

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології борошняних виробів з
використанням світлого ячмінного солоду,
обробленого в полі надвисокої частоти**

Виконала: студентка 2 курсу, групи МгХТз-1-19
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

_____ Волохата Любов Валеріївна

Керівник: _____ Ковальова Олена Сергіївна

Рецензент: _____ Марченко Сергій Павлович

Дніпро 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки

сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

(підпис)

« _____ » _____ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Волохатій Любові Валеріївні

1. Тема роботи «Обґрунтування технології борошняних виробів з використанням світлого ячмінного солоду, обробленого в полі надвисокої частоти».

Керівник роботи Ковальова Олена Сергіївна, кандидат технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «25» листопада 2020 року № 2956.

2. Строк подання студентом роботи 12 лютого 2021 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Літературні джерела та періодичні видання.

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва солоду та борошняних виробів з додаванням солоду. 3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літературних джерел. 2 Об'єкти і методи досліджень.

3 Дослідження впливу обробки в полі НВЧ на якісні показники ячмінного солоду.

4 Дослідження впливу солоду обробленого в полі НВЧ на якість борошняних виробів. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6

Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання.

Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Огляд літературних джерел. 2 Мета та задачі досліджень. 2 Об'єкти та методи досліджень. 3 Визначення якісних показників солоду. 4 Визначення якісних показників борошняних виробів. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Ковальова О.С., доцент	25.11.2020	12.02.2021
5	Кравець В.В., доцент	25.11.2020	12.02.2021
6	Павленко О.С., доцент	25.11.2020	12.02.2021

7. Дата видачі завдання 25 листопада 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	21.09-30.09.20	виконано
2	Огляд літературних джерел	01.10-11.10.20	виконано
3	Об'єкти і методи досліджень	12.10-25.10.20	виконано
4	Дослідження впливу обробки в полі НВЧ на якісні показники ячмінного солоду	26.10-30.11.20	виконано
5	Дослідження впливу солоду обробленого в полі НВЧ на якість борошняних виробів	01.12-15.12.20	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12-25.12.20	виконано
7	Організаційно-економічна частина	01.02-05.02.21	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	06.02-11.02.21	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	12.02.2021	виконано

Студент

_____ (підпис)

Волохата Л.В.

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ковальова О.С.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 98 сторінок друкованого тексту, 19 рисунків та ілюстрацій, 18 таблиць та використано 77 літературних джерел посилань.

Метою роботи є підвищення споживчих характеристик борошняних виробів на основі використання світлого ячмінного солоду.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва борошняних виробів на основі пшеничного борошна з додаванням світлого ячмінного солоду обробленого в НВЧ-полі.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу обробки солоду в НВЧ-полі з якісними показниками кінцевого продукту.

Якість борошняних виробів (смак, аромат, консистенція, харчова цінність) знаходиться в прямій залежності від процесів (фізико-хімічних і мікробіологічних), що відбуваються при їх виробництві. Отримання високоякісного продукту можливо в тому випадку, якщо інтенсивність цих процесів буде відповідати певному рівню, причому на різних етапах технологічного циклу ця інтенсивність повинна бути строго визначеною.

Споживчі властивості борошняних виробів багато в чому визначаються якістю борошна. На сьогоднішній день борошно, що надходить на підприємства, характеризується суттєвим коливанням хлібопекарських властивостей, що відбивається на якості готової продукції і вимагає застосування різноманітних поліпшувачів. Хлібопекарські властивості борошна залежать від наявності та активності гідролітичних ферментів, що містяться в ньому. Регулюючи ферментативну активність можна коригувати хлібопекарські властивості борошна і впливати на показники якості борошняних виробів.

Ключові слова: ДОСЛІДЖЕННЯ, СОЛОД, ФЕРМЕНТИ, АКТИВОВАНИЙ, НВЧ-ПОЛЕ, КЛЕЙКОВИНА, ТРИВАЛІСТЬ, ПОТУЖНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	11
1.1 Сучасний стан та основні проблеми у виробництві борошняних виробів	11
1.2 Застосування ферментів у виробництві борошняних кондитерських виробів	16
1.3 Використання ячмінного солоду у виробництві борошняних кондитерських виробів	18
1.4 Способи регуляції активності ферментів	20
1.4.1 Хімічні способи регуляції	22
1.4.2 Фізичні способи регуляції	23
Висновки до розділу	27
2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	29
2.1 Об'єкти дослідження	29
2.2 Методи дослідження	30
Висновки до розділу	35
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОБРОБКИ В ПОЛІ НВЧ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЯЧМІННОГО СОЛОДУ	36
3.1 Обґрунтування вибору НВЧ обробки для активації ферментів солоду	36
3.2 Вплив режимів НВЧ обробки на активність ферментів світлого ячмінного солоду	39
3.3 Дослідження впливу НВЧ обробки на технологічні властивості світлого ячмінного солоду	44
3.3.1 Вплив НВЧ обробки на вологість солоду	44
3.3.2 Вплив НВЧ обробки на вміст білка в солоді	46
3.3.3 Вплив НВЧ обробки на кислотність солоду	48
3.3.4 Вплив НВЧ обробки на вуглеводний комплекс солоду	50
Висновки до розділу	54

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОЛОДУ ОБРОБЛЕНОГО В ПОЛІ НВЧ НА ЯКІСТЬ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ	55
4.1 Обґрунтування вибору режиму НВЧ обробки світлого ячмінного солоду для виробництва борошняних виробів	55
4.2 Вплив НВЧ-активованого ячмінного солоду на якість виробів з дріжджового безопарного тіста	56
4.2.1 Вплив кількості світлого ячмінного солоду, обробленого в НВЧ полі на якість і кількість клейковини	57
4.2.2 Вплив дозування світлого ячмінного солоду, обробленого в НВЧ полі на кислотність тіста при бродінні	59
4.2.3 Вплив дозування активованого солоду на вміст цукрів в дріжджовому безопарному тісті	61
4.2.4 Вплив НВЧ активованого солоду на якість випечених виробів з дріжджового тіста	62
4.3 Дослідження показників безпеки борошняних виробів з НВЧ активованим ячмінним солодом	67
Висновки до розділу	68
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці на підприємстві в ТОВ «ДАлекс»	70
5.2 Рекомендації щодо покращення охорони праці	71
5.3 Розрахунок блискавкозахисту виробничої будівлі цеху з обробки ячмінного солоду в ТОВ «ДАлекс»	74
5.4 Вимоги безпеки праці оператора устаткування для обробки ячмінного солоду в полі НВЧ в ТОВ «ДАлекс»	76
5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях	79
Висновки до розділу	80
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	81
6.1 Організація проведення дослідження	81
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	86

6.3 Розрахунок вартості дослідження	89
Висновки до розділу	90
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	91
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	93
ДОДАТКИ	

ВСТУП

В даний час однією з головних проблем виробництва борошняних виробів є випуск продукції з низькими споживчими якостями. Це обумовлено низкою факторів, основними з яких є: низька якість сировини, що використовують для виробництва борошняних виробів; низький рівень технічного оснащення підприємств; застарілі технологічні схеми виробництва, що не відповідають вимогам сучасного ринка.

Якість борошняних виробів (смак, аромат, консистенція, харчова цінність) знаходиться в прямій залежності від процесів (фізико-хімічних і мікробіологічних), що відбуваються при їх виробництві. Отримання високоякісного продукту можливо в тому випадку, якщо інтенсивність цих процесів буде відповідати певному рівню, причому на різних етапах технологічного циклу ця інтенсивність повинна бути строго визначеною.

Споживчі властивості борошняних виробів багато в чому визначаються якістю борошна. На сьогоднішній день борошно, що надходить на підприємства, характеризується суттєвим коливанням хлібопекарських властивостей, що відбивається на якості готової продукції і вимагає застосування різноманітних поліпшувачів. Хлібопекарські властивості борошна залежать від наявності та активності гідролітичних ферментів, що містяться в ньому. Регулюючи ферментативну активність можна коригувати хлібопекарські властивості борошна і впливати на показники якості борошняних виробів.

У виробництві борошняних виробів використовують близько двохсот різних ферментних препаратів, що мають як індивідуальну, так і комплексну активність. Використання очищених ферментів дозволяє з великою точністю регулювати технологічний процес, отримуючи продукцію з заданими властивостями. Однак, активність очищених ферментів дуже схильна до дії зовнішніх чинників (умови зберігання і транспортування, дотримання режимів технологічного процесу). Це призводить до того, що активність очищеного ферменту, що надходить на підприємство, не завжди відповідає нормам. Крім цього, ферменти можуть

містити різні домішки, що включають біологічно активні речовини, які є продуктами життєдіяльності грибів і мікроорганізмів, з яких отриманий фермент. Ці речовини можуть мати токсичні властивості. Тому використання ферментів у виробництві борошняних виробів (особливо дитячого та лікувально-профілактичного призначення) вимагає проведення ретельної гігієнічної експертизи.

Крім очищених ферментів у виробництві борошняних виробів широко використовують сировину, що містить активні ферменти – соєве борошно і солодові продукти (солод, солодовий екстракт, солодове борошно). Використання ферментних систем сировини дозволяє отримувати необхідні поживні властивості харчових продуктів, а також прискорювати технологічний процес без застосування дорогих технологій. Крім того, такі препарати є екологічно чистими, що обумовлює їх використання в дитячому і дієтичному харчуванні. Ще однією перевагою ферментів сировини є можливість регулювання їх активності. Завдяки чому одна й та сама сировину можна використовувати для досягнення різних ефектів. Найбільшого поширення набув солод і продукти на його основі.

Останнім часом все більший інтерес представляють роботи по дослідженню спрямованого регулювання активності ферментів сировини з використанням різних фізичних і хімічних методів. Такі способи дозволяють контролювати біохімічну активність на будь-якій стадії процесу, регулювати активність ферментів в самій сировині, зберігаючи цілісність структури ферментів, що робить їх більш стійкими до дії зовнішніх чинників. Одним з найбільш простих способів регуляції ферментативної активності є вплив температури. Для цього використовують різні види теплового впливу (кондуктивний нагрів, конвективний нагрів, ІЧ-випромінювання). В даний час в харчовій промисловості широке поширення починає набувати надвисокочастотний нагрів (НВЧ-нагрівання). У порівнянні з традиційними видами теплового впливу НВЧ вплив має переваги – висока швидкість нагріву, об'ємний характер, високе збереження основних харчових речовин. Однак вплив НВЧ-випромінювання на біологічні об'єкти і

харчові продукти зокрема до кінця не вивчено і представляє великий науковий інтерес.

Розвиток даного напрямлення неможливий без залучення досягнень сучасної науки і техніки. Тому, дослідження в даному напрямку на сьогоднішній день є дуже актуальним і перспективним.

Метою роботи є підвищення споживчих характеристик борошняних виробів на основі використання світлого ячмінного солоду.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- вивчити вплив НВЧ обробки на технологічні характеристики світлого ячмінного солоду;
- науково обґрунтувати вибір режимів НВЧ обробки;
- дослідити вплив дозувань НВЧ обробленого солоду на споживчі властивості борошняних виробів;
- дослідити стан охорони праці в ТОВ «ДАлекс»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва борошняних виробів на основі пшеничного борошна з додаванням світлого ячмінного солоду обробленого в НВЧ-полі.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу обробки солоду в НВЧ-полі з якісними показниками кінцевого продукту.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Сучасний стан та основні проблеми у виробництві борошняних виробів

Борошняні вироби (хлібобулочні, борошняні страви, кулінарні і борошняні кондитерські вироби з різних видів тіста) виробляються в значних кількостях і різноманітного асортименту. Вони складають велику частку продуктового ринку багато в чому завдяки високому вмісту в них білків, жирів, вуглеводів, високій калорійності, хорошій засвоюваності, мають приємний смак і привабливий зовнішній вигляд.

На сьогоднішній день в Україні налічується близько 1000 найменувань борошняних виробів, що випускаються підприємствами хлібопекарської та кондитерської промисловості, а також підприємствами громадського харчування. Спостерігається інтенсивність зростання числа малих підприємств, що займаються випуском борошняних виробів. Зростання числа малих підприємств обумовлено певними перевагами перед крупними виробниками. До таких переваг можна віднести більш гнучку політику виробництва і регулювання цін, можливість більш частого оновлення обладнання.

За обсягами виробництва на частку виробів з дріжджового тіста припадає близько 50 %, пісочного – близько 25 %, бісквітного – близько 15 %, вафельного і заварного – близько 3 %, і пряникового – близько 2 %, і 2 % інше [32].

Найбільшою популярністю користуються дріжджові вироби, асортимент яких дуже різноманітний і включає різні групи виробів. Високий попит зумовлює необхідність постійного вдосконалення технологій виробництва даної продукції з метою підвищення задоволеності споживача.

Велику групу борошняних виробів становить продукція на основі пісочного напівфабрикату. Рецепт цього продукту включає безліч додаткових компонентів, які надають йому бажаний смак, запах, колір і структуру. Асортимент продукції найчастіше розширюється за рахунок використання нетрадиційної сировини, надання виробам різних форм, внесення різноманітних

добавок. Сучасний ринок вимагає від виробника підвищення якості виробу, розширення асортименту, зниження собівартості продукції. Для вирішення цих завдань необхідно використовувати нові більш ефективні інгредієнти.

Популярною групою є бісквітні вироби, на основі яких розроблено велику кількість тортів і тістечок. Підвищенню споживчих якостей даної групи виробів приділяється велика увага.

Останнім часом все більшої популярності отримують вироби з вафельного тіста. Великий споживчий попит на дану продукцію обумовлений широкими можливостями використання цієї групи виробів. Крім безпосереднього вживання як різновид борошняного кондитерського виробу, вафлі можуть використовуватися як форма для різних начинок – салатів, закусок, паштетів, морозива, десертів і т.д. Раніше в технології виробництва борошняних кондитерських виробів розроблялись в основному шляхи збагачення виробів з бісквітного, пісочного і інших видів тіста, проте для вафельного тіста ці роботи велися в недостатньому обсязі.

Основні дослідження в області підвищення якості борошняних виробів можна розділити на дві групи [40, 53, 58, 61].

Перша включає застосування у виробництві борошняних виробів поліпшувачів різної дії. Вони можуть використовуватися як на етапах виробництва сировини, так і безпосередньо в процесі виробництва готової продукції. До цієї групи можна віднести роботи щодо застосування добавок, що впливають на якісні і кількісні показники сировини (наприклад, вітамінні або мінеральні добавки, використання білкових добавок і ін.). Застосування поліпшувачів дозволяє збалансувати якість сировини, усунути недоліки якихось компонентів, і збагатити сировину, і отже готовий продукт, цінними біологічно активними речовинами.

Дослідження другої групи направлені на розробку способів модифікації технологічних процесів виробництва борошняних виробів. Сюди відносяться розробка способів попередньої підготовки сировини (наприклад, гідротермічна обробка зерна перед помелом, екструзія, електрохімічна активація), створення

раціональних способів приготування тіста, враховуючих особливості сировини і введених добавок (вибір режимів замісу тіста або збивання мас, температура, тривалості бродіння), оптимізація реологічних властивостей напівфабрикатів. До цієї групи належать також дослідження в галузі біотехнології, зокрема використання біокатализаторів (ферментів), що регулюють інтенсивність біохімічних процесів, що лежать в основі формування якості виробів.

Вплив ферментів проявляється на всіх етапах виробництва борошняних виробів, починаючи з помелу зерна, і закінчуючи випіканням готового продукту. Основна дія ферментів направлена на такі структурні компоненти борошна і тіста як білки, крохмаль, ліпіди, целюлоза, геміцелюлоза і пентозани і пов'язана головним чином з гідротермічними перетвореннями даних харчових речовин [18, 21, 25, 41, 43].

Ферменти характеризуються вузькою специфічністю дії, функціонують в строго визначеній послідовності, при оптимальних параметрах процесу (концентрація субстрату, температура, тривалість процесу, активна кислотність середовища).

Ефективність дії ферментів істотно залежить від присутності специфічних речовин – активаторів або інгібіторів процесу, а також від структури субстрату – його атакуювання ферментами. Це має велике значення в процесах виробництва борошняних виробів, наприклад при впливі протеаз на білки різних сортів пшениці, при дії амілолітичних ферментів на крохмаль різної природи і будови, з різним ступенем пошкодження.

Найбільше значення для виробництва борошняних кондитерських виробів мають гідролітичні ферменти (амілолітичні, протеолітичні, целюлолітичні і ліполітичні).

Так, амілолітичні ферменти сприяють збільшенню вмісту сбраджуваних цукрів, що призводить до інтенсифікації процесів дозрівання тіста, збільшення кількості декстринів, а також сприяє збереженню свіжості виробів. В оптимальних умовах амілази сприяють збільшенню об'єму, поліпшенню структури пористості, смаку і аромату виробів.

Протеолітичні ферменти, надають вплив на реологічні властивості тіста, стан клейковинних білків, збільшують кількість низькомолекулярних азотистих речовин, що використовуються дріжджами для живлення. Комплексна дія амілаз і протеаз, яка обумовлює накопичення низькомолекулярних продуктів гідролізу сприяє формуванню більш інтенсивного забарвлення скоринки і приємного аромату [4, 21,25,41,42, 43].

Однак тут необхідно враховувати, що для різних видів борошняних виробів ступінь впливу різних груп ферментів повинна бути неоднаковою. Так, при виробництві зтяжного печива, коли багато зусиль спрямовується на розслаблення клейковини, або заварного напівфабрикату найбільше важить протеоліз. А при виробництві бісквітного напівфабрикату, протеолітичні процеси не є бажаними, так як перешкоджають утворенню тонкопористої повітряної структури бісквіта.

Високий вміст некрохмальних полісахаридів (геміцелюлози, розчинних пентозанів, клітковини) в борошні визначає важливість цитолітичних ферментів. Впливаючи на нерозчинні полісахариди ці ферменти збільшують частку низькомолекулярних пентозанів, що сприяє утворенню більш розвиненого каркаса клейковини і поліпшення структурно-механічних властивостей тіста.

Велике значення для формування якості борошняних виробів мають ліполітичні ферменти, які здійснюють гідроліз тригліцеридів. Утворені проміжні продукти гідролізу – моно- і дигліцериди володіють поверхнево-активними властивостями і надають поліпшуючу дію на напівфабрикати і готову продукцію. Виборча активність ряду ліпаз, дозволяє без зміни смакових якостей збільшити в продукті вміст ненасичених жирних кислот, що призведе до зміни харчової цінності готових виробів.

Крім перерахованих гідролітичних ферментів важливу роль у формуванні якості борошняних виробів грає фермент ліпоксигенази, що відноситься до групи окисно-відновних ферментів. Дія цього ферменту пов'язана з окисненням ненасичених жирних кислот. Утворені продукти – гідроперекиси – впливаючи на сульфгідрильні групи білка, зміцнюють його структуру, роблячи його більш

стійким до дії протеаз. Однак при тривалому впливі ліпоксігенази жирні кислоти піддаються більш глибокому розпаду, що призводить до утворення продуктів, які надають виробу неприємний смак і запах – згіркання жирів. Інгібіторами дії ліпоксігенази є різноманітні антиоксиданти [48]

В даний час в хлібопекарській та кондитерській промисловості застосовують ферменти різного походження (рис. 1.1)

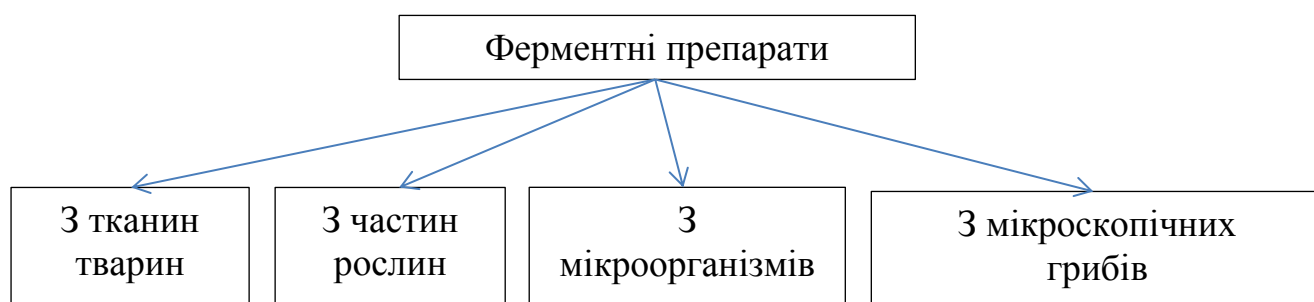


Рисунок 1.1 – Джерела отримання ферментів

Перші дві групи джерел розглядаються як харчові продукти. Їх використання вимагає наявності гігієнічного сертифіката. Ферменти, отримані з використання третьої і четвертої групи, являють собою біологічно активні речовини у вигляді комплексів продуктів життєдіяльності мікроорганізмів або грибів і живильного середовища. При цьому крім власне ферментів до складу цих комплексів можуть входити і інші біологічно активні речовини, що синтезуються мікроорганізмами, серед яких ідентифіковані антибіотики і токсини. Тому отримані препарати піддають ретельному очищенню, а перед використанням проводять ретельний токсикологічний і гігієнічний контроль. Очищення ферментів збільшує їх вартість, а також впливає на технологічні властивості ферменту, що призводить до зниження активності.

У зв'язку з цим ферменти, отримані на основі мікробних і грибних продуцентів, не рекомендується використовувати в дитячому, дієтичному і лікувально-профілактичному харчуванні [25, 34, 41, 53].

Більшість ферментів представлених на ринку володіють індивідуальною активністю, наприклад амілолітичною або протеолітичною. Однак наявність

множинних дефектів сировини вимагає використання препаратів, що володіють різною активністю.

Перспективним напрямком у вирішенні цієї проблеми є розробка і впровадження у виробництво комплексних ферментних препаратів або створення суміші різних ферментів – мультиензимних композицій (МЕК).

Широке застосування в хлібопекарській промисловості знаходять ферментативно активні рослинні матеріали – солод, солодове борошно або екстракт, соєве борошно. Це перші «харчові добавки», що використовують у виробництві борошняних виробів. Їх застосування не вимагає створення спеціальних технологій, що дозволяє зберігати всі біологічні властивості сировини і істотно підвищує ефективність їх використання. Крім того, такі «природні поліпшувачі» при дотриманні санітарно-гігієнічних вимог є екологічно чистими і дозволені до використання в дитячому і дієтичному харчуванні [38, 40].

1.2 Застосування ферментів у виробництві борошняних кондитерських виробів

У виробництві борошняного тіста і виробів з нього ферментам належить важлива роль. В процесі дозрівання тіста ферменти забезпечують нормальне протікання процесів гідролізу і окислення (зброджування) вуглеводів, розпушення (піноутворення) структури, активно беруть участь в процесах механічної і термічної обробки тіста.

Досвід використання ферментних препаратів в хлібопеченні показав, що їх застосування дозволяє значно прискорити процесі дозрівання тіста, з одночасним поліпшенням якості виробів, шляхом впливу на пружно-пластичні і фізико-механічні властивості тіста. Крім отого, використання ферментів дає можливість збалансувати вміст природних каталізуючих з'єднань в борошні, отриманого з зерна різних врожаїв, що забезпечує стандартизацію і сталість властивостей борошна. Однак, ферменти здатні ще й замінювати різні хімічні агенти, що використовують в хлібопечінні [4, 21, 25, 41, 46].

Застосування амілолітичних ферментних препаратів сприяє інтенсифікації процесів бродіння в дріжджовому тісті і відповідно скорочення часу приготування тіста. Накопичення низькомолекулярних цукрів підвищує активність дріжджів і викликає посилене газоутворення, що відображається на швидкості бродіння і часу дозрівання тіста. Відповідно поліпшуються і показники готових виробів – об'єм, пористість, еластичність м'якуша.

Спільна дія амілаз і протеаз сприяє більш інтенсивному протіканню реакції меланоїдиноутворення. В результаті вироби мають рівномірно і інтенсивно забарвлену кірочку, більш виражений смак і аромат.

Результати дослідних випікань показують, що навіть незначне додавання ферментів призводить до істотного поліпшення об'єму виробів, пористості і еластичності м'якушки. Підвищений вміст цукрів і продуктів гідролізу білка викликають більш інтенсивне зарум'янювання скоринки. Крім того додавання ферментів впливає на аромат і смак готових виробів [21,25, 41].

Вплив ферментів на збереження свіжості хлібобулочних виробів. Причиною черствіння вважається ретроградація крохмалю – процес відновлення і утворення нових водневих зв'язків між ланцюжками олігосахаридних залишків. В результаті структура кристалізується і створюється відчуття черствості хліба. Якщо виключити відновлення водневих зв'язків, то продукт довше залишиться свіжим і м'яким.

Використання ферментних препаратів дозволяє регулювати процеси ретроградації крохмалю. Так фермент α -амілаза, збільшуючи кількість декстринів в тісті уповільнює черствіння. Її дія пов'язана зі збільшенням кількості олігосахаридів, які перешкоджають утворенню поперечних зв'язків між молекулами білка і крохмалю. Дослідження водню показали, що використання ферментних препаратів амілаз збільшує строк збереження свіжості готових виробів до 5 – 7 діб. Інший фермент – ксиланаза впливає на геміцелюлозу, збільшуючи частку низькомолекулярних пентозанів, що сприяє зростанню водопоглинаючої здатності тіста, формування більш розвиненого каркаса

клейковини. Додавання ферментних препаратів сприяє збільшенню набухання, в'язкості і стисливості м'якушки [22, 26, 42, 43].

1.3 Використання ячмінного солоду у виробництві борошняних кондитерських виробів

Ячмінний солод застосовують для виробництва борошняних виробів давно. Це перший «ферментний препарат», який використовується для поліпшення якості хліба.

Часто солод використовують як компонент поживних середовищ для активації дріжджів у хлібопекарському виробництві.

Ведернікова О.М. відзначає позитивний вплив добавок солодових препаратів в кількості 1,0 – 2,0 % до маси борошна при виробництві дрібноштучних хлібобулочних виробів. Внесення солоду сприяє збереженню вологи, що обумовлює збільшення термінів зберігання виробів [25].

Касілова Л.А. досліджувала вплив білого ячмінного солоду на якість виробів з рідкого дріжджового тіста. Встановлено, що додавання 0,8 % солоду до ваги пшеничного борошна в дріжджове тісто, приготоване з борошна із середньою цукроутворюючою здатністю, збільшує вміст зброджуваних цукрів, підвищує газоутворення на 9 %. Тістоведення скорочується на 17 %. Поліпшується органолептична характеристика готових виробів [42].

Поландова Р.Д. з співробітниками розробили спосіб приготування заварки для опари, що полягає в змішуванні пшеничного борошна, солоду і ферментних препаратів, а також молочної сироватки та води. Суміш нагрівають до 50 – 55 °С і використовують для приготування закваски [12].

Солодові продукти, будучи джерелами великої кількості цінних поживних речовин, застосовують в дитячому та лікувально-профілактичному харчуванні. Так В.С. Прянишников і ін. розробили спосіб виробництва борошна для дитячого харчування, що включає оцукрювання пшеничного борошна ячмінним солодовим

екстрактом при температурі 65 – 72 °С, введення в отриману суміш сухого молока, сушку, подрібнення і просіювання отриманого продукту [54].

Писаревим Н.С. і Коробкіною Г.С. запропонований спосіб оцукрювання вівсяної крупи ячмінним солодовим екстрактом. Отриманий продукт багатий водорозчинними речовинами і має високу харчову цінність [54].

Солодове борошно широко використовують у сумішах для дитячого харчування. Іуніхіна В.С. з співробітниками розробили спосіб отримання борошна для дитячого і дієтичного харчування з крупи (вівсяної, рисової або гречаної) оцукреної ячмінним солодовим борошном. Одержуваний продукт характеризується високою харчовою цінністю [54].

Ферментований солод застосовують як смакову і колірну добавки.

Буханцов В.А. і Буханцова Г.В. запропонували спосіб виробництва оцукреного кукурудзяного борошна для лікувально-профілактичного харчування. У способі кукурудзяну крупу піддавали оцукрюванню борошном, отриманим зі світлого ячмінного солоду. Отриманий продукт піддавали сушці до вологості 6 %. Оцукрене кукурудзяне борошно характеризується більш збалансованим амінокислотним складом. У ньому збільшується вміст водорозчинних речовин, декстринів і редукуючих цукрів, що покращує харчову цінність і засвоюваність [21].

Лущик Т.В. вивчала вплив добавки білого ячмінного солоду на зміну автолітичної активності пшеничного борошна і якість хліба. Показано, що внесення солоду в кількості 0,1 % до маси борошна сприяє підвищенню автолітичної активності (характеризує стан вуглеводно-амілазного комплексу). Відзначено, що при внесенні солоду підвищувалася швидкість газоутворення в 1,5 рази. Також досліджували вплив світлого ячмінного солоду в вигляді борошна (86 % виходу) у виробництві виробів з рідкого дріжджового тіста. Додавання 0,8 % борошна сприяло поліпшенню пористості, підвищенню органолептичних властивостей. Газоутворення посилювалося на 16,5 %, зменшувався час досягнення активної кислотності. У тісті з борошном ячмінного солоду різко зростала кількість низькомолекулярних цукрів (мальтози, глюкози, фруктози);

продуктів гідролізу білків, це позитивно позначається на харчову цінність і засвоюваності виробів [55].

У роботах Тошева А.Д., Полякової Н.В., Чайка О.В. досліджено вплив світлого ячмінного солоду на якісні показники виробів з бісквітного, пісочного, дріжджового, заварного і пряникового тіста. Використання світлого ячмінного солоду в кількості 5 – 7,5 % до маси борошна для виробництва виробів з дріжджового тіста сприяє посиленню газоутворюючої здатності борошна, більш інтенсивному наростанню кислотності і підвищенню вмісту цукру в виробах. На підставі цього було скорочено час бродіння і знижено вміст цукру у виробах [32]. Таким чином, ячмінний солод і продукти на його основі широко використовують як комплексний поліпшувач у виробництві борошняних виробів.

1.4 Способи регуляції активності ферментів

В основі виробництва борошняних виробів лежать біохімічні перетворення основних компонентів сировини (білків, жирів і вуглеводів), що протікають за участю біологічних каталізаторів – ферментів. Ферменти не тільки активізують біохімічні реакції, але і регулюють і координують їх [17]

Від інтенсивності ферментативних реакцій залежить якість готової продукції. Недостатня або надмірна активність ферментів негативно позначається на властивостях одержуваного продукту.

Особливістю ферментів як біологічних каталізаторів є їх керованість. На активність ферментів впливають різні фактори – температура, кислотність середовища, наявність специфічних речовин (активаторів і інгібіторів), стан субстрату, зовнішній вплив (електромагнітне поле, ультразвук, механічні коливання, різні випромінювання). Змінюючи ці фактори можна регулювати активність відповідних груп ферментів, отримуючи продукцію необхідної якості. У виробництві борошняних виробів найбільшу роль відіграють ферменти класу гідролаз – амілолітичні і протеолітичні. Саме регуляція активності цих груп ферментів є одним із головних завдань сучасного виробництва.

Функціонування ферментів як біокаталізаторів визначається особливістю їх будови. Безпосередньо в ферментативній реакції бере участь не вся молекула білка-ферменту, а лише її певна частина – активний центр. Будовою активного центру визначається специфічність дії ферменту. Порушення структури активного центру в результаті денатурації ферменту або будь-яких фізичних і хімічних впливів призводить до зміни або повної втрати каталітичної активності. Інша частина молекули ферменту сприяє стабілізації активного центру, утворюючи відповідні третинну і четвертинну структури, а також визначає локалізацію ферменту в клітині. Крім цього в складі каталітично неактивними частинами білка ферменту можуть бути ділянки, що відповідають за неспецифічну регуляцію його діяльності (алостеричні центри).

Амілолітичні ферменти є слабокислими білками і відносяться до групи карбоксильних гідролаз. Тобто в складі активного центру цих ферментів присутні кілька карбоксильних груп. Також експериментально встановлено присутність в активному центрі амілаз імідазольної групи. Спільно з карбоксильною ці дві групи утворюють сполучену систему, необхідну для здійснення каталітичної реакції. При цьому карбоксильна група несе негативний заряд, а імідазольна – позитивний. Така будова активного центру обумовлює високу чутливість даних ферментів до зміни рН середовища. При збільшенні концентрації іонів водню переважає дисоціація карбоксильної групи і порушується сполучення функціональних груп, що призводить до інактивації ферменту. Зменшення концентрації H^+ іонів навпаки сприяє стабілізації пов'язаної системи, за рахунок посилення дисоціації карбоксильної групи. У лужному середовищі за рахунок зв'язування протона іонами OH^- відбувається депротонізація імідазольної групи і каталітичні функції ферменту порушуються [11].

Відмінною особливістю α -амілаз є обов'язкова присутність іонів Ca^{2+} в складі молекули. Залежно від виду α -амілази можуть містити від 1 до 30 грам-атомів кальцію на моль білка. Іони кальцію стабілізують вторинну і третинну структуру молекули ферменту, забезпечуючи її каталітичну активність і оберігаючи її від дії протеолітичних ферментів. При видаленні кальцію амілаза

стає нестійкою і втрачає активність. Аналогічний процес відбувається в кислому середовищі, де іони водню витісняють кальцій з молекули ферменту і переводять її в нестійку форму. Цим можна пояснити велику чутливість α -амілази до зміни кислотності середовища в порівнянні з β -амілазою [11].

Особливістю β -амілази є наявність в активному центрі сульфгідрильних груп. На активність даного ферменту надаватимуть впливу з'єднання, що володіють відновлювальною активністю, наприклад, цистеїн і глутатіон – підвищують активність ферменту. З'єднання окисної дії (бромат калію, персульфат амонію) викликаючи окислення SH-груп з утворенням дисульфідних зв'язків S–S інактивують каталітичну функцію ферменту [9, 11].

Протеолітичні ферменти включають велику групу ферментів, що розрізняються будовою активного центру. Більшість рослинних протеаз відноситься до типу тіолових – містять в активному центрі SH-групу цистеїну. Отже, ці ферменти активуються сульфгідрильними сполуками (цистеїном і глутатіоном) і інактивуються окислювачами [11].

1.4.1 Хімічні способи регуляції

До хімічних способів регуляції активності ферментів можна віднести використання різних добавок, поліпшувачів хімічної природи. Їх дія обумовлена двома факторами:

- безпосереднім впливом на молекулу ферменту;
- зміною умов середовища і створенням сприятливих умов для протікання ферментативної реакції.

Найбільш поширений метод регуляції протеолітичної активності це внесення добавок окисної дії. До таких добавок відносять бромати і йодати калію, перекису і персульфати, аскорбінову кислоту та ін. Ці речовини окислюють сульфгідрильні групи в молекулах білків з утворенням дисульфідних зв'язків. З одного боку це викликає інактивацію протеолітичних ферментів, в активному центрі яких містяться сульфгідрильні групи, а з іншого, знижує атакованість білка ферментами, зміцнюючи клейковину. Активації протеолізу сприяє внесення

добавок відновної дії, до яких можна віднести цистеїн, глутатіон, тіосульфат натрію. Їх дія протилежна дії окислювачів, тобто вони сприяють відновленню сульфгідрильних груп, збільшуючи число активних ферментів і розслаблюють білкову молекулу, роблячи її пухкою і рухомою.

Відзначено стимулюючий вплив мінеральних і органічних кислот на активність ферментів, так використання бурштинової кислоти та її солей в концентрації 0,1 % до маси солоду сприяє підвищенню амілолітичної активності в середньому на 35 %. Це пояснюється взаємодією бурштинової кислоти з активним центром ферменту, внаслідок чого знижується енергія і фермент легше вступає в реакцію [9].

1.4.2 Фізичні способи регуляції

В даний час велика увага приділяється розробці фізичних методів регуляції активності ферментів. Перевагою фізичних методів є можливість використовувати їх на будь-якому етапі технологічного циклу виробництва, включаючи етап підготовки сировини. Це відкриває більш широкі перспективи для застосування даної групи методів.

Серед фізичних методів впливу на технологічний процес можна виділити термічні (охолодження, нагрів, заморожування, сушка), механічні (перемішування, збивання, струшування), електричні (обробка струмами різної частоти), оптичні (опромінення хвилями різної довжини), акустичні і т.д .

Термічні.

В.Л. Кретович і Р.Р. Токаревою була встановлена можливість поліпшення хлібопекарської якості дефектного зерна пшениці шляхом його обробки паром протягом 1,5 – 3 хв або прогріванням вологого зерна протягом 30 – 45 хв до температури 50 – 60 °С. При такій обробці відбувалося зниження активності протеолітичних ферментів [10].

Є.Г. Онищенко встановила режими термічної обробки пошкодженого зерна, які обумовлюють отримання нормального зерна з дефектного. Обробка борошна зволеним повітрям (відносна вологість 68 – 78 %) при температурі 40 – 70 °С і

тривалості 14 – 30 годин, або при температурі 130 – 150 °С протягом 10 – 15 хв сприяє зміцненню білків борошна і інактивації протеолітичних ферментів [6].

Остапенко В.М., Белан Є.Я., Матисов В.А. розробили способи активації дріжджів за допомогою методів теплофізичного впливу [7,8].

Різні види теплового впливу (ультрафіолетове опромінення, видиме і ІЧ) активізують діяльність ферментів. При цьому найбільша ефективність спостерігалася при використанні ІЧ випромінювання. Недоліком цього методу є мала глибина проникнення променевої енергії (Воробйов П.С., Лебедев П.Д., Худоногов А.М.) [7].

Евреїпов М.Г., Смирнова І.С., Кожевникова Н.Ф. вивчаючи вплив ультрафіолетового опромінення на активність насіння, відзначають збільшення енергії проростання, схожості при опроміненні невеликими дозами УФО [67].

Сергеева І.Ю. розробила способи активації амілолітичних ферментних препаратів шляхом їх теплової обробки в ультратермостаті при температурах 30 – 60 °С. Додатково використовували молочну сироватку, як активатор. Також досліджено вплив молочної сироватки на активність зернових ферментів ячмінного солоду при виробництві пива. Показано, що додавання 10 % молочної сироватки (від маси води в заторі) сприяє активації і стабілізації основних гідролітичних ферментів солоду [28].

Механічні.

Перемішування або додаткова аерація сприяє поліпшенню біотехнологічних властивостей дріжджової маси (активації амілоліза, протеолізу) [12].

В роботі Корній М.М. показано, що використання механохімічної обробки сприяє збільшенню активності ферментів (ліпази, ліпоксигенази, протеаз) рослинної сировини і може бути використано для регуляції їх активності [42].

У спиртовій промисловості застосовують механічні способи впливу для активації ферментів солоду. Обробка солодового молока механічними імпульсами високої частоти (75 тис. на хв) з великим перепадом тиску дозволяє збільшити активність амілолітичних ферментів [42].

Акустичні.

Використання ультразвуку сприяє активації проростання, схожості, підвищення врожайності. Дія УЗ пов'язана з його біологічним і тепловим ефектом. При проходженні через насіння УЗ викликає коливання частинок середовища, які виробляють свого роду «масаж» тканин. Там де УЗ поглинається тканини нагріваються. Таким чином, УЗ сприяє активації обміну речовин. Недоліком цього методу є низька продуктивність УЗ обробки в повітряному середовищі [28].

Використання акустико-кавітаційно-активованої води (АКАВ) для обробки зерна перед помелом сприяє поліпшенню технологічних властивостей зерна і борошна. Зокрема зміцнюється клейковина, внаслідок інактивуючої дії АКАВ на протеолітичні ферменти [27].

Оптичні.

Лазерне опромінення насіння сприяє активації біологічних процесів в насінні. В результаті підвищується схожість, енергія проростання, врожайність. Доведено можливість застосування лазерного світла для інтенсифікації бродіння хлібопекарських напівфабрикатів і поліпшення якості продукції шляхом впливу на дріжджі [8].

Електрофізичні.

Позитивний вплив на активність ферментів електрофізичної обробки відзначається багатьма дослідниками. Електрофізичні властивості зерна визначаються масовою часткою вологи, хімічним складом і агрегатним станом води. Зерно з низьким вмістом вологи (менше 10 %) можна віднести до слабо полярного діелектрика. У такого зерна залежність діелектричної проникності від температури незначна. У зерна з високою вологістю (вище 14,5 %) полярність проявляється в більшій мірі і з підвищенням температури спостерігається помітне зростання проникності з подальшим переходом через максимум в зниження [10, 13, 15].

Основні компоненти харчових продуктів – білки, жири, вуглеводи, клітковина – відносяться до неідеальних діелектриків. При низькій вологості вони

практично не впливають на електрофізичні властивості і є як би прозорими для дії хвиль [28].

При дії постійного електричного струму на насіння рослин відбувається більш інтенсивне перетворення запасних поживних речовин. Передпосівний вплив пульсуючим магнітним полем (0,1Е) на насіння сприяє активації біохімічних процесів в тканинах, що проявляється у збільшенні кількості низькомолекулярних цукрів [16].

Вченими були проведені дослідження по впливу електрохімічно активованої води на активність амілолітичних і протеолітичних ферментів солоду і мікробних препаратів різного спектру дії. Отримані результати показали, що використання аноліта сприяє збільшенню ферментативної активності протягом всього експерименту. Активність ферментів на католіт нижче контрольної, що пояснюють високим рН католіта. В середньому використання аноліта сприяє збільшенню ферментативної активності на 10 – 20 % [40]. Обробка зерна електрохімічно активованою водою сприяє збільшенню активності амілаз (при рН 6,0) і протеаз (при рН 5,0). Обробка водою з рН 9,7 приводила до зниження активності ферментів [25].

Останнім часом в харчовій промисловості широке поширення набула НВЧ обробка.

Так, Рамазанов зазначає, що НВЧ обробка не тільки не знижує харчову цінність зерна, а й сприяє більш повному збереженню білка, вітамінів і поліпшенню санітарно-гігієнічних умов. Обробка технічного ферментного препарату НВЧ випромінюванням сприяла збільшенню активності на 70 % [13].

У сільському господарстві обробка НВЧ використовується для знезараження насіння і стимуляції їх перед посівом. При цьому відзначається збільшення схожості і життєздатності, насіння. Стимулюючий ефект НВЧ випромінювання пов'язують з порушенням активних центрів ферментів і утворенням вільних радикалів. При цьому підвищується проникність клітинних мембран і посилюється надходження кисню і води в клітини [13, 48].

Ізотова А.І. і Глібова О.Т. відзначають позитивний вплив НВЧ обробки на біохімічні властивості зерна при короткочасному впливі. Показано, що обробка в НВЧ полі протягом 1 хвилини сприяла збільшенню схожості зерна на 3 – 5 %, енергії проростання на 3 %. При цьому відзначалося поліпшення якості клейковини з зерна, обробленого в НВЧ полі [51].

Висновки до розділу

Аналіз літературних джерел показав, що використання ферментних препаратів на сьогоднішній день – невід’ємна частина виробництва борошняних виробів. Але при цьому використання ферментів представляє певні труднощі.

Тому все більшої популярності набуває використання природної сировини, що володіє високою ферментативною активністю. До такої сировини можна віднести світлий ячмінний солод. Ферменти солоду, перебуваючи в нативному стані в меншою мірою схильні до впливу зовнішніх факторів. Крім цього, солод відноситься до мультиферментної сировини і містить цілий комплекс високоактивних ферментів. Додавання солоду при виготовленні борошняних виробів дозволяє коригувати відразу кілька різних дефектів.

Іншим перспективним напрямком регуляції біохімічної активності є використання різних фізико-хімічних методів впливу на сировину на різних стадіях технологічного процесу.

В рамках цього напрямку все більшої популярності набуває використання НВЧ обробки. Вплив НВЧ поля на біологічні об’єкти, до яких відносять і продукти харчування в цілому, і борошняні вироби зокрема, може виявлятися у вигляді двох основних ефектів. Перший пов’язаний з тепловими явищами при дії НВЧ випромінювання і досить повно досліджений.

Другий ефект пов’язаний з дією електромагнітної складової НВЧ поля. Вона може проявлятися навіть при відсутності видимих теплових явищ (зміна температури менш ніж на 0,1 градус). На сьогоднішній день механізм цього впливу до кінця не вивчений. Передбачається, що в основі такого впливу НВЧ

поля лежать взаємодії електромагнітного випромінювання з полярними групами в продуктах. Під дією НВЧ випромінювання відбувається додаткова поляризація молекул, їх активність і реакційна здатність підвищується. При цьому відмічається посилення біохімічної активності в опромінюваних продуктах. Це відкриває широкі перспективи щодо використання НВЧ обробки для регуляції біохімічних процесів при виробництві продуктів харчування.

Зокрема відзначено позитивний вплив НВЧ обробки на технологічні властивості зерна пшениці для отримання борошна. Розроблено спосіб знезараження зерна СВЧ обробкою. При цьому харчова цінність продуктів зберігається в більшій мірі, ніж при традиційних видах відповідної обробки. НВЧ сушка в порівнянні з традиційними видами сушки дозволяє отримувати продукт з кращими споживчими якостями.

Виробництво борошняних виробів займає одне з головних місць серед харчових виробництв. Використанню нових підходів в цій області завжди приділяється велика увага. Якість борошняних виробів в першу чергу визначається якістю сировини і інтенсивністю технологічного процесу. В основі цих процесів лежать ферментативні перетворення основних компонентів продуктів. Розробка способів регулювання ферментативної активності, є перспективним напрямком, на основі якого можна створювати вироби з заданими властивостями.

2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкти дослідження

Об'єктами дослідження є солод ячмінний світлий 1 класу, солод ячмінний світлий після обробки НВЧ, борошно пшеничне вищого ґатунку, лабораторні зразки тіста: дріжджове безопарне, вироби з даного виду тіста з добавкою ячмінного солоду.

У роботі використовували солод ячмінний виробництва ТОВ «Ротор» (м. Дніпро). Оцінку якості сировини проводили по ДСТУ 29294-92 «Солод пивоварний ячмінний. Технічні умови». Аналіз показав, що досліджувана сировина за основними показниками відповідає нормативним вимогам. Результати аналізу представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні показники сировини

Показники	Солод першого класу по ДСТУ 29294-92	Досліджуваний солод
Прохід через сито 2,2×20 мм, %, не більше	5,0	4,0
Масова частка сміттєвої домішки, %, не більше	0,3	0,25
Кількість зерен, %:		
борошняних, не менше	80,0	76,0
склоподібних, не більше	5,0	4,0
темних	не допускається	відсутні
Масова частка вологи, % не більше	5,0	5,01
Екстрактивність, % на СР не менше	78,0	76,0
Масова частка білкових речовин в СР солоду, % не більше	11,5	10,7
Час оцукрювання, хв	20	18

На рисунку 2.1 представлена структурно-логічна схема проведення дослідження.



Рисунок 2.1 – Структурно-логічна схема проведення досліджень

2.2 Методи дослідження

Визначення масової частки вологи.

Масову частку вологи в солоді визначали по ДСТУ 27548-97 «Корми рослинні. Методи визначення вмісту вологи» висушуванням до постійної маси в сушильній шафі.

Визначення тривалості оцукрювання світлого солоду проводили по ДСТУ 29294-92 в процесі затирання, проводячи через кожні 5 хвилин пробу на йод.

Визначення амілолітичної активності солоду.

Визначення амілолітичної активності ферментів солоду проводили колориметричним методом по ГОСТ 20264.4-89 «Препарати ферментні. Методи визначення амілолітичної активності».

Метод заснований на визначенні швидкості ферментативної реакції гідролізу крохмалю, яку встановлюють за кількістю крохмалю, прогідролізованого в процесі колориметричної реакції з йодом.

Отримання робочого розчину ферментів солоду.

Наважку подрібненого солоду (5 г) заливають 10 мл фосфатного буфера (рН 4,8 – 4,9) і 90 мл дистильованої води. Отриману суспензію витримують 60 хв при температурі 30 °С в ультратермостаті, періодично помішуючи. Потім фільтрують через складчастий фільтр і використовують як основний розчин.

Для приготування робочого розчину готують розведення, так, щоб в ньому містилося кількість ферментів необхідна для гідролізу у встановлених умовах 20 – 70 % крохмалю.

Таблиця 2.1 – Приготування робочих розчинів солоду

Передбачувана активність солоду, АС од/г	Вміст солоду в 5 мл робочого розчину, мг	Кількість основного розчину, необхідного для приготування робочого розчину, мл	Загальний об'єм робочого розчину, мл
15 – 20	20,0	4	50
21 – 30	10,0	2	50
31 – 50	7,5	3	100

Проведення аналізу: в дві пробірки (об'єм 30 мл) наливають по 10 мл крохмалю (1 %) і ставлять в ультратермостат ($t=30\pm 0,2$ °С) на 10 хвилин. Потім, не виймаючи пробірки з термостата, додають в одну 5 мл дистильованої води

(контроль) у іншу – 5 мл робочого розчину солоду. Суміші швидко перемішують і витримують в термостаті при тій же температурі 10 хвилин.

Після закінчення часу з кожної пробірки відбирають по 0,5 мл розчинів і переносять їх в конічні колби з попередньо налитими туди 50 мл робочого розчину йоду (розчин йоду в 0,1н розчині соляної кислоти). При цьому одночасно відбувається інактивація ферменту і реакція йоду з крохмалем.

Забарвлені розчини колориметрують на ФЕК в кюветах з довжиною робочої грані 10 мм при довжині хвилі 630 – 670 нм (червоний світлофільтр). Як контрольний розчину використовують воду.

Кількість прогідролізованого крохмалю визначають за формулою:

$$C = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 0,1 \quad (2.1)$$

де D_1 – оптична щільність контрольного розчину;

D_2 – оптична щільність дослідного розчину з ферментом;

0,1 – кількість крохмалю введеного в реакцію, г

Якщо $0,02 > C > 0,07$, то визначення повторюють з більшою чи меншою кількістю основного розчину. Якщо $0,02 < C < 0,07$ то розраховують амілолітичну активність, AC :

$$AC = \frac{6,889C - 0,02939 \cdot 1000}{a}, \quad (2.2)$$

де a – кількість солоду, який бере участь в реакції, мг

Визначення загальної оцукрювальної активності.

Проводять за методом Д.Б. Лівшиц і Б.Ц. Михайлівської на основі методу Вільштеттера. Проводять гідроліз крохмалю і йодометрично визначають кількість утвореного цукру.

Робочий розчин готують як для визначення амілолітичної активності солоду.

У конічні колби на 50 мл вносять 20 мл 1 % розчину крохмалю і поміщають в ультратермостат з $t = 30 \pm 0,2$ °C на 10 хв. Через 10 хв в колби додають від 1 до 10 мл розчину ферменту. Загальний об'єм розчинів в колбах повинен бути 30 мл (відсутній об'єм доповнюють дистильованою водою, яку вводять безпосередньо перед додаванням ферменту). Ретельно перемішують і поміщають в ультратермостат на 10 хв.

Після закінчення часу дію ферменту зупиняють, додаючи 2 мл 1н розчину соляної кислоти. В отриманому гідролізаті визначають вміст редуруючих цукрів йодометричним методом.

Для проведення реакції гідролізат кількісно переносять в конічну колбу на 300 – 400 мл, додають 10 мл 0,1н розчину йоду і 30 мл 0,1н розчину гідроксиду натрію. Луг додають по краплях при перемішуванні. Потім накривають колбу годинниковим склом і залишають в темному місці на 15 хвилин. Після закінчення цього часу до розчину додають 1 мл сірчаної кислоти і титрують виділений йод 0,1н розчином тіосульфату натрію в присутності індикатора крохмалю.

Паралельно проводять контрольний дослід – ферментний розчин вводять після додавання 2 мл 1н соляної кислоти (без витримки в термостаті).

Різниця між кількістю 0,1н розчину тіосульфату натрію, що пішла на титрування контрольної і дослідної проби повинна становити 0,5 – 6 мл. Якщо різниця менше 0,5 або більше 6 аналіз повторюють з більшою або меншою кількістю ферменту.

Кількість білка і азотистих сполук в ячмінному солоді визначали методом К'ельдаля по ДСТУ 13496.4-93 «Корми. Комбікорми. Комбікормова сировину. Методи визначення вмісту азоту і сирого протеїну».

Кількість цукрів у солоді визначали перманганатним методом Бертрана по ДСТУ 51636-2000 «Корми, комбікорми, комбікормова сировину. Фотометричний із застосуванням 2,4-динітрофенола і перманганатний методи визначення масової частки водорозчинних вуглеводнів». Кількість крохмалю визначали на

поляриметри круговому СМ-3, підготовка проб згідно з ДСТУ 10845-98 «Зерно і продукти його переробки. Метод визначення крохмалю».

Титрувальну кислотність борошняних виробів визначали за ДСТУ 5670-96 «Хлібобулочні вироби. Методи визначення кислотності» ГОСТ 5898-87 «Вироби кондитерські. Методи визначення кислотності і лужності». Метод заснований на нейтралізації кислоти, що міститься у наважці, лугом у присутності індикатора фенолфталеїну. Виражають кислотність в градусах. Активну кислотність (рН) визначали на потенціометрі рН-150М. Лужність виробів з пісочного тіста визначали титруванням водного розчину 0,1 соляною кислотою в присутності індикатора бромтимолового синього.

Кількість і якість клейковини визначали по ГОСТ 27839-88 «Борошно пшеничне. Методи визначення кількості і якості клейковини» на приладі ІДК-3. Визначення вологості борошняних виробів проводили по ГОСТ 5900-73 «Вироби кондитерські. Методи визначення вологи і сухих речовин».

Визначення пористості виробів з дріжджового тіста по ДСТУ 5669-96 «Хлібобулочні вироби. Методи визначення пористості».

Структурно-механічні і реологічні характеристики тіста і випечених виробів визначали на автоматичному пенетрометрі ПН-10У.

Намокання борошняних виробів визначали за ГОСТ 10114-80 «Вироби кондитерські борошняні. Метод визначення намокання».

Органолептичну оцінку розроблених виробів визначали згідно зі стандартною методикою з використанням десятибальної шкали. Оцінювали зовнішній вигляд, смак, запах, консистенцію виробів з урахуванням коефіцієнтів важливості.

Мікробіологічні показники випечених виробів визначали відповідно до вимог СанПіН 2.3.2.1078-01 за загальноприйнятими методиками. Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів визначали по ГОСТ 10444.15-94 «Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних, аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів».

Визначення загального вмісту золи проводили по ГОСТ 5901-87 «Продукти харчові. Методи визначення масової частки золи і магнітних домішок». Вміст кальцію і магнію визначали комплексометричним титруванням трілоном Б в присутності мурексиду. Вміст фосфору визначали молібден-ванадієвим методом на спектрофотометрі UNICO-2804.

Технологічний процес здійснювали відповідно до технологічних інструкцій і за санітарними правилами і нормами, що діють на підприємствах громадського харчування.

Висновки до розділу

Вданому розділі дипломної роботи приведено методи та методики проведення експериментальних досліджень, визначено по черговість їх проведення та приведено загальну схему проведення експериментальних досліджень.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОБРОБКИ В ПОЛІ НВЧ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЯЧМІННОГО СОЛОДУ

3.1 Обґрунтування вибору НВЧ обробки для активації ферментів солоду

Одним з факторів що впливають на ферментативну активність є температура. Підвищення температури до певних меж викликає збільшення швидкості реакції, обумовлене збільшенням частки молекул ферменту і субстрату з високою енергією. При подальшому збільшенні температури починається денатурація білкової складової ферменту, в результаті руйнується активний центр і ферменти втрачають каталітичну активність. Для більшості ферментів діапазон температур, в яких вони проявляють максимальну активність, тобто «Температурний оптимум», знаходиться в межах 40 – 60 °С. Таким чином, зміна температури надає як стимулюючий, так і інактивуєчий ефект на активність ферментів. Це дозволяє використовувати даний фактор як регулятор дії ферментів.

Нами досліджено вплив різних видів нагріву на активність ферментів. Ячмінний солод прогрівали протягом певного часу, при різних температурах використовуючи три види нагріву – кондуктивний, інфрачервоний і НВЧ. Температуру солоду вимірювали за допомогою електронного термометра. Результати наведені в таблиці 3.1.

Згідно з отриманими даними, наведеними в таблиці при різних видах нагріву і тривалості обробки температура солоду змінювалася в діапазоні від 25 до 95 °С. При цьому інтенсивність нагріву при ІЧ впливі найнижча. Інтенсивність нагрівання в НВЧ полі підвищується зі збільшенням потужності. Середні значення температур при заданих умовах обробки знаходилися в межах оптимальних для дії амілолітичних ферментів.

Таблиця 3.1 – Зміна температури (°C) світлого ячмінного солоду при різних видах нагріву

Вид нагрівання	Час обробки, с			
	30	60	120	180
КН нагрів	32,5	42,9	54,9	65,4
ІЧ нагрівання	25,3	28,6	35,2	41,2
НВЧ 200 Вт	26,3	28,6	35,4	44,7
НВЧ 300 Вт	30,2	36,7	55,7	58,0
НВЧ 400 Вт	32,1	43,0	65,2	4,7
НВЧ 500 Вт	35,4	52,4	66,9	94,7

Низьку ефективність кондуктивного нагрівання можна пояснити неоднорідністю теплового впливу на досліджуваний об'єкт. Ділянки, які безпосередньо контактують з гріючою поверхнею піддаються більш інтенсивному впливу, ніж глибинні шари. В результаті утворюються локальні зони перегріву, в яких починаються процеси денатурації вторинної, третинної і четвертинної структур білкової молекули ферменту. Це призводить до часткової втрати ферментативної активності.

ІЧ нагрів, володіючи більшою проникністю, в порівнянні з кондуктивним, має стимулюючий вплив на ферментативну активність. Але проникаюча здатність променевої енергії досить низька, тому ефект від такого впливу незначний.

Вплив НВЧ нагріву проявляється в широких межах. За рахунок «об'ємного» характеру нагріву досліджуваний матеріал прогрівається рівномірно і з однаковою швидкістю. Ці фактори обумовлюють більш інтенсивний вплив НВЧ поля на ферментативну активність. Крім того, вплив НВЧ пов'язаний не тільки з температурним фактором, але і з взаємодією електромагнітного випромінювання з полярними молекулами речовини. Ферменти містять заряджені групи (в поліпептидних ланцюгах білкової частини, в складі активного центру), які під дією електромагнітного поля поляризуються. Така додаткова поляризація призводить до різних конформаційних перебудов в молекулі ферменту, що позначається на каталітичних властивостях.

Підтвердження цьому зміна активності ферментів при температурах близьких до оптимальних для дії ферментів (таблиця 3.2).

Як видно з даних таблиці при відносно однакових температурах активність ферментів при НВЧ обробці істотно перевищує значення при КН і ІЧ нагріванні. В середньому активність ферментів при різних режимах НВЧ обробки в 1,4 і 1,17 рази вище за амілолітичну і в 1,77 і 1,69 разів оцукрюючої.

Таблиця 3.2 – Зміна активності амілаз світлого ячмінного солоду при різних видах нагріву

Вид нагрівання	Температура, °С	Амілолітична активність, од/г	Оцукрююча активність, од/г
КН нагрів	42,9	20,12	45,92
ІЧ нагрів	41,2	24,99	48,27
НВЧ 200 Вт	44,7	34,47	94,12
НВЧ 300 Вт	36,7	25,18	73,18
НВЧ 400 Вт	43,0	24,47	71,08
НВЧ 500 Вт	35,4	32,36	88,46

Таким чином, це підтверджує, що в разі НВЧ нагріву має місце не тільки температурний фактор, але і якийсь додатковий фактор, відсутній при інших видах нагріву.

Виходячи з вище викладеного, можна зробити висновок, що температурний фактор є одним з можливих способів регуляції активності ферментів. При цьому активуючий вплив проявляється при використанні різних видів нагріву, проте найкращі результати спостерігаються при використанні НВЧ нагрівання. Поєднання різних режимів обробки в НВЧ полі дозволяє регулювати активність ферментів в широких межах, в залежності від поставлених цілей. При цьому час обробки для досягнення ефекту при впливі НВЧ випромінювання значно менше в порівнянні з іншими видами нагрівання

Відповідно з результатами експериментів для подальшого дослідження вибрали обробку світлого ячмінного солоду в НВЧ поле.

3.2 Вплив режимів НВЧ обробки на активність ферментів світлого ячмінного солоду

Відповідно до поставлених завдань і планування експерименту були проведені дослідження впливу НВЧ опромінення різної потужності і тривалості на активність ферментів світлого ячмінного солоду.

Обробку проводили в НВЧ печі при потужності від 100 до 500 Вт і тривалості обробки від 30 до 150 с. При цьому температури нагріву солоду склали від 26 до 90 °С. Результати представлені на рисунку 3.1.

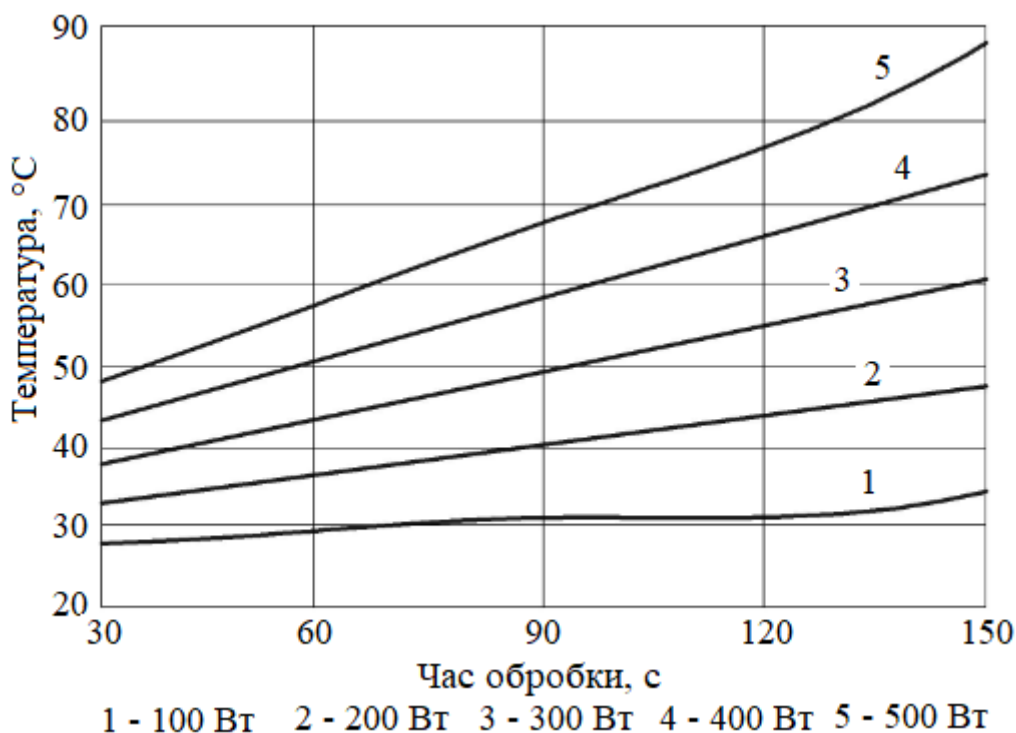


Рисунок 3.1 – Зміна температури ячмінного солоду при НВЧ обробці

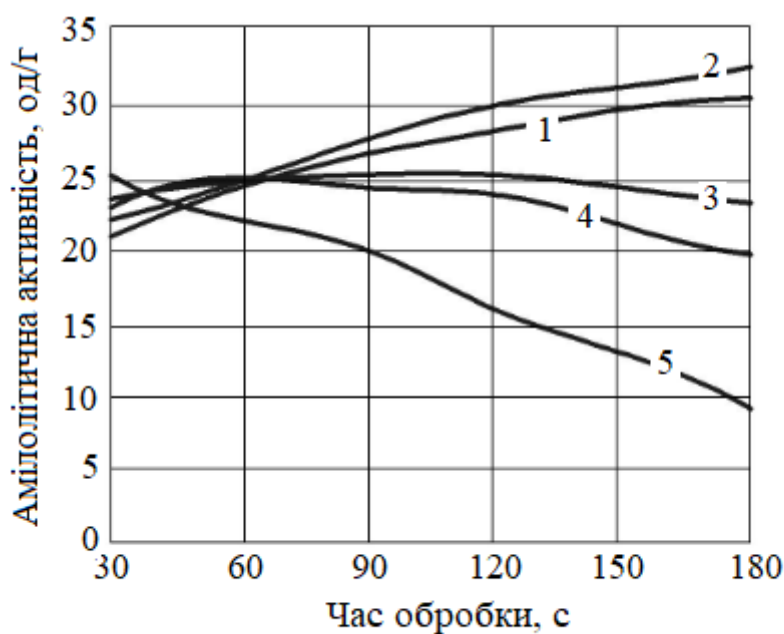
Відповідно до плану експерименту провели дослідження впливу НВЧ обробки на активність амілолітичних ферментів ячмінного солоду. Результати представлені в таблиці 3.3 і на рисунку 3.2.

Аналіз даних таблиці 3.3 та рисунка 3.2 показує, що при нетривалій обробці (30 – 60 с) і невисокій потужності НВЧ випромінювання (100 – 300 Вт) активність ферментів зростає в середньому на 10 – 70 %. При збільшенні часу обробки (60 –

180 с) з ростом потужності (400 – 500 Вт) відбувається зниження активності на 3 – 50 %.

Таблиця 3.3 – Вплив НВЧ обробки на амілолітичну активність ферментів ячмінного солоду

№ п/п	Час обробки, с	Потужність, Вт	Температура, °С	Амілолітична активність, од/г
1	30	100	27,0	20,77
2	150	100	33,2	29,59
3	30	500	46,9	24,73
4	150	500	85,6	12,83
5	30	300	36,4	22,85
6	150	300	64,8	24,28
7	90	100	31,9	26,68
8	90	500	66,4	19,88
9	90	300	49,3	25,00
10	Контроль		23	22,00



1 - 100 Вт 2 - 200 Вт 3 - 300 Вт 4 - 400 Вт 5 - 500 Вт

Рисунок 3.2 – Вплив НВЧ обробки на амілолітичну активність ячмінного солоду

Результати дослідження впливу НВЧ обробки на оцукрюючу активність ферментів солоду наведені в таблиці 3.4 на рисунку 3.3.

Аналіз даних таблиці 3.4 та рисунка 3.3 показує, що оцукрююча активність у всіх випадках перевищує контрольний зразок. Однак, при збільшенні часу обробки і потужності (90 – 180 с і 400 – 500 Вт) спостерігається зниження активності ферментів.

Таблиця 3.4 – Вплив НВЧ обробки на оцукрюючу активність ферментів ячмінного солоду

№ п/п	Час обробки, с	Потужність, Вт	Температура, °С	Оцукрююча активність, од/г
1	30	100	27,0	50,97
2	150	100	33,2	63,65
3	30	500	46,9	64,67
4	150	500	85,6	40,49
5	30	300	36,4	56,32
6	150	300	64,8	56,75
7	90	100	31,9	59,33
8	90	500	66,4	55,28
9	90	300	49,3	61,91
10	Контроль		23	36,38

Визначення протеолітичної активності при обраних режимах показало, що НВЧ обробка позитивно впливає і на активність протеаз. Результати представлені в таблиці 3.5 і на рисунку 3.4.

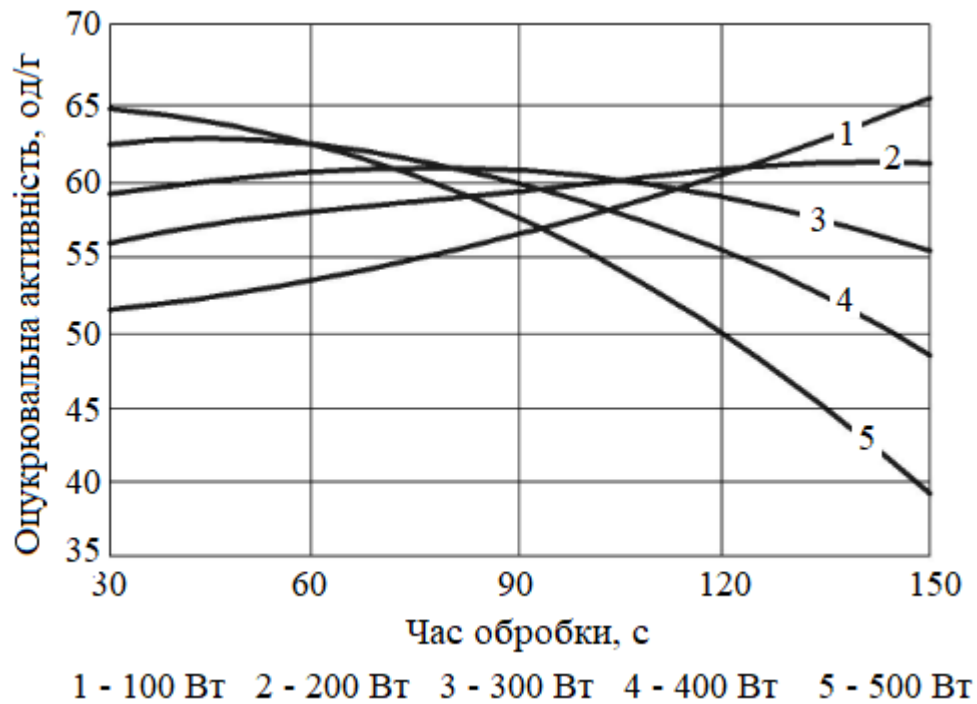


Рисунок 3.3 – Вплив НВЧ обробки на оцукрюючу активність ферментів світлого ячмінного солоду

Таблиця 3.5 – Вплив НВЧ обробки на протеолітичну активність ферментів ячмінного солоду

№ п/п	Час обробки, с	Потужність, Вт	Температура, °С	Протеолітична активність, од/г
1	30	100	27,0	0,32
2	150	100	33,2	0,76
3	30	500	46,9	0,79
4	150	500	85,6	0,22
5	30	300	36,4	0,58
6	150	300	64,8	0,51
7	90	100	31,9	0,55
8	90	500	66,4	0,53
9	90	300	49,3	0,67
10	Контроль		23	0,17

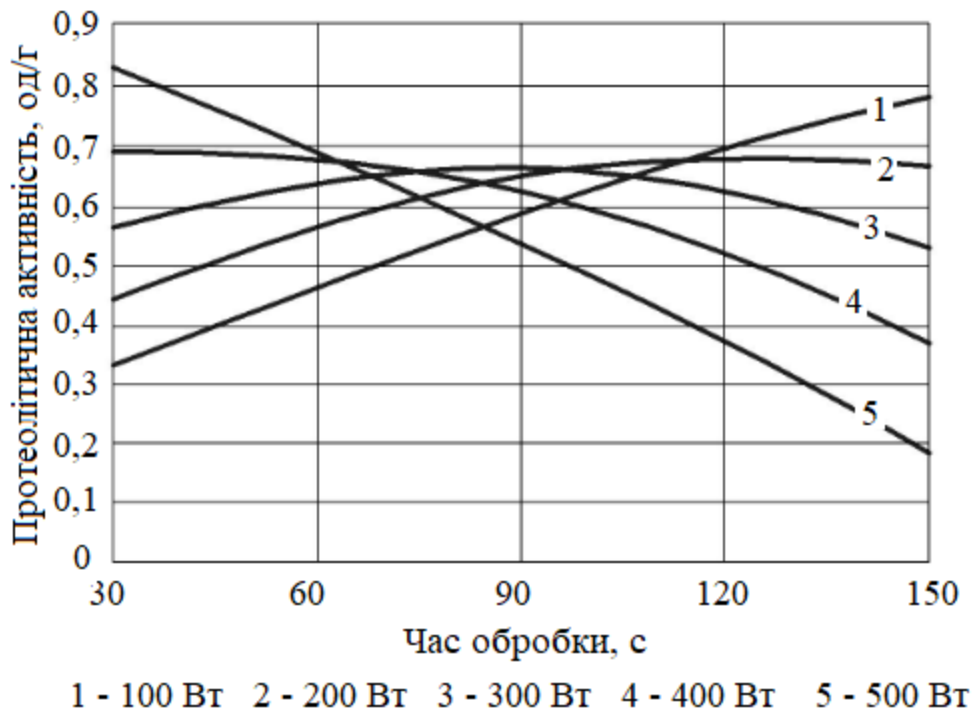


Рисунок 3.4 – Вплив НВЧ обробки на протеолітичну активність ферментів світлого ячмінного солоду

Аналіз отриманих даних показав, що протеолітична активність змінюється аналогічно амілазній і оцукрюючій. При невеликих значеннях потужності (100 – 200 Вт) активність протеаз при збільшенні тривалості обробки підвищується 2,3 – 2,7 рази. При обробці середніми значеннями потужності (300 – 400 Вт) і невеликому часу (30 – 90 с) активність також підвищується в 1,9 – 2,4 рази, а при збільшенні часу знижується. Обробка в жорстких режимах (500 Вт) при збільшенні часу обробки призводить до інактивації ферментів. Це пояснюється тепловою денатурацією ферментів при високих температурах.

Таким чином, НВЧ обробка дозволяє регулювати активність основних ферментів в широких межах. Якщо необхідно підвищити активність ферментів, то рекомендується використовувати поєднання невисоких потужностей (100 – 200 Вт) і обробку 120 – 150 с або більш високу потужність (300 – 500 Вт), але короткочасну обробку 30 – 90 с. Для зниження зайвої активності ферментів можна використовувати високі значення потужності (400 – 500 Вт) і тривалість обробки 90 – 150 с.

3.3 Дослідження впливу НВЧ обробки на технологічні властивості світлого ячмінного солоду

При дослідженні впливу НВЧ поля на ферментативну активність ячмінного солоду представляло інтерес оцінити збереження якісних показників зерна солоду. Ячмінний солод є цінним джерелом амінокислот, низькомолекулярних вуглеводів, ненасичених жирних кислот, вітамінів і мінеральних речовин. Для підвищення споживчих властивостей продукції, виготовленої з використанням солоду необхідно максимально зберегти ці корисні властивості.

3.3.1 Вплив НВЧ обробки на вологість солоду

Однією з технологічних властивостей солоду, нормованих по НД, є вологість. Ферменти можуть проявляти активність при наявності певної кількості води. Від вологості залежать багато інших технологічних властивостей, зокрема вміст сухих речовин, мікробіологічний стан зерна, стійкість при зберіганні. Механізм діелектричного нагріву безпосередньо пов'язаний з вологістю, так як вода має найбільшу діелектричну провідність. Чим більше значення вологості, тим інтенсивніше нагрівається продукт.

Результати дослідження зміни вологості ячмінного солоду після НВЧ обробки представлені в таблиці 3.6 і на рисунку 3.5.

З підвищенням температури при збільшенні часу обробки і потужності НВЧ поля вологість зерна солоду знижується: При невисоких значеннях потужності (100 – 200 Вт) значення вологості при всіх режимах обробки залишаються в межах нормативних (4,5 – 5 %).

Таблиця 3.6 – Зміна вологості світлого ячмінного солоду після НВЧ обробки

№ п/п	Режим НВЧ обробки		Показник	
	Час обробки, с	Потужність, Вт	Температура, °С	Вологість, %
1	30	100	27,0	5,11
2	150	100	28,11	5,15
3	30	500	41,52	5,03
4	150	500	91,81	3,87
5	30	300	33,12	5,23
6	150	300	59,96	4,78
7	90	100	26,42	5,10
8	90	500	66,65	4,46
9	90	300	46,54	4,89
10	Контроль		23	5,01

Аналогічно і при більш високих значеннях потужності (300 – 500 Вт) і короткочасній обробці (30 – 90 с). У жорстких режимах обробки при збільшенні тривалості обробки до 120 – 150 с спостерігається істотне зменшення вологості.

Зниження вологості солоду після НВЧ обробки сприяє поліпшенню якісних показників солоду, зокрема збільшення вмісту сухих речовин. Крім того, це знижує ймовірність розвитку мікробного псування в зерні, так як для розвитку спор необхідний вміст вологи не менше 10 %. Це в свою чергу позитивно позначається на збереженні солоду. При правильних умовах зберігання таке зерно довше зберігає свої технологічні властивості.

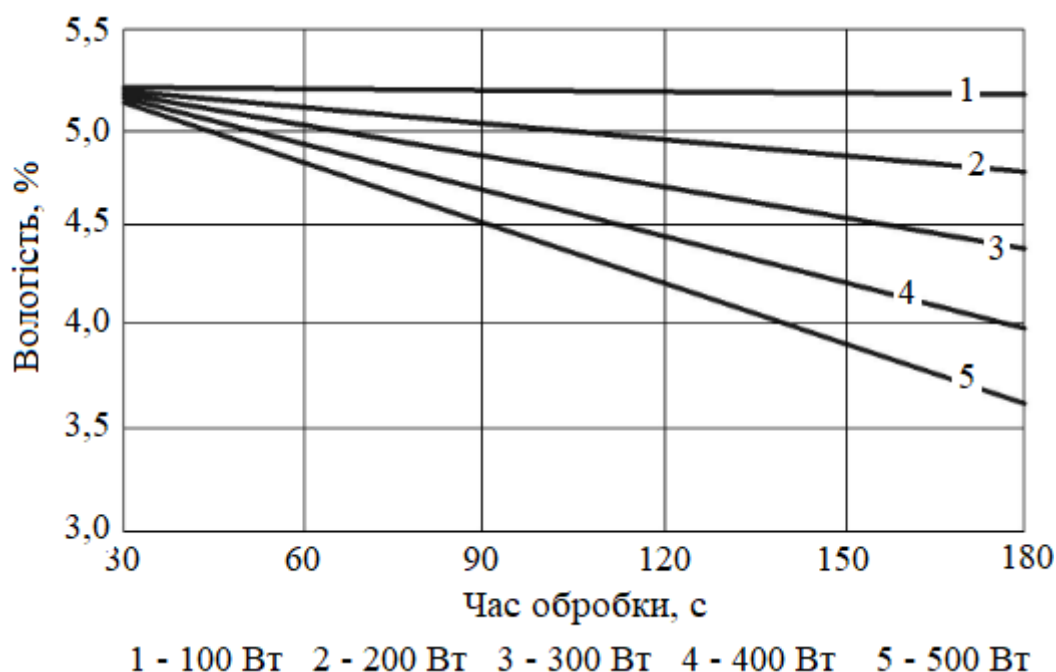


Рисунок 3.5 – Зміна вологості ячмінного солоду при НВЧ обробці

3.3.2 Вплив НВЧ обробки на вміст білка в солоді

Білковий комплекс ячмінного солоду в порівнянні з пшеничним борошном більш повноцінний і включає весь набір незамінних амінокислот. Додавання солоду до пшеничного борошна сприяє збагаченню продукту повноцінним білком. Крім того, ферменти за хімічною природою є білками.

Дія температури сприяє певним структурним змінам білкового комплексу. При нагріванні вище 55 °С в структурі білка починаються конформаційні зміни, що призводять до руйнування вторинної, третинної і четвертинної структур. В результаті чого відбувається денатурація білкової молекули. Найбільшому впливу піддаються білки водо- і солерозчинні фракцій – альбуміни і глобуліни. Проламіни і глютеліни, які відносяться до групи спирто- і лугорозчинних білків, більш стійкі до температурних впливів і руйнуються при нагріванні понад 75 °С.

Денатураційні зміни білків безпосередньо пов'язані з утриманням вологи в продукті. У нативному стані поліпептидні ланцюги білка компактно згорнуті і не розгортаються до тих пір, поки в простір між ними не потрапить вода. У такому вигляді білкова молекула може зберігатися без змін досить тривалий час. Крім

цього сухі білки практично не поляризовані, на відміну від білків в розчиненому вигляді, тому є діелектриками [13, 15].

У зв'язку з цим представляло інтерес вивчити зміну білкового складу ячмінного солоду після НВЧ обробки. Результати представлені в таблиці 3.7 і на рисунку 3.6.

Таблиця 3.7 – Залежність кількості білка від режимів НВЧ обробки

№ п/п	Час обробки, с	Потужність, Вт	Температура, °С	Білок, г/АСР
1	30	100	27,0	10,49
2	150	100	33,2	10,69
3	30	500	46,9	10,07
4	150	500	85,6	9,86
5	30	300	36,4	10,28
6	150	300	64,8	10,48
7	90	100	31,9	10,61
8	90	500	66,4	9,98
9	90	300	49,3	10,40
10	Контроль		23	10,07

Як видно з таблиці 3.7 і рисунка 3.6 при нетривалій обробці НВЧ полем спостерігається деяке збільшення вмісту білка. При збільшенні тривалості обробки при невисоких потужностях (100 – 300 Вт) також спостерігається підвищення вмісту білка на 0,5 – 1,5 %.

При тривалій обробці і високої потужності (400 – 500 Вт і 90 – 180 с) вміст білка незначно знижується (на 0,2 – 1 %). При цих режимах температури нагріву становлять 60 – 90 °С, що викликають конформаційні зміни білкових молекул. Це позначається і на активності ферментів. В цілому вміст білка при різних режимах НВЧ обробки знаходиться в межах 10 – 10,6 г/100 г СР.

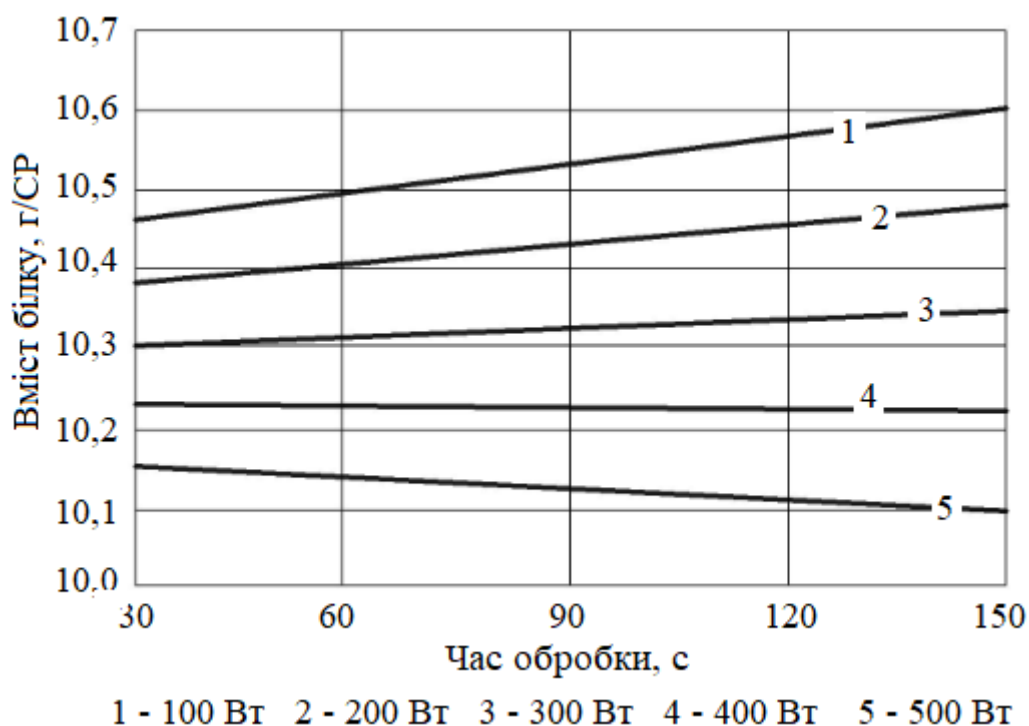


Рисунок 3.6 – Вплив НВЧ обробки на вміст білку в ячмінному солоді

Відносна стійкість білків до дії НВЧ поля, навіть при жорстких режимах обробки, можна пояснити невисокою вологістю солоду. Білки стають прозорими для дії електромагнітних хвиль, що і забезпечує їх збереження. Невелике підвищення вмісту білка при м'яких режимах обробки пов'язано з відносним збільшенням кількості сухих речовин, при зменшенні вологості. Таким чином, НВЧ обробка ячмінного солоду не робить значного впливу на білковий комплекс зерна.

3.3.3 Вплив НВЧ обробки на кислотність солоду

У зерні злакових містяться речовини, що дисоціюються у водних розчинах з утворенням іонів водню. До них відносяться білки, жирні кислоти, органічні та неорганічні кислоти, солі. Через присутність цих речовин водні витяжки із зернових культур мають слабокисле середовище. Якість зерна характеризують таким показником як титруема кислотність, яку висловлюють в градусах. За градус кислотності приймають об'єм (в см³) точний 1н розчину гідроксиду натрію, необхідний для нейтралізації кислот і кислих солей, що містяться в 100 г

досліджуваної речовини. Результати визначення кислотності наведені в таблиці 3.8 і на рисунку 3.7.

Таблиця 3.8 – Зміна кислотності при НВЧ обробці світлого ячмінного солоду

№ п/п	Час обробки, с	Потужність, Вт	Температура, °С	Кислотність, град
1	30	100	27,0	0,88
2	150	100	33,2	0,92
3	30	500	46,9	0,92
4	150	500	85,6	0,97
5	30	300	36,4	0,89
6	150	300	64,8	0,94
7	90	100	31,9	0,96
8	90	500	66,4	1,01
9	90	300	49,3	0,98
10	Контроль		23	0,8

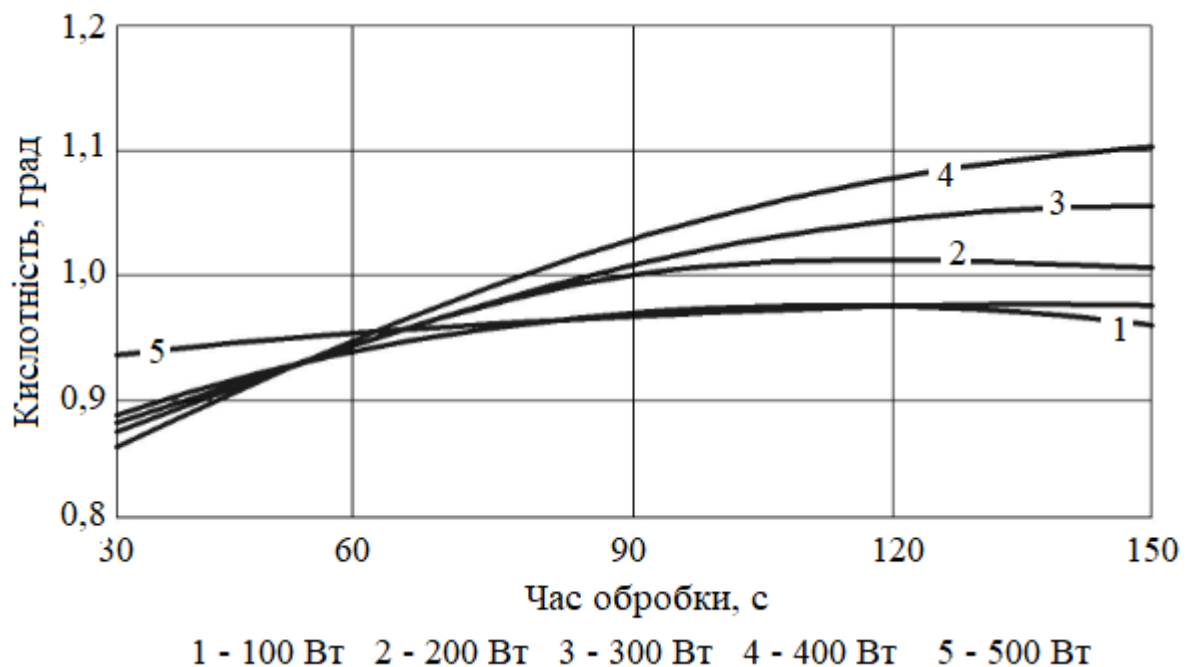


Рисунок 3.7 – Залежність кислотності зерна солоду від параметрів НВЧ обробки

Як видно з результатів, представлених в таблиці і на рисунку, короткочасна НВЧ обробка (30 – 90 с) призводить до підвищення рівня кислотності. У цих умовах активно протікають гідролітичні процеси під дією ферментів, що сприяє накопиченню кислих продуктів гідролізу, головним чином білків.

При збільшенні тривалості обробки значення кислотності дещо знижується, але зберігається на більш високому рівні відносно необробленого солоду. Зниження кислотності пов'язано з тим, що частина кислих продуктів (органічні кислоти) є летучими і при підвищенні температури випаровуються.

В цілому, підвищення кислотності при НВЧ обробці не перевищує меж, встановлених у нормативній документації (кислотність солоду по ГОСТ 29294-92 не повинна перевищувати 0,9 – 1,2).

3.3.4 Вплив НВЧ обробки на вуглеводний комплекс солоду

Ячмінний солод є джерелом великої кількості вуглеводів, головним чином низькомолекулярних – ди- та моносахаридів (6 – 8 %). Утворені в процесі пророщування зерна, вони надають специфічний смак і аромат солодовим продуктам. Крім низькомолекулярних вуглеводів в солоді міститься крохмаль (55 – 60 %), некрохмальні полісахариди – клітковина, целюлози і геміцелюлози. Найбільший вплив на харчову цінність надають моно- і дисахариди і крохмаль, тому досліджували зміну даних груп вуглеводів при НВЧ обробці.

Результати кількісного визначення крохмалю і низькомолекулярних вуглеводів представлені в таблиці 3.9 і на рисунках 3.8, 3.9.

Таблиця 3.9 – Зміна вмісту вуглеводів при НВЧ обробці світлого ячмінного солоду

№ п/п	Час обробки, с	Потужність, Вт	Температура, °С	Вуглеводи (цукри), г/АСР	Вуглеводи (крохмаль), г АСР
1	30	100	27,0	7,49	56,75
2	150	100	33,2	8,84	40,05
3	30	500	46,9	7,70	41,38
4	150	500	85,6	8,40	34,53
5	30	300	36,4	8,07	49,6
6	150	300	64,8	8,52	37,75
7	90	100	31,9	8,51	48,4
8	90	500	66,4	8,21	38,95
9	90	300	49,3	8,43	43,68
10	Контроль		23	3,64±0,02	69,3±0,21

При нагріванні крохмалю в кислому середовищі (солод має кислу реакцію) відбувається його гідроліз з утворенням низькомолекулярних декстринів, мальтози і глюкози. При НВЧ обробці солоду відбуваються схожі процеси. Як видно з таблиці 3.9 і рисунка 3.8 при підвищенні температури вміст крохмалю в солоді зменшується. Причому при збільшенні потужності НВЧ випромінювання інтенсивність зменшення вмісту крохмалю знижується. Так, при невисоких потужностях (100 – 300 Вт) вміст крохмалю при збільшенні тривалості обробки зменшується на 24 – 30 %. При потужностях НВЧ поля 400 – 500 Вт вміст крохмалю знижується на 17 – 21 %. Зменшення вмісту крохмалю можна пояснити гідролітичними процесами, що протікають під дією амілаз солоду. При цьому отримані результати по зміні вмісту крохмалю відповідають результатам дослідження ферментативної активності солоду. Зниження вмісту крохмалю при температурах вище 60 °С (потужність 400 – 500 Вт і експозиція 90 – 150 с) найімовірніше пов'язано з процесом декстринізації, так як активність ферментів в даних умовах мінімальна.

Одночасно зі зменшенням вмісту крохмалю відбувається збільшення кількості цукрів (моно- і дисахаридів). Накопичення низькомолекулярних

вуглеводів відбувається при всіх режимах обробки, що обумовлено гідролізом і декстринізацією крохмалю (рисунок 3.9). При потужностях НВЧ поля 100 – 200 Вт накопичення цукрів відбувається більш інтенсивно, вміст цукрів збільшується в 2 – 2,5 рази. При більш високих потужностях 300 – 500 Вт збільшення цукрів спостерігається в меншій мірі в 1,9 – 2,3 рази відносно необробленого солоду.

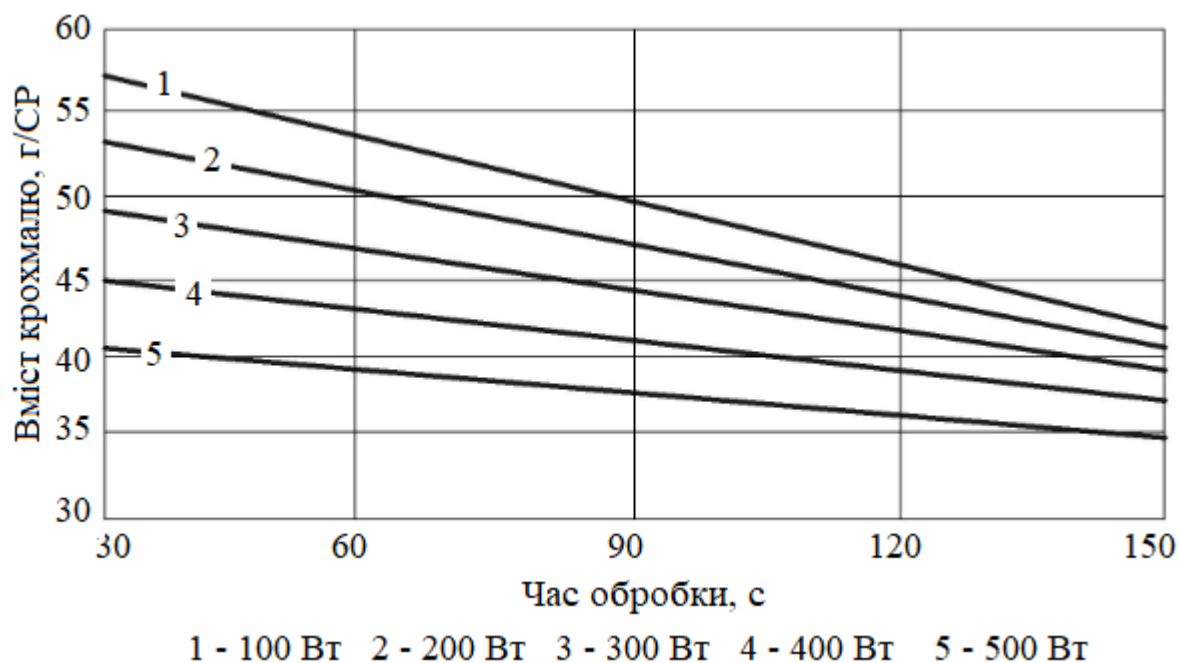


Рисунок 3.8 – Зміна вмісту крохмалю після НВЧ обробки

Спостережуване зростання цукрів обумовлено гідролітичним розкладанням крохмалю і сахарози. Крім того, підвищення кислотності при НВЧ обробці сприяє гідролізу сахарози, що протікає в кислому середовищі.

Збільшення вмісту низькомолекулярних цукрів, при одночасному зниженні вмісту крохмалю, дозволяє припускати можливість зниження вмісту цукру в борошняних виробках. Це дозволить знизити енергетичну цінність виробів і підвищити їх харчову та біологічну цінність.

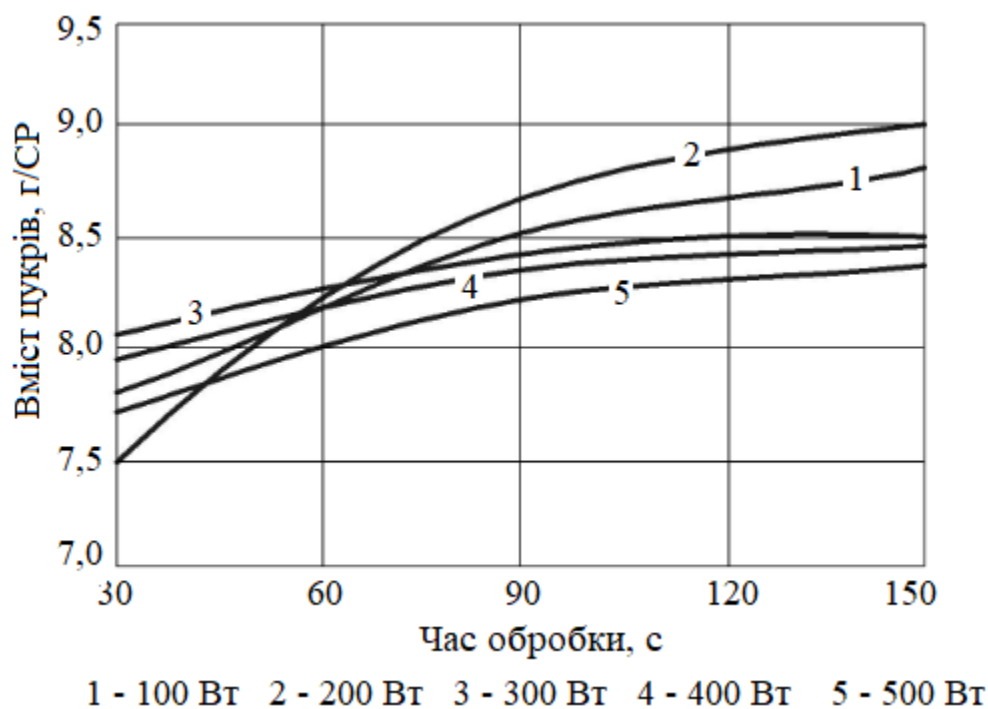


Рисунок 3.9 – Зміна вмісту редуруючих цукрів після НВЧ обробки

Відповідно до проведених досліджень встановлено, що вплив НВЧ поля при різних поєднаннях потужності і тривалості обробки дозволяє цілеспрямовано змінювати активність гідролітичних ферментів (амілолітичних і протеолітичних). При поєднанні невисокої потужності 100 – 300 Вт і обробці 90 – 150 с, а також потужності 400 – 500 Вт і короткочасній обробці протягом 30 – 60 с ферментативна активність підвищується. При тривалій обробці 90 – 150 с і високій потужності 400 – 500 Вт ферменти інактивуються.

Також визначено, що НВЧ обробка при обраних режимах не тільки не робить негативного впливу на якісні показники та харчову цінність світлого ячмінного солоду, а й сприяє підвищенню якості солоду. Зниження вологості підвищує стійкість зерна до зберігання і ураження різними захворюваннями. При цьому підвищується відносний вміст сухих речовин.

Білковий комплекс зерна при обраних режимах обробки практично не змінювався, що можна пояснити стійкістю білків до впливу температури при відносно низькій вологості.

Посилення гідролітичних процесів під впливом НВЧ обробки сприяє зміні вуглеводного комплексу солоду. Найбільш ефективними режимами обробки

будуть поєднання невисокої потужності і тривалої обробки (100 – 300 Вт і 90 – 150 с) або високій потужності і короткочасній обробці (400 – 500 Вт і 30 – 60 с). При цьому спостерігаються початкові зміни в структурі крохмалю, що сприяють збільшенню вмісту низькомолекулярних цукрів, інтенсифікації процесу бродіння, зниження в'язкості тіста. Більш глибокий розпад крохмалю сприяє зниженню газо- і водоутримуючої здатності тіста, а надмірне накопичення низькомолекулярних цукрів викликає пригнічення росту дріжджів і гальмування процесів бродіння.

Таким чином, вплив НВЧ поля можна розглядати як перспективний спосіб регулювання ферментативної активності сировини і управління якістю готової продукції.

Висновки до розділу

Обґрунтовано використання НВЧ обробки для регуляції ферментативної активності і визначені режими обробки. Стимулюючий ефект НВЧ обробки на активність ферментів спостерігається при поєднаннях: потужність 100 – 200 Вт і експозиція 120 – 150 с, потужність 300 – 500 Вт і експозиція 30 – 90 с. При поєднаннях потужності 400 - 500 Вт і експозиції 120 – 150 с спостерігається інактивація ферментів.

Встановлено позитивний вплив НВЧ обробки на технологічні властивості солоду: вологість солоду знижується на 5 – 30 % що підвищує стійкість зерна до зберігання і ураження різними захворюваннями; вміст крохмалю знижується на 17 – 30 %, а вміст редуруючих вуглеводів збільшується в 2 – 2,5 рази.

Розроблено технологію отримання солоду з різною ферментативною активністю з використанням НВЧ обробки, що дозволяє регулювати його технологічні властивості.

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОЛОДУ ОБРОБЛЕНОГО В ПОЛІ НВЧ НА ЯКІСТЬ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ

На основі проведеного аналізу були обрані борошняні вироби дріжджового безопарного тіста. Розробка нових технологій даних груп виробів дозволить підвищити задоволеність споживача, розширити асортимент виробів і інтенсифікувати технологічні процеси виробництва.

4.1 Обґрунтування вибору режиму НВЧ обробки світлого ячмінного солоду для виробництва борошняних виробів

Для виробництва борошняних виробів з різних видів тіста необхідні різні рівні активності ферментів. У зв'язку з цим при використанні НВЧ активованого солоду у виробництві борошняних виробів необхідно підібрати такі режими НВЧ обробки, які відповідали вимогам технологічного процесу в кожному конкретному випадку.

В процесі виробництва виробів з дріжджового тіста велике значення має стан вуглеводно-амілазного і білково-протеїназного комплексу борошна. Стан вуглеводно-амілазного комплексу залежить від активності амілолітичних ферментів і характеризується газоутворюючою і газотримуючою здатністю борошна. Стан білково-протеїназного комплексу визначається активністю протеолітичних ферментів і кількістю і якістю клейковини.

Для виробів з дріжджового тіста необхідне борошно з високою активністю амілолітичних α - і β -амілаз ферментів, що сприяють утворенню достатньої кількості низькомолекулярних цукрів. Цукри використовуються дріжджами, а також беруть участь у формуванні забарвлення скоринки, аромату і смаку виробів. Найбільше значення з амілаз набуває β -амілаза, гідроліз крохмалю до мальтози, яка легко зброджується дріжджами. Зайва активність амілаз, особливо α -амілази призводить до накопичення великої кількості мальтози і

низькомолекулярних декстринів. При цьому руйнується структура тіста, воно стає липким, випечені вироби виходять погано пропечені з темним забарвленням.

Невисока активність протеолітичних ферментів чинить позитивний вплив на якість тіста і виробів. Утворення невеликої кількості вільних амінокислот в результаті протеолізу необхідно для харчування дріжджів, а також для формування забарвлення, смаку і аромату виробів. Висока активність протеаз призводить до руйнування каркаса клейковини, білки необмежено набухають і частково можуть переходити в рідку фазу. При цьому тісто починає розпливатися, погано піддається механічним впливам, знижується газоутримуюча здатність. Випечені вироби характеризуються низьким об'ємом, поганою формостійкістю.

Для виробництва виробів з дріжджового тіста необхідно використовувати режими НВЧ обробки із середніми значеннями амілолітичної активності, особливо α -амілази, і невисокою протеолітичною активністю. Таким умовам найкраще відповідає режим 400 Вт і 60 с.

Для використання НВЧ активованого світлого ячмінного солоду у виробництві борошняних виробів його подрібнювали на млині ЛЗМ-3 і просівали через сито № 43 (діаметр не більше 2 мм). Вихід подрібненого солоду склав 94 – 97 %, вологість $5,0 \pm 0,2$ %

Технологічна схема отримання активованого солоду представлена на рисунку 4.1.

4.2 Вплив НВЧ-активованого ячмінного солоду на якість виробів з дріжджового безопарного тіста

Вироби з дріжджового тіста найбільш поширена група борошняних виробів. Для вивчення впливу НВЧ активованого солоду на якість виробів з дріжджового тіста використовували модель, яка містить дріжджі, борошно пшеничне вищого гатунку, подрібнений солод активований НВЧ обробкою, сіль і воду. Солод вносили в кількості 2,5 – 10 % до маси борошна.

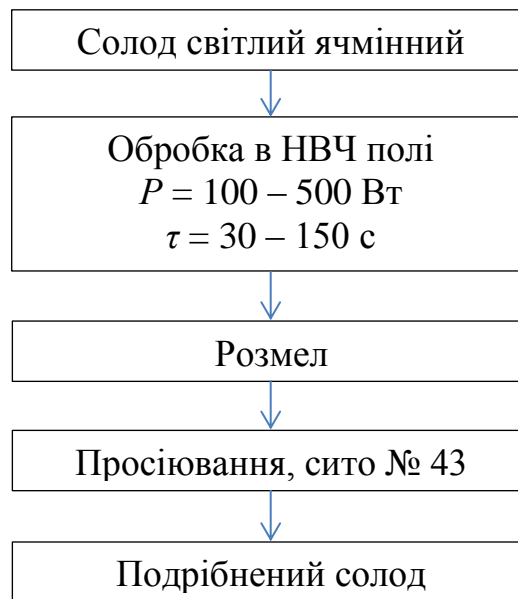


Рисунок 4.1 – Технологічна схема отримання НВЧ обробленого ячмінного солоду

4.2.1 Вплив кількості світлого ячмінного солоду, обробленого в НВЧ полі на якість і кількість клейковини

Структура дріжджового тіста визначається станом клейковинного комплексу, який включає в себе білки клейковини (гліадин і глютенін), крохмаль і ряд інших речовин. У процесі формування тіста при набуханні білків борошна вони утворюють тривимірну сітку, в осередках якої утримуються набряклі зерна крохмалю. Такий каркас надає тісту такі властивості як пружність, розтяжність і еластичність.

При високій активності ферментів клейковини комплекс руйнується, і тісто втрачає пружні властивості. Це пов'язано з одного боку з гідролізом клейковини білків, під дією протеолітичних ферментів, в результаті набухаємість білків знижується. З іншого боку при розкладанні крохмалю амілазами відбувається його розрідження.

У зв'язку з цим представляло інтерес вивчити вплив активованого солоду, що є джерелом ферментів, на якісні характеристики клейковинного комплексу. Результати представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вплив кількості НВЧ обробленого солоду на характеристики клейковини в дріжджовому тісті

Показник	Контроль	З добавкою солоду				
		Необробленого, 5 %	НВЧ обробленого, 300 Вт, 90 с			
			2,5 %	5 %	7,5 %	10 %
Вміст сирії клейковини, %	37,7	33,04	32,4	31,8	30,36	29,5
Якість, од ІДК	56,9	57,7	71,6	77,4	83,4	91,0
Розтяжність, см	11,4	14,5	14,3	15,5	16,7	18,2
Деформація стиснення тіста, од пенетрометра	110	150	172	178	202	224

Клейковина контрольного тіста сильна і пружна. При додаванні НВЧ активованого солоду вміст клейковини в тісті при збільшенні дозування солоду зменшується (на 2 – 10 %). При внесенні 2,5 – 5 % солоду пружні властивості клейковини знижуються на 25 – 36 %, вона стає більш еластичною і розтяжною. Це позитивно позначається на якості тіста – воно стає менш щільним і пружним, легше піддається деформації. При збільшенні дозування НВЧ обробленого солоду до 7,5 – 10 % пружність знижується на 46 – 60 %, клейковина стає слабкою, легко розтяжною. При цьому тісто розпливається, знижується газотримуюча здатність. Це негативно позначається на якості виробів.

Таким чином, кращими якість характеризується клейковина тіста, з добавкою активованого солоду в кількості 5 %.

4.2.2 Вплив дозування світлого ячмінного солоду, обробленого в НВЧ полі на кислотність тіста при бродінні

Одним з показників готовності дріжджового тіста є кислотність. В процесі бродіння дріжджі утворюють молочну кислоту (близько 70 %) і невелику кількість летючих кислот – оцтову, мурашину, шавлеву, яблучну, пропіонову (близько 30 %). Склад і кількість кислот тіста впливають на стан білкових речовин, активність ферментів, життєдіяльність бродильної мікрофлори, смак і аромат хліба. При недостатньому рівні кислотності вироби виходять прісними, а при надмірному – кислими.

Підвищення кислотності, сприяє прискоренню набухання і пептизації білкових речовин, що інтенсифікує дозрівання тіста. При надмірно високій кислотності різко знижується кількість відмиваємої з тіста клейковини, зростає кількість водорозчинних речовин. У нормі кислотність дріжджового тіста не повинна перевищувати 3,5 – 4,0°.

Для встановлення впливу НВЧ активованого солоду на кислотність тіста проводили бродіння при стандартних умовах протягом 4 годин. Через кожні 30 хвилин проводили визначення кислотності титруванням з 0,1н гідроксидом калію в присутності фенолфталеїну. Результати представлені в таблиці 4.2 і на рисунку 4.1.

Аналіз результатів представлених в таблиці 4.2 і на рисунку 4.1 показав, що кислотність тіста при додаванні ячмінного солоду підвищується. Зі збільшенням кількості активованого солоду кислотність тіста до кінця бродіння зростає відповідно на 37, 40, 43 і 44 %. У зразках з вмістом солоду 7,5 – 10 % кислотність досягає значень готового тіста вже через 90 хв, при продовженні бродіння кислотність сильно завищена. Тісто виходить кислим, липким, не формується. У зразках з вмістом 2,5 – 5 % достатній рівень кислотності досягається через 120 хв. При цьому якість тісту добра, що дозволяє скоротити час бродіння.

Таблиця 4.2 – Зміна кислотності дріжджового безопарного тіста в процесі бродіння

Час бродіння, хв	Контроль	З добавкою солоду				
		Необробленого, 5%	НВЧ обробленого, 300 Вт, 90 с			
			2,5 %	5 %	7,5 %	10 %
0	0,87	1,24	1,27	1,29	1,35	1,48
30	1,37	1,9	1,93	1,95	1,98	2,11
60	1,8	2,44	2,46	2,52	2,6	2,67
90	2,17	2,91	2,94	3,03	3,17	3,28
120	2,51	3,36	3,43	3,55	3,69	3,84
150	2,79	3,82	3,9	4,04	4,09	4,27
180	3,05	4,16	4,24	4,36	4,43	4,6
210	3,28	4,45	4,5	4,57	4,69	4,87
240	3,43	4,62	4,71	4,83	4,92	5,03

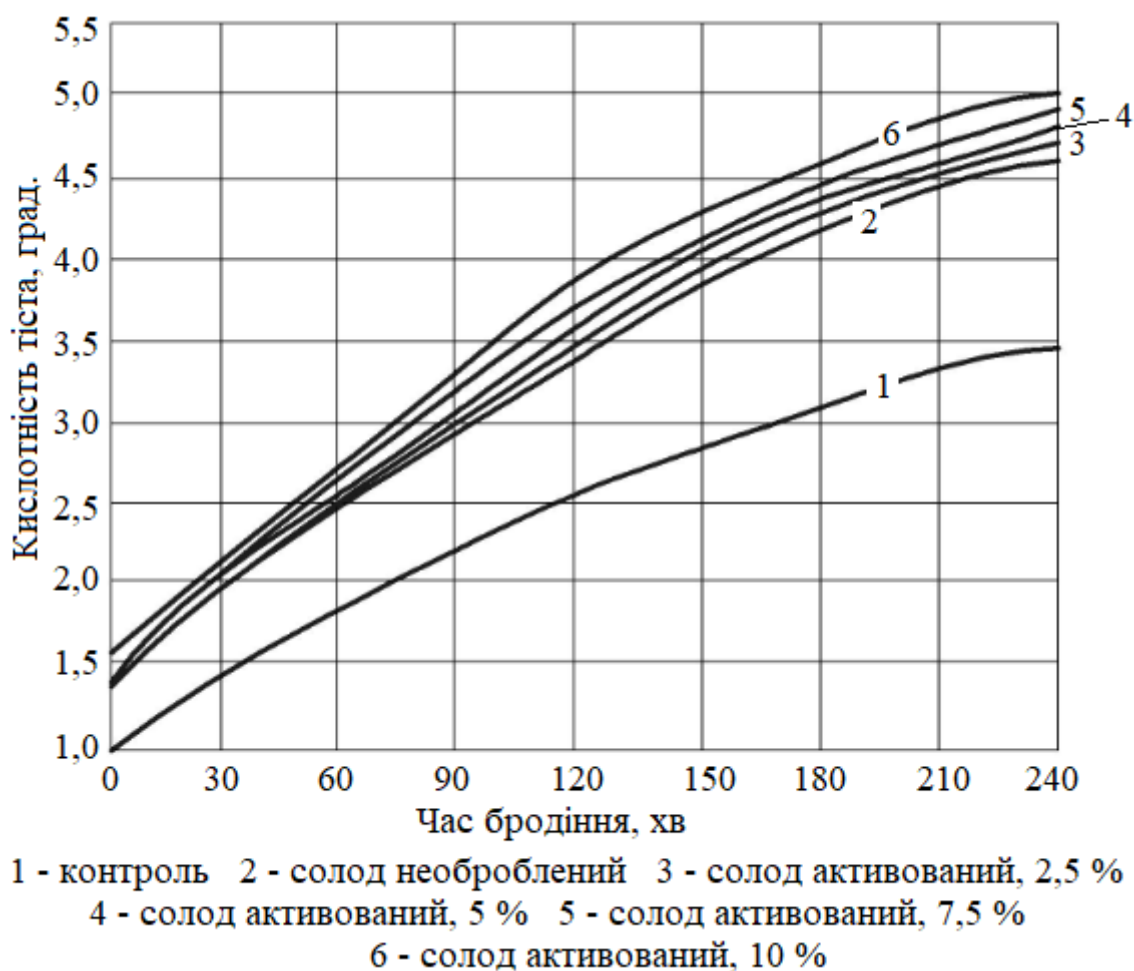


Рисунок 4.1 – Зміна кислотності дріжджового безопарного тіста при бродінні

Таким чином, оптимальним є проведення бродіння з активованим солодом в кількості 5 % при скороченні бродіння до 120 хвилин.

4.2.3 Вплив дозування активованого солоду на вміст цукрів в дріжджовому безопарному тісті

В процесі бродіння тіста під впливом ферментів борошна і дріжджів відбувається гідроліз крохмалю, що супроводжується накопиченням низькомолекулярних цукрів, які є субстратом для дріжджів. Інтенсивність цукроутворення визначає швидкість розмноження дріжджів і, отже, інтенсивність газоутворення, тривалість бродіння і якість готового тіста. Занадто інтенсивний гідроліз крохмалю і накопичення великої кількості низькомолекулярних декстринів призводить до руйнування структури тіста, воно стає липким, погано формується. Крім того, низькомолекулярні вуглеводи володіючи великою гігроскопічністю починають конкурувати з білками клейковини, забираючи у них воду. При цьому ступінь набухання клейковини знижується.

При внесенні активованого ячмінного солоду відбувається інтенсифікація процесу цукроутворення (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 – Зміна вмісту цукрів при бродінні в залежності від кількості активованого солоду

Кількість цукрів	Контроль	З добавкою солоду				
		Необробленого, 5 %	НВЧ обробленого, 300 Вт, 90 с			
			2,5 %	5 %	7,5 %	10 %
На початку бродіння, %	4,7	5,9	6,24	6,84	7,28	7,41
В кінці бродіння, %	2,2	2,55	3,73	4,29	5,2	5,77

Вміст цукрів в тісті з активованим солодом при збільшенні дозування більше в 1,3 – 1,6 рази на початку бродіння і в 1,7 – 2, б рази до кінця бродіння. Активність дріжджів при збільшенні вмісту цукрів знижується, тому в тісті з солодом більше 5 % бродіння протікає з меншою інтенсивністю.

4.2.4 Вплив НВЧ активованого солоду на якість випечених виробів з дріжджового тіста

Тісто готували безопарним способом за розробленою технологією та рецептурою. Кількість добавки 2,5 – 10 % до маси борошна. Тривалість бродіння 120 хв. Технологічна схема виробництва виробів представлена на рисунку 4.2.

Для виробів з дріжджового тіста одним з важливих показників якості є питомий об'єм. Зміна питомого об'єму виробів з дріжджового безопарного тіста з додаванням світлого ячмінного солоду в кількості 2,5 – 10 % обробленого при різних режимах НВЧ випромінювання представлена на рисунку 4.5. Питомий об'єм виробів без добавки склав 1,46 см³/г.

Як видно з представлених даних найкращі показники питомого об'єму у зразків з вмістом 5 % добавки. Збільшення вмісту добавки призводить до погіршення показників випечених виробів. Висока ферментативна активність сприяє занадто інтенсивному гідролізу крохмалю і руйнуванню каркаса клейковини, в результаті тісто стає липким, розпливається, погано утримує вуглекислий газ.

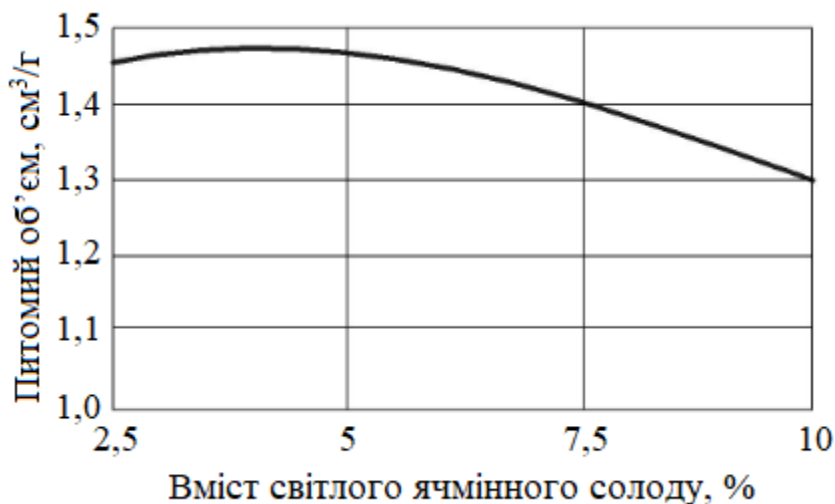


Рисунок 4.3 – Вплив активованого солоду на питомий об'єм виробів з дріжджового безопарного тіста

Випечені зразки за фізико-хімічними показниками не поступалися контрольним виробам, а за деякими перевершували їх (таблиця 4.4).

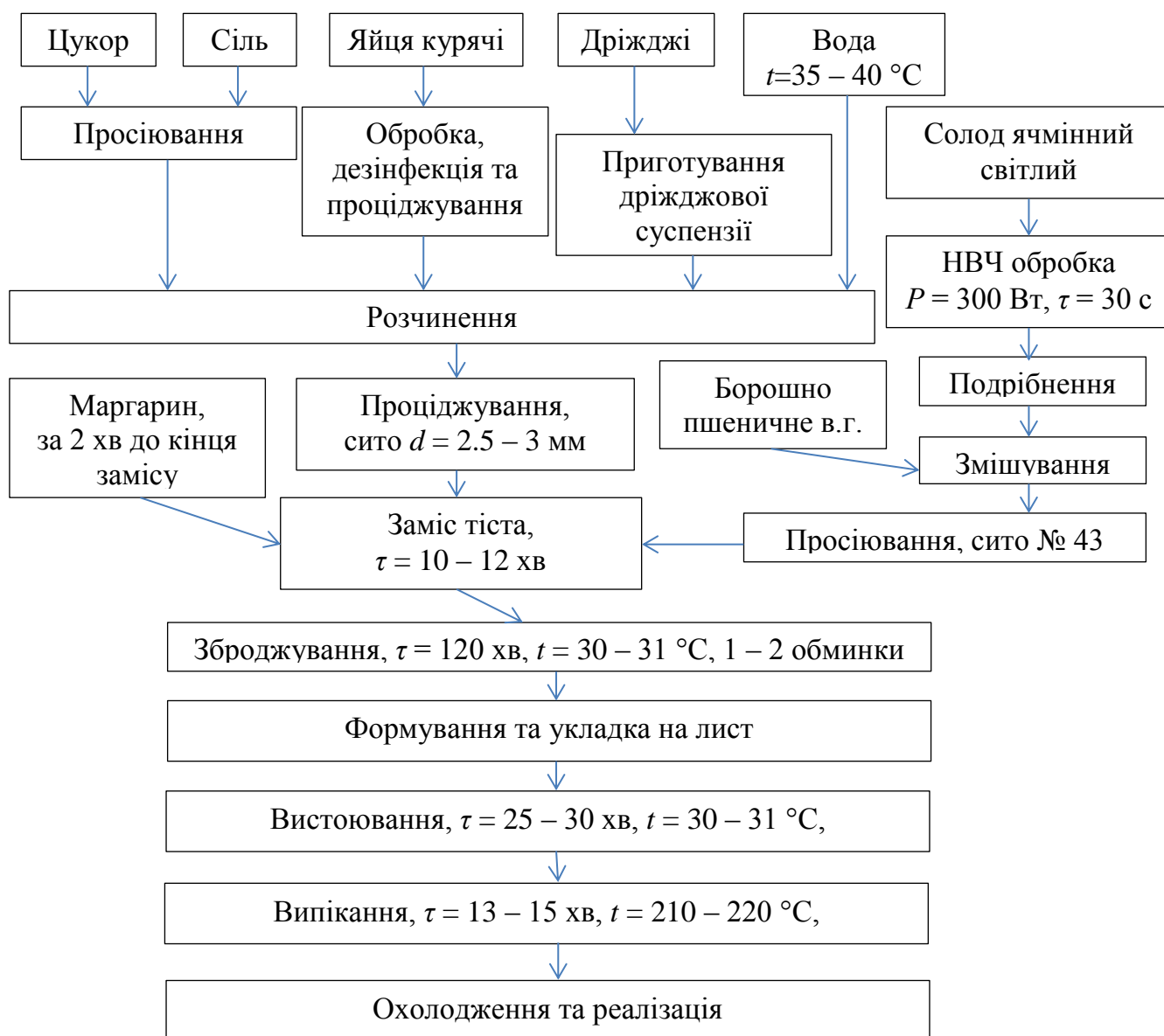


Рисунок 4.2 – Технологічна схема виробництва борошняних виробів с дріжджового безопарного тіста з ячмінним солодом, обробленим в НВЧ полі

Таблиця 4.4 – Показники якості випечених виробів з дріжджового безопарного тіста з активованим солодом

Показник	Контроль	З добавкою солоду				
		Необробленого, 5 %	НВЧ обробленого			
			2,5 %	5 %	7,5 %	10 %
Маса напівфабрикату, г	99,8	102,6	102,8	103,3	104,1	105,4
Об'єм, см ³	147,2	150,7	153,5	155,2	141,4	136,8
Зміна об'єму до контр, %	-	1,95	4,28	5,43	-3,94	-7,07
Формостійкість,(H/D)	0,61	0,75	0,83	0,86	0,67	0,54
Вологість м'якуша, %	27,82	36,47	25,2	25,9	26,80	26,83
Пористість, %	65,0	68,0	70,8	71,3	67,1	63,5

Маса випечених виробів з НВЧ активованим солодом більше контрольних зразків. При внесенні активованого солоду в кількості 2,5 – 5 % спостерігається підвищення об'єму виробів на 2 – 5 % в порівнянні з контролем. При збільшенні дозування солоду до 7,5 – 10 % об'єм випечених виробів знижується на 4 – 7 %. Формостійкість виробів з активованим солодом в кількості 2,5 – 5 % вище контрольного зразка на 36 – 41 %, у зразків з вмістом солоду 7,5 % така ж як у контрольного зразка, а у виробів з 10 % активованого солоду на 11 % менше. Додавання НВЧ активованого солоду в кількості 2,5 – 5 % сприяє підвищенню пористості виробів на 8 – 10 %. При цьому пори більш дрібні і розподілені більш рівномірно. При подальшому збільшенні кількості внесеного солоду пористість знижується на 3 – 4 %, з'являються великі пори.

Характеризуючи якість випечених виробів, проводили органолептичну оцінку за основними показниками: форма, колір скоринки, стан поверхні, структура пористості, колір м'якушки, смак і запах. Оцінка проводилася за 10 бальною шкалою з урахуванням коефіцієнтів вагомості за кожною ознакою. Результати органолептичної оцінки представлені в таблицях 4.5 і 4.6.

Таблиця 4.5 – Балова оцінка якості випечених виробів

Показник	Контроль	Солод необроблений	Солод оброблений НВЧ, 300 Вт, 90 с			
			2,5 %	5 %	7,5 %	10 %
Форма	1,8	1,8	1,9	1,9	1,4	1,2
Колір скоринки	1,4	1,6	1,6	1,7	1,4	1,2
Стан поверхні	1,4	1,5	1,6	1,6	1,4	1,0
Структура пористості	1,1	1,1	1,3	1,4	1,1	1,0
Колір м'якуша	1,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0
Смак і запах	2,0	2,2	2,2	2,2	2,0	1,9
Разом	8,8	9,3	9,7	9,9	8,4	7,3

Таблиця 4.6 – Органолептична характеристика випечених виробів

Показник	Контроль	З солодом			
		Обробленим НВЧ, 300 Вт, 90 с			
		2,5 %	5 %	7,5 %	10 %
Зовнішній вигляд, поверхня	Поверхня рівна, блискуча, без тріщин і розривів.			Поверхня нерівна, є здуття, розриви	
Колір	Від світло-жовтого до світло-коричневого	Від золотистого до світло-коричневого, рівномірний, без плям	Золотисто-коричневий, рівномірний без плям	Коричневий, по краях більш темний	Темно-коричневий, нерівномірний до країв темніше, м'якуш сіруватий
Смак і запах	Солодкий, без сторонніх присмаку і запаху	Солодкий, з легким ароматом і присмаком солоду		Злегка кислуватий смак, з ароматом і присмаком солоду	Кислий смак і запах, з яскраво-вираженим присмаком солоду
Консистенція, структура	Добре пропечена, однорідна з розвиненою пористістю	Структура добре пропечена, однорідна, пористість дрібна, рівномірна		М'якуш злипається, вологий, в деяких ділянках є великі пори	

За результатами дослідження фізико-хімічних властивостей і органолептичної оцінки найкращими якість володіють зразки з вмістом солоду 5 %.

Харчову цінність виробів визначали за загальним вмістом і співвідношенням основних харчових речовин, вмісту вітамінів і мінеральних речовин (таблиця 4.7).

Таблиця 4.7 – Харчова цінність виробів з дріжджового безопарного тіста (на прикладі булочки домашньої)

Показник	Контроль	З активованим солодом, 5 %
Білок, %	7,45	7,4
Жир, %	2,5	3,1
Вуглеводи, % в т.ч.	53,19	53,0
Моно- і дисахариди	6,12	7,2
Крохмаль	45,9	45,6
Вітаміни, мг/100 г:		
Тіамін, В ₁	0,13	0,15
Рибофлавін, В ₂	0,87	0,91
Ніацин, РР	1,0	1,04
Мінеральні речовини мг/100 г:		
Натрій	4,89	5,98
Калій	94,35	107,92
Кальцій	13,55	16,40
Магній	11,81	16,54
Фосфор	68	78,71
Енергетична цінність, ккал	265,06	269,5
Співвідношення основних харчових речовин: Б: Ж: В	1:0,34:7,16	1:0,42:7,14

З даних таблиці видно, що вироби з НВЧ активованим солодом за харчовою цінністю не поступаються контрольним зразкам і характеризуються зниженою енергетичною цінністю і більш збалансованим співвідношенням харчових речовин. Додавання солоду сприяє збагаченню виробів вітамінами групи В на 15

%, мінеральними речовинами: натрієм на 22 %, калієм на 14 %, кальцієм на 20 %, магнієм на 40 %, фосфором на 16 %.

Таким чином, використання світлого ячмінного солоду після НВЧ обробки у виробництві виробів з дріжджового тіста дозволяє підвищити їх споживчі характеристики та інтенсифікувати технологічний процес. Найкращі результати спостерігаються при використанні активованого солоду в кількості 5 % до маси борошна. При цьому вироби характеризуються кращими органолептичними характеристиками та більш збалансованим складом харчових речовин.

4.3 Дослідження показників безпеки борошняних виробів з НВЧ активованим ячмінним солодом

При оцінці якості випечених виробів проводили визначення показників безпеки – мікробіологічних, вмісту токсичних елементів, пестицидів, радіонуклідів, афлатоксинів. Результати досліджень наведено в таблиці 4.8 і 4.9.

Таблиця 4.8 – Вміст токсичних елементів, афлатоксинів і пестицидів у випечених виробах

Найменування показника	Виріб з дріжджового тіста
Свинець, мг/кг	0,13
Миш'як, мг/кг	Не виявлено
Кадмій, мг/кг	Не виявлено
Ртуть, мг/кг	Не виявлено
Цезій-137, Бк/кг	0,00
Стронцій-90, Бк/кг	0,48
Афлатоксин В1, мг/кг	Не виявлено
Дезоксінваленон, мг/кг	Не виявлено
Гексахлорциклогексан (α , β , γ -ізомери), мг/кг	Не виявлено
ДДТ і його метаболіти, мг/кг	Не виявлено

Таблиця 4.9 – Мікробіологічні показники випечених виробів

Найменування показника	Виріб з дріжджового тіста
КМАФАнМ, КУО/г	20
БГКП (коліморфні), г/продукт	Не виявлено в 0,1
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели, г/продукт	Не виявлено в 25
Дріжджі, КУО/г	-
Цвілі, КУО/г	0

Всі досліджувані зразки виробів за показниками безпеки задовольняють вимогам СанПіН 2.3.2.1078-01.

Таким чином, харчова цінність виробів з НВЧ обробленим солодом з різних видів тіста не поступається контрольним зразкам. Додавання солоду сприяє збагаченню виробів білком, харчовими волокнами, вітамінами і мінеральними речовинами. Поліпшується співвідношення основних харчових речовин. За показниками безпеки розроблені вироби задовольняють вимогам нормативної документації.

Висновки до розділу

На основі аналізу технологічних властивостей борошняних виробів визначені оптимальні режими НВЧ обробки для дріжджового тіста – потужність 300 Вт і тривалість обробки 60 с, які призводять до підвищення якості готової продукції.

На підставі вивчення фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей борошняних виробів визначено оптимальне дозування активованого солоду, яке склало 5 % до маси борошна.

Встановлено позитивний вплив НВЧ активованого солоду в кількості 5 % на споживчі властивості борошняних виробів з дріжджового безопарного тіста:

об'єм випечених виробів збільшується на 4,3 – 5,4 %, формостійкість на 36 – 40 %, пористість на 8,9 – 9,6 %.

Розроблено нові технології і рецептури борошняних виробів з солодом активованим НВЧ, що дозволяють підвищити споживчі властивості продукції.

Додавання солоду сприяє збагаченню виробів вітамінами групи В на 15 %, мінеральними речовинами: натрієм на 22 %, калієм на 14 %, кальцієм на 20 %, магнієм на 40 %, фосфором на 16 %. При цьому поліпшується співвідношення основних харчових речовин.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці на підприємстві в ТОВ «ДАлекс»

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [72].

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на працівника у певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті. На підприємстві такими факторами є: робота з високими напругами (до 380 В) [73].

Шкідливий виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків, а саме нерівномірне освітлення робочих місць та підвищена температура при роботі з технологічним обладнанням [73].

Відповідальність за стан охорони праці на підприємстві несе директор. Відповідальність за стан охорони праці безпосередньо в цеху з виробництва цукерок покладається наказом директора на начальника цеху. Функції спеціаліста з охорони праці виконує головний інженер підприємства за сумісництвом.

У відповідності з Типовим положенням про навчання та перевірку знань з питань охорони праці в господарстві встановлено порядок і види навчань з охорони праці робітників та службовців.

На підприємстві ТОВ «ДАлекс» проводяться такі інструктажі з охорони праці:

- вступний – проводять з особами, яких приймають на роботу. Інструктаж реєструється в журналі реєстрації вступного інструктажу з охорони праці;

- первинний інструктаж – проводять на робочому місці з усіма без винятку особами, яких вперше беруть на роботу. Керівник робіт проводить первинний інструктаж індивідуально з кожним працівником;

- повторний інструктаж – проводиться не пізніше шести місяців після первинного інструктажу. Він реєструється в журналі реєстрації інструктажів. В господарстві такий інструктаж проводиться перед початком косовиці, коли зерно повинно поступати на комплекс переробки та зберігання;

- позаплановий – проводиться в тому випадку, коли стався нещасний випадок на виробництві або відбулися зміни у виробничому процесі.

Засобами індивідуального захисту та спецодягом працюючі забезпечені. Спецодяг видається щорічно, засоби індивідуального захисту – у встановленому порядку.

Наглядна агітація представлена попереджувальними табличками, які поступили разом із обладнанням, але оскільки обладнання зарубіжне, то і таблички оформлені тільки англійською мовою, це і є головним недоліком. Спеціального кабінету з охорони праці немає. Куточок з охорони праці давно не оновлювався.

Побічними і безпосередніми причинами нещасних випадків можуть бути матеріальні чинники і особисті якості людини, особливо стійка і необережна її поведінка, що наражає людину на небезпеку.

У процесі аналізу причин виробничого травматизму необхідно встановити всі основні супутні причини, які призвели до нещасного випадку, починаючи від характеру виробничих умов до поведінкової реакції людини, яка виконувала трудовий процес.

При аналізі та розслідуванні нещасних випадків об'єм інформації, який фіксується в акті, має бути достатнім і обґрунтованим, щоб точно і достеменно встановити обставини та причини його виникнення. Підраховані показники виробничого травматизму застосовуються для визначення динаміки їх росту чи зниження, для порівняння їх між окремими підрозділами, галузями та відомствами.

При проведенні аналізу було виявлено деякі недоліки (порушення) з охорони праці на підприємстві, а саме:

- неналежне виконання інструкцій з охорони праці деякими робітниками підприємства;
- несвоєчасна заміна непридатного захисного взуття працівникам підприємства.

Для кількісної характеристики виробничого травматизму в основному використовують такі показники:

- коефіцієнт частоти травматизму

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000; \quad (5.1)$$

- коефіцієнт важкості травматизму

$$K_{\text{в}} = \frac{D}{T}; \quad (5.2)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу

$$K_{\text{вт}} = \frac{D}{P} \cdot 1000; \quad (5.3)$$

де T – кількість нещасних випадків (травм) за досліджуваний період;

P – середня (за списком) кількість працівників, чол.;

D – сумарна втрата днів непрацездатності в результаті нещасного випадку, днів.

Для аналізу стану виробничого травматизму та захворювань розглянемо дані таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого травматизму на ТОВ «ДАлекс» за 2018 – 2020 роки

Показники	Роки		
	2018	2019	2020
1	2	3	4
Кількість працюючих, чоловік	37	35	35
Кількість нещасних випадків, од.	-	1	-
Кількість днів непрацездатності:			
- від травматизму	-	14	-
- від профзахворювань	-	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	-	28,5	-
Коефіцієнт важкості травматизму	-	14	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	-	400	-

З аналізу основних показників виробничого травматизму видно, що найбільшого свого значення вони досягли у 2019 році, а саме відбувся один нещасний випадок з працівником лінії з первинної обробки зерна, кількість днів непрацездатності при цьому склав 14 днів.

5.2 Рекомендації щодо покращення охорони праці

З метою покращення умов праці пропонуємо:

- а) проводити комплексну механізацію та автоматизацію виробництва з попередньою експертизою проектної документації;
- б) використовувати дистанційне керування технологічними процесами та операціями за наявності небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- в) використання засобів колективного захисту працівників;
- г) здійснювати раціональну організацію праці та відпочинку з метою профілактики монотонності та гіподинамії, а також зниження важкої праці;
- д) покращити стан огорожувальних пристроїв всіх частини машин, що обертаються;

- е) оформити і встановити попереджувальні таблички українською мовою та використовувати їх як наглядну агітацію;
- є) перевірити заземлення всього електрообладнання;
- ж) перевірити наявність та справність систем вентиляції;
- з) оновити інформативні матеріали куточку охорони праці.

5.3 Розрахунок блискавкозахисту виробничої будівлі цеху з обробки ячмінного солоду в ТОВ «ДАлекс»

Визначимо висоту окремо стоячого стержневого блискавкоприймача для захисту одноповерхової будівлі цеху з обробки ячмінного солоду, що розташований в місті Верхнєдніпровськ. Висота будівлі $h_x = 7$ м, довжина $L = 12$ м, ширина $B = 14$ м. блискавковідвід встановлено на даху будівлі по центру.

Визначаємо очікувану кількість уражень блискавкою будівлі за рік \tilde{N}

$$\tilde{N} = \left[L + 6h_x \cdot B + 6h_x - 7,7h_x^2 \right] \cdot n \cdot 10^{-6} \quad (5.4)$$

Інтенсивність грозової діяльності за рік для міста Синельникове складає 60 – 80 годин. Відповідно n – середнє число ударів блискавки на 1 км^2 для даного регіону буде рівна 5,5.

Тоді,

$$\tilde{N} = \left[12 + 6 \cdot 7 \cdot 14 + 6 \cdot 7 - 7,7 \cdot 7^2 \right] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,02$$

Враховуючи, що $\tilde{N} < 1$, отже зона захисту для даної споруди буде Б.

Визначаємо відстань R_x від блискавкозахисту до найбільш відділеної точки цеху на рівні верхньої відмітки (рис. 5.1). скориставшись теоремою Піфагора та вихідними даними R_x буде рівне

$$R_x = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{12}{2}\right)^2 + \left(\frac{14}{2}\right)^2} = 9,21 \text{ м.} \quad (5.5)$$

За значеннями R_x та h_x знаходимо висоту блискавкозахисту h

$$h = \frac{R_x + 1,63 \cdot h_x}{1,5} = \frac{9,21 + 1,63 \cdot 7}{1,5} = 13,74 \text{ м.} \quad (5.6)$$

Приймаємо $h = 15$ м.

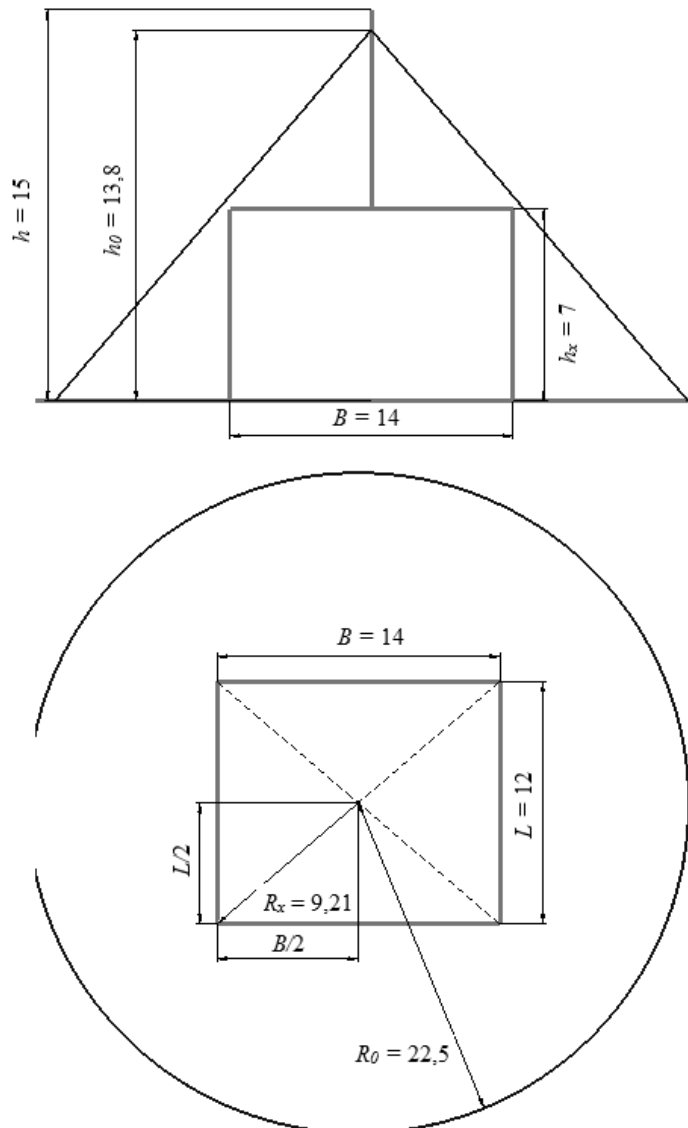


Рисунок 5.1 – Схема розташування та зони захисту поодиначного стержневого блискавкозахисту

Знаходимо висоту захисного конусу h_o

$$h_o = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 15 = 13,8 \text{ м.} \quad (5.7)$$

Визначаємо радіус зони захисту на рівні землі

$$R_o = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 15 = 22,5 \text{ м.} \quad (5.8)$$

Уточнюємо радіус захисту на рівні верхнього зрізу будівлі

$$R_x = 1,5 \cdot \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right) = 1,5 \cdot \left(15 - \frac{7}{0,92} \right) = 11,1 \text{ м.} \quad (5.9)$$

Отже, розрахунки виконані вірно.

5.4 Вимоги безпеки праці оператора устаткування для обробки ячмінного солоду в полі НВЧ в ТОВ «ДАлекс» [74]

Загальні вимоги безпеки

1. До роботи оператором цеху з термічної обробки ячмінного солоду допускаються особи не молодше 18 років, що не мають медичних протипоказань, пройшли вступний і первинний на робочому місці інструктажі по охороні праці і мають першу кваліфікаційну групу по електробезпеці.
2. Після відпрацювання 2 – 3 днів під наглядом механіка, завідуючий відділенням оформляє допуск до самостійної роботи.
3. Працюючі повинні виконувати правила внутрішнього розпорядку, не допускати присутності в робочій зоні сторонніх осіб особливо дітей, розпивання

спиртних напоїв, куріння, роботи в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння.

4. Працюючий повинен викопувати тільки ту роботу по якій пройшов інструктаж і на виконання якої отримав завдання, не перепоручати свою роботу іншим.

5. Працюючі можуть потрапити під дію небезпечних і шкідливих виробничих факторів, по відношенню до яких повинні проявляти обережність: рухомі машини і механізми, рухомі частини обладнання, термічні фактори (пар, гаряча вода), підвищений рівень шуму, протяги недостатня освітленість робочої зони, слизька підлога, небезпека ураження електричним струмом, хімічна небезпека.

6. Спецодяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту, повинні зберігатися в спеціально відведених місцях з дотриманням правил зберігання примінятися справними і за призначенням.

7. В процесі роботи суворо дотримуватись електропожежобезпеки, не завалювати проходи, виходи, підходи до електровимикачів сировиною, тарою, відходами, матеріалами і продуктами.

8. Утримувати робоче місце в чистоті. Слизькі місця на підлозі обробити спеціальним розчином.

9. Працюючі повинні знати і вміти приміняти способи ліквідації небезпеки і надання долікарської допомога потерпілому.

13. При виявленні відхилень від норми безпеки, при аваріях і травмуванні повідомляти керівника робіт.

14. За порушення даної інструкції винні несуть відповідальність згідно законодавства.

Вимоги безпеки перед початком роботи

1. Одягти спецодяг, оглянути робоче місце. Перевірити наявність і справність захисних огорожень, кожухів, захисного заземлення. Упевнитись в надійності кріплення шлангів, заземлень, занулень.

2. Перевірити наявність і комплектність медаптечки.

3. Перед пуском установки включити в роботу систему вентиляції..

Переконатися в герметичності і справності установки.

4. В електронагрівачах перевірити: наявність і справність захисного заземлення, наявність ізолюючої підставки.

Не допускається включати в електромережу електронагрівач з пошкодженою ізоляцією. Біля нагрівача повинна бути табличка з надписом про необхідність перед забором підключити електронагрівач від електромережі.

Вимоги безпеки під час роботи

1. Не допускається: сидати, ставати, класти одяг і інші предмети на кожухи і інші огороження небезпечних вузлів машин і обладнання, заходити за огороження електроустановок, торкатися до оголених проводів і струмопроводних частин електрифікованих машин; знімати попереджувальні плакати і огороження, захисні кришки з електроапаратури, залишати включену машину без нагляду. Не заставляти доступ до електрообладнання.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

1. При виявленні несправності обладнання, пристроїв, а також при порушенні норм безпеки, пожежі, аварії припинити роботу і негайно повідомити керівника робіт.

2. При виявленні електричної напруги на неструмоведучих частинах обладнання необхідно його негайно відключити від електромережі, повідомити керівника робіт і викликати електрика.

4. При виникненні пожежі негайно повідомити начальника ПСО чи пожежну частину і керівника робіт, подати сигнал пожежної тривоги і приступити до гасіння пожежі. Електрообладнання необхідно відключити. Гасити електрообладнання необхідно сухим піском або порошковим вогнегасником.

5. При нещасному випадку необхідно надати першу допомогу потерпілому, повідомити керівника робіт, при необхідності потерпілого відправити в лікарню.

Місце нещасного випадку слід залишити в незмінному стані до повного розслідування нещасного випадку, якщо це не загрожує небезпекою іншим працюючим.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

1. По закінченню роботи зупинити обладнання, звільнити від залишків продукту, прочистити обладнання і підготувати до роботи.
2. Оглянути все обладнання, при виявленні несправностей доповісти керівникові робіт.

5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях

У разі виникнення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний [76]:

- негайно повідомити про це телефоном аварійно-рятувальну службу (тел. 101). При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;
- вжити (по можливості) заходів по евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового об'єкту;
- у разі необхідності викликати інші аварійні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Посадова особа об'єкта, що першою прибула на місце пожежі, зобов'язана:

- перевірити, чи викликана аварійно-рятувальна служба (продублювати повідомлення), довести подію до відома керівника установи;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;
- вивести за межі небезпечної зони всіх працюючих, не пов'язаних з

ліквідацією пожежі;

- припинити роботи на об'єкті (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами по ліквідації пожежі;
- здійснити у разі необхідності відключення електроенергії, агрегатів, апаратів, водяних комунікацій (за винятком систем протипожежного захисту);
- організувати зустріч підрозділів аварійно-рятувальної служби, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху до осередку пожежі та до водних джерел;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі.

Висновки до розділу

У даному розділі приведені стан охорони праці та обов'язки відповідальних осіб з охорони праці на підприємстві, проаналізований стан охорони праці в цеху з НВЧ обробки ячмінного солоду. У частині інженерних розрахунків для покращення умов праці та підвищення безпечності виробництва був проведений розрахунок системи блискавкозахисту виробничого приміщення. Також був розроблений план дій виробництва у разі виникнення пожежі.

На підставі проведеного аналізу стану охорони праці на підприємстві був розроблений план заходів і засобів спрямованих на покращення умов та безпечності праці, підвищення культури виробництва та зниження травматизму робітників.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

В даний час однією з головних проблем виробництва борошняних виробів є випуск продукції з низькими споживчими якостями. Це обумовлено низкою факторів, основними з яких є: низька якість сировини, що використовують для виробництва борошняних виробів; низький рівень технічного оснащення підприємств; застарілі технологічні схеми виробництва, що не відповідають вимогам сучасного ринка.

Якість борошняних виробів (смак, аромат, консистенція, харчова цінність) знаходиться в прямій залежності від процесів (фізико-хімічних і мікробіологічних), що відбуваються при їх виробництві. Отримання високоякісного продукту можливо в тому випадку, якщо інтенсивність цих процесів буде відповідати певному рівню, причому на різних етапах технологічного циклу ця інтенсивність повинна бути строго визначеною.

Споживчі властивості борошняних виробів багато в чому визначаються якістю борошна. На сьогоднішній день борошно, що надходить на підприємства, характеризується суттєвим коливанням хлібопекарських властивостей, що відбивається на якості готової продукції і вимагає застосування різноманітних поліпшувачів. Хлібопекарські властивості борошна залежать від наявності та активності гідролітичних ферментів, що містяться в ньому. Регулюючи ферментативну активність можна коригувати хлібопекарські властивості борошна і впливати на показники якості борошняних виробів.

Організація досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування технології виробництва хліба з використанням круп'яних продуктів, наведений у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1–2	Вибір запропонованого напрямку наукових досліджень	2
2–3	Літературний пошук та написання літературного огляду	21
3–4	Розробка плану науково-дослідних робіт	4
4–5	Розробка методик проведення наукових досліджень	3
5–6	Підготовка дослідних зразків	2
6–7	Підготовка експериментального устаткування	15
7–8	Визначення впливу режимів НВЧ обробки на активність ферментів світлого ячмінного солоду	2
7–9	Дослідження впливу НВЧ обробки на технологічні властивості світлого ячмінного солоду	3
7–10	Визначення впливу НВЧ-активованого ячмінного солоду на якість виробів з дріжджового безопарного тіста	4
7–11	Дослідження показників безпеки борошняних виробів з НВЧ активованим ячмінним солодом	5
8–12	Обробка результатів експериментальних дослідження	1
9–12		1
10–12		1
11–12		2
12–13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	7
13–14	Написання публікації	7

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 6.1).

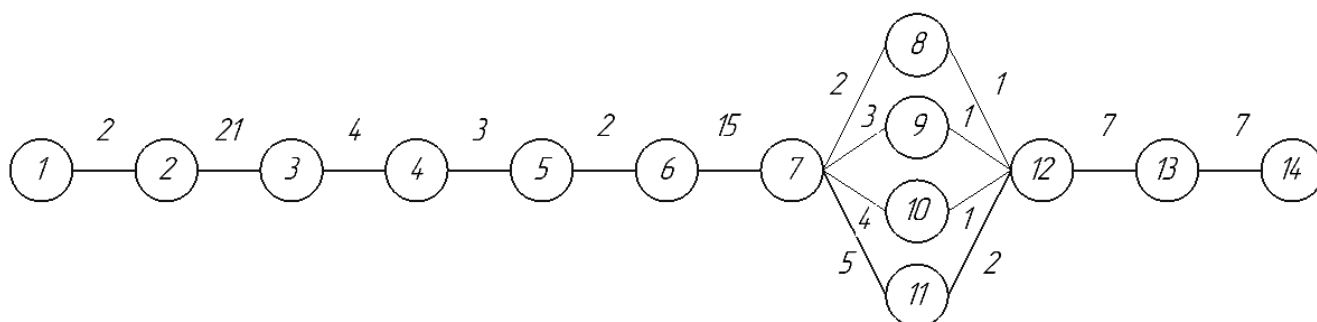


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14}^1 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 2 + 1 + 7 + 7 = 64;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13-14}^2 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 3 + 1 + 7 + 7 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13-14}^3 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 4 + 1 + 7 + 7 = 66;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13-14}^4 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 5 + 2 + 7 + 7 = 68$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є четвертий шлях з тривалістю в 68 днів.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події T_i^n – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події T_i^p – найбільший шлях від початкової до i -тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху $L_{KP} = 68$ днів.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

де R_1 – резерв шляху, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події T_1^p , дні	Пізній термін здійснення події T_1^n , дні	Резерв шляху R_1 , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	23	23	0
4	27	27	0
5	30	30	0
6	32	32	0
7	47	47	0
8	49	52	3
9	50	52	2
10	51	52	1
11	52	52	0
12	54	54	0
13	61	61	0
14	68	68	0

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

де R_{ij}^n – повний резерв часу роботи, днів;

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

де R_{ij}^e – вільний резерв часу роботи, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

де L_{maxij} – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

L_{kp} – довжина критичного шляху ($L_{kp} = 68$ днів).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу R_{ij}^e , дні	Повний резерв часу R_{ij}^n , дні	Коефіцієнт напруженості
1	0	0	0,00
1-2	0	0	0,04
2-3	0	0	0,36
3-4	0	0	0,42
4-5	0	0	0,45
5-6	0	0	0,60
6-7	0	0	0,71
7-8	0	3	0,72
7-9	0	2	0,73
7-10	0	1	0,75
7-11	0	0	0,73
8-12	0	0	0,75
9-12	0	0	0,76
10-12	0	0	0,79
11-12	0	0	0,89
12-13	0	0	1,00

13–14	0	0	0,00
-------	---	---	------

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 68 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Борошно пшеничне, кг	10	20,30	203,00
Солод ячмінний світлий, кг	10	14,00	140,00
Всього			343,00

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8300	49,40	15	741,00
Всього				741,00

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, , \quad (6.6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – час роботи на установці, год;

a – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Затрати енергії на роботу НВЧ установки:

$$E_1 = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 56 \cdot 1,68 = 152,41 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_2 = 0,78 \cdot 0,9 \cdot 280 \cdot 1,68 = 330,22 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 = 152,41 + 330,22 = 482,63 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (6.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
--------------	---------------	----------------------------	-------------------------	-----------------------------

НВЧ-установка	5526,50	15	7	15,90
Персональний комп'ютер	11800,00	24	35	271,56
Всього				287,46

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять: витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{741,00 \cdot 80}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	343,00
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	482,63
Амортизація	287,46
Накладні витрати	592,80
Всього	2609,91

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 2609,91 + \frac{30 \cdot 2609,91}{100} = 3392,88 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3392,88 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 68 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3392,88 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано використання НВЧ обробки для регуляції ферментативної активності і визначені режими обробки. Стимулюючий ефект НВЧ обробки на активність ферментів спостерігається при поєднаннях: потужність 100 – 200 Вт і експозиція 120 – 150 с, потужність 300 – 500 Вт і експозиція 30 – 90 с. При поєднаннях потужності 400 – 500 Вт і експозиції 120 – 150 с спостерігається інактивація ферментів.

Встановлено позитивний вплив НВЧ обробки на технологічні властивості солоду: вологість солоду знижується на 5 – 30 % що підвищує стійкість зерна до зберігання і ураження різними захворюваннями; вміст крохмалю знижується на 17 – 30 %, а вміст редуруючих вуглеводів збільшується в 2 – 2,5 рази.

Розроблено технологію отримання солоду з різною ферментативною активністю з використанням НВЧ обробки, що дозволяє регулювати його технологічні властивості.

Визначено оптимальні режими НВЧ обробки для дріжджового тіста – потужність 300 Вт і тривалість обробки 60 с, які призводять до підвищення якості готової продукції. Визначено оптимальне дозування активованого солоду, яке склало 5 % до маси борошна.

Встановлено позитивний вплив НВЧ активованого солоду в кількості 5 % на споживчі властивості борошняних виробів з дріжджового безопарного тіста: об'єм випечених виробів збільшується на 4,3 – 5,4 %, формостійкість на 36 – 40 %, пористість на 8,9 – 9,6 %.

Розроблено нові технології і рецептури борошняних виробів з солодом активованим НВЧ, що дозволяють підвищити споживчі властивості продукції. Додавання солоду сприяє збагаченню виробів вітамінами групи В на 15 %, мінеральними речовинами: натрієм на 22 %, калієм на 14 %, кальцієм на 20 %,

магнієм на 40 %, фосфором на 16 %. При цьому поліпшується співвідношення основних харчових речовин.

Проаналізовано стан охорони праці в ТОВ «ДАлекс». Проведений розрахунок системи блискавкозахисту виробничого приміщення.

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3392,88 грн.

Все перераховане вище дозволяє рекомендувати використання розроблених технологій борошняних виробів з дріжджового тіста з активованим солодом для виробництва на підприємствах громадського харчування з метою розширення асортименту виробів і створення продуктів, з підвищеними споживчими характеристиками.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Авдусь П.Б. Определение качества зерна, муки и крупы / П.Б. Авдусь, А.С. Сапожникова. – М.: Колос, 2006. – 336 с.
2. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 279с.
3. Алексеева Л.В. Сохранность зернового продукта из пшеницы с разрушенной структурой эндосперма // Л.В. Алексеева, В.В. Шухнова, Л.В. Трусова / Хлебопродукты. – 1990. – № – С. 36 – 38.
4. Алимкулов Ж.С. Исследование технологических свойств и гидротермической обработки шелушеного зерна при многосортном помоле пшеницы: Автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 2009. – 30с.
5. Аминокислотный состав зерна озимой пшеницы и тритикале / З.И. Артуганова, Н.Р. Асыка, С.П. Кулаченко, Е.Я. Логвинова // Известия вузов. Пищевая технология. – 1993. – №4. – С. 106 – 107.
6. Асадова М.Г., Попов М.П. Биохимические особенности зерна, прошедшего увлажнение и подсушивание // Научн. конфер «Пути повышения качества зерна и зернопродуктов, улучшения ассортимента крупы, муки и хлеба»:Сборник докладов,– М.– 1989.– С. 160–161.
7. Бабаев С.Д., Мажидов К.Х. Химический состав зародышевых продуктов зерна пшеницы // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 1997. – №5. – С.21 – 22
8. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна. – М.: Росагропромиздат, 1991.– 206 с.
9. Беркутова Н.С., Швецова И.А. Микроструктура пшеницы – М.: Колос, 1997.– 126 с.
10. Биохимические особенности проросшего зерна озимой и яровой

пшеницы / Береш И.Д., Алексеева Н.В., Аверкиева Н.А. и др. // Сб. трудов ВНИИЗ «Биохимия и качество зерна». – М.: ЦНИИТЭИ Минзага, 1979. – Вып. 92. – С. 72–80.

11. Биохимия растительного сырья / Под ред. В.Г. Щербакова. – М.: Колос, 1999. – 376 с.

12. Бутко В.П., Козлова Т.С., Цыбиков Г.Ц Совершенствование технологии производства хлеба, обогащенного пищевыми волокнами / 4 Междунар. симп. «Экол. человека: пищ.технол и продукты»: Тезисы докладов. –М.: 2005. – С.351 – 352.

13. Влияние степени замачивания тритикале на динамику изменения гидролитических ферментов при солодоращении и на качество готового солода / Г.И.Косминский, Е.М.Моргунова, М.А.Хотомцева. А.М.Толкач // Известия вузов. Пищевая технология. – 1999. – № 5 – 6. – С. 44 – 48.

14. Выродов И.П. Физико–химическая природа процессов набухания зерна // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 1. – С. 9–11.

15. Годунова Л.Ю. Повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий применением побочных продуктов мукомольного производства: Автореф. дис. .. канд.техн.наук. – Киев, 2004. – 23 с.

16. Данилова Е.Н., Цуркова К.Е. Пищевая ценность хлебобулочных изделий – М.: Пищевая промышленность, 1993. – 79 с.

17. Джумагулова Л.И., Беркутова Н.С. Изменение технологических свойств сортов пшеницы при проращении. // Известия вузов. Пищевая технология. – 1995. – № 4. – С. 47 – 51.

18. Дробот В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности – Киев: Урожай, 1988. – 151с.

19. Дудкин М.С. , Щелкунов Л.Ф. Новые продукты питания. – М.: Наука, 1998.–304с.

20. Егоров Г.А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна. – М.: Колос, 1993. – 264 с.

21. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна. – М.: Агропромиздат,

1995.–334 с.

22. Егоров Г.А., Куприц Я.Н. Технология переработки зерна. – М.: Колос,1997. – 376 с.

23. Елецкий И.К. Методика определения скорости газообразования в тестовых полуфабрикатах хлебопекарного производства. // Хлебопродукты. – 1991. – №10. – С. 11 – 16.

24. Елецкий И.К. О методах исследования производства хлебных изделий. // Хлебопродукты. – 1991. – №2. – С. 13 – 19.

25. Елецкий И.К. О методах исследования производства хлебных изделий. // Хлебопродукты. – 1991. – №3. – С. 20–24.

26. Зверева Л.Ф., Чернов Б.И. Технология и технохимический контроль хлебопекарного производства – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 43с.

27. Зерновой продукт из пшеницы / А.С. Острик, А.И. Скорикова, Т.А. Степаненко и др. // Всес.науч.конф. «Проблемы индустрии общественного питания страны»: Тезисы докладов. – М.:2009. – С. 186 – 187.

28. Иванов Г.П. «Тонус» – революция в хлебопечении // Хлебопродукты – 2001.– №10.– С.18–19.

29. Изделия диетического и профилактического назначения./ Кветный Ф., Кузнецова Н., Маслова И. и др.// Хлебопродукты. – 1996. – №6.– С.16 – 17.

30. Изменение свойств муки из проросшего зерна и их коррекция / Г.Д. Касаткина, И.И. Люшинская, В.С. Потавина, С.А. Коротева // Хлебопродукты. – 2009. – №10.– С.29 – 30.

31. Ильина О.А. Применение пищевых волокон при производстве изделий для функционального питания // Материалы второй международной конф. «Качество зерна, муки и хлеба»: Сборник докладов. – М.: Пищепромиздат, 2002. – С. 101 – 103.

32. Исследование и разработка продуктов для лечебно–профилактического питания с применением пищевых волокон / А.Л. Казаков, В.А. Компанцев, В.В. Писарев, И.И. Самокшин // Научн. конференция «Пищевые волокна в рациональном питании человека» : сборник докладов. – М.:1997. – С.166 – 168.

33. Источник естественных витаминов / Вишняков А.С., Пикус Б.П. и др. //Хлебопродукты. – 1997. – №8. – С.14 – 15.
34. Казаков Е.Д. Изменение структуры и текстуры тканей зерна при гидротермической обработке // Известия вузов. Пищевая технология. – 1997. – № 2 – 3. – С. 8 – 10.
35. Казаков Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства. – М.: Колос, 1983. – 352 с.
36. Казаков Е.Д. Значение пшеничных отрубей в питании и производстве пищевых продуктов // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 1999. – №1
37. Казаков Е.Д. Основные сведения о зерне. – М.:Зерновой Союз, 1997. – 144 с.
38. Казаков Е.Д. Проблемы биологической и пищевой ценности хлеба // Хлебопродукты. – 1997. – №10. – С.10 – 13.
39. Казаков Е.Д. Проблемы биологической и пищевой ценности хлеба // Хлебопродукты. – 1997. – №11. – с. 13 – 15.
40. Казанская Л.М, Кузнецова Л.В, Мельникова Г.А. Новые сорта хлеба с пищевыми волокнами // Хлебопродукты. – 1998. – №2. – С. 16.
41. Казанская Л.М. Хлебобулочные изделия профилактического назначения // Хлебопродукты. – 1997. – №8. – С.20.
42. Калунянц К.А. Химия солода и пива. – М.: Агропромиздат, 1990. – 176 с.
43. Козьмина Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос, 1996. – 375 с.
44. Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Гуляева Е.В. Применение биохимической обработки при производстве хлеба из целого зерна // 1 Всероссийского конгресс «Нивы России»: Тезисы докладов. – Барнаул, 2001. – С.29–33.
45. Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Гуляева Е.В. Совершенствование технологии производства зернового хлеба путем применения ферментных препаратов // Юбилейная межд. науч. практ. конференция «Пищевые продукты 21

века»: Сборник докладов. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2011. – С 174 – 175.

46. Кретович В.Л., Токарев Р.Р. Проблема пищевой полноценности хлеба – М.: Наука, 1998. – 287 с.

47. Малина В.П. Микроэлементы и тяжелые металлы в зерне крупяных культур и продуктах их переработки // Мукомольно–крупяная промышленность: Обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭИ Хлебопродуктов, 1982. – С. 27.

48. Малкина В.Д. Применение пшеничных экструзионных отрубей при выработке хлеба // Хлебопечение России . – 1998. – №4. – с. 17 – 18.

49. Машков Б.М., Хазина З.И. Справочник по качеству зерна и продуктов его переработки. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 335 с.

50. Медико-биологическая оценка нового сорта хлеба, обогащенного пищевыми волокнами и лизином / О.Н. Голинько, Т.И. Мороз, И.А. Семиряд, Л.П.Крышевич // Рац. питание.– 1991.– №26.– с. 96 – 98

51. Моргун В.А. Пути повышения качества хлебопродуктов из пшеницы // Известия вузов. Пищевая технология. – 1992. – №5 – 6. – С.41 – 43.

52. Моргун В.А., Игнатъева А.Ф., Мовчан Л.В. Биохимические свойства муки с различным содержанием отрубей // Известия вузов. Пищевая технология. – 1990. – №2 – 3. – С.18 – 19.

49. Новая технология производства зернового хлеба. / Романов А.С., Форманчук А.П., Савицкий А.К. и др.// Науч. конф. «Соверш. техн. и технол. в пищевых отраслях промышл.». – Кемерово, 1994. – с. 15.

50. Новые сорта зернового хлеба / А. Касатов, А. Авданова, З. Швецова и др. // Хлебопродукты. – 1994.– №11. – с.44–45.

51. Новые сорта хлебобулочных изделий с диспергированным зерном пшеницы и ржи. / Касатов А, Авданова А., Кветный Ф. и др // Хлебопродукты. – 1996.– №4. – с. 19 – 20.

52. О муке из цельносмолотого зерна ржи / Л.Н. Казанская, О.В. Афанасьева, А.Г. Шупик и др // Хлебопродукты. – 1996.– №10. – с.37 – 39.

53. Определение рациональных режимов подготовки зерна при

производстве зернового хлеба./ А.С.Романов, А.П.Форманчук, О.В.Абакшина, Т.Н.Бабкина //Научн. конф. «Комплекс, перераб. пищ. сырья и осн. направления расширения ассортимента продуктов питания»: Тезисы докладов. – Владивосток, 1993. – с.58–59.

54. Пащенко Л.П. Интенсификация биотехнологических процессов в хлебопечении – Воронеж.: Изд-во ВГУ, 1991. – 208с.

55. Пищевая химия / А.П.Нечаев, С.Е.Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.; Под ред. Нечаева А.Г. – С-Пт.: ГИОРД, 2001. – 220 с.

56. Пищевые волокна пшеничного хлеба / Цыганова Т.Б., Паносян И.И., Скурихин И.М., Киселева Т.А.// 4 Междун. симпозиум. «Экология человека; пищ. технология и продукты». – М.: Видное, 1995. – С.357.

57. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Агропромиздат, 1985.–225 с.

58. Попов М.П., Беркутова Н.С. Влияние степени прорастания зерна на качество пшеничной муки // Известия вузов. Пищевая технология. – 1986. – №2 – С.42 – 45.

59. Попова Е.П. Микроструктура зерна и семян. – М.: Колос, 1979. – 224 с.

60. Правила организации и ведения технологического процесса на хлебопекарных предприятиях /А.П. Косован, Г.Ф. Дремучева, Р.Д. Поландова и др. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – 219 с.

61. Применение в хлебопечении новых функциональных добавок и нетрадиционных видов сырья /Л. Казанская, Н. Синявская, Л. Кузнецова, Н. Белянина // Хлебопродукты. – 1993. – №3. – С.42 – 48.

62. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1992. – 232 с.

63. Пшеница и оценка ее качества / Под ред.Козьминой Н.П., Любарского Л.Н. // М.: Колос, 1968. – 496 с.

64. Рогальская Л.А., Рогальский С.В., Скоринова А.И. Совершенствование технологии приготовления зернового хлеба // Хлебопродукты. – 1987. – №11.– С.25 – 27.

65. Рогальская Л.А., Скорикова А.И., Степаненко Т.А. Зерновой хлеб: его прошлое, настоящее и будущее // Пищевая промышленность. – 1997. – №10. – С.57.
66. Ройтер И.М. Справочник по хлебопекарному производству – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 368 с.
67. Ройтер И.М., Демчук А.П., Дробот В.И. Новые методы контроля хлебопекарного производства – Киев: Техника, 1977. – 192 с.
68. Романов А.С. Повышение качества хлеба из целого зерна // Хлебопродукты. – 1999. – №2. – С. 18 – 19.
69. Сборник рецептур и технологических инструкций по приготовлению диетических и профилактических сортов хлебобулочных изделий. – М.: Пищепромиздат, 1997. – 192 с.
70. Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 495 с.
71. Сердюк Л.В., Дедикова Е.В., Пашнева Т.А. Биохимические и хлебопекарные показатели пшеницы, ржи и тритикале // Известия вузов. Пищевая технология. – 1984. – №3. – С. 16 – 18.
72. Закон України «Про охорону праці».
73. ДСТУ 2293-99. Охорона праці терміни та визначення основних понять.
74. ДНАОП 0.00-4.09-93. Типове положення про безпечне виконання робіт на переробних підприємствах.
75. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
76. СН 245-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств.
77. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні.

Додатки

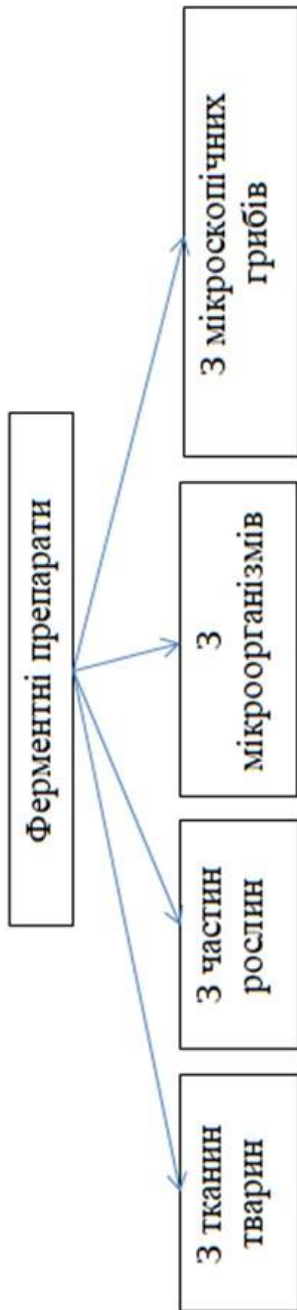
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Обґрунтування технології борошняних виробів
з використанням світлого ячмінного солоду,
обробленого в полі надвисокої частоти**

Виконавець: ст. гр. МГХТз-1-19 Волохата Любов Валеріївна
Керівник: доцент Ковальова Олена Сергіївна

Дніпро – 2021

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ



Джерела отримання ферментів

МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи є підвищення споживчих характеристик борошняних виробів на основі використання світлого ячмінного солоду.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- вивчити вплив НВЧ обробки на технологічні характеристики світлого ячмінного солоду;
- науково обґрунтувати вибір режимів НВЧ обробки;
- дослідити вплив дозувань НВЧ обробленого солоду на споживчі властивості борошняних виробів;
- дослідити стан охорони праці в ТОВ «Далекс»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва борошняних виробів на основі пшеничного борошна з додаванням світлого ячмінного солоду обробленого в НВЧ-полі.

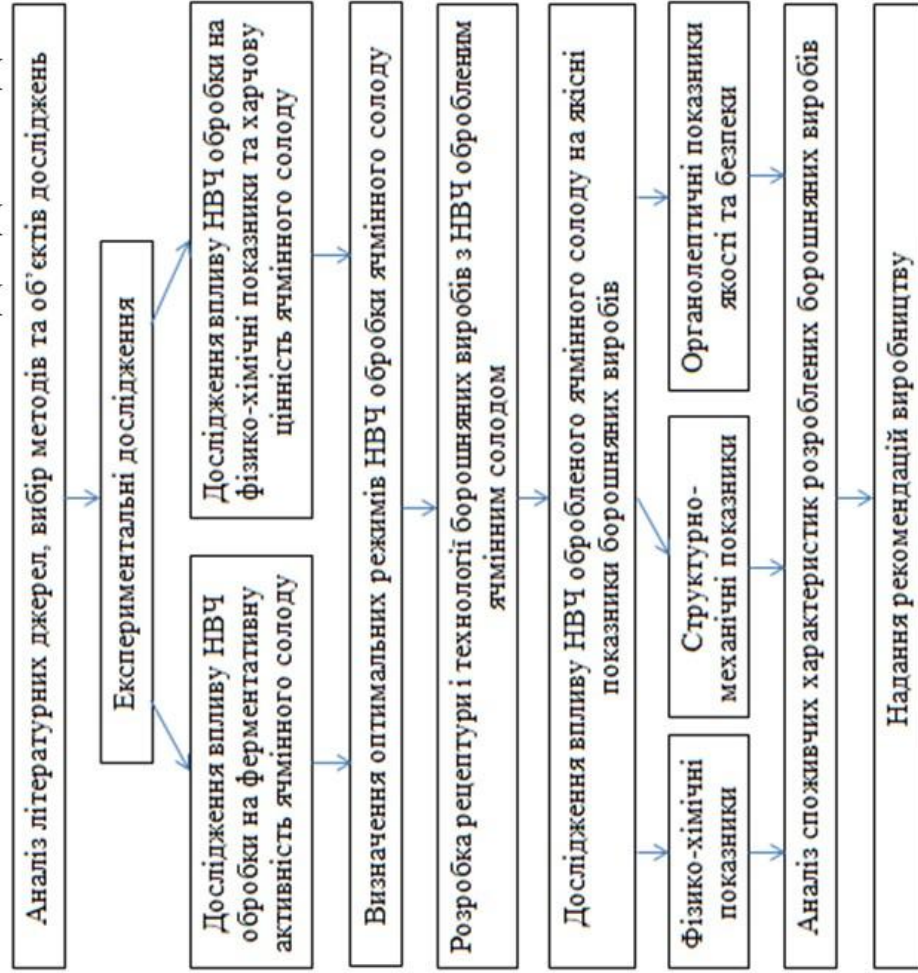
Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу обробки солоду в НВЧ-полі з якісними показниками кінцевого продукту.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Фізико-хімічні показники сировини

Показники	Солод першого класу по ДСТУ 29294-92	Досліджуваний солод
Прохід через сито 2,2×20 мм, %, не більше	5,0	4,0
Масова частка смітєвої домішки, %, не більше	0,3	0,25
Кількість зерен, %: борошняних, не менше склоподібних, не більше темних	80,0 5,0 не допускається	76,0 4,0 відсутні
Масова частка вологи, % не більше	5,0	5,01
Екстрактивність, % на СР не менше	78,0	76,0
Масова частка білкових речовин в СР солоду, % не більше	11,5	10,7
Час оцукрювання, хв	20	18

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ



Структурно-логічна схема
проведення досліджень

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СОЛОДУ

Зміна температури (°C) світлого ячмінного солоду при різних видах нагріву

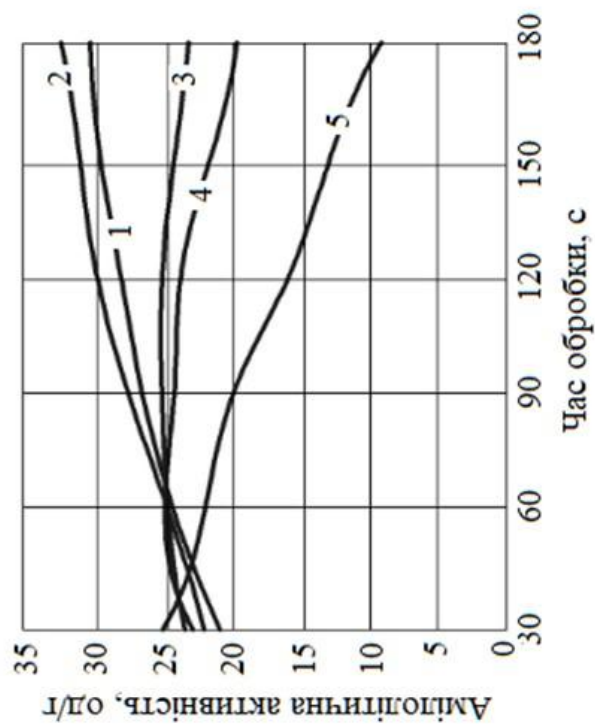
Вид нагрівання	Час обробки, с			180
	30	60	120	
КН нагрів	32,5	42,9	54,9	65,4
ГЧ нагрівання	25,3	28,6	35,2	41,2
НВЧ 200 Вт	26,3	28,6	35,4	44,7
НВЧ 300 Вт	30,2	36,7	55,7	58,0
НВЧ 400 Вт	32,1	43,0	65,2	4,7
НВЧ 500 Вт	35,4	52,4	66,9	94,7

Зміна активності амілаз світлого ячмінного солоду при різних видах нагріву

Вид нагрівання	Температура, °C	Амілолітична активність, од/г	Опукрююча активність, од/г
КН нагрів	42,9	20,12	45,92
ГЧ нагрів	41,2	24,99	48,27
НВЧ 200 Вт	44,7	34,47	94,12
НВЧ 300 Вт	36,7	25,18	73,18
НВЧ 400 Вт	43,0	24,47	71,08
НВЧ 500 Вт	35,4	32,36	88,46

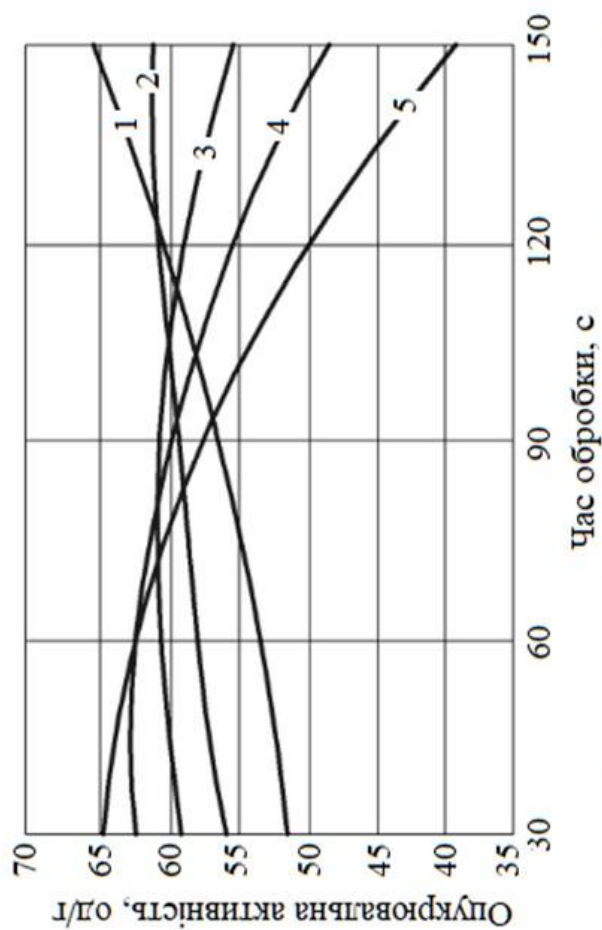
ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СОЛОДУ

7



1 - 100 Вт 2 - 200 Вт 3 - 300 Вт 4 - 400 Вт 5 - 500 Вт

Вплив НВЧ обробки на амілолітичну активність
ячмінного солоду

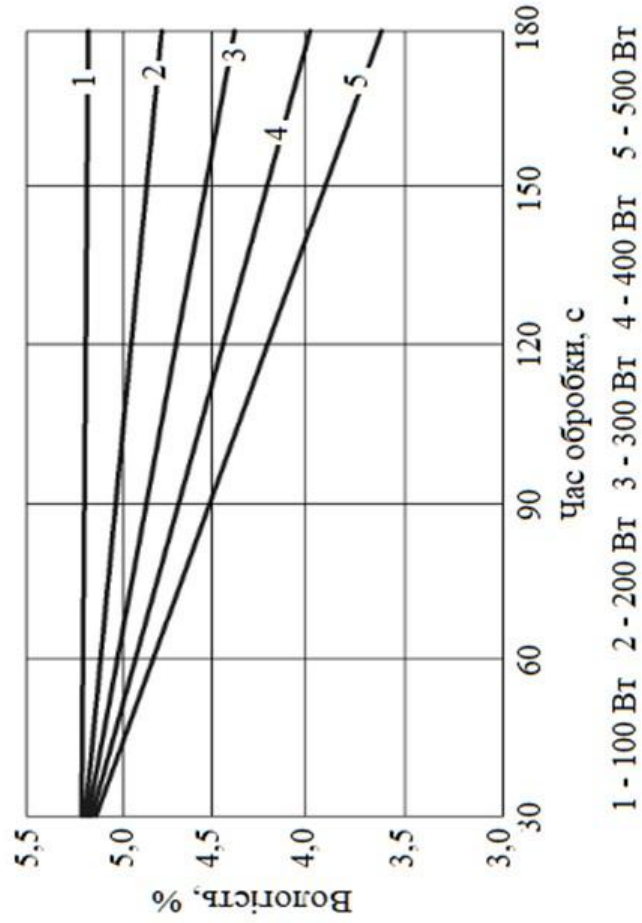


1 - 100 Вт 2 - 200 Вт 3 - 300 Вт 4 - 400 Вт 5 - 500 Вт

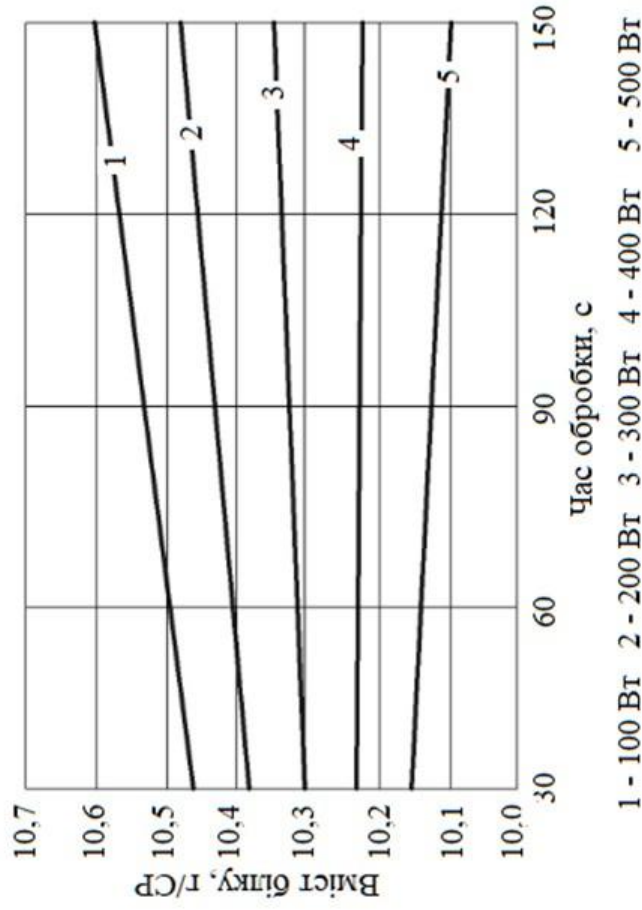
Вплив НВЧ обробки на опукрюючу активність
ферментів світлого ячмінного солоду

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СОЛОДУ

8



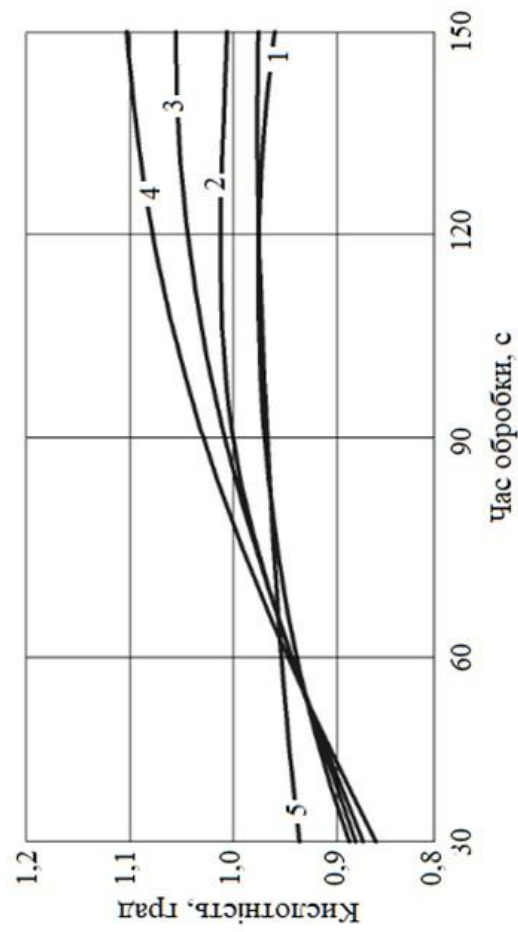
Зміна вологості ячмінного солоду при НВЧ обробці



Вплив НВЧ обробки на вміст білку в ячмінному солоді

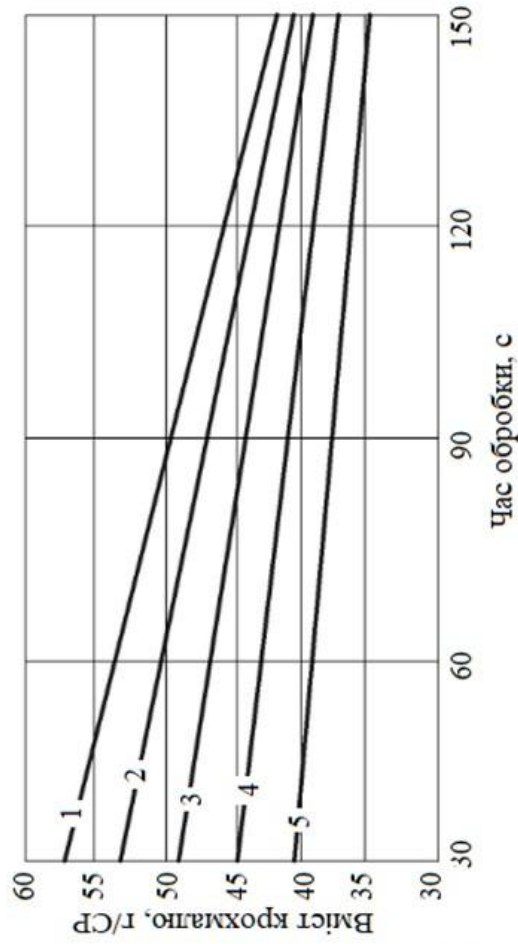
ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СОЛОДУ

9



1 - 100 Вт 2 - 200 Вт 3 - 300 Вт 4 - 400 Вт 5 - 500 Вт

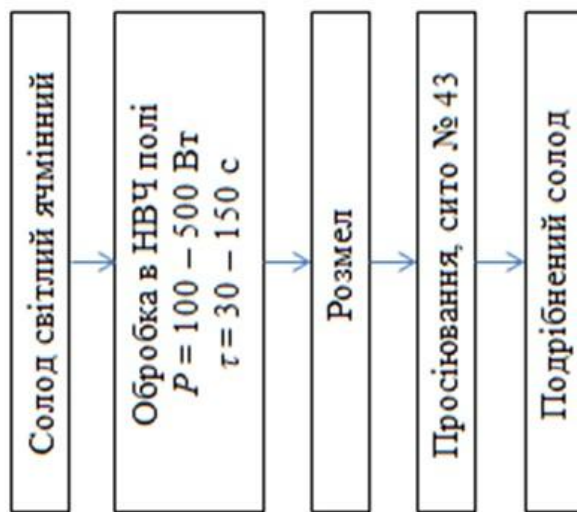
Залежність кислотності зерна солоду від параметрів НВЧ обробки



1 - 100 Вт 2 - 200 Вт 3 - 300 Вт 4 - 400 Вт 5 - 500 Вт

Зміна вмісту крохмалю після НВЧ обробки

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ 10



Технологічна схема отримання НВЧ обробленого ячмінного солоду

Вплив кількості НВЧ обробленого солоду на характеристики клейковини в дріжджовому тісті

Показник	Контроль Необробленого, 5 %	3 добавкою солоду		
		2,5 %	5 %	7,5 %
Вміст сирової клейковини, %	33,04	32,4	31,8	30,36
Якість, од ІДК	56,9	71,6	77,4	83,4
Розтяжність, см	11,4	14,3	15,5	16,7
Деформація стиснення тіста, од пенетрометра	110	172	178	224

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ

11

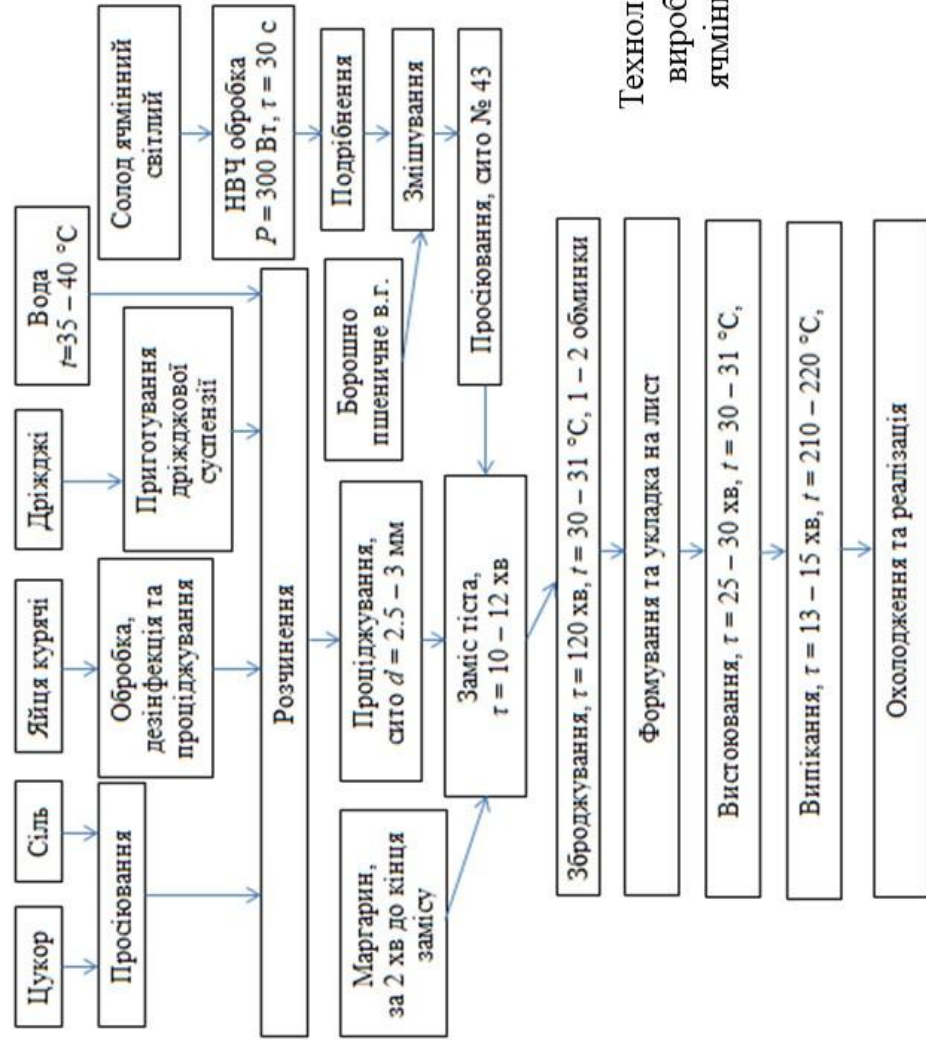
Зміна кислотності дріжджового безопарного тіста в процесі бродіння

Час бродіння, хв	Контроль	З добавкою солоду					
		Необробленого,		НВЧ обробленого, 300 Вт, 90 с			
		5%	2,5 %	5 %	7,5 %	10 %	10 %
0	0,87	1,24	1,27	1,29	1,35	1,48	
30	1,37	1,9	1,93	1,95	1,98	2,11	
60	1,8	2,44	2,46	2,52	2,6	2,67	
90	2,17	2,91	2,94	3,03	3,17	3,28	
120	2,51	3,36	3,43	3,55	3,69	3,84	
150	2,79	3,82	3,9	4,04	4,09	4,27	
180	3,05	4,16	4,24	4,36	4,43	4,6	
210	3,28	4,45	4,5	4,57	4,69	4,87	
240	3,43	4,62	4,71	4,83	4,92	5,03	

Зміна вмісту цукрів при бродінні в залежності від кількості активованого солоду

Кількість цукрів	Контроль	З добавкою солоду					
		Необробленого,		НВЧ обробленого, 300 Вт, 90 с			
		5 %	2,5 %	5 %	7,5 %	10 %	10 %
На початку бродіння, %	4,7	5,9	6,24	6,84	7,28	7,41	
В кінці бродіння, %	2,2	2,55	3,73	4,29	5,2	5,77	

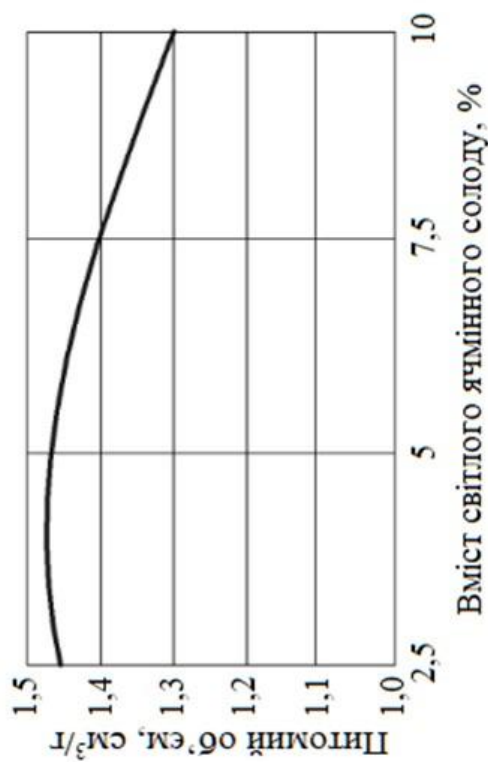
ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ 12



Технологічна схема виробництва борошnianих виробів с дріжджового безопарного тіста з ячмінним солодом, обробленим в НВЧ полі

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ 13

Показники якості випечених виробів з дріжджового безопарного тіста з активованим солодом



Вплив активованого солоду на питомий об'єм виробів з дріжджового безопарного тіста

Показник	Контроль	З добавкою солоду				
		Необрошеного, 5 %	НВЧ обробленого, 2,5 %	НВЧ обробленого, 5 %	НВЧ обробленого, 7,5 %	НВЧ обробленого, 10 %
Маса напівфабрикату, г	99,8	102,6	102,8	103,3	104,1	105,4
Об'єм, см³	147,2	150,7	153,5	155,2	141,4	136,8
Зміна об'єму до контр., %	-	1,95	4,28	5,43	-3,94	-7,07
Формостійкість, (H/D)	0,61	0,75	0,83	0,86	0,67	0,54
Вологість м'якуша, %	27,82	36,47	25,2	25,9	26,80	26,83
Пористість, %	65,0	68,0	70,8	71,3	67,1	63,5

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ 14

Органолептична характеристика випечених виробів

Показник	Контроль	З солодом			
		Обробленим НВЧ, 300 Вт, 90 с			
Зовнішній вигляд, поверхня		2,5 %	5 %	7,5 %	10 %
Поверхня	Поверхня рівна, блискуча, без тріщин і розривів.	Поверхня нерівна, є здуття, розриви			
Колір	Від світло-жовтого до світло-коричневого	Від золотистого до світло-коричневого, рівномірний, без плям	Золотисто-коричневий, рівномірний без плям	Коричневий, по краях більш темний	Темно-коричневий, нерівномірний до країв темніше, м'якуш сіруватий
Смак і запах	Солодкий, без сторонніх присмаку і запаху	Солодкий, з легким ароматом і присмаком солоду			Кислий смак і запах, з яскраво-вираженим присмаком солоду
Консистенція, структура	Добре пропечена, однорідна з розвиненою пористістю	Структура добре пропечена, однорідна, пористість дрібна, рівномірна			М'якуш злипається, вологий, в деяких ділянках є великі пори

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ

Харчова цінність виробів з дріжджового безопарного тіста (на прикладі булочки домашньої)

Показник	Контроль	З активованим солодом, 5 %
Білок, %	7,45	7,4
Жир, %	2,5	3,1
Вуглеводи, % в г.ч.	53,19	53,0
Моно- і дисахариди	6,12	7,2
Крохмаль	45,9	45,6
Вітаміни, мг/100 г:		
Тіамін, В ₁	0,13	0,15
Рибофлавін, В ₂	0,87	0,91
Ніацин, РР	1,0	1,04
Мінеральні речовини мг/100 г:		
Натрій	4,89	5,98
Калій	94,35	107,92
Кальцій	13,55	16,40
Магній	11,81	16,54
Фосфор	68	78,71
Енергетична цінність, ккал	265,06	269,5
Співвідношення основних харчових речовин: Б: Ж: В	1:0,34:7,16	1:0,42:7,14

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ З ПОЛПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ

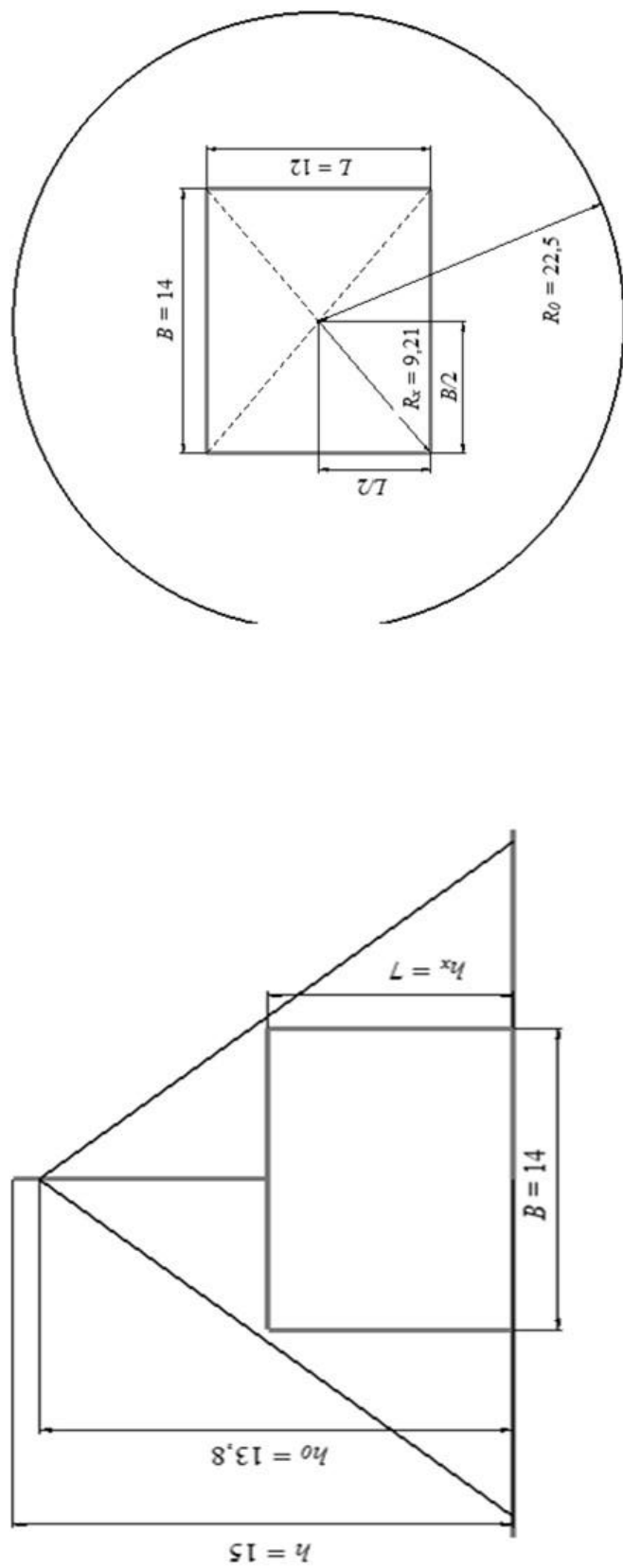


Схема розташування та зони захисту подиночного стержневого блискавкозахисту

КОШТОРИС ВИТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	343,00
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	482,63
Амортизація	287,46
Накладні витрати	592,80
Всього	2609,91

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3392,88 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Стимулюючий ефект НВЧ обробки на активність ферментів спостерігається при поєднаннях: потужність 100 – 200 Вт і експозиція 120 – 150 с, потужність 300 – 500 Вт і експозиція 30 – 90 с. При поєднаннях потужності 400 – 500 Вт і експозиції 120 – 150 с спостерігається інактивація ферментів.

Встановлено позитивний вплив НВЧ обробки на технологічні властивості солоду: вологість солоду знижується на 5 – 30 % що підвищує стійкість зерна до зберігання і ураження різними захворюваннями; вміст крохмалю знижується на 17 – 30 %, а вміст редуруючих вуглеводів збільшується в 2 – 2,5 рази.

Визначено оптимальні режими НВЧ обробки для дріжджового тіста – потужність 300 Вт і тривалість обробки 60 с, які призводять до підвищення якості готової продукції. Визначено оптимальне дозування активованого солоду, яке склало 5 % до маси борошна.

Встановлено позитивний вплив НВЧ активованого солоду в кількості 5 % на споживчі властивості борошнених виробів з дріжджового безопарного тіста: об'єм випечених виробів збільшується на 4,3 – 5,4 %, формостійкість на 36 – 40 %, пористість на 8,9 – 9,6 %.

Розроблено нові технологи і рецептури борошнених виробів з солодом активованим НВЧ, що дозволяють підвищити споживчі властивості продукції. Додавання солоду сприяє збагаченню виробів вітамінами групи В на 15 %, мінеральними речовинами: натрієм на 22 %, калієм на 14 %, кальцієм на 20 %, магнієм на 40 %, фосфором на 16 %. При цьому поліпшується співвідношення основних харчових речовин.

Проаналізовано стан охорони праці в ТОВ «Далекс». Проведений розрахунок системи блискавкозахисту виробничого приміщення.

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3392,88 грн.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Український проект бізнес-розвитку плодоовочівництва

Громадська організація "Інтеркультурне гастрономічне коло"



НОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННІ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ, ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції

24 листопада 2020 року

UHBDR
agro MEDIA
Canada

Мелітополь

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного



Громадська організація «Інтеркультурне гастрономічне коло»



Кафедра обладнання
переробних і харчових
виробництв імені
професора
Ф.Ю. Ялпачика



Кафедра харчових
технологій та готельно-
ресторанної справи

НОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННІ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ, ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

*Матеріали
міжнародної науково-практичної інтернет-конференції
24 листопада 2020 року*



Мелітополь
2020

УДК [640.4+664].001.76

T 13

Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. – 286 с.

У матеріалах міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв», організованої Таврійським державним агротехнологічним університетом імені Дмитра Моторного, розглянуто проблеми та перспективи розвитку обладнання харчових виробництв, інноваційні підходи та креативні рішення у формуванні технічного оснащення підприємств готельно-ресторанної індустрії, питання вдосконалення процесів і технологій переробки сільськогосподарської сировини.

Збірник розрахований на наукових та практичних працівників, викладачів вищої школи, аспірантів, магістрантів та студентів закладів вищої освіти, що здійснюють підготовку фахівців для харчової та переробної промисловості, торгівлі, ресторанного, готельного та туристичного господарств.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: *Кюрчев В.М.*, д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, ректор Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного; *Надикто В.Т.*, д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності ТДАТУ; *Самойчук К.О.*, д.т.н., доц., завідувач кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика ТДАТУ; *Прісс О.П.*, д.т.н., проф., завідувач кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи ТДАТУ; *Кюрчев С.В.*, д.т.н., проф. кафедри технології конструкційних матеріалів, декан механіко-технологічного факультету ТДАТУ; *Іванова І.С.*, к.т.н., доцент кафедри плодощовніництва, виноградарства і біохімії, декан факультету агротехнологій та екології ТДАТУ; *Ялпачик В.Ф.*, д.т.н., проф. кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика ТДАТУ.

Збірник видано за фінансової підтримки Українського проекту бізнес-розвитку плодощовніництва, який фінансується Міністерством міжнародних справ Канади, співфінансується та реалізується Менонітською асоціацією економічного розвитку (MEDA).

Ukraine Horticulture Business Development project (UHBDP) is funded by Global Affairs Canada, co-financed and implemented by Mennonite Economic Development Associates (MEDA).

Зміст статей є точкою зору авторів і не обов'язково відображає офіційну позицію Уряду Канади

Адреси для листування:

72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18

E-mail: ophv@tsatu.edu.ua

Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/mizhnarodna-naukovo-praktychna-internet-konferencija/>

© Автори тез, включені до збірника, 2020

© Таврійський державний агротехнологічний університету імені Дмитра Моторного, 2020

ЗМІСТ

стор.

**СЕКЦІЯ 1. ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

<i>1. Науменко О.П., Зубенко А.В., Науменко О.О., Прокопенко Ю.Є.</i> Доцільність створення мобільного модулю переробки фруктово-овочевої сировини у сухий напівфабрикат	9
<i>2. Самойчук К.О., Паляничка Н.О.</i> Комп'ютерне моделювання при дослідженні процесу гомогенізації молока	12
<i>3. Лубешко А.О., Литвиненко О.А.</i> Перспективне обладнання для деалкоголізації пива	15
<i>4. Стадник І.Я., Пилипець О.М., Коломієць О.М.</i> Вплив невідомих значень дії сил тертя на розрахунок потужності змішування	17
<i>5. Доценко Н.А., Горбенко О.А., Бацуровська І.В.</i> Аналіз тенденцій розвитку процесу віджимання рослинної олії	21
<i>6. Чурсінов Ю.О., Донець Д.П., Шапошников М.Л., Ткаченко Т.В., Кордюкова В.С.</i> Дослідження процесів пресування та екструдуювання рослинних матеріалів та зернових сумішей	25
<i>7. Дударєв І.М., Ольховський В.О.</i> Обґрунтування конструкції зернового сепаратора ножичного типу	27
<i>8. Червоний В.М., Горбенко В.І., Постнов Г.М.</i> Шляхи підвищення ресурсо- і енергоефективності роботи закладів ресторанного господарства	30
<i>9. Бойко В.С., Тарасенко В.Г.</i> Обробка харчових продуктів методом надвисокого тиску	32
<i>10. Олексієнко В.О., Петриченко С.В.</i> Вплив зношування молотків зернової дробарки на ефективність процесу подрібнення	35
<i>11. Самойчук К.О., Ковальов О.О.</i> Визначення координат зони подачі вершків у струминному гомогенізаторі молока з роздільною подачею жирової фази	37
<i>12. Ткаченко Г.В., Улянич І.Ф.</i> Результати випробувань зерносушарки brice-backer з рекуперацією на комбінованих видах палива	40
<i>13. Тарасенко В.Г., Бойко В.С.</i> Машинно-апаратне оснащення процесів обробки продуктів надвисоким тиском	43
<i>14. Самойчук К.О., Ковальов О.О.</i> Підвищення енергоефективності гомогенізації при використанні струминно-щілинного диспергатора молока	46
<i>15. Дмитревський Д.В., Дое Д.Б., Собокар П.О.</i> Використання мембранної технології під час обробки харчових напоїв	49
<i>16. Самойчук К.О., Лебідь М.Р.</i> Аналіз конструкції клапанного гомогенізатора	51
<i>17. Ковальов О.О., Колодій О.С.</i> Експериментальне визначення коефіцієнту витрат струминних диспергаторів жирової фази молока	53

52. Розинська К.Д., Шинкарук М.В. Обґрунтування доцільності виробництва фруктово-овочевих соків комбінованого складу	151
53. Буднік Є.О., Волохата Л.В., Руснак Р.А., Олексієнко В.О. Вплив яблучного порошку на властивість і якість бісквітних напівфабрикатів	153
54. Семенюк К.М., Штонда О.А. Маринади на основі купажів рослинних олій в технології натуральних м'ясних маринованих напівфабрикатів	156
55. Крижська Т.А., Хуан Хуалянь, Шань Фейфей Гастрономічне комбінування сировини для виготовлення м'ясних виробів	158
56. Червоткіна О.О., Тарасенко В.Г. Використання в'язучих речовин при виробництві гранульованих овочів	161
57. Куянов Ю.Ю., Тимчак Д.О., Мартела Ю.Д. Перспективи виробництва снєків з плодів хурми	164
58. Сова Н.А., Михненко І.Р., Чорней К.А., Коваленко Н.В. Порівняння складу конопляного борошна, отриманого за різними технологіями	167
59. Ломейко О.П., Пупинін А.А., Шубаєв А.С. Обґрунтування конструкції вальцювого плющильного верстату для круп і зернобобових після їх варіння і підсушування	169
60. Хмура Ю.Ю., Тарасенко В.Г. Вдосконалення обладнання для заморожування харчових продуктів	172
61. Загорулько О.Є., Загорулько А.М., Гордієнко І.О. Удосконалення способу виробництва пастоподібного напівфабрикату з плодовоовочевої сировини	175
62. Фіалковська Л.В. Використання відходів рафінації олії	177
63. Свєженцев В.О., Миколенко С.Ю. Поліпшення композиційних властивостей борошняних кондитерських виробів збагачених насінням чіа	180
64. Самойчук К.О., Самохвал В.А. Характеристики використання брикетування в переробній промисловості	182

СЕКЦІЯ 3. ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ТА ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

65. Ritter T., Hribova I., Silonova N. Analysis the general guidelines of food legislation germany and ukraine	185
66. Бандура І.І., Кулик А.С., Отоанґхе С. Ісікхуемхен Оцінка мікробіоти рослинних субстратів для промислового культивування їстівних грибів	188
67. Кюрчев С.В., Верхованцева В.О., Паляничка Н.О. Холод сприяє зберіганню продукції	192
68. Аксьонова О.Ф., Губський С.М., Євлаш В.В. Використання підсолондзувача splenda у виробництві кексу сирного: спектроскопічне дослідження стану вологи	194

ВПЛИВ ЯБЛУЧНОГО ПОРОШКУ НА ВЛАСТИВІСТЬ І ЯКІСТЬ БІСКВІТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

¹Буднік Є.О., магістрант,

¹Волохата Л.В., магістрант,

¹Руснак Р.А., магістрант,

²Олексієнко В.О., канд. техн. наук, доц

¹Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет
²Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Проблема раціонального харчування населення зведена в розряд державних пріоритетів. Значне споживання борошняних кондитерських виробів населенням дозволяє вважати їх одними з основних продуктів харчування.

В останні роки в зв'язку з погіршенням екологічного стану загострилась проблема збереження здоров'я людей і з'явилась необхідність в розробці рецептур нових видів функціональних харчових продуктів, а особливо борошняних кондитерських виробів, що володіють дієтичними і функціональними властивостями [3].

Вироби з бісквітного тіста, є хорошим об'єктом для збагачення їх необхідними поживними речовинами. Одним із способів вирішення цього завдання може бути використання добавок місцевої нетрадиційної сировини, зокрема яблучного порошку, який є джерелом білків, харчових волокон, пектинових речовин, органічних кислот, вітамінів С, А, мінеральних речовин: заліза, калію, натрію, магнію, кальцію.

В ході експерименту були визначені показники якості бісквітного тіста і випечених напівфабрикатів контрольних зразків і виготовлених з частковою заміною борошна яблучним порошком. Піноутворюючу здатність яєчно-цукрової суміші і стійкість піни визначали шляхом її збивання до збільшення обсягу суміші в 2,5 – 3 рази.

Стійкість збитою маси визначали шляхом витримування її протягом 3 годин при кімнатній температурі і зміною її висоти. Результати досліджень приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вплив яблучного порошку на якість яєчно-цукрової маси.

Показники	Контрольний зразок	З додаванням яблучного порошку, у % від маси борошна			
		2	4	6	8
Піноутворююча здатність, %	270,00	275,00	285,00	290,00	280,00
Стійкість піни через 3 год,%	80,00	82,50	85,00	88,00	83,50

Піноутворюючу здатність в зразку з 2 % добавкою яблучного порошку збільшилася в порівнянні з контрольним на 1,85 %, з 4 % на 5,56 %, з 6 % на 7,41 %, з 8 % на 3,70 %. Таким чином, внесення яблучного порошку покращує піноутворюючу здатність яечно-цукрової суміші. Найбільший показник у зразку з 6 % добавки, при додаванні 8 % добавки значення цього показника незначно погіршується, але залишається вище, ніж в контролі. Стійкість піни в зразку з 2 % добавкою яблучного порошку збільшилася в порівнянні з контрольним на 3,13 %, з 4 % на 6,25 %, з 6 % на 10,00 %, з 8 % на 4,38 %. Поліпшення піностійкості зразків з вмістом яблучного порошку до 6 % обумовлено поверхнево-активними властивостями пектинових речовин порошку. У разі дозування 8 % добавки система занадто обтяжується. Бульбашки повітря виходять, маса зменшується в об'ємі. Таким чином, можна зробити висновок про позитивний вплив яблучного порошку на властивості яечно-цукрової суміші для приготування бісквітного напівфабрикату. Результати визначення вологості представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Вологість бісквітного тіста та напівфабрикатів, %

Вологість	Контрольний зразок	З додаванням яблучного порошку, у % від маси борошна			
		2	4	6	8
Тісто	37,00	36,45	36,25	36,05	35,80
Випечений напівфабрикат	25,00	25,40	25,38	25,66	25,56

Вологість тіста контрольного зразка відповідає вимогам нормативного документа [1]. У зразків тіста, приготованих з яблучним порошком вологість знизилася на 1,5 – 3,24 %, але при цьому залишилася в межах допустимого 36 – 38 %. Зниження вологості відбулося в результаті заміни частини борошна яблучним порошком, вологість якого нижче, ніж борошна на 50 %. Вологість випеченого контрольного зразка відповідає вимогам. Вологість контрольного зразка зменшилася в порівнянні з тестом на 30,55 % і склала 25 %, що відповідає вимогам нормативної документації (22 – 28 %). Вологість дослідних зразків зменшилася на 30,30 – 28,60% і залишилася в межах норми. Зменшення втрати вологості пояснюється великим вмістом клітковини в яблучному порошку в порівнянні з борошном. Для визначення пористості бісквітного напівфабрикату було зроблено циліндричну виїмку обсягом $(27 \pm 0,5) \text{ см}^3$, приготовлену виїмку зважували.

Таблиця 3 – Пористість бісквітних напівфабрикатів

Показники	Контрольний зразок	З додаванням яблучного порошку, у % від маси борошна			
		2	4	6	8
Пористість, %	76,50	76,70	76,92	77,12	77,10

Дані, представлені в таблиці 3, свідчать, що пористість зразків з добавкою яблучного порошку збільшилася в порівнянні з контрольним зразком на 0,26 % при додаванні 2 % порошку; на 0,55 % при додаванні 4 % порошку; на 0,81 % при додаванні 6 % яблучного порошку; на 0,78 % при додаванні 8 % яблучного

порошку. Порошок під час замісу тіста і випічки напівфабрикату утримує повітря, в наслідок чого виріб стає більш пористим. Результати щодо визначення щільності бісквітних напівфабрикатів представлені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Щільність бісквітних напівфабрикатів

Показники	Контрольний зразок	З додаванням яблучного порошку, у % від маси борошна			
		2	4	6	8
Щільність, %	436	422	409	398	400

Щільність бісквітних напівфабрикатів зменшилася на 3,21 % при додаванні 2 % яблучного порошку, на 6,20 % при додаванні 4 % яблучного порошку, на 8,72 % при додаванні 6 % яблучного порошку, на 8,26 % при додаванні 8 % яблучного порошку в порівнянні з контрольним зразком. Результати досліджень щодо визначення питомого об'єму представлені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Питомий об'єм бісквітних напівфабрикатів

Показники	Контрольний зразок	З додаванням яблучного порошку, у % від маси борошна			
		2	4	6	8
Питомий об'єм, см ³ /100г	265	274	282	295	294

При аналізі результатів, представлених в таблиці 5, встановлено, що при додаванні яблучного порошку в бісквітний напівфабрикат питомий об'єм збільшувався на 3,40 % при додаванні 2 % яблучного порошку; на 6,42 % при додаванні 4 % яблучного порошку; на 11,32 % при додаванні 6 % яблучного порошку; на 10,94 % при додаванні 8 % яблучного порошку.

Після теплової обробки в результаті втрати води випечені вироби мають меншу масу в порівнянні з масою виробів до випікання. Використання яблучного порошку дозволило отримати продукт з поліпшеними показниками якості, високими органолептичними характеристиками, підвищеною харчовою цінністю.

Література:

1. Сборник технологических нормативов: Сборник рецептов на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия. III часть / под общей ред. А.П. Антонова. – М.: Хлебпродинформ, 2000. – 720 с.
2. Технология продукции общественного питания в 2-х т. Т.1. Физикохимические процессы, протекающие в пищевых продуктах при их кулинарной обработке / А.С. Ратушный, В.И. Хлебников, Б.А. Баранов и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.С. Ратушного. – М.: Мир, 2003. – 351 с.
3. Юдина, С.Б. Технология продуктов функционального питания/ С.Б. Юдина. – М.: Дели принт, 2008 – 280 с.