

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)  
Харчової біотехнології і хімії  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Удосконалення технології цільнозернової грінки та  
впровадження її у хлібопекарському цеху*

Виконала: студентка II курсу, групи МХмд-61  
спеціальності \_\_\_\_\_

**181 Харчові технології**

(шифр і назва спеціальності)

|                   |          |                        |
|-------------------|----------|------------------------|
|                   | _____    | <b>Попіль Л.Б.</b>     |
|                   | (підпис) | (прізвище та ініціали) |
| Керівник          | _____    | <b>Карпик Г.В.</b>     |
|                   | (підпис) | (прізвище та ініціали) |
| Нормоконтроль     | _____    | <b>Кухтин М.Д.</b>     |
|                   | (підпис) | (прізвище та ініціали) |
| Завідувач кафедри | _____    | <b>Кухтин М.Д.</b>     |
|                   | (підпис) | (прізвище та ініціали) |
| Рецензент         | _____    | <b>Деркач А.В.</b>     |
|                   | (підпис) | (прізвище та ініціали) |

Тернопіль 2025

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_  
(підпис)  
«      »  
2025 р.

Микола КУХТИН  
\_\_\_\_\_  
(ім'я, прізвище)

Аркуші науково-дослідної роботи (2-3 шт)

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ                                            | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                                                   |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| Науково-дослідна частина                          |                                           |                |                  |
| Техніко-економічне обґрунтування                  |                                           |                |                  |
| Проектно-технологічна частина                     |                                           |                |                  |
| Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях |                                           |                |                  |
|                                                   |                                           |                |                  |
|                                                   |                                           |                |                  |

7. Дата видачі завдання 10 листопада 2025 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів роботи                                                                                                                            | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1     | <b>Вступ</b>                                                                                                                                   | 17.11.2025                     |          |
| 2     | <b>Науково-дослідна частина</b>                                                                                                                | 17.11-25.11.2025               |          |
|       | Аналітичний огляд літературних джерел                                                                                                          | 17.11-19.11.2025               |          |
|       | Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження                                                                                                    | 20.11.2025                     |          |
|       | Результати дослідження                                                                                                                         | 21.11-25.11.2025               |          |
| 3     | <b>Техніко-економічне обґрунтування</b>                                                                                                        | 26.11-27.11.2025               |          |
| 4     | <b>Проектно-технологічна частина</b>                                                                                                           | 28.11-7.12.2025                |          |
|       | Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту                                                                                | 28.11-1.12.2025                |          |
|       | Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва                                                                            | 2.12-4.12.2025                 |          |
|       | Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту                                                                    | 5.12-7.12.2025                 |          |
| 5     | <b>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</b>                                                                                       | 8.12-10.12.2025                |          |
|       | Охорона праці                                                                                                                                  | 8.12-9.12.2025                 |          |
|       | Безпека в надзвичайних ситуаціях                                                                                                               | 9.12-10.12.2025                |          |
| 6     | Оформлення анотації, загальних висновків та списку використаних літературних джерел. Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. | 10.12.2025                     |          |
| 7     | Оформлення графічної частини                                                                                                                   | 11.12-14.12.2025               |          |
| 8     | Подача роботи для перевірки на плагіат                                                                                                         | до 15.12.2025                  |          |
| 9     | Отримання відгуку керівника та рецензії на роботу; підготовка та проходження попереднього захисту на кафедрі                                   | 15.12-21.12.2025               |          |

Студентка

(підпис)

**Лілія ПОПІЛЬ**

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

**Галина КАРПИК**

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

У роботі досліджено технологічні особливості виробництва сухарних виробів із цільнозернового борошна з метою підвищення їх якості та споживчих властивостей. Актуальність роботи зумовлена зростанням попиту на цільнозернові продукти та необхідністю удосконалення технологій їх виробництва в умовах хлібопекарських підприємств.

У ході досліджень встановлено оптимальну вологість тіста на рівні 44,5 %, що сприяє зменшенню жорсткості м'якушки, покращенню формостійкості та підвищенню здатності сухарних виробів до набухання. Додавання жиру до рецептури забезпечує підвищення крихкості готових грінок та покращення їх текстурних характеристик.

Практичне значення роботи полягає в удосконаленні технології виробництва цільнозернових грінок та можливості її впровадження у хлібопекарському цеху з метою розширення асортименту та підвищення якості сухарних виробів.

**Ключові слова:** сухарні вироби, цільнозернове борошно, цільнозернові грінки, опарний спосіб, крихкість.

## ANOTATION

The work examines the technological features of the production of bread products from whole grain flour with the aim of improving their quality and consumer properties. The urgency of the work is due to the growing demand for whole grain products and the need to improve their production technologies in the conditions of bakery enterprises.

In the course of research, the optimal moisture content of the dough was established at the level of 44.5%, which contributes to the reduction of the hardness of the pulp, the improvement of dimensional stability and the increase of the swelling ability of cracker products. Adding fat to the recipe increases the fragility of ready-made croutons and improves their textural characteristics.

The practical significance of the work lies in the improvement of the production technology of whole grain croutons and the possibility of its implementation in the bakery shop in order to expand the range and improve the quality of bread products.

**Key words:** baked goods, whole grain flour, whole grain croutons, steaming method, fragility.

## ЗМІСТ

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                   | 8  |
| 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....                                                              | 9  |
| 1.1 Аналітичний огляд літературних джерел.....                                               | 9  |
| 1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження.....                                         | 17 |
| 1.3 Результати досліджень.....                                                               | 17 |
| 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....                                                      | 25 |
| 2.1 Характеристика місця розташування.....                                                   | 25 |
| 2.2 Характеристика сировинної зони.....                                                      | 27 |
| 2.3 Обґрунтування асортименту продукції.....                                                 | 28 |
| 2.4 Характеристика каналів реалізації.....                                                   | 31 |
| 3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....                                                         | 32 |
| 3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту                          | 32 |
| 3.1.1 Вихідні дані.....                                                                      | 32 |
| 3.1.2 Розрахунок продуктивності печей.....                                                   | 33 |
| 3.1.3 Розрахунок пофазних рецептур.....                                                      | 35 |
| 3.1.4 Розрахунок виходу виробів.....                                                         | 40 |
| 3.1.5 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів                        | 47 |
| 3.1.6 Розрахунок витрат сировини .....                                                       | 51 |
| 3.1.7 Розрахунок площ приміщень для забезпечення виробництва .....                           | 53 |
| 3.1.8 Розрахунок та підбір технологічного обладнання.....                                    | 54 |
| 3.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва.....                 | 61 |
| 3.2.1 Вимоги до якості сировини та готових продуктів.....                                    | 61 |
| 3.2.2 Опис технологічного процесу виробництва.....                                           | 64 |
| 3.3 Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроєктованого асортименту..... | 68 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ                                                    |    |

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| СИТУАЦІЯХ.....                            | 70 |
| 4.1 Охорона праці.....                    | 70 |
| 4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях..... | 75 |
| ВИСНОВКИ.....                             | 80 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....                     | 81 |
| ДОДАТКИ.....                              | 84 |

## ВСТУП

Раціональне харчування є одним із ключових чинників збереження та зміцнення здоров'я населення, підвищення працездатності та профілактики неінфекційних захворювань. У сучасних умовах зростання рівня хронічних хвороб, пов'язаних із порушенням обміну речовин, серцево-судинними патологіями та захворюваннями травної системи, особливої актуальності набуває питання якості та харчової цінності продуктів щоденного споживання. Одним із таких продуктів є борошно, яке широко використовується у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів.

Цільнозернове борошно, на відміну від рафінованого, зберігає всі анатомічні частини зерна — оболонку, зародок і ендосперм, що забезпечує його високу біологічну та харчову цінність. Воно є джерелом харчових волокон, вітамінів групи В, мінеральних речовин (заліза, магнію, цинку), антиоксидантів та інших біологічно активних сполук, які відіграють важливу роль у підтриманні нормального функціонування організму людини.

Наукові дослідження свідчать, що регулярне споживання продуктів із цільнозернового борошна сприяє нормалізації травлення, зниженню ризику розвитку серцево-судинних захворювань, цукрового діабету II типу, ожиріння та деяких онкологічних патологій. Крім того, харчові волокна, що містяться у цільному зерні, позитивно впливають на мікробіоту кишечника та регуляцію глікемічного індексу раціону.

З огляду на вищезазначене, дослідження користі цільнозернового борошна та обґрунтування доцільності його використання у харчуванні населення є актуальним науковим і практичним завданням. У магістерській роботі особливу увагу приділено аналізу хімічного складу цільнозернового борошна, його впливу на організм людини та перспективам застосування у виробництві функціональних харчових продуктів.

## 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналітичний огляд літературних джерел

Борошно з цільнормованого зерна є дуже корисним для здоров'я людини, проте з точки зору хлібопекарських технологій воно не завжди відповідає встановленим стандартам. Одним із ключових факторів є його дисперсність, тобто ступінь подрібнення частинок. Розмір цих частинок впливає на здатність борошна поглинати воду, а також на швидкість перебігу біохімічних і колоїдних процесів під час замішування тіста.

Вивчаючи цільнормоване борошно, дослідники, зокрема В.Г. Юрчак та Г.В. Карпик, з'ясували, що гранулометричний склад, тобто розмір частинок, значно відрізняється залежно від виробника. Вони встановили, що середній діаметр частинок коливається від 139 до 149 мкм, при цьому зразки є неоднорідними за крупністю. Наприклад, в одній партії переважали фракції розміром менше 121 мкм, тоді як в іншій 55% частинок мали розмір 121-259 мкм. Це має важливе значення, оскільки найкращі технологічні властивості має борошно, де розмір частинок становить 60-100 мкм [28].

Однорідність розмірів забезпечує рівномірне поглинання води, ефективну дію ферментів і, як наслідок, кращу газо- та цукроутворювальну здатність тіста. На відміну від дрібного борошна, крупнодисперсні частинки повільно поглинають воду, що знижує швидкість ферментативних процесів. Крім того, розмір частинок впливає на поглинання кисню під час зберігання. Таким чином, крупність борошна є ключовим фактором, що визначає не тільки його хімічний склад, а й технологічні властивості та якість кінцевого продукту.

Висновки з дослідження Волкова А.А. та Драгомира О.В. свідчать, що розмір частинок цільнормованого борошна безпосередньо впливає на його хлібопекарські властивості. Вони аналізували п'ять зразків з різним розміром проходу через сита (450 мкм, 315 мкм, 25 мкм, 212 мкм) та з додаванням

висівок. Дослідники встановили, що зі зменшенням розміру частинок борошна, його гідратаційна здатність збільшується, що позитивно впливає на вміст клейковини [5].

Хліб, виготовлений із крупнішого борошна, мав вищу вологість та кислотність, а його питомий об'єм був невисоким. Цікаво, що значного впливу розміру частинок на пористість хліба не було виявлено.

Також варто зазначити, що висівки, які є невід'ємною частиною цільнозернового борошна, негативно впливають на хлібопекарські властивості. При замішуванні тіста з таким борошном, його еластичність, структурно-механічні властивості та газотримувальна здатність помітно знижуються.

Дослідження показують, що додавання пшеничного цільозмеленого борошна має значний вплив на властивості тіста. Завдяки підвищеній ферментативній активності, спостерігається інтенсивніше газоутворення. Властивості тіста змінюються: його пружність зростає на 7-8%, але розтяжність, навпаки, зменшується на 27-32%. Зниження в'язкості тіста підтверджує, що в ньому є підвищений вміст амілолітичних ферментів.

Бортнічук О. В також вивчав, як цільнозернове борошно впливає на якість хліба, замінюючи ним 40-60% борошна першого ґатунку. Результати показали, що зі збільшенням частки цільнозернового борошна:

- питомий об'єм хліба знижувався на 3–13%;
- пористість — на 1–4%;
- загальна деформація стиснення м'якушки — на 6–21%;
- кислотність зростала на 20–27% [4].

За результатами дегустації, оптимальне співвідношення цільнозернового та звичайного борошна становить 50:50.

Високий вміст оболонок зерна та зародків у цільнозерновому борошні призводить до підвищеної активності ферментів, що впливає на вуглеводно-амілазний та білково-протеїназний комплекси. Це, своєю чергою, безпосередньо позначається на якості як самого тіста, так і готового хліба.

Згідно з дослідженнями Ліщинської Ю.З. та інших вчених, амілолітичні ферменти, що містяться в цільнозерновому борошні, по-різному впливають на крохмаль. Зокрема,  $\alpha$ -амілаза розщеплює його на низькомолекулярні декстрини з невеликою кількістю мальтози, тоді як  $\beta$ -амілаза продукує велику кількість мальтози, залишаючи при цьому високомолекулярні декстрини. Якщо обидві амілази діють одночасно, крохмаль майже повністю гідролізується. Ці ферменти по-різному реагують на умови середовища:  $\alpha$ -амілаза інактивується при температурі 70-95°C, а  $\beta$ -амілаза — при 60-84°C. Оптимальна температура для їхньої взаємодії з крохмалем становить 63-65°C, при цьому вища кислотність знижує необхідну для реакції температуру. З технологічної точки зору,  $\alpha$ -амілаза призводить до розрідження тіста, знижуючи його формостійкість і пористість хліба, тоді як  $\beta$ -амілаза збільшує кількість цукрів, що посилює процес бродіння та накопичення вуглекислого газу [15].

Згідно з літературними джерелами, пшеничний зародок є головним джерелом протеолітичних ферментів, або протеїназ, у борошні. Ці ферменти впливають на білки, частково руйнуючи їх молекули та змінюючи їх структуру. Це, своєю чергою, позначається на властивостях тіста.

Чим вища активність протеїназ, тим гірша якість клейковини: вона стає менш еластичною, пружною та втрачає здатність набухати. Проте, для виготовлення якісного хліба необхідна помірна активність цих ферментів, оскільки вони покращують властивості клейковини, роблячи хліб пористим та об'ємним.

Активність протеїназ посилюється при температурі 45-47°C або в слабокислих середовищах. Вона знижується за відсутності окисників і зростає в присутності відновників. Варто зазначити, що у зародках пшениці міститься глутатіон, значна кількість якого може послабити клейковину, знижуючи силу борошна.

На підставі літературних джерел, пшеничний зародок є основним джерелом протеолітичних ферментів (протеїназ) у борошні. Ці ферменти, що

містяться у всіх злаках, частково руйнують білкові молекули, змінюючи структуру тіста. Висока активність протеїназ погіршує якість клейковини, роблячи її менш еластичною та пружною, а також знижуючи її здатність до набухання. Однак, для виготовлення якісного хліба потрібна помірна активність протеїназ, яка покращує властивості клейковини, роблячи хліб пористим та об'ємним. Активність цих ферментів зростає при температурі 45-47°C або в слабокислих середовищах, а також у присутності відновників. При цьому, у зародках пшениці міститься глутатіон, значна кількість якого може послабити клейковину та знизити силу борошна.

Михонік Л. А. та Дробот В. І. рекомендують використовувати опару, концентровану молочнокислу закваску або підкислювачі для приготування тіста з цільнозернового борошна. Це підвищує кислотність, що прискорює набухання частинок оболонки та білка клейковини, інтенсифікує процеси замісу та бродіння, покращує смак і, що важливо, допомагає знизити активність  $\alpha$ -амілази в борошні з високою автолітичною активністю. Закваски, що містять мезофільні молочнокислі бактерії та кислотостійкі дріжджі, виробляють молочну кислоту (до 90%) та оцтову (до 15%). Оптимальна температура для цих мікроорганізмів — 30-32°C. Використання підкислювачів є ключовим технологічним прийомом для покращення властивостей тіста та якості хліба з цільнозернового борошна [18].

Українські вчені розробили велику кількість виробів функціонально-дієтичного призначення з додаванням цільнозернового борошна.

Карпик Г.В. та Юрчак В.Г. розробили макаронні вироби на основі цільнозернового борошна з додаванням висівків. Такі вироби мають нижчий глікемічний індекс — приблизно на 16% менший, ніж у макаронів з борошна низького виходу. Крім того, науковці рекомендують використовувати подрібнені висівки, щоб покращити засвоєння білків, що містяться в оболонках зерна [27].

Бажай-Жежерун С.А. та Лисенко А.А. дослідили можливість додавання до макаронних виробів цільнозернового борошна та водоростей вакаме з метою надання їм оздоровчих властивостей [2].

У дослідженні проаналізовано, як шрот із насіння розторопші впливає на клейковину в тісті, приготованому з цільнозернового борошна. Михонік Л.А. вивчали додавання гречаного борошна та пластівців при виготовленні хліба з цільного зерна [18]. Досліджували якість хліба з борошна волоських горіхів, гарбузового насіння [23].

Науковці також приділяють увагу цільнозерновому борошну не лише пшеничного походження. Наприклад, амарантове борошно є перспективним завдяки високому вмісту білка, що важливо для раціонів зі здоровим харчуванням. Також розглядається використання борошна з сорго — воно містить багато крохмалю і підходить для виготовлення безглютенового хліба. Ще один варіант — борошно зі спельти, яке, згідно з дослідженнями, викликає менше алергічних реакцій, ніж звичайне пшеничне [4, 7, 15].

Сьогодні чимало науковців займаються вивченням можливості додавання висівок до рецептури борошняних виробів. Серед них можна відзначити таких дослідників, як Бортнічук О.В., Н.О. Лець, В.В. Цирульнікова, В.Ф. Доценко, Давидович О.Я., Подкоритова К.С. та інших, які зосередили увагу на особливостях використання пшеничних висівок у хлібопекарській продукції [23].

Карпик Г.В. досліджувала вплив пшеничних висівок на властивості макаронних виробів і дійшла висновку, що оптимальна їх кількість становить 15–20 % від маси борошна [13].

У праці Шаповалової Н.П. і Богданович А.М. зазначено, що висівки є цінним джерелом харчових волокон, проте їхнє додавання має певний вплив на якість готових виробів. Зокрема, спостерігається зниження підйомної сили тіста на 14–24 %, зменшується пружність і еластичність клейковинного каркасу, а

м'якушка стає менш пористою. При жуванні також відчуються тверді часточки висівок [26].

Питання хімічного складу, хлібопекарських характеристик пшеничного цільнозернового борошна, а також споживчих властивостей хлібобулочних виробів, виготовлених з нього, є предметом пильної уваги науковців. Водночас склад цільнозернового борошна, отриманого з одного й того самого виду зерна, може істотно відрізнятися. На рівень вмісту макро- та мікронутрієнтів у цільному зерні впливають як спадкові чинники, зокрема сортові особливості, так і умови вирощування, включно з агротехнічними та екологічними факторами.

У межах досліджень проєкту HEALTHGRAIN було встановлено можливість поділу сортів пшениці за вмістом харчових волокон та інших біологічно активних компонентів на групи з високими та низькими показниками. Забезпечення належного контролю якості та застосування ефективних методів управління технологічними процесами дозволяє отримувати цільнозернове борошно зі стабільним хімічним складом шляхом рекомбінації потоків помелу у фіксованих співвідношеннях [29].

Результати досліджень мінерального складу різних видів пшеничного борошна свідчать про суттєвий вплив типу та походження сировини на загальний вміст мінеральних елементів як у борошні, так і в готових хлібобулочних виробах. У порівнянні з рафінованим, цільнозернове борошно відзначається вищою концентрацією таких елементів, як Mg, P, K, Ca, Na, Mn, Fe та Zn, водночас характеризуючись найнижчим вмістом селену [30].

У дослідженні Bressiani та співавторів (2017) підкреслено, що розмір частинок борошна є важливим чинником, який визначає реологічні характеристики тіста та якість готових хлібобулочних виробів. Наявність крупніших фракцій суттєвіше впливає на формування глютенівної структури, що проявляється зниженням стабільності тіста, його опору розтягуванню та зменшенням питомого об'єму випечених виробів. Водночас пшеничне

цільнозернове борошно розглядається як цінна сировина для виробництва хліба, оскільки воно містить антиоксидантні сполуки, білки, вуглеводи, вітаміни та мінеральні речовини у збалансованому співвідношенні, а харчові волокна, що входять до його складу, виконують пребіотичну функцію в організмі людини [29].

Покращення технологічних властивостей цільнозернового борошна можливе шляхом його комбінування з борошном твердих сортів пшениці або за рахунок внесення сухої пшеничної клейковини. З метою підвищення харчової цінності виробів також застосовують додавання борошна з інших зернових культур, зокрема вівса, жита, ячменю та сорго, однак такі добавки можуть негативно позначатися на показниках якості хліба [31].

Часткова заміна білого пшеничного борошна цільнозерновим сприяє істотному зростанню поживної цінності хлібобулочних виробів і надає їм функціональних властивостей завдяки підвищеному вмісту клітковини. Разом із тим зі збільшенням частки цільнозернового борошна спостерігається зменшення об'єму виробів, підвищення вологості та щільності м'якушки. Дані сенсорної оцінки свідчать, що заміна білого пшеничного борошна цільнозерновим у кількості до 20 % дозволяє отримати вироби, близькі за органолептичними характеристиками до контрольних зразків, тоді як подальше збільшення його вмісту призводить до погіршення споживчих властивостей [32].

Аналіз експериментальних даних щодо різних сортів цільнозернового борошна свідчить, що показники вмісту сухих речовин, сирого білка, жиру, клітковини, мінеральних компонентів, а також легкогідролізованих вуглеводів, зокрема крохмалю та геміцелюлоз, перебували у межах відповідно 84,7–88,8 %, 10,2–16,3 %, 0,9–1,7 %, 2,3–4,8 %, 1,2–3,2 % та 77,5–84,2 %. Такі характеристики, як зольність і розмір частинок борошна, значною мірою визначалися технологічною схемою помелу та ступенем збереження всіх анатомічних складових зерна. Кількісні та якісні показники клейковини у

борошні грубого помелу варіювали в діапазоні від 21 % до 36 %, тоді як індекс деформації клейковини становив 53,8–81,7 умовних одиниць [31].

У межах інших досліджень було оцінено якість пшеничного борошна типів 550, 1050 та цільозернового шляхом визначення числа падіння, масової частки клейковини, вмісту крохмалю, показників в'язкості та структурно-механічних властивостей тіста за допомогою фаринографа, а також об'єму хлібобулочних виробів. Отримані результати засвідчили, що цільозернове борошно характеризується найнижчим вмістом крохмалю та клейковини і мінімальним значенням числа падіння. Об'єм хліба, виготовленого з борошна типів 550, 1050 і цільозернового, становив відповідно 400, 340 та 300 см<sup>3</sup>. Попри більш щільну структуру м'якушки, менший об'єм і дещо гірші органолептичні характеристики, хліб із цільозернового борошна доцільно включати до раціону харчування через його високу харчову та біологічну цінність. Для поліпшення споживчих властивостей таких виробів рекомендується поєднувати цільозернове борошно з іншими типами пшеничного борошна [30].

Отже, з урахуванням усіх зазначених факторів, при виробництві хліба з додаванням висівок або цільозернового борошна необхідно вносити зміни в рецептуру та враховувати особливості хлібопекарських властивостей сировини. Якість тіста і кінцевих виробів можна поліпшити, використовуючи борошно з високим ступенем дисперсності та додаванням покращувачів.

## 1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень

**Мета дослідження** — підвищити споживчу цінність грінок.

*Для досягнення цієї мети були сформульовані такі завдання:*

- надати обґрунтування вибору виду борошна;
- провести аналіз якості грінок, виготовлених з цільнозернового борошна;
- дослідити вплив різних способі приготування тіста на якість готових сухарів

**Об'єктом дослідження** є технологічний процес виробництва грінок.

**Предмет дослідження** — цільнозернове борошно, продукти його переробки (напівфабрикати), а також споживчі характеристики готових грінок.

У дослідженнях використовувалися загальноприйняті методики, що дозволяють оцінити якість борошна, тіста та сухарних виробів.

Для реалізації поставленої мети та завдань було виділено основні стадії роботи.

Лабораторні випробування проводили у три етапи, які включали дослідження:

1. сировини,
2. напівфабрикатів,
3. готової продукції.

Застосовували загальноприйняті методи досліджень наведені у відповідній літературі

## 1.3 Результати досліджень

Для дослідження обрали пшеничне борошно цільнозернове двох виробників (зразок 1 та зразок 2). З метою порівняння використовували борошно пшеничне вищого сорту. Воно слугувало контролем.

Проводили пробне лабораторне випікання напівфабрикатів для сухарних виробів, підсушували їх та встановлювали якість сухарів та булочок для них з цими зразками борошна. Аналізували зовнішній вигляд готових зразків, запах та смак, якість м'якуша виробів.

Насамперед, здійснили аналіз зразків борошна. У них визначали вологість, кислотність й кількість клейковини, її розтяжність, еластичність. Отримані результати занесені в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Показники якості досліджуваних зразків борошна

| Борошно пшеничне | Вміст клейковини, % | Якість клейковини |              | Кислотність, град | Вологість, % |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                  |                     | розтяжність, см   | еластичність |                   |              |
| Контроль         | 26,5                | 17                | хороша       | 2,4               | 13,2         |
| Зразок 1         | 20,0                | 11,5              | задовільна   | 6,2               | 12,2         |
| Зразок 2         | 23,7                | 15                | задовільна   | 5,0               | 13,6         |

Як видно з таблиці, дослідні зразки цілнозернового борошна мали нижчий вміст клейковини, порівняно з контролем. Однак у зразка 2 відмічено на 3,7 % більше глютену. У ньому спостерігали розтяжність клейковини – 15 см, що свідчить про хорошу її якість за цим показником. За кислотністю зразки також відрізнялись. Борошно з цілого зерна мало вищу кислотність порівняно з контролем і це є закономірним. Адже в нього входять усі анатомічні частини зерна. У зразка борошна № 1 на 1,2 град вища титрована кислотність, ніж у зразка 2.

Важливим показником якості пшеничного борошна є його автолітична активність. Від нього залежатиме поведінка тіста в процесі бродіння й оброблення. Також активність ферментів позначається на газоутримувальній здатності тіста й пористості м'якушки готового виробу, його формостійкості.

Від значення активності амілолітичних ферментів в значній залежить вибір способу приготування тіста й технологічних режимів.

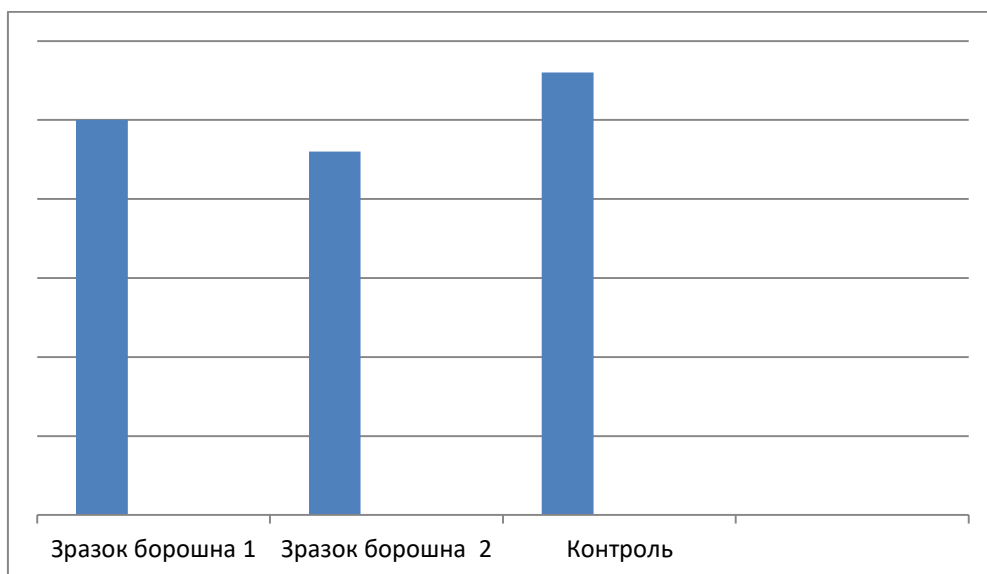


Рисунок 1.1 – Результати визначення автолітичної активності  
цільнозернового борошна різних виробників

Як видно з рисунку 1.1 усі види цільнозернового борошна мали нижчу автолітичну активність порівняно з борошном пшеничним вищого сорту. Найнижчий показник у зразка 1 – 23 % до сухих речовин, зразок 2 мав на 2 % вище значення. Така ситуація свідчить про недостатню активність амілолітичних ферментів. Це потребує встановлення певних технологічних прийомів для набуття тістом необхідних реологічних властивостей.

Наприклад, внесення цукру для інтенсифікації бродіння, довший час для бродіння, адже недостатня кількість цукрів для живлення дріжджів спричиняє повільніше бродіння, бліду скоринку виробів; тісто може бути жорстким, менш еластичним.

Оскільки цільнозернове борошно містить багато харчових волокон, властивістю яких є значне поглинання води, проводили визначення водопоглинальної здатності досліджуваних зразків. Водопоглинальна здатність борошна це здатність борошна зв'язувати й утримувати певну кількість води під час замішування тіста з утворенням напівфабрикату нормальної консистенції. Визначення цього показника надасть інформацію проте, яку кількість води потрібно буде використати під час замішування тіста. У лабораторній практиці водопоглинальну здатність визначають за допомогою

фаринографа. В умовах лабораторії кафедри ХБ визначення проводили шляхом центрифугування наважки борошна з певною кількістю води, яка витримувалась протягом 60 хв. Кількість поглинутої води борошном вищого сорту приймали за 100 %. Як видно з рисунка 1. Зразок 1 поглинув на 28 % більше води порівняно з контролем. ВПЗ зразка 2 більше наближена до сортового борошна, однак спостерігається на 17 % вища спроможність поглинати воду.

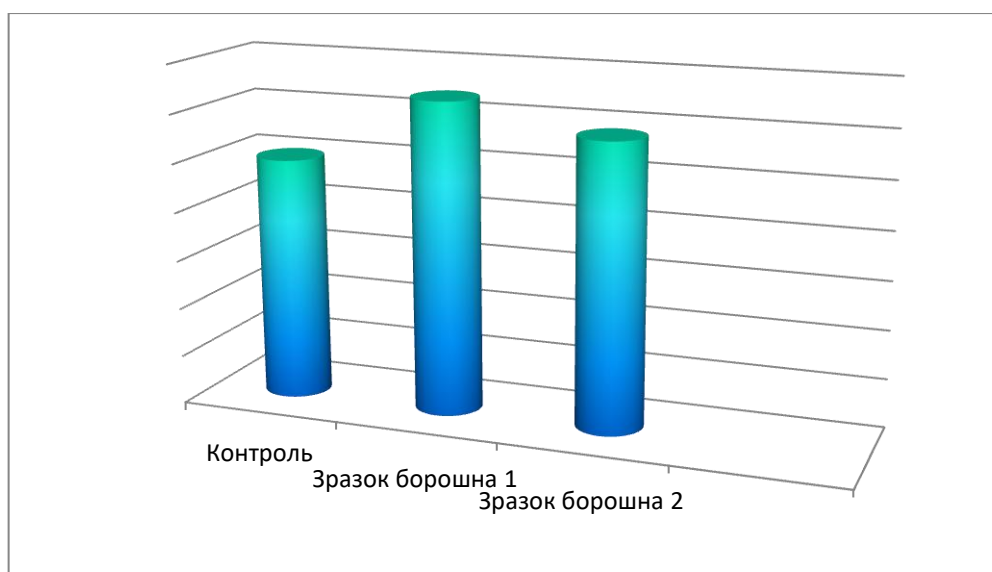


Рисунок 1.2 – Результати визначення водопоглинальної здатності цільнозернового борошна різних виробників

З усіх зразків борошна випікали булочки. Результати встановлення їх якості відображені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Показники якості булочки з різних зразків борошна

| Показники якості     | Контроль                           | Зразок 1                 | Зразок 2                          |
|----------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Формостійкість       | 0,73                               | 0,57                     | 0,68                              |
| Пористість, %        | 70                                 | 65                       | 67                                |
| Стан м'якушки        | м'яка, еластична                   | жорстка, малоеластична   | малоеластична                     |
| Забарвлення скоринки | світложовта з золотистим відтінком | бліда, з сірим відтінком | світлокоричнева з сірим відтінком |

Найвищу пористість та хороше співвідношення висоти до діаметра виробу має контрольний зразок. Булочки з цільнозернового борошна характеризуються нижчими показниками. Так, формостійкість булочки з борошна № 2 у 1,1 рази, а з борошна № 1 у 1,3 рази менша порівняно з контрольним виробом. М'якушка булочок з цільнозернового борошна була щільною, дрібнопористою. Пористість - на 5 % та 3 % менша за пористість виробу з борошна вищого сорту.

Отже, проаналізувавши отримані результати щодо якості борошна та виробів з нього зупинились для подальших досліджень на зразку цільнозернового пшеничного борошна № 2.

Як вже було зазначено вище, сухарні вироби - це хлібобулочні вироби, отримані шляхом випікання хліба-заготовки з подальшим нарізанням і сушінням до вологості не вище 12 %. У даному випадку пропонується виготовляти сухарі-грінки круглої форми у вигляді половинки булочного виробу. До якості булочки ставляться певні вимоги: важлива рівномірна пористість булочки-заготовки та оптимальна її вологість. Саме від цих факторів залежатиме процес сушіння. Підвищена вологість заготовки подовжує тривалість висушування, може призвести до нерівномірного випаровування вологи, негативно може позначитись на крихкості виробів, їх міцності. Також зменшується час зберігання сухарних виробів. У випадку недостатньої кількості води у тісті погіршується пористість м'якушки заготовки, сухарі можуть мати підвищену твердість та бути досить щільними. Тому проводили дослідження саме в цьому напрямку. Було замішано тісто з різною вологістю: 42,5 %; 44,5 %; 46,5 % та випечені булочки, з яких виготовили сухарі-грінки. Важливим показником якості їх є здатність до набухання. На рисунку 1.3 зображено результати дослідження.

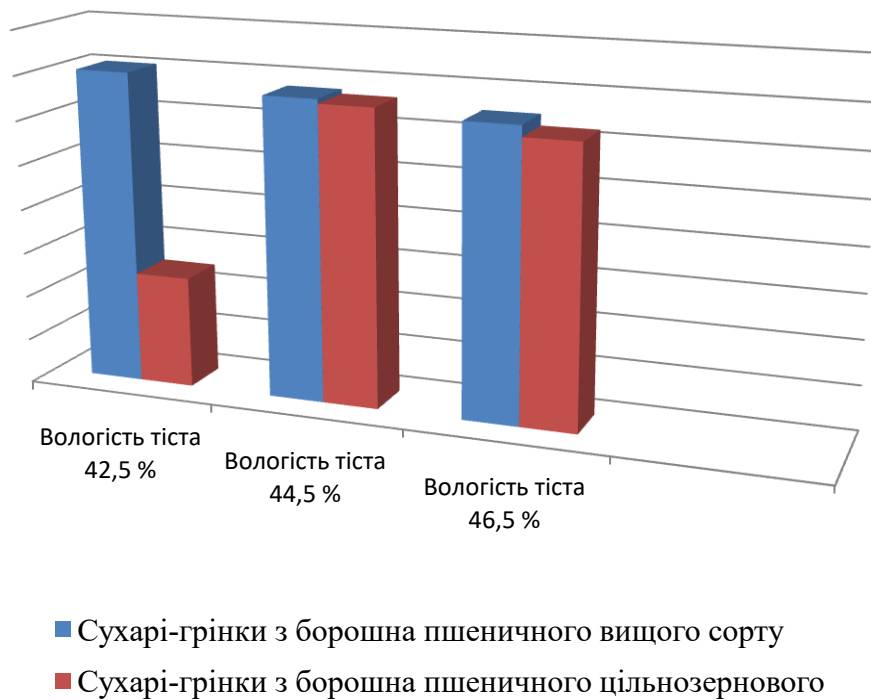


Рисунок 1.3 – Вплив вологості тіста на показник набухання сухарних виробів

Як видно з рисунку 1.3 оптимальна вологість тіста для виготовлення якісних цілінозернових сухарних виробів становить 44,5 %. На рисунках 1.4, 1.5 і у таблиці 1.3 і наведено результати визначення якості булочок і сухарних виробів з цією вологістю.



Рисунок 1.4 – Фото булочки з цілінозернового пшеничного борошна (1) та з борошна вищого сорту (2)

В роботі також підбирали доцільний спосіб приготування тіста. Готували його на опарі та без неї (безопарним способом). Спостерігали, що вироби виготовлені двоохфазним способом мали кращу пористість, більш тонкостінні пори м'якушки, тоншу скоринку. Вони мали яскравіше виражений смак.

Таблиця 1.3 – Показники якості досліджуваних сухарних виробів

| Показники     | Сухарі-грірки з пшеничного борошна              |                                                                                       |
|---------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|               | вищого сорту                                    | цільнозернового                                                                       |
| Стан поверхні | скоринка гладенька, без тріщин                  | скоринка гладенька, без тріщин                                                        |
| Колір         | світло-жовтий                                   | світлокоричневий з сіруватим відтінком та вкрапленнями висівкових часточок            |
| Запах, смак   | властиві виробам з борошна пшеничного сортового | властиві виробам з борошна пшеничного сортового, присутність висівків не відчувається |
| Крихкість     | крихкі                                          | крихкі                                                                                |



1

2

Рисунок 1.4 – Фото сухарів-грірок з борошна пшеничного цільнозернового (1) та з борошна пшеничного вищого сорту (2)

### ***Висновки***

Під час проведення досліджень встановлено, що сухарики-грінки кращої якості можна отримати з борошна пшеничного цільнозернового з вищим вмістом клейковини хорошої якості. Встановили важливість активності амілолітичних ферментів у забезпеченні процесу бродіння. Оскільки, автолітична активність була не високою, прийняли рішення інтенсифікувати процес бродіння внесенням цукру у рецептурний склад виробу та використанням опарного способу приготування тіста. Зменшити жорсткість м'якушки, покращити її формостійкість та набухання сухарних виробів запропоновано шляхом встановлення оптимальної вологості тіста – 44,5 %. Внесення жиру в рецептуру дає змогу підвищити крихкість готових виробів.

## 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### 2.1 Характеристика місця розташування

У кваліфікаційній роботі розглядається проект будівництва цеху сухарних виробів. Даний об'єкт планується будувати в с. Пробіжна Чортківського району, на терені ТзОв «Герчак».

Власне товариство було засноване у 1998 році. На початковому етапі діяльності підприємство мало обмежені виробничі потужності та переробляло близько 10 тонн продукції на рік. В умовах поступового розвитку промисловості в країні та зростання чисельності населення спостерігалось збільшення попиту на сухарну продукцію. У зв'язку з цим з 2011 року виникла необхідність розширення виробництва та нарощування виробничих потужностей.

У 2019 році було введено в експлуатацію новий виробничий цех з виготовлення гріссіні, крутонів і снєків, а також запроваджено фасування продукції у блістерну упаковку. Торгову марку «Герчак» було створено у період з січня по жовтень 2008 року. Паралельно підприємство розпочало впровадження інноваційних напрямів розвитку, зокрема розробку рецептур кукурудзяних та гречаних грінок.

У 2023 році була зареєстрована торгова марка «Pangrin». Завдяки тривалому терміну зберігання продукції підприємство має широкі можливості щодо вибору ринків збуту. Продукція ТзОВ «Герчак» реалізується на всій території України.

Що стосується історичної пам'ятки села Пробіжна, то з 1785 року йому було надано статус містечка, а згодом воно стало районним центром. Славиться небагатьма пам'ятками, які збереглись до наших днів: синагога та костел Преображення Господнього. За часів Астро-Угорщини тут діяла школа, у якій діти навчались української мови. На території села працювали копальні глини й торфу. Населення складало 3320 чоловік.

Село входить до складу Чортківського району. Територія якого складає 903,4 км<sup>2</sup>. Чисельність району складає понад 70 тис.

Чортківська громада має сприятливі природно-кліматичні умови для розвитку сільсько-господарського виробництва. На її території зосереджено 75 565 га орних земель. Значну частину посівних площ займають зернові культури, зокрема озима пшениця, ячмінь, овес, кукурудза та гречка. У структурі харчової промисловості громади провідне місце посідають цукрова галузь, плодово-овочева галузі, а також комбінат хлібопродуктів.

Основними напрямками діяльності грохолдингів, яких налічується понад 10, є вирощування зернових і технічних культур, виробництво борошна та здійснення оптової торгівлі.

Технічне оновлення харчового підприємства передбачає введення в дію нового цеху з виготовлення нової продукції, а також вдосконалення виробничих процесів шляхом упровадження сучасних технологічних рішень та заміни застарілого обладнання. Необхідність такого переоснащення зумовлена низкою чинників, серед яких важливе місце посідає застосування автоматизованих систем і сучасного устаткування, що дає змогу збільшити виробничі обсяги, скоротити витрати часу й ресурсів та підвищити загальну ефективність діяльності підприємства. Крім того, використання інноваційних технологій і вдосконалення систем контролю якості забезпечує виготовлення продукції, яка відповідає високим стандартам та вимогам споживачів і контролюючих органів.

Під час проєктування нового цеху підприємства важливо визначити його виробничу програму, ключовими складовими якої є виробнича потужність, формування асортименту продукції, забезпечення виробництва сировиною, матеріалами, енергетичними ресурсами й логістикою, а також розвиток прямих і довгострокових господарських зв'язків між виробниками, постачальниками сировини та підприємствами збуту готової продукції.

Виробнича потужність майбутнього нового цеху підприємства розраховується з урахуванням кількості потенційних споживачів хлібобулочних виробів та нормативів їх споживання на одну особу, а також прогнозованого зростання чисельності населення. Перспективна чисельність населення Чортківської громади визначається на основі актуальних демографічних показників на момент розроблення техніко-економічного обґрунтування з урахуванням прогнозу п'ятирічного приросту населення

$$\mathcal{C} = \mathcal{C}^n \cdot \left(1 + \frac{K \cdot \tau}{100}\right) + \mathcal{C}_{\text{тн}} \quad (2.1)$$

де  $\mathcal{C}$  – чисельність населення перспективна, тис. ос.;

$\mathcal{C}_n$  – чисельність на момент складання ТЕО, тис. ос.;

$K$  – коефіцієнт природного приросту населення, та приросту населення за рахунок економічного та культурного росту громади;

$\tau$  – період часу прийнятий за перспективу;

$\mathcal{C}_{\text{тн}}$  - транзитне населення (туристичне) - 4500 осіб

$$\mathcal{C} = 70000 \cdot \left(1 + \frac{2,0 \cdot 5}{100}\right) + 4500 = 83\,250 \text{ осіб}$$

$$\Pi = \mathcal{C} \cdot H_1,$$

$$(2.2)$$

$\mathcal{C}$  – чисельність споживачів;  $H_1$  – норма споживання продукту, кг/рік  $\Pi =$

$$83\,250 \cdot 101 = 840820 \text{ кг/рік.}$$

Розраховуємо виробничу потужність нового підприємства, кг/добу

$$B\Pi = \frac{\Pi}{T}, \quad (2.3)$$

$T$  – кількість днів роботи підприємства в році

$$B\Pi = 840820/300 = 28027 \text{ кг/ на добу}$$

## 2.2 Обґрунтування асортименту продукції

Асортимент продукції для проєктованого підприємства сформовано з урахуванням наявності місцевої сировини, зокрема зернових культур та продуктів їх переробки. Основними видами продукції обрано грінки цільнозернові та кукурудзяні. Для виробництва цільнозернових грінок використовується пшеничне цільнозернове борошно з підвищеним вмістом оболонки зерна, що забезпечує високу харчову цінність готового виробу. До складу рецептури також входять дріжджі, сіль та маргарин.

Кукурудзяні грінки виготовляються з кукурудзяного борошна або суміші кукурудзяного та пшеничного борошна, що дозволяє надати виробам характерного смаку, кольору та хрусткої структури. Для покращення органолептичних показників у рецептуру можуть вводитися натуральні смако-ароматичні добавки. Обраний асортимент відповідає сучасним тенденціям здорового харчування, характеризується тривалим терміном зберігання та є доцільним для виробництва в умовах наявної сировинної бази регіону.

Наукові дослідження підтверджують, що харчові волокна цільнозернового борошна відіграють важливу роль у підтриманні здоров'я людини. Високий вміст клітковини сприяє нормалізації роботи травної системи, покращує перистальтику кишечника та підтримує здорову мікрофлору. Регулярне споживання цільнозернових продуктів пов'язують зі зниженням ризику серцево-судинних захворювань, цукрового діабету II типу та ожиріння, а також із тривалішим відчуттям ситості й регуляцією обміну речовин [3–5].

Регулярне відстеження ринку та вивчення споживчих уподобань дозволяють підприємству не лише зберігати стабільний попит на свою продукцію, але й оперативно оновлювати асортимент, впроваджуючи нові позиції, які відповідають сучасним тенденціям і потребам покупців. Завдяки цьому компанія забезпечує стабільний рівень продажів та високу прибутковість.

### 2.3 Характеристика сировинної зони

Основною сировиною у виробництві сухарних виробів є борошно, яке займає найбільшу частку у загальній структурі витрат. Забезпечення регіону якісною борошномельною продукцією здійснюють такі підприємства, як Чортківський КХП, ТМ «Нагірянський млин» потужністю 45 т на добу. У проєкті зберігання борошна передбачено у мішках, тому постачання з борошномельних підприємств Тернопільської області здійснюється тарним способом. Однак даний спосіб потребує певної площі складських приміщень для зберігання борошна.

Постачання цукру для підприємства можуть здійснювати Козівський цукровий завод, розташований у місті Козова, а також Чортківський цукровий завод, що знаходиться у селищі міського типу Заводське Чортківського району. Виробничі можливості останнього дозволяють переробляти до 8 тис. тонн цукрових буряків на добу. Завод входить до складу компанії «Радехівський цукор», яка є частиною німецької корпорації Pfeifer & Langen.

Після перемоги над загарбником відновлення та будівництво хлібопекарських підприємств набуває особливої ваги для зміцнення матеріально-технічної бази галузі. Використання сучасного технологічного обладнання, залучення місцевої сировинної бази, впровадження у виробництво хлібобулочних виробів оздоровчого спрямування, а також виготовлення якісної продукції з мінімальними витратами та втратами формують комплекс заходів, що обґрунтовує техніко-економічну доцільність проєкту будівництва нового хлібопекарського цеху середньої потужності з випуску масових видів хлібобулочних виробів.

Основна та допоміжна сировина, що надходить на підприємство окремими партіями, підлягає обов'язковому контролю та повинна відповідати вимогам чинних нормативних документів і мати відповідні сертифікати якості. Для кожного виду сировини зазначається повна інформація, зокрема назва продукту, його склад, дата виготовлення або пакування, кінцевий термін

придатності, номер партії, маса продукції та умови зберігання. Зберігання й підготовка сировини до використання здійснюються відповідно до встановлених вимог для кожного її виду.

Пшеничне борошно вищого та цільнозернове виготовляється згідно з ДСТУ 46.004–99. Постачання здійснюється партіями спеціалізованим транспортом з с. Нагірянкa. Кожна поставка супроводжується необхідними сертифікатами та документами, виданими акредитованими лабораторіями постачальників. Зберігається борошно у мішках на складі окремо від іншої сировини, за температури 9–12 °C та відносної вологості повітря 65 %. Нормативний запас борошна на підприємстві становить сім діб.

Одним із важливих чинників у процесі виготовлення продукції є забезпечення підприємства водою належної якості. На харчовому підприємстві використовується питна вода, яка надходить із власної свердловини. Застосування власного джерела водопостачання має низку переваг, зокрема зменшення витрат на закупівлю води, можливість постійного контролю її якості та гарантію безперервного постачання.

Контроль якості води є обов'язковою складовою виробничого процесу, тому необхідно регулярно проводити її аналіз у сертифікованих лабораторіях для підтвердження відповідності санітарно-гігієнічним вимогам. Вода повинна проходити очищення від потенційних забруднювачів, зокрема важких металів, мікроорганізмів та шкідливих хімічних речовин.

Доставка цукру в мішках з Чортківського району на харчове підприємство здійснюється з дотриманням умов, що гарантують збереження його якості. Цукор фасується в міцні мішки, які оберігають його від вологи та забруднень, після чого завантажується у спеціалізований транспорт, пристосований для перевезення сипких продуктів. Для забезпечення своєчасної та безпечної доставки здійснюється планування маршрутів та контроль умов транспортування.

Постачання солі здійснюється спеціалізованим транспортом із соляних шахт Закарпаття, що дозволяє зберегти якість продукту під час перевезення. Сіль фасується у мішки, які захищають її від вологи та забруднень. Спочатку сіль пакується в герметичні мішки, після чого обирається відповідний транспорт, що гарантує захист від зовнішніх впливів, при цьому на всіх етапах перевезення контролюється стан упаковки.

Довіз маргарину здійснюється з підприємства «Молокія» у Тернополі з дотриманням високих стандартів якості та безпеки. Оскільки маргарин чутливий до температури, його транспортують у спеціальних холодильних вантажівках, які підтримують оптимальний температурний режим для збереження властивостей продукту.

## **2.4 Характеристика каналів реалізації продукції**

Збут продукції є ключовим аспектом при плануванні діяльності підприємства. Сухарні вироби, які виготовляються на хлібопекарському підприємстві, відзначаються високою конкурентоспроможністю завдяки відмінній якості, різноманітному асортименту та своєчасній доставці. Для забезпечення ефективного продажу продукції застосовуються різні канали збуту, серед яких провідне значення мають великі супермаркети та заклади громадського харчування. Можливим є налагодження збуту продукції через продовольчі магазини, розташовані як у населених пунктах Чортківського району, так і в прилеглих селах. Співпраця з власниками торговельних закладів дає змогу реалізовувати хлібобулочні вироби безпосередньо через торгові прилавки. Доцільно також орієнтуватися на мережу магазинів споживчої кооперації, які, як правило, зацікавлені у співпраці з місцевими виробниками. Крім того, ефективним каналом збуту є участь у районних ярмарках і ринках, що регулярно проводяться на території Чортківського району. Безпосередній контакт із споживачами сприяє швидкій реалізації продукції та отриманню зворотного зв'язку від покупців.

### 3 ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

##### 3.1.1 Вихідні дані

Приготування грінок-сухарів з цільнозернового борошна вищого сорту та кукурудзяної туби здійснюється за рецептурами та затвердженими ТУ.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для виробів

| Вихідні дані                                | Грінки-сухарі<br>цільнозернові | Грінки-сухарі<br>кукурудзяні |
|---------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <i>Уніфікована рецептура</i>                |                                |                              |
| Борошно пшеничне вищого сорту               | -                              | 80                           |
| Борошно цільнозернове                       | 100                            | -                            |
| Борошно кукурудзяне                         | -                              | 20                           |
| Дріжджі хлібопекарські пресовані            | 2,8                            | 4,0                          |
| Сіль кухонна харчова, кг                    | 1,2                            | 1,2                          |
| Цукор білий                                 | 6,0                            | 8,8                          |
| Маргарин столовий                           | 8,0                            | 8,0                          |
| <i>Разом, кг</i>                            | 118                            | 122                          |
| Вологість булочки для сухарів, %, не більше | 44,0                           | 42,0                         |
| Кислотність виробу, град, не більше         | 9                              | 2,5                          |
| Пористість булочки для сухарів, %, не менше | 62                             | 68,0                         |
| Маса, г                                     | 0,024                          | 0,016                        |
| Плановий вихід, %                           | 122%                           | 125%                         |

Проводимо розрахунок продуктивності печей для виробництва грінки цільнозернової та грінки кукурудзяної.

### **3.1.2 Розрахунок продуктивності печей**

Годинна продуктивність печі при висушуванні сухарних виробів з цільнозернового борошна,  $P_{год}$ , кг/год [26]:

$$P_{год}^{сух} = \frac{G_{\epsilon} \cdot f \cdot 60}{\tau_c}, \quad (3.1)$$

де  $G_{\epsilon}$  – маса виробів на 1 м<sup>2</sup> поду печі, кг;

$f$  – робоча площа печі, м<sup>2</sup>;

$\tau_c$  – тривалість сушіння сухарних виробів, хв.

$$P_{год}^{сух} = \frac{1,6 \cdot 28,8 \cdot 60}{14} = 197,48 \text{ кг}$$

Продуктивність печі для виробництва сухарних виробів за зміну

$$P_{доб} = P_{год} \cdot \tau_{суш} \quad (3.2)$$

$\tau_{суш}$  - тривалість годин сушіння в зміні, год

$$P_{доб} = 197,48 \cdot 8 = 1\,579,89 \text{ кг/зм}$$

де 8 – кількість пече-годин для висушування заготовок для сухарних виробів, год.

**Розрахунок продуктивності печі для випікання булочок для сухарів з цільнозернового борошна**

$$P_{\epsilon}^{доб} = \frac{P_{сух}^{доб} \cdot 100}{B_{сух.б}}, \quad (3.3)$$

де  $P_{с.пл}^{доб}$  – добове завдання для виробництва сухарів, кг;  $B_{сух.б}$  – вихід сухарних виробів, % до маси хліба, приймаємо – 76 %

$$P_{\epsilon}^{доб} = \frac{1579,89 \cdot 100}{76} = 2\,078,8 \text{ кг},$$

Маса виробу 0,036 кг. Тривалість випікання тістових заготовок 12 хв. Проміжок між виробами приймають 25 мм.

Визначаємо кількість виробів по ширині листа :

$$n_{\text{ш}}^{\text{л}} - \frac{800-25}{70+25} = 8,1, \text{ приймаємо } 8 \text{ шт.}$$

Кількість виробів по довжині листа

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} - \frac{1000-25}{70+25} = 10,2, \text{ приймаємо } 10 \text{ шт.}$$

Годинна продуктивність печі:

$$P_{\text{год}} = \frac{18 \times 10 \times 8 \times 0,036 \times 60}{12 + 5} \times 2 = 365,8$$

$$N_{\text{год}}^{\text{хл}} = \frac{2078,8}{365,8} = 5,68 \text{ год}$$

Для випікання булочки потрібно - 5,68 пече-годин.

**Розрахунок продуктивності печі для випікання кукурудзяних булочок**

Маса виробу 0,030 кг. Тривалість випікання тістових заготовок 12 хв. Проміжок між виробами приймають 20 мм.

Годинна продуктивність печі при висушуванні сухарних виробів з цільнозернового борошна,  $P_{\text{год}}$ , кг/год (3.1):

$$P_{\text{год}}^{\text{сух}} = \frac{G_{\text{в}} \cdot f \cdot 60}{\tau_{\text{с}}},$$

де  $G_{\text{в}}$  – маса виробів на 1 м<sup>2</sup> поду печі, кг;

$f$  – робоча площа печі, м<sup>2</sup>;

$\tau_{\text{с}}$  – тривалість сушіння сухарних виробів, хв.

$$P_{\text{год}}^{\text{сух}} = \frac{1,4 \cdot 28,8 \cdot 60}{13} = 186,09 \text{ кг}$$

Продуктивність печі для виробництва сухарних виробів за зміну (3.2)

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{год}} \cdot \tau_{\text{суш}}$$

$\tau_{\text{суш}}$  - тривалість годин сушіння в зміні, год

$$P_{\text{доб}} = 186,09 \cdot 8 = 1\,488,74 \text{ кг/зм}$$

де 8 – кількість пече-годин для висушування заготовок для сухарних виробів, год.

**Розрахунок продуктивності печі для випікання булочок для сухарів кукурудзяних**

$$P_{\text{б}}^{\text{доб}} = \frac{P_{\text{сх}}^{\text{доб}} \cdot 100}{B_{\text{сх.б}}}, \quad (3.3)$$

де  $P_{\text{с.пл}}^{\text{доб}}$  – добове завдання для виробництва сухарних виробів, кг;  $B_{\text{сх.б}}$  – вихід сухарних виробів, % до маси булочки.

$$P_{\text{б}}^{\text{доб}} = \frac{1\,488,74 \cdot 100}{75} = 1\,984,98_{\text{кг}},$$

Визначаємо кількість виробів по ширині листа

$$n_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{800-20}{70+20} = 8,6, \text{ приймаємо } 8 \text{ шт.}$$

Кількість виробів по довжині листа (3.3):

$$N_{\text{д}}^{\text{л}} = \frac{1000-20}{70+20} = 10,8, \text{ приймаємо } 10 \text{ шт.}$$

$$P_{\text{год}} = \frac{18 \times 10 \times 8 \times 0,030 \times 60}{12 + 5} \times 2 = 305$$

$$N_{\text{год}}^{\text{хл}} = \frac{1984,98}{305} = 6,51 \text{ год}$$

Для випікання булочки для кукурудзяних виробів потрібно - 6,51 пече-  
годин.

### **3.1.3. Розрахунок пофазних рецептур**

#### **Грінка цільнозернова:**

Вихідними даними для розрахунку рецептури за фазами технологічного процесу є уніфікована рецептура на 100 кг борошна.

Вологість тіста  $W_m$  визначаємо від вологості готового виробу, тобто розраховуємо за формулою [26]:

$$W_m = W_x + n \quad (3.5)$$

де  $W_x$  - вологість м'якушки хлібобулочних виробів, %;

$n$  - різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки готового виробу, %.

Для хлібобулочних виробів масою до 0,5 кг  $n = 0,5 \%$ ,

$$W_m = 44 + 0,5 = 44,5\%$$

Таблиця 3.2 - Маса сухих речовин в тісті

| Сировина за рецептурою | Маса, кг | Масова частка<br>вологи, % | Маса сухих<br>речовин, кг |
|------------------------|----------|----------------------------|---------------------------|
| Борошно цільнозернове  | 100      | 14,5                       | 85,5                      |
| Дріжджі хлібопекарські | 2,8      | 75                         | 0,7                       |
| Маргарин столовий      | 8,0      | 17                         | 6,6                       |
| Цукор білий            | 6,0      | 0,15                       | 5,99                      |
| Сіль кухонна харчова   | 1,2      | -                          | 1,2                       |
| Разом                  | 118      | -                          | 99,99                     |

Вихід тіста  $G_m$ , кг, розраховують за формулою

$$G_m = \frac{\sum_{ср} G_{сир} \times 100}{100 - W_m} \quad (3.6)$$

$$G_m = \frac{99,99 \times 100}{100 - 44,5} = 180,16$$

Загальну масу води в тісті  $G_{\text{в}}$ , кг, обчислюють за формулою

$$G_{\text{в}} = G_m - \sum G_{сир} \quad (3.7)$$

$$G_{\text{в}} = 180,16 - 118 = 62,6 \text{ кг}$$

Масу розчину солі  $G_{p.c.}$ , кг, розраховують за формулою

$$G_{p.c.} = \frac{G_c \times 100}{C_c} \quad (3.8)$$

$$G_{p.c.} = \frac{1,2 \times 100}{26} = 4,62 \text{ кг}$$

Маса води, що вноситься з розчином солі  $G_{\text{в}}^{p.c.}$ , кг

$$G_{\text{в}}^{p.c.} = G_{p.c.} - G_c \quad (3.9)$$

$$G_{\text{в}}^{p.c.} = 4,62 - 1,2 = 3,42 \text{ кг}$$

Масу розчину цукру  $G_{p.ц.}$ , кг, розраховують за формулою

$$G_{p.ц.} = \frac{G_{ц.} \times 100}{C_{ц.}} \quad (3.10)$$

$$G_{p.ц.} = \frac{6 \times 100}{50} = 12 \text{ кг}$$

Маса води, що вноситься з розчином цукру  $G_{\text{в}}^{p.ц.}$ , кг

$$G_{\text{в}}^{p.ц.} = G_{p.ц.} - G_{ц.} \quad (3.11)$$

$$G_{\text{в}}^{\text{р.ц.}} = 12 - 6 = 6 \text{ кг}$$

Маса борошна в опарі становить 50,0 % від загальної маси всього борошна в тісті:

$$G_{\text{о}}^{\text{о}} = (100 \times 50) / 100 = 50 \text{ кг}$$

Масу опари визначаємо, виходячи з маси сухих речовин в опарі

Таблиця 3.3 - Маса сухих речовин в опарі

| Сировина за рецептурою                | Маса, кг | Масова частка<br>вологи, % | Маса сухих<br>речовин, кг |
|---------------------------------------|----------|----------------------------|---------------------------|
| Борошно цільнозернове<br>вищого сорту | 50       | 14,5                       | 42,7                      |
| Дріжджі хлібопекарські<br>пресовані   | 2,8      | 75,0                       | 0,7                       |
| Разом                                 | 52,8     | -                          | 43,4                      |

Вихід опари обчислюємо за формулою [26]:

$$G_{\text{о}} = \frac{\Sigma G_{\text{ср}}^{\text{о}} \times 100}{100 - W_{\text{о}}}, \text{ де } W_{\text{о}} - 48\% \quad (3.12)$$

$$G_{\text{о}} = \frac{43,4 \times 100}{100 - 48} = 83,4 \text{ кг}$$

Маса води в опарі за формулою:

$$G_{\text{в.о}} = G_{\text{о}} - G_{\text{сир}} \quad (3.13)$$

$$G_{\text{в.о}} = 83,46 - 52,8 = 30,6 \text{ кг}$$

Пресовані дріжджі вносять у тісто у вигляді дріжджової суспензії.  
Співвідношення дріжджів і води 1:3.

$$G_{\text{др.с}} = G_{\text{др.}} + G_{\text{др.}} \times 3 \quad (3.14)$$

де:  $G_{\text{др}}$  - маса дріжджів, кг

$$G_{\text{др.с}} = 2,8 + 2,8 \times 3 = 11,2$$

Маса води в дріжджовій суспензії:

$$G_{\text{в}}^{\text{др.с.}} = 11,2 - 2,8 = 8,4$$

Маса води, що вноситься в опару, за винятком води дріжджової суспензії:

$$G_{\text{в.о}} = 30,6 - 8,4 = 22,2 \text{ кг}$$

Вода, що дозується на замішування тіста:

$$G_{\epsilon}^{1m} = G_{\epsilon} - G_{\epsilon}^{p.c.} - G_{\epsilon}^{dp.c.} - G_{\epsilon}^{p.ц.} - G_{B.O} \quad (3.15)$$

$$G_{\epsilon}^{1m} = 62,6 - 3,42 - 8,4 - 6 - 22,2 = 22,58 \text{ кг}$$

Маса борошна для приготування тіста:

$$G_{\epsilon m} = 100 - 50 = 50 \text{ кг}$$

Результати розрахунку рецептури приготування тіста для цільнозернових булок зводимо в таблицю

Таблиця 3.4 – Зведені дані пофазної рецептури приготування тіста для цільнозернової булочки

| Сировина              | Маса, кг | Опара | Тісто, кг |
|-----------------------|----------|-------|-----------|
| Борошно цільнозернове | 100      | 50    | 50        |
| Дріжджова суспензія   | 11,2     | 11,2  | –         |
| Розчин солі           | 4,62     | -     | 4,62      |
| Розчин цукру          | 12       | -     | 12        |
| Маргарин              | 8,0      | -     | 8,0       |
| Вода                  | 44,78    | 22,2  | 22,58     |
| Опара                 | -        | -     | 83,4      |
| Разом                 | 180,6    | 83,4  | 180,6     |

***Грінка кукурудзяна:***

Вологість тіста  $W_m$  визначаємо від вологості готового виробу, тобто розраховуємо за формулою [26]:

$$W_m = W_x + n$$

де  $W_x$  - вологість м'якушки хлібобулочних виробів, %;

$n$  - різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки готового виробу, %.

Для хлібобулочних виробів масою до 0,5 кг  $n = 0,5 \%$ ,

$$W_m = 42 + 0,5 = 42,5\%$$

Таблиця 3.5 - Маса сухих речовин в тісті

| Сировина<br>за рецептурою | Маса, кг | Масова частка<br>вологи, % | Маса сухих<br>речовин, кг |
|---------------------------|----------|----------------------------|---------------------------|
| Борошно вищого сорту      | 80       | 14,5                       | 68,4                      |
| Борошно кукурудзяне       | 20       | 14,5                       | 17,1                      |
| Дріжджі хлібопекарські    | 4        | 75                         | 1                         |
| Маргарин столовий         | 8        | 17                         | 6,64                      |
| Цукор білий               | 8,8      | 0,15                       | 8,79                      |
| Сіль кухонна харчова      | 1,2      | -                          | 1,2                       |
| Разом                     | 122      | -                          | 103,13                    |

Вихід тіста  $G_m$ , кг, розраховують за формулою [26]:

$$G_m = \frac{\sum_{ср} G_{сир} \times 100}{100 - W_m}$$

$$G_m = \frac{103,13 \times 100}{100 - 42,5} = 179,35$$

Загальну масу води в тісті  $G_v$ , кг, обчислюють за формулою

$$G_v = G_m - \sum G_{сир}$$

$$G_v = 179,35 - 122 = 57,35 \text{ кг}$$

Масу розчину солі  $G_{p.c}$ , кг, розраховують за формулою

$$G_{p.c} = \frac{G_c \times 100}{C_c}$$

$$G_{p.c} = \frac{1,2 \times 100}{26} = 4,6 \text{ кг}$$

Маса води, що вноситься з розчином солі:

$$G_v^{p.c.} = G_{p.c.} - G_c$$

$$G_v^{p.c.} = 4,6 - 1,2 = 3,4$$

Масу розчину цукру  $G_{p.ц}$ , кг, розраховують за формулою

$$G_{p.ц} = \frac{G_{ц} \times 100}{C_{ц}}$$

$$G_{p.ц} = \frac{8,8 \times 100}{50} = 17,6 \text{ кг}$$

Маса води, що вноситься з розчином цукру:

$$G_v^{p.ц.} = G_{p.ц.} - G_{ц}$$

$$G_{\text{с}}^{\text{п.ц.}} = 17,6 - 8,8 = 8,8 \text{ кг}$$

Пресовані дріжджі вносять у тісто у вигляді дріжджової суспензії. Співвідношення дріжджів і води 1:3.

$$G_{\text{др.с.}} = G_{\text{др}} + G_{\text{др}} \times 3$$

$$G_{\text{др.с.}} = 4 + 4 \times 3 = 16$$

Маса води в дріжджовій суспензії:

$$G_{\text{с}}^{\text{др.с.}} = 16 - 4 = 12$$

Вода, що дозується на замішування тіста:

$$G_{\text{в}}^{\text{з.м.}} = G_{\text{в}} - G_{\text{в}}^{\text{п.с.}} - G_{\text{ц}}^{\text{п.с.}} - G_{\text{в}}^{\text{др.с.}}$$

$$G_{\text{в}}^{\text{з.м.}} = 57,35 - 3,42 - 8,8 - 12 = 33,13$$

Результати розрахунку булочок кукурудзяних зводимо в таблицю

Таблиця 3.6 - Розрахунок рецептури приготування булочок кукурудзяних

| Сировина                      | Маса, кг | Тісто, кг |
|-------------------------------|----------|-----------|
| Борошно пшеничне вищого сорту | 80       | 80        |
| Борошно кукурудзяне           | 20       | 20        |
| Дріжджова суспензія           | 16       | 16        |
| Розчин солі                   | 4,6      | 4,6       |
| Розчин цукру                  | 17,6     | 17,6      |
| Маргарин                      | 8,0      | 8,0       |
| Вода                          | 33,13    | 33,13     |
| Разом                         | 179,33   | 179,33    |

### 3.1.4 Розрахунок виходу виробів

#### Розрахунок виходу виробів цільнозернових

Вихід грінок  $B_x$ , %, залежить від виходу тіста, виготовленого з сировини, передбаченої рецептурою, технологічних затрат і втрат. Його обчислюють за формулою (3.16):

$$B_x = G_m - (B_{\text{б}} + B_m + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + B_{\text{кр}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{бр}}),$$

де  $B_{\delta}$  — втрати борошна до замішування напівфабрикатів;

$B_m$  — втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок у піч;

$З_{обр}$  — затрати при обробленні тіста;

$З_{уп}$  — затрати при випіканні (упікання);

$З_{укл}$  — зменшення маси булочок під час транспортування його від печі та укладанні на вагонетки або у контейнери;

$B_{кр}$  — втрати грінок у вигляді крихт або лому;

$B_{шт}$  — втрати від неточності маси булочок при приготуванні штучних виробів;

$B_{бр}$  — втрати від переробки браку.

Середньозважена вологість сировини  $W_{сир}$ , %:

$$W_c = \frac{G_{\delta} \cdot W_{\delta} + G_{оп} \cdot W_{оп} + G_c \cdot W_c + \dots}{G_{\delta} + G_{оп} + G_c + \dots}, \quad (3.17)$$

де  $W_{\delta} + W_{оп} + W_c + \dots$  — вологість борошна, дріжджів, солі та іншої сировини, %.

$$W_c = \frac{100 \times 14,5 + 2,8 \times 75 + 8 \times 17 + 6 \times 0,15 + 1,2 \times 0}{100 + 2,8 + 8 + 6 + 1,2} = 15,22\%$$

Маса тіста із 100 кг борошна  $G_m$ , кг:

$$G_m = \frac{G_{сир}(100 - W_{сир})}{(100 - W)_{\delta}} \quad (3.18)$$

де  $G_{т}$  - маса сировини у тіста з 100 кг борошна, кг;

$$G_m = \frac{118(100 - 15,22)}{(100 - 44,5)} = 180,25$$

Втрати борошна до замішування тіста  $B_{\delta}$ , кг:

$$B_{\delta} = \frac{g_{\delta}(100 - W_{\delta})}{100 - W_m} \quad (3.19)$$

де  $g_{\delta}$  — втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна;  $g_{\delta} = 0,02-0,06\%$

$$B_{\delta} = \frac{0,05(100 - 14,5)}{100 - 44,5} = 0,077 \text{ кг}$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання,  $B_m$ , кг:

$W_{cp}$  – вологість відходів, %. ( знаходиться в межах 30 – 36 %)

$$B_m = \frac{g_m(100-W_{cp})}{100-W_m} \quad (3.20)$$

де  $g_m$  – втрати борошна і тіста під час замішування та приготування тіста, % до маси борошна;  $g_m = 0,03-0,05\%$ ,

$$B_m = \frac{0,04(100-30)}{100-44,5} = 0,05 \text{ кг}$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів [26]:

$$З_{бр} = q_{бр}(G_r - (B_6 + B_m))/100 \quad (3.21)$$

де  $З_{бр}$  – затрати на бродіння напівфабрикатів, кг;  $q_{бр}$  – затрати сухих речовин на стадії бродіння, % до сухих речовин тіста ( 2,5-3,7)

$$З_{бр} = 2,5(180,25 - (0,077 + 0,05))/100 = 4,37 \text{ кг}$$

Затрати на оброблення тіста  $З_{обр}$ , кг:

$$З_{обр} = \frac{g_{обр}(W_m - W_6)}{100 - W_m} \quad (3.22)$$

$$З_{обр} = \frac{1(44,5 - 14,5)}{100 - 44,5} = 0,54 \text{ кг}$$

Затрати від упікання  $З_{уп}$ , кг:

$$З_{уп} = \frac{g_{уп}[G_m - (B_6 + B_m + З_{обр})]}{100} \quad (3.23)$$

де  $g_{уп}$  – затрати на упікання, % від маси тістової заготовки,

$g_{уп} = 6,0-12,0\%$

$$З_{уп} = \frac{9[180,25 - (0,077 + 0,05 + 0,54)]}{100} = 16,16 \text{ кг}$$

Затрати від усування,  $З_{ус}$ , кг:

$$З_{ус} = \frac{g_{ус}[G_m - (B_6 + B_m + З_{обр} + З_{уп})]}{100} \quad (3.24)$$

де  $g_{ус}$  – затрати під час усування, % до маси гарячої булочки;

$g_{ус} = 2,5-4,0\%$

$$З_{ус} = \frac{3,5[180,25 - (0,077 + 0,05 + 0,54 + 16,16)]}{100} = 5,7$$

Втрати від неточності маси штучних виробів,  $B_{ум}$ , кг:

$$B_{ум} = \frac{g_{ум}[G_m - (B_6 + B_m + З_{обр} + З_{уп} + З_{ус})]}{100} \quad (3.25)$$

де  $g_{шт}$  – втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячої булочки;  $g_{шт} = 0,4-0,5\%$

$$B_{шт} = \frac{0,5[(180,25 - (0,077 + 0,05 + 0,54 + 16,16 + 5,7))]}{100} = 0,79 \text{ кг}$$

Затрати при охолодженні і витримуванні сухарних скибок

$$Z_{охол} = g_{охол} [G_T - (B_б + B_T + Z_{бр} + Z_{уп})] / 100, \quad (3.26)$$

де  $Z_{охол}$  – затрати при охолодженні і витримуванні сухарних скибок;

$q_{охол}$  – загальні затрати при охолодженні і витримуванні сухарних скибок, % (3-4%).

$$Z_{охол} = 4 [180,25 - (0,077 + 0,05 + 4,37 + 16,16)] / 100 = 6,4 \text{ кг}$$

Втрати при різанні сухарних плит на скибки

$$B_p = q_p [G_T - (B_б + B_T + Z_{бр} + Z_{уп} + Z_{охол})] / 100 \quad (3.27)$$

де  $B_p$  – втрати при різанні сухарних плит на скибки, кг;

$q_p$  – сумарні витрати при різанні у відсотках до маси охолоджених сухарних плит, % (0,5%).

$$B_p = 0,5 [180,25 - (0,077 + 0,05 + 4,37 + 16,16 + 6,4)] / 100 = 0,76 \text{ кг}$$

Затрати при сушінні – обжарюванні

$$Z_c = q_p [G_T - (B_б + B_T + Z_{бр} + Z_{уп} + Z_{охол} + B_p)] / 100 \quad (3.28)$$

де  $Z_c$  – затрати при сушінні обжарюванні, кг;

$q_p$  – загальні затрати при сушінні – обжарюванні скибок, %.

Розраховується за формулою

$$q_p = G_{с.ск} - G_{г\text{ сух}} * 100 / G_{с.ск}$$

$$Z_c = 16 [180,25 - (0,077 + 0,05 + 4,37 + 16,16 + 6,4 + 0,76)] / 100 = 24,5 \text{ кг}$$

Затрати при транспортуванні до місця укладання

$$Z_{тр} = q_{тр} [G_T - (B_б + B_T + Z_{бр} + Z_{уп} + Z_{охол} + B_p + Z_c)] / 100 \quad (3.29)$$

де  $q_{тр}$  – величина затрат в % до маси гарячих сухарів.

$$Z_{тр} = 2 [180,25 - (0,077 + 0,05 + 4,37 + 16,16 + 6,4 + 0,76 + 24,5)] / 100 = 2,5 \text{ кг}$$

Затрати при укладанні сухарів в ящики

$$Z_{укл} = q_{укл} [G_m - (B_{\delta} + B_m + Z_{\delta p} + Z_{yn} + Z_{охол} + B_p + Z_c + Z_{mp})] / 100 \quad (3.30)$$

де  $q_{укл}$  - загальні затрати при укладанні сухарів в ящики, % (0,7%).

$$Z_{укл} = 0,7 [180,25 - (0,077 + 0,05 + 4,37 + 16,16 + 6,4 + 0,76 + 24,5 + 2,5)] / 100 = 0,88 \text{ кг}$$

Затрати при зберіганні в експедиції

$$Z_{збер} = q_{збер} [G_m - (B_{\delta} + B_m + Z_{\delta p} + Z_{yn} + Z_{охол} + B_p + Z_c + Z_{mp} + Z_{укл})] / 100 \quad (3.31)$$

де  $q_{збер}$  - затрати при зберіганні сухарів у експедиції, % (1,0%)

$$Z_{збер} = 1 [180,25 - (0,077 + 0,05 + 4,37 + 16,16 + 6,4 + 0,76 + 24,5 + 2,5 + 0,88)] / 100 = 1,25 \text{ кг}$$

Втрати у вигляді крихти

$$B_{кр} = q_{кр} [G_m - (B_{\delta} + B_m + Z_{\delta p} + Z_{yn} + Z_{охол} + B_p + Z_c + Z_{mp} + Z_{укл} + Z_{збер})] / 100 \quad (3.32)$$

де  $q_{кр}$  - загальні втрати у вигляді крихт, % (0,5-1,0%).

$$B_{кр} = 0,5 [180,25 - (0,077 + 0,05 + 4,37 + 16,16 + 6,4 + 0,76 + 24,5 + 2,5 + 0,88 + 1,25)] / 100 = 0,62 \text{ кг}$$

Втрати від переробки бракованих виробів

$$B_{\delta p} = q_{\delta p} [G_m - (B_{\delta} + B_m + Z_{\delta p} + Z_{yn} + Z_{охол} + B_p + Z_c + Z_{mp} + Z_{укл} + Z_{збер} + B_{кр})] / 100 \quad (3.33)$$

де  $q_{\delta p}$  - втрати від переробки бракованих виробів.

$$B_{\delta p} = 0,04 [180,25 - (0,077 + 0,05 + 4,37 + 16,16 + 6,4 + 0,76 + 24,5 + 2,5 + 0,88 + 1,25 + 0,62)] / 100 = 0,049 \text{ кг}$$

Розрахунковий вихід булки цільнозернової

$$B_{роз} = [(180,25 - (0,077 + 0,05 + 4,37 + 16,16 + 6,4 + 0,76 + 24,5 + 2,5 + 0,88 + 1,25 + 0,62 + 0,049)] = 123,3\%$$

**Розрахунок виходу виробів з кукурудзяним борошном**

Середньозважена вологість сировини  $W_{сир}$ , % [26]:

$$W_c = \frac{80 \times 14,5 + 20 \times 14,5 + 4 \times 75 + 8 \times 17 + 8,8 \times 0,15 + 1,2 \times 0}{80 + 20 + 4 + 8 + 8,8 + 1,2} = 15,46\%$$

Маса тіста із 100 кг борошна  $G_m$ , кг:

$$G_m = \frac{122(100 - 15,46)}{(100 - 42,5)} = 179,35 \text{ кг}$$

Втрати борошна до замішування тіста  $B_{\delta}$ , кг:

$$B_{\delta} = \frac{0,06((80 - 14,5) + (20 - 14,5))}{100 - 42,5} = 0,074 \text{ кг}$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання,  $B_m$ , кг:

$W_{\text{сп}}$  - вологість відходів, %. ( знаходиться в межах 30 – 36 %)

$$B_m = \frac{0,04(100 - 30)}{100 - 42,5} = 0,048 \text{ кг}$$

Затрати на оброблення тіста  $З_{обр}$ , кг

$$З_{обр} = \frac{1(42,5 - 14,5)}{100 - 42,5} = 0,48 \text{ кг}$$

Затрати від упікання  $З_{уп}$ , кг:

$$З_{уп} = \frac{9[179,35 - (0,074 + 0,048 + 0,48)]}{100} = 16,08 \text{ кг}$$

Затрати від усихання,  $З_{ус}$ , кг:

$$З_{ус} = \frac{3,5[179,35 - (0,074 + 0,048 + 0,48 + 16,08)]}{100} = 5,7 \text{ кг}$$

Втрати від неточності маси штучних виробів,  $B_{шт}$ , кг:

$$B_{шт} = \frac{g_{шт}[G_m - (B_{\delta} + B_m + З_{обр} + З_{уп} + З_{ус})]}{100}$$

де  $g_{шт}$  – втрати внаслідок відхилення маси хліба, % до маси гарячої

булочки;  $g_{шт} = 0,4-0,5\%$

$$B_{шт} = \frac{0,5[(179,35 - (0,074 + 0,048 + 0,48 + 16,08 + 5,7))]}{100} = 0,78 \text{ кг}$$

Затрати при охолодженні і витримуванні сухарних скибок

$$З_{охол} = g_{охол}[G_{т} - (B_{\delta} + B_{т} + З_{уп})]/100,$$

де  $З_{охол}$  – затрати при охолодженні і витримуванні сухарних скибок;

$q_{охол}$  - загальні затрати при охолодженні і витримуванні сухарних скибок, % ( 3-4%).

$$З_{охол} = 4 [179,35 - (0,074 + 0,048 + 16,08)]/100 = 6,5 \text{ кг}$$

Втрати при різанні сухарних плит на скибки

$$B_p = q_p [G_{т} - (B_{\delta} + B_{т} + З_{уп} + З_{охол})]/100$$

де  $B_p$  - втрати при різанні сухарних плит на скибки, кг;

$q_p$  - сумарні витрати при різанні у відсотках до маси охолоджених сухарних плит, % ( 0,5%).

$$B_p = 0,5 [179,35 - (0,074 + 0,048 + 16,08 + 6,5)]/100 = 0,78 \text{ кг}$$

Затрати при сушінні – обжарюванні

$$Z_c = q_p [G_T - (B_6 + B_T + Z_{6p} + Z_{уп} + Z_{охол} + B_p)]/100$$

де  $Z_c$  - затрати при сушінні обжарюванні, кг;

$q_p$  - загальні затрати при сушінні – обжарюванні скибок, %.

Розраховується за формулою  $q_p = \frac{G_{с.ск} - G_{г.сух}}{G_{с.ск}} * 100$

$$Z_c = 16 [179,35 - (0,074 + 0,048 + 16,08 + 5,7 + 0,78)]/100 = 25,1 \text{ кг}$$

Затрати при транспортуванні до місця укладання

$$Z_{тр} = q_{тр} [G_T - (B_6 + B_T + Z_{6p} + Z_{уп} + Z_{охол} + B_p + Z_c)]/100$$

де  $q_{тр}$  - величина затрат в % до маси гарячих сухарів.

$$Z_{тр} = 2 [179,35 - (0,074 + 0,048 + 16,08 + 5,7 + 0,78 + 25,1)]/100 = 2,6 \text{ кг}$$

Затрати при укладанні сухарів в ящики

$$Z_{укл} = q_{укл} [G_m - (B_6 + B_m + Z_{6p} + Z_{уп} + Z_{охол} + B_p + Z_c + Z_{тр})]/100$$

де  $q_{укл}$  - загальні затрати при укладанні сухарів в ящики, % (0,7%).

$$Z_{укл} = 0,7 [179,35 - (0,074 + 0,048 + 16,08 + 5,7 + 0,78 + 25,1 + 2,6)]/100 = 0,9 \text{ кг}$$

Затрати при зберіганні в експедиції

$$Z_{збер} = q_{збер} [G_m - (B_6 + B_m + Z_{6p} + Z_{уп} + Z_{охол} + B_p + Z_c + Z_{тр} + Z_{укл})]/100$$

де  $q_{збер}$  – затрати при зберіганні сухарів у експедиції, % (1,0%)

$$Z_{збер} = 1 [179,35 - (0,074 + 0,048 + 16,08 + 5,7 + 0,78 + 25,1 + 2,6 + 0,9)]/100 = 1,28 \text{ кг}$$

Втрати у вигляді крихти

$$B_{кр} = q_{кр} [G_m - (B_6 + B_m + Z_{6p} + Z_{уп} + Z_{охол} + B_p + Z_c + Z_{тр} + Z_{укл} + Z_{збер})]/100$$

де  $q_{кр}$  – загальні втрати у вигляді крихт, % (0,5-1,0%).

$$B_{кр} = 0,6 [179,35 - (0,074 + 0,048 + 16,08 + 6,45 + 0,78 + 25,1 + 2,6 + 0,9 + 1,28)]/100 = 0,76 \text{ кг}$$

Втрати від переробки бракованих виробів

$$B_{брт} = q_{бр} [G_m - (B_6 + B_m + Z_{6p} + Z_{уп} + Z_{охол} + B_p + Z_c + Z_{тр} + Z_{укл} + Z_{збер} + B_{кр})]/100$$

де  $q_{бр}$  - втрати від переробки бракованих виробів.

$$B_{брт} = 0,04 [179,35 -$$

$$(0,074 + 0,048 + 16,08 + 5,7 + 0,78 + 25,1 + 2,6 + 0,9 + 1,28 + 0,76)]/100 = 0,05 \text{ кг}$$

Розрахунковий вихід булки кукурудзяної

$$V_{роз} = [179,35 - (0,074 + 0,048 + 16,08 + 5,7 + 0,78 + 25,1 + 2,6 + 0,9 + 1,28 + 0,76 + 0,05)] \\ = 126,1 \%$$

### **3.1.5 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів**

#### **Розрахунок цільнозернової булочки**

Тісто і опара готуються періодичним способом. Для розрахунку виробничої рецептури знаходимо коефіцієнт перерахунку за формулою та перемножуємо його на кількості сировини із пофазної рецептури.

$$G_6^D = \frac{V_D \cdot q}{100}, \text{ кг} \quad (3.34)$$

$$G_6^D = \frac{370 \cdot 26}{100} = 96,2 \text{ кг/год}$$

$$K = \frac{96,2}{100} = 0,9 \quad (3.35)$$

Перерахунок сировини з пофазної рецептури на виробничу:

*Борошно цільнозернове*

$$100 \times 0,9 = 90$$

*Дріжджова суспензія*

$$11,2 \times 0,9 = 10,08$$

*Розчин солі*

$$4,62 \times 0,9 = 4,2$$

*Розчин цукру*

$$12 \times 0,9 = 10,8$$

*Маргарин*

$$8 \times 0,9 = 7,2$$

*Вода*

$$44,78 \times 0,9 = 40,3$$

Таблиця 3.7 – Виробнича рецептура цільнозернової булочки

| Сировина              | Витрати відповідно до пофазної рецептури | Коефіцієнт перерахунку | Витрати на заміс 1 порції опари | Витрати на заміс 1 порції тіста |
|-----------------------|------------------------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Борошно цільнозернове | 100                                      | 0,9                    | 45                              | 45                              |
| Дріжджова суспензія   | 11,2                                     |                        | 10,08                           | –                               |
| Розчин солі           | 4,62                                     |                        | -                               | 4,2                             |
| Розчин цукру          | 12                                       |                        | -                               | 10,8                            |
| Маргарин              | 8,0                                      |                        | -                               | 7,2                             |
| Вода                  | 44,78                                    |                        | 22,2                            | 22,58                           |
| Опара                 | -                                        |                        | -                               | 83,4                            |
| Разом                 | 180,6                                    |                        | 83,4                            | 173,18                          |

*Вибір технологічних параметрів*

Розрахунок температура води на замішування опари [26]:

$$t_B^0 = t_o + \frac{G_6^0 \cdot C_6 (t_o - t_6)}{G_B^0 \cdot C_B} + n \quad (3.36)$$

$$t_B^0 = 28 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (28 - 20)}{30,6 \cdot 4,19} + 1 = 33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура води для замішування тіста  $t_B^T$   $^\circ\text{C}$ :

$$t_B^T = t_T + \frac{G_6^T \cdot C_6 \cdot (t_T - t_6)}{G_B \cdot C_B} + \frac{G_o \cdot C_o \cdot (t_T - t_o)}{G_B^0 \cdot C_B} \quad (3.37)$$

Теплоємність напівфабрикату, (опари)  $C_{н/ф}$  :

$$C_{н/ф} = \frac{G_6^0 \cdot C_6 + G_B^0 \cdot C_B}{G_o} \quad (3.38)$$

$$C_{н/ф} = \frac{50 \cdot 1,257 + 30,6 \cdot 4,19}{83,4} = 2,2 \text{ кДж/кг} \cdot \text{K}$$

$$t_B^T = 28 + \frac{50 \cdot 1,257 \cdot (28 - 20)}{22,58 \cdot 4,19} + \frac{83,4 \cdot 2,2 \cdot (28 - 28)}{30,6 \cdot 4,19} + 1 = 34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розрахункова величина маси шматків  $n_{шм}^T$ , кг, з урахуванням прийнятих технологічних затрат на упікання та усихання:

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{G_{\text{хл}} * 100 * 100}{(100 - G_{\text{уп}}) * (100 - G_{\text{ус}})} \quad (3.39)$$

$$n_{\text{шм}}^{\text{т}} = \frac{0,036 * 100 * 100}{(100 - 17,95) * (100 - 6,25)} = 0,04 \text{ кг.}$$

### *Розрахунок кукурудзяної булочки*

Розрахунок максимальної маси борошна, що може бути завантажена у діжу,  $V_{\text{д}} - 205 \text{ дм}^3$ ,  $q = 32$ .

$$G_6^{\text{д}} = \frac{205 * 32}{100} = 65,6 \text{ кг/год}$$

$$K = \frac{65,6}{100} = 0,6$$

Перерахунок сировини з пофазної рецептури на виробничу:

*Борошно пшеничне вищого сорту*

$$80 \times 0,6 = 48$$

*Борошно кукурудзяне*

$$20 \times 0,6 = 12$$

*Дріжджова суспензія*

$$16 \times 0,6 = 9,6$$

*Розчин солі*

$$4,6 \times 0,6 = 2,76$$

*Розчин цукру*

$$17,6 \times 0,6 = 10,56$$

*Маргарин*

$$8 \times 0,6 = 4,8$$

*Вода*

$$33,13 \times 0,6 = 19,8$$

Таблиця 3.8 – Виробнича рецептура кукурудзяної булочки

| Сировина                      | Витрати відповідно до пофазної рецептури | Коефіцієнт перерахунку | Витрати на 1 заміс тіста |
|-------------------------------|------------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Борошно пшеничне вищого сорту | 80                                       | 0,6                    | 48                       |
| Борошно кукурудзяне           | 20                                       |                        | 12                       |
| Дріжджова суспензія           | 16                                       |                        | 9,6                      |
| Розчин солі                   | 4,6                                      |                        | 2,76                     |
| Розчин цукру                  | 17,6                                     |                        | 10,56                    |
| Маргарин                      | 8,0                                      |                        | 4,8                      |
| Вода                          | 33,13                                    |                        | 19,8                     |
| Разом                         | 179,33                                   |                        | 107,52                   |

*Вибір технологічних параметрів*

Температура води для замішування тіста  $t_{\theta}^m$  °C, (3.38):

$$C_{н/ф} = \frac{G_{\theta}^o * C_{\theta} + G_{\theta}^o * C_{\theta}}{G_o}$$

$$C_{н/ф} = \frac{50 * 1,257 + 12 * 4,19}{57,35} = 1,9 \text{ кДж/кг*К}$$

$$t_{\theta}^m = 28 + \frac{50 * 1,257 * (28 - 20)}{33,13 * 4,19} + \frac{57,35 * 1,9 * (28 - 28)}{12 * 4,19} + 1 = 32,6 \text{ °C}$$

Розрахункова величина маси шматків  $n_{шм}^m$ , кг, з урахуванням прийнятих технологічних затрат на упікання та усихання (3.39):

$$n_{шм}^m = \frac{G_{хл} * 100 * 100}{(100 - G_{уп}) * (100 - G_{ус})}$$

$$n_{шм}^m = \frac{0,03 * 100 * 100}{(100 - 17,87) * (100 - 6,4)} = 0,039 \text{ кг.}$$

### 3.1.6 Розрахунок витрат сировини

Для розрахунку площ складських приміщень необхідно визначити добові витрати кожного виду сировини та запас сировини на нормативний термін зберігання.

#### Цільнозернова грінка

Витрати борошна за годину  $G_6^{\text{год}}$ , кг/год [26]:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \times 100}{B_x} \quad (3.40)$$

де  $P_{\text{год}}$  – годинна продуктивність печі, кг/год;  $B_x$  – плановий вихід хліба.

$$G_6^{\text{год}} = \frac{365,8 \times 100}{122} = 301,44 \text{ кг/год.}$$

Добова витрата борошна  $G_6^{\text{доб}}$ , кг/доб, складає

$$G_6^{\text{доб}} = \frac{2078,8 \times 100}{122} = 1\,703,93 \text{ кг/доб}$$

Добові витрати кожного виду сировини на 100 кг борошна за рецептурою:

Солі

$$g_c = \frac{1\,703,93 \times 1,2}{100} = 20,45 \text{ кг}$$

Дріжджів

$$g_{\text{др}} = \frac{1\,703,93 \times 2,8}{100} = 47,71 \text{ кг}$$

Цукру білого

$$g_{\text{цук}} = \frac{1\,703,93 \times 6}{100} = 102,23 \text{ кг}$$

Витрати маргарину столового

$$g_{\text{мар}} = \frac{1\,703,93 \times 8}{100} = 136,31 \text{ кг}$$

#### Грінка кукурудзяна

Добова витрата борошна  $G_6^{\text{доб}}$ , кг/доб, складає

$$G_6^{\text{доб}} = \frac{1984,98 \times 100}{125} = 1597,36 \text{ кг/доб}$$

Добові витрати кожного виду сировини на 100 кг борошна за рецептурою:

Солі

$$g_c = \frac{1597,36 \times 1,2}{100} = 19,16 \text{ кг}$$

Дріжджів

$$g_{др} = \frac{1597,36 \times 4}{100} = 63,89 \text{ кг}$$

Цукру білого

$$g_{цук} = \frac{1597,36 \times 8,8}{100} = 140,56 \text{ кг}$$

Витрати маргарину столового

$$g_{мар} = \frac{1597,36 \times 8}{100} = 127,78 \text{ кг}$$

\

Таблиця 3.9 – Добова витрата сировини

| Сировина                               | Грінка<br>цільнозернова | Грінка<br>кукурудзяна | Разом   |
|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------|
| Борошно<br>пшеничне вищого<br>сорту    | -                       | 1277,88               | 1277,88 |
| Борошно<br>кукурудзяне                 | -                       | 319,47                | 319,47  |
| Борошно<br>цільнозернове               | 1703,93                 | -                     | -       |
| Дріжджі<br>хлібопекарські<br>пресовані | 47,71                   | 63,89                 | 111,6   |
| Сіль кухонна<br>харчова                | 20,45                   | 19,16                 | 39,61   |
| Цукор білий                            | 102,23                  | 140,56                | 242,79  |
| Маргарин                               | 136,31                  | 127,78                | 264,09  |

### 3.1.7 Розрахунок площ приміщень для забезпечення виробництва

Таблиця 3.10 – Запас сировини для виробництва

| Сировина                      | Добові витрати сировини, т | Спосіб зберігання | Нормативний термін зберігання, діб | Необхідний запас сировини, т |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Борошно пшеничне вищого сорту | 1,277                      | В мішках по 50 кг | 7                                  | 8,93                         |
| Борошно кукурудзяне           | 0,319                      | В мішках по 25 кг | 7                                  | 2,23                         |
| Борошно цільнозернове         | 1,703                      | В мішках по 50 кг | 7                                  | 11,92                        |
| Дріжджі пресовані             | 0,111                      | Тарний у ящиках   | 3                                  | 0,33                         |
| Сіль кухонна харчова          | 0,039                      | Тарний у мішках   | 15                                 | 0,58                         |
| Цукор білий                   | 0,242                      | У мішках          | 15                                 | 3,63                         |
| Маргарин столовий             | 0,264                      | У ящиках          | 5                                  | 1,32                         |

Площа складського приміщення для тарного зберігання сировини  $F_c$ , м<sup>2</sup> розраховуємо за формулою [26]:

$$F_c = \frac{G_{\text{доб}} \times \tau_m}{q} \quad (3.41)$$

$\tau$  – норма запасу сировини, діб;

$q$  – норма навантаження на 1 м<sup>2</sup> підлоги, т/м<sup>2</sup>  $\mu$  - коефіцієнт, що враховує проходи - 1,5

*Солі*

$$F_c = \frac{0,58 \times 15}{0,8} = 10,8 \text{ м}^2$$

*Цукру*

$$F_{\text{ц}} = \frac{3,63 \times 15}{0,8} = 68,1 \text{ м}^2$$

*Дріжджів*

$$F_{др} = \frac{0,33 \times 3}{0,54} = 1,8 \text{ м}^2$$

*Маргарину*

$$F_{мар} = \frac{1,32 \times 5}{0,4} = 16,5 \text{ м}^2$$

*Борошна пшеничного*

$$F_{б} = \frac{8,93 \times 7}{0,65} = 96,2 \text{ м}^2$$

*Цільнозернового борошна*

$$F_{б.цільн} = \frac{11,92 \times 7}{1,85} = 45,1 \text{ м}^2$$

*Кукурудзяного борошна*

$$F_{б.кук} = \frac{2,23 \times 7}{1,85} = 8,4 \text{ м}^2$$

$$F_{заг} = 10,8 + 68,1 + 1,8 + 16,5 + 96,2 + 45,1 + 8,4 = 246,9 \text{ м}^2$$

### **3.1.8. Розрахунок та підбір технологічного обладнання**

Продуктивність тістомісильної машини [26]:

$$P = \frac{60 \cdot g_{нф}}{\tau_{зам} + \tau_{доп}} \quad (3.42)$$

де  $g_{нф}$  – маса напівфабрикату, замішуваного в діжі, кг (опари, тіста згідно виробничої рецептури);

$\tau_{зам}$  - тривалість замішування опари – 5 хв, тіста 5 хв.

$\tau_{доп}$  – тривалість допоміжних операцій – 3 хв.

*Для замісу опари булочки цільнозернової*

$$P = \frac{60 \cdot 83,4}{5 + 3} = 625,5 \text{ кг/хв}$$

*Для замісу тіста булочки цільнозернової*

$$P = \frac{60 \cdot 173,18}{5 + 3} = 1298,8 \text{ кг/хв}$$

*Для замісу тіста булочки кукурудзяної*

$$P = \frac{60 \cdot 107,52}{5 + 3} = 806,4 \text{ кг/хв}$$

Визначаємо кількість діж для замісу булочки цільнозернової

Максимальна маса борошна, що може бути завантажена у діжу

$$G_6^d = \frac{V_d \cdot q}{100}, \text{ кг} \quad (3.43)$$

де  $V_d$  – об'єм діжі,  $\text{дм}^3$ ;  $V_d = 370 \text{ дм}^3$ .

$q$  – норма завантаження борошна на  $100 \text{ дм}^3$  об'єму діжі, кг  
для опари  $q = 26$ , для тіста  $q = 32$ .

Для опари:

$$G_6^d = \frac{370 \cdot 26}{100} = 125,8 \text{ кг/год}$$

Для тіста:

$$G_6^d = \frac{370 \cdot 32}{100} = 144,3 \text{ кг/год}$$

Розрахунок кількості діж необхідних для забезпечення годинної продуктивності печі (3.40):

$$G_{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot 100}{V_{\text{п}}}, \text{ кг/год}$$

де  $P_{\text{год}}$  – годинна продуктивність печі, кг/год;

$V_{\text{п}}$  – плановий вихід виробу

$$G_{\text{год}} = \frac{365,8 \cdot 100}{122} = 299,8 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_6^{\text{год}}}{G_6^d} \quad (3.44)$$

де  $G_6^{\text{год}}$  — годинні витрати борошна на приготування напівфабрикату, кг/год.

для опари:

$$D_{\text{год}} = \frac{299,8}{125,8} = 2,4;$$

для тіста:

$$D_{\text{год}} = \frac{299,8}{144,3} = 2,1;$$

Тоді, за формулою ритм замішування, хв, дорівнює:

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (3.45)$$

для опари:

$$r = \frac{60}{2,4} = 25 \text{ хв.}$$

для тіста:

$$r = \frac{60}{2,1} = 28,57 \text{ хв.}$$

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів.

Зайнятість діж тд хв, обчислюють за формулою:

$$t_{\partial}^m = t_{зам}^m + t_{бр}^m + t_{до\partial} \quad (3.46)$$

де  $t_{зам}^m$  – тривалість замішування тіста, хв;

$t_{бр}^m$  – тривалість бродіння тіста, хв

Для опари:

$$t_{\partial}^m = 3 + 180 + 4 = 187 \text{ хв}$$

Для тіста:

$$t_{\partial}^m = 10 + 60 + 10 = 80 \text{ хв}$$

Необхідна кількість діж для приготування опари та тіста

$$D_m = \frac{t_{\partial}^m}{r} \quad (3.47)$$

Для опари:

$$D_o = \frac{187}{25} = 7,5 \text{ шт. } 8 \text{ шт}$$

Для тіста:

$$D_m = \frac{80}{28,57} = 2,8 \text{ шт. } 3 \text{ шт}$$

Час роботи тістомісильної машини

$$\tau_{т.м.м} = \tau_{зам} + \tau_{обм} + \tau_{зач} \quad (3.48)$$

$$\tau_{т.м.м}^o = 3 + 4 = 7 \text{ хв.}$$

$$\tau_{т.м.м}^m = 10 + 4 + 3 = 17 \text{ хв.}$$

$$N^o = \frac{7}{25} = 0,28 \text{ шт приймаємо одну машину;}$$

$$N^m = \frac{17}{28,57} = 0,6 \text{ шт приймаємо одну машину.}$$

Для технологічного процесу потрібно 2 тістомісильні машини марки PMSP 250 Porlanmaz та 11 діж.

*Визначаємо кількість діж для замісу булочки кукурудзяної*

Розрахунок максимальної маси борошна, що може бути завантажена у діжу

$$V_d - 205 \text{ дм}^3, q = 32.$$

$$G_{\partial}^{\partial} = \frac{205 \cdot 32}{100} = 65,6 \text{ кг/год}$$

Розрахунок кількості діж необхідних для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{305 \cdot 100}{125} = 244 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{244}{65,6} = 3,7;$$

Тоді, за формулою ритм замішування, хв, дорівнює:

$$r = \frac{60}{3,7} = 16,21 \text{ хв.}$$

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів.

$$t_{\partial}^m = 10 + 120 + 10 = 140 \text{ хв}$$

Час роботи машини:

$$\tau_{m.m} = \tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{обм}} + \tau_{\text{зач}}$$

$$\tau_{m.m}^m = 10 + 3 + 2 = 15 \text{ хв.}$$

Кількість тістомісильних машин

$$N = \frac{\tau_{m.m}^m}{r} \quad (3.49)$$

$$N^o = \frac{15}{16,21} = 0,9 \text{ шт приймаємо одну машину;}$$

$$D_m = \frac{140}{28,57} = 4,9 \text{ шт. } 5 \text{ шт}$$

$$N^m = \frac{15}{28,57} = 0,52 \text{ шт приймаємо одну машину.}$$

Для технологічного процесу потрібно 1 тістомісильна машина марки PMSP 120 Porlanmaz та 5 діж.

### **Обладнання для поділу тіста**

Після приготування тіста здійснюється поділ на куски певної маси.

Проводимо розрахунок кількості заготовок за хвилину  $N_d$ , за формулою:

$$N_{m.з} = \frac{P_{год}}{60 \cdot g_v} \quad (3.50)$$

де  $P_{год}$  – годинна продуктивність печі, кг/год;

$g_v$  – маса виробу, кг.

*Для булочки цільнозернової*

$$N_{m.з} = \frac{365,8}{0,036 \cdot 60} = 169 \text{ шт/хв.}$$

*Для булочки кукурудзяної*

$$N_{m.з} = \frac{305}{0,03 \cdot 60} = 170 \text{ шт/хв}$$

Кількість тістоподільників, шт. для даних виробів

$$N = \frac{N_{m.з} \cdot x}{n_d}$$

де  $x$  – коефіцієнт запасу, що враховує зупинку тістоподільника та брак на шматки ( $x = 1,04 - 1,05$ );

$n_d$  – продуктивність тістоподільника за хвилину ( $n_d = 300$ ).

*Для булочки цільнозернової*

$$N = \frac{169 \cdot 1,04}{300} = 1 \text{ шт.}$$

*Для булочки кукурудзяної*

$$N = \frac{170 \cdot 1,04}{300} = 1 \text{ шт.}$$

Обрано тістоділитель-округлювач König Industrie Rex I 6

Розраховую коефіцієнт використання тістоподільників за формулою:

$$\eta = \frac{N_d}{N} \leq 1 \quad (3.51)$$

*Для булочки цільнозернової*

$$\eta = \frac{169}{300} = \leq 1$$

*Для булочки кукурудзяної*

$$\eta = \frac{170}{300} = \leq 1$$

### ***Розрахунок вистійної шафи***

Для вистоювання тістових заготовок використовую вистійну шафу Утал УХЛ МАШ.

Розраховую кількість шаф, яка забезпечить роботу

$$N_{\text{ш}} = \frac{N_{\text{вис}}}{N_{\text{вип}}} \quad (3.52)$$

де  $N_{\text{вис}}$  – тривалість вистоювання, хв;

$N_{\text{вип}}$  – тривалість випікання, хв.

*Для булочки цільнозернової*

$$N_{\text{ш}} = \frac{20}{13} = 1,5 = \text{приймаємо } 2$$

*Для булочки кукурудзяної*

$$N_{\text{ш}} = \frac{20}{11} = 1,8 = \text{приймаємо } 2$$

Отже, приймаємо 4 шафи для вистоювання.

Розрахунок ємності хлібосховища та експедиції

Визначаю площу хлібосховища для виробів за формулою:

$$S_{\text{хл}} = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}} * 30}{1000} \quad (3.53)$$

де  $P_{\text{год}}$  – годинна продуктивність печі, кг/год;

$t_{\text{зб}}$  – період зберігання, год.

*Для булочки цільнозернової*

$$S_{\text{хл}} = \frac{178 * 8 * 30}{1000} = 42,7 \text{ м}^2$$

*Для булочки кукурудзяної*

$$S_{\text{хл}} = \frac{155 * 8 * 30}{1000} = 37,2 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу:

$$S_{\text{хл}} = 42,7 + 37,2 = 80,0 \text{ м}^2$$

Розраховую площу експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \times S_{\text{хл}} \quad (3.54)$$

$S_{\text{експ}}$  приймаємо  $16 \text{ м}^2$

Таблиця 3.11 – Специфікація основного технологічного обладнання

| №з/п | Найменування обладнання                                                                | Кількість | Технічна характеристика  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|
| 1    | Просіювач PMFS2000 Porlanmaz                                                           | 2         | 120 × 90 × 175           |
| 2    | Бак холодної води                                                                      | 1         | -                        |
| 3    | Бак гарячої води                                                                       | 1         | -                        |
| 4    | Дріжджемішалка X – 14                                                                  | 1         | -                        |
| 5    | Солерозчинник ХСР 3/2                                                                  | 1         | -                        |
| 6    | Цукророзчинник X – 15                                                                  | 1         | -                        |
| 7    | Жиророзчинник X – 15Д                                                                  | 1         | -                        |
| 8    | Дозатор рідких компонентів Ш2 – ХДБ                                                    | 2         | 1600×600×1500            |
| 9    | Тістомісильна машина PMSP 250<br>Porlanmaz<br>(для булочки цільнозернової)             | 2         | 104 × 165×160            |
| 10   | Діжа (для булочки цільнозернової)                                                      | 11        | Об'єм 370 м <sup>3</sup> |
| 11   | Тістомісильна машина PMSP 120<br>Porlanmaz<br>(для булочки кукурудзяної)               | 1         | 82 × 135 ×135            |
| 12   | Діжа (для булочки кукурудзяної)                                                        | 5         | Об'єм 205 м <sup>3</sup> |
| 13   | Тістоподільник<br>округлювач König Industrie Rex I 6                                   | 2         | 660×700×1450             |
| 14   | Вистійна шафа<br>Утал УХЛ МАШ                                                          | 4         | 1910×1900×1200           |
| 15   | Піч PMDF 200F                                                                          | 6         | 2350×2190×2500           |
| 16   | Машина для нарізання виробів<br>Cortar-UP-LUX                                          | 2         | 1035×1700×1260           |
| 17   | Шафа для охолодження сухарів                                                           | 4         |                          |
| 18   | Пакувальна машина флоупак DXDZ-250S                                                    | 2         | 3770×640×1450            |
| 19   | Машина для скріплювання пакування<br>(запаювання) Hualian Machinery Group<br>FRB-770II | 2         | 840×380×550              |

## 3.2 Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва

### 3.2.1 Вимоги до якості сировини та готових продуктів

Для виготовлення запланованих хлібобулочних виробів використовується суворо відібрана сировина, що включає пшеничне борошно вищого ґатунку, борошно, пресовані хлібопекарські дріжджі, кухонну сіль, воду, маргарин. Уся ця сировина має відповідати чинним стандартам, щоб гарантувати високу якість кінцевої продукції.

**Якість борошна** є одним із найважливіших факторів, що впливають на готовий виріб. Її оцінюють за низкою показників:

*Органолептичні показники:* Колір, запах і смак борошна, а також його крупність помелу.

*Фізико-хімічні показники:* Вологість, кислотність, зольність (білість).

*Показники безпеки:* Масова частка домішок та зараженість шкідниками хлібних злаків.

*Хлібопекарські властивості:* Масова частка клейковини та її якість, а також число падіння (показник активності ферментів).

Смак борошна може багато розповісти про його якість:

- Доброякісне борошно має злегка солодкуватий присмак без будь-яких сторонніх домішок.
- Гіркий присмак свідчить про можливе недостатнє очищення зерна від домішок насіння або про те, що жири в борошні згіркли.
- Виражений солодкий смак може вказувати на те, що борошно було виготовлене з пророслого зерна.
- Кислий присмак є чіткою ознакою несвіжості борошна.
- Також неприпустимий хрускіт на зубах, який свідчить про наявність мінеральних домішок через недостатнє очищення зерна.

Якісне борошно повинно мати свіжий, ледь помітний запах. Категорично неприпустимі затхлий чи пліснявий запахи, оскільки вони свідчать про псування продукту.

Розмір частинок борошна безпосередньо впливає на його хлібопекарські властивості, зокрема на швидкість набухання та водопоглинальну здатність. Цей показник регулюється стандартами:

- Занадто великі частинки (крупний помел) повільно набухають, що сповільнює ферментативні процеси в тісті.
- Надто дрібні частинки (дрібний помел) можуть призвести до того, що тісто матиме погані фізичні властивості, що негативно позначиться на якості готових виробів.

Максимально допустима вологість пшеничного борошна становить 15%. Борошно з підвищеною вологістю швидше псується під час зберігання і гірше поглинає воду, ніж сухе. Перевірити вологість можна простим способом: якщо сухе борошно стиснути в долоні, воно має легко розсипатися.

Кількість металоманітних домішок не повинна перевищувати 3 мг на 1000 г борошна. Це важливий показник безпеки, який гарантує відсутність сторонніх металевих частинок у продукті.

Таблиця 3.12 - Показники якості борошна

| Борошно                    | Колір                                                       | Крупність | Вологість | Зольність, %, не більше | Вміст сирової клейковини, % | Кислотність, град |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Цільнозернове вищого сорту | Світло-коричневий або сірий з відтінком, однорідний         | 43/5      | 15,0      | 1,8                     | 12–20                       | 18                |
| Кукурудзяне вищого сорту   | Жовтий або білий (залежно від сорту кукурудзи), рівномірний | 35/2      | 14,0      | 1,5                     | -                           | 3,5               |

**Дріжджі хлібопекарські пресовані** повинні відповідати вимогам наведеним в таблиці

Таблиця 3.13 - Основні показники якості дріжджів хлібопекарських пресованих

| Показники      | Норми                               | Показник                                                                  | Норми      |
|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| Органолептичні |                                     | Фізико-хімічні                                                            |            |
| Консистенція   | густа, крихка                       | Вологість, %, не більше                                                   | 75         |
| Колір          | сіруватий з жовтуватим відтінком    | Кислотність, мг оцтової кислоти:<br>- в день виготовлення<br>- на 12 добу | 120<br>300 |
| Смак та запах  | властивий дріжджам, без стороннього | Стійкість, год, не менше                                                  | 60         |
|                |                                     | Підймальна сила, хв, не більше                                            | 70         |

**Пресовані хлібопекарські дріжджі** повинні мати високу здатність до бродіння, швидко зброджувати цукри, що містяться в тісті, та проявляти низьку чутливість до осмотичного тиску. Вони мають добре переносити підвищений вміст солі та цукру, а також зберігати активність протягом тривалого зберігання. Основним показником їхньої якості є підйомна сила, яка залежить від активності ферментів, що відповідають за спиртове бродіння.

**Вода**, яка використовується у виробництві, повинна відповідати санітарним нормам для питної води. Її зберігають у спеціальних ємностях, розміщених на верхніх поверхах підприємства. Об'єм бака з холодною водою розрахований на забезпечення роботи протягом 8 годин, з гарячою – на 5–6 годин. Температура гарячої води підтримується на рівні 70°C.

**Сіль**, яку застосовують у хлібопекарському виробництві, є харчовою кухонною сіллю. Зазвичай використовують молоту сіль I або II сорту, з помелом 1-го, 2-го або 3-го номеру. Розмір частинок солі залежить від номера помелу. У солі I сорту дозволений вміст нерозчинних речовин до 0,45%, а в II

сорту – до 0,85%. Колір варіюється від білого до білуватого з легким сірим відтінком. Смак – характерний солоний, без сторонніх домішок. Вологість для всіх сортів (крім «екстра») становить до 0,25%.

**Білий цукор** повинен відповідати певним стандартам якості. Його колір має бути білим або з легким жовтуватим відтінком. Смак — виразно солодкий, без будь-яких сторонніх присмаків.

Основні показники якості цукру:

- **Вологість** — не вище 0,14%, щоб запобігти злежуванню та псуванню.
- **Зольність** (вміст мінеральних речовин) — не більше 0,04%, що свідчить про високу ступінь очищення продукту.
- **Вміст цукрози** — не менше 99,5%, що гарантує солодкість і якість.
- **Редукувальні речовини** — не більше 0,050%, оскільки їх надлишок може погіршити якість і вплинути на процеси у виробництві.

### ***3.2.2 Опис технологічного процесу виробництва***

Технологічна схема виробництва грінок є послідовністю основних технологічних процесів, що відображають усі етапи виготовлення продукції. Виробництво сухарних виробів поділяється на кілька основних стадій: зберігання та підготовка сировини, замішування тіста, обробка тістової маси, випікання, охолодження і зберігання готових виробів.

Кожен етап включає окремі технологічні операції, які у сукупності забезпечують якісне приготування грінок. Послідовність і зміст цих операцій зображено на рисунку 1.

На рисунку 1 наведено технологічну схему виробництва цільнозернової грінки.

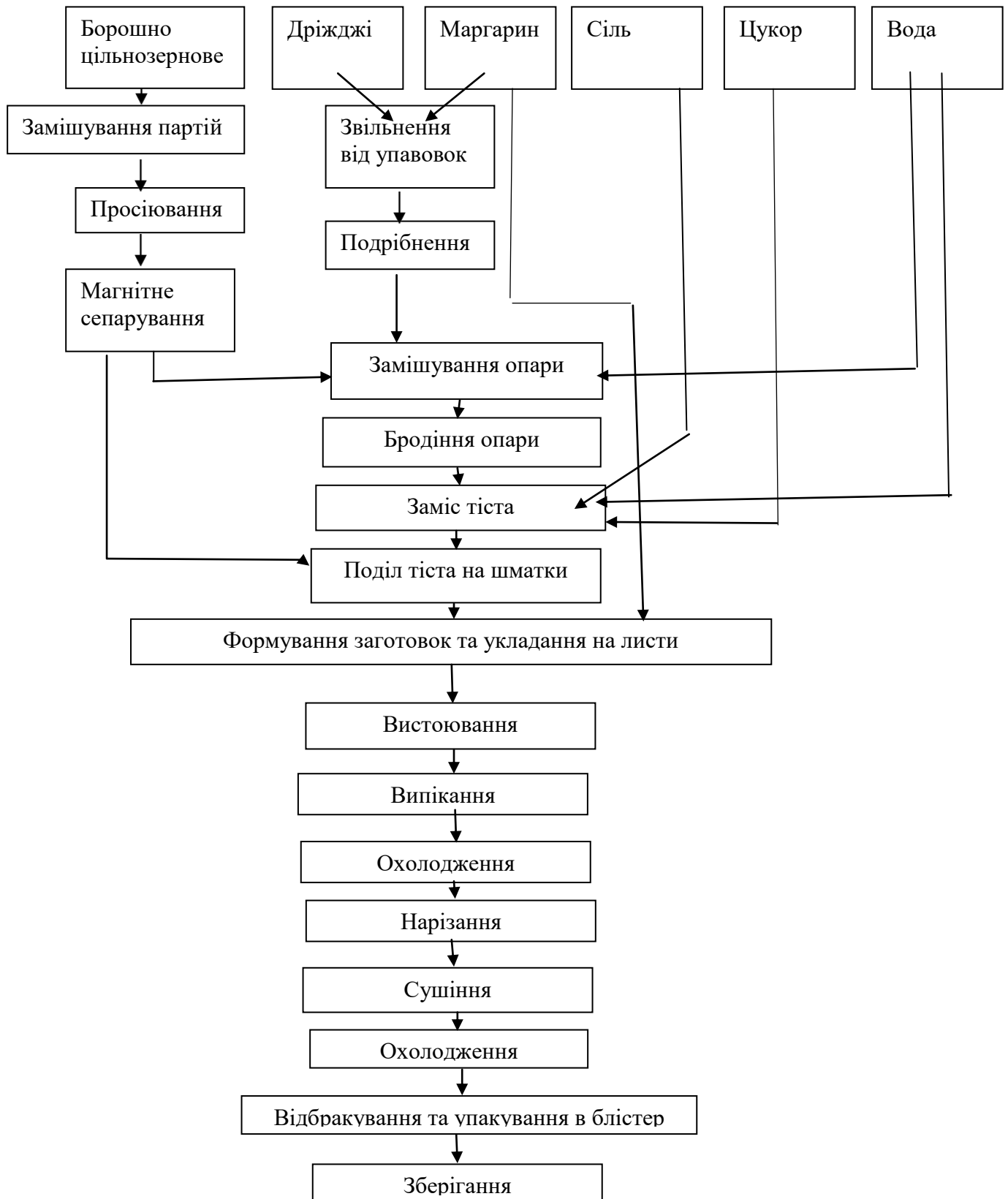


Рисунок 3.1 - Технологія виготовлення цільозернових грінок-сухарів

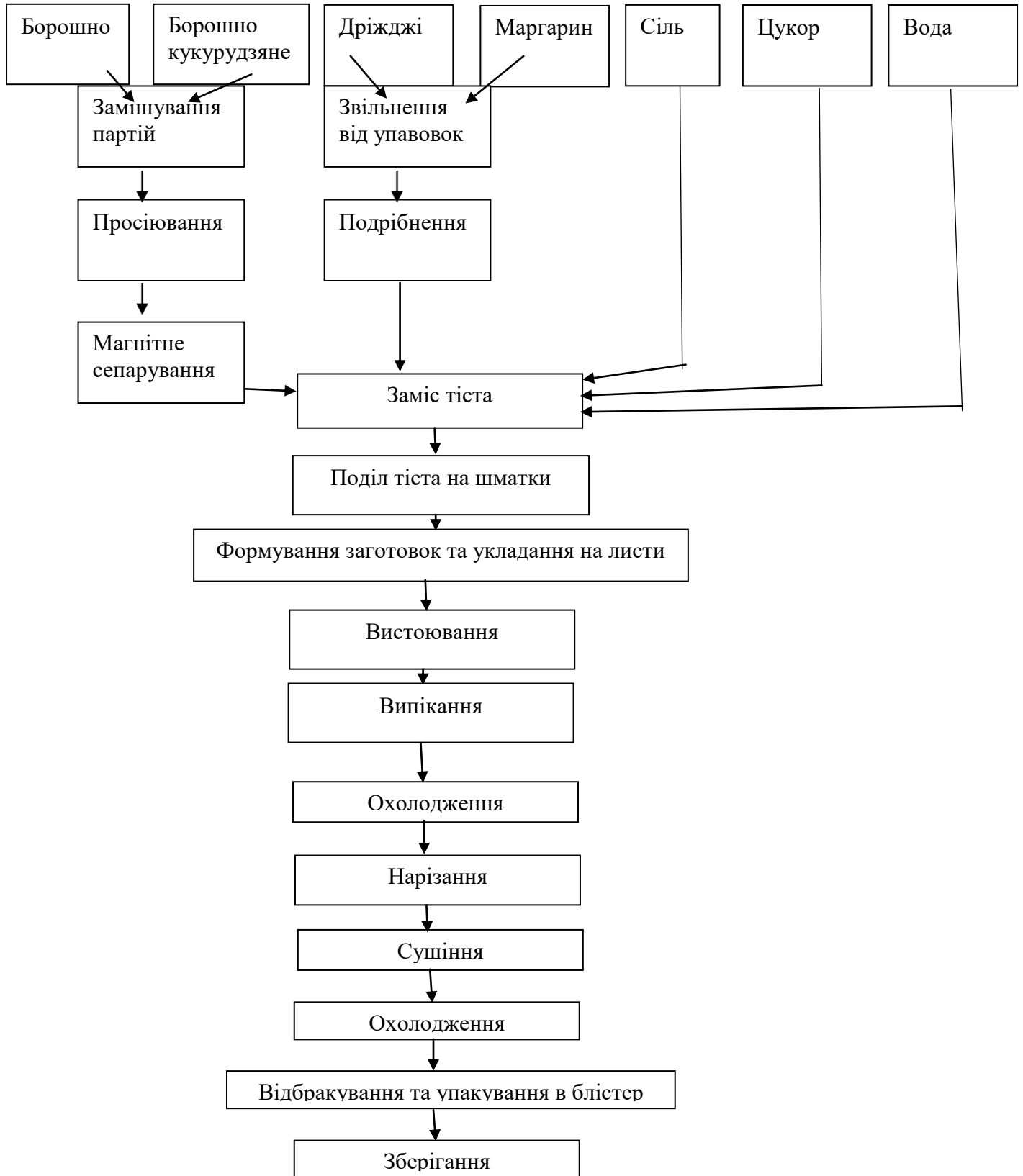


Рисунок 3.2 Технологія виготовлення кукурудзяних грінок-сухарів

У роботі пропонується розрахувати рецептури та підібрати технологічне обладнання для виробництва грінок-сухарів цільнозернових та грінок кукурудзяних.

Борошно зберігається на підприємствах у мішках. Перед використанням борошно обов'язково просіюється.

Хлібопекарські дріжджі зберігаються при температурі 4 °С та відносній вологості повітря не більше ніж 75 % протягом 12 діб. Для їх підготовки до виробництва, дріжджі розпаковуються, подрібнюються.

Сіль і цукор зберігаються в мішках при відносній вологості повітря не більше 75 %. Для використання вони застосовуються у вигляді розчинів з певною концентрацією.

Спочатку, щоб отримати вироби потрібної ваги після випікання, **тісто ділять на шматки** механічним способом за допомогою спеціальних тістоподільних машин. Це дозволяє контролювати масу кожної заготовки з урахуванням втрат під час подальшої обробки.

Наступний крок – **формування тістових заготовок**. На цьому етапі їм надають форму, що відповідає стандартам, описаним у нормативній документації.

Після формування відбувається **остаточне вистоювання**. Це ключовий етап, під час якого відновлюється пористість тіста. Інтенсивне бродіння максимально розпушує тістовий напівфабрикат, значно збільшуючи його в об'ємі. Ідеальні умови для цього процесу – температура повітря 35–40°C та відносна вологість 75–85.

Наступний етап - **випікання тістових заготовок** у хлібопекарських печах. Саме тут тісто перетворюється на готовий виріб, придатний для споживання. Після цього продукт охолоджується та подається на різку. Завершальний етап – висушування виробу.

### **3.3 Організація технохімічного контролю запроектованого асортименту**

Технохімічний контроль виробництва сухарних виробів є невід'ємною складовою забезпечення їх якості та безпеки на всіх етапах виготовлення. Цей процес охоплює перевірку сировини, контроль технологічних параметрів у ході виробництва, а також оцінку готової продукції за допомогою хімічних, фізичних і мікробіологічних методів.

Перш ніж розпочати роботу у виробничому цеху, здійснюється контроль вхідної сировини. Для борошна перевіряють рівень вологості, вміст і якість клейковини, а також автолітичну активність. Вода, яка використовується у виробництві, повинна мати оптимальні показники жорсткості, бути вільною від забруднень та небажаних мікроорганізмів. Пресовані дріжджі повинні характеризуватись високою ферментативною активністю; визначають їх осмочутливість, смак, запах і зовнішній вигляд. Також контролюють якість солі та цукру — зокрема, перевіряють їх чистоту, наявність домішок і відповідність стандартам.

У процесі виготовлення сухарних виробів здійснюється поетапний контроль виробничого процесу. На стадії замішування тіста перевіряють його температуру та реологічні характеристики.

При поділі тіста шляхом зважування контролюють точність маси тістових заготовок. У вистійній камері підтримується температура в межах 30–35 °C та вологість 75–80 %, що є необхідним для формування правильної структури виробу.

На етапі випікання сухарів здійснюється контроль температурного режиму та вологості в пекарній камері. Для визначення готовності продукції можуть проводити вимірювання температури в середині виробу.

Контролю також підлягають готові сухарні вироби. Насамперед проводиться органолептична оцінка: перевіряють зовнішній вигляд, цілісність

поверхні, наявність або відсутність тріщин, однорідність, об'єм, структуру пор, смак, запах, а також слідкують за відсутністю непромішених ділянок.

До фізико-хімічних показників, що підлягають контролю, належать маса сухарів, їх вологість, кислотність та пористість м'якушки до просушування. У разі необхідності можуть проводитися мікробіологічні дослідження на наявність патогенних або умовно-патогенних мікроорганізмів.

Для таких досліджень застосовують відповідні лабораторні методи. Щоб визначити вологість, зразки сировини, напівфабрикатів або готових сухарів висушують у сушильній шафі при температурі 130 °C протягом 45 хвилин. Після цього, порівнюючи масу до й після сушіння, розраховують вологість за відповідною формулою.

Кислотність визначають шляхом титрування: нейтралізують органічні кислоти 0,1-нормальним розчином лугу (наприклад, КОН або NaOH) і, враховуючи витрачений об'єм лугу, обчислюють кислотність зразка.

Пористість м'якушки визначають за допомогою спеціального приладу — наприклад, приладу Журавльова.

Оскільки не всі пекарні мають можливість проводити повний спектр фізико-хімічних або мікробіологічних аналізів на місці (наше виробництво теж немає власної лабораторії), тому змушені звертатися до сертифікованих лабораторій для проведення необхідних досліджень.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Охорона праці**

#### **Організація охорони праці на виробництві**

Охорона праці на виробництві починається з ефективної організації управління охороною праці, яка є складовою загальної системи управління підприємством. Саме роботодавець несе основну відповідальність за створення безпечних і здорових умов праці в кожному структурному підрозділі та на кожному робочому місці відповідно до вимог нормативно-правових актів, а також за дотримання законодавчо визначених прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою на підприємстві забезпечується функціонування системи управління охороною праці. Роботодавець створює відповідні служби або призначає посадових осіб, відповідальних за вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує їхні обов'язки, права та відповідальність і здійснює постійний контроль за виконанням покладених функцій. Важливою складовою цієї роботи є розроблення та реалізація за участю сторін колективного договору комплексних заходів, спрямованих на досягнення встановлених нормативів і підвищення існуючого рівня безпеки праці.

Роботодавець зобов'язаний упроваджувати прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, а також вимоги ергономіки й позитивний вітчизняний та міжнародний досвід у сфері охорони праці. Особлива увага приділяється усуненню причин, що призводять до нещасних випадків і професійних захворювань, та реалізації профілактичних заходів, визначених за результатами їх розслідування.

Важливим елементом системи управління охороною праці є організація аудиту охорони праці, проведення лабораторних досліджень умов праці та атестації робочих місць на відповідність вимогам нормативно-правових актів у

встановлені законодавством строки. За результатами таких заходів роботодавець зобов'язаний вживати конкретних дій щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів.

На підприємстві розробляються та затверджуються положення, інструкції й інші локальні нормативні акти з охорони праці, що регламентують правила виконання робіт і поведінку працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на робочих місцях і будівельних майданчиках відповідно до державних міжгалузевих і галузевих вимог. Працівники забезпечуються цими нормативними актами безоплатно.

Роботодавець здійснює постійний контроль за дотриманням технологічних процесів, правил експлуатації машин, механізмів та устаткування, правильним використанням засобів колективного й індивідуального захисту, а також за виконанням робіт відповідно до вимог охорони праці. Водночас організовується пропаганда безпечних методів праці та налагоджується тісна співпраця з працівниками у сфері забезпечення безпеки і гігієни праці.

У разі виникнення аварій або нещасних випадків роботодавець зобов'язаний вживати термінових заходів для надання допомоги потерпілим, а за необхідності залучати професійні аварійно-рятувальні формування. За порушення вимог законодавства з охорони праці роботодавець несе безпосередню відповідальність, що підкреслює ключову роль управління охороною праці у забезпеченні безпечної діяльності підприємства.

Додержання вимог охорони праці є обов'язком не лише роботодавця, а й кожного працівника підприємства. Виконуючи свої трудові обов'язки, працівник зобов'язаний дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих у процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства. Важливою умовою безпечної праці є знання та неухильне виконання вимог нормативно-правових актів з охорони праці, правил експлуатації машин, механізмів та устаткування, а також обов'язкове використання засобів колективного й індивідуального захисту.

Крім того, працівники повинні проходити в установленому порядку попередні та періодичні медичні огляди. За порушення зазначених вимог працівник несе безпосередню відповідальність [1].

З метою забезпечення участі працівників у вирішенні питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на підприємстві за рішенням трудового колективу може створюватися комісія з питань охорони праці. До її складу входять представники роботодавця, професійної спілки, уповноважені найманими працівниками особи, а також спеціалісти з безпеки та гігієни праці й інших служб підприємства. Діяльність комісії здійснюється відповідно до типового положення, затвердженого спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці, а її рішення мають рекомендаційний характер.

Важливе місце в системі охорони праці займають обов'язкові медичні огляди працівників певних категорій. Роботодавець зобов'язаний за власні кошти організовувати попередні медичні огляди при прийнятті на роботу та періодичні огляди протягом трудової діяльності для працівників, зайнятих на важких роботах, роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на роботах, де є потреба у професійному доборі. Обов'язковим є й щорічний медичний огляд осіб віком до 21 року. За результатами періодичних оглядів у разі потреби роботодавець повинен забезпечити проведення відповідних оздоровчих заходів.

Медичні огляди проводяться закладами охорони здоров'я, працівники яких несуть відповідальність за відповідність медичного висновку фактичному стану здоров'я працівника. Порядок їх проведення визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я. У разі ухилення працівника від обов'язкового медичного огляду роботодавець має право притягнути його до дисциплінарної відповідальності та зобов'язаний відсторонити від роботи без збереження заробітної плати [12].

Крім того, роботодавець повинен за свій рахунок забезпечити проведення позачергових медичних оглядів — за заявою працівника, якщо він вважає, що погіршення стану здоров'я пов'язане з умовами праці, або за власною ініціативою, коли стан здоров'я працівника не дозволяє йому належно виконувати трудові обов'язки. На час проходження медичного огляду за працівником зберігаються місце роботи та середній заробіток.

Наукове забезпечення охорони праці в Україні здійснюють Національний науково-дослідний інститут охорони праці та галузеві науково-дослідні інститути. Їх діяльність спрямована на розробку науково обґрунтованих рішень щодо поліпшення та безпеки умов праці, прогнозування наслідків аварій і нещасних випадків, розробку планів їх локалізації та ліквідації, моделювання аварійних ситуацій і заходів щодо їх запобігання, проведення моніторингу стану безпеки та умов праці, а також оцінку ефективності управління охороною праці та підготовку рекомендацій щодо її вдосконалення.

Навчання з питань охорони праці є одним із ключових елементів забезпечення безпечних і здорових умов праці на підприємстві. Працівники повинні постійно підвищувати рівень своїх знань у сфері охорони праці, оскільки від цього безпосередньо залежить збереження життя і здоров'я як самих працівників, так і оточуючих.

Усі працівники при прийнятті на роботу, а також у процесі трудової діяльності зобов'язані за рахунок роботодавця проходити інструктаж і навчання з питань охорони праці безпосередньо на підприємстві. Таке навчання включає ознайомлення з вимогами безпеки праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків та правила поведінки у разі виникнення аварійних ситуацій [12].

Особлива увага приділяється працівникам, зайнятим на роботах з підвищеною небезпекою або на роботах, де є потреба у професійному доборі. Вони повинні проходити попереднє спеціальне навчання, а також щорічну перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

Перелік робіт з підвищеною небезпекою затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

Посадові особи, діяльність яких пов'язана з організацією безпечного виконання робіт, під час прийняття на роботу і періодично, не рідше одного разу на три роки, проходять навчання та перевірку знань з питань охорони праці за участю профспілок. Працівники, у тому числі посадові особи, які не пройшли навчання, інструктаж або перевірку знань, до роботи не допускаються. У разі виявлення незадовільних знань з питань охорони праці вони зобов'язані у місячний строк пройти повторне навчання та повторну перевірку знань.

Фінансування заходів з охорони праці здійснюється роботодавцем. Для підприємств незалежно від форм власності або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці повинні становити не менше 0,5 % від суми реалізованої продукції. На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються у державному або місцевих бюджетах і становлять не менше 0,2 % від фонду оплати праці. Суми витрат, що належать до валових витрат, визначаються відповідно до переліку заходів і засобів з охорони праці, затвердженого Кабінетом Міністрів України. Кошти галузевих і державного фондів охорони праці спрямовуються на реалізацію національних і галузевих програм, проведення науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт, розвиток спеціалізованих підприємств і науково-технічних центрів, а також на заохочення трудових колективів та окремих працівників за активну діяльність у сфері охорони праці.

Важливим складником системи охорони праці є атестація робочих місць на відповідність вимогам нормативно-правових актів. Атестація робочих місць передбачає виявлення факторів і причин виникнення небезпечних і шкідливих умов праці, віднесення робочих місць до відповідних категорій за умовами

праці, установлення санітарно-гігієнічних характеристик виробничого середовища та напруженості трудового процесу, а також підтвердження права працівників на пільгове пенсійне забезпечення за роботу у шкідливих і небезпечних умовах.

Відповідальність за своєчасне та якісне проведення атестації робочих місць покладається на роботодавця. Атестація здійснюється атестаційною комісією із залученням, за необхідності, фахівців інших організацій, у строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на п'ять років. Атестаційна комісія організовує вивчення нормативної документації, залучає уповноважені організації, контролює та координує проведення робіт, визначає небезпечні та шкідливі виробничі фактори, розробляє заходи щодо поліпшення умов праці й оздоровлення працівників, а також складає «Карту умов праці» на кожне атестоване робоче місце. Про результати атестації працівників обов'язково повідомляють [29].

## **4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **Особливості електротравматизму, електричний струм як чинник небезпеки**

Електробезпека є важливою складовою системи охорони праці та охоплює комплекс організаційних і технічних заходів та засобів, спрямованих на захист людей від шкідливої й небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля та статичної електрики. Із зазначених факторів електричний струм і електрична дуга належать до безпосередньо небезпечних, оскільки саме вони найчастіше стають причиною ураження людини. Питання впливу електромагнітних полів і статичної електрики розглядаються окремо в межах курсу охорони праці.

Електротравмою вважається травма, спричинена дією на організм людини електричного струму та/або електричної дуги. Сукупність таких випадків

утворює явище електротравматизму. Найчастіше електротравми виникають під час експлуатації електроустановок — машин, апаратів, ліній електропередач та іншого обладнання, призначеного для виробництва, передачі, розподілу й перетворення електричної енергії.

Основними безпосередніми причинами потрапляння людей під напругу є дотик до неізолюваних струмовідних частин або до ізолюваних елементів із пошкодженою ізоляцією, що становить понад половину всіх випадків. Значна частка електротравм пов'язана також із дотиком до неструмовідних частин або металоконструкцій, які опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції. Менш поширеними, але не менш небезпечними, є ураження напругою кроку, дія електричної дуги та інші причини.

Електротравматизм має низку характерних особливостей. Насамперед людина не здатна без спеціальних приладів визначити наявність напруги, тому дія електричного струму зазвичай є раптовою, а захисна реакція організму виникає вже після ураження. Крім того, струм, проходячи через тіло людини, впливає не лише локально в місцях контакту, а й рефлекторно на весь організм, викликаючи серйозні порушення роботи нервової, серцево-судинної та дихальної систем. Ще однією особливістю є можливість ураження без безпосереднього дотику до струмовідних частин — унаслідок виникнення електричної дуги при пробі повітряного проміжку.

Важливою рисою електротравматизму є й розподіл нещасних випадків за рівнем напруги електроустановок. Більшість смертельних електротравм припадає на установки напругою до 1 кВ. Це пояснюється не лише їх значною поширеністю, а й тим, що вони доступні широкому колу працівників, які часто недооцінюють небезпеку електричного струму та порушують правила безпеки. Усе це підкреслює необхідність систематичного навчання, суворого дотримання вимог електробезпеки та формування відповідального ставлення до роботи з електроустановками.

Протікання електричного струму через тіло людини відбувається внаслідок прямого або непрямого дотику до електричної мережі та супроводжується комплексною дією на організм. Ураження електричним струмом характеризується термічним, електролітичним і біологічним ефектами, сукупність яких визначає характер і тяжкість електротравми.

Прямий дотик має місце тоді, коли людина або тварина безпосередньо контактує зі струмоведучими частинами, що перебувають під напругою за нормального режиму роботи електроустановки. Непрямий дотик виникає у разі контакту з відкритими провідними частинами, які опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції.

Термічна дія електричного струму проявляється у нагріванні тканин організму, випаровуванні вологи, що може спричиняти опіки, обвуглювання тканин і навіть їх розриви під дією пари. Ступінь тяжкості термічного ураження залежить від сили струму, опору тіла людини та тривалості його проходження. У випадках короткочасної дії струму саме термічний ефект часто відіграє визначальну роль у характері травми.

Електролітична дія струму полягає в електролізі органічних рідин, зокрема крові, що призводить до зміни їх фізико-хімічних і біохімічних властивостей. У результаті порушуються нормальні біохімічні процеси в тканинах і органах, що негативно впливає на функціонування всього організму.

Біологічна дія електричного струму виявляється в подразненні та збуренні живих тканин, у тому числі на клітинному рівні. При цьому порушуються внутрішні біоелектричні процеси, які забезпечують життєдіяльність організму. Наслідком такої дії можуть бути мимовільні, неконтрольовані скорочення м'язів, порушення роботи серця та органів дихання.

Сукупний вплив термічної, електролітичної та біологічної дії електричного струму призводить до ушкодження організму, яке називають електротравмою. За характером прояву розрізняють місцеві, загальні та змішані електротравми. Місцеві ураження становлять близько 20% усіх випадків, загальні — приблизно

25%, а найбільшу частку, до 55%, складають змішані електротравми, що поєднують ознаки як місцевих, так і загальних ушкоджень.

Місцеві електротравми — це чітко виражені ураження окремих органів або систем тіла людини, що виникають унаслідок дії електричного струму чи електричної дуги. До таких травм належать електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, електроофтальмія та механічні ушкодження.

Найбільш поширеним видом місцевих електротравм є електричні опіки. Особливо часто вони трапляються серед електромонтерів, які обслуговують електроустановки, на частку яких припадає близько 85% таких ушкоджень. Залежно від умов виникнення електричні опіки поділяються на контактні, що виникають у місці безпосереднього дотику до струмовідних частин, та дугові, спричинені дією електричної дуги.

Електричні знаки, або знаки струму, являють собою різко окреслені плями сірого чи блідо-жовтого кольору, що з'являються на поверхні тіла в місці контакту зі струмовідними елементами. Зазвичай вони мають круглу, овальну форму або форму струмовідного елемента, до якого доторкнулася людина, з розмірами до 10 мм і характерним поглибленням у центрі. У деяких випадках електричні знаки можуть мати вигляд блискавки. Вони можуть з'являтися як під час проходження струму через тіло, так і через певний час після контакту, не супроводжуються значним больовим відчуттям і, як правило, з часом безслідно зникають [1].

Металізація шкіри полягає в проникненні у верхні шари шкіри дрібних часток металу, розплавленого під дією електричної дуги. Такі частки мають високу температуру, але невеликий запас теплоти, тому небезпечні переважно для відкритих ділянок тіла і не проникають крізь одяг. Ураження супроводжується больовими відчуттями внаслідок теплової дії металу та напруження шкіри через наявність сторонніх часток. З часом уражена ділянка шкіри відновлює нормальний вигляд, а біль зникає. Особливо небезпечною є електрометалізація очей, яка може потребувати тривалого лікування і в

окремих випадках не дає позитивних результатів. Саме тому під час робіт з імовірністю виникнення електричної дуги необхідно користуватися захисними окулярами. Часто металізація шкіри поєднується з дуговими опіками.

Електроофтальмія — це запалення зовнішніх оболонок очей, спричинене інтенсивною дією ультрафіолетового випромінювання електричної дуги. Захворювання зазвичай розвивається через 2–6 годин після опромінення і проявляється почервонінням та запаленням повік, гнійними виділеннями, світлоболом і світлобоязню. Тривалість електроофтальмії становить у середньому 3–5 днів.

Механічні ушкодження, пов'язані з дією електричного струму, виникають унаслідок раптових судомних скорочень м'язів, спричинених подразнюючою дією струму. Такі скорочення можуть призводити до розривів сухожиль, шкіри, кровоносних судин і нервових тканин, а також до вивихів суглобів і переломів кісток. Водночас до механічних ушкоджень електротравматичного походження не належать травми, отримані внаслідок падіння з висоти чи подібних ситуацій, навіть якщо саме падіння було спричинене дією електричного струму.

Аналіз виробничого травматизму свідчить, що кількість травм, спричинених дією електричного струму, у загальній структурі нещасних випадків є відносно незначною і становить близько 1%. Проте, незважаючи на невелику питому вагу, електротравми характеризуються надзвичайно високою тяжкістю наслідків. Із загальної кількості смертельних нещасних випадків частка електротравм становить 20–40%, що дозволяє віднести їх до одних із найнебезпечніших видів виробничого травматизму [12].

## ВИСНОВКИ

У магістерській роботі на тему «Удосконалення технології цільнозернової грінки та впровадження її у хлібопекарському цеху» проведено комплексні дослідження, спрямовані на підвищення якості сухарних виробів із пшеничного цільнозернового борошна та обґрунтування ефективних технологічних рішень для їх промислового виробництва.

У ході досліджень встановлено визначальну роль активності амілолітичних ферментів у забезпеченні ефективного перебігу процесу бродіння тіста. У зв'язку з низькою автолітичною активністю борошна обґрунтовано доцільність інтенсифікації бродіння шляхом внесення цукру до рецептурного складу виробів та застосування опарного способу приготування тіста. Зменшення жорсткості м'якушки, покращення формостійкості та здатності сухарних виробів до набухання досягається шляхом встановлення оптимальної вологості тіста 44,5 %. Введення жиру до рецептури сприяє підвищенню крихкості готових виробів.

Таким чином, запропоновані технологічні рішення дозволяють удосконалити технологію виробництва цільнозернових грінок та забезпечують отримання продукції з покращеними якісними показниками. Результати досліджень можуть бути використані для впровадження у виробництво.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П. Чорна О. Г. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2011. 276 с.
2. Бажай-Жежерун С. А., Лисенко А. А. Використання водоростей та цільнозернового борошна у виробництві макаронних виробів оздоровчого призначення. 2018, С. 37-45
3. Борошно та хлібобулочні вироби. Нормативні документи: Довідник: у 2 т. Укр. та рос. мовами /За заг. ред. В.Л. Іванова. Львів: НІЦ "Леонорм", 2000. Т. 2. 260 с.
4. Бортнічук О. В. Використання пшеничних висівок у виробництві хлібобулочних виробів. *IV Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства»*. Київ: НУБіП України. 2014. С. 54-56.
5. Волков А. А., Драгомир О. В. Вплив крупності цільнозернового борошна на його хлібопекарські властивості. Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. Студ. СВО «Бакалавр» ф-ту ТЗіЗБ Одеська національна академія харчових технологій, Одеса. 2018.
6. Державні стандарти України. Стандарти в Україні: ДСТУ, ГОСТ, класифікатори. 2012. URL: <http://www.standards.in.ua/standards.in.ua>.
7. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. К.: Руслана, 2019. 415 с.
8. Дробот В. І., Михонік Л. А. Хімічний склад і хлібопекарські властивості борошна. *Здоров'я*. 2006. С. 36 – 37.
9. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2024. 580 с.
10. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот Київ. Кондор, 2016. 330 с.

11. ДСанПІН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». 29 с.
12. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник. 5-те вид., доповн. К. : Знання, 2014. 373 с
13. Карпик Г., Марко Д. Хліб з цільного борошна – продукт здорового харчування: *Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти*: тези доп. І між нар. наук.-техн. конф., м. Тернопіль, 20-21 травня 2021 р. С.34
14. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва: навчальний посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва, О.А. Білик та ін. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.
15. Ліщинська Ю. З., Неменуца С. М. Корисні властивості борошна з різних культур: *Проблеми формування здорового способу життя у молоді: зб. Матеріалів*: ІХ Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учен. та студ. з міжнар. Участю. Одеса, 30 верес.-2 жовт. 2016 р. Одеса: ОНАХТ, 2016. С. 70-71.
16. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» усіх форм здобуття освіти Крупа О.М., Кухтин М.Д. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 73 с.
17. Михонік Л. А. Вплив тривалості замішування тіста з борошна із суцільнозмеленого зерна пшениці на технологічний процес та якість хліба. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2009. С. 7-8.
18. Михонік Л. А., Дробот В. І. Хліб з борошна з суцільнозмеленого зерна пшениці: *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2008. С. 99–101
19. Пакувальні матеріали для хлібобулочних URL:  
<http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4072/1/pacmat.pdf>

20. Пашова Н. В., Волощук Г. І., Грегірчак Н. М., Карпик Г. В. Вплив борошна знежиреного насіння олійних культур та порошку топінамбура на якість та безпечність житнього хліба. *Продовольчі ресурси*. 2018. № 11. С. 139-147.
21. Практикум з технологічних розрахунків у хлібопекарському виробництві: навчальний посібник / за ред. чл.-кор. В.І. Дробот. К.: КондорВидавництво, 2016. 328 с.
22. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв./ Лісовенко О. Київ. Наукова думка, 2010. 287с.
23. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв / В.Ф.Петько, О.І.Гапонюк, Є.В.Петько, А.В.Ульяницький; За ред. О.І.Гапонюка. Київ: ЦУЛ, 2017. 432 с.
24. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посіб. / В. І. Дробот, В. Г. Юрчак, О. А. Білик та ін. ; за ред. В. І. Дробот ; Нац. унт. харч. технол. К. : Кондор, 2015. 972 с
25. Фурманова Ю. П., Павлюченко О. С., Курінна В. В., Сірик В. В. Перспективи використання борошна спельти у технології борошняних виробів : *Інтернаука*. 2021. С. 78–82.
26. Шаповалова Н. П., Богданович А. М. Збагачення хлібобулочних виробів харчовими волокнами. 2015. 125 с.
27. Юрчак В. Г., Карпик Г. В., Голівкова Т. П. Дослідження макаронних властивостей цільнозернового пшеничного борошна: *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2012. С.123-128.
28. Юрчак, В. Г., Карпик Г. В. Дослідження гранулометричного складу цільнозмеленого пшеничного борошна як сировини для макаронних виробів : *Сучасні технології та обладнання харчових виробництв : міжнародна науковотехнічна конференція, 29-30 вересня 2011 р.: тези доповідей*. Тернопіль: ТНТУ. 2011. С. 182–183.
29. Bressiani, J., Oro, T., Santetti, G. S., Almeida, J. L., Bertolin, T. E., Gómez, M., & Gutkoski, L. C. *Properties of whole grain wheat flour and performance in*

- bakery products as a function of particle size. Journal of Cereal Science*, 2017. №75, pp..269—277.
30. Dewettinck, K., Van Bockstaele, F., Kühne, B., Van de Walle, D., Courtens, T. M., & Gellynck, X. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 2008. 48(2), pp..243-257.
  31. Elsahookie, M., Cheyed, S. H., & Dawood, A. A. Characteristics of Whole Wheat Grain Bread Quality. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 2021. 12(1), pp..593—597.
  32. Ertl, K., & Goessler, W. Grains, Whole Flour, White Flour, and Some Final Goods: An Elemental Comparison. *European Food Research and Technology*, 2018. №244, pp..2065—2075.

## ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

## **СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ХАРЧОВОЇ НАУКИ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ**

Збірник тез доповідей  
VIII Міжнародної науково-технічної конференції  
присвяченої 30-річчю заснування кафедри харчової  
біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя  
25 - 26 вересня 2025 року



Тернопіль  
**2025**

*Додаток А*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА  
 ПУЛЮЯ  
 (Україна)  
 УНІВЕРСИТЕТ МАУНТ-СЕНТ-ВІНСЕНТ  
 (Канада)  
 КАУНАСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
 (Литва)  
 УНІВЕРСИТЕТ АГРАРНИХ НАУК  
 ТА ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ В КЛЮЙ-НАПОКА  
 (Румунія)  
 ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ НААН УКРАЇНИ  
 (Україна)  
 ПАП «АГРОПРОДСЕРВІС»  
 (Україна)  
 ПРАТ «ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ МОЛОКОЗАВОД»  
 (Україна)

**VIII Міжнародна науково-технічна конференція**  
**Стан і перспективи харчової науки та**  
**промисловості**

*присвячена 30-річчю заснування*  
*кафедри харчової біотехнології і хімії*  
*ТНТУ імені Івана Пулюя*

Тези доповідей

25 – 26 вересня 2025 р.

Тернопіль

## Додаток А

*VIII Міжнародна науково-виставочна конференція «Стан і перспективи харчової науки та промисловості»  
присвячена 30-річчю заснування кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ ім.Івана Пулюка*

**СЕКЦІЯ: ХАРЧОВА ХІМІЯ, БІОХІМІЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА  
ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ**

|                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Бейко Л.А., Назарко І.С.</b>                                                                          | <b>60</b> |
| ПРОБІОТИКИ ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ КОМПОНЕНТ ХАРЧОВИХ<br>ПРОДУКТІВ                                             |           |
| <b>Кирилів М.В.</b>                                                                                      | <b>62</b> |
| ВІТАМІН D ТА РОЗЛАДИ ХАРЧУВАННЯ                                                                          |           |
| <b>Кулаківська А.Є., Конечна Р.Т.</b>                                                                    | <b>64</b> |
| РОСЛИНИ РОДИНИ <i>MALVACEAE</i> ЯК ПРИРОДНІ КОНСЕРВАНТИ:<br>ЗАПОБІГАННЯ ПСУВАННЮ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ      |           |
| <b>Кравченко Р.Ю.</b>                                                                                    | <b>67</b> |
| БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНЦЕНТРАТУ СТОЛОВОГО<br>БУРЯКА ЯК ПРИРОДНОГО ІНТЕНСИФІКАТОРА БРОДІННЯ ТІСТА |           |
| <b>Лялик А.Т., Пацула М.-Д.П.</b>                                                                        | <b>68</b> |
| ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ НА ОСНОВІ<br>НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ                                    |           |
| <b>Лялик А.Т., Божик Л.І.</b>                                                                            | <b>69</b> |
| ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИРОБНИЦТВА БЕЗГЛЮТЕНОВИХ<br>ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ                                |           |
| <b>Мосула Л.М.</b>                                                                                       | <b>70</b> |
| РОЛЬ НУТРИЄНТІВ У ДІЄТИЧНІЙ КОРЕКЦІЇ ПОРУШЕНЬ ФУНКЦІЇ<br>ЦИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ                             |           |
| <b>Попіль Л.Б., Карпик Г.В.</b>                                                                          | <b>73</b> |
| ЦІЛЬНОЗЕРНОВА ГРІНКА ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПРОДУКТ У<br>РАЦІОНІ СУЧАСНОГО СПОЖИВАЧА                          |           |
| <b>Боднарчук Г.Р.</b>                                                                                    | <b>74</b> |
| БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ<br>МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ У СТОМАТОЛОГІЧНІЙ<br>ПРАКТИЦІ                |           |
| <b>Перкій Ю.Б., Кухтин М.Д., Болтик Н.П.</b>                                                             | <b>75</b> |
| АНТИМІКРОБНА АКТИВНІСТЬ НІЗИНУ НА <i>ESCHERICHIA</i><br><i>COLI</i>                                      |           |
| <b>Плавуцький Т.Р.</b>                                                                                   | <b>77</b> |
| БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ КАТОЛІТІВ І АНОЛІТІВ<br>НА МІКРОБІОМ РОТОВОЇ ПОРОЖНИНИ                    |           |
| <b>Смолій Н.В., Вічко О.І., Карпик Г.В.</b>                                                              | <b>78</b> |
| <i>POLYGONUM AVICULARE L.</i> ТА ЗАКВАСКА ЯК ФАКТОРИ<br>ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА    |           |

*УІІ Міжнародна науково-технічна конференція «Стан і перспективи харчової науки та промисловості»  
присвячена 30-річчю заснування кафедри харчової біотехнології і гігієни ТНТУ імені Івана Пулюя*

УДК 664.661

Л. Б. Попіль, магістр, Г. В. Карпик канд. техн. наук, доцент  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### ЦІЛЬНОЗЕРНОВА ГРІНКА ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПРОДУКТ У РАЦІОНІ СУЧАСНОГО СПОЖИВАЧА

L. B. Popil, master, G. V. Karpyk Ph.D., Assoc.

### WHOLE GRAIN CROUTONS AS A FUNCTIONAL PRODUCT IN THE DIET OF THE MODERN CONSUMER

У сучасних умовах зростання інтересу до здорового способу життя та профілактики захворювань за допомогою раціонального харчування особливу увагу привертають цільнозернові продукти: хліб, макаронні вироби, грінки. Цільнозернова грінка поєднує смакові якості традиційного хліба з високою харчовою цінністю. Це зумовлено використанням борошна разового помелу, яке містить усі фракції зернівки пшениці - оболонку, зародок і ендосперм. Завдяки цьому зберігається природна клітковина, вітаміни групи В, мінерали (залізо, магній, калій, цинк) і антиоксиданти. Клітковина сприяє нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту, регулює рівень холестерину, а також забезпечує тривале відчуття ситості. Низький глікемічний індекс цільнозернових грінок робить їх придатними для людей із діабетом, інсулінорезистентністю та тих, хто прагне контролювати рівень глюкози у крові.

Технологія виробництва цільнозернових грінок має низку особливостей. Виготовлення починається з приготування тіста на основі цільнозернового борошна з використанням натуральних заквасок, солі, спецій та додаткових функціональних інгредієнтів, таких як насіння льону, гарбуза, кунжуту чи зелені. Випікається хлібна заготовка, яка після охолодження нарізується на скибки та піддається сушінню. Завдяки пониженій вологості (до 8–10 %) продукт має тривалий термін зберігання. У рецептурі не використовуються штучні консерванти чи підсилювачі смаку, що дозволяє позиціонувати продукт у сегменті «чистої етикетки» (clean label).

Цільнозернові грінки можна розглядати як зручний і функціонально орієнтований харчовий продукт, який поєднує високу поживну цінність із широкими можливостями використання. Вони здатні виконувати роль самостійного перекусу, а також слугувати основою для формування здорових сніданків і закусок. Оптимальними є їх поєднання з м'якими сирами, овочевими пастами, яйцями, зеленню та рибними намазками, що підвищує різноманітність раціону та сприяє формуванню збалансованого харчування. Завдяки тривалому терміну зберігання та індивідуальному фасуванню вони зручні для споживання у дорозі, на роботі та навчанні. Такий продукт підходить широкій цільовій аудиторії - дітям, спортсменам, людям, які дотримуються дієт або мають обмеження у харчуванні (вегетаріанці, вегани, люди з непереносимістю лактози тощо). З маркетингової точки зору, цільнозернова грінка має високий потенціал на ринку, адже споживачі дедалі частіше обирають снеки, які не лише смачні, а й корисні. Важливий також експортний потенціал - особливо в країни ЄС, де попит на натуральні хлібні снеки залишається стабільно високим.

Таким чином, цільнозернова грінка є перспективним продуктом здорового харчування, який поєднує технологічну простоту, високу харчову цінність, універсальність у споживанні та маркетингову привабливість. Її впровадження у виробництво дозволяє не лише задовольнити попит на корисні продукти, а й зміцнити позиції виробника у сегменті інноваційного хлібопечення.

#### Література

Юрчак В.Г., Карпик Г.В., Голікова Т.П. Дослідження макаронних властивостей цільнозернового пшеничного борошна. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. Київ: НУХТ, 2012. № 47. С.123-128.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
 Заступник директора ТЗОВ «Герчак»  
 Герчак І.Л.  
 15.12.2025 р.



### АКТ випробувань в умовах промислового виробництва

Комісія в складі: технолог виробництва Гуль Г.Я., майстер виробничої дільниці Шастків Н.Я., магістр Попіль Л.Б. склала цей акт про те, що протягом грудня 2025 року у виробничих умовах цеху ТЗОВ "ГЕРЧАК" проведено виготовлення сухарів-грінок з пшеничного цільнозернового борошна. Сутність випробувань полягала у приготуванні тіста безопарним та опарним способами згідно рецептури наведеної в таблиці 1 та порівняння якості готових виробів.

Таблиця 1 – Рецептура сухарних виробів

| Сировина                         | Кількість сировини<br>на 100 кг борошна, кг |
|----------------------------------|---------------------------------------------|
| Борошно пшеничне цільнозернове   | 100                                         |
| Дріжджі хлібопекарські пресовані | 2,8                                         |
| Сіль кухонна харчова             | 1,2                                         |
| Цукор білий кристалічний         | 6,0                                         |
| Маргарин столовий                | 8,0                                         |

Під час проведення випробування встановлено, що сухарики-грінки з борошна пшеничного цільнозернового кращої якості можна отримати використовуючи приготування тіста двохфазним способом. Показники якості готових виробів наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. - Показники якості сухариків-грінок

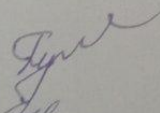
| Показники                          | Спосіб приготування тіста               |                                                             |
|------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                    | безопарний                              | опарний                                                     |
| Стан поверхні                      | скоринка гладенька, без тріщин          | скоринка гладенька, без тріщин                              |
| Колір скоринки                     | світло-коричневий з сіруватим відтінком | світло-коричневий                                           |
| Запах й смак                       | недостатньо виражені                    | приємний аромат і смак, присутність висівок не відчувається |
| Структура пористості               | дрібна, рівномірна, тонкостінна         | середня, рівномірна, тонкостінна                            |
| Крихкість                          | крихкі                                  | більш крихкі                                                |
| Пористість булочки для сухарів, %  | 67                                      | 69                                                          |
| Формостійкість булочки для сухарів | 0,33                                    | 0,40                                                        |
| Набухання сухарів, %               | 31                                      | 28                                                          |

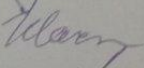
Таким чином, використання опарного способу при виготовленні тіста для сухарів з цільнозернового борошна сприяє отриманню виробів з хорошою формостійкістю, світло-коричневим забарвленням поверхні, приємним смаком та ароматом, добре розвиненою пористістю м'якушки.

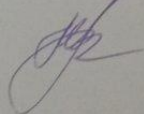
Технолог виробництва

Майстер виробничої

Магістр ТНТУ імені Івана Пулюя

 Гуль Г.Я

 Шастків Н.Я

 Попіль Л.Б.