

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Розроблення рецептури і приготування рідкої опари

з використанням соку червоного буряка

Виконав: студент 6 курсу, групи МХмз-61

Напряму підготовки (спеціальності)

181 “Харчові технології”

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Сташевський С.В.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Стадник І.Я.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Лісовська Т.О.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Ворощук В. Я.

(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2021

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ проф. Покотило О.О.

(підпис) (прізвище та ініціали)

« » 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 Харчові технології
(назва спеціальності)

здобувачу вищої освіти Сташевський С.В.
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема «Розроблення рецептури і приготування рідкої опари з використанням роботи соку червоного буряка»

Керівник роботи Стадник Ігор Ярославович, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від 29 вересня 2021 року № 4/7-804

2. Термін подання здобувачем завершеної роботи грудень 2021

3. Вихідні дані до роботи Спеціальна, періодична література та нормативна документація з питань досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Провести літературний та патентний пошук, скласти схему досліджень, опрацювати методи та методики досліджень, обґрунтувати вибір сировини, дослідити вплив досліджуваної сировини на показники якості готової продукції. Обґрунтувати економічну ефективність запроваджених рішень

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Таблиці, графіки, схеми, діаграми

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці</i>	к.т.н. доц. Окіпний І.Б.		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	ст. викладач Клепчак В.М.		
<i>Нормоконтроль</i>			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи</i>	27.09.21 р. – 10.09.21 р.	
2	<i>Складання схеми досліджень, опрацювання методики досліджень</i>	11.10.21 р. – 13.10.21 р.	
3	<i>Виконання експериментальних досліджень</i>	14.10.21 р. – 24.10.21 р.	
4	<i>Опрацювання результатів досліджень</i>	25.10.21 р. – 31.10.21 р.	
5	<i>Проведення технологічних розрахунків</i>	1.11.21 р. – 8.11.21 р.	
6	<i>Оформлення графічної частини</i>	9.11.21 р. – 20.11.21 р.	
7	<i>Збір інформації до виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»</i>	22.11.21 р. – 27.11.21 р.	
8	<i>Закінчення написання розділів та оформлення роботи</i>	29.11.21 р. – 6.12.21 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	ВСТУП	10
1	Технологічна частина	15
1.1	Обґрунтування вибору технологічної схеми	16
1.2	Технологічні розрахунки	16
1.3	Розрахунок продуктивності печей	17
1.4	Розрахунок пофазних рецептур	18
1.5	Розрахунок виходу виробів	20
1.6	Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів	21
1.7	Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання	22
1.8	Розрахунок і вибір технологічного обладнання	24
2	Науково-дослідна частина	27
2.1	Аспекти технології та деяке обладнання змішування водно-борошняних сумішей	27
2.2	Характеристика та склад борошна, як основної сировини	27
2.3	Узагальнена характеристика способів змішування тіста	29
2.3.1	Приготування тіста опарним способом	31
2.4	Фізичні взаємодії води та борошна при їх змішуванні	33
2.5	Основи процесу змішування	37
2.5.1	Стан та принцип дії обладнання для змішування опари Висновки та завдання досліджень	38
3	Мета, об'єкт, предмет та метод дослідження	42
3.1	Задачі дослідження	42
3.2	Організація проведення досліджень	43
3.3	Предмети і матеріали дослідження	44
3.3.1	Опис експериментальної установки	51
4.1	Дослідження впливу соку червоного буряка на біохімічні процеси в опарі	53

4.2	Визначення коефіцієнта неоднорідності	54
4.3	Статистична обробка даних	56
4.4	Реологічні властивості системи	60
5	Оцінка економічної ефективності реалізації нової технології	65
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	69
6.1	6.1. Аналіз виробничого травматизму	69
6.2	Заходи щодо техніки безпеки і промислової санітарії	70
6.3	Аналіз основних шкідливих і небезпечних факторів	72
6.4	Освітлення	75
6.5	Пропозиції по покращенню умов праці. Висновки	76
6.6	Безпека в надзвичайних ситуаціях	77
	Висновки	81
	Список використаних літературних джерел	82
	Додатки	85

АНОТАЦІЯ

Сташевський С.В. «Розроблення рецептури і приготування рідкої опари з використанням соку червоного буряка» – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Робота за спеціальністю 181 Харчові технології. – Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Тернопіль, 2021.

Роботу присвячено розробці та обґрунтуванню технології приготування рідких систем (опари), виготовленої із частковим зменшенням води за рахунок використання соку червоного буряка.

Проведено аналітичний огляд інформаційних джерел вітчизняних та іноземних авторів стосовно досвіду й перспектив удосконалення технології хліба, проаналізовано принципи структуроутворення опари, розглянуто перспективи використання червоного буряка у технології хлібопекарської промисловості. Відповідно аналітичних досліджень встановлено, що рідка опара при структуроутворенні залежить від багатьох параметрів процесу та сировини, що зумовлює вибір цих характеристик для проведення експериментів.

Дослідження показали, що до складу червоного буряка входить близько 22% вітамінів. Вони представлені вітамінами А, С, Е. Групою вітамінів С і натрієм і калієм та марганцем й залізом.

За результатами структурно – механічних характеристик рекомендовано використання соку червоного буряка технології приготування опари. На стадії змішування компонентів доцільно використовувати сік червоного буряка в загальному відсотковому відношенні до маси води 10%. При цьому рекомендовано спочатку змішувати його з водою, а потім з вологовмісною сировиною. Такий спосіб внесення дозволяє максимально використовувати властивості добавки соку.

Використання соку червоного буряка:

- має зміцнювальний ефект структури опари;
- сприяє покращенню бродінню під час процесу;
- не впливає на зміну інтенсифікації процесу;
- підвищення густини та в'язкості опари.

Визначено оптимальне співвідношення рецептурних компонентів опари на різних розроблених рецептурах та подано технологічну схему приготування опари та тіста.

ВСТУП

Історичний зв'язок виробів із пшениці і людства є нерозривним і життєво необхідним. За останні 30-40 років відбулися корінні зміни та істотно змінилися в бік значного збільшення використання продукції на основі добавок. Створенню науково-практичних засад виробництва хліба на рідких опарах харчових продуктів присвячені праці вітчизняних та зарубіжних вчених: В.І. Дробот, А.М. Дорохович, О.М. Шаніної, Е. Gallagher, Е.К. Arendt, J.L. Casper, W.A. Atwell, Е.Н. Hoffenberg, J. Haas, М.М. Mor та ін. Особливу увагу приділяють хлібопекарській продукції, яка є найбільш повсякденно вживаною і виступає головним джерелом, бо включає пшеничне борошно як основний сировинний ресурс.

Традиційні хлібобулочні вироби постійно удосконалюють не тільки технологічно але і рецептурно. Розширити асортимент продуктів харчування можна лише виготовленням продукції із різними добавками, методами приготування на рідкій або густій фазі. Розробленню і впровадженню виробів на рідкій основі багато уваги приділяють закордонні науковці.

В Україні дослідження щодо технології хліба на рідкій фазі із використанням соку червоного буряка не проводилися. До рецептури виробів включають сировину, безглютенові види борошна, молочні та ячні продукти, продукти переробки сої. Поряд з готовою продукцією, в Україну постачаються суміші для домашнього приготування хлібобулочних, кондитерських і макаронних виробів.

Таким чином, актуальним і своєчасним завданням є розробка рецептури й технології хліба на рідкій опарі з використанням соку для забезпечення якості й насиченням його вітамінним складом. Проте, залишаються актуальними технологічні питання виробництва хліба: необхідність суттєвого поліпшення структури виробів; виявлення механізмів впливу на їх суміші.

Актуальність теми. Однією із обов'язкових операцій для багатьох технологічних процесів є змішування сировинних компонентів. Здебільшого, технологічну схему для цієї операції обирають виходячи з особливостей виробництва, заданої продуктивності, характеристик сировини, показників якості готової суміші та економічних можливостей підприємства.

Технологічні схеми для приготування рідких водно-борошняних напівфабрикатів вітчизняного виробництва досить різноманітні й консервативні. Малоефективність схем полягає у не вирішені вимоги, що ставить споживач сьогодні. До них можливо сьогодні віднести у більшості випадків відсутнє регулювання режиму бродіння, зупинки процесу

накопичення кислотності та при змішуванні компонентів, підвищений нагрів опари й достатньо мала аерація.

Українські хлібопекарські підприємства за умов конкуренції та у зв'язку з достатньо високими цінами на сировину, енергоносії потребують модернізації технологічного виробництва з залученням власної регіональної сировини. Дана сировина повинна частково осунути й покращити технологію та якість напівфабрикату.

Сьогодні є досить велика кількість наукових досліджень у цій області знань. Вони відкривають шляхи та напрямки для можливого задоволення ринку при розробці нових методів та засобів утворення опари на нових рецептурах з необхідними параметрами.

Зважаючи на відсутність розрахунків й універсальних моделей факторного рецептурного впливу на приготування рідинних гетерогенних систем, появляється необхідність у проведенні експериментальних та теоретичних дослідженнях по розробці рецептури на основі червоного буряка. Дослідження однозначно спрямовані на створення методів технологічного приготування й розрахунків опари.

На основі викладеного тема є актуальною при дослідженні процесу приготування опари із використанням соку червоного буряка та обґрунтування технологічних рішень розробки нової рецептури.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до пріоритетного напрямку кафедри харчових технологій ТНТУ ім. Івана Пулюя, на 2020...2022 р.: “Розробка основ проектних рішень в харчових виробництвах з метою створення високоефективних технологій”. Виконана робота відповідає Закону України від 12 жовтня 2010 р. № 2623-14 “Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки”.

Метою роботи є визначення впливу соку червоного буряка на структурно-механічні властивості рідкої опари

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

Відповідно до поставленої мети сформульовані такі задачі досліджень:

- проаналізувати теоретичні засади і особливості процесу змішування опари;
- довести доцільність використання соку червоного буряка для змішування опари;
- визначити структурно-механічні властивості напівфабрикату;
- визначити раціональну концентрацію та обґрунтувати технологію використання опари;
- провести розрахунок комплексного показника якості тістового напівфабрикату.
- побудувати теоретичну модель, що описує зміну реологічних параметрів процесу змішування;

- розробити технологічну схему уиробництва хліба на рідкій опарі, що дозволить проводити ефективно змішування компонентів.

Об'єктом досліджень є технологічний процес, що відбуваються під час змішування рідинних трьохфазних систем із використанням соку буряка.

Предметом досліджень є рецептура і параметри процесу структуроутворення при приготуванні водно-борошняних сумішей, як основи для харчових виробництв.

Методи дослідження. Дослідження в роботі виконані на основі теоретичних та експериментальних досліджень. Фізичний експеримент проводили по розробленій рецептурі та технології на розробленій лабораторній установці. Реологічні дослідження – методами ротаційної віскозиметрії.

Математичне опрацювання експериментальних даних та розрахунки виконувались із застосуванням сучасних інтегрованих систем MathCAD, SolidWorks, ToupView, OriginPro.

Властивості сировина та компонентів й готової опари визначалося за стандартними розробленими методиками, які використовуються у хлібопекарській промисловості.

Наукова новизна одержаних результатів:

- обґрунтовано та запропоновано нову розроблену рецептуру принтування опари із використанням соку червоного буряка;

- запропонована аналітична залежність визначення відсоткового внесення соку червоного буряка;

- встановлені закономірності відсоткового розподілу соку червоного буряка на змішування з врахуванням зміни структурно-механічних характеристик опари.

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність даної роботи полягає в розробці рецептури і технології та надання рекомендацій хлібопекарській промисловості:

- запропоновано склад і етапи приготування опари, що активізує процес змішування компонентів суміші;

- визначені оптимальні добавки соку червоного буряка, що мінімізують і створюються прогнозовані та контрольовані умови при бродінні. Такими параметрами є 10% соку, діапазон бродіння становить 35-50хв;

- запропоновано метод визначення відсоткового введення добавки до рецептури опари на основі газоутворюючої здатності борошна.

Результати досліджень реалізовані на приватному малому підприємстві “Коровай” та впроваджені у навчальний процес ТНТУ ім. Івана Пулюя.

Особистий внесок здобувача полягає у обґрунтуванні теоретичних положень, методики розроблення рецептури, проведення фізичних експериментів при змішування рідкої опари розробленої у співавторстві з керівником д.т.н., проф. Стадник І.Я.

Автором особисто: запропонована ідея, розроблено реуептуру; побудована статистично-математична модель; обґрунтовано експерименти; оброблено та узагальнено результати фізичних досліджень, розроблено рекомендації щодо технології приготування опари.

Апробація результатів досліджень. Матеріали роботи доповідались і обговорювались на міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів (м. Тернопіль).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 1 теза доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, п'ятьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 26 найменувань та додатків. Основний зміст роботи викладено на 62 сторінках. Робота ілюстрована рисунком та 6 таблицями, містить 1 додаток.

1. Технологічна частина

Тісто на рідкій опарі для хліба анаудського готуємо порційним способом. Порційний спосіб змішування опари готуємо з вологістю 65 – 70 %. Початкова температура для бродіння нашої опари повинна складати 28 ± 2^0 С. Температура є оптимальною длядродіння і розмноження дріжджових клітин. Від якості борошна залежить температура та може коливатись від 25 до 32 С. Тривалість бродіння опари передбачено 35-40 хв. Це усе залежить 2 сорту і якості, кількості дріжджів й температури. Наша опара дозріває досить швидко, внаслідок більшого вмісту поживних речовин бродильної мікрофлори. Кінець бродіння – це збільшення об'єму в 1,5 – 2 рази. Початок утворення воронки є ознакою її готовності. Її готовність визначаємо за титрованою кислотністю, збільшеним об'ємом, пружністю. Кислотність дозрілої опари пшеничного борошна 2 сорту є 2-3,5 град.

Відповідно до завдання, готуємо традиційну опару із вологістю 65% і 75 % усієї води. У разі періодичного приготування опару і тіста можна замішувати у тістомісильних машинах типу Діосна 6–7 хв. Дозрівання проводити в агрегаті для бродіння або можуть діжі різного об'єму. Тривалість дозрівання 3 – 4,5 год. Тривалість замішування тіста у діжах при періодичному способі 7-10 хв.

Опарний спосіб приготування тіста гнучкий, не потребує великих затрат дріжджів (лише 0,5 – 1,5 %). У разі його застосування є можливість впливати на якість тіста регулюванням вмісту борошна в опарі, її вологості, температури, терміну дозрівання. Цей спосіб особливо ефективний при переробленні борошна з підвищеною автолітичною активністю, коли необхідно підвищити кислотність для зниження активності ферментів. Проте опарний спосіб трудомісткий, потребує додаткової площі і обладнання для приготування опари, має досить високі затрати сухих речовин на бродіння – 2,5 – 3,5 %. За цим способом виробляють масові сорти хліба.

1.1. Обґрунтування вибору технологічної схеми

Згідно з завданням тісто для хліба готуємо опарним способом. В іжу дозується дріжджове молоко, вода (з дозатора для рідких компонентів), частина борошна (з автоборошноміру) і замішується опара в тістомісильній машині. Опара бродить. Після цього до опари з дозатора для рідких компонентів вноситься додаткова сировина (сольовий, цукровий розчини, маргарин) і інша частина борошна. Тісто замішується в тістомісильній машині. Після цього воно бродить, готове тісто подається на інші стадії технологічного процесу.

Порційний спосіб приготування тіста поширений у хлібопекарській промисловості. Він вигідний тим, що за зміну можна виробити кілька видів хлібобулочних виробів, дозволяє оперативно припиняти і поновлювати роботу. Проте замішування тіста відбувається в машині -інтенсивного замішування, що призводить до підвищення температури тіста на 5-7 °С. Що може негативно впливати на структуру тіста і в подальшому готових виробів.

1.2. Технологічні розрахунки

Згідно завдання, тісто і опару готуємо на обладнанні періодичної дії. Тому пофазну рецептуру будемо перераховувати витрату сировини та напівфабрикат на одне змішування. Розраховуємо коефіцієнт перерахунку, де перемножуємо дані пофазної рецептури, згідно 100 кг борошна 2 сорту. Коефіцієнт перерахунку визначаємо формулою:

$$K_{діж} = \frac{G_{бор}^{діж}}{100},$$

де $G_{бор}^{діж}$ – маса борошна, що завантажується у робочу камеру на опару (о) і на тісто(т),кг.

$$G_{бор(о)}^{діж} = \frac{g_{бор(о)} \cdot V_{діж}}{100} = \frac{25 \cdot 330}{100} = 82.5 \text{ кг}$$

$$G_{бор(т)}^{діж} = \frac{g_{бор(т)} \cdot V_{діж}}{100} = \frac{35 \cdot 330}{100} = 115.5 \text{ кг}$$

де $g_{бор}$ – маса борошна, кг;

$V_{діж}$ – об'єм робочої камери, $дм^3$

Відповідно для одного замісу коеф.К буде:

$$K_{діж(о)} = \frac{82,5}{100} = 0,83$$

$$K_{діж(т)} = \frac{115,5}{100} = 1,16$$

Таблиця 1.1. Виробнича рецептура приготування тіста на рідкій опарі

Сировина і напівфабрикати	Опара, кг	Тісто, кг
Борошно пшеничне II / с	53,95	39,44
Дріжджі	1,8	
Розчин солі		7,25
Вода	31,8	10,51
разом	87,6	189,51

1.3. Розрахунок продуктивності печі

Марка печі		Г4-РПА-20
Час роботи печі, год	T	12
Тривалість випікання, хв	T _{вип}	50
Температура печі, °С	T _{печі}	215-225
Продуктивність печі, кг/год	P _{год}	964,8

$$P_{год} = \frac{n \cdot m \cdot 60}{t_{вип}}$$

1.4. Розрахунок рецептури за фазами технологічного процесу

Вихідними даними для розрахунку є фізико-хімічні показники ГОСТ 27844-88 на хліб. Нормована рецептура є на 100 кг борошна, спосіб приготування опари та тіста, вид розпушувача що використовують.

Таблиця 1.2. Маса сухих речовин у тісті

Назва сировини	Маса сировини, кг	Масова частка вологив сировині, %	Маса СР, кг
Борошно пшеничне I / с	100,0	14,6	85,4
Дріжджі пресовані	1,0	75,0	0,25
Сіль кухонна	1,5	-	1,5
Вода	4,5	17,0	3,74
Разом	109,0	-	92,87

У розрахунку рецептури, значення вологості опари і тіста приймемо залежно вологості хліба ($W_{хл}$) за стандартом. Для хліба – $W_T = W_{хл} + 0,5\% = 43 + 0,5 = 43,5\%$. Вологість опари і тіста буде від нашої технологічної схеми їх приготування. Розрахунок проводимо на 100 кг борошна. Витрати солі, вважаємо витрату розчинних СР солі хлористого натрію. Схема розрахунку слідує: визначаємо вихід тіста, загальну кількість води. Визначення проводимо борошна та води на опару і тіста. Вихід тіста визначаємо формулою:

$$G_m = \frac{\left(G_b \frac{100 - W_b}{100} + G_{dp} \frac{100 - W_{dp}}{100} + G_c \frac{100 - W_c}{100} + G_u \frac{100 - W_u}{100} + G_m + \frac{100 - W_m}{100} + G_{ol} + \frac{100 - W_{ol}}{100} \right)}{(100 - W_m)}$$

де G_m – маса тіста (вихід), кг;

W_b – вологість борошна, %;

W_c – вологість кухонної солі, %;

W_u – вологість цукру, %;

W_m – вологість маргарину, %;

W_{ol} – вологість олії, %;

W_m – вологість тіста ($W_{з.в.} + 0,5$), %.

$$W_m = 43 + 0,5 = 43,5 \%$$

Масова частинка вологи:

$$G_m = \frac{\sum G_{CP} \cdot 100}{(100 - W_m)} = \frac{92,8 \cdot 100}{(100 - 43,5)} = 164,37 \text{ кг}$$

загальна вода в тісті:

$$G_a^m = G_m - G_{cup} = 164,37 - 109,0 = 55,37 \text{ кг}$$

Розчин солі:

$$G_{p.c.} = \frac{G_c \cdot 100}{C_c} = \frac{1,5 \cdot 100}{24,0} = 6,25 \text{ кг}$$

де C_c – концентрація.

Вода для в розчину солі:

$$G_a^{p.c.} = G_{c.p.} - G_c = 6,25 - 1,5 = 4,75 \text{ кг}$$

1.5. Розрахунок виходу виробів

Всі передбачувальні вимоги до хліба зводимо у таблицях.

Таблиця 1.2. Органолептичні показники готового хліба

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд: форма: подових формових	Відповідає виду виробу. Відповідає формі, в якій проводили випічку, без бокових впливів. Дозволено форму у вигляді виробу або частину його, нарізного скибками
Поверхня	Відповідає виду виробу, без забруднення. Для упакованих виробів дозволена не значна зморшкуватість; для нарізних виробів – зі слідами розрізів
Колір	Від світло-жовтого до темно-коричневого, без підгорілості
Стан м'якушки	Пропечена, без слідів непромісу; у заварних сортів хліба — з незначною липкістю; у виробів з фруктами сушеними, горіхами, ядрами насіння, зерновими та круп'яними добавками тощо — дещо ущільнена
Смак	Властивий даному виду, без сторонніх присмаків
Запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього запаху

Таблиця 1.3. Фізико-хімічні показники готового хліба

Назва показника	Норма для виробів			
	із борошна житнього			із суміші борошна житнього та пшеничного
	Обойного	Обдирного	Сіяного	
Вологість м'якушки, %, не більше ніж	46,0-53,0	46,0-51,0	43,0 – 51,0	41,0-53,0
Кислотність м'якушки, град, не більше ніж	8,0-13,0	8,0-12,0	7,0-11,0	5,0-12,0
Пористість м'якушки,	44,0	44,0	50,0	46,0

1.6. Розрахунок виробничої опари і вибір технологічних параметрів

Розрахунок борошна, води та дріжджів, що необхідні для риготування опари. Опара задається кількістю G_o у співвідношенні відносно борошна в тісті та вологості, $W_o\%$. За розробленим технологічним режимом опара готується на всій воді, крім води на приготування розчинів.

Таблиця 1.4. Маса сухих речовин в опарі

Назва сировини	Маса сировини, кг	Масова частка вологи в сировині, %	Маса СР, кг
Борошно пшеничне II / с	65,0	14,6	55,5
Дріжджі пресовані	2,25	75,0	0,56
Разом	67,25	-	56,06

Виходячи із заданої кількості борошна і дріжджів, розраховуємо кількість опари за формулою:

$$G_o = \frac{G_{cp}^o \cdot 100}{100 - W_o} = \frac{56,06 \cdot 100}{100 - 48} = 107,81 \text{ кг}$$

де G_{cp}^o – сухі речовин опари, кг;

W_o – вологість опари, %.

Вода в опарі:

$$G_v^o = G_o - G_{сир}^o = 107,81 - 67,25 = 40,56 \text{ кг}$$

де G_v^o – маса H_2O опари, кг;

$G_{сир}^o$ – сировини опари, кг;

G_o – загальна опара, кг.

Технологічні параметри більш детально описані у слідуєчид розділах роботи. Наведено конкретну технологічну схему та обладнання для приготуванн рідкої опари.

1.7. Розрахунок витрати сировини і площі для їх зберігання

Якість борошна оцінюють такими показниками: колір, запах, смак, крупність помелу, вологість, зольність (білість), масова частка домішок, зараженість шкідниками хлібних злаків, масова частка клейковини та її якість, число падіння. Колір, крупність помелу, зольність (білість), масова частка клейковини нормуються по кожному сорту борошна.

Колір борошна має бути характерним для даного сорту. Більш темний колір порівняно з еталоном свідчить про більш низький сорт борошна. Причиною потемніння борошна може бути неякісне зерно або процеси, що викликають псування борошна підчас зберігання. У лабораторіях колір визначають за показником білості.

Смак борошна для 2 сорту трошки солодкуватий і без пристаку. При неякісному очищенні зера можливий гіркуватий присмак. Це можливо від різних домішок. Якщо виражено солдковатий смак, то борошно виготовлено із зерна, що проросло. Запах має свіжим бути, виражений своїми властивостями. Не можна використовувати борошно, яке не відповідає вимогам.

На виробництво борошно подається пневматичним і аерозольним транспортом за допомогою стиснутого повітря по трубах. Борошно зберігають у ємкостях або мішках. Перед подачею на виробництво при необхідності окремі партії змішують для покращання хлібопекарських властивостей, просіюють через сита для відокремлення сторонніх домішок і пропускають через пристрій для видалення металомагнітних домішок.

Сіль зберігають у мішках або насипом в окремому приміщенні. Перед використанням її розчиняють у воді в солерозчиннику. На сучасних хлібозаводах сіль зберігають у вигляді насиченого розчину. Розчин фільтрують, відстоюють і подають на виробництво.

Пресовані дріжджі зберігають у холодильнику. Підготовка пресованих дріжджі до виробництва складається в подрібненні і приготуванні добре розмішеної однорідної суспензії у теплій воді $t=30-35^{\circ}\text{C}$ у співвідношенні 1:3.

Вода зберігається у баках холодної та гарячої води. Перед приготуванням тіста холодну і гарячу воду змішують у певній пропорції для доведення до необхідної температури.

Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько – питного водопостачання”. Згідно цих вимог придатність води для питних цілей, повинна включати:

Таблиця 1.5. Сировина, її витрати та параметри процесу

Сировина, напівфабрикати та параметри технологічного процесу	Витрати сировини, кг/діжу і параметри процесу	
	Опара	Тісто
Борошно пшеничне другого сорту, кг	65,0	35,0
Дріжджі, кг	1,25	-
Розчин солі, кг	-	6,25
Вода, кг	48,31	9,06
Вологість, %	65	43,5
Температура початкова, $^{\circ}\text{C}$	29	30
Тривалість бродіння, хв	30,0	0,5
Кислотність кінцева, град	3,5	3
Тривалість вистоювання, хв	-	30
Тривалість випікання, хв	-	40

Транспортування заморожених виробів високого ступеня готовності здійснюють авто- мобілями-рефрижераторами.

Термін придатності до споживання (термін реалізації у роздрібній торговельній мережі) з моменту виймання з печі хліба без упаковки із житнього сіяного борошна та суміші житнього сіяного з сортовим пшеничним борошном — не більше ніж 24 год, інших видів хліба без упаковки — не більше ніж 36 год; упакованого хліба — не більше ніж 72 год.

За погодженням з прийнятною комісією термін придатності до споживання упакованої продукції може бути встановлено понад 3 доби. У цьому випадку термін придатності до споживання зазначають в уніфікованій рецептурі, яка підлягає державній санітарно-епідеміологічній експертизі.

Реалізація готової продукції у роздрібній торговельній мережі повинна здійснюватись за наявності інформації, поданої підприємством-виробником, про енергетичну цінність, вміст білка, жиру, легкозасвоюваних вуглеводів у 100 г виробу.

Умови зберігання

Зберігання готової продукції здійснюють в сухих, чистих, добре провітрюваних приміщеннях, не заражених шкідниками хлібних запасів, за температури не нижче ніж 4 °С та відносній вологості повітря, що не перевищує 75 %.

1.8. Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Борошно через автоборошномір КДБ-РС (2) і рідкі дріжджі, вода через дозатор КДБ-РС (3) поступають на змішування опари у ТМ циклічної дії «Діосна» (4). Тривалість змішування опари 6 хвилин (4). Дозріває опара в діжі машини (4). Тривалість дозрівання 35 хв. Виброджена опара, для замісу тіста, поступає в тістомісильну машину «Діосна». Тривалість замішування тіста 8 хвилин. У тісто дозуються усі інші компоненти згідно рецептури за допомогою дозаторів рідких компонентів КДБ-РС (3) і автоборошноміра КДБ-РС (2) . Тривалість бродіння тіста 35 хвилин. Виброджене тісто у діжі поступає на діжеперекидачем «Восход ДО-8» (5) і вивантажується тістоподільник ТД-4 (6). Шматки тіста поступають на тістоокруглювач «ТО-5» (7). Округлені заготовки на транспортері (8) надходять до тістозакатки «ТЗ-4М» (9), а потім на транспортері (8) сходять на стіл укладання заготовок тіста (10). Заготовки ручним методом перекладають на листи стелажного візка (11). Він транспортується до вистійної шафи кінцевого вистоювання «Бриз-342» (12). Вистоюні заготовки візком (13) подаються у піч «ППЦ-250» (14). Готовий хліб охолоджується на стелажах для готових виробів.

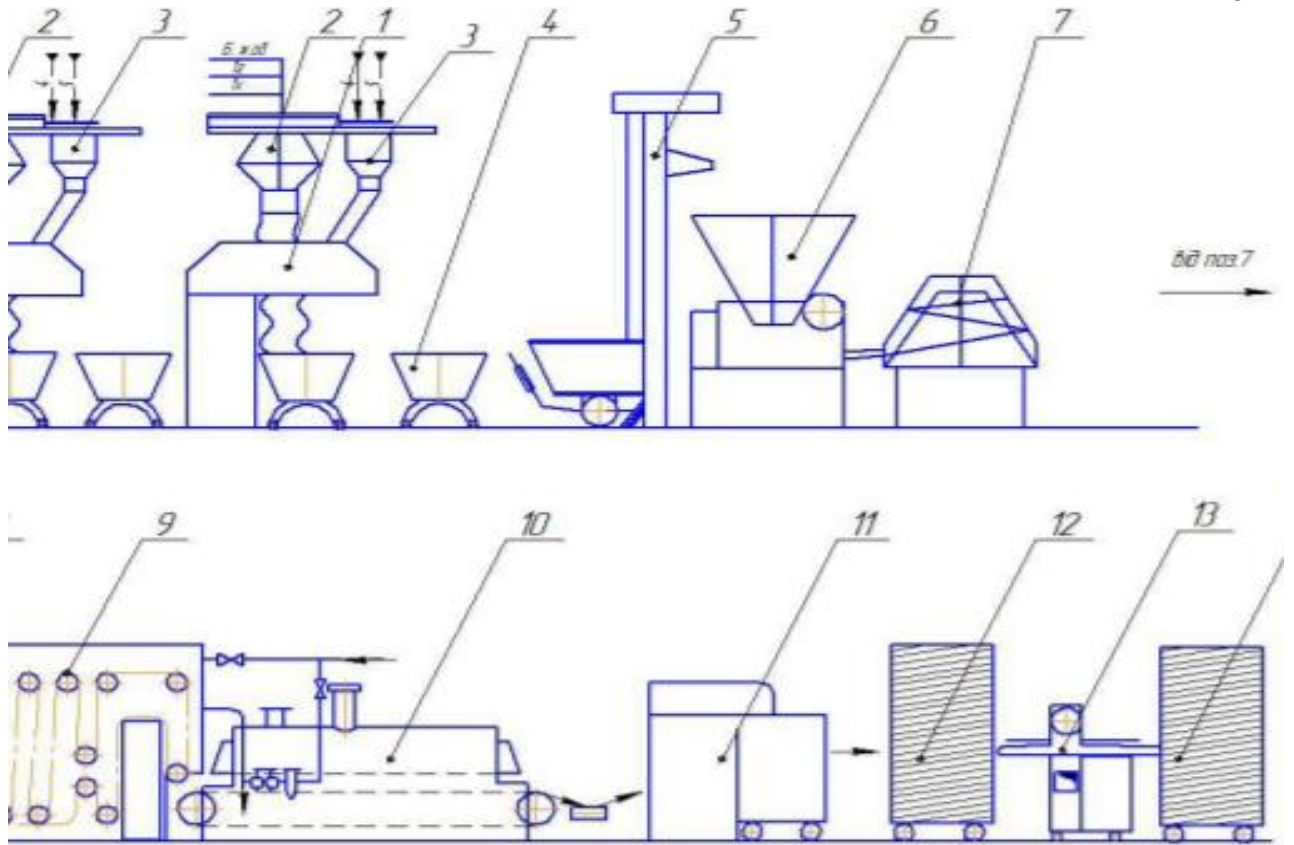


Рис.1.1. Схема технологiчного обладнання

Таблиця 1.6. Апаратурно-технологічна схема приготування хліба

№	Найменування	Марка	Кількість
1	Машина тістомісильна	А2-ХТБ	2
2	Дозатор сипких компонентів	КБД-РС	1
3	Дозатор рідких компонентів	КБД-РС	1
4	Діжа підкатна	-	2
5	Підйомоперекидач діж	А2-ХП2Д	1
6	Машина тістоподільна	А2-ХТН	1
7	Машина тістоокруглювальна	Восход	1
8	Майтниковий укладчик	-	1
9	Шафа для остаточного вистоювання	-	1
10	Тунельна піч	ППЦ-1250	1
11	Укладчик	-	1
12	Вагонетка 8-ми ярусна	ВЛ -01	1
13	Пакувальна машина	-	1

2. Науково-дослідна частина

2.1. Аспекти технології та деяке обладнання змішування водно-борошняних сумішей

Змішування – це основна технологічна операція приготування хлібобулочних виробів, тобто змішування компонентів в загальній масі до однорідної суміші. Для визначення ефективності процесу змішування компонентів з підвищеним вмістом води було обрано лабораторні методи дослідження. Основний критерій завершеності процесу утворення гомогенної системи –однорідність кінцевої суміші. При теоретичному аналізі доведено, що найбільш правильно оцінювати однорідність суміші середовища за величиною коефіцієнта варіації вмісту “ключового” компоненту. В якості таких компонентів обирають дві фази: тверду (борошно) і рідинну (вода). В наших дослідах використовували рідинну фазу

2.2. Характеристика та склад борошна, як основної сировини

Борошно високомолекулярний біополімер, утворений штучним шляхом і знаходиться в дисперсному стані з особливими властивостями. Тому борошно є макропористим (діаметр пор $>4\text{нм}$) порошкоподібним адсорбентом. Питома поверхня різних сортів пшеничного борошна коливається у межах $60\dots270\text{ м}^2/\text{кг}$ [1].

Склад борошна є з дискретних частинок, що представляються маленькими. Насправді вони досить великі ($100\dots200\text{ мкм}$), набагато більше гранул крохмалю ($5\dots40\text{ мкм}$) і, звичайно, більші молекул білка. Помел борошна впливає на швидкість протікання у напівфабрикатах біохімічних і колоїдних процесів і, отже, на його властивості, та властивості майбутніх виробів головними з яких є якість і вихід. Крохмалисті більші частки набрякають поступово, а дрібніші частинки борошна швидше просочуються вологою, і напівфабрикат залишається рідким. В таблиці 1.1 наведено характеристики пшеничного борошна вищого ґатунку [2].

У грубодисперсних, молекулярно-кінетичні явища не спостерігаються. Тому для отримання продукту прийнятної якості необхідне борошно з оптимальним для кожного сорту розміром частинок. Оптимум подрібнення повинен бути різним для борошна із зерна з різною кількістю і особливо якістю клейковини. Чим сильніша клейковина зерна, тим дрібніше повинні бути частинки борошна.

Таблиця 2.1 Характеристика пшеничного борошна

Вміст води (від загальної ваги)	15 %
Вміст крохмалю (на суху вагу)	69...75 %
Вміст білка (по сухій вазі)	9...10 %

Співвідношення гліадин / глютенін	0,72
Гранулометричний склад	40% частинок: 1...40 мкм 10% частинок: 40...60 мкм 30% частинок: 60...120 мкм 20% частинок: > 120 мкм Середній діаметр частинки: 75 мкм Пік розподілу навколо 100 мкм

Така різна дисперсність борошна впливає на одну з найважливіших його властивостей – вологоємність. Великі частинки борошна мають знижену водопоглинальну здатність, так як волога важко проникає в їх середину, адсорбується в основному на поверхні, а сумарна поверхня великих частинок значно менше, ніж дрібних в тому ж об'ємі.

Надмірно дрібні частинки погіршують хлібопекарські властивості так як руйнуються крохмальні зерна, відповідно підвищується їх атакуємість амілолітичними ферментами. В результаті утворюється велика кількість цукрів, газоутворююча здатність різко збільшується, а газотримуюча здатність знижується частково. Це відбувається можлива денатурація білка за рахунок надмірного подрібнення.

Водопоглинальна здатність борошна також залежить від кількості і якості клейковини, від крохмалю, клітковини і вологості. Сильне борошно, володіє важко розтяжною клейковиною, поглинає більше води і клейковина у нього залишається пружною. Слабке борошно поглинає менше води і характеризується менш пружною клейковиною. Частинки клейковини сильного борошна, адсорбуючи вологу на своїй поверхні, не просочуються нею. У слабого ж борошна частки клейковини просочуються водою і клейковина стає легко розтяжною.

До основних компонентів борошна належать природні високомолекулярні сполуки – білки й полісахариди (крохмаль). Крохмаль так само, як і білкова фракція, відповідає за формування готового напівфабрикату [2]. Ключові властивості пшеничного борошна визначаються насамперед властивостями його основного компонента – крохмалю, а саме властивістю зв'язувати воду.

Як свідчать дані [3], чим вище сорт борошна, тим більша в ньому масова частка крохмалю. Очевидно, що гранули крохмалю також викликають сильну нелінійну поведінку реологічних характеристик водно-борошняних суспензій.

В нашому випадку крохмаль використовується у поєднанні з водою і, отже, важливо знати, які взаємодії в цих сумішах можуть відбуватися. Найбільш важливими є ефекти наповнення або блокування, а також електростатичні взаємодії.

2.3. Узагальнена характеристика способів замішування тіста

Пшеничне борошняне тісто замішують однофазними, двофазним чи багатофазними способами. За однофазного способу тісто приготують одною стадією, при цьому із всієї кількості борошна та сировини, що передбачена рецептурою. При двофазних (багатофазних) способах спочатку готується перша фаза з меншої частини борошна й дріжджів але більшої частини рідинної фази. Після бродіння рідкої фази (можливі варіанти і більш густої) і її дозрівання, до неї додають залишки (решту) борошна та іншої сировини за рецептурою. Дану суміш замішують з утворенням другої фази – тісто. Основні сучасні способи приготування тіста із пшеничного борошна представлені на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Сучасні способи приготування тіста із пшеничного борошна

Із рисунка видно, що найбільш поширеними є всі види опарного способів. Адже цей спосіб часто застосовують при виготовленні значно широкого асортименту хлібобулочних, здобних, кондитерських, безглютенових виробів.

Досить широко, особливо у теплі пори року, є традиційний однофазний, тобто безопарний спосіб приготування тіста. Хлібозаводи, пекарні сьогодні його використовують при виробництві булочних і здобних виробів.

Сьогодні підприємства малої потужності, міні-пекарні при виробництві продукції знайшли поширений прискорений способи приготування тіста. При цьому способі досить часто використовується обладнання інтенсивного замішування та використання підкислювачів й комплексних поліпшувачів. Спосіб і машинно-апаратурну схему приготування тіста вони обирають залежно від асортименту виробів, об'єму виробництва тощо.

Розпушення пшеничного тіста відбувається із використанням хлібопекарських дріжджів. На великих підприємствах- рідкі дріжджі, також дріжджові закваски. Їх готують безпосередньо на хлібопекарському виробництві.

2.3.1. Приготування тіста опарним способом

До складу опарного способу входять дві технологічні операції:

- приготування опари;
- приготування на цій опарі тіста.

Приготування опари відбувається шляхом використання із частини всього борошна, води і дріжджів. Згідно рецептури пресованих дріжджів до маси борошна можуть вносити 0,5-1,0 %, відповідно рідких дріжджів, дріжджової закваски - 20-25 % . Розчин солі і цукру не вноситься із-за впливу на пригнічування життєдіяльності дріжджів. Однозначно, при використанні борошна зі слабкою клейковиною, підвищеною автолітичною активністю часто вносять в опару біля 0,25 % солі. Це сприяє зниженню активності ферментів і укріплює клейковину.

Отже, метою приготування опари є адаптація дріжджів до життєдіяльності в анаеробних умовах середовища, їх розмноження. В таких умовах проходить гідратація й ферментативний гідроліз біополімерів борошна. Відповідно цьому проходить накопичення кислот, водорозчинних і ароматичних сполук. Спосіб тістоприготування полягає у додержанні виробничої рецептури із зазначеними витратами сировини, розчину солі, цукру, суспензії дріжджів при замішуванні однієї порції опари та тіста.

При безперервним способі розраховується і вказується витрата сировини за 1хв змішування опари та тіста. Крім цього поряд з виробничою рецептурою визначається технологічний режим виготовлення кожного виду виробів. Регламентуються наступні параметри: вологість, початкова температура, час бродіння, кінцевий вміст в опарі й тісті кислотності. Також розглядається маса заготовки тіста при розділенні на шматки, тривалість й температуру, вологість режиму вистоювання заготовок та тривалість і температура

випікання. Розробка технологічного режиму має враховувати хлібопекарські властивості борошна.

Залежно від вологості розрізняють густі й рідкі опари. Вологість густих опар - 41-48 %, рідких - 68-72 % [1,2].

Приготування тіста на густих опарах. Тісто на густих опарах готують порційним способом у діжах або у тістоготувальних агрегатах. Вологість опари встановлюється відповідно способу замішування, сорту борошна, його хлібопекарських властивостей, рецептури виробів. За переробки слабкого борошна вологість опари знижують. При використанні борошна сильного або містить короткорвану клейковину- також знижують і опару готують рідшої консистенції для поліпшення набухання та пептизації білків. Порційний спосіб замішування густої опари передбачає вологість 45-48 %, а при безперервному - 41-45 % для покращання властивостей транспортування їх по тістопроводах. Булочні і здобні вироби готуються на опарі вологістю 43-46 %.

Дозування суміші борошна в діжу на 100 дм³ ємкості така:

- борошно вищого сорту - 30,0;
- першого - 35,0;
- другого - 37,5;
- обойного - 39,0 кг.

Температура опари. Початкова температура бродіння опари 28 ±2 °С. Дана температура вважається оптимальною для розмноження дріжджових клітин. Залежно від якісних властивостей борошна температура коливається від 25 до 32 °С. Встановлено [1,2,3], що при переробленні слабкого борошна початкову температуру бродіння опари зменшують на 2-3 °С проти норми для зниження активності ферментативних процесів. Тривалість бродіння опари 3,5-4,5 год, залежно від вмісту в ній борошна, його сорту і якості, кількості дріжджів, температури. Опара з обойного борошна дозріває швидше, ніж з сортового. Це внаслідок більшого вмісту поживних речовин для бродильної мікрофлори. В кінці бродіння об'єм опари збільшується в 1,5-2 рази, після чого починає опадати. Початок опадання опари – ознака її готовності.

Готовність опари визначають за титрованою кислотністю, збільшенням об'єму, пружністю. Кислотність спілої опари із пшеничного борошна вищого сорту має бути: 2,5-3,5, першого - 3...3,5, другого - 4...4,5, обойного- 6,0...7,5 град.

Так [3,4], необхідність підвищення кислотності опари ґрунтується на рідких дріжджах, додачі мезофільних заквасок, спілої опари або тіста. Розпізнають традиційні густі опари, які готують із 40-55 % всього борошна, і великі густі опари, на приготування яких витрачають 70 % всього борошна. Традиційні опари частіше готують порційним способом з вологістю 45-48 % у діжах, рідше - безперервним у тістоготувальних агрегатах.

2.4. Фізичні взаємодії води та борошна при їх змішуванні

Вода, звичайно, є необхідним компонентом для приготування борошняних напівфабрикатів. Вода формує дисперсійне середовище, зумовлює виникнення певної структури і повідомляє цій структурі пружно в'язко-пластичні властивості. З фізичної точки зору вода це рідке середовище, яке у стані рівноваги не чинить опір деформації.

При змішуванні пшеничного борошна з водою, утворюються кілька видів матеріалів в залежності від кількості води, яка додається. Великий вміст води дає рідку суспензію. З іншого боку, невеликий вміст води призводить до когезії борошна.

При змішуванні води та борошна утворюється двофазна дисперсна система, в якій борошно виступає дисперсною фазою, а вода – дисперсійним неперервним середовищем.

В цій системі вода може бути зв'язаною та вільною. Зв'язана вода входить до складу гідратної оболонки, має обмежену рухливість і надає системі підвищену порівняно з водою міцність.

Висококонцентровані системи до яких відносяться водно-борошняні суміші, в яких частинки дисперсної фази пов'язані між собою і не здатні переміщатися відносно одна одної, називають зв'язнодисперсними.

Зв'язнодисперсні системи на відміну від вільнодисперсних володіють міцністю. Вони здатні, подібно твердому тілу, протидіяти в певних умовах зовнішньому зусиллю. Якщо під дією зовнішнього навантаження вільнодисперсні системи течуть, то зв'язнодисперсні системи можуть зберігати свою форму. Зв'язнодисперсні системи володіють механічними властивостями, до яких крім міцності відносяться пружність, в'язкість і пластичність [1].

Між частинками зв'язнодисперсних систем існує безпосередній контакт і виникає зв'язок. Природа зв'язку води і борошна відноситься до коагуляційних контактів через прошарок рідини. Межа розділу фаз між частинками зберігається. Зв'язок частинок в коагуляційних контактах структури здійснюється, зокрема, за рахунок сил міжмолекулярної взаємодії, а сам контакт локалізується на невеликій поверхні (точковий контакт).

Роздробленість борошна приводить таку систему до різкого збільшення поверхні розділу фаз та надлишку поверхневої енергії що викликає різноманітні поверхневі явища. Основними з яких є змочування, адсорбція та утворення подвійного електричного шару.

На межі розділу неполярного високомолекулярного твердого тіла, яким є борошно, з водою – типовою полярною низькомолекулярною рідиною, адсорбційний шар орієнтовано полярною гідрофільною частиною у бік рідини.

Утворення з борошна напівфабрикатів відбувається в результаті набрякання, збільшення маси та об'єму високомолекулярних сполук унаслідок поглинання їх низькомолекулярною водою [1].

Явище набрякання дисперсних систем пов'язано з поглинанням ними рідини, при якому збільшується об'єм та вологість системи та виникає тиск набрякання. Основними процесами за набрякання є поверхневе та міжшарове адсорбційне змочування, а також осмотичне вбирання води.

На початку процесу змішування, існує велика кількість вільної води. Частинки борошна є незалежними одна від одної; немає стійкості до змішування. Потім борошно поступово гідратується, оскільки вода знаходиться в надлишку по відношенню до площі поверхні частинок борошна і кількість вільної води, зменшується таким чином, що зчеплення системи зростає. Завдяки надлишку води, система виходить досить плинною та має слабку стійкість до розтягування [6]. Поступово розвивається макромолекулярна мережа клейковини. Консистенція досягає максимуму, коли всі частинки борошна зволожені. Більш тривалий час змішування призводить до ослаблення системи.

Після змішування система представляє собою складну полідисперсну систему, що складається з твердої, рідкої і газоподібної фаз. Зерна крохмалю, частинки оболонки зерна і набряклі нерозчинні білки та харчові волокна складають тверду фазу. У незв'язаній воді знаходяться у вигляді розчинів мінеральні та органічні речовини (водорозчинні білки, декстрини, цукри, солі та ін.), пептизовані білки і пентозани (слиз). Частина білків утворює колоїдні розчини, здатні до набрякання. Газоподібна фаза утворюється за рахунок захоплення бульбашок повітря при змішуванні [7].

Виміряти властивості такої систем не так легко, тому що вони постійно змінюються з часом через фізичні і хімічні фактори (еволюція взаємодії компонентів вода/борошно, ферментативні реакції, релаксація напружень) що виникають під час змішування.

Дослідження Граса і ін. [8], дуже докладні і чітко визначають набір експериментів з використанням міксографу. Звичайно це не ідеальна модель для промислового, або наукового використання в практиці змішування, але ці експерименти надзвичайно корисні для дослідження ідей про фактори, що впливають на властивості напівфабрикату під час набрякання, руйнування і ослаблення, що відбуваються послідовно в процесі змішування. Експерименти відзначили наступне:

- змішування води та борошна можна розглядати в два етапи: перший етап гідратація, де потрібно рівномірно розподілити воду всередині борошна шляхом змішування, а другий – введення енергії через деформацію.
- деформація напівфабрикату викликана збереженням енергії після зміни молекулярних структур. Змішування призводить до збереження енергії пружної деформації.

- опір досягає максимуму під час змішування, максимальне значення збільшується зі зменшенням вмісту води.

Як уже зазначалось, розмір і форма частинок борошна значною мірою визначають властивості майбутнього напівфабрикату в цілому. Вони надають йому особливі якості, пов'язані в першу чергу з величиною поверхні розділу між частинками та водою.

Прагнення до зменшення площі розділу фаз простежується у мимовільному укрупненні частинок борошна. Злипання частинок веде до утворення агрегатів. Чим дрібніші частинки, тим інтенсивніше вони прагнуть до укрупнення. Тому для борошна характерне утворення агрегатів і навіть грудок, що складаються з безлічі частинок. Цей процес називають коагуляцією.

Роздробленість, різке збільшення поверхні розділу фаз у поєднанні з великим надлишком поверхневої енергії призводять до того, що система стає нерівноважною та прагне перейти в більш стабільний рівноважний стан [9].

Таким чином, міжфазні шари перетворилися на засіб, що зумовлює властивості дисперсних систем. До цих властивостей належать контактні взаємодії і структуроутворення.

Контактні взаємодії відображають результат зіткнення твердих тіл частинок дисперсної фази між собою (аутогезія), коли відсутнє переміщення тіл. У динамічних умовах контактні взаємодії формують міцність структурованих тіл.

2.5. Основи процесу змішування

Змішування - складне поєднання умов обробки макроскопічними особливостями опари, не кажучи про зміни на молекулярному рівні. Стренк [18] відзначає, що створення якісної суміші полягає отриманню рівномірної концентрації частинок твердого тіла в рідині у всьому об'ємі апарата. Досить часто такого стану добитися неможливо. Рівномірна концентрація опари у об'ємі робочої камери істотного значення не має. Важливо, щоб всі частинки борошна знаходилися у воді в підвішеному стані.

Процес замішування – це чисто механічний процес взаємного проникнення (частинок середовища одних фізичних властивостей між частинками суцільного середовища інших фізичних властивостей) з отримання максимально однорідного середовища. Дане середовище має нові властивості, що відрізняються від властивостей змішуваних. Взаємодія води та борошна відноситься до гетерогенних процесів, яка залежить від величини поверхні міжфазного контакту і від дифузії. Причому збільшення швидкості реакції відбувається за рахунок поновлення речовини на поверхні контакту фаз. Гетерогенна реакція складається з декількох послідовних стадій. Реакція між рідиною і частинками борошна проходить через наступні стадії:

- 1) Підведення молекул будь-якого реагенту з розчину на поверхню розділу фаз;

- 2) Адсорбція на поверхні;
- 3) Хімічна реакція на поверхні;
- 4) Десорбція продуктів реакції;
- 5) Дифузія продуктів реакції у навколишній об'єм.

Результуюча швидкість всього процесу визначається швидкістю самої повільної стадії. Якщо такою стадією є власне хімічна реакція, то змішування використовується для вирівнювання концентраційного поля. У цьому випадку необхідна велика циркуляція. Якщо найповільніша стадія – масопередача, то перемішування призводить до зменшення товщини дифузійної плівки. Внаслідок турбулізації потоку, викликаній змішуванням, відбувається підведення речовини до кордону міжфазного контакту і подальше відведення продуктів реакції [7].

Для полегшення аналізу закономірностей процесу змішування та виявлення постадійних раціональних параметрів його забезпечення О.Т. Лісовенко [9] запропонував тристадійну модель процесу, яка базується також на розробках Х.Д. Чейшнера, Н. Квендта та інших. Воно супроводиться зволоженням компонентів, їх диспергуванням, агрегацією та сорбцією вологи. Ця стадія повинна проводитися якомога в коротший термін з мінімальними затратами енергії. При збільшенні тривалості стадії процес ускладнюється набуханням борошняних часточок і їх когезією, що утруднює подальше змішування і рівномірний розподіл компонентів [3].

Сегрегація частинок, остання стадія під час якої відбувається зосередження частинок, що мають близьку масу і розміри, у відповідних місцях змішувача під дією інерційних та гравітаційних сил. Під час конвективного змішування швидкість процесу майже не залежить від фізико-механічних властивостей суміші. Процес змішування на рівні макрооб'ємів. Головний вплив на швидкість процесу надає характер руху потоків частинок. Коли компоненти будуть розподілені по робочому об'єму камери, конвекція і дифузія змішування має вплив на загальний процес. Певного моменту дифузія змішування має вплив і починає надавати сегрегації частинкам. Момент часу ці процеси врівноважуються і подальше змішування втрачає сенс. Тривалість дифузійного змішування залежить і від фізико-механічних властивостей суміші, форми і характеру поверхні борошна, вологості [6]. Має значення також число компонентів. З їх збільшенням частка кожного зменшується, а процес змішування ускладнюється.

Велика тривалість змішування необхідна для рівномірного розподілу компонентів, що входять до складу суміші в малих кількостях. Природно, що компоненти з більшою дисперсністю, що містять в одиниці об'єму більшу кількість частинок, розподіляються краще.

2.5.1. Стан та принцип дії обладнання для змішування опари

Обладнання призначене для отримання однорідних сумішей складається з двох чи більше вузлів. Сьогодні на харчових та фармацевтичних підприємствах працює велика кількість змішувальних машин [42]. Вони здійснюють обробку коомпонентів різними методами і способами. Широко відрізняються характером та ступенем механічного впливу на суміш. Розглядаючи найбільш типові машини, можна проаналізувати особливості їх роботи, виділити переваги і недоліки, і на основі цього розробити практичні рекомендації для проектування нових видів змішувачів, що відповідають вимогам техніки сьогодення.

Існує кілька способів перемішування рідких середовищ [10]:

- 1) механічне перемішування з використанням мішалок різного типу;
- 2) циркуляційне перемішування: а) перемішування струменем рідини, яка витікає з сопла; б) перемішування рідини струменем газу; в) пульсаційне перемішування;
- 3) перемішування на основі звукових і ультразвукових коливань;
- 4) перемішування за рахунок підведення енергії вібрації;
- 5) перемішування за допомогою магнітного поля;
- 6) перемішування в статичних змішувачах за рахунок установки різних гвинтових елементів у трубопроводі;
- 7) електрогідравлічне перемішування.

В останні роки у вартості готового продукту усе більшу частку складають енерговитрати, тому енергоефективність обладнання стає одним із важливіших факторів, що визначає його вибір.

Тістоприготувальний агрегат KVT-1000 (рис. 2.2). Агрегат KVT-1000 випускається в Чехії та призначений для приготування тіста на рідкій фазі з житнього і пшеничного борошна.

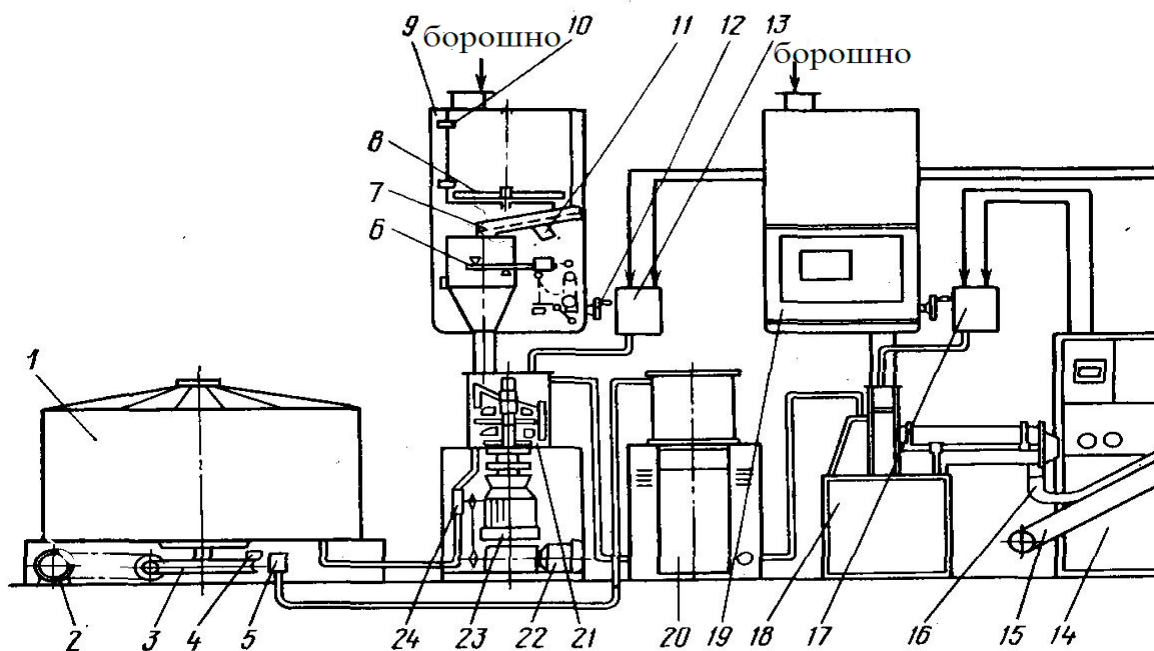


Рис. 2.2. Агрегат для тістоприготування KVT-1000

Агрегат має оригінальну бродильну ємність, розподілену радіальними перегородками на дванадцять секцій. Ємність нерухома, а переміщення маси в бункері здійснюється за рахунок періодичного обертання внутрішніх перегородок з гумовими ущільнювальними окантовками. Обертання здійснюється за допомогою електродвигуна 2 і черв'ячного колеса 3 з дванадцятьма упорами (за числом секцій), над якими встановлено кінцевий вимикач 4. Розвантаження секції бункера від готової опари здійснюється за допомогою шестерні насосу 5, забезпеченої індивідуальним приводом з редуктором.

Приготування поживної суміші здійснюється в оригінальному змішувачі 21 з індивідуальним приводним електродвигуном 23. Подача живильної суміші здійснюється шестерним насосом 24, що приводиться в рух через варіатор швидкості від електродвигуна 22. Подача борошна здійснюється спеціальним дозатором 9 періодичної дії. Дозатор борошна складається з циліндричної ємності з датчиками верхнього та нижнього рівнів 10 і мішалки 8. Вона служить для подачі борошна через донний отвір на вібраційне сито 7 з магнітним вловлювачем 11. Після контрольного просівання борошно надходить у ваговий бункер 6, що має вагозадаючий пристрій 12. Ємність бункера має відкидне днище з електромагнітним приводом. Розвантажується ваговий бункер через конічну ємність, що закінчується прозорою пластиковою трубою для візуального контролювання подачі борошна. Дозування рідких компонентів у змішувачі та місильну машину здійснюється в центральній дозувальній станції 14, що обладнана восьма ротаційними насосами.

Виброджена рідка фаза надходить в змішувач 20, звідки подається в тістомісильну машину 18 і змішувач 21 для приготування поживної суміші. Борошно в тістомісильну машину подається дозатором 19. Всі рідкі компоненти надходять в змішувачі через бачки 13 і 17. З тістомісильної машини замішене тісто у вигляді стрічки 16 подається стрічковим транспортером 15 в закриту камеру бродіння (на схемі не вказана), що складається з двох стрічкових транспортерів, розташованих один під іншим. Бродильна камера обгороджена ковпаком з оргскла і пристроєм для автоматичного підтримання оптимальної температури і вологості середовища. З стрічки тісто знімається спеціальним пристроєм і підпресовується вальцями. Швидкість переміщення транспортерів регулюється.

Висновки та завдання досліджень

Проведений огляд літературних джерел у першу чергу показав, що якість готового продукту в більшій мірі залежить від характеристик інгредієнтів які використовуються, а інтенсивність та ефективність процесу його приготування від технологічних та конструктивних параметрів устаткування.

Сама система, що переробляється є складною полідисперсною структурою, яка складається з трьох фаз. Для отримання якісних параметрів такої системи необхідно вміти впливати на утворення її структури як на молекулярному так і мезоскопічному рівні.

Для обробки системи не менш важливо знати її основні структурномеханічні характеристики від яких найбільше залежить майбутня опара. Реологічні властивості можуть бути використані в розрахунках процесів, які необхідно робити при створенні нових рецептур. Властивості спрямовані для вибору найбільш раціональних режимів і оптимальних технологічних схем виробництва. Знання реологічних законів дає можливість управляти структурою і якістю продуктів шляхом внесення добавок, зміни режимів і способів механічної і технологічної обробки.

РОЗДІЛ 3

МЕТА, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ

Подано план аналітичних та експериментальних досліджень із розробкою рецептури та технології приготування рідкої опари при використанні соку буряка, визначено напрям, методи, предмет та матеріали дослідження, наведено характеристику дослідження, органолептичних, структурно-механічних властивостей, показників якості, а також планування експерименту з математичною обробкою експериментальних даних. Дослідження опари спрямовано на вирішення проблем використання соку буряка в технології борошняних виробів при визначеній харчовій цінності. Для ефективного удосконалення рецептур існуючих виробів і розробки нових продуктів з підвищеною біологічною цінністю необхідно мати точні методики оцінки якості опари та готових виробів.

Виробництво масових сортів хліба з пшеничного борошна рекомендують готувати тісто на рідких солоних опарах. Рідкі опари добре консервуються до температури 10..14 °С. Черствіння виробів приготовлених на рідких опарах сповільнюється.

Рідка опара представляє собою дисперсну систему. Вона утворює структуру, де основа є просторовий каркас із перервної дисперсної фази борошна. В даному випадку неперервним дисперсійним середовищем виступає вода.

3.1. Задачі дослідження

Основним напрямком дослідження є обґрунтування розробленої рецептури опари до відповідності технічним вимогам сучасного виробництва. Саме визначити вплив соку червоного буряка та інтенсифікації механічного змішування борошняних сумішей на їх якість.

Досліджується періодичний процес змішування, що дозволяє експериментально чітко забезпечити дозування і показники технологічного режиму та робочі параметри.

Якість змішування компонентів розробленої рецептури опари обумовлена раціонально досяжною рівномірністю розподілу компонентів у її масі, мінімальним часом, необхідним для одержання такої рівномірності та реологічними характеристиками, що є технологічною ефективністю опари. Якість опари оцінюють по зміні фізико-механічних властивостей: модулів пружності, густині, в'язкості.

Стабілізація структурно-механічних характеристик опари вказує на закінчення процесу змішування і готовність маси. Часом змішування буде тривалість процесу, протягом якого суміш набуває бажані реологічні властивості.

Об'єктом дослідження виступає ізотермічний процес змішування компонентів розробленої рецептури ізотропної опари. Предметами досліджень виступають компоненти нової рецептури, структурно-механічні характеристики опари, спосіб її приготування,

закономірності процесу структуроутворення. Реологічні характеристики визначені методом ротаційної віскозиметрії; задача оптимізації геометрії робочого органу вирішена методами математичного аналізу. Одиничність рішення забезпечують крайові умови.

3.2 Організація проведення досліджень

Проаналізовані нами наукові роботи стосовно удосконалення технології хліба із використанням рідких опар присвячено їх схемам приготування з використанням дріжджів в якості розпушувачів тіста. Структурно-механічні властивості опари спрямовані на забезпечення пухирців газу протягом усього етапу приготування. При аналізі опари науковці розглядають узагальнену модель приготування, нехтуючи сучасним методам впливу параметрів тістомісильних машин. Свій позитивний вплив мають параметри машин, починаючи від замішування опари й тіста і закінчуючи етапом випікання хліба.

Відповідно до обґрунтованих задач розроблена структурна схема проведення досліджень (рис. 3.1). Вона розглядає основні етапи роботи на методі системного підходу до запланованих об'єктів дослідження. Етапи спрямовано на наукове обґрунтування і розробку та впровадження технології приготування опари.

Аналітичні дослідження спрямовані на вирішення і досягнення мети роботи. В плані експериментальних робіт заплановано дослідження реологічних властивостей опари. Отримана інформація про фізико-хімічні і структурно-функціональні властивості опари приготовленої із буряковим соком відкривають широкі перспективи, як в плані фундаментальних досліджень, так і для створення нових технологій для харчової промисловості та медицини.

Важливою складовою є і залишається виконання комплексу організаційно-технологічних заходів щодо розробки технології та підприємствах харчової промисловості.



Рис.3.1. Комплекс організаційно-технологічних заходів використання соку буряка

3.3. Предмети і матеріали дослідження

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень була рідка пшенична опара вологістю 65 -70 %. Борошно пшеничне вищого сорту, вологість борошна склала $13,8 \pm 0,2$ %.

Рецептура опари, яка розроблена нами, готують з борошна, води, солі, цукру, дріжджів та соку червоного буряка. Перелік і співвідношення окремих видів сировини використовується для виробництва борошняного виду хліба. Рецептатура є складовою нормативної документації на виробу напівфабрикату.

У рецептурі на опару кількість дріжджів, води та іншої сировини вказується в кілограмах на 100 кг борошна. Тому для приготування опари рецептатура на виробництво борошняного виду хліба, кг:

Борошно пшеничне вищого сорту - 30.

Дріжджі хлібопекарські пресовані - 0.8

Цукор-пісок - 0.1

Сік червоного буряка, % - 10-16 від маси води.

Суміш готувалася з борошна пшеничного вищого гатунку, вологість борошна складала $13,9 \pm 0,2$ %. Температура опари знаходилась у межах $25 \dots 33^0$ С. Об'єм опари в усіх випадках дорівнював $0,006 \text{ м}^3$, при цьому густина дорівнювала $\rho = 1066 \text{ кг/м}^3$.

Потрібну кількість сировини дозували по масі. Кількість внесеної при замішуванні води G_v (в мл) визначали за формулою:

$$G_v = G_c (W_n - W_c) / (100 - W_n), \quad (2.1)$$

де G_c – сумарна маса борошна, гр.; W_n – вологість ВБС, %; W_c – середньозважена вологість сировини, %.

$$W_c = (G_b W_b + G_{cl} W_{cl} + G_d W_d) / G_c \quad (2.2)$$

де G_b , G_{cl} , G_d – кількість борошна, гр.; W_b – вологість борошна, %.

Таблиця 3.1 Співвідношення кількості борошна та води для опари різної вологості

Сировина	Кількість	сировини	вологістю
	65%	70%	75%
Борошно	2400 (40%)	2100 (35%)	1800 (30%)
Вода, мл	3582	3861	4157
сік буряка, мл	18	39	43
Концентрація, кг/кг	0.666	0.538	0.428

Опара є полідисперсною колоїдною системою, що являє собою пружно-пластичне тіло. Така особливість уможлиблює досліджувати його за багатьма показниками, але саме структурно-механічні властивості піддаються математичному опису. Це дає змогу з високою точністю прогнозувати кінцеву якість готової продукції й за потреби корегувати її рецептуру [17](**Krivoruchko**, 2018).

Структура опари, що утворюється з борошна різних зернових та зернобобових культур, визначається кількісним і якісним складом основних полімерних сполук (крохмалю, білків, клітковини), наявністю низькомолекулярних, гідро- і олеофільних сполук. Полімери борошняної сировини і вода утворюють основу колоїдної структури тіста. В процесі утворення опари гідратовані білки гліадин та глютеліну відіграють головну роль, визначаючи подальші процеси формування тіста [17] (Perpelicja, 2019; Bayramov & Nabiev, 2019).

З метою розробки технології борошняної опари з використанням соку буряка важливо визначити раціональну концентрацію добавок та спосіб їх введення у тістовий напівфабрикат.

Для виготовлення опари додавали сік концентрації 30-40% у кількості від 10 до 30 % замість води. Для досліджень використовували борошно вищого сорту. В якості контролю використовували опару виготовлене за традиційною технологією. Контролем слугували: напівфабрикат для подового хліба, виготовленої за традиційною рецептурою № 1107, 1115 [18] (**Zdobnov et al.**, 1998).

Вимірювання показників здійснювали через 30 хв після замішування опари, протягом цього часу, біохімічні та фізико-хімічні процеси, що формують структуру відбуваються з найбільшою швидкістю.

На якість напівфабрикату впливають такі структурно-механічні властивості, що характеризують деформаційну поведінку в умовах напруги, основними показниками якого при прикладенні сили є гранична напруга, пластична в'язкість, модуль пружності еластичності і т.д. [13](**Goral'chuk et al.**, 2006).

Модуль пружності ($G_{пр}$) характеризує здатність тіла чинити опір пропорційно його деформації і є мірою пружності, тобто спроможності тіла повертатися до початкового стану після припинення дії напруження.

Модуль еластичності ($G_{ел}$) характеризує зникнення деформації в тілі з часом після зняття напруження і при підвищенні його значення свідчить про зменшення часу, необхідного для зникнення деформації тіла [] (**Goral'chuk et al.**, 2006).

Встановлено, що при збільшенні концентрації 10 до 30 % в опарі значення модуля пружності зростає відповідно з 0,8 до 16,6 % у порівнянні з контролем, що свідчить про підвищення здатності напівфабрикату чинити опір пропорційно його деформації, тобто про зміцнення структури тіста.

Червоний буряк - невибагливий овоч, який росте скрізь і прекрасно зберігається цілий рік. Про його лікувальні властивості знали ще стародавні єгиптяни. Сучасні вчені знайшли в древніх лікарських порадиниках рецепти, в яких буряковий сік застосовували для лікування різних захворювань. Овоч рекомендують вводити в раціон всім.

Буряковий сік виготовляється з бурякових - *Beta vulgaris* - рослин з сімейства амарантових. Цей цінний овоч збирають з серпня до перших заморозків. Для соку вибирають здорові буряки, миють їх, тонко очищають від шкірки і нарізають меншими шматочками. Видавлення підготовленої сировини в соковижималці. До соку червоного буряка рекомендується додавати інші овочі або фрукти, наприклад, моркву, яблука, цитрусові тощо. Вживання соку без добавок може подразнювати травну систему. Зберігати свіжий сік буряка в холодильнику 1-2 дні.

Сік буряка - це смачний і корисний напій. Люди, які страждають анемією, повинні пити його, оскільки фолієва кислота, що міститься в соку, тобто вітамін В9, разом з вітаміном В12 впливає на процеси кровотворення в організмі. Сік буряка надає бадьорість і стимулює апетит. Вагітним рекомендується регулярне вживання. Фолієва кислота, що постачається з соком, благотворно впливає на розвиток плода, особливо його кори головного мозку та нервової системи. Вже 200 г буряка покривають добову потребу в цьому вітаміні.

Люди для схуднення оцінять користь бурякового соку для здоров'я. Сік буряка низькокалорійний - буряк містить лише 38 ккал на 100 г овочів - тому щоденне вживання соку добре впливає як на здоров'я, так і на привабливий зовнішній вигляд. Крім того, вітаміни групи В впливають на регуляцію обміну речовин. Цілющі властивості бурякового соку також стосуються:

- протидія артеріальній гіпертензії,
- запобігання серцевій недостатності, інфаркту та інсульту,
- боротьба з безсонням і депресією,
- підвищити опірність і витривалість організму.

З нього готують різноманітні страви, які вживають свіжо приготований сік в лікувальних цілях. Однак при цьому варто пам'ятати, що напій, поряд з корисними властивостями має протипоказання, про які треба знати, перед тим, як почати лікування. Можна виділити, як мінімум, вісім причин для включення червоного буряка в свій щоденний раціон харчування:

- Буряковий сік має лужну реакцію, запобігаючи ацидоз, джерело багатьох захворювань людини.
- Сік буряка стимулює регенерацію клітин печінки, очищає і захища жовчні протоки, покращує роботу нирок, допомагаючи вилікувати подагру, діє як проносне, допомагаючи при запорах.

- Буряк очищає кров, стимулюючи утворення червоних кров'яних тілець.
Так як дефіцит червоних кров'яних клітин з'являється при анемії, то щоденне вживання буряка допомагає при комплексному лікуванні анемії, лейкемії та інших видів раку.
Для здорового організму будуть корисні протиракові властивості столового буряка.

Хімічний склад червоного буряка.

Цінність буряка для виробництва опари визначається його хімічним складом. Червоний буряк містить калій, магній, кальцій, ніацин, залізо і біотин, багатий клітковиною. Про цілющі властивості бурякового соку відомо давно. Він знижує артеріальний тиск, збагачує організм вітамінами С, А, В9, надає противосклеротичну дію і протидіє ожирінню печінки. Експерименти виявили: буряковий сік має ефект енергетичного напою, збільшуючи витривалість людського організму на 16%.

Лютеїн і зеаксантин містяться в червоному буряку у великій кількості, допомагаючи загальмувати і навіть вилікувати макулярну дегенерацію і інші хвороби очей, допомагаючи людям похилого віку впоратися з проблемами із зором.

Буряк володіє сильними антиоксидантними, протизапальними властивостями. Овоч використовується для проведення детоксикації організму, завдяки наявності фітонутриєнтів. Буряк корисний при гіпертонії - знижує кров'яний тиск на 7-10%, підтримує еластичність кровоносних судин, лікує варикозне розширення вен.

Тому важливим показником якості опари є вміст вітамінів та їх вплив на клітковину. Цей показник, як і вміст клейковини, визначає хлібопекарські властивості, що є найважливішими цінними ознаками опари. Ці добавки збагачують вироби біологічно активними речовинами й надають їм функціональних властивостей. Хімічний склад червоного буряка подано у таблиці

Для визначення в'язкості та пружності рідкої опари ми використовували методи абсолютної реометрії, так як результати вимірювань виражені в абсолютних фізичних одиницях. В наших дослідженнях ми користувалися реометром з контролюємою швидкістю зсуву (CR-реометр), а саме ротаційним віскозиметром «Rheotest 2». Цей прилад має геометрію вимірювальної системи Серле, тобто нерухомий зовнішній циліндр та рухомий внутрішній [2]. Експериментальні дослідження виконувалися на базі лабораторій кафедри харчових технологій та обладнання харчових виробництв ТНТУ імені Івана Пулюя.

Таблиця 3.2. Хімічний склад червоного буряка

Показник	властивості
Вітамін А	Має протизапальну властивість
Група вітамінів Ст	Стимулюють живлення клітин, покращують стан судин і позитивно діють на нервову систему.
Вітамін С	Є антиоксидант, зміцнює імунну систему.

Вітамін Е	Необхідний для нормальної роботи репродуктивної системи у жінок. Зберігає молодість.
Натрій і калій	Співвідношення цих двох мікроелементів дозволяє попередити розвиток варикозу за рахунок розчинення кальцію в кровоносних судинах
Марганець.	Стимулює виведення рідини з організму
Залізо	Поліпшує склад крові
Йод	Необхідний для нормального функціонування щитовидної залози.
Магній	Необхідний для нормального функціонування щитовидної залози

3.3.1.Опис експериментальної установки

Проведення експериментальних досліджень приготування рідкої опари у зваженому стані виконували на змішувачі, конструктивну схему наведено на рис. 2.2. На рис. 2.2 наведено, відповідно, загальний вигляд вигляд основних вузлів і робочих органів лабораторної установки: тарілчастих дисків і мішалки; дозатора подачі водно-дріжджевої суміші. Лабораторна установка складається з рами (корпусу) 1 (рис. 3.2) на якому змонтовано циліндричну 2 та усічену конічну 3 частини робочої камери 4, зверху якої встановлено кришку 5. В кришці через вхідну горловину 6 встановлено дозатор 7 борошна та приводний вал 8, який розташовується всередині робочої камери дискретно-імпульсного змішувача компонентів.

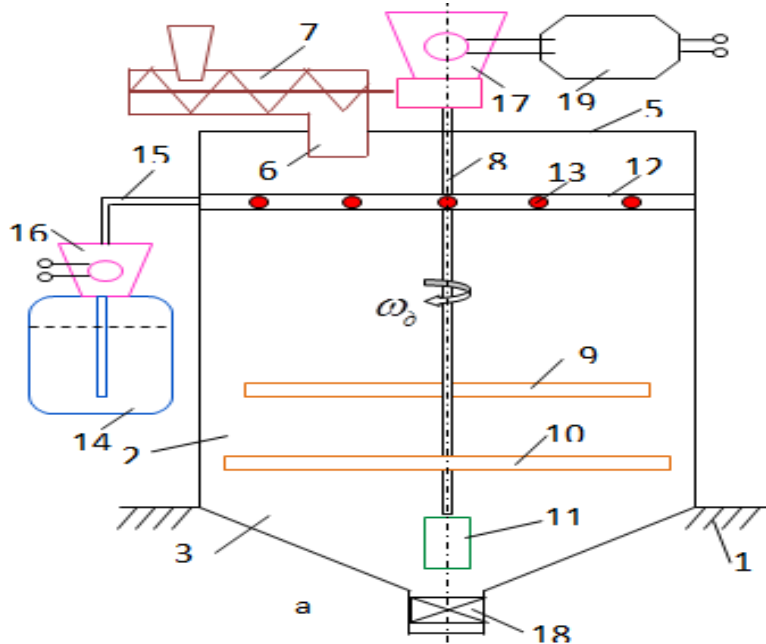


Рис. 3.2 – Схема лабораторної установки: корпус-1; циліндрична- 2; усічена конічна- 3; робоча камера- 4; кришка- 5; вхідна горловина- 6; дозатор борошна-7; приводний вал -8; тарілчасті диски -9 і 10; мішалка -11; водопровід -12 і 15; струминний розпилювач-13; рама дозуючого пристрою -14; електромотора-редуктора -17; блока керування -19.

Оцінка похибок вимірювань. У експериментах виконувалися прямі вимірювання, тобто шукані величини діставалися безпосередньо в результаті експерименту, прямим порівнянням шуканої величини з мірами або за допомогою вимірювального приладу, проградуєваного в одиницях виміру.

Ряд повторних прямих вимірювань однієї і тієї ж величини оброблявся математично, а саме застосуванням теорії ймовірностей та методів статистики [5].

Для характеристики величини імовірної похибки ми задавалися двома числами, а саме величиною самої похибки та коефіцієнтом надійності. За звичайних вимірювань приймаємо $P = 0,95$ (інакше кажучи, результати приблизно 95 % усіх вимірювань будуть потрапляти у необхідний інтервал).

Для аналізу похибок результату при великому та малому числі вимірювань застосовувався закон розподілу випадкових похибок Стюдента. З метою досягнення заданої точності, визначення грубих похибок використовувався критерій Стюдента [4].

Температуру напівфабрикатів вимірювали технічним термометром зі шкалою до 150°C і точністю відліку до $0,2^{\circ}\text{C}$.

Борошно зважували на електронних вагах із точністю до 1,0 г.

Границя допустимої основної погрішності тахометра не більше 0,02 % від вимірюваного значення ± 1 одиниця молодшого розряду.

4.1. Дослідження впливу соку червоного буряка на біохімічні процеси в опарі

Виробництво масових сортів хліба з пшеничного борошна рекомендують готувати тісто на рідких солоних опарах. Рідкі опари добре консервуються до температури 10.. 14 °С. Черствіння виробів приготовлених на рідких опарах сповільнюється.

Рідка опара представляє собою дисперсну систему. Вона утворює структуру, де основа є просторовий каркас із перервної дисперсної фази борошна. В даному випадку неперервним дисперсійним середовищем виступає вода.

На стадії бродіння опари в ній відбуваються глибокі зміни у вуглеводно-амілазному та білково-протеїназному комплексах борошна. Внаслідок цього опара набуває пластичності, вязкості, еластичності та пружесті. Одночасно проходить накопичення різних ферментних речовин, кислотності. Тому основними процесами виступає спиртове та молочно-кисле бродіння. В результаті проходить розпушування опари з наданням їй відповідної кислотності. Інтенсивність бродіння визначається за кількістю вуглекислого газу виділеного за період бродіння та інтенсивністю змішування компонентів.

Газоутворююча здатність залежить від вмісту цукрів, стану крохмалю та активності амیلітичних ферментів. Сік червоного буряка (фолієва кислота, група вітамінів) здатен впливати на хід технологічного процесу дозрівання опари та якості продукції і цілому.

Дослідження проводили за стандартною методикою. Сік буряка вносили в кількості 5, 10, 15 % від розрахункової маси води. У якості контролю використовували опару пшеничну (рис.4.1).



а)

б)

Рис.4.1. Бродіння опари: а – загальний вигляд замішаної опари; б – зміна об'єму при бродінні

Газоутворююча здатність залежить від вмісту власних цукрів, стану крохмалю та активності амілітичних ферментів. Значний вплив на газоутворюючу здатність опари має харчування дріжджів, тобто наявність у середовищі цукрів, мінеральних та азотистих сполук та ін [1-5]. Результати досліджень зображено на рис. 4.2.

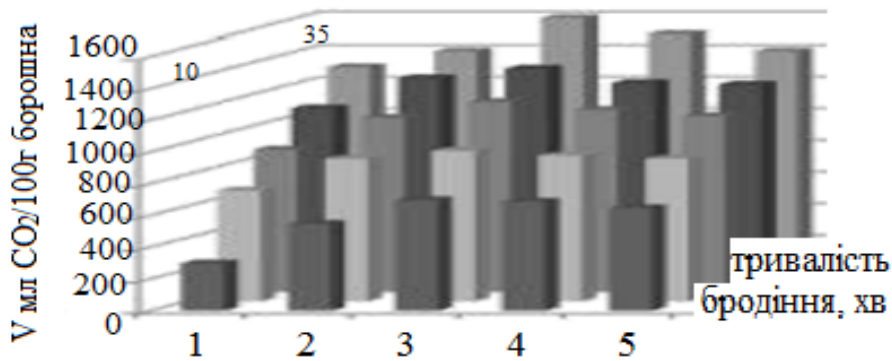


Рис.4.2. Динаміка газоутворення при додаванні соку буряка: 1 –контроль; 2 – 5% соку; 3 – 10% соку; 4 – 15% соку; 5 – 20% соку

Визначено, що протягом 35 хв бродіння у випадку використання соку 10% виділяється 1600 мл CO₂. Підвищення газотримуючої здатності в середньому на 19-23% в зразках у порівнянні з контролем, свідчить про підвищення інтенсивності процесу. При внесенні соку 15% виділяється 1400 мл CO₂, що значно менше рис.4.2. За результатами досліджень виявлено, що 10% соку найінтенсивніше проходить бродіння.

Отримані результати хімічного складу соку свідчать про універсальність та доцільність його використання в технології виробництва опари і продукції в цілому. Наявність органічних речовин в соці матиме позитивний вплив на процеси тістоутворення. Присутні речовини надають виробам приємного аромату, кольору і біологічну цінність.

4. 2. Визначення коефіцієнта неоднорідності

Структуровані системи як і тверді тіла володіють міцністю, що у визначених умовах дає їм можливість протидіяти зовнішнім впливам. Така структура опари створює сукупність її механічних властивостей, що в літературі прийнято називати структурно-механічними [1]. Під дією зовнішніх навантажень опара деформується, а саме тече. Розрізняють два основних види деформації розтяг(стиск) та зсув. Згідно другої аксіоми реології опара володіє всіма реологічними властивостями, основні з яких в'язкість та пружність. Ці властивості проявляються при зсувній деформації, тому вона вважається найбільш визначальною в наших дослідженнях.

Для визначення в'язкості та пружності рідкої опари ми використовували методи абсолютної реометрії, так як результати вимірювань виражені в абсолютних фізичних одиницях. В наших дослідженнях ми користувалися реометром з контролюючою швидкістю зсуву (CR-реометр), а саме ротаційним віскозиметром «Rheotest 2». Цей прилад має геометрію вимірювальної системи Серле, тобто нерухомий зовнішній циліндр та рухомий внутрішній [2].

В ході досліджень було проведено три основні групи дослідів, які відрізнялись тривалістю змішування, а саме: 2 хв., 4 хв. і 6 хв. Дані дослідів наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Вміст ключового компонента бурякового соку (в кг)

№	Змішування 2 хв.				Змішування 4 хв.				Змішування 6 хв.			
	X1	X2	X3	Xсер	X1	X2	X3	Xсер	X1	X2	X3	Xсер
1	0,24	0,52	0,25	0,34	0,65	0,13	0,77	0,52	0,65	0,78	0,56	0,66
2	0,6	0,56	0,56	1,68	1,05	0,85	1,05	0,98	0,59	0,53	0,72	0,61
3	1,3	0,25	0,49	0,68	0,23	1,04	0,68	0,65	0,62	0,79	0,67	0,69
4	0,75	0,54	0,67	0,65	0,17	0,65	0,97	0,6	0,67	1,02	0,97	0,89
5	0,83	0,25	0,43	0,5	0,91	0,96	0,38	0,75	0,47	0,43	0,36	0,42
6	0,25	1,03	0,5	0,59	1,12	0,79	0,24	0,72	0,7	0,86	0,85	0,8
7	0,46	1,42	1,57	1,15	0,6	0,32	0,99	0,64	0,53	0,37	0,56	0,49
8	0,57	0,42	0,17	0,39	0,27	0,26	0,97	0,5	0,77	0,23	0,3	0,43

Визначено коефіцієнт неоднорідності або варіації (відношення середнього квадратичного відхилення (S) до середньої арифметичної величини (x)), які розраховані для ключового компоненту за формулою:

$$v = (s/x) \cdot 100, \%$$

Якщо коефіцієнт варіації менше 3% - суміш “відмінної якості”; від 3% до 7,5% - суміш “доброї” якості; від 7,5 % до 15% - суміш “задовільної” якості; більше 15% - суміш незадовільної якості. При змішуванні тривалістю 2 хв. коефіцієнт варіації в дослідях становив: v= 1,39%; 4 хв. = 1,40%; 6 хв. =1,41%. В нашому випадку – суміш “відмінної” якості. Згідно оптимальний термін змішування компонентів становить 4 хв.

У результаті проведення дослідів із визначення залежності коефіцієнту варіації для соку від тривалості змішування було доведено, що ефективність даного процесу збільшується з часом.

4.3. Статистична обробка даних

На підставі результатів досліджень оптимізації процесу виготовлення рідкої опари з соку червоного буряка було прийнято наступні вхідні параметри

X_1 -вміст соку, %; X_2 -вміст води, %.

На рис. 4.3 подано параметричну модель процесу змішування опари з соком червоного буряка.



Рис. 4.3. Параметрична модель процесу змішування опари з соком червоного буряка

Основними вихідними критеріями оптимальності утворення системи було обрано показник газоутворюючої здатності борошна. Основою для проведення змішування опари із задами компонентами стали експериментальні дані отримані із залежності: $Y=f(X_1, X_2)$

(1)

В результаті експериментальної оцінки різних факторів приведені інтервали відповідних значень:

для фактору C_1 -5-25%,

для фактору C_6 -95-75%.

Кодування факторів проведено за виразом:

$$C_{1,4}=(t_i -t_0)/\lambda_1; \quad (2)$$

$$C_6=(\tau_i -\tau_0)/\lambda_2; \quad (3)$$

де t_i і τ_i – натуральні значення факторів;

t_0 і τ_0 - натуральні значення факторів на нульовому рівні

λ_1, λ_2 - натуральні значення інтервалу варіювання відповідного фактору, що визначаються виразом:

$$\lambda_1 = (N''_i -N'_i)/2$$

де N''_i і N'_i - натуральні значення вхідних параметрів відповідно верхнього і нижнього рівнів [].

Число ступенів свободи рівне $f=8$, тоді значення критерію Стьюдента $t=2.31$. В результаті перевірки значущості коефіцієнтів рівняння регресії, всі коефіцієнти відмінні від 1.31 ($b_1 = 1.31$).

Графічне зображення поверхні відгуку подано на рис. 3.4.

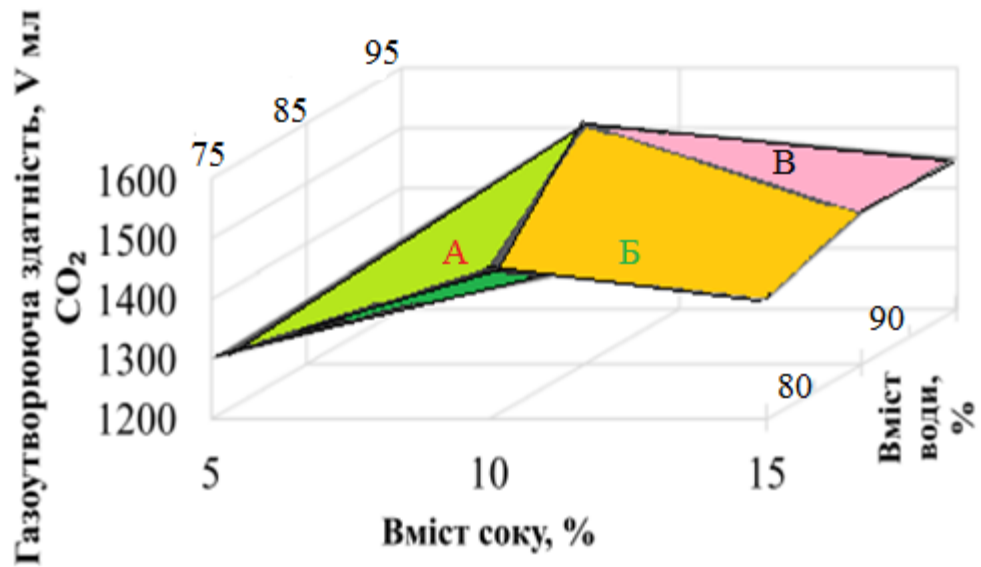


Рис. 4.4. Профілограма виготовлення борошняного виробу на основі вмісту соку в опарі

Із рис.4.4 досить чітко видно вплив соку в % відношенні до води. Так вміст соку до 10% має позитивний вплив на газоутворення, але цей вплив не є активним. Він має плавний та більш тривалий характер. Дільниця (площа) Б впливу на рис. 4.3. свідчить про межу активності дії соку і свій спад має вже на відношенні 15:80. Тому дільниця В чітко вказує на можливу межу крайнього використання у відношенні 8:92. При цьому час для її використання (формостійкість) в подальшому технологічному процесі є обмежений у порівнянні із дільницею Б.

Експериментально встановлені і математично розраховані значення відношення соку і води, що оптимізують при використанні у складанні принципової технологічної схеми виробництва борошняного виробу із використанням соку червоного буряка. Згідно розрахунків моделювання оптимальним є внесення 10-12% соку від маси води. Запропонована технологічна схема виробництва борошняної продукції на основі рідкої опари подана на рис.4.5.

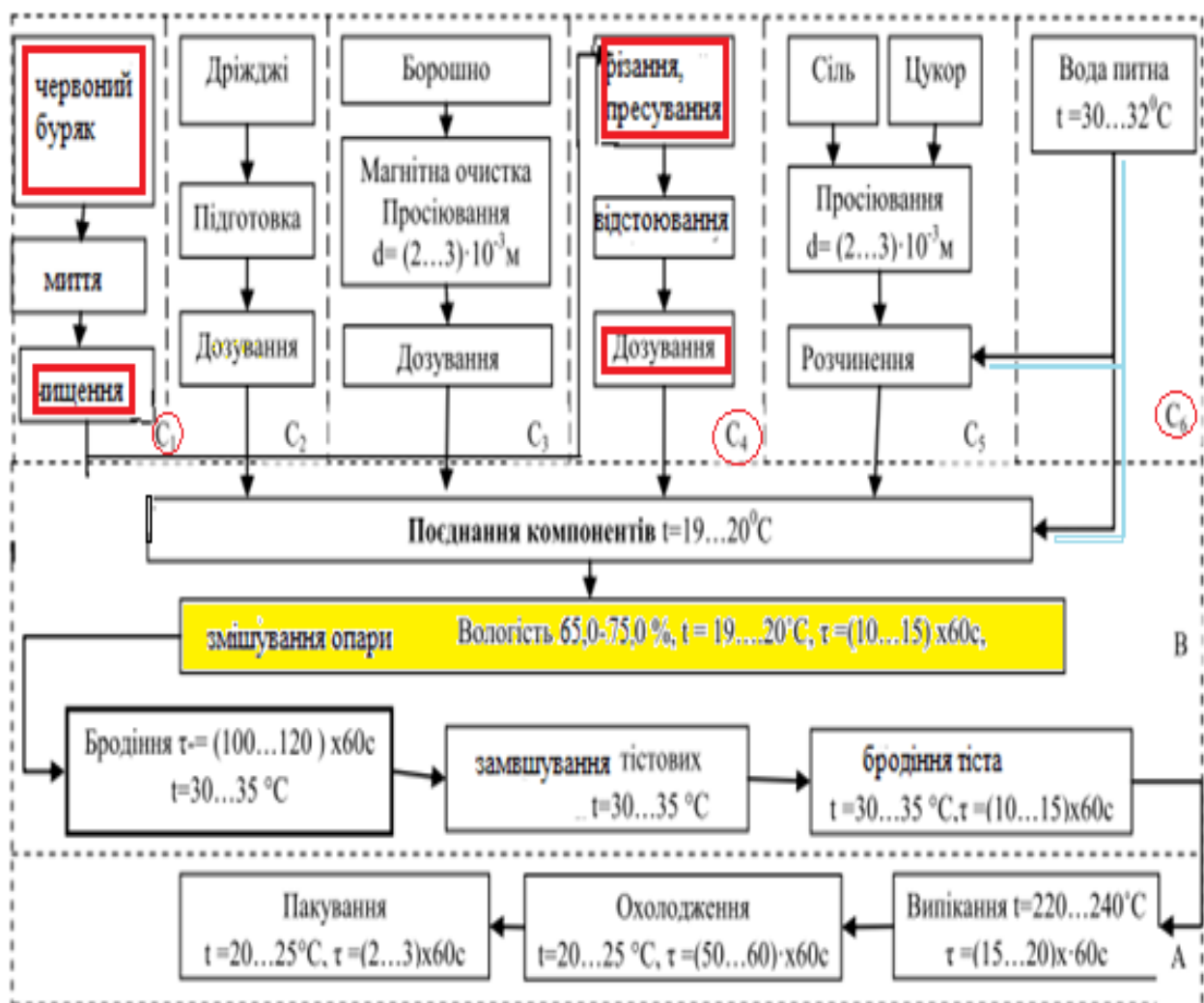


Рис.4.5. Технологічна схема виробництва борошняної продукції на основі рідкої опари

4.4. Реологічні властивості системи

Встановлено, що введення у рецептуру опари соку буряка ризводить до незначного збільшення початкового значення титрованої кислотності. При збільшенні дозування соку пропорційно зростає як початкова кислотність, так і кінцева. Наші отримані результати можна пояснити фізичними властивостями соку. При виготовленні тіста на даній опарі значення титрованої кислотності відчутно змінюється рис. 4.7. В даному випадку опара інтенсифікує мікробіологічні процеси тіста. Підвищення кислотності тіста на 10-15% у порівнянні з контролем прискорює процеси пентизації та набухання білкових речовин. Все це обумовлює скорочення процесу (тривалості) бродіння тіста (рис. 4.8).

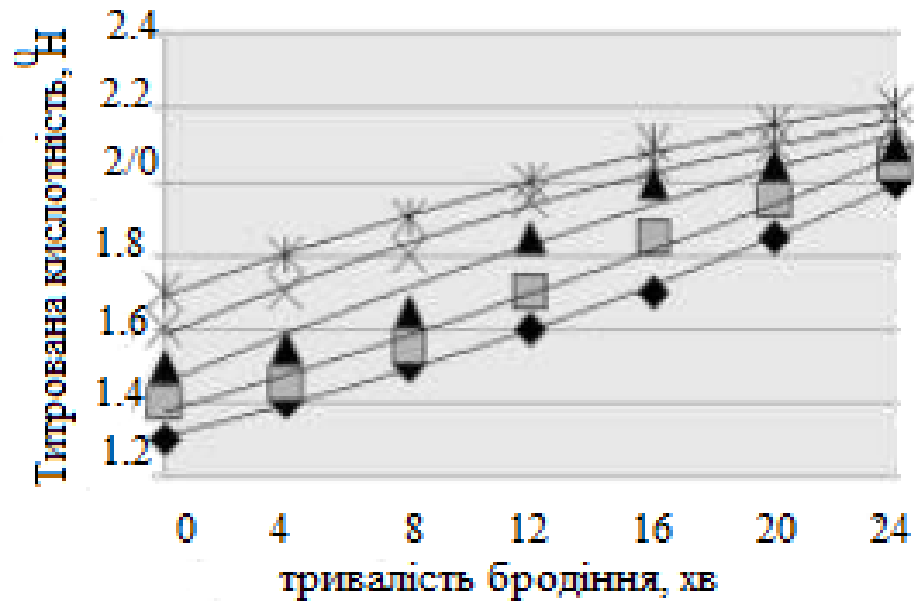


Рис.4.7. Зміна титрованої кислотності з часом:

◆-контроль; ■-5 % соку; ▲- 10% соку; ×-15% соку; ✱- 20% соку

Отже, опара із вмістом соку червоного буряка створює сприятливі умови для дріжджів. Цьому свідчить збільшення газоутворення в тісті та зниження показника підйомної сили. Найкращі показники опари і відповідно тіста були при внесенні соку 10%. В даному випадку є досить важливим ще значення структурно-мезанічні властивості.

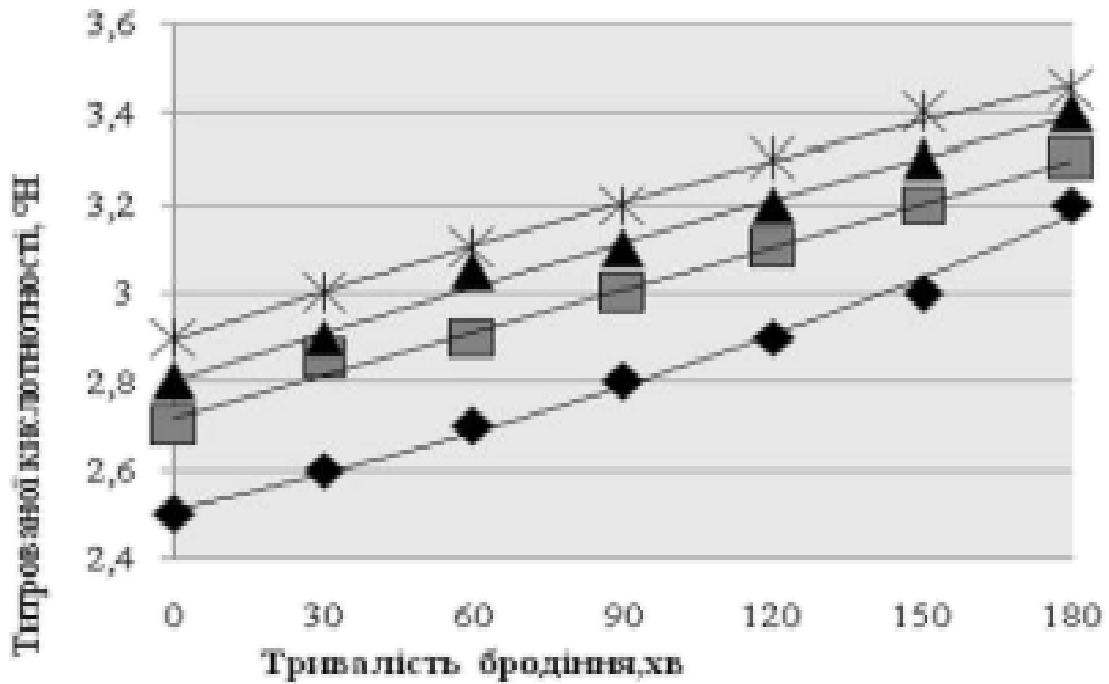


Рис. 4.7. Зміна титрованої кислотності в тісті з часом:

◆-контроль; ■ опара -5% соку; ▲- опара 10% соку; X- опара 15% соку; ✱- опара 20% соку

Із рис. 4.7 і 4.8 ми бачимо, що рідка опара містять менше борошна, але завдяки високій вологості та соку в ній інтенсивно відбуваються гідролітичні процеси. Це сприяє і обумовлює накопичення продуктів необхідних для живлення дріжджів і реакції меланоїдиноутворення. В таких умовах клітини дріжджів більш активні, краще накопичується їх біомаса, скорочуються затрати на бродіння.

Проте багато є публікацій, що внаслідок зброджування порівняно незначної кількості борошна і високої вологості опара не може забезпечити необхідної якості булочних і здобних виробів. Продукція, виготовлена на рідкій опарі по нашій технології має дещо виражені смак і аромат. Внесення в опару соку бoriaка сприяє підвищенню їх кислотності, прискоренню дозрівання опар і тіста. Цьому підтвердженню є випечений хліб (рис. 4.9).

Встановлено, що при внесенні соку буряка від 5 до 15% в модельних композиціях опари значення модуля пружності зростає відповідно з 0,5 до 14,6% у порівнянні з контролем, що свідчить про підвищення здатності напівфабрикату чинити опір пропорційно його деформації, тобто про зміцнення структури тіста (табл. 1).

Таблиця 4. 5. Структурно-механічні показники тістових композицій замішаних на опарі

Показник	Контроль	Найменування зразків			
		5%	10%	15%	
Модуль пружності, (Па)	49050,0	49445,6	50454,7	53110,2	Модуль
еластичності, (Па)	8378,6	8446,2	8618,6	9072,2	
Пластична в'язкість, $\text{Па}\cdot\text{с}\cdot 10^8$	7,06	7,12	7,27	7,65	

Значення модуля пружності із 5% соку не наближене до контролю (49050 Па) і становить 49445,6 Па та 50454,7 Па. У той же час показник модуля еластичності модельних опарних композицій підвищується при збільшенні соку з 0,8 до 18,7 %. Пластична в'язкість (η_0) характеризує властивість структурованої опари тексти без руйнування під дією постійного напруження.



Рис. 4.10. Фотографія виробу: загальний вигляд і структура

Підвищення пластичної в'язкості свідчить про збільшення опору, що перешкоджає переміщенню шарів відповідно текучого й пружного матеріалу.

Зміна напруження зсуву τ , в діапазоні температур 24...35⁰ С, а саме при її зростанні, зменшує коефіцієнт консистенції у межах 13,5 % та напруження зсуву зменшуються. Така сама тенденція відбувається зі структурною в'язкістю.

Необхідно відмітити той факт, що структурна в'язкість опари знижується, але в ній домінують тиксотропні властивості, що пояснюється зменшенням внутрішньо-молекулярної взаємодії. Це впливає на бродіння системи. Тому можна стверджувати, що при зростанні вологості суміші, напруження зсуву зменшуються.

Результат винотовлення готової продукції встановлює вплив соку на якість, де пористість дрібна, об'єм хліба мав відмінний показник. Із рис.3.10 досить чітко видно зміну окраски коринки на мякушки хліба. Смакові якості та запах мали своєрідну окраску. Тому ми вважаємо доцільно винотовляти хліб із використанням соку червоного буряка.

5. Оцінка економічної ефективності реалізації нової технології

Оцінювання ефективності наших рішень щодо використання овочевої добавки в приготуванні рідинної системи та впровадження у практичну діяльність розробленої технології для мініпекарень полягає у визначенні собівартості і ціни нової продукції. Крім цього в дослідженні ринку по перспективі її реалізації.

Собівартість полягає у її визначенні при врахуванні затрати на виробництво рідинної опари й реалізацію готового виробу за їх структурою [30].

Об'єктом розрахунку є опара за розробленою технологією (на буряковому соці); розрахунок проведено на 1000 кг продукції.

Для визначення собівартості продукції основаної на опарі, визначено витрати на сировину та матеріали. Вони становлять основу матеріальних витрат, а також враховано інші витрати, щодо виробництва та реалізації продукції. Витрати на сировину та матеріали для виробництва хліба пшеничного розраховано на основі витрат сировини на 1000 кг готової продукції у натуральному вимірі. Згідно цін на неї станом на серпень 2020 р.. Процес виробництва зліба є матеріаломістким, що зумовило використання витрат на додаткову сировину. Для розрахунку інших витрат виробництва та реалізації продукції ми не будемо враховувати. Врахування матеріальних витрат виробництва продукції визначено за даними щодо витрат на сировину та інших матеріальних витрат (40,0%), розрахованих за продукцією-контролем (табл.5.1)

Таблиця 5.1. Результат розрахунку цін на продукцію (дослідні зразки)

Сировина	ціна	Витрати сировини	вартість, тис. грн
Борошно	10.5	2.4	0.0253
дріжджі	5	0.2	0.001
вода	4.6	3.5	0.0161
червоний буряк (сік)	10	0.18	0.018
сіль	8	0.2	0.016
цукор	22	0.005	0.0011
всього			0.110

Інші витрати собівартості продукції визначено враховуючи структуру витрат виробництва хлібної продукції [30], розраховані на основі

матеріальних витрат за продукцію-контролем (табл. 5.2).

Таблиця 5.2. Витрати на виробництво продукції (дослідні зразки)

Елемент витрат	Структура витрат 10.82)*, %	хліб арна-удстуйий
		на рідкій опарі
Матеріальні витрати та витрати на оплату послуг, використані у виробництві	85,4	64,16
Амортизація	3,0	2,25
Витрати на оплату праці	9,4	7,06
Відрахування на соціальні заходи	2,0	1,50
Інші витрати	0,20	0,15
Разом	100,0	75,13

Для встановлення відпускної ціни на нову продукцію враховано собівартість та значення показників рентабельності мініпідприємства (рис.5.1).

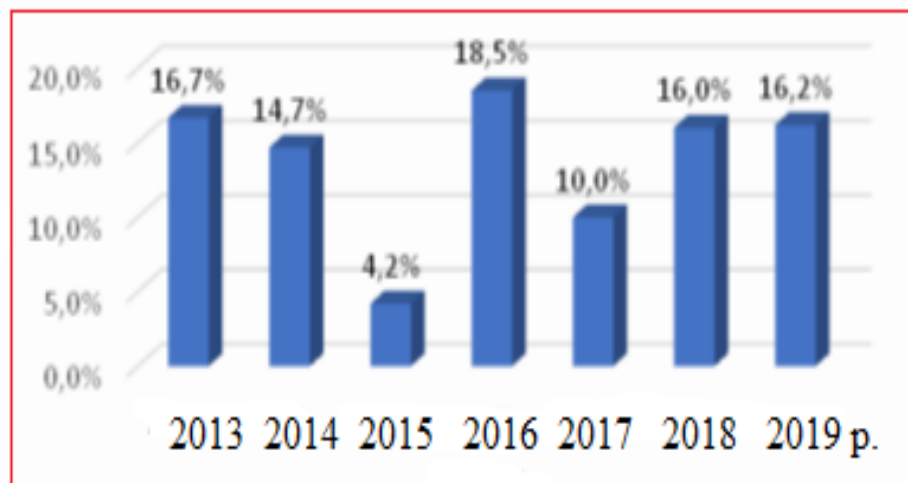


Рис. 5.1. Рентабельність виробництва продукції, % (складено за даними)

Рентабельність виробництва продукції приймаємо на рівні 16,0%. Розрахунок відпускної ціни на нову продукцію наведено у табл. 5.3.

Таблиця 5.3. Результат розрахунку цін на продукцію (дослідні зразки)

Показник	хліб на опарі з добавкою соку червоного буряка
Витрати, тис. грн	75.13
Прибуток, тис. грн	12.02
ПДВ, тис. грн	17.43
Ціна, тис. грн/1000кг	104.57
Ціна, грн/кг	34
Ціна, грн/шт	17

Результати розрахунку встановили, що ціна на розроблений хліб становить 94,5...116,55 тис. грн за 1000 кг, прибуток – 1,87...3,44 тис грн на 1000 кг. Вона дещо вища, ніж розрахункова ціна на хліб без добавки. Але нижча ніж реальна ціна на аналогічну хлібну продукцію, яка представлена на ринку Тернополя, що вказує на конкурентоспроможність.

За результатами оцінювання зроблено такі висновки. Впровадження розроблених технологій у виробництво не потребує додаткових витрат на перепідготовку персоналу. Водночас змінення сировинного набору зумовлює зростання оборотних коштів на формування запасу сировини.

Регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукції відсутні.

Виробництво нової продукції може бути організовано на діючому виробництві.

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6.1. Аналіз виробничого травматизму.

Рівень травматизму і профзахворювань на підприємствах залежить від рівня організації охорони праці та пожежної безпеки, а також стану трудової дисципліни. Значну роль у питаннях створення здорових і безпечних умов праці відіграє наявність коштів на підприємстві, призначених для охорони праці і професіоналізму працівників.

Розслідування травматизму, аварій і професійних захворювань на підприємствах, в установах і організаціях України проводиться згідно з «Положенням про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємстві в установах і організаціях» (ДНАОП 0-00-4.03 — 98). Отже, для зниження рівня виробничого травматизму у галузі необхідно по-перше впроваджувати організаційні заходи, а також намагатися покращити трудову і виробничу дисципліну

Основними напрямками по ліквідації виробничого травматизму є:

- підготовка спеціалістів по охороні праці і пожежонебезпеці, а також підвищення рівня знань по охороні праці у всіх інженерно-технічних працівників всіх посад;
- забезпечення робітників підприємства всіма діючими нормативними документами в галузі охорони праці і пожежній безпеці і забезпечення проведення трьохступеневого контролю за станом;
- утриманням обладнання, машин і установок, будівель, споруд у відповідності з діючими положеннями і виключенням випадків допуску до експлуатації несправного або не відповідаючого вимогам нормативних документів обладнання, машин, установок, будівель і споруд;
- підвищення якості навчання і інструктажу по техніці безпеки працівників, а також виключення випадків по техніці безпеки до роботи не проінструктованих працівників;
- забезпечення працівників ефективними засобами захисту у відповідності із специфікою виробничих процесів.

6.2. Заходи щодо техніки безпеки і промислової санітарії.

Планування приміщень, компонування технологічного обладнання, внутрішньоцеховий транспорт і обладнання прийняті відповідно до вимог категорій вибухонебезпечних процесів і класу приміщень.

Для створення безпечних і сприятливих умов праці передбачені наступні заходи: автоматичний контроль, автоматичне регулювання технологічних процесів.

Управління роботою лінії подачі борошна на виробництво здійснюється оператором з пульта управління.

Передбачене автоматичне включення звукової запобігливості сигналізації про роботу борошняних ліній.

Проектом передбачено система автоматизованого управління процесами прийому борошна в складські силоси, видачі її з силосів і транспортування у виробничі збірники.

Виробничі збірники забезпечені сигналізаторами рівня з виведенням сигналу на пульт. Запроектоване блокування механізмів лінії подачі борошна передбачає їх послідовне включення в порядку, зворотному надходженню муки. Це запобігає перевантаженню обладнання і зводить обслуговування тільки до спостереження за роботою механізмів і машин.

Подача стислого повітря до живильників аерозоль транспорту передує включенню живильників, що запобігає утворенню завалів борошна в борошняній лінії.

Пуск насосів, що подають рідкі інгредієнти, передбачений ручний, за допомогою кнопки управління, а відключення по досягненню верхнього рівня.

Для зважування борошна передбачені автоматичні зважуючі пристрої. Передбачена електроблокіровка обладнання комплексно-механізованих ліній, у якій у разі зупинки однієї з машин попередні зупиняються, а подальші продовжують працювати.

Передбачене блокування кришок і щитків, що прикривають частини машин, що обертаються, пристроєм для автоматичного виключення машини.

У проекті додержані передбачені нормами відстані між обладнанням, висоти робочих ліній, необхідні проходи в складі сировини і готовій продукції.

Установка обладнання і електродвигунів забезпечує легкий доступ до них для прибирання, очищення і миття. Всі машини закріплені на підмурках або основах щоб уникнути зміщення.

Безпека роботи персоналу забезпечується наявністю огорож всіх рухомих, електропровідних частин машин, що обертаються. Сходи і майданчик для обслуговування обладнання мають обгороджування.

Передбачається теплова ізоляція всіх апаратів і комунікацій, випромінюючих тепло. Температура поверхні ізоляції не перевищує 45° С.

Всі електропровідні установки, а також обладнання аерозольтранспортування борошна, трубопроводи борошна і стислого повітря заземлюються для відведення статистичної електрики. Для зручності роботи і правильної експлуатації внутрішніх інженерних мереж проектом передбачається забарвлення в різні попереджувальні кольори паропроводів, виробничих трубопроводів, трубопроводів аерозоль-транспортування борошна, водопроводу і інших комунікацій.

Трубопроводи пари забарвлюються в яскраво-червоний колір, трубопроводи - в зелений, продуктові технологічні трубопроводи – коричневий, борошнопроводи - в білий колір.

Передбачена аспірація автоматичних терезів для поліпшення санітарного стану приміщень і ліквідації пилу.

Очищення транспортуючого повітря від пилу передбачене фільтрами, що струшуються в складі БХМ і мішковими фільтрами у відділенні виробничих бункерів. Для антикорозійного захисту труб в проекті передбачено їх фарбування масляною фарбою за два рази, застосування безшовних труб, зварювання труб встик. Антикорозійний захист технологічного обладнання передбачений машинобудівними заводами при його виготовленні.

6.3. Аналіз основних шкідливих і небезпечних факторів.

Для виявлення наявності шкідливих і небезпечних чинників проаналізуємо роботу обладнання розміщеного в цеху по виробництву хліба на підприємстві “Хіта” в м. Київ. Умовні позначення шкідливих і небезпечних чинників нанесемо на спрощену апаратурно-технологічну схему.

В цеху працюють сім спеціалістів, що обслуговують лінію:

- оператор тістоподільної машини – 2 чол.;
- укладальник тістових заготовок на люльки вистійної шафи – 2 чол.;
- пекар – 1 чол.
- приймальник готової продукції – 1 чол.
- укладальник готової продукції – 1 чол.

Для прикладу розглянемо санітарні норми для наступних робочих місць: оператор тістоподільної машини, укладальник тістових заготовок на люльки вистійної шафи, пекар. Нормовані параметри мікроклімату встановлюються з урахуванням наявних теплонадлишків залежно від періоду року і категорії робіт за енерговитратами.

Допустимі норми мікроклімату подані в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1. Допустимі норми мікроклімату.

№ пор.	Професія	Категорія робіт за важкістю	Температура, °С на робочих місцях				Відносна вологість ф, %	Швидкість руху повітря, м/с
			Верхня границя		Нижня границя			
			постійних	непостійних	постійних	непостійних		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Оператор тістоподільної машини	Па	Холодна пора року				75	≤ 0,2
			24	25	22	20		
			Тепла пора року				60(при 27 °С)	0,1-0,3
			26	28	25	22		

1	2	3	4	5	6	7	8	9		
2	Укладальник тістових заготовок на люльки вистійної шафи	Па	Холодна пора року							
			25	26	22	20	75	≤ 0,3		
			Тепла пора року							
			26	28	25	22	65(при 26°С)	0,2-0,4		
3	Пекар	Іб	Холодна пора року							
			30	32	25	23	75	≤ 0,3		
			Тепла пора року							
			35	40	27	28	65(при 26°С)	0,2-0,4		

У виробничих приміщеннях передбачено вологе прибирання.

Основними нормативними документами при проектуванні вентиляційних виробничих та допоміжних приміщень є СНіП 1134-82 "Опалення, вентиляція та кондиціонування", СНіП 247-92 "Санітарні норми проектування промислових підприємств".

Для нормалізації повітря робочої зони в усіх приміщеннях передбачаються припливно-витяжні системи вентиляції. Примусовий приплив повітря в робочу зону має дорівнювати 75-80%.

Ці приміщення, які належать за вибухонебезпечністю до категорії В, проектується аварійна вентиляція з 8-кратним обміном повітря з урахуванням постійно діючої примусової вентиляції. Контроль мікроклімату рекомендовано проводити двічі на рік.

Допустимі норми шуму для вибраних професій подано в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2. Допустимі норми шуму.

№ п/п	Робочі місця	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами (Гц)									Рівень звуку, дБА
		31,5	63	125	250	50	100	200	400	800	
1	Оператор тістоподільної машини	103	99	92	86	83	80	78	76	74	70
2	Укладальник тістових заготовок на люльки вистійної шафи	100	95	90	84	79	78	75	74	72	70
3	Пекар	103	99	92	86	83	80	78	76	74	70

Заходи по боротьбі з шумом та вібраціями поділяють на організаційні і технічні.

Організаційні:

1. Виключення з технологічної схеми віброакустично активного обладнання;
2. Використання обладнання з мінімальними динамічними навантаженнями, правильний його монтаж;
3. Правильна експлуатація обладнання, своєчасне проведення профілактичних ремонтів;
4. Розміщення обладнання, що шумить, в окремих приміщеннях, відділення його звукоізолюючими перегородками;
5. Розташування шумних цехів у віддаленні від інших виробничих приміщень;
6. Застосування ЗІЗ від шуму.

До основних технічних міроприємств відносяться:

1. Звукоізоляція приводів з допомогою кожухів;
2. Використання шумозаглушуючих пристроїв на всосах і вихлопах вентиляційних систем і компресорів.

Ослаблення і ліквідація шуму досягається шляхом заміни ударних процесів і машин безударними, зміною конструкції вузлів, які створюють шум; заміна зворотньо-поступального руху деталей рівномірним обертовим; використання пластмас, текстоліту, гуми і інших матеріалів для виготовлення деталей обладнання.

Найбільш раціональним методом боротьби з шумом є зменшення його в джерелах виникнення. З цією метою приймаються наступні заходи:

- по можливості замінюються ударні взаємодії деталей на без ударні;
- звукоізоляція огорожувальних конструкцій;
- своєчасна заміна підшипників;
- змазка ударних деталей в'язкими рідинами.

6.4. Освітлення

В цеху по виробництву хлібобулочної продукції застосовується два види освітлення – природне (комбіноване) і штучне. Освітлення відповідає вимогам ДБН В2.5-10-2006.

Природне освітлення забезпечується через великі вікна, світлові ліхтарі. З часом через забрудненість і запиленість скла ефективність природного освітлення знижується до 25-35%. Також велике значення для природного освітлення мають чистота і кольорове оздоблення стін та стелі приміщення. Тому необхідно не рідше, як два рази на рік очищати скло і один раз на рік білити стіни і стелю.

Штучне освітлення утворюється штучними джерелами світла і розподіляється на робоче, аварійне та охоронне. Типи світильників вибрані у відповідності з характеристикою і призначенням приміщень. Розміщення світильників рівномірне по всій площині цеху. Очищення світильників повинен робити електрик 1 раз на місяць. Контроль за освітленістю потрібно проводити не рідше ніж один раз на три місяці. Включення загальної системи - централізоване. Штучне освітлення представлене люмінесцентними лампами, які встановлені поблизу робочих місць. Люмінесцентне освітлення цеху 200 лк. В цеху передбачено аварійне освітлення. Воно виконується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в цеху, а також для евакуації людей, у випадку вимикання робочого освітлення. На світильниках аварійного освітлення нанесено відрізняючий знак ПУЕ. Норма аварійного освітлення 75 лк.

Розрахунок штучного освітлення. Розрахувати штучне освітлення дільниці цеху по виробництву хлібобулочної продукції (булочок). Приміщення дільниці цеху має наступні розміри: $L = 100$ м, $B = 80$ м, $H = 8$ м. Згідно СНиП II-4-79 для розряду зорових робіт штучне освітлення повинне складати $E = 200$ лк. Приймаємо люмінесцентні лампи потужністю $P = 80$ Вт і світильники типу ПВЛМ. Визначаємо необхідну кількість ламп (в шт.): $N = E \cdot K_3 \cdot S_p \cdot Z / F \cdot \eta$, де E - задана мінімальна освітленість, лк; K_3 - коефіцієнт запасу; S_p - освітлювальна площа

, м²; Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення (приймаємо 1,1 - 1,2); Φ - світловий потік лампи , лм; η - коефіцієнт використання світлового потоку, який визначається по світлотехнічних таблицях

$$N = E K_3 S_{п} Z / F \eta = 200 \cdot 1,5 \cdot 8000 \cdot 1,1 / 3980 \cdot 0,85 = 780$$

При розрахунку прийнято E = 200 лк; K₃ = 1,5; S_п = 8000 м²; Z = 1,15; F = 3980 лм; η = 0,85 .

Так як в кожному світильнику ПВЛМ розташовані 2 люмінесцентні лампи, потрібна кількість світильників буде 390. Світильники розташовуємо рівномірно по приміщенню в 30 рядів по 13 шт. в ряду.

6.5 Пропозиції по покращенню умов праці.

1. Покращити систему вентиляції у виробничому цеху.
2. Придбати засоби захисту від шуму і вібрації.
3. Провести реконструкцію компресорної з метою безпечної праці.
4. Розширити та виконати ремонт в побутових приміщеннях.
5. Слідкувати за станом працівників шляхом обов'язкових медичних оглядів.
6. Удосконалити систему сигналізації у надзвичайних випадках.
7. Провести утеплення вікон для створення оптимальних метеорологічних умов.

Модернізація просіювача на лінії виробництва хліба українського має значні переваги в екологічному напрямі, так як зменшується кількість витрачених енергоресурсів, що дозволяє раціонально використовувати природні ресурси, які є обмеженими на Землі, зменшаться викиди забруднюючих речовин в атмосферу, зменшаться стоки забруднюючих речовин в атмосферу, зменшаться стоки забруднюючих речовин у водойми, покращиться якість продукції та зросте продуктивність праці. Для зменшення негативного впливу підприємства на навколишнє середовище пропонується провести наступний комплекс заходів:

- Проведення наладки пилоочисного обладнання підвищить ефективність очистки, що відповідно приведе до зменшення викидів пилу (пил зерна);
- Систематичний контроль за режимами горіння в печах дозволить зменшити витрати природного газу і викиди в атмосферу оксню вуглецю та діоксиду азоту;

6.6. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Розроблення заходів захисту роботи від повеней

Гідрологічні небезпечні явища включають; високі рівні води (повені), дощові паводки, затори і зажери, дію нагонного вітру тощо. Повінь - тимчасове затоплення значної частини суші водою в результаті піднімання рівня води у річці, озері або морі.

Залежно від причин повені природного характеру поділяють на:

- Повені, зумовлені випаданням сильних опадів або інтенсивним таненням снігу (льодовиків) у її басейні річки.

- Повені, що виникають внаслідок поєднання паводкових вод з льодоходом. Льодохід часто супроводжується заторами (нагромадження льоду в руслі ріки) або зажерами (скупчення внутрішньо водного льоду, який утворює льодяну пробку), що зумовлюють додатковий підйом води і затоплення нових територій. У разі прориву водою перешкоди може утворитися навальна хвиля, що створює небезпеку затоплення території, розташованої нижче за течією. Затори найчастіше утворюються на ріках, що течуть із півдня на північ, оскільки південні ділянки ріки звільняються від льоду раніше, ніж північні, і льодохід, що розпочався, зустрічає на своєму шляху перешкоду у вигляді льодоставу. Зажери утворюються у передльодоставний період і, за наявності незамерзаючих ділянок ріки, протягом зими.

- Повені, що виникають під дією нагонного вітру. Вони спостерігаються на морських узбережжях і на гирлових ділянках рік, що впадають у море. Нагонне повітря затримує воду в гирлі, внаслідок чого підвищується її рівень у річці. Повені такого типу спостерігались у дельті Неві, в Голландії, Англії, Німеччині та в інших регіонах земної кулі. Класичним прикладом такого типу повеней є повені в Санкт-Петербурзі (за час існування міста їх було понад 300). Найбільші повені на Неві були зафіксовані у 1824 і 1924 рр. За своїми наслідками вони наближалися до найбільших паводкових повеней і цунамі.

- Підтоплення. Причинами підтоплення є підвищення рівня ґрунтових вод унаслідок сильних опадів і несправності дренажних систем. Однією з причин підтоплення земель є гідротехнічне будівництво, що може призвести до перерозподілу річкового стоку та перекриття природних шляхів дренажу ґрунтових вод.

- Гідрологічне стихійне лихо викликане цунамі теж розглядається як різновид повеней, хоч і має причини тектонічного характеру.

Спеціалісти вважають, що людям загрожує небезпека, коли шар води досягає 1 м, а швидкість потоку перевищує 1 м/с. Підйом води на 3 м призводить до руйнування будівель та споруд.

В Україні повені є найпоширенішим стихійним лихом.

Дії під час повені на підприємстві.

Коли є загроза повені, на підприємстві при необхідності зупиняється робота деяких підрозділів, цехів, відділів, а в окремих випадках і всього підприємства. У підрозділах, які тимчасово припинили роботу, виключають електроенергію, припиняють подачу пари, газу, води.

На об'єктах організують цілодобове чергування відповідальних посадових осіб, спеціалістів аварійно-технічної служби. Для захисту від затоплення населених пунктів, господарських будівель, виробничих приміщень споруджують найпростіші

захисні гідротехнічні споруди: земляні насипи, загати, греблі. Крім цього, потрібно організувати спостереження за такими спорудами. Поблизу них, на випадок просочування води, розміщують аварійні матеріали для закриття проривів і для нарощування дамб.

Розміри людських та матеріальних втрат під час повені залежить від характеру і масштабів повені, щільності населення на території, що затоплюється, відстані населених пунктів від джерела повені, характеру забудови, вартості матеріальних цінностей, розміщених на території затоплення, наявності захисних споруд, екологічно небезпечних об'єктів, пори року і доби тощо.

Важливими умовами ефективного проведення рятувальних робіт під час повені є прогнозування можливого часу виникнення і масштабів повеней, своєчасність оповіщення населення і його евакуації, організація пошуку людей на затопленій території, чіткість проведення аварійно-рятувальних робіт, кількість рятувальних загонів їх забезпеченість спеціальними засобами та технікою і підготовленість особового складу цих формувань, своєчасність і якість надання медичної допомоги потерпілим, організація чіткої взаємодії між органами охорони здоров'я, рятувальними та іншими формуваннями, що беруть участь у ліквідації наслідків повені та наданні першої медичної допомоги потерпілим.

В умовах великого міста у разі катастрофічної повені питома вага потерпілого населення, яке потребує екстреної медичної допомоги (у % від чисельності населення), буде коливатися у теплий період року вдень від 0,02% до 2,7%, уночі - від 0,06% до 4,5%; у холодний період року - від 0,04% до 4,3% удень і до 0,08%-5,7% уночі.

При безпосередній загрозі затоплення рішенням начальника ЦО району (об'єкта) приводиться в готовність пункт управління, на якому організують чергування відповідальних посадових осіб, уточнюють завдання штабу, служб і формувань цивільної оборони.

Із виникненням загрози затоплення організують термінову евакуацію населення та матеріальних цінностей. Населенню повідомляють місця розгортання збірних евакуаційних пунктів, строки прибуття на пункти, маршрути евакуації.

Пошук людей на затопленій території та евакуацію здійснюють формування цивільної оборони, населення і, при можливості, військові підрозділи. Для цього залучаються всі плавзасоби (боти, баржі, катери, човни) тощо, можна використати підручні засоби (колоди, дошки, бочки) і спорудити плоти, переправляти людей дозволяється і у позначеному броді глибиною не більше 1 м.

Після того, як вода спала приступають до ліквідації наслідків затоплення, повені. Ці роботи передбачають: відведення води із затоплених місць та їх осушення; завалювання і прибирання напівзруйнованих споруд, які не підлягають відновленню; відкачування води із підвальних та інших приміщень; ремонт пошкоджених водою будівель, комунально-енергетичної мережі, доріг, мостів та інших споруд; очищення затоплених ділянок,

сільськогосподарських земель, угідь, території тваринницьких ферм, сільських вулиць, дворів та ін.

Висновки

В даному розділі розглянута класифікація гідрологічних небезпечних явищ. Також складений порядок дій під час повеней на підприємстві.

ВИСНОВКИ

1. Аналітичний огляд літератури та узагальнення науково-технічної інформації з досліджуваної тематики дозволили визначити перспективність застосування червоного буряка в технології пиготування рідкої пшеничної опари.

2. Сік червоного буряка характеризується якісним хімічним складом.

До складу соку входять вітаміни, фенольні сполуки. Він характеризується впливом на ступінь дисперсності та притаманна висока спроможність до стійкості за умов підвищення температури. Це дало підставу замінювати в рецептурі опари вміст соку.

3. Опара характеризується нижчими показниками протеолітичної активності, гідратаційною здатністю, і разом з тим присушній зміцнювальний ефект, який проявляється у певних змінах фізичних та структурно-механічних властивостей опари та тіста.

4. Внесення соку червоного буряка у кількості до 15,0% від загальної маси води розробленої рецептури для пшеничної рідкої опари сприяє покращенню стійкості емульсії та її структурно-механічним властивостям.

5. Результати оптимізації дозволили розробити рецептуру опари використанням соку червоного буряка та технологію її приготування, яка відрізняється тим, що на стадії отримання емульсії додатково вноситься сік. Розроблена опара суттєво збагачується вітаміном Е (майже в 2 рази) і мінеральними речовинами (Mg, Mn, Fe).

6. Економічний ефект від впровадження результатів роботи складає 1,07 тис. грн на кожні 1000 кг реалізованого хліба. залежно від рецептури.

Список використаних джерел

1. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. - К.: Логос, - 2002. - С. 265-272, 320-323.
2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. - М.: Профессия. - 2002. - С. 326-344.
3. Ресурс: <https://learningapps.org/watch?v=ptui21w3c17>
3. Зимон А.Д., Евтушенко А.М., Крашенинникова И.Г. Физическая и коллоидная химия – М., МГУТУ, 2004. – 51 с.
4. Letang, C., Piau, M., Verdier, C., (1999), Characterization of wheat flour-water doughs, *Journal of Food Engineering*, No. 41, pp. 121-132.
5. Imeson, A. (2010), *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*, Wiley-Blackwell, 368 p.
6. Shewry, P.R., Popineau, Y., Lafiandra, D. and Belton, P. (2001) Wheat glutenin subunits and dough elasticity: findings of the EUROWHEAT project, *Trends Food Sci Tech*, 11, 433–441
7. Bloksma, A. H. (1990). Dough structure, dough rheology, and baking quality. *Cereal Foods World*, 35(2), 237–244.
8. Delcour, J.A. and Hosene, R.C. (2010) *Principles of Cereal Science and Technology*, Third Edition
9. Талабан А.Г. Технология и организация хлебопекарного производства: курс лекций / А.Г. Талабан; КТИПП. – Кемерово, 2005. – 100 с.
10. Gras, P. W., Carpenter, H. C. and Anderssen, R. S. (2000) Modelling the developmental rheology of flour dough using extension tests, *J Cereal Sci.* 31, 1–13
11. Cauvain, S.P. (2012), *Breadmaking*, Woodhead Publishing. Series in Food Science, Cornwall, 802 p.
- Goral'chuk, A. B., Pyvovarov, P. P., Grynchenko, O. O. та in. (2006). *Reologichni metody doslidzhennja syrovyny i harchovyh produktiv ta avtomatyzacija rozrahunkiv reologichnyh harakterystyk: navch. posib.* Harkiv: Harkiv. derzh. un-t harchuvannja ta torgivli (in Ukrainian).
12. Zdobnov, A. I., Cyganenko, V. A., & Peresichnyj, M. I. (1998). *Sbornik receptur bljud i kulinarnyh izdelij dlja predpriyatij obshhestvennogo pitaniya.* К., А.С.К. (in Russian).
13. Дробот В.І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві. – К.: Кондор, 2010 – 440 с.
14. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., КАПУСТЕНКО П.О., АРСЕНЬЄВА О.П., ОРЛОВА Є.І. *Харчові технології у прикладах і задачах: Підручник.* – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 576 с.

15. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учеб. для вузов. – 7-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.

16. Доломакін, Ю.Ю. Реологічні моделі харчових суспензій / Ю.Ю. Доломакін, І.Г. Бабанов, І.В. Житнецький // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнародна науково-практична конференція, 19 травня 2016 р., м. Харків / Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків: ХДУХТ, 2016. – Ч. 1, С. 278-280

17. Goral'chuk, A. B., Ryvovarov, P. P., Grynchenko, O. O. ta in. (2006). Reologichni metody doslidzhennja syrovyny i harchovyh produktiv ta avtomatyzacija rozrahunkiv reologichnyh harakterystyk: navch. posib. Harkiv: Harkiv. derzh. un-t harchuvannja ta torgivli (in Ukrainian).

18. Zdobnov, A. I., Cyganenko, V. A., & Peresichnyj, M. I. (1998). Sbornik receptur bljud i kulinarnyh izdelij dlja predprijatij obshhestvennogo pitaniya. K., A.S.K. (in Russian).

19. Igor Yaroslavovych Stadnyk, Juilia Pankiv, Petro Havrylko, Halina Karpyk

RESEARCHING OF THE CONCENTRATION DISTRIBUTION OF SOLUBLE LAYERS WHEN MIXED IN THE WEIGHT CONDITION // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* vol. 13, 2019, no. 1, p. 581-592 (скопус) <https://doi.org/10.5219/1129> CC BY 3.0 ISSN 1337-0960 (online)

20. Igor Stadnyk, Tetiana Hushtan, Ganna Sabadosh, Yana Yevchuk

FORMATION OF MICROBIAL BIOFILMS ON STAINLESS STEEL WITH

DIFFERENT SURFACE ROUGHNESS//*Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* vol. 13, 2019, no. 1, p. 915-924; <https://doi.org/10.5219/1190>

ДОДАТКИ

Додаток А

Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів

«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль 24-25 листопада 2021 року

УДК 664.643.1

І.Я. Стадник, докт. техн. наук, проф., Л.В. Васишин, С.В. Шашевський
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ДОДАТКОВИХ КОМПОНЕНТІВ НА ПРОЦЕС БРОДІННЯ ОПАР

I.Ya. Stadnyk, Dr., Prof., L.V. Basulushen, S.B. Stachevskiy **INFLUENCE OF ADDITIONAL COMPONENTS ON THE FERMENTATION PROCESS** **OF OPAL**

Виробництво масових сортів хліба з пшеничного борошна рекомендують готувати тісто на рідких солоних опарах. Рідкі опари добре консервуються до температури 10...14 °С. Черствіння виробів приготовлених на рідких опарах сповільнюється.

Рідка опара представляє собою дисперсну систему. Вона утворює структуру, де основа є просторовий каркас із перервної дисперсної фази борошна. В даному випадку неперервним дисперсійним середовищем виступає вода.

На стадії бродіння опари в ній відбуваються глибокі зміни у вуглеводно-амілазному та білково-протеїназному комплексах борошна. Внаслідок цього опара набуває пластичності, в'язкості, еластичності та пружності. Одночасно проходить накопичення різних ферментних речовин, кислотності. Тому основними процесами виступає спиртове та молочно-кисле бродіння. В результаті проходить розпушування опари з наданням їй відповідної кислотності. Інтенсивність бродіння визначається за кількістю вуглекислого газу виділеного за період бродіння та інтенсивністю змішування компонентів.

Газоутворююча здатність залежить від вмісту цукрів, стану крохмалю та активності амілолітичних ферментів. Так сік червоного буряка (фолієва кислота, група вітамінів) здатен впливати на хід технологічного процесу дозрівання опари.

Дослідження проводили за стандартною методикою. Сік буряка вносили в кількості 5,10,15 % від розрахункової маси води. У якості контролю використовували опару пшеничну. За результатами досліджень виявлено, що 10% соку найінтенсивніше проходить бродіння. При внесенні соку 15% виділяється 1400 мл CO₂, що значно менше рис. 1



Рисунок 1. Бродіння опари.

Отримані результати хімічного складу соку свідчать про універсальність та доцільність його використання в технології виробництва опари і продукції в цілому. Наявність органічних речовин в соці матиме позитивний вплив на процеси тістоутворення. Присутні речовини надають виробам приємного аромату, біологічну цінність.

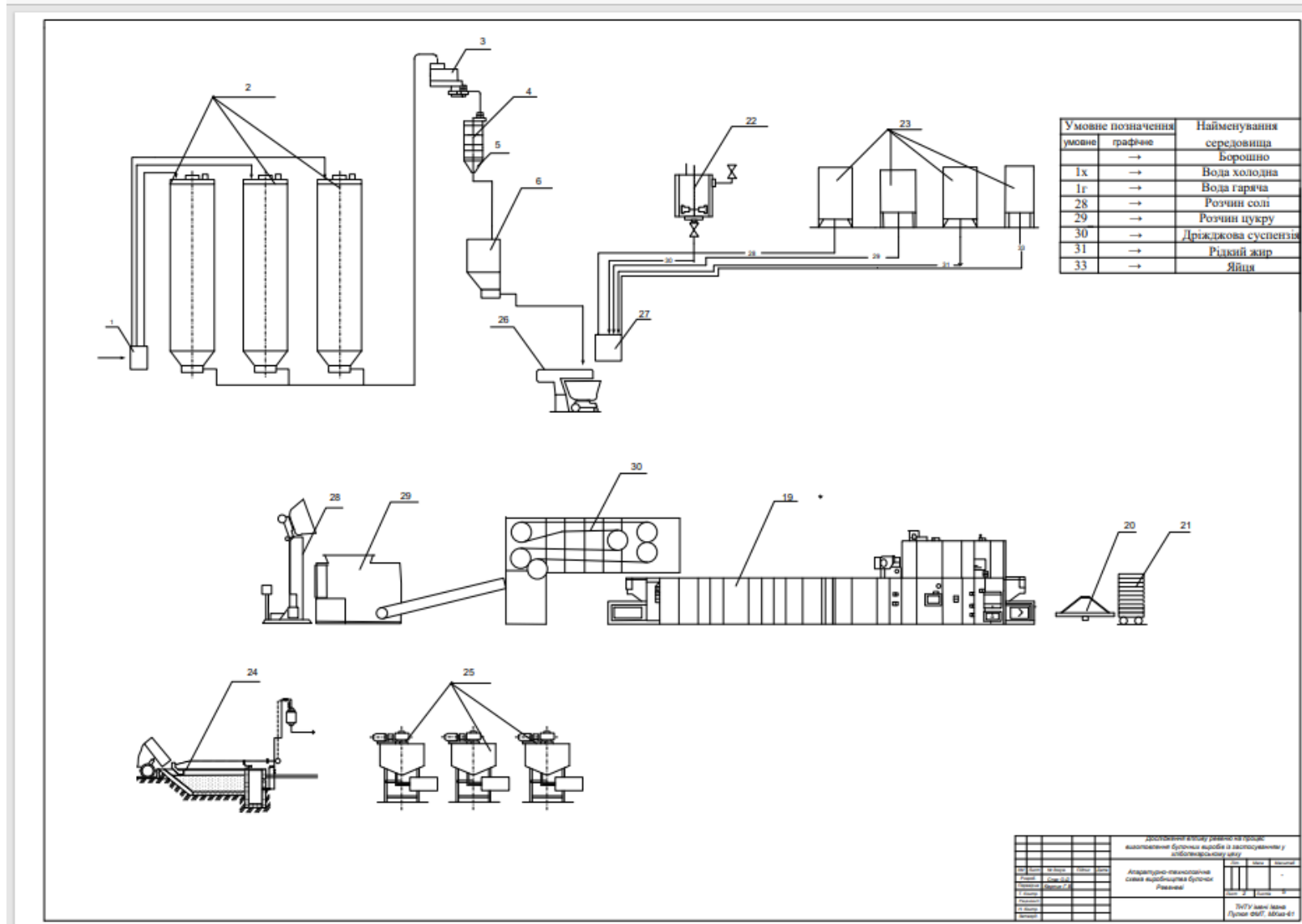
На підставі результатів досліджень оптимізації процесу виготовлення рідкої опари з соку червоного буряка було прийнято наступні вхідні параметри

X₁-вміст соку, %; X₂-вміст води,%. В результаті математичної обробки експериментальних даних на компютері, одержано слідуєщу регресійну залежність для замішування опари з соком червоного буряка:

$$Y=1287.92- 62,92X_1 + 37.08X_2-12.08X_1 X_2$$

Додаток В

Апаратурно-технологічна схема виробництва



Специфікація основного технологічного обладнання

№	Обладнання	Тип або марка	Кількість
1	2	3	4
1	Приймальний щиток		1
2	Силос борошняний	ХЕ-160	7
3	Просіювач	ПБ-1,5	2
4	Проміжний бункер		2
5	Автоматичні ваги	ДПМ-100	2
6	Виробничий силос	ХЕ-63В-2,90	3
7	Бродильний апарат тістоприготувального агрегату	И8-ХАГ-6	1
24	Солерозчинник		1
8	Дозатор опари		1
9	Дозувальна станція	ВНИИХП-0-3	1
10	Тістомісильна машина для опари		1
11	Тістомісильна машина для тіста		1
12	Транспортерна труба		1
13	Бункер тістоподільника		1
14	Тістоподільник	А2-ХПО/5	1
15	Тістоокруглювальна машина		1
16	Стрічковий конвеєр		2
17	Тістозакатувальна машина	ХТЗ-1	1
18	Шафа розстійна	Т1-ХР-2А-72	1
19	Піч тунельна	ТУ 14Х2	2
20	Циркуляційний стіл	СЦМ	2
21	Вагонетки для зберігання хліба	ВЛ-14	167
22	Проміжний бачок для дріжджової суспензії		2
23	Проміжні ємкості для розчинів		7
24	Солерозчинник	Т1-ХСБ	1

25	Жиророзчинник	АРЖ-М	2
26	Тістомісильна машина періодичної дії		1
27	Дозатор рідких компонентів	ВНИИХП-0-4	1
28	Діжеперекидач		1
29	Ділильно-округлювальний агрегат	А2-ХЛ1-С9	1
30	Вистійна шафа	А2-ХЛМ	1