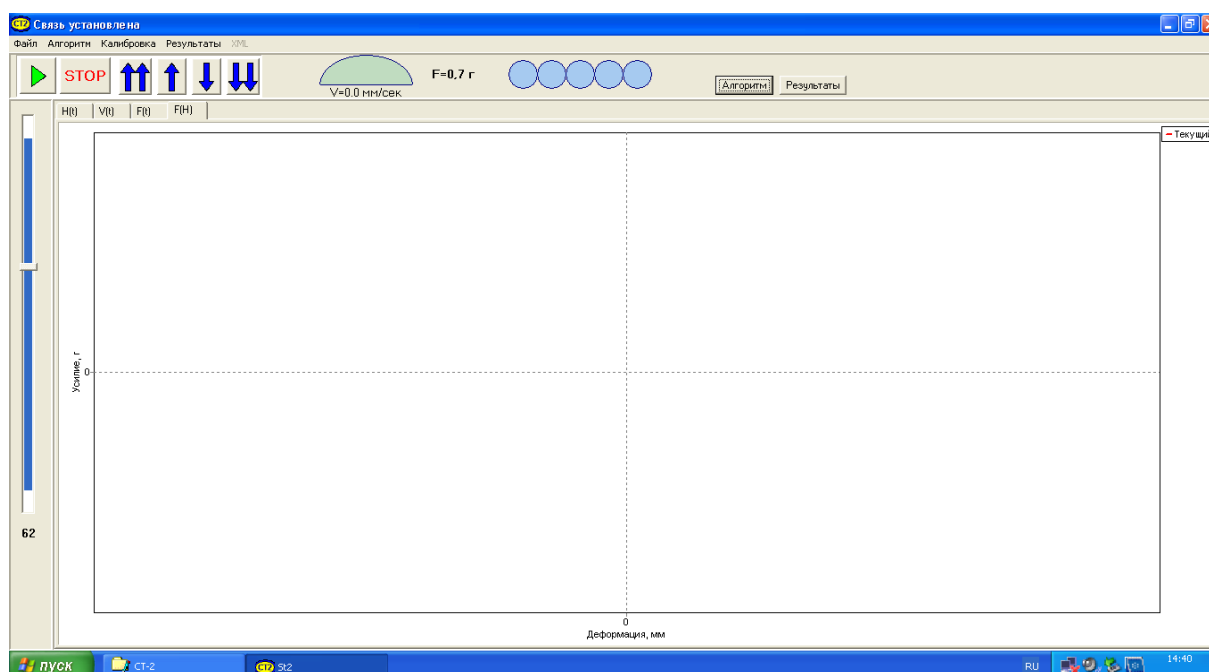


Рисунок 17 – Стартовое окно программы СТ-2.

### **Подготовка прибора к работе:**

- включить источник бесперебойного питания (справа от структурометра прямоугольный блок) в сеть, нажать кнопку на его лицевой панели (должен загореться зеленый светодиод);
- нажать на клавишу выключателя на задней панели прибора (на лицевой стороне должен загореться зеленый светодиод);
- прогреть прибор в течение **20 минут**;
- включить компьютер, если он не включен (пароля нет, нажимаем «enter»), открыть папку ст-2, запустить программу ст-2.exe.

### **Калибровка и настройка прибора перед измерением (калибровку прибора осуществляют после каждого включения и прогрева):**

- установить необходимую насадку в соответствии с методикой, которую планируется использовать (в примере ниже рассмотрена методика №4 «Контроль реологических свойств мякиша хлеба» с применением насадки «полусфера»)
- в главном меню программы выбрать «Калибровка» - «Калибровка тензодатчика»;
- в появившемся окне «Обнулить действующее значение усилия» нажимаем кнопку «Yes»;
- установить на круглую черную платформу тензодатчика эталонную гирю массой 200 г;
- ввести величину массы установленной гири в соответствующем окне;
- нажать на экране кнопку «калибровать»;
- снять гирю и убедиться, что значение усилия нагрузки «колеблется» в около 0 г (от -1 г до +1 г). В ином случае провести повторную калибровку тензодатчика или обратиться к лаборанту/заведующему лабораторией;
- установить правильным образом упоры для концевых выключателей (находятся справа от тензометрической балки): нижний упор должен быть расположен таким образом, чтобы используемая насадка в нижнем положении находилась на расстоянии не более чем 0,5 мм от столика, на котором располагается исследуемый образец (опустить тензодатчик с насадкой с помощью стрелок «↓» и «↓»). Задача нижнего упора — остановить движение тензометрической балки и закрепленной на ней насадки в случае аварийной ситуации, для того чтобы избежать деформацию/разрушение тензометрической балки с насадкой в результате столкновения со столиком. Верхний упор устанавливается на произвольном расстоянии в зависимости от применяемой насадки и методики. Проверять расположение упоров необходимо каждый раз перед началом работы с прибором;
- произвести калибровку хода измерительной головки: выбрать «Калибровка» - «Калибровка хода измерительной головки»;

- измерительная головка начинает движение вверх до касания конечного выключателя с верхним упором, установленным на штанге.
- В случае возникновения нештатной ситуации нужно сразу нажать красную кнопку на панели прибора и обратиться за помощью к лаборанту или заведующему лабораторией.

После проведения данных подготовительных операций прибор готов к работе. Ниже приведен пример работы с одной из методик: методика №4 «Контроль реологических свойств мякиша хлеба».

После завершения работы с прибором необходимо снять насадку с тензодатчика и очистить столик от остатков исследованных образцов.

Методика контроля реологических свойств мякиша хлеба:

1. Подготовка пробы хлебобулочного изделия:

взять хлебобулочное изделие и отрезать от него ломоть толщиной 25 мм (важно). Поместить изделие на столик под тензодатчик.

2. Измерение:

– перед началом эксперимента устанавливается необходимая методика: выбор методики в главном меню. Нажимаем «Алгоритм» - «Загрузить» - «Методика 4» - «Открыть»;

– опустить тензодатчик с помощью стрелок «↓» и «↓» на передней части прибора либо до касания с образцом, либо на максимально близкое расстояние;

– нажать в программе на компьютере в главном меню слева на галочку, после чего начнется эксперимент;

– эксперимент завершается автоматически.

3. Сохранение результатов через программу:

нажимаем кнопку «Результаты» справа сверху – далее слева внизу кнопку «Сохранить». Выбираем в открывшемся окне папку или создаем папку. Называем файл и нажимаем «Сохранить»;

Также можно сохранить протокол измерения: «Результаты» - «Загрузить данные» - «Сохранить протокол» - Выбираем в открывшемся окне папку или создаем папку. Называем файл и нажимаем «Сохранить». На данном шаге в виде протокола исследования можно сохранить несколько кривых на одном графике. Для этого в открывающемся внизу окне нужно поставить галочки напротив кривых, которые необходимо отобразить на одном графике, например, для сравнения. В протоколе сохраняются как графические зависимости, так и методика, и условия проведения опыта, основные результаты экспериментов в виде численных значений.

**Белизномер «Блик-РЗ»**, общий вид которого показан на рисунке 18.

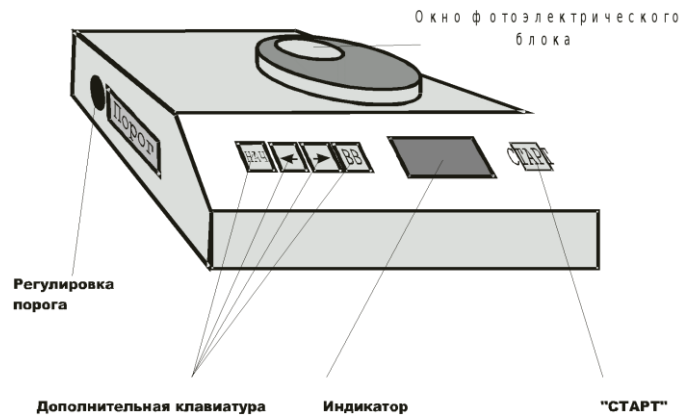


Рисунок 18 - Общий вид прибора «Блик – Р3»

Для использования белизномера «Блик-Р3» устанавливается следующий порядок действий, необходимо:

- Извлечь кювету и снять светозащитный экран, открыв внешнюю защитную крышку, при этом кювета должна находиться на надежной плоской поверхности лабораторного стола;

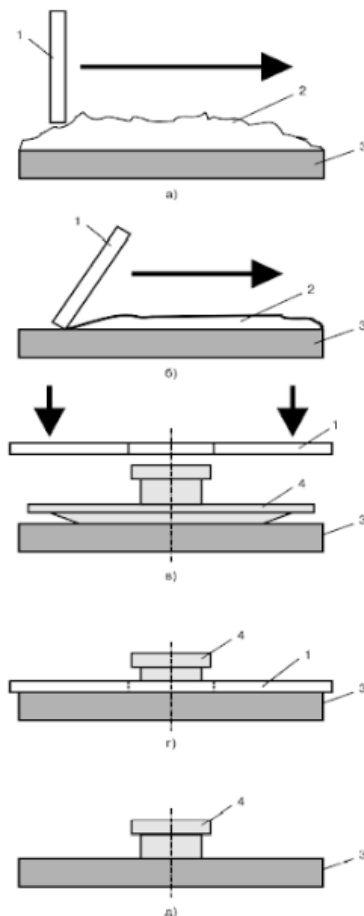


Рисунок 19 - Последовательность приготовления пробы муки. 1 – разравнивающая пластина; 2 – мука; 3 – кювета; 4 – светозащитный экран

- Произвести обслуживание кюветы, удалив с ее поверхности как внутри так снаружи посторонние включения. Для этого следует применять специальные салфетки. Чистота стекла определяется визуально на свет.
- Засыпать в кювету исследуемый продукт – муку полностью (рисунок 19, а), при этом мука подготавливается в соответствии с ГОСТ 26361;
- Накрыть светозащитным экраном поверхность муки в кювете, а на него равномерно надавить специальной платиной до тех пор, чтобы последняя сравнялась с краем кюветы (рисунок 19, в, г). После чего пластину следует убрать (рисунок 19, д);
- На приборе нажать кнопку «СТАРТ», при этом на индикаторе X должен загореться номер рабочей кюветы;
- Установить кювету с исследуемым образцом, накрытым светозащитным экраном, внутрь прибора на три фторопластовые опоры. При этом необходимо совместить паз кюветы и поводок оси в приборе посредством осторожного вращения. Это обеспечит оптическую параллельность плоскости кюветы с фотометрическим блоком;
  - После нажатия кнопки «СТАРТ» кювета начнет вращаться, периодически останавливаясь для измерений. В момент остановки производится измерение интенсивности отраженного светового потока. В методику заложено измерение 10 участков муки и двух РСИ. При измерении подается сигнал на индикатор. По завершении цикла на индикаторе отображается среднее значение белизны, которое сохраняется до следующего нажатия на кнопку «СТАРТ». Если произведенные измерения белизны для различных участков муки отличаются больше чем на единицу, то цифры на индикаторе мигают. Показатели белизны для муки пшеничной хлебопекарной в соответствии с ГОСТ 26574-2017 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели белизны для муки пшеничной хлебопекарной в соответствии с ГОСТ 26574-2017

Наименование показателя	Характеристика и норма для муки сортов					
	Экстра	Высший	Крупчатка	Первый	Второй	Обойная

Белизна, усл.ед. РЗ-БПЛ, не менее	64,0	54,0	-	36,0	12,0	-
---	------	------	---	------	------	---

## 2.5 Вспомогательное технологическое оборудование и инвентарь

В лаборатории имеется отдельное помещение, оснащенное одно-двухсекционными ваннами, предназначенными для замачивания и мытья посуды и лабораторного стекла. Обеспечено водоснабжение холодной и горячей водой, специально установлен водонагреватель накопительного типа на сто литров. В работе также используется посудомоечная машина. Имеются стеллажи и корзины для сушки и хранения инвентаря и запаса моющих средств. Уборочный инструмент и материалы для санитарной обработки хранятся отдельно.

### Вопросы для самоконтроля по разделу 2

- Для каких целей в лаборатории используется холодильное оборудование?
- Какие температуры предусматриваются в холодильных и морозильных камерах?
- В каких единицах приводится объем холодильного оборудования?
- Что входит в комплекс основного технологического оборудования лаборатории?
- Для чего предусмотрены автоматические режимы работы основного технологического оборудования?
- Чем отличается принцип работы ротационной печи от подовой печи?
- Какие параметры сырья и полупродуктов определяются с помощью реоферментометра и в каких единицах измерений приводится результат?
- Какой принцип заложен в работу структурометра?
- Какую функцию выполняет тензодатчик в структурометре?
- Какие показатели белизны муки установлены нормативными документами?
- Почему вспомогательные (уборочные) материалы и инструменты должны храниться отдельно от основного производства?



### 3 Технологические особенности сырья и материалов

Технология хлебобулочных изделий многократно описана в литературе. Есть великолепные книги, ставшие классическими. Из последних изданий можно рекомендовать [5,6,7]. По экспертизе хлебобулочных изделий также много литературы, полезной следует принять работу [8]

Производства хлеба состоит из стадий:

- приемка сырья, его хранение, включающее его подготовку к основному этапу производства;
- приготовление и разделка теста;
- выпечка изделий;
- упаковка готовой продукции;
- хранение и транспортировка для реализации потребителям;

#### 3.1 Сырье и основные материалы

Основное и дополнительное сырье для хлебопечения должно соответствовать нормам, установленным регламентирующими документами.

**Мука** для хлебопекарных целей должна обязательно проходить предварительную очистку. В реальных производственных условиях это важно, особенно при бестарном способе транспортировки, так как мука может содержать посторонние примеси. Способы хранения муки могут быть в бункерах и в тарной упаковке. Хранение осуществляется в специальных помещениях с поддержанием заданных условий. В любом случае при поступлении непосредственно в производство мука обязательно просеивается.

**Вода** используется для многих целей. В первую очередь — для растворения соли, сахара и других компонентов; для приготовления жидких дрожжей, заварок, заквасок; для приготовления теста; для увлажнения среды парами воды в расстойных шкафах и печах; для охлаждения в теплообменных поверхностях. Также вода используется для мойки сырья, мойки и обслуживания оборудования и помещений. Используется питьевая вода, поступающая из центральной системы водоснабжения специализированными организациями. Бактериологические и химические параметры воды строго контролируются как самими этими организациями, так службами государственного контроля. Однако следует вести внутренний контроль питьевой воды, используемой в производстве, чтобы исключить возможные отклонения в ее качестве от норм, установленных законодательством. Вода хранится на производстве в специальных емкостях, обеспечивающих бесперебойное ритмичное поступление ее на производство. В технологической схеме предусмотрены дозаторы воды. Воды при хлебопечении используется много, к примеру, в производстве в зависимости от рецептуры продукта ее нужно 30-70 л на 100 кг муки [9].

**Соль** пищевая. Она поступает на хлебопекарные производства в мешках, мягких контейнерах, пачках или насыпью. Хранение соли осуществляется в специальных контейнерах. В помещении для хранения соли должна быть относительная влажность воздуха менее 75%. В производство соль поступает через приемные отделения в виде раствора в воде.

**Дрожжи.** Их хранят в сухом вентилируемом помещении в диапазоне температур 0°C до + 4°C. В производстве прессованные дрожжи вводят в виде дрожжевой суспензии при соотношении дрожжей и воды 1:3-1:4, с температурой воды не выше 40°C.

**Растительные масла** хранят в закрытых темных помещениях при температуре 18-21°C по установленным срокам годности. На предприятия масла доставляются в железнодорожных или автомобильных цистернах, или бочках. Их сливают в приемные баки, из которых оно поступает на производство по трубопроводам. Периодически необходимо вести внутренний контроль качества хранящихся растительных масел, так как в нем могут происходить окислительные процессы.

**Солод** ржаной сухой ферментированный и неферментированный, как правило, поступает на предприятия мелко размолотым или в виде целых зерен. Упаковывается солод в мешки из льна. Хранение его осуществляется в сухом проветриваемом помещении при температуре не выше 25°C. Срок хранения солода не более 12 месяцев.

Дополнительно со сведениями об исходных материалах сырье представлена информация в [8,9].

### 3.2. Виды заварок и их применение

Большое количество информации по теме, основанной на практическом опыте, представлено в сборнике [10]

Заварка - это водно-мучная смесь, при этом крахмал муки в ней в основном клейстеризован. Заварки - это питательная среда для размножения дрожжей и молочнокислых бактерий. При использовании муки с пониженной газообразующей способностью заварки играют роль улучшителя.

Есть несколько видов заварок, а именно, простые неосахаренные и самоосахаренные, осахаренные, сброженные или заквашенные, соленые, горькие.

Простые заварки состоят из муки и воды 1:3 или 1:2. Приготавливаются они нагреванием водно-мучной смеси до температуры клейстеризации крахмала. Осахаренные заварки получают в результате амилолиза клейстеризованного крахмала муки. Они могут быть самоосахаренные, в которых амилолиз вызывается действием собственных амилолитических ферментов завариваемой муки, и осахаренные под действием ферментных препаратов, внесенных извне. Процесс ведут в диапазоне температур 62-65°C. Время процесса - 2-4 ч. Так называемые неосахаренные заварки могут использоваться как улучшитель. Их делают из 3-10% муки, идущей на замес теста. Температурный диапазон при заваривании пшеничной сортовой муки - 63-65°C, а пшеничной обойной - 70-73°C. По технологии для приготовления теста заварку охлаждают до 35°C,

Высокоосахаренные заварки или высокоосахаренные ферментативные полуфабрикаты получают в результате осахаривания клейстеризованного крахмала муки ферментными препаратами глюкоамилазы.

Соленые заварки получают с применением не воды, а солевого раствора. Причем раствор включает все количество соли по рецептуре производимого хлебобулочного изделия.

Для приготовления горьких заварок применяют горячий хмелевой отвар. Их отличает повышенная микробиологическая чистота, обусловленная наличием в отваре горьких кислот и смол.

Сброженные закваски после охлаждения сбраживают прессованными или жидкими дрожжами, а заквашенные заварки заквашивают молочнокислыми бактериями.

#### Вопросы для самоконтроля по разделу 3

- Из каких стадий состоит производство хлеба?
- Для каких целей в хлебопечении используется вода и какие требования предъявляются к ней?
- Какие виды заварок используются для производства хлеба и чем они различаются?



## 4. Способы и рецептуры приготовления хлеба

### 4.1. Методы приготовления теста и выпечка

В хлебопечении применяются два основных способа приготовления теста: опарный и безопарный. Опарный способ состоит из стадии приготовления опары и стадии приготовления теста. Принята следующая терминология для опары: большая густая, густая и жидкая. Главной характеристикой является влажность. Густая опара должна иметь влажность 45-50% и содержит 45-55% муки от всей муки, дрожжи и воду. Время брожения опары 3,0-4,5 часа при заданной температуре. Далее тесто замешивают, добавляя всю муку, соль и другие ингредиенты согласно рецептуры. Большая густая опара готовится с применением 60-70% муки от общего количества, дрожжей и воды, и она должна иметь влажность 41-45%. При этом тесто дополнительно механически обрабатывается. Время брожения меньше и составляет 20-40 мин. Жидкая опара имеет влажность 68-72% и готовится из 25-35% от всей муки, дрожжей и воды. Время брожения такой опары 3,5-4,5 ч. При замесе теста используют все количество опары, 75-65% муки, воду, солевой раствор и другие ингредиенты. При этом применяется усиленная механическая обработка теста. Время брожения теста – 30-60 мин. При безопарном способе приготовления теста, его готовят из всего количества муки, воды, соли, дрожжей и дополнительного сырья по рецептуре. В начале процесса температура теста – 28-32°C, а полное время брожения – 2-3 ч.

С начала замеса теста происходит процесс брожения, в результате которого происходит его разрыхление, а также формирование его новых физических и физико-химических свойств. Процесс брожения теста называют его «созреванием» в результате трансформации и накопления веществ, определяющих реологические свойства и, конечно, вкус, аромат, цвет, возможно, и внешний вид будущего изделия. Процессы, протекающие при брожении, имеют разную сущность, но объединены в единый комплекс. Это биохимические, микробиологические, физические и другие процессы, которые идут параллельно и последовательно, но совместно, иногда опережая друг друга и оказывая сильное взаимное влияние.

Спиртовое брожение вызывается дрожжами, в результате него сахара превращаются в спирт и углекислый газ. Кроме этанола, образуются высшие спирты, участвующие в создании вкуса и аромата хлеба.

В результате спиртового брожения, вызванного дрожжами, сахара превращаются в спирт и углекислый газ. А в результате молочнокислого брожения, вызванного молочнокислыми бактериями, образуются кислоты, которые во многом определяют вкус и аромат готового изделия. Одновременно при росте кислотности увеличивается набухание белков ускоренными темпами и наоборот, разложение крахмала до декстринов и мальтозы замедляется. Таким

образом, именно кислотность теста становится важнейшим показателем его созревания. Кислотность — это один из важнейших показателей качества хлеба.

В тесте из пшеничной муки преобладает спиртовое брожение. Тесто разжижается при использовании муки, отличающейся слабой клейковиной. Коллоидные процессы могут продолжаться и после окончания замешивания. При этом происходит насыщение теста углекислым газом при росте объема заготовки. В результате биохимических и микробиологических процессов, происходящих под действием ферментов, имеющихся в муке и дрожжах, идет выделение и трансформация энергии, что приводит к повышению температуры теста.

После окончания брожения, то есть после созревания теста, оно становится готовым к разделке, в результате которой получают тестовые заготовки самой разнообразной формы и массы. В процессе разделки тесто теряет часть углекислого газа, содержащегося в нем. Соответственно снижается разрыхленность теста, что приводит в итоге к низкой пористости готового изделия и возможной непропеченности. Для устранения этих недостатков применяется расстойка тестовых заготовок. Подробные детали процесса изложены в [11].

**Расстойка** теста происходит в специальных шкафах в диапазоне температур 35-40°C и диапазоне относительной влажности рабочей среды 80-85%. Время расстойки от 15 до 120 мин зависит от многих факторов, в том числе сорта и качества муки и рецептуры изделия. Расстойкой добиваются продолжения брожения теста, которое разрыхляется углекислым газом, что благоприятно сказывается на готовом изделии.

**Выпечка** изделий происходит в хлебопекарных печах разных конструкций при температуре 200-250°C. Время выпечки меняется в зависимости от параметров заготовки и конечных целей процесса. Поэтому диапазон достаточно широкий, от 12 до 80 мин и, возможно, больше. При выпечке формируются окончательные органолептические свойства готового изделия. Прежде всего это вкус, аромат и внешний вид. На это влияют процессы меланоидинообразования и образования сложных эфиров.

После выпечки изделия поступают на остывание, на производстве для этого имеются специальные отделения. Хранение хлеба — это самостоятельный технологический процесс, и от правильного его ведения во многом зависят потребительские свойства изделий. К транспортировке и хранению хлеба в торговой сети предъявляются свои особые требования. Срок хранения изделий устанавливается с момента его упаковывания. Потеря потребительских свойств влечет за собой полную выбраковку изделий. Переработка и утилизация выбракованных изделий требует дополнительных затрат. Неизбежно при хранении готовых изделий ухудшаются их свойства, в первую очередь вкусовые. Черствение и усыхание хлеба представляют собой совокупность сложности физико-химических и биохимических процессов. При черствении изменяется структура как корки, так и мякиша.

Основательно весь цикл производства хлеба описан в книге [12], с которой полезно познакомиться. Таким образом весь цикл производства хлеба, от сырья до потребителя, это неразрывная цепь технологических взаимосвязанных процессов, определяющих конечный результат. Нарушение требований регламентов производства приводит к неизбежным экономическим и финансовым потерям.

#### 4.2 Рецептуры приготовления хлеба

В любой хлебопекарной продукции все начинается с рецептуры. В таблице 4, 5 и 6 для примера приведены рецептуры хлеба пшеничного из муки высшего сорта для различных способов приготовления теста. Рецептуры приведены из расчета на 100 кг муки.

Таблица 4 – Рецептура хлеба пшеничного (безопасный способ)

Наименование сырья	Количество, кг
Мука пшеничная в/с	100
Дрожжи прессованные	2,5
Соль	1,3

Таблица 5 – Нормативная рецептура (ускоренный способ)

Наименование сырья	Количество, кг
Мука пшеничная в/с	100
Дрожжи прессованные	4,0
Соль	1,3

Таблица 6 – Нормативная рецептура с применением концентрированной молочнокислой закваски

Наименование сырья	Количество, кг
Мука пшеничная в/с	96*
Закваска	9,9
Дрожжи прессованные	2,0
Соль	1,3

\*Мука пшеничная в/с в закваске -4 кг

#### 4.3 Безопасный способ приготовления теста

В таблице 7 приведены сведения о процессе тестоведения. В опытном варианте для приготовления хлеба используют новый, разработанный студентами,

улучшитель. На рисунке 20 виден внешний вид теста по окончанию брожения. В таблице 8 даны физико-химические показатели хлеба, на рисунке 21 и 22 внешний вид формового и подового хлеба.

Таблица 7 – Физико-химические показатели тестового полуфабриката и технологические параметры процесса

Показатель	Образец	
	1 (контроль)	2 (опыт)
Время замеса, мин	8	
Влажность теста, %	41,0	41,0
Температура теста		
Начальная, °С	26,0	26,6
Конечная, °С	29,7	29,8
Температура воздуха в термостате, °С	35	
Относительная влажность воздуха в термостате, %	80	
Продолжительность брожения теста, мин	120	120
Кислотность теста начальная, град	1,3	1,3
Кислотность теста конечная, град	2,0	2,1
Масса теста после брожения, г	1502	1489
Масса кусков теста- подовый, г	340	340
Масса кусков теста –формовой,	340	340
Температура среды в расстойном шкафу, °С	35	
Влажность среды в расстойном шкафу, %	80	
Продолжительность расстойки, мин	68	73
Продолжительность выпечки, мин	18	
Температура при выпечке изделия, °С	210	
Масса хлеба, г		
Подовый	314	318
Формовой	320	326



1



2

Рисунок 20 – Окончание брожения безопарного теста: 1 – контроль, 2- опыт



Таблица 8 – Физико-химические и физические показатели качества изделия (безопарный способ)

Показатель	Величина показателя	
	Образец	
	Контрольный	Опытный
Влажность мякиша, %	39	39
Кислотность мякиша, град	1,4	1,6
Пористость мякиша, %	82	80
Объем, см <sup>3</sup>	1000	960
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	312	294
Формоустойчивость (H/d)	0,4	0,5



Рисунок 21 – Готовые формовые изделия, приготовленные безопарным способом: 1 – контроль, 2 – опыт



Рисунок 22 – Готовые подовые изделия, приготовленные безопарным способом: 1 – контроль, 2 – опыт

В результате дегустации (таблица 9) установлено, что объем опытных образцов хлеба был несколько ниже, чем у контроля. Кроме того, корка у опытного образца была значительно темнее, чем у контрольного. Также у опытного образца более выражен аромат из-за интенсивного меланоидинообразования.

Таблица 9 – Органолептические показатели хлеба

Органолептические показатели	Значение показателей качества	
	Образец	
	Контрольный	Опытный
Внешний вид:		
Форма	Правильная	Правильная
Выпуклость верхней корки	Хлеб с заметно выпуклой верхней коркой	Хлеб с заметно выпуклой верхней коркой
Поверхность	гладкая, без пузырей, трещин, рубцов и следов подрыва, глянцевая	гладкая, без пузырей, трещин, рубцов и следов подрыва, глянцевая
Цвет корки	Золотистая	Темно-коричневая
Цвет мякиша	Светлый	Светлый
Состояние пористости	тонкостенные, распределены достаточно равномерно	тонкостенные, распределены достаточно равномерно
Равномерность		
Размер пор	поры мелкие и средние	поры мелкие и средние
Упругость	мягкий, эластичный мякиш	мягкий, эластичный мякиш
Аромат	выраженный, характерный хлебный	выраженный, хлебный, более интенсивный
Вкус	выраженный, характерный хлебный	выраженный, характерный хлебный
Разжевываемость мякиша	нежный, сочный, хорошо разжевывается	нежный, сочный, хорошо разжевывается

#### 4.4 Ускоренный метод приготовления теста

Ускоренный способ приготовления теста отличается от безопасного тем что осуществляется в одну стадию. Используется сразу все сырье при большем количестве дрожжей, как это показано в таблицах 4 и 5. Механическое воздействие на тесто при этом более интенсивное, и время замешивания увеличивается.

Как видно из таблицы 10, физико-химические показатели опытных и контрольных образцов полуфабрикатов за исключением длительности расстойки не отличаются друг от друга (таблица 11), однако опытные варианты хлеба отличались большим объемом и кислотностью (таблица 12). При органолептической оценке изделий выявлены отличия в окраске хлеба, которая, как и в первом случае (безопасный способ), более темная в опытном варианте (таблица 12 и рисунок 23).

Таблица 10 – Физико-химические показатели качества тестового полуфабриката и технологические параметры процесса

Показатель	Образец	
	1(контроль)	2 (опыт)
Время замеса, мин	8	
Влажность теста, %	41,5	41,5
Температура теста		
Начальная, °С	26,0	26,0
Конечная, °С	27,0	27,0
Температура воздуха в термостате, °С	35	
Относительная влажность, %	80	
Продолжительность отлёжки теста, мин	40	
Кислотность теста, град		
Начальная	1,4	1,4
Конечная	2,0	2,2
Масса теста после брожения, г	1502	1489
Масса кусков теста, г		
Подовый	350	350
Формовой	350	350
Температура в расстойном шкафу, °С	35	
Влажность воздуха в расстойном шкафу, %	80	
Продолжительность расстойки, мин	15	20
Продолжительность выпечки, мин	18	
Температура выпечки, °С	210	
Масса хлеба, г		
Подовый	321	317
Формовой	324	324

Таблица 11 – Физико-химические показатели хлеба (ускоренный способ)

Наименование показателя	Значение показателей качества	
	Образец	
	Контрольный	Опытный
Влажность мякиша, %	40,0	41,0
Кислотность мякиша, град	1,4	1,6
Пористость мякиша, %	78	77
Объем, см <sup>3</sup>	860	880
Удельный объем, см <sup>3</sup> / 100 г	265	272
Формоустойчивость (Н/d)	0,5	0,4



Рисунок 23 – Готовые формовые изделия, приготовленные ускоренным способом: 1 – контроль, 2 – опыт

Таблица 12 – Органолептические показатели хлеба

Органолептические показатели	Значение показателей качества	
	Образец	
	Контрольный	Опытный
Внешний вид:		
Форма	Правильная	Правильная
Выпуклость верхней корки	Хлеб с заметно выпуклой верхней коркой	Хлеб с заметно выпуклой верхней коркой
Поверхность	Гладкая, слегка пузырчатая, глянцевая	Гладкая, без пузырей, трещин, рубцов и следов подрыва, глянцевая
Цвет корки	Золотистая	Темно-золотистая
Цвет мякиша	Светлый	Светлый
Состояние пористости	тонкостенные, распределены достаточно равномерно	тонкостенные, распределены достаточно равномерно
Равномерность		
Размер пор	поры мелкие и средние	поры средние
Упругость	мягкий, эластичный мякиш	мягкий, эластичный мякиш
Аромат	выраженный, характерный хлебный	выраженный, характерный хлебный
Вкус	выраженный, характерный хлебный	выраженный, характерный хлебный
Разжевываемость мякиша	нежный, сочный, хорошо разжевывается	нежный, сочный, хорошо разжевывается

#### 4.5 Ускоренный способ приготовления теста с использованием концентрированной молочнокислой закваски

Подробно этот способ приготовления теста изложен в книге [13]. Концентрированная молочнокислая закваска (КМКЗ) — это полуфабрикат, имеющий влажность 63-66 % и кислотность 14-18 град. Использование КМКЗ в тесте при его замесе дает увеличение кислотности. И как результат это приводит к активизации коллоидных и биохимических процессов. Стимулируется жизнедеятельность дрожжей. Поэтому сокращается время брожения теста. Достаточно большая кислотность КМКЗ дает также возможность ее самоконсервирования, если необходимы перерывы в работе. Высокая кислотность способствует предотвращению заболевания пшеничного хлеба так называемой картофельной болезнью. Вместе с КМКЗ вносится 3-5 % всей муки. При этом допускается увеличение кислотности готового хлеба на 1 град. Значение технологических показателей при выведении КМКЗ представлено в таблице 13, а на рисунке 24 показан внешний вид.

Таблица 13 – Выведение концентрированной молочнокислой закваски (КМКЗ)

Показатель	Значение показателей контрольной закваски			
	разводочный цикл		Производств. цикл	
1	2	3	4	5
Фаза освежения	I	II	III	1
Соотношение закваска:питание	-	1:3	1:3	1:3
«Vita»	10г+60мл	-	-	-
Закваска предыдущей фазы	-	125	125	380
Мука пшеничная высший сорт, г	215	151	151	459
Вода, г	215	224	224	681
Общая масса, г	500,0	500,0	500,0	1520
Влажность, %: расчетная	64,0	65,0	65,0	65,0
фактическая				64,0
Температура, °С: начальная	38,0	38,3	39,1	39,5
конечная	40,5	38,1	39,5	40,1
Кислотность, град: начальная	2,1	4,3	4,8	5,5
конечная	15,0	16,0	17,2	15,5
Продолжительность брожения, ч	23			
Объем, мл: начальный	500	500	500	1400
конечный	600	675	550	1450

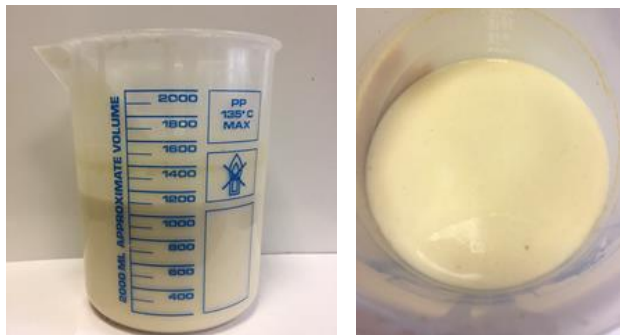


Рисунок 24 – Производственная стадия КМКЗ

Показатели полуфабриката были одинаковы при использовании КМКЗ как в опытном, так и контрольном вариантах (таблица 14). На рисунке 25 представлен внешний вид изделий. В таблицах 15 и 16 даны физико-химические и органолептические показатели качества изделий. В опытном варианте хлеб отличался более выраженным ароматом, однако объем изделия был выше в контрольном образце.

Таблица 14 – Физико-химические показатели тестового полуфабриката и технологические параметры процесса

Показатель	Образец	
	1 (опыт)	2 (контроль)
Время замеса, мин	8	
Влажность теста, %	40,0	40,0
Температура теста, °С: начальная конечная,	32,0 33,2	32,0 32,8
Температура воздуха в термостате, °С	35	
Отн. влажность воздуха в термостате, %	80	
Продолжительность брожения теста, мин	70	
Кислотность теста, град: начальная конечная	2,8 3,1	2,7 3,0
Масса теста после брожения, г	1548	1551
Масса кусков теста, г: Подовый Формовой	350 350	350 350
Температура воздуха в расстойном шкафу, °С	35	
Влажность воздуха в расстойном шкафу, %	80	
Продолжительность расстойки, мин	72	100
Продолжительность выпечки, мин	18	
Температура выпечки, °С	210	
Масса хлеба, г    Подовый Формовой	316 323	317 324

Таблица 15 – Физико-химические показатели

Наименование показателя	Значение показателей качества	
	Образец	
	Контрольный	Опытный
Влажность мякиша, %	40,0	41,0
Кислотность мякиша, °С	2,0	2,4
Пористость мякиша, %	76	76
Объем, см <sup>3</sup>	980	930
Удельный объем, см <sup>3</sup> / 100 г	303	287
Формоустойчивость (H/d)	0,5	0,4



1



2

Рисунок 25 – Готовые подовые изделия, приготовленные на КМКЗ:

1 – контроль, 2 – опыт

Таблица 16 – Органолептические показатели хлеба с КМКЗ

Органолептические показатели	Значение показателей качества	
	Образец	
	Контрольный	Опытный
Внешний вид:		
Форма	Правильная	Правильная
Выпуклость верхней корки	Хлеб с заметно выпуклой верхней коркой	Хлеб с заметно выпуклой верхней коркой
Поверхность	Достаточно гладкая, едва заметные мелкие, короткие трещины и подрывы, глянцевая	Гладкая, без пузырей, трещин, рубцов и следов подрыва, глянцевая
Цвет корки	Интенсивно коричневая	Темно-коричневая
Цвет мякиша	Светлый	Светлый
Состояние пористости	тонкостенные, распределены достаточно равномерно	тонкостенные, распределены достаточно равномерно
Равномерность		
Размер пор	поры мелкие и средние	поры средние
Упругость	мягкий, эластичный мякиш	мягкий, эластичный мякиш
Аромат	Выраженный, характерный хлебный	Интенсивный, выраженный, характерный хлебный
Вкус	выраженный, характерный хлебный	выраженный, характерный хлебный
Разжевываемость мякиша	нежный, сочный, хорошо разжевывается	нежный, сочный, хорошо разжевывается

В работе [14] представлены исследования, проведенные в лаборатории хлебопечения Университета ИТМО, на которые следует обратить внимание. Результаты оказались очень полезными и перспективными. А именно, тема «Использование глутатиона-обогащенного хлебопекарного улучшителя (ХПУ) в технологии хлеба из муки 1 сорта».

Все начинается с оценки качества муки. Известно, что для муки пшеничной первого сорта характерно высокое содержание клейковины, а именно не менее 30%. Показатели качества муки пшеничной хлебопекарной 1 сорта представлены в таблице 17.



Таблица 17 – Показатели качества муки пшеничной хлебопекарной 1 сорта, представленные автором [14]

Наименование показателя	Значение показателя
Сорт муки	Первый
Влажность муки, %	11,7
Кислотность муки, град	2,2
Выход сырой клейковины, %	34
Выход сухой клейковины, %	12,8
Влажность клейковины, %	62,4
Свойство клейковины по ИДК, ед.прибора	47
Растяжимость клейковины, см	9

На основе экспериментальных данных автором [14] была доказана высокая, до 65%, водопоглотительная способность пшеничной муки первого сорта. Полученное тесто имело коэффициент размягчения 50-70 при средней продолжительности образования теста в пять минут. Анализ физических свойств теста из муки пшеничной 1 сорта на альвеографе показал, что тесто чрезмерно упругое и недостаточно растяжимое. Индекс P/L очень высокий (3,16). Очень низкий индекс раздуваемости  $G=14,9$  (средние эмпирические данные 22-25). Также отмечена пониженная эластичность теста: индекс эластичности 41% (средние эмпирические данные 50 %). Хлеб из муки с такими качествами получается плотный, малого объема, с недостаточной и неравномерной пористостью. Полученные данные свидетельствуют о необходимости корректировки свойств муки (увеличения пластичности и растяжимости теста) и технологических режимов производства с целью получения хлебобулочных изделий хорошего качества. Для получения хлеба хорошего качества из муки пшеничной первого сорта с высоким содержанием крепкой клейковины необходимо корректировать хлебопекарные свойства муки (в особенности – силу муки) с помощью препаратов с восстановительными свойствами (например, L-цистеин, глутатион и пр.).

Рекомендации, полученные автором [14], состоят в следующем. С целью улучшения растяжимости и пластичности теста принято решение добавить в рецептуру теста ХПУ в различных дозировках: 0,4; 0,7; 1,1 и 1,5 % к массе муки (образцы 1-4 соответственно). Данные дозировки выбраны в соответствии с расчетами по эквивалентному содержанию восстановленного глутатиона (раздел 4.2). С учетом высокой силы и водопоглотительной способности муки гидратация теста очень высокая (68 % против традиционных 58-60 % к массе муки). Хлеб пшеничный изготавливался по рецептуре, представленной в таблице 18.

Таблица 18 – Рецептура опытных образцов хлеба [14]

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг муки, кг				
	контроль	опыт			
		1 обр.	2 обр.	3 обр.	4 обр.
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Дрожжи прессованные хлебопекарные	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Соль пищевая	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ХПУ	-	0,4	0,7	1,1	1,5

В ходе эксперимента в работе [14] определяли влияние ХПУ на свойства клейковины, теста и качество готовых изделий. Влажность теста оставалась неизменной. При этом физико-химические свойства теста меняются, как это показано в таблице 19 и 20. Анализируя свойства клейковины, делаем выводы, что ее выход незначительно увеличился за счет увеличения водопоглощения, а также она стала менее упругой (из-за преобразования прочных дисульфидных связей в менее прочные сульфгидрильные). При этом водопоглотительная способность могла, вероятно, повыситься за счет увеличения под воздействием восстановленного глутатиона содержания SH- групп в клейковинных белках муки, которые посредством водородных связей притягивают и удерживают молекулы воды. При неизменной массовой доли клейковинных белков выход сырой клейковины увеличивается за счет большего содержания воды в отмытой клейковине. В данном случае клейковина становится более слабой, растяжимой и пластичной.

Таблица 19 – Влияние ХПУ на качественные показатели теста из муки пшеничной 1 сорта ( $p < 0,5$ )

Наименование сырья	Значение показателей теста				
	контроль	опыт			
		1 образец	2 образец	3 образец	4 образец
Влажность теста, %	45,5	45,5	45,5	45,4	45,5
Выход сырой клейковины, %	29,4	29,6	31,5	33,5	34,8
Влажность клейковины, %	58,0	58,5	59,8	60,3	62,2
Гидратационная способность, %	138	140	149	152	160
Показатель ИДК Ед. пр.	37	38	44	50	58
Растяжимость, см	7	8	9	11	13

Увеличение распыляемости теста приводит к снижению формоустойчивости подовых готовых изделий.

Таблица 20 – Влияние ХПУ на показатели хлеба пшеничного из муки 1 сорта ( $p < 0,5$ )

Наименование показателей	Значение показателей готовых изделий				
	контроль	опыт			
		1 обр.	2 обр.	3 обр.	4 обр.
Влажность, %	44,8	44,8	44,7	44,9	45,0
Кислотность, %	2,4	2,3	2,4	2,3	2,3
Пористость, %	70	70	75	78	77
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	2,78	2,85	2,98	3,17	2,98
Формоустойчивость, Н/d	0,65	0,61	0,58	0,52	0,50

В работе [14] показано, что изменение свойств клейковины привело к улучшению качества готовых изделий: снизилась излишне высокая формоустойчивость подового хлеба, повысился удельный объем. При внесении ХПУ корочка хлеба получилась без трещин, более мягкой (по сравнению с контролем). Наиболее существенные изменения наблюдались в образцах 2, 3 и 4. Внесение ХПУ в дозировке 0,4% к массе муки существенно не повлияло на свойства теста и качество хлеба. Также установлено, что при работе с мукой пшеничной 1 сорта с качественными показателями можно рекомендовать дозировку ХПУ в количестве 1,1% от массы муки. При этом наиболее явно увеличился объем и пористость хлеба, улучшились органолептические показатели. Дальнейшее увеличение дозировки ХПУ (образец 4) экономически нецелесообразно, поскольку существенного повышения потребительских характеристик продукции не наблюдалось. Снижение удельного объема хлеба в образце 4, возможно, связано с избыточным воздействием глутатиона и сильным расслаблением клейковины.

#### Вопросы для самоконтроля по разделу 4

- Чем различаются опарный и безопарный способы производства хлеба.
- Что такое спиртовое брожение теста и чем оно вызывается?
- Для чего перед выпечкой производят расстойку теста и какова продолжительность этой технологической операции?
- Каковы влажностные и температурные параметры расстойки?
- Как меняется кислотность теста в процессе расстойки?
- Сколько времени требуется для выпечки изделий?
- Какой диапазон температур внутри хлебопекарных печей при выпечке хлеба?

- После какой технологической операции производится упаковка хлебобулочных изделий?
- С какого момента устанавливается срок хранения готовых хлебобулочных изделий?
- Для какого количества муки составляются рецептуры хлеба?
- Какие имеет преимущества и недостатки ускоренный способ производства хлеба?
- Какие органолептические показатели хлеба определяют его качество?

## **5 Промсанитария и охрана труда**

Хлеб – это один из главных продуктов питания регулярного употребления. Как к готовому продукту, к нему практически не применяется кулинарная обработка. Поэтому в процессе всего производственного цикла установлены высокие санитарные требования. В особой степени это относится к финишным стадиям, таким как хранение и транспортировка.

### **5.1 Основы промсанитарии и гигиены в производственном комплексе**

В технологии производства хлеба важнейшую роль играют полезные микроорганизмы: дрожжи и молочнокислые бактерии. Однако при нарушении санитарных норм и правил в заготовки изделий могут попасть вредные микроорганизмы, что неизбежно приводит к нарушению технологических режимов, а значит, к ухудшению качества готовой продукции. При хранении готовых изделий также может произойти обсеменение вредными микроорганизмами, что приводит к порче. Также опасны патогенные микробы, которые могут попасть на поверхность хлеба.

### **5.2 Безопасная эксплуатация оборудования**

При работе в лаборатории должны соблюдаться все правила и нормы охраны труда, установленные в Университете ИТМО и регламентированные российским законодательством.

Работа в лаборатории возможна только в специальной рабочей или лабораторной одежде – халат, куртка, головной убор, сменная обувь (или бахилы). При выполнении некоторых технологических операций нужно применять защитные очки и маски. Необходимо временно снять или максимально закрыть такие предметы, как кольца, серьги, заколки, бусы, кулоны и т.п. для избежания их случайного попадания в материалы для выпечки, заготовки и готовые изделия. Очки для зрения должны уверенно держаться на месте. Применение случайных предметов для технологических операций недопустимо – только штатный инвентарь.

Есть некоторые особенности, на которые следует обратить внимание при работе оборудования. Все рабочие поверхности должны быть максимально чистыми, без посторонних предметов.

Внимание следует уделять полу, при попадании жидкостей, сыпучих предметов, частей теста и полуфабрикатов следует немедленно удалить их, так как это может вызвать падения и травмы работающих в лаборатории.

Во время работы агрегата для замешивания теста запрещается:

- поднимать или сдвигать ограждения чаши
- добавлять и вынимать перемешиваемые продукты из чаши

- помогать агрегату руками или иными предметами замешивать тесто;
- чистить, удалять остатки теста и мыть чашу.  
При работе с оборудованием для выпечки запрещается:
- использовать для выпечки образцов неисправные, деформированные, имеющие нагар формы и листы;
- производить какие-либо манипуляции внутри включенного в рабочее состояние открытого шкафа;
- работать со шкафом при явных неисправностях и дефектах органов управления: ручек, рычагов, регуляторов, петель и фиксаторах дверей, уплотнителях и смотровых окнах;
- оставлять без надзора оборудование в рабочем режиме.

Основное оборудование, установленное в лаборатории, является фактически промышленным и поэтому обладает высокой энергоемкостью. Поэтому следует основательно прорабатывать технологические планы его использования, не допуская длительного «холостого хода». Но при этом следует понимать, что частые остановки и включения также нецелесообразны, так как выход оборудования на рабочий режим требует и времени, и энергии. Поэтому необходимо использовать принципы энергосбережения в хлебопечении, которые изложены в [15х], и постоянно консультироваться по этому вопросу с инженерно-техническим персоналом лаборатории.

### **Вопросы для самоконтроля по разделу 5**

- Почему вопросам промсанитарии уделяется такое большое значение в хлебопечении?
- Для чего нужно тщательно удалять остатки теста из оборудования после очередного производственного цикла?
- Почему запрещается каким-либо способом стимулировать процесс замеса теста в тестомесильных агрегатах?
- Чем опасно применение деформированных форм для выпечки в хлебопекарных печах?
- Почему необходимо минимизировать время «холостого хода» хлебопекарного оборудования?

## Заключение

Обсуждая значение лаборатории хлебопечения для учебного процесса и научной деятельности, наверное, важно осмыслить ряд вопросов: «Какую же роль играет хлеб в нашей жизни? И какова актуальность подготовки специалистов именно в этом сегменте биотехнологии? Актуально ли это?»

В пище, которую употребляет человек, содержатся пищевые составляющие: вода, белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные и многое другое. Это необходимо для нормального функционирования организма, роста и обмена веществ. Прежде всего, человеку нужна энергия для покрытия его двигательной, трудовой деятельности и поддержания теплового режима в различных условиях окружающей среды. Пищевые рационы и единичные пищевые продукты оцениваются не только по содержанию в них необходимых питательных веществ, но и энергетической ценности. Для каждой группы населения существуют свои рационы. Больше того, по мере развития диагностики и мониторинга отдельных людей все более актуальными становятся задачи персонифицированного питания, то есть разработки рационов под конкретный организм. В том числе большая роль отводится области хлебопечения. В основе ложных представлений о вредности потребления хлеба лежат лженаучные публикации и пропаганда. Сбалансированное питание, включающее в том числе хлеб, для каждого из нас просто необходимо. Энергетическая потребность взрослого здорового человека примерно на 30-35 % покрывается за счет хлеба и хлебных изделий. Если рассматривать потребление хлеба в масштабе страны, то цифры будут весьма внушительными. Это огромная индустрия, покрывающая всю территорию России.

В совокупности проблемы по обеспечению полноценными хлебными продуктами есть несколько задач. Повышение белковой ценности хлеба, путем включения в рецептуру дополнительных видов сырья. Сбалансированность углеводов, которые должна регулярно восполняться в организме человека. Наличие органических кислот, жиров и минеральных веществ в хлебе также делает его практически незаменимым продуктом. Хлеб — это продукт ежедневного употребления. Поэтому возможно использование его для внесения в организм недостающих веществ и витаминов, путем составления специальных рецептов. Решение задачи обогащения хлеба теми или иными веществами может способствовать снятию остроты проблем хронических профессиональных и региональных заболеваний.

Работая над составом хлеба, не следует забывать об органолептических свойствах хлеба. В первую очередь это вкус и аромат. На протяжении многих и многих поколений люди употребляют в пищу хлеб. И можно говорить, что на подсознательном уровне сформировались определенные стереотипы. Хлеб только тогда именно «Хлеб», если он свежий, вкусный, ароматный и обязательно красивый. Ощущение текстуры хлеба органолептически воспринимается

потребителем как оценка его качества, аромат или запах хлеба невозможно чем-то заменить.

Повышение пищевой ценности хлеба лежит в следующих плоскостях исследований. В первую очередь это селекционная работа с зерновыми культурами. Уборка, хранение и логистика зерновых продуктов должна обеспечивать сохранение в них нативных свойств. В мукомольном производстве достигнуты определенные успехи, но поступление новых сортов ставит новые задачи. Также растет объем перерабатываемого сырья. В области собственно производства хлеба наряду с перечисленными выше стоят задачи применения новых штаммов дрожжей и улучшителей. Большое поле деятельности имеется в области создания хлебопекарной техники. Особенно это касается создания систем управления технологическими процессами с использованием элементов искусственного интеллекта. Это может обеспечить не только качество, но энергоэффективность производств. Создание таких систем возможно на основе всесторонних экспериментальных исследований и математического моделирования процессов. В лаборатории хлебопечения Университета ИТМО созданы для этого все условия. Правильное использование студентами и аспирантами технологического оборудования лаборатории хлебопекарного производства факультета биотехнологий позволит успешно выполнять работы в рамках учебного процесса и научно-исследовательской деятельности. Квалифицированный инженерно-технический персонал готов создавать для этого все условия.



## Литература

1. Практикум по технологии отрасли (технология хлебобулочных изделий): учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки "Продукты питания из растительного сырья" уровня бакалавриата и "Продукты питания из растительного сырья" уровня магистратуры / [Е. И. Пономарева, С. И. Лукина, Н. Н. Алехина [и др.]]. СПб.: Лань, 2016. 315 с.
2. Никифорова, Т. А. Научные основы производства продуктов питания: учебное пособие / Т. А. Никифорова, Д. А. Куликов, Е. В. Волошин; Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2012. – 121 с.
3. Пономаренко В.М. Разработка технологии пшеничного хлеба, обогащенного белоксодержащей добавкой: Диссертация ... кандидата технических наук: 05.18.07/ В.М.Пономаренко. - Санкт-Петербург,2014 -218 с.
4. Татьянок А. Г., Максимов А. С. Автоматизированные системы управления производством хлебобулочных изделий на основе растительных порошков //Информационно-аналитические и интеллектуальные системы в промышленности и социальной сфере. – 2019. – С. 115-126.
5. Пашук, З. Н. Технология производства хлебобулочных изделий: справочник / З. Н. Пашук, Т. К. Апет, И. И. Апет. СПб: ГИОРД, 2009. 396 с.
6. Мармузова, Л. В. Технология хлебопекарного производства. Сырье и материалы: учебник для начального профессионального образования / Л. В. Мармузова. 2-е изд., стер. Москва: Академия, 2011. 286 с.
7. Курс лекций по дисциплине «Общая технология хлебной отрасли». / КГТУ им. И. Раззакова; / - Б.: ИЦ «Текник», 2014. - 116 с.
8. Экспертиза хлебобулочных изделий: учебник / А. С. Романов, Н. И. Давыденко, Л. Н. Шатнюк [и др.]; под общ. ред. В. М. Позняковского. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 343 с.
9. Научные и практические основы технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием сбивных полуфабрикатов: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.18.01 / Пономарева Елена Ивановна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т пищевых пр-в (МГУПП)]. - Москва, 2009. - 50 с.
10. Инновационные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности: Электронный сборник материалов I Международной научно-практической конференции, 20-22 ноября 2012 г. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2013. – 880 с
11. Васюкова А. Т. и др. Влияние составных компонентов рецептуры на качество дрожжевого теста //Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. – №. 5. – С. 101-114.

12. Технология хлебобулочных изделий: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 260202 "Технология хлеба, кондитерских и макарон. изделий" / Л. П. Пащенко, И. М. Жаркова. - Москва: КолосС, 2006. – 389С.
13. Современные технологии приготовления теста на хлебопекарных предприятиях: учебное пособие / А. С. Романов, Л. И. Кузнецова, О. А. Савкина, Г. В. Терновской. — Кемерово: КемГУ, 2015. — 270 с
14. Морозов А.А. Разработка технологий получения и применения глутатион-обогащенного хлебопекарного улучшителя из остаточных пивных дрожжей: Диссертация ... кандидата технических наук: 05.18.07/ А.А.Морозов.- Санкт-Петербург,2021 -227с.
15. Возможности энерго-ресурсосбережения в хлебопечении: монография / А. П. Савельев, Е. И. Верболоз, Г. В. Алексеев, А. А. Дерканосова. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. 141 с.

Андреева Анастасия  
Анцыперова Мария Александровна  
Меледина Татьяна Викторовна  
Федоров Александр Валентинович  
Федоров Алексей Александрович

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ЛАБОРАТОРИИ СОВРЕМЕННОГО  
ХЛЕБОПЕКАРНОГО И КОНДИТЕРСКОГО  
ПРОИЗВОДСТВА ФАКУЛЬТЕТА БИОТЕХНОЛОГИЙ**

**Учебное пособие**

В авторской редакции  
Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО  
Зав. РИО Н.Ф. Гусарова  
Подписано к печати  
Заказ №  
Тираж  
Отпечатано на ризографе

**Редакционно-издательский отдел**  
**Университета ИТМО**  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, литер А