

МАКАРОВА О.В., канд. техн. наук, доцент, ПШЕНИШНЮК Г.Ф., канд. техн. наук, доцент,  
ИВАНОВА А.С., аспирант

Одесская национальная академия пищевых технологий

## **ВЛИЯНИЕ ВЛАГОТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПШЕНИЦЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА**

В статье приведены результаты исследований влияния массовой доли влаготермически обработанного при различных параметрах зерна пшеницы на физико-химические и органолептические показатели хлеба и показана целесообразность применения предварительной обработки зерна при производстве зернового хлеба.

**Ключевые слова:** зерно, влаготепловая обработка, зерновой хлеб, качество, органолептические показатели.

The results of studies of the effect of mass fraction treated with moisture heating with various parameters of wheat grain on the physico-chemical and sensory characteristics of grain bread and the expediency of its use in the manufacture of this type of bread are shown in this article.

**Keywords:** grain, moisture heating, grain bread, quality, sensory characteristics.

Ученые всего мира занимаются вопросами разработки изделий «нового поколения» со сбалансированным составом на основе использования ингредиентов функционального назначения в продуктах ежедневного потребления. Богатым источником белков, минеральных солей, витаминов и пищевых волокон является целое зерно. Поэтому хлеб, приготовленный из него, является «экологическим продуктом», полезным для человека.

Наряду с высокой пищевой ценностью, зерновой хлеб, как правило, характеризуется низкими органолептическими показателями: непривлекательным цветом и видом; более плотным, заминающимся мякишем; неразвитой пористостью; не свойственным вкусом по сравнению с хлебом из сортовой пшеничной муки. В тоже время внешний вид и вкусовые свойства являются важным фактором, определяющим спрос на данный вид продукции. Поэтому ученые и производители сталкиваются с необходимостью максимального приближения качества зернового хлеба к привычным для потребителей сенсорным свойствам продукта.

Более низкое качество зернового хлеба обусловлено тем, что при замачивании зерна (основной стадии его подготовки) происходит активация ферментного комплекса зерна, которая способствует гидролизу большинства содержащихся в нем углеводов и белковых веществ. При этом, с одной стороны, улучшается усвояемость белков, увеличивается количество сахаров для сбраживания, а с другой – происходит ослабление структуры теста за счет расщепления крахмала и белковых веществ, что существенно ухудшает органолептическую оценку изделий, приготовленных из целого отволоженного зерна, а именно снижается формоустойчивость хлеба, изделия получаются с липким, заминающимся мякишем за счет образования значительного количества низкомолекулярных декстринов.

Повышение качества зернового хлеба возможно за счет применения технологических приемов и разработки соответствующих рецептур. Для повышения эластичности клейковины и, как следствие, повышения газодерживающей способности теста, получения зернового хлеба с хорошим объемом без трещин и

подрывов, ровной поверхностью с глянцевым блеском рекомендуется в рецептуру зернового теста вводить до 3 % жира. Укреплению клейковины, а также улучшению газо- и формоудерживающей способности теста из диспергированного зерна и увеличению объема готовых изделий способствует внесение аскорбиновой кислоты [1].

Для улучшения или придания специфического вкуса зерновому хлебу предлагается вводить различные рецептурные компоненты – смесь различных зерновых, бобовых, маслянистых культур, овощных добавок, специй, а также производить замачивание зерна в яблочном соке [6, 7]. Использование этих ингредиентов в технологии зернового хлеба расширяет ассортимент, вкусовую палитру и повышает привлекательность изделий из целого зерна.

Применение заквасок и молочной сыворотки при замесе зернового теста позволяет повысить кислотность, улучшить водоудерживающую способность теста при брожении, а также способствует более интенсивному накоплению органических кислот, которые придают изделиям специфический вкус и аромат [4].

Одним из технологических приемов повышения качества зернового хлеба является влаготепловая обработка (ВТО) замоченного зерна, под действием которой происходит существенное изменение его химического состава и технологических свойств.

Целью работы было исследование влияния массовой доли влаготермически обработанного при различных параметрах зерна на качество готовых изделий.

Предварительными исследованиями было установлено, что внесение ВТО зерна способствует интенсификации кислотонакопления, повышению газобразующей способности зернового теста и увеличению объема тестовых заготовок. Такая закономерность обусловлена тем, что ВТО зерна приводит к частичной клейстеризации крахмала, денатурации белка, делая их более доступными для действия амилитических и протеолитических ферментов и дрожжевых клеток и, как следствие, активации процесса брожения. Повышается формоудерживающая способность теста за счет уменьшения доли активных ферментов и снижается их отрицательное влияние на структурно-механические свойства теста, в частности, его разжижение во время созревания [9].

Промытое зерно пшеницы замачивали в течение 12 ч. После набухания часть зерна подвергали различной по продолжительности влаготепловой обработке при температуре 100 °С [11]. В рецептуру зернового хлеба вносили 25, 50 и 75 % диспергированного зерна, которое предварительно подвергалось влаготепловой обработке. В качестве контроля использовали хлеб, приготовленный из отволоженного диспергированного зерна (ДЗ), которое не подвергалось влаготепловой обработке (образец 1).

Условия подготовки сырья для зернового хлеба

Параметры ВТО	Образцы зернового хлеба									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Соотношение ДЗ: ВТОЗ	100:0	25:75	50:50	75:25	25:75	50:50	75:25	25:75	50:50	75:25
Продолжительность, мин	0	3			6			9		

Таблица 1

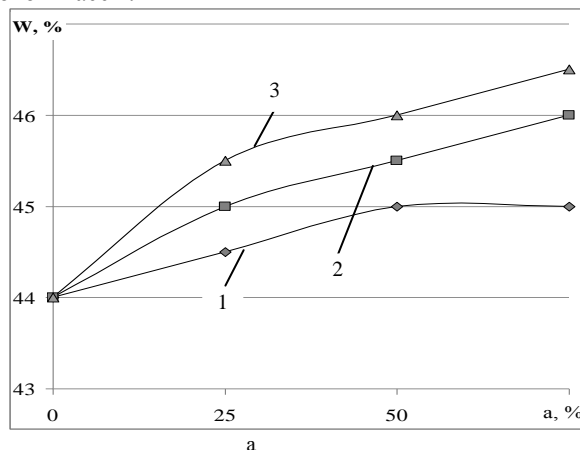
лорода, часть из которых в процессе тепловой обработки тестовых заготовок на стадии выпечки улетучиваются.

Одним из основных показателей качества хлеба, характеризующих не только его

Для изучения влияния массовой доли предварительно обработанного при различных параметрах ВТО зерна (ВТОЗ) на физико-химические и органолептические характеристики исследовали следующие образцы зернового хлеба (табл. 1).

Одним из основных показателей качества хлеба, который контролируется требованиями стандартам, является его влажность.

Анализ полученных данных изменения влажности образцов зернового хлеба свидетельствует о повышении влажности изделий с увеличением массовой доли ВТО зерна в рецептуре теста (рис. 1 а), что было обусловлено необходимостью повышать влажность теста при внесении ВТО зерна для получения необходимой его консистенции (550 ед. фаринографа Брбендера), так как увеличение массовой доли ВТО зерна в тесте сопровождается повышением водопоглотительной способности зерновой массы.



объем, но и его усвояемость, является пористость [10].

Анализ полученных данных по показателям пористости (рис. 2 а) показал, что увеличение массовой доли ВТО зерна в рецептуре зернового теста до 50 % способствует получению изделий с более развитой пористостью. Это объясняется тем, что клейстеризованные зерна крахмала после ВТО зерна становятся более доступными для действия амилалитических ферментов необработанной части зерновой массы. Вследствие этого повышается интенсивность их гидролитического расщепления и образования мальтозы – основного сахара, который обеспечивает процесс спиртового брожения на последующих стадиях технологического процесса. В конечном счете, это приводит к интенсификации газообразования, более полному разрыхлению тестовых заготовок и, как следствие, повышению пористости и улучшению структу-

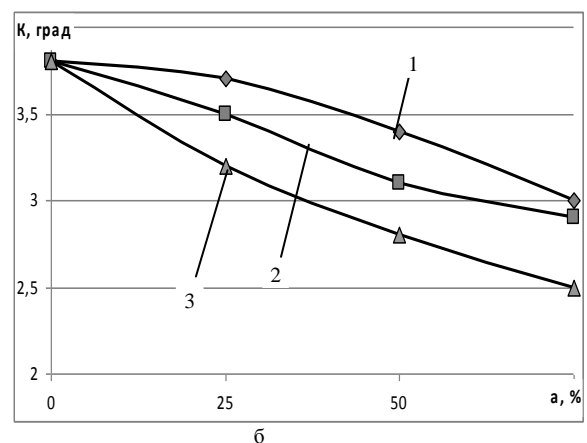


Рис. 1. Изменение влажности (а) и кислотности (б) зернового хлеба с внесением ВТОЗ при длительности тепловой обработки: 1 – 3 мин, 2 – 6 мин, 3 – 9 мин

Кислотность хлеба характеризует его вкусовые качества и зависит от хода технологического процесса приготовления теста.

Результаты исследований влияния массовой доли ВТОЗ на кислотность хлеба (рис. 1 б) показали, что с увеличением массовой доли ВТО зерна в рецептуре теста и продолжительности его тепловой обработки происходит снижение кислотности хлеба.

Титруемая кислотность теста зависит от степени ферментативного распада фитина и образования вследствие этого фосфорной кислоты и фосфатов, сбраживания углеводов микроорганизмами, при котором накапливается органические кислоты, расщепления жира под действием фермента липазы с образованием свободных жирных кислот [3]. Вероятно, снижения кислотности готовых изделий по сравнению с контролем связано с тем, что при внесении ВТО зерна во время созревания теста происходит более интенсивное накапливание летучих кислот и диоксида уг-

ры мякиша [9].

Максимальная пористость наблюдается у хлеба, в состав рецептуры которого входило 50% влаготермически обработанного в течение 6 мин зерна. Это объясняется тем, что в данном образце находится наиболее рациональное соотношение количества активных ферментов и клейстеризованного крахмала, обеспечивающее нормальное протекание спиртового брожения и наибольшее разрыхление тестовой заготовки. Кроме того, такое тесто характеризуется более стабильными структурно-механическими свойствами, так как крахмал даже на первой стадии клейстеризации способен играть роль структурообразователя и фиксировать структуру мякиша хлеба, способствуя тем самым сохранению выпеченным хлебом объема, формы и структуры.

Максимальная пористость наблюдается у хлеба, в состав рецептуры которого входило 50% влаготермически обработанного в течение 6 мин. зерна.

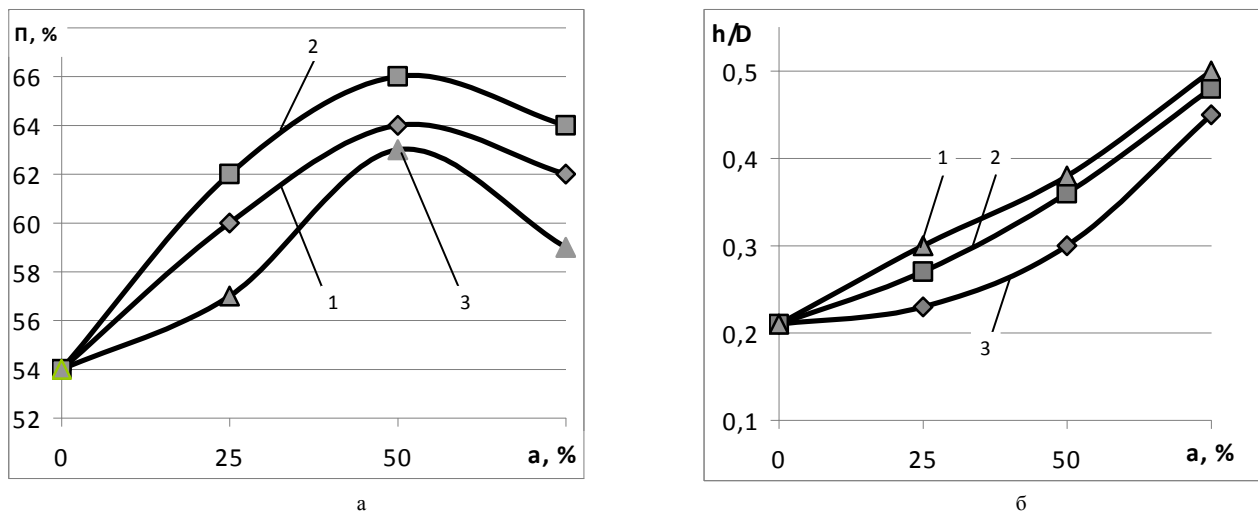


Рис. 2. Изменение пористости (а) и формоустойчивости (б) зернового хлеба с внесением ВТОЗ при длительности тепловой обработки: 1 – 3 мин, 2 – 6 мин, 3 – 9 мин

Это объясняется тем, что в данном образце находится наиболее рациональное соотношение количества активных ферментов и клейстеризованного крахмала, обеспечивающее нормальное протекание спиртового брожения и наибольшее разрыхление тестовой заготовки. Кроме того, такое тесто характеризуется более стабильными структурно-механическими свойствами, так как крахмал даже на первой стадии клейстеризации способен играть роль структурообразователя и фиксировать структуру мякиша хлеба, способствуя тем самым сохранению выпеченным хлебом объема, формы и структуры.

Дальнейшее увеличение массовой доли ВТО зерна в хлебе приводит к ухудшению пористости, что связано с уменьшением количества активных амилаз в результате снижения массовой доли необработанного зерна в тесте, и, как следствие, снижения газообразующей способности. Увеличение количества денатурированного белка снижает газодерживающую способность тестовых заготовок, что облегчает удаление углекислого газа при выпечке. Изделия, в состав рецептур которых входило 75 % ВТО зерна, характеризовались липким, заминающимся и не пропеченным мякишем. Это обусловлено тем, что при ВТО зерна в тестовой заготовке наряду с инактивацией ее амилаз происходит гидролиз крахмала, что приводит к накоплению значительного количества низкомолекулярных декстринов, придающих его мякишу липкость и сыроватость на ощупь.

В результате исследований было выявлено, что увеличение продолжительности обработки и массовой доли ВТО зерна в рецептуре зернового теста положительно влияло на формоудерживающую способность тестовых заготовок (рис. 2 б). Это обусловлено частичной инактивацией протеолитических и амилолитических ферментов зерна, которая снижает гидролиз биополимер Цвет корки имеет большое значение в оценке качества хлеба, а также является характерным признаком его готовности. Увеличение массовой доли ВТОЗ в рецептуре теста приводило к более интенсивному окрашиванию корки и мякиша хлеба. Как известно, одной из причин придания корке золотисто-коричневой окраски является карамелизация сахаров и продуктов гидролиза крахмала в результате обезво-

живания корки под действием высокой температуры и образованием меланоидинов. ов зерновой массы и приводит к торможению разжижения теста во время созревания.

На рис. 3 (а, б, в) представлены профилограммы органолептических показателей качества зернового хлеба с содержанием 25, 50 и 75 % ВТО зерна пшеницы после тепловой обработки в течение 3, 6 и 9 мин.

Органолептические характеристики полученных образцов хлеба оценивали по правильности формы, интенсивности окрашивания и виду корки, ощущению вкуса, аромата и текстуры готовых изделий.

Состояние поверхности готовых изделий, наряду с формой, определяет эстетичный вид выпеченного хлеба. Известно, что определяющим фактором в образовании гладкой, плотной и блестящей корки является клейстеризация крахмала, растворение образовавшихся вследствие термического гидролиза крахмала декстринов в результате конденсации водяных паров на поверхности куска теста. Жидкий слой клейстеризованного крахмала заполняет поры и сглаживает неровности на поверхности тестовой заготовки при выпечке.

Выпеченные образцы хлеба с внесением ВТО зерна более 50 % характеризовались неровной поверхностью с мелкими трещинами. Вероятно, это объясняется тем, что при увеличении массовой доли ВТОЗ в тесте содержится большее количество денатурированного белка, не способного создавать неразрывную белковую сетку. При увеличении объема тестовой заготовки происходит разрыв белковой матрицы, что приводит к образованию на поверхности неровностей, которые не способен заполнить клейстеризованный крахмал.

Цвет корки имеет большое значение в оценке качества хлеба, а также является характерным признаком его готовности. Увеличение массовой доли ВТОЗ в рецептуре теста приводит к более интенсивному окрашиванию корки и мякиша хлеба. Как известно, одной из причин придания корке золотисто-коричневой окраски является карамелизация сахаров и продуктов гидролиза крахмала в результате обезво-

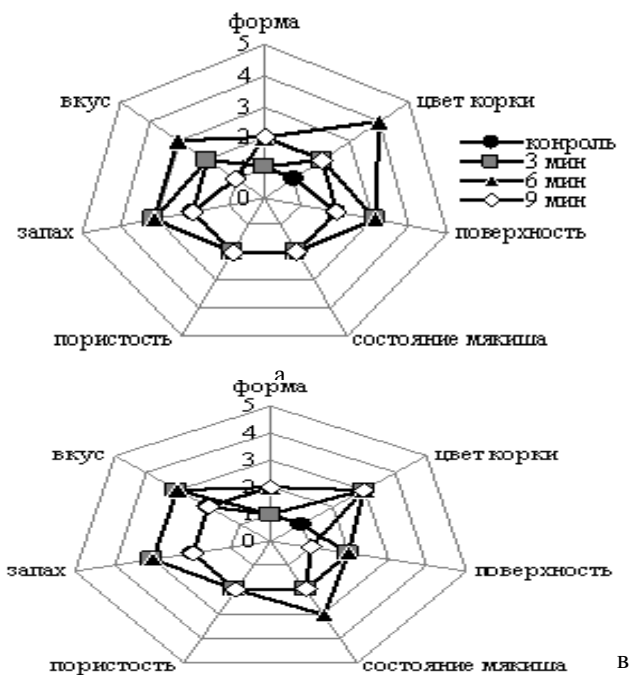


Рис. 3. Профилограммы органолептических показателей зернового хлеба при внесении 25 (а), 50(б), 75 % (в) ВТОЗ

С повышением доли обработанного теплом зерна в рецептуре теста повышается содержание сахаров и продуктов гидролиза белков, которые дополнительно образуются в результате тепловой деструкции крахмала и белковых веществ во время влаготепловой обработки зерна. Таким образом, клейстеризованные крахмальные зерна и частично денатурированные белки подвергаются более быстрому разрушению при выпечке, что способствует получению изделий с более интенсивным цветом корки.

От количества альдегидов, образующихся при выпечке в корке хлеба в процессе меланоидинообразования, зависит не только интенсивность окрашивания окраски корки, но также вкус и аромат готовых изделий, являющихся определяющими в органолептической оценке готовых изделий.

В образцах, в рецептуру которых входило зерно, подвергнутое ВТО, наблюдался более ярко выраженный вкус и аромат. Это, вероятно, связано с тем, что полученные в результате ВТО зерна низкомолекулярные декстрины, простые сахара, аминокислоты интенсифицируют взаимосвязанный процесс спиртового и молочно-кислого брожения и, несмотря на инактивацию ферментов и кислотообразующих бактерий зернового теста, суммарное количество активных ферментов достаточно высокое для обеспечения более интенсивного молочно-кислого брожения по сравнению с контролем, что способствует накоплению в тесте кислот и продуктов их взаимодействия с другими составными веществами теста в процессе его созревания, которые улучшают аромат и вкус готовых изделий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козубаева Л.А. Товароведная оценка зернового хлеба // Л.А. Козубаева, С.С. Кузьмина // Хранение и переработка зерна. – 2008. – №7. – С. 61-62.
2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 415 с.
3. Дробот В. И. Технология хлебопекарского производства. – К.: Логос, 2002. – 363 с.
4. Пшенишнюк Г.Ф. Технология хлеба на основе целого зерна пшеницы/ Г.Ф. Пшенишнюк, О.В. Макарова, А.С. Иванова// Харчова наука і технологія. – 2009. – № 1. – С. 75-79.
5. Тертычная Т.Н. Разработка нового способа производства зернового хлеба // Хранение и переработка зерна. – 2009. – № 3. – С. 53-56.
6. Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А. Инновационная технология хлеба из пророщенного зерна пшеницы.//Хранение и переработка зерна. – 2009. – № 3. – С. 51-53.

Анализ полученных данных показал, что наилучшим по физико-химическим и органолептическим показателям качества отличался хлеб, в состав которого входило 50 % зерна, которое подвергалось ВТО в течение 6 мин.

Использование влаготермически обработанного диспергированного зерна пшеницы способствовало получению зернового хлеба с меньшей «волоконистостью» и более нежной текстурой. Это, вероятнее всего, связано с тем, что при замачивании и влаготепловой обработке происходит снижение прочности зерна и улучшение условий его измельчения.

В результате отволаживания в зерне активизируются биохимические процессы, а влаготепловая обработка приводит к клейстеризации крахмальных зерен и трансформации пищевых волокон зерна, которые придают необходимую для процесса измельчения зерна пластичность на стадии получения однородной массы, улучшению консистенции зернового теста, структурно-механических свойств мякиша, обеспечивает хорошую разжевываемость готовых изделий.

Выводы:

1. Показана целесообразность влаготепловой обработки части пшеницы при производстве зернового хлеба, что позволяет совершенствовать технологию его приготовления, улучшить органолептические и физико-химические показатели его качества.

2. Показано, что наиболее рациональным является внесение в рецептуру хлеба до 50 % зерна пшеницы, обработанного при 100 °С в течение 6 мин.

Поступила 02.2011

7. Пат. 2344611 Россия, МПК51 А21 D 13/02. Способ производства зернового хлеба: Орел. ГТУ, Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Гончаров Ю.В., Бобров А.В. № 2007126494/13; Заявл. 11.07.2007; Опубл. 27.01.2009 Бюл. № 3.
8. Пшенишнюк Г.Ф./ Використання непродовольчого зерна пшениці в технології зернового хліба/ Пшенишнюк Г.Ф., Макарова О.В., Іванова Г.С., Костюченко І.В. // Наукові праці. – 2009. – № 36. С. 198-202.
9. Пшенишнюк Г.Ф./ Вплив вологотеплової обробки зерна на хід технологічного процесу при виробництві зернового хліба/ Пшенишнюк Г.Ф., Макарова О.В., Іванова Г.С., Ширалієва А.М.// Наукові праці. – 2010. – № 38. С. 243-247.
10. Дробот В.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.
11. Пат. 54421 Україна, МПК А21D 8/02.Спосіб виробництва зернового хліба: ОНАХТ, Пшенишнюк Г.Ф., Макарова О.В., Іванова Г.С., Ширалієва А.М. – №u201004840; Заява 22.04.2010; Опубл. 10.11.2010 Бюл. 21.
- УДК 664.66:633/63

**ІЛЬДІРОВА С.К., канд. техн. наук, доцент, ПОПОВА С.Ю., аспірант**

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН СТРУКТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ ДРІЖДЖОВОГО ТІСТА ПІД ЧАС ЙОГО ЗАМОРОЖУВАННЯ ТА ХОЛОДИЛЬНОГО ЗБЕРІГАННЯ**

У роботі розглянуто питання щодо удосконалення технології дріжджового напівфабрикату, виготовленого із заморожених тістових заготовок. Досліджено вплив низькотемпературної обробки на структурні компоненти тіста, що піддається заморожуванню.

**Ключові слова:** дріжджове тісто, крохмалевмісна сировина, зерна крохмалю, дріжджове середовище, попередня активація, заморожування.

A question is in-process considered, in relation to the improvement of technology of zymic intermediate product made from the frozen dough purveyances. Investigational influence of low temperature treatment on the structural components of dough which is added to freezing.

**Keywords:** zymic dough, krokhmalevmi-sna raw material, grains of starch, zymic seredovi-sche, previous activating, freezing.

Свіжість – одна з найголовніших характеристик якості хлібобулочних виробів. Отже, метою технологічного процесу є забезпечення не тільки високої якості хлібобулочних виробів, але і його здатності зберігати властивості свіжого хліба триваліший час.

До основних методів, здатних зберігати свіжість хліба, відносять: застосування сировини і засобів приготування тіста, спроможних покращувати якість хліба, регулювання якості шляхом застосування поліпшувачів, застосування оптимального режиму випікання та зберігання [1].

Для зберігання споживчої свіжості хліба можливе застосування методів, які знижують його усихання – це нові види упаковки, зберігання в закритих кондиційних камерах. Але одним з найефективніших засобів подовження часу зберігання хлібобулочних виробів є їх заморожування.

Технологія швидкозамороженого напівфабрикату виникла ще у 80-х роках. На сьогодні вона отримала широке розповсюдження та використовується у приготуванні листкового тіста, дріжджового тіста, здоби тощо.

Технологія швидкозамороженого напівфабрикату ідеально підходить для підприємств, які постачають напівфабрикати пунктам кінцевої випічки, мініпекарням, супермаркетам та магазинам для продажу кінцевому споживачу.

Заморожування тіста супроводжується змінами стану його біополімерів, впливає на перебіг біохімічних і колоїдних процесів, що позначається на якості виробів [2]. Тому впровадження низькотемпературної обробки потребує високоякісної сировини, використання певних добавок і високоефективного обладнання.

Відомо, що для адаптації до борошняного середовища з метою перебудови енергетичного обміну

дріжджів з процесу дихання на процес бродіння та посилення синтезу бродильних ферментів у технологічний процес рекомендовано вводити додаткову операцію – попередню активацію дріжджів, що передбачає витримування дріжджів у різноманітних поживних середовищах та вплив на клітину фізичних факторів перед додаванням у тісто. Операція попередньої активації дріжджового середовища активізує життєдіяльність бродильної мікрофлори тіста, що сприяє інтенсифікації процесу бродіння та дозрівання тіста.

За поживне середовище для дріжджів нами було обрано вторинні продукти переробки картопляної сировини, що підлягали замороженню. Попереднє заморожування крохмалевмісної сировини проводили з метою максимального накопичення редуруючих цукрів, які в свою чергу позитивно впливають на життєдіяльність бродильної мікрофлори дріжджів.

У попередніх роботах нами було доведено доцільність використання у рецептурі дріжджових напівфабрикатів замороженої крохмалевмісної сировини. При чому крохмалевмісна добавка вводиться у рецептуру за рахунок виведення з останньої цукру. Заморожену крохмалевмісну сировину у вигляді замороженого картопляного пюре додавали до дріжджів як поживне середовище. Це сприяло інтенсифікації процесу бродіння та дозволило значно скоротити час попереднього розстоювання. Це відбувається за рахунок достатнього вмісту редууючих цукрів у системі, які сприяють інтенсифікації процесу бродіння.

При низькотемпературному зберіганні напівфабрикатів відбуваються різноманітні зміни, які потребують більш детального вивчення. У попередніх роботах нами було розглянуто питання щодо визначення впливу дії низькотемпературної обробки на дріжджі окремо, дріжджові суспензії у поєднанні з цукром та замороженою крохмалевмісною сировиною.

Метою досліджень, присвячених даній роботі, є вивчення дії низькотемпературної обробки на вуглеводно-амілазний комплекс дріжджового тіста та дослідження впливу заморожування на накопичення та зброджування цукрів тіста.

Відомо, що основними компонентами пшеничного тіста є білкові речовини і крохмаль.

Білкові речовини утворюють в тісті клейковинний каркас, що надає тісту пружності та еластичності.

Крохмаль поряд з пентозанами і клейковиною надає тісту в'язко-пластичних властивостей, під дією