

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет ТВПШТСБ**

**Кафедра переробки продукції тваринництва та харчових технологій**

**Спеціальність 181 – «Харчові технології»**

**Ступінь вищої освіти «Магістр»**

Допустити до захисту

Декан \_\_\_\_\_ Михайло ГИЛЬ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Рекомендувати до захисту

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ Олена ПЕТРОВА

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА**

**ХЛІБА В УМОВАХ ТОВ «МИКОЛАЇВСЬКИЙ**

**ХЛІБЗАВОД №1» М. МИКОЛАЇВ**

**04.04. – КР. 109-О 18 09 24. 007**

**Виконавець:**

**здобувачка вищої освіти**

**II курсу \_\_\_\_\_ Крістіна**

**КВАСНИЦЬКА**

**Науковий керівник:**

**доцентка \_\_\_\_\_ Наталя ШЕВЧУК**

**Рецензент:**

**директорка ТОВ «Миколаївський**

**хлібзавод №1» \_\_\_\_\_ Альона РАКОВА**

**Миколаїв – 2024**

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Економічні тенденції та перспективи розвитку хлібопекарської галузі	9
1.2. Аналіз споживання хлібобулочної продукції	11
1.3. Сучасні тенденції в приготуванні хліба функціонального призначення	13
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	19
2.1. Місце та об'єкт дослідження	19
2.2. Методика виконання роботи	22
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
3.1. Експериментальні дослідження при виробництві функціонального хлібобулочного продукту	26
3.1.1. Вплив пектинів, спецій та насіння на якість продукту	26
3.1.2. Вплив порошкоподібного цитрусового пектину на якість хлібобулочного продукту	29
3.2. Розрахунки рецептур готової продукції, харчової та біологічної цінності	35
3.3. Технологічні схеми виробництва хліба	43
3.4. Опис технології виробництва пшеничного хліба «Цитрус» та «Інь Янь»	45
3.5. Удосконалена технологія виробництва хліба з пектиновими розчинами	49
3.5.1. Технологія виготовлення пектинових розчинів	49
3.5.2. Вплив пектинових розчинів на показники якості хліба	50

3.5.3. Оцінка якості готової продукції	56
3.6. Управління якістю та безпечністю на хлібопекарському виробництві	61
3.6.1. Аналіз небезпечних факторів	61
3.6.2. Блок-схема виробництва хлібобулочної продукції	62
3.6.3. Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві продукції	64
3.7. Економічна частина	65
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	68
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	72
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	75
ВИСНОВКИ	78
ПРОПОЗИЦІЇ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	82
ДОДАТКИ	89

## РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної магістерської роботи: «Удосконалення технології виробництва хліба в умовах ТОВ «Миколаївський хлібзавод №1» м. Миколаїв. Об'єктом дослідження є: технологія виробництва двох видів хліба з оптимальним дозуванням рослинних добавок. Предметом дослідження є: функціональні обрані добавки, показники якості тіста і хліба, основний вплив відповідних добавок на якість кінцевого готового хлібобулочного продукту, його функціональне призначення для здоров'я населення.

Метою кваліфікаційної роботи є розширення асортименту пшеничного хліба із підвищеною харчовою цінністю, поліпшенням органолептичних і фізико-хімічних показників в умовах ТОВ «Миколаївський хлібзавод №1».

Були сформульовані основні завдання кваліфікаційної роботи: проаналізувати вплив пектинів, спецій та насіння на якість продукту; дослідити вплив порошкоподібного цитрусового пектину на якість хлібобулочного продукту; провести розрахунки рецептур готової продукції, харчової та біологічної цінності; розробити технологічні схеми виробництва хліба; описати технологію виробництва пшеничного хліба «Цитрус» та «Інь Янь»; розробити технологію виготовлення пектинових розчинів; удосконалити технологію виробництва хліба з пектиновими розчинами;; дослідити вплив пектинових розчинів на показники якості хліба; оцінити показники якості готової продукції; проаналізувати небезпечних факторів при виробництві продукції; провести економічні розрахунки.

В даній кваліфікаційній роботі було розкрито сутність таких розділів: перший розділ включає огляд економічних тенденцій та сучасних технологій в хлібопекарській промисловості; другий розділ – опис місця, об'єкту дослідження та методика виконання роботи; третій розділ – опис експериментальних досліджень та кінцевих результатів, розрахунки рецептур, біологічної та харчової цінності, технологічні схеми та блок-схему, а також опис технології, управління якістю та безпечністю продукції, описовий аналіз

та карту небезпечних факторів при виробництві, економічну частину; у четвертому, п'ятому та шостому розділі було розкрито сутність охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та охорони довкілля.

За результатами експерименту щодо вплива ЦП, насіння кмину та меленого коріандра на якість пшеничного хліба, було виявлено, що 0,5% до маси борошна є оптимальним дозуванням ЦП, що позитивно надало вплив на об'єм, подовження свіжості та інших показниках якості хліба. Коріандр у вигляді спеції (0,11%) та насіння кмину (0,35%) до маси борошна забезпечили баланс смакових та ароматичних характеристик хліба для отримання продукту функціонального призначення.

Дослідження впливу NH-пектину на якість хліба виявило, що смакова добавка у вигляді насіння чорного та білого кунжуту 1,05% до маси борошна не вплинула на показники тіста та на готовий хлібний виріб. Оптимальне дозування пектину становить 1,0%, оскільки така частка позитивно впливає на об'єм, свіжість, висоту та пористість готового хлібобулочного виробу.

Кваліфікаційна магістерська робота викладена на 88 сторінках тексту, складається із реферату, вступу, переліку умовних позначень, шести розділів, висновків та пропозицій, містить 14 таблиць, 23 рисунків, 1 додаток. Бібліографічний список включає 61 літературних джерел.

Матеріал, який розроблений за власними дослідженнями у вигляді наукових статей, опублікований у збірниках 8th International scientific and practical conference «Topical aspects of modern scientific research» на тему «Технологія виробництва пшеничного хліба функціонального призначення» (с. 178) та 12th International scientific and practical conference «European congress of scientific achievements» на тему «Удосконалена технологія виробництва хліба з пектиновими розчинами» (с. 232).

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БАР – Біологічно активні речовини

ЄС – Європейський Союз

ПНЖК – Поліненасичені жирні кислоти

ПрАТ – Приватне акціонерне товариство

ТМ – Торгова марка

ТОВ – Товариство з обмеженою відповідальністю

ЦП – Цитрусовий пектин

ЦПП – Цитрусовий пектиновмісний порошок

н/ф – напівфабрикат

## ВСТУП

Харчова промисловість України є однією із ключових галузей, що впливає на розвиток економіки. Дана галузь забезпечує населення якісними продуктами харчування, відіграючи важливу роль у зміцненні продовольчої безпеки країни та формуванні її експортного потенціалу за всіх часів.

На сьогоднішній день хлібопекарська галузь України завдяки своїм виробничим можливостям, механізації процесів та розширенню асортименту здатна пропонувати населенню різноманітні види хлібобулочних виробів за доступними цінами, не зважаючи на воєнний стан у нашій державі. Ринок України включає безліч місцевих підприємств, при цьому майже вся хлібобулочна продукція виробляється всередині країни. Через короткий термін зберігання хліба та неможливість його транспортування на великі відстані вітчизняні виробники захищені від конкуренції з імпортом [34].

Споживачі стали більш уважними до якості продуктів, складу, їх поживної цінності та впливу на здоров'я. Споживання хліба на людину за 2022-2023 роки близько 50 г, але у продовольчому кошику закладено у середньому 270 г хліба на добу [1].

Збільшується обсяг виробництва хлібобулочних виробів із додатковими функціональними властивостями, такими як безглютеновий хліб, вироби зі збагаченого борошна, хліб із високим вмістом білка, на заквасках, а також із добавками (овочеві та фруктові порошків, шматочками фруктів, сухофруктів, насінням, горіхами та іншими компонентами). Виробництво цієї категорії збільшилося на 110,7% [10].

Хлібопекарська індустрія в Україні намагається постійно розвиватися, не зважаючи на різноманітні чинники, які у більшому випадку негативно впливають на виробництво хліба. Враховуючи на даний момент великі економічні труднощі та воєнний стан в нашій країні, які достатньо негативно впливають на життєвий рівень більшої частини населення, значна частка у раціоні харчування припадає саме на хліб з пшеничного борошна вищого

сорту.

Таким чином, дуже важливим і актуальним питанням є вивчення вдосконалення технології виробництва пшеничного хліба з додаванням варіативної кількості різних рослинних добавок, а саме цитрусовим та термообробленим-НН пектином, насінням кмину, білим та чорним кунжутом, меленим коріандром, тому що такі добавки мають функціональний характер. Тому, метою кваліфікаційної роботи є розширення асортименту пшеничного хліба із підвищеною харчовою цінністю, поліпшенням органолептичних і фізико-хімічних показників в умовах ТОВ «Миколаївський хлібозавод №1».

Виходячи з поставленої мети, були виділені ключові завдання кваліфікаційної роботи: проаналізувати вплив пектинів, спецій та насіння на якість продукту; дослідити вплив порошкоподібного цитрусового пектину на якість хлібобулочного продукту; провести розрахунки рецептур готової продукції, харчової та біологічної цінності; розробити технологічні схеми виробництва хліба; описати технологію виробництва пшеничного хліба «Цитрус» та «Інь Янь»; розробити технологію виготовлення пектинових розчинів; удосконалити технологію виробництва хліба з пектиновими розчинами; дослідити вплив пектинових розчинів на показники якості хліба; оцінити показники якості готової продукції; проаналізувати небезпечних факторів при виробництві продукції; провести економічні розрахунки.



## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Економічні тенденції та перспективи розвитку хлібопекарської галузі

Виробництво хлібопекарської продукції є важливим фактором у зміцненні продовольчої стабільності, оскільки хліб є продуктом, який вживають усі групи населення, незалежно від їхнього місця проживання, доходів чи демографічних особливостей [43].

Діяльність хлібопекарських підприємств постійно залежить від зовнішніх умов, що змінюються, включно з економічною нестабільністю, політичною невизначеністю, коливанням цін на сировину та іншими факторами [5]. Український ринок хліба на 99,9% складається з продукції місцевого виробництва, але за останні декілька років спостерігається зниження обсягів виробництва у хлібопекарській галузі [8].

Основні фактори, які вплинули на зниження виробництва: військові дії в нашій країні, що відобразились як на виробництві, так на споживанні продукції; втрати виробничих потужностей та тимчасове припинення роботи підприємств, що залишилися на територіях, які тимчасово перебувають під окупацією або які постраждали від обстрілів; втрати сировинної бази через окупацію території та руйнування сховищ сировини; зростання вартості сировинних компонентів через ускладнену логістику і збільшення її витрат; перехід ринку на використання заморожених напівфабрикатів; нестача кадрів на всіх етапах виробництва та зниження попиту внаслідок міграції населення з країни [2].

Відновлення виробництва у 2023 році збільшилося на кілька відсотків до попереднього періоду, що відзначилось виключно відновленням роботи більшості тимчасово закритих підприємств; експортні обсяги знизилися; імпорт також демонструє негативну динаміку, а загальне скорочення обсягів

відображає ринкові потреби та зниження попиту на товари [12].

За дослідженнями українських вчених В. Кійко, О. Мельник та О. Гавриленко [23] незмінними лідерами у хлібопекарській сфері є такі підприємства: ПрАТ «Київхліб», ТОВ «Хлібокомбінат «Кулиничі», ТМ «Цар-хліб», ПрАТ «Концерн Хлібпром», ТОВ «Хлібний холдинг «Хлібні інвестиції», ТОВ холдинг «Золотий урожай» Lauffer Group та група компаній «Формула смаку». За результатами анкетного опитування українців найпопулярнішими виробниками у місті Миколаєві та Миколаївській області на думку більшості респондентів є: ТОВ «Миколаївський хлібозавод №1» та пекарня ТМ «Рум'яний хліб».

Обсяги промислового виробництва хлібобулочних виробів на душу населення в європейських країнах варіюються в межах від 198 кг на людину на рік у Норвегії до 17 кг в Італії [43]. На сьогоднішній день існують ключові тенденції в розвитку ринку хлібобулочної продукції у країнах ЄС: зростає попит на упакований хлібний виріб, наприклад, лаваш – має подовжений термін зберігання; у країнах євросоюзу зростає попит на органічне харчування, а також на виробництво вегетаріанського хліба, що впливає на технологічні рішення та використання органічної сировини; очікується зростання попиту: на високоякісні інгредієнти, такі як органічні продукти; збагачений хліб із додатковими корисними властивостями; додавання різноманітних харчових добавок та надання виробам функціонального призначення; прогнозується зростання заморожених хлібобулочних виробів; структура і модель ринку хлібопродуктів (крафтове виробництво, пекарні, хлібозаводи) відрізняється залежно від країни та культурних особливостей споживачів [30].

Таким чином, хлібопекарська галузь розвивається і перспектива виробництва хліба з функціональним призначенням є високою, тому що такий продукт може вплинути не тільки на стан здоров'я людини і якість хліба, а й на економіку в цілому.

## 1.2. Аналіз споживання хлібобулочної продукції

Хлібопекарські підприємства намагаються працювати в усіх регіонах України, завдяки великим холдингам, які розширюють свої виробничі потужності та збутові мережі. У зв'язку з воєнним станом, хлібопекарська промисловість зіткнулася з багатьма чинниками, що включають в себе процеси перерозподілу власності, посилену конкуренцію та достатні кризові явища в країні, які призвели до скорочення кількості робочого персоналу і промислових підприємств [34].

За даними Державної служби статистики, за 2021 рік до початку повномасштабної війни в Україні, хлібопекарське виробництво постійно розвивалося та компанії виробляли близько 1 млн т хліба та хлібобулочних виробів, з яких понад 70% виробництва приходилося на великі промислові підприємства [16].

На сьогоднішній день близько 20% підприємств хлібопекарської галузі, які постраждали внаслідок військових дій, не відновлено. Незважаючи на нестабільність в обсягах виробництва хліба щороку, в Україні, як і раніше, діє широка мережа великих хлібозаводів, які володіють значними виробничими потужностями і здатні забезпечити хлібом до 50 мільйонів осіб, незважаючи на те, що населення країни зараз значно менше. Варто зазначити, що споживання хліба в Україні скоротилося на 15% з початку війни, що пов'язано з міграцією і зниженням купівельної спроможності населення, а також переходу споживачів на здорове харчування [6, 35].

Спостерігається зменшення індексу споживчих цін (порівнюючи 2022 рік з 2023 роком), що є позитивним і свідчить про адаптацію бізнесу до сучасних умов життя. У 2022 році становив 100,7%, а у 2023 – 100,2%. За даними Мінфіну, у 2022 році обсяги реалізації хліба та хлібобулочних виробів у вартісному виразі становили 19066,2 млн. грн. [11, 31, 35, 50].

На основі даних про динаміку ємності ринку хлібобулочних виробів, можна зазначити що тоннаж продукції у 2022 році становить 4261,80 тис. т, а

у 2023 році – 4360,92 тис. т, що свідчить про збільшення темпу приросту у 2023 році порівняно з 2022 роком на 2,33%. У 2023 році об'єм виготовленого хліба збільшився на 24,59% [2].

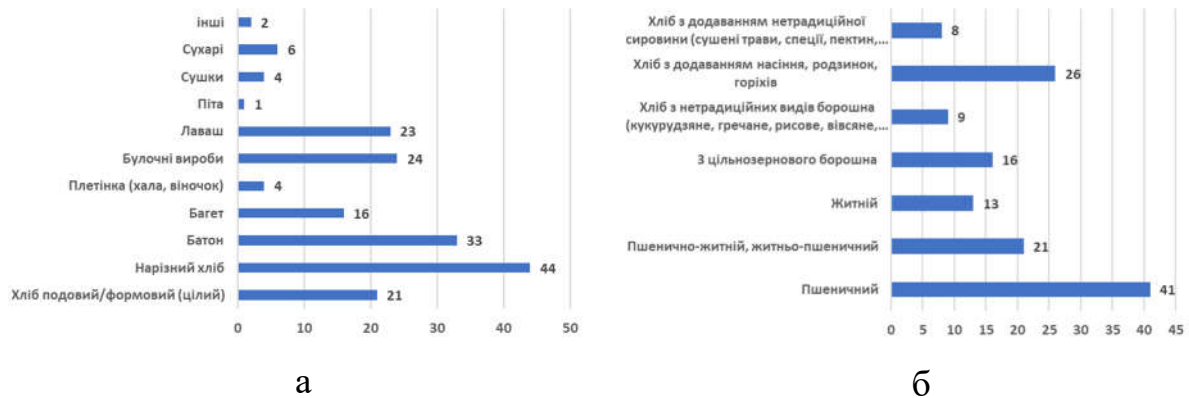
На основі власних досліджень, в якому брали участь 65 респондентів. Дослідження проведено на початку 2024 року. За результатами анкетного опитування українців, хліб купують переважно жінки – 63,1%, тому що хлібобулочні вироби є швидким і зручним рішенням для перекусу або сніданку в динамічному способі життя молодих людей (рис. 1).



**Рис. 1. Статевий розподіл споживачів хліба та хлібобулочних виробів, %**

За власними статистичними даними, найчастіше споживачі купують нарізний хліб – 67,7 %, батон – 58,8 %, різноманітні булочні вироби – 36,9 % та лаваш – 35,4 %. За смаковими властивостями покупці найбільш люблять пшеничний хліб – 63,1 %, хліб з додаванням насіння, родзинок та горіхів – 40,0 %, хліб пшенично-житній та житньо-пшеничний – 32,3 %.

Виробництво хлібобулочної продукції із додатковими функціональними властивостями є помітною тенденцією останніх років, оскільки вони орієнтовані на задоволення потреб у лікувально-профілактичному харчуванні, а також мають лікувальні та оздоровчі властивості.



**Рис. 2. Вибір споживачів, %:** а – вибір формату хліба та хлібобулочних виробів; б – вподобання споживачів за смаковими властивостями

Хлібобулочні продукти, які спрямовані на поліпшення загального стану організму, підтримання здоров'я, профілактики різних захворювань, користуються попитом у споживачів.

### 1.3. Сучасні тенденції в приготуванні хліба функціонального призначення

На сьогодні українські хлібопекарські підприємства не в повному обсязі можуть задовольнити попит на хлібобулочні вироби з пшеничного борошна вищого ґатунку, які б володіли лікувально-профілактичними та оздоровчими властивостями. Асортимент такої продукції на ринку залишається обмеженим.

Негативні зміни в харчуванні населення нашої країни призводять до дефіциту біологічно активних речовин, що мають імуномодельючі, лікувальні та профілактичні властивості. Ці речовини чинять антивірусну, антимікробну, протизапальну та антикоагуляційну дію. Оскільки фармакологічні методи менш ефективні для підтримання здоров'я, то збагачення продуктів харчування, особливо пшеничного хліба, біологічно активними сполуками може стати корисним удосконаленням у хлібопекарській сфері.

Серед натуральних харчових добавок, що використовуються для підвищення харчової, функціональної та біологічної цінності пшеничного

хліба, застосовують різноманітні компоненти, які надають хлібобулочним виробам певних функціональних властивостей.

У технології виробництва пшеничного дріжджового хліба важливими характеристиками є питомий об'єм, пористість м'якушки, подовження свіжості та збільшення виходу продукції. Дані показники поліпшують за допомогою речовин, які утворюють гелі, розчиняються, піддаються кислотному і ферментативному гідролізу, мають властивості набування і в'язкості, взаємодіючи з компонентами тіста. Сучасним рішенням для удосконалення технології пшеничного хліба є додавання пектинових речовин, що містяться в рослинних продуктах, такі як розчинні харчові волокна, вони відіграють важливу роль у лікувальному та профілактичному напрямку. Збагачення хліба такими волокнами можливе за рахунок додавання бурякового, цитрусового, кавунового, термоперетворюваного та яблучного пектину, що мають функціонально-технологічні властивості [22].

Використовуючи цитрусовий і pH-термоперетворюваний пектини, покращуються функціонально-технологічні властивості тіста та готового хліба, а саме: подовжити свіжість хліба, збільшити вихід продукції за рахунок утримання більшого об'єму зв'язаної вологи й активно взаємодіють із компонентами тіста, покращуючи його якість. Пектини мають сорбційний, протизапальний і антиоксидантний ефекти. Пектиновмісні продукти доцільно вводити у раціон людей, які мешкають у районах забруднених радіоактивними елементами, а також сприяють зміцненню імунітету.

Пектин – це рослинний полісахарид, який отримують із фруктів, овочів і коренеплодів, що складається переважно із залишків  $\alpha$ -D-галактуронової кислоти. Певна кількість його карбоксильних груп естерифікована метанолом, ступінь естерифікації варіюється від 20 до 85% залежно від вихідної сировини та методу отримання. Пектини також є розчинними харчовими волокнами, що володіють сорбційними властивостями, що робить їх перспективними детоксикантами для профілактичного та лікувального харчування. Крім того, вони покращують моторну функцію жовчовивідних шляхів, що особливо

важливо при радіаційних ураженнях [37, 49].

Пектин цитрусовий – це базовий, звичайний пектин. У його складі: пектин стандартизований цукром, тартрату калію-натрію E337, триполифосфат натрію E451, мальтодекстрин. Виготовляється кислотною екстракцією з цитрусових: апельсину, лимону, грейпфруту [51].

Пектин NH – це термоперетворений пектин з низьким ступенем етерифікації (28-40%), який часто використовується в сумішах з низьким вмістом цукру. Він добре переносить заморожування і не виділяє воду при розморожуванні. Для його активації не потрібна велика кількість цукру або кислоти в суміші. У його склад входить: пектин амідований E440ii, декстроза, антиоксидант трикальційфосфат E341iii [24].

Прикладом доповнення до хлібобулочних виробів є використання цитрусового та термозворотного пектину з метою покращення показників якості. Іноземними вченими досліджено пероральне застосування цитрусового пектину дітям, яких госпіталізували з токсичним рівнем свинцю в крові. Пектин сприяв збільшенню виведення свинцю з сечею в усіх учасників, що призвело до значного зниження рівня в організмі свинцю в крові [60].

Італійськими вченими G. Scarpaticci, N. Mercanti [58] досліджено вплив цитрусового пектину та порошку виноградних вичавок на технологічні властивості пшеничного тіста. Об'ємні зміни, що відбуваються під час випікання при певній вологості та температурі, були більш вираженими в хлібі з додаванням 2% ЦП. Тісто було більш стабільніше, що дало змогу йому краще розширюватися під час розпушування, що призвело до іншої структури осередків пористої текстури в кінцевому продукті. Додавання 2% пектину за масою тіста спричинило зниження густини хліба порівняно зі зразками без пектину чи зі зразками, які містили ЦП та порошок із виноградних вичавок ( $p < 0,01$ ). Вміст сухих речовин виявився найвищим у тісті, до якого було додано 2% пектину, як окремо, так і в поєднанні з порошком із виноградних вичавок, що пов'язано з низьким вмістом води в цих зразках. Підвищена

кислотність спостерігається в продукті, до якого додано як цитрусовий пектин, так і виноградні вичавки, порівняно з продуктом, виготовленим тільки з виноградними вичавками. Це пов'язано з тим, що цитрусовий пектин і виноградні вичавки містять більше фенолів, які нестабільні за високих рівнів рН. Хліб з додаванням пектину та виноградних вичавок забезпечує кращий результат, так як продукт має однорідну структуру та збільшений об'єм, що позитивно впливає на технологічні характеристики.

Розроблено рецептуру сендвіч-хліба з використанням термоперетворювального пектину, який допомагає збереженню вологості хліба. Крім утримання вологи такий пектин значно покращує стабільність заморожування і відтаювання сирого хлібного тіста. Утримання вологи пектином NH допомагає забезпечити більш м'яку структуру м'якушки хліба, зміцнює клейковинну сітку в тісті [59].

Корисні й незамінні для організму біологічні сполуки, такі як ПНЖК, містяться в насінні гарбуза, кавуна, соняшнику, конопель, гірчиці, а також у соєвому борошні, маці та різних горіхах, запашних спеціях. Для збагачення пшеничного хліба найдоцільніше використовувати насіння коріандру, кмину, білого та чорного кунжуту. Використання насіння білого і чорного кунжуту, коріандру і кмину дає змогу збагатити хліб ненасиченими жирними кислотами, білками, вітамінами, мінералами, лігнанами, клітковиною, антиоксидантами. Ці компоненти покращують якість хліба, мають антивірусні, антимікробні та протизапальні властивості. Вживання такого хліба сприяє поліпшенню травлення, зміцненню імунітету, зниженню рівня глюкози та холестерину в крові, а також підтримує здоров'я серцево-судинної системи та запобігає розвитку захворювань.

Використання у технології пшеничного хліба кіноа, кмину та кунжуту впливає на органолептичні та фізико-хімічні властивості виробів із дріжджового тіста. Дані добавки впливають на структуру клейковинного каркасу через підвищений вміст харчових волокон і при збільшеному дозуванні призводить до погіршення структурно-механічних властивостей



готового пшеничного хліба [18].

Кмин – це спеція з відчутним солодким та пекучим ароматом, яке містить до 23% білкових сполук, 12-22% жирних олій, 7% етерних масел, вітаміни, мікроелементи та інші корисні речовини, які впливають на здоров'я людини [4, 25, 52, 57].

Насіння білого та чорного кунжуту використовують у виробництві хлібобулочних виробів. Насіння містить жирів – 44-58%, білків – 18-25%, вуглеводів – 13,5%, кальцію – 1474 мг, %, нікотинової кислоти – 4,515 мг, фолієвої кислоти – 97 мкг, тіаміну – 1,27 мг, піридоксину – 0,79 мг, рибофлавіну – 0,36 мг, а також є джерелом антиоксидантів, флавоноїдів, фенолів, жирних кислот Омега-6, клітковини – 5,6% [27].

Вченими А. О. Васьківської та С. М. Пересічної [9] встановлено оптимальні дози зеленої гречки (20%) та насіння кунжуту (2,5%) до маси тіста при виготовленні безглютенового хліба. За органолептичними показниками даний виріб має високу оцінку – 4,59 бали, що відповідає вимогам стандарту.

Насіння кунжуту є природнім антиоксидантом, сприяє зниженню запалень, зміцненню імунної системи, зниженню ризику розвитку хронічних захворювань та рівню холестерину в організмі [26, 40].

Насіння коріандру багате на кальцій, магній, натрій, калій, фосфор, цинк, залізо. Проведено дослідження, щодо заміни пшеничного борошна насінням коріандру 82% екстракції. Покращалася харчової цінності хліба пшеничного та збільшилась тривалість зберігання готового продукту [54].

Турецькими вченими [61] доведено, що при додаванні високої концентрації коріандру (10, 20, 30 %) знижується водоутримувальна здатність тіста, відбуваються зміни в кольорі хліба і збільшується вміст жиру зі збільшенням концентрації насіння коріандру. Коріандр міститься 65,2% вуглеводів, 13,4% білків, 15,1% ефірних екстрактів, 6,3% золи і 31,6% сирової клітковини. Насіння багате на антиоксиданти, які зменшують запалення, підтримують імунну систему, гальмують ріст ракових клітин [28, 29, 32, 61].

Отже, вітчизняні та іноземні науковці досліджують вплив

функціональних добавок на хлібобулочні вироби з пшеничного борошна, проблеми покращення функціонально-технологічних властивостей пшеничного тіста та готових виробів, біологічну та харчову цінність готового продукту. Розробка нового виду пшеничного хліба з введенням у його склад функціональних добавок є досить актуальним і буде мати практичне значення у виробництві хлібобулочних виробів.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

#### 2.1. Місце та об'єкт дослідження

Підприємство ТОВ «Миколаївський хлібозавод №1» є високотехнологічним і планомірно прогресованим, яке займається виробництвом хлібобулочних виробів, за класичними українськими рецептами і згідно державних стандартів. На підприємстві працює сучасна лабораторія, яка приділяє увагу якості сировини та готової продукції. Підприємство було зареєстровано 1 вересня 2014 року. Перспективою розвитку хлібозаводу є впровадження новітніх технологій, техніки, розробка нового асортименту, тобто нових рецептур. Підприємство випускає продукцію під торгівлю маркою «Формула смаку». Юридична адреса ТОВ «Миколаївський хлібозавод №1»: м. Миколаїв, Миколаївська область, вулиця В'ячеслава Чорновола, 2а. Хлібозавод має державну форму власності, за типом правління – товариство обмеженої відповідальності. Базами збуту готової продукції є мережа магазинів «АТБ-маркет», ТОВ «Союз Ритейл Д», магазин «Апельсин», мережа магазинів «Сільпо», «Велмарт», на замовлення та інші. Виробнича потужність протягом 2021-2023 роки становить 22,3-30,0 тон у день.

За асортиментом продукції хлібозавод виробляє хліб подовий та формовий з пшеничного борошна (батон «Звичайний», хліб «Горожанін», «Гірчичний», «Орільський» та інші); рогалі «Козацькі», пампушки «Українські»; хліб з пшенично-житнього борошна (хліб «Елітний», «Карельський», «Боярський»); хліб з житньо-пшеничного та житнього борошна, («Бездріжджовий на хмелевій заквасці», «Воскресенський», «Дарницький»); хлібобулочні вироби з добавками та без добавок (рулетик з повидлом, булочки «Підковки молочні», ріжок та рулетик з маком, плетінка з яблуком, пиріжки з вишнею/з чорною смородиною, хліб з висівками, тостовий

з кропом та цибулею, «Гречаний», «Петриківський», «Білковий», «Європейський з коріандром», хліб з льоном [3, 42]. Обсяги виробництва хліба та хлібобулочних виробів за три звітні роки наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

**Обсяги виробництва хліба та хлібобулочних виробів ТОВ  
«Миколаївського хлібозаводу № 1»**

Показник	2021		2022		2023		Відхилення 2023/2022	
	тис т	%	тис т	%	тис т	%	тис т	%
Хліб пшеничний	7,6	70,0	5,4	68,0	6,1	75,0	0,7	13,0
Хліб житньо-пшеничний і пшенично-житній	1,6	15,0	1,2	15,0	0,8	10,0	-0,4	-33,3
Хлібобулочні вироби з добавками та без добавок	1,6	15,0	1,4	17,0	1,2	15,0	-0,2	-14,3
Разом	10,8	100	8,0	100	8,1	100	0,1	1,25

Станом на 2022-2023 роки загальний обсяг виробництва хліба та хлібобулочних виробів на підприємстві становить 22,3-22,5 тон у день. Найбільшим попитом серед споживачів за всі наведені роки користується хліб пшеничний, питома вага якого у загальному обсязі виробництва у 2022-2023 роках складала у розмірі 68,0-75,0%. Менш популярними продуктами є хліб житньо-пшеничний, пшенично-житній та хлібобулочні вироби з добавками та без добавок. Обсяг виробництва хліба житньо-пшеничного, пшенично-житнього на 2021-2022 роки складає 15,0%, а у 2023 році значно зменшується до 10,0%. Обсяг виробництва хлібобулочних виробів з добавками чи без станом на 2021-2023 роки становить 15,0-17,0%. Нажаль, із запровадженням у країні військового стану та відповідно скорочення населення, на 2022-2023 роки загальний обсяг виробництва хліба та хлібобулочних виробів становить 8,0-8,1 тисяч тон на рік, тобто відбулося значне зменшення у порівнянні з 2021

роком.

На території підприємства ТОВ «Миколаївського хлібозаводу №1» знаходяться такі основні та допоміжні виробничі споруди та мають таке призначення:

- основне призначення адміністративно-побутового корпусу полягає в розміщенні кабінетів вищого і середнього рівня управління (директора, бухгалтера, інженера), а також у забезпеченні допоміжних приміщень для нарад, планерок, кімнат відпочинку, їдальні та санвузлів;

- хлібопекарський цех призначений для повного циклу виробництва хліба та хлібобулочних виробів, включаючи всі етапи виробництва. Також на території хлібопекарського цеху знаходиться кабінет головного технолога виробництва;

- трансформаторна підстанція забезпечує необхідною електрикою роботу хлібопекарського підприємства;

- будівля охорони призначена для забезпечення безпеки підприємства.

Структура та управління хлібопекарським підприємством наведена на рисунку 3.

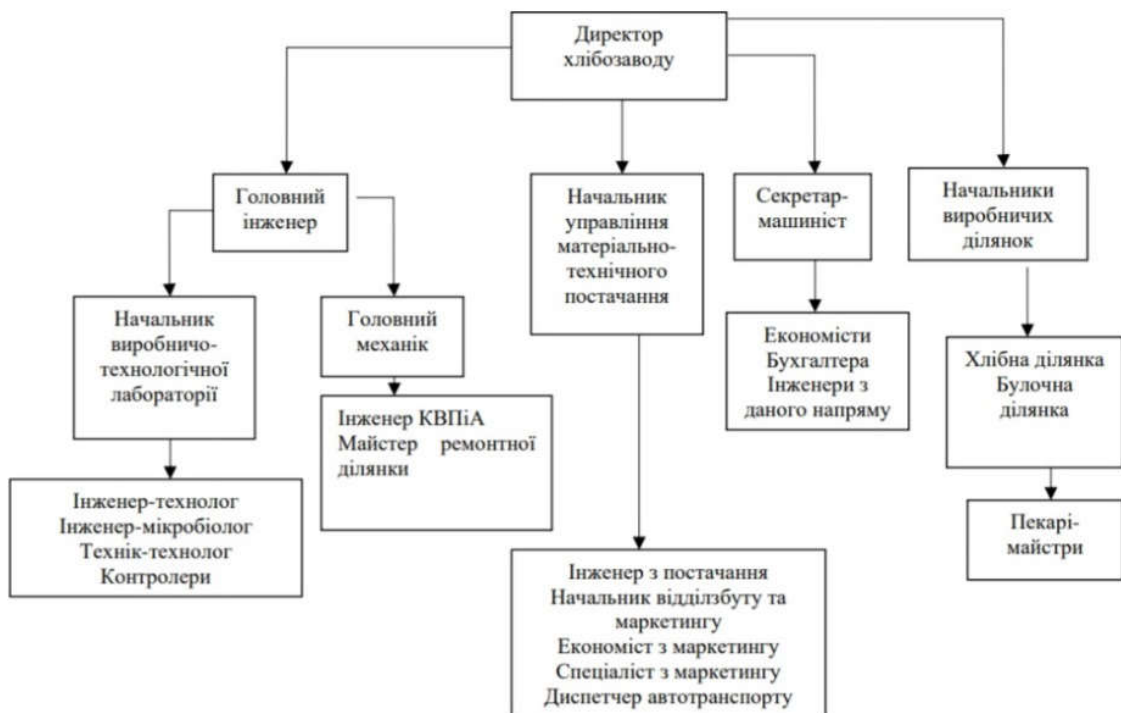


Рис. 3. Структура та управління на підприємстві ТОВ «Миколаївський хлібозавод №1»

## 2.2. Методика виконання роботи

Дослідження кваліфікаційної роботи проводилися в умовах ТОВ «Миколаївський хлібозавод №1» м. Миколаїв та на кафедрі переробки продукції тваринництва та харчових технологій факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету. Розроблено технологічні рецептури, визначено параметри та розрахунки з виробництва звичайного пшеничного хліба без добавок, вхідні дані та методика прийняті з довідника з технології хлібопекарського виробництва В. І. Дробот [13]. Вхідні дані двох рецептур: хліба з ЦП, кмином, коріандром та хліба з термозворотним пектином, білим та чорним кунжутом були розроблені за власними дослідженнями.

Метою кваліфікаційної роботи є розширення асортименту пшеничного хліба із підвищеною харчовою цінністю, поліпшенням органолептичних і фізико-хімічних показників в умовах ТОВ «Миколаївський хлібозавод №1».

У відповідності з поставленою метою були сформульовані основні завдання кваліфікаційної роботи: проаналізувати вплив пектинів, спецій та насіння на якість продукту; дослідити вплив порошкоподібного цитрусового пектину на якість хлібобулочного продукту; провести розрахунки рецептур готової продукції, харчової та біологічної цінності; розробити технологічні схеми виробництва хліба; описати технологію виробництва пшеничного хліба «Цитрус» та «Інь Янь»; розробити технологію виготовлення пектинових розчинів; удосконалити технологію виробництва хліба з пектиновими розчинами; дослідити вплив пектинових розчинів на показники якості хліба; оцінити показники якості готової продукції; проаналізувати небезпечних факторів при виробництві продукції; провести економічні розрахунки.

Об'єкт дослідження являє собою технологію виробництва двох видів хліба з оптимальним дозуванням добавок, які функціонально впливають на якість продукції та на організм людини: хліб з пшеничного борошна вищого

сорту з додаванням ЦП, насінням кмину та меленим коріандром; пшеничний хліб з додаванням термозворотнього пектину NH, білим та чорним кунжутом.

Після визначення об'єкта, дослідження були проведені за такими етапами:

I етап – ознайомлення з літературними науковими джерелами щодо покращення якості хлібобулочних виробів;

II етап – визначення мети та завдання дослідження виробництва хліба щодо додавання основних та додаткових компонентів;

III етап – розроблення рецептур та технологічних режимів функціональних хлібобулочних виробів;

IV етап – проведення оцінки органолептичних та фізико-хімічних показників якості зразків з різною концентрацією компонентів;

V етап – узагальнення результатів, наведення висновків та оптимального дозування основних та додаткових компонентів.

Для приготування досліджуваних зразків використовували сировину, яка відповідає вимогам стандарту: ДСТУ ISO 6820:2004 «Борошно пшеничне та житнє. Загальні настанови щодо розроблення хлібопекарських випробувань.», ДСТУ 4812:2007 «Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови.», ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови.», ДСТУ 4623:2006 «Цукор білий. Технічні умови.», ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови.», ДСТУ 6465:2003 «Кмин цілий (*Cuminum* *linnæus*). Технічні умови.», ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.», ДСТУ 6088:2009 «Пектин. Технічні умови.», ДСТУ 8007:2015 «Прянощі. Коріандр.», ДСТУ 7012:2009 «Кунжут. Технічні умови.».

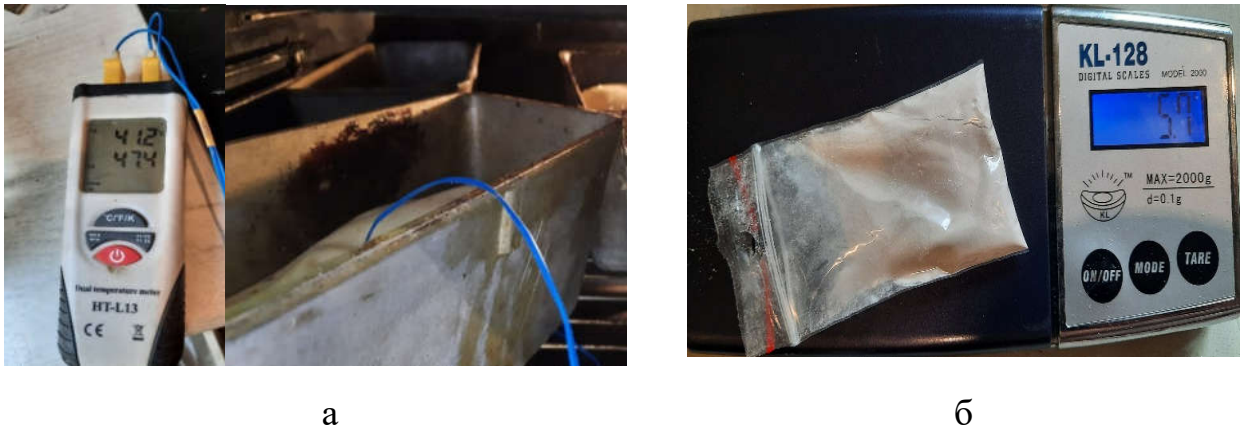
Одним із перспективних напрямів для створення функціональних хлібобулочних виробів є використання продуктів переробки, таких як ЦП, пектин термозворотній, насіння кмину, білого та чорного кунжуту, меленого коріандру, які багаті на БАР. Ці речовини мають імуномодельючі, антиоксидантні, протизапальні та оздоровчі властивості, які покращують

здоров'я населення. Вирішення проблеми дефіциту БАР і підвищення функціональності хліба можливі завдяки наявності в Україні необхідних сировинних ресурсів, сучасного обладнання та ефективного контролю якості хлібобулочної продукції. Використання функціональних добавок при виробництві досліджуваного пшеничного хліба дозволить покращити якість готового продукту, а також дані добавки мають позитивний вплив на організм людини.

Під час дослідження використовували різне дозування пектину, дія якого мала відмінності в досліджуваних зразках. Пектин впливав на об'єм опари, консистенцію та структуру пшеничного тіста, збільшення в об'ємі та вихід досліджуваного хліба після випікання та охолодження. Фактори, які впливають на проміжний та кінцевий результат: температура розчинення у воді цитрусового та NH пектину, наявність цукру в пектиновій суміші, кількість часу розчинення пектинів у воді, ретельність перемішування під час утворення пектинової суспензії, надмірне або недостатнє дозування води питної та соняшникової олії у тісто, велика кількість насіння кмину, кунжутів, спеції коріандру у тісті, вид спецій у рецептурі хліба (насіння або мелена спеція), збільшена температура води при приготуванні дріжджової суспензії, недостатній або тривалий час вистоювання опари та тіста, нерівномірний заміс тіста, недостатній або надмірний час випікання, недостатня вологість у пекарній шафі. Ці фактори негативно впливають на органолептичні та фізико-хімічні показники готового хліба.

Досліджено вплив цитрусового та термозворотнього пектину, а також спеції і насіння на технологічні та функціональні властивості опари, тіста та готового продукту. У досліді в неіндустріальних умовах було використано такі прилади: ваги портативні KL-128 (model 2000) та термометр електронний двоканальний НТ-L13 (рис. 4). Обсяг вибірки у кожному експерименті складає п'ять зразків (контроль і чотири зразки досліда) з різним дозуванням дії досліджуваної речовини.





**Рис. 4. Вимірювання температури та масу продуктів (а – температура продукту; б – маса продукту)**

При удосконаленні технології пшеничного хліба з використанням ЦП та NH-пектину було проведено кілька досліджень. При розробці приготування пшеничного хліба «Цитрус» була розрахована рецептура на 285 г борошна. При приготуванні тіста використовували цитрусовий пектин у різній концентрації: 1 дослід – 0,5%; 2 дослід – 1,0%; 3 дослід – 1,5%, 4 дослід – 2,0% та контрольний зразок – без додавання пектину, а також використовували мелений коріандр у вигляді спеції (0,11%) та насіння кмину (0,35%) до маси борошна.

У процесі розробки технології пшеничного хліба «Інь Янь» використовували NH-пектин у такому дозуванні: 1 дослід – 0,25%; 2 дослід – 0,50%; 3 дослід – 0,75%, 4 дослід – 1,0% та контрольний зразок – без додавання пектину, а також використовували смакову добавку у вигляді насіння чорного та білого кунжуту 1,05% до маси борошна. Досліджуваний продукт відповідає вимогам діючого стандарту ДСТУ 7517:2014 «Хліб із пшеничного борошна».

Кваліфікаційна робота виконана згідно вимог методичних рекомендацій для виконання кваліфікаційної (дипломної) роботи [41].

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Експериментальні дослідження при виробництві функціонального хлібобулочного продукту

##### 3.1.1. Вплив пектинів, спецій та насіння на якість продукту

Для покращення показників якості хліба використовують цитрусовий та термозворотній пектин. Деякими науковцями вивчено вплив пектину на продукти харчування.

Українські автори монографії Снежкін Ю.Ф та Шапар Р.О. [44] вважають, що харчові волокна, які присутні у цитрусовому пектиновмісному порошку (ЦПП), мають багато важливих функцій, наприклад: механічно стимулюють роботу кишечника, сприяють адсорбуванню отруйних сполук, які утворюються в організмі або потрапляють з навколишнього середовища. ЦПП має високу поживну цінність, тому що містить мікроелементи, як-от калій, велику кількість кальцію та фосфору, багатий на вітамін С (120-180 мг,%), вітамін Р (до 490 мг,%), а також на вітаміни В1, В2, каротин, додаючи у тісто при приготуванні хлібобулочних виробів покращуються не тільки фізико-хімічні показники, а ще його біологічна цінність.

Харчові цитрусові волокна мають, проявляє високі технологічні властивості, в тому числі високу вологозв'язуючу здатність, покращує структуру хлібобулочних виробів, уповільнює їх черствіння.

Пектин здатний утворювати гідрофільні комплекси з білками глютену, і ця здатність до утворення комплексів, імовірно, пов'язана з густиною аніонних груп у полісахариді.

За отриманими результатами дослідження впливу ЦП на якість тіста та кінцевого продукту, можна зробити висновок, що технологія внесення пектиновмісного розчину є доцільною, смакові добавки у вигляді меленого

порошку коріандру 0,11% та насіння кмину 0,35% до маси борошна були доречними. Концентрація ЦП в 1,0-2,0% мала негативний вплив на якість тіста та готового хліба. Оптимальним є дозування пектину 0,5%, оскільки в цій концентрації він працює в комплексі, значно впливаючи на структуру тіста. Це підвищує газоутворювальну здатність, що, у свою чергу, покращує обсяг, свіжість, висоту та пористість готових хлібобулочних виробів.

Іноземні та вітчизняні наукові дослідження щодо термозворотного пектину NH проводилися ще 10-15 років назад, є актуальними у наш час та все ще тривають, але факти свідчать про те, що термозворотній пектин може забезпечити переваги у виробництві хліба, особливо для спеціальних сортів хліба, де контроль вологості та текстура є критично важливими. За даними української статті, пектин NH зберігає свої драглиючі властивості навіть після циклів заморожування та розморожування, а також повторного нагрівання, не виділяючи при цьому зв'язану воду. На відміну від інших пектинів, таких як цитрусовий або яблучний, він не потребує великої кількості цукру для утворення гелю і може ефективно працювати в менш кислому середовищі [36, 53].

У хлібопеченні пектин NH сприяє формуванню структури тіста, покращує утримання вологи у тісті і може продовжити свіжість хліба, подібно до інших гідроколоїдів, таких як високометоксильний пектин.

Дослідження впливу NH-пектину на якість хліба виявило що смакова добавка у вигляді насіння чорного та білого кунжуту 1,05% до маси борошна не вплинула на показники тіста та на готовий хлібний виріб. Концентрація NH-пектину в 0,25-0,5% мала недостатній вплив на якість тіста та готового хліба. Оптимальне дозування пектину становить 1,0%, оскільки за цієї концентрації він ефективно взаємодіє з іншими компонентами, помітно покращуючи структуру тіста і м'якушки готового виробу. Така частка позитивно впливає на об'єм, свіжість, висоту та пористість готового хлібобулочного виробу.

Українські дослідники Н. П. Буяльська та В. О. Негай [7] досліджували вплив цитрусового пектину на фізико-хімічні властивості тіста та готового

пшеничного хліба. ЦПП вносили в кількості 1,0%; 1,5% та 2,0% до маси борошна. Встановлено, що додавання ЦПП призводить до зниження вологості тіста: вологість контрольного зразка становила 42,8%; дослідних зразків тіста, відповідно, 42,0%, 41,6%, 40,7%. Дослідження кислотності тіста показали, що кислотонакопичення при збільшенні відбувається дуже інтенсивно. Кислотність контрольного зразка становила 1,3 градуса, а у дослідних зразків, відповідно, 1,5, 1,7 і 2,2 градуса. Зразок із вмістом 2% пектину мав найвищу оцінку за пористістю – 83,7%, що значно вище за показник контрольного зразка – 73,9%. Це пояснюється активним процесом бродіння, під час якого виділяється велика кількість CO<sub>2</sub>, що сприяє розпушуванню тіста.

Досліджено вплив цитрового пектину при виробництві кондитерського борошняного виробу, а саме галетів. Довели доцільність введення цитрусового пектину в кількості від 5 до 10% від маси борошна [46].

Досліджено вплив цитрусових волокон на реологічні властивості тіста і якість безглютенового хліба. Велике дозування ЦПП у рецептурі значно зменшило об'єм хліба, особливо при введенні 10% ЦПП. При збільшеному введенню компонента значно збільшується водопоглинання тіста. Тісто стає більш щільним і менш гнучким, що обмежує його здатність утримувати газу бродіння. Отже, дозування цитрусового пектину у хлібобулочних виробках повинно бути оптимальним і збалансованим, оскільки посилені частка негативно впливає на якість хліба [55].

Додавання спецій та насіння в технології виробництва дріжджового тіста впливає на органолептичні та фізико-хімічні показники хлібобулочних виробів. Кмин впливає на ліпідний обмін, так як відбувається зниження холестерину. Насіння білого та чорного кунжуту є джерелом антиоксидантів, флавоноїдів, фенолів, жирних кислот Омега-6 та клітковини [18, 27, 52].

Насіння кунжуту є природнім антиоксидантом, сприяє зниженню запалень, зміцненню імунної системи, зниженню ризику розвитку хронічних захворювань та рівню холестерину в організмі [26, 40]. При використанні насіння коріандру покращується харчова цінність хліба та подовжується

термін зберігання готового продукту [54]. Отже, дослідження в даному напрямку є актуальними. Розроблено технологічні рецептури, визначено параметри та розрахунки з виробництва звичайного пшеничного хліба без добавок, а також розроблено рецептури удосконалених зразків за власними дослідженнями: 1 зразок – хліба з цитрусовим пектином, кмином, коріандром; 2 зразок – хліба з термозворотнім пектином, білим та чорним кунжутом.

### 3.1.2. Вплив порошкоподібного цитрусового пектину на якість хлібобулочного продукту

Для дослідження використовували порошок цитрусовий пектин в різному дозуванні, який додавали в опару та насіння кмину та коріандру (0,88% до маси борошна) вносили в готове тісто. Результати впливу проміжного дослідження цитрусового пектину на показники якості хлібобулочних виробів наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

#### Результати впливу цитрусового пектину на показники якості хліба

Показники	Масова частка цитрусового пектину, %				Контроль
	дослід 1	дослід 2	дослід 3	дослід 4	
Висота хліба, мм	75	90	83	79	92
Довжина хліба, мм	170	170	170	170	170
Ширина хліба, мм	70	69	68	67	72
Затрати, %					
на упікання	13,4	13,8	12,6	12,8	14,4
на усихання	2,31	3,05	3,09	3,11	2,33

У ході процесу приготування опари з ЦП, було виявлено що при додаванні різних відсотків пектиновмісного порошку у дріжджову суспензію, пектин у рідині з температурою 40°C при інтенсивному перемішуванні погано розчинявся, утворилися грудки. Це свідчить про те, що при невідповідній

температурі, через високу швидкість гідратації, пектин абсорбував рідину, що призвело до утворення зовнішнього шару гелю.

Виявлено, що процес бродіння опари при певному температурному режимі відбувся більш активніше у дослідах №1, 2, 3 опари збільшили свої обсяги у 3 рази. Додавання певного дозування ЦП покращує умови для інтенсивної активації дріжджових клітин в опарі, завдяки збагаченню середовища поживними речовинами. Спостерігається виділення  $\text{CO}_2$  з максимальною швидкістю, порівняно з контролем. Через те, що ЦП є кислотним полісахаридом (рН 4,5-6), він може знижувати кислотність опари, тим самим стимулює активне розмноження та діяльність дріжджів, що й призводить до активнішого бродіння опари. У зразку №4 з дозуванням 2,0% збільшився об'єм опари у 2 рази. Це пояснюється тим, що при додаванні більшої частки ЦП, яка значно підвищує кислотність середовища, активність дріжджів суттєво знижується. Висока концентрація органічних кислот підвищує осмотичний тиск у середовищі, дріжджові клітини втрачають здатність ефективно поглинати поживні речовини та виділяти вуглекислий газ. П'ятий контрольний зразок збільшився у 1,5 рази, але опарі знадобилося більше часу щоб досягти рівня зразків в №1, 2, 3 (рис. 5).



**Рис. 5. Вплив дозування ЦП на опару**

У ході випробування було відмічено, що під час замісу тіста з різною кількістю ЦП, воно було жорстким та щільним, у контрольному зразку тісто було більш липким. У зразках №2, 3, 4 така частка пектиновмісного порошку

негативно вплинула на в'язкість та вологість тіста. Підвищена концентрація ЦП негативно вплинула на утворення гідрофільних комплексів з білками глютену, а отже критично мала вплив на густину аніонних груп у полісахариді. Це призвело до зниженої густини тіста.

Зразки досліджуваного тіста були зважені та проведено візуальний аналіз. Встановлено, що після остаточного вистоювання при певній температурі найбільший об'єм мають зразки №1, 2 (0,5-1,0%) та контроль. Середнє значення об'єму тіста у зразків №3 (1,5%), найнижчий обсяг має зразок №4 (2,0%). Дозування 2,0% ЦП негативно впливає на формування структури. Велика концентрація пектину може призвести до недостатнього розширення структури тіста, що обмежує можливість утримувати вуглекислий газ, що виділяється дріжджовими клітинами. В результаті це може перешкоджати нормальному процесу вистоювання та знижувати загальний об'єм тіста. При дозуванні до 1% ефект ЦП на клейковину в тісті під час вистоювання може бути оптимальним, забезпечуючи баланс між еластичністю та утриманням газу. При збільшенні концентрації пектину вище 1%, його гідроколоїдні властивості почали домінувати, роблячи тісто більш щільним, що обмежило обсяг його підйому.

Встановлено, що після процесу випікання у контрольному зразку №5 без ЦП був найвищий об'єм, структура тіста, що формується за рахунок клейковини, залишається стандартною і найбільш сприятливою для утворення великих бульбашок газу. Вищий питомий об'єм після випікання був саме у зразку №1 з дозуванням 0,5%, наближений до контрольного. Невелика концентрація ЦП покращує водоутримувальну здатність та незначно впливає на структуру клейковини всередині тіста.

Середній питомий об'єм мали зразки №2, 3 з дозуванням 1,0-1,5%. Найнижчий обсяг хліба виявився у зразка №4 (2,0%). Це пояснюється тим, що велика концентрація ЦП взаємодіючи з білками тіста негативно вплинула на клейковинний каркас н/ф, також на щільність структури за рахунок своїх вологоутримувальних та гелеутворювальних властивостей.

Вологоутримувальна здатність гальмувала процес випаровування води в процесі випікання, що також обмежує зростання об'єму.

За формою розпливчатість хліба у порівнянні зразків №1, 2, 3, 5 була чітко помітна у зразку №4 з концентрацією ЦП 2,0%. Це свідчить про те, що таке дозування пектину негативно впливає на якість хліба. В результаті дії сильного гідроколоїду тісто стає занадто м'яким і погано зберігає свою форму, що призводить до розпливчастості хліба після випікання. Велика концентрація ЦП у тісті погіршує його механічні властивості, зокрема стійкість до деформації.

Стосовно підняття верхньої кірки, було досліджено, що саме зразок №1 з найменшим дозуванням мав найнижчий рівень у порівнянні з іншими зразками. Причиною цього є підвищене утворення глютенної сітки та недостатнє утворення в'язкості в тісті. Частина при такій технології внесення пектину, у взаємодії з білками призводить до слабкого утримання вологи у верхньому шарі хліба. Завдяки збільшеному утворенню глютенної сітки сформувалося більш пружне тісто, яке краще утримує CO<sub>2</sub>, забезпечуючи достатній обсяг після випікання, але не діє на скоринку так, як це відбувається при збільшеному дозуванні пектину.

Стан м'якушу у зразків №1, 2, 3 (0,5; 1,0; 1,5 %) та у контрольного зразка був добре пропечений з середньо-тонкою скоринкою, не вологий на дотик, не липкий, при легкому стисканні пальцями між верхньою і нижньою скоринками м'якуш набуває початкової форми; пористість розвинена достатньо, без значних порожнеч та ущільнень; без грудочок та слідів непромісу, без залому (рис. 6).

У зразку №4 ми спостерігаємо, що є наявність липкості вологого м'якушу, пористість знаходиться не в межах норми, є пустоти. Висока водозв'язувальна здатність ЦП негативно відобразилася на цьому зразку: при додаванні 2,0% пектину відбувається надмірне утримання вологи в тісті, що призводить до того, що м'якуш хліба стає вологим і липким.

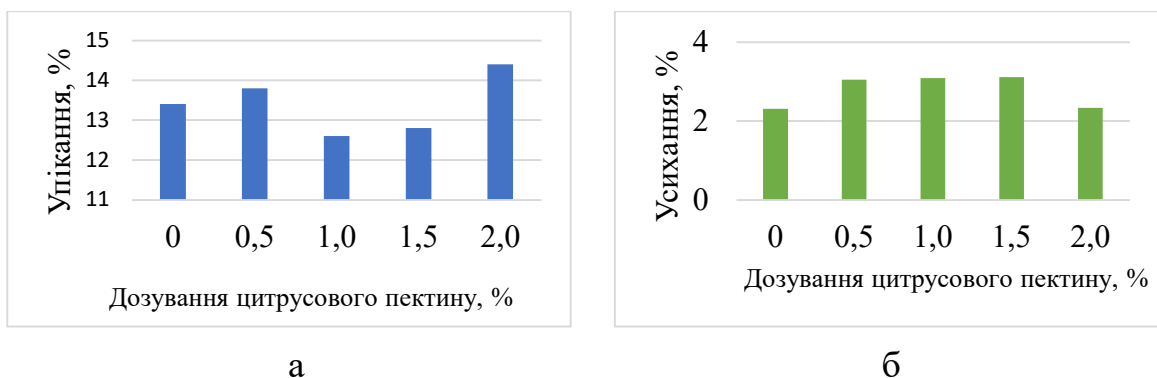




**Рис. 6. Визначення показників хліба на розрізі**

У зв'язку з надлишковим гелеутворенням і зниженням аерації, газові бульбашки, які утворюються під час активного бродіння при вистоюванні, не можуть рівномірно розподілитися, що викликає утворення великих пір і порожнин. Більш ніжний та повітряний м'якуш був саме у зразків з часткою 0,5% та у контрольного зразка.

Колір у п'яти зразках: від світло-коричневого до темно-коричневого, без підгорілості та блідості. Смак – здобний, властивий цьому виду виробу, без стороннього присмаку, не кислий, не прісний, не пересолений, без ознак гіркоти. Але при внесенні насіння у хліб концентрацією 0,88% до маси борошна смак готового продукту був перенасичений за рахунок ефірних олій, що містяться в зернах подрібненого коріандру і кмину. Така частка прянощів у хлібі є високою для якості збалансованого смаку. Запах – ароматний, приємний з легким ароматом коріандру та кмину, властивий цьому виду виробів, без стороннього запаху. На рисунку 7 наведено залежність показників (упікання та усихання) від вмісту цитрусового пектину.



**Рис. 7. Залежність показників від вмісту ЦП, %: а – упікання; б – усихання**

У контрольному зразку без пектину відсоток упікання був вищим, ніж у хлібі з досліджуваним дозуванням ЦП. Це вказує на те, що в процесі випікання контрольного зразка немає такого підвищеного вмісту карбоксильних і гідроксильних груп, як у випадку з ЦП. У хлібі без пектину відсутній бар'єр, що створює гелеподібні структури, які могли б надмірно утримувати вологу під час випікання. Випаровування води відбулося більш інтенсивніше і це пояснює більший відсоток упікання.

Протягом 30 хвилин показник втрати вологи після остигання був у межах норми. У подальшому було виявлено, що упродовж трьох і більше годин у зразків №2, 3, 4 (1,0-2,0%) відсоток упікання значно збільшився, хліб став більш твердим, почав стрімко черствіти. Це демонструє те, що введенні дозування ЦП виявилися надмірними для тіста і готового хліба в цілому, вологозв'язуюча здатність за такої міри негативно вплинула на швидкість випаровування вологи під час зберігання. Також помічено, що така кількість ЦП за масою тіста спричинила досить значне зниження щільності хліба порівняно з контролем, що призвело до жорсткості тіста під час замісу. Розвиток клейковини в тісті та структури м'якушу був слабким, що аналогічно критично вплинуло на свіжість хліба. Дозування пектину 0,5% до маси борошна виявила оптимальний вплив на збереження свіжості хліба. При зберіганні у целофановій упаковці готового виробу (при температурі 20-24°C та відносною вологістю повітря у приміщенні 48-55%) на 2-3 день зберігання хлібобулочний продукт був придатний для вживання в їжу, на ньому не утворювалося плісняви.

У такому досліджуванні технологія додавання ЦП у опару при температурі 40 градусів є недоцільним, через високу швидкість гідратації речовини; смакові добавки коріандр та кмин у кількості 0,88% до маси борошна призвели до інтенсивності та різкості у смаку; негативний вплив на якість тіста та готового хліба була концентрація ЦП 2,0%; дозування ЦП у хлібі 0,5% є оптимальним, у такому дозуванні пектин спрацював у комплексі, така концентрація мала важливий вплив на утримування каркасу пшеничного

тіста, за рахунок газоутворюючої здатності, а також вплинуло на об'єм, свіжість, висоту та пористість готових хлібобулочних виробів.

### 3.2. Розрахунки рецептур готової продукції, харчової та біологічної цінності

Для проведення досліджень було розроблено рецептурний склад приготування хліба функціонального призначення. Рецепт розрахована на 285 г борошна. В таблиці 3 наведено рецептура виробництва хліба з цитрусовим пектином, кмином та коріандром по 2,5 г. При приготуванні тіста використовували цитрусовий пектин у різній концентрації: 1 дослід – 0,5%; 2 дослід – 1,0%; 3 дослід – 1,5%, 4 дослід – 2,0% та контрольний зразок – без додавання пектину.

Таблиця 3

#### Рецептура виробництва хліба з додаванням цитрусового пектину, насіння кмину та мелених зерн коріандру

Найменування сировини	Контроль	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №4
Борошно пшеничне в/с, г	285,0	285,0	285,0	285,0	285,0
Цитрусовий пектин, г	-	1,5	2,9	4,3	5,7
Цукор-пісок, г	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Сіль кухонна, г	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані, г	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Олія соняшникова рафінована, г	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Вода					
в опару	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
в тісто, г	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Насіння кмину, г	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Мелені зерна коріандру, г	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Всього, г	482,5	484,0	485,4	486,8	488,2

При випіканні хліба з додаванням сухого порошкоподібного цитрусового пектину в опару, виробу характеризувалися незадовільними органолептичними показниками. Концентрація 0,88% насіння кмину, коріандру до маси борошна мала суттєвий вплив на смакові якості досліджуваного хліба за рахунок ефірних олій. Внесення ЦП у вигляді сухого порошкоподібного компоненту мало негативний вплив на формування структури через високу швидкість гідратації.

Тому, було удосконалено рецептуру пшеничного хліба «Цитрус» (табл. 4) додатковим приготуванням пектиновмісного розчину – пектин розводили у воді при температурі 80-90°C, кількість води для всіх дослідних зразків брали в однаковій кількості (89,7%), а також зменшення дозування спецій. Спеції коріандру меншої фракції помелу (50 мкм) – 0,11% і насіння кмину – 0,35% до маси борошна.

Таблиця 4

#### Удосконалена рецептура виробництва хліба з обраними компонентами

Найменування сировини	Контроль	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №4
Борошно пшеничне в/с, г	285,0	285,0	285,0	285,0	285,0
Цитрусовий пектин, г	-	1,5	2,9	4,3	5,7
Цукор-пісок, г	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Сіль кухонна, г	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані, г	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Олія соняшникова рафінована, г	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Вода					
в опару	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
в тісто, г	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Насіння кмину, г	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Мелений коріандр, г	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Всього, г	478,8	480,3	481,7	483,1	484,5

Згідно проведеним дослідженням, всі досліджуванні зразки відповідали

вимогам якості хлібобулочних виробів, але дослідний зразок №1 мав кращі органолептичні показники, в порівнянні з іншими дослідними зразками. Таким чином, для приготування пшеничного хліба краще використовувати цитрусовий пектин у кількості 0,5% якості мав другий зразок із вмістом цитрусового пектину 0,5%.

Для виготовлення хліба «Інь Янь» використовували NH-пектин у такій концентрації: 1 дослід – 0,25%; 2 дослід – 0,50%; 3 дослід – 0,75%, 4 дослід – 1,0% та контрольний зразок – без додавання пектину, а також білий та чорний кунжут – 1,05% до маси борошна. Рецептuru такого хліба наведена у таблиці 5.

Таблиця 5

### Рецептура виробництва хліба «Інь Янь»

Найменування сировини	Контроль	Дослід №1	Дослід №2	Дослід №3	Дослід №4
Борошно пшеничне в/с, г	285,0	285,0	285,0	285,0	285,0
NH-пектин, г	-	0,7	1,4	2,1	2,9
Цукор-пісок, г	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Сіль кухонна, г	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані, г	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Олія соняшникова рафінована, г	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Вода					
в опару	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
в тісто, г	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Суміш білого та чорного кунжуту, г	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Всього, г	480,5	481,2	481,9	482,6	483,4

Таким чином, оптимальним дозуванням використання NH-пектину є 1,0% пектину до маси борошна.

Харчова та біологічна цінність пшеничного хліба з відповідними

харчовими та функціональними добавками була розрахована відповідно літературних джерел [21], [47], [56] та наведено в таблицях 6, 7, 8, 9. Пшеничний хліб з використанням пектинів та спецій мають важливе значення у харчуванні людей різних вікових груп та професійного спрямування, тому що у складі є компоненти високої енергетичної та біологічної цінності. Хлібні вироби, які збагачені пектинами, відіграють важливу роль у профілактиці шлунково-кишкових захворювань, завдяки здатності пектинів регулювати мікрофлору кишечника. Енергетична цінність хліба «Цитрус» на 100 г продукту складає 255,34 ккал; води – 39,69 г; білків – 6,35 г; жирів – 5,74 г; вуглеводів – 44,33 г. Щодо мінеральних речовин, у хлібі більша кількість речовини Na – 405,43 мг та K – 85,53 мг. Хліб є вітамінізованим, тому що у його складі велика кількість вітамінів групи PP (B3) – 0,90 мг і B1 – 0,11 мг.

Енергетична цінність хліба «Інь Янь» на 100 г продукту становить 256,55 ккал, води – 39,43 г, білків – 6,39 г, жирів – 5,95 г, вуглеводів – 44,13 г. Хліб збагачений мінеральними речовинами (Na – 403,15 мг, K – 84,19 мг) та вітамінами (PP – 0,92 мг і B1 – 0,11 мг).

Завдяки високому вмісту натрію, такий хліб рекомендується для осіб з інтенсивними фізичними навантаженнями, оскільки він сприяє поповненню електролітів та запобіганню зневоднення. Підвищений вміст калію в хлібі сприяє нормалізації роботи серцево-судинної системи, підтримці водно-сольового балансу організму, а наявність вітамінів групи B сприяє поліпшенню роботи нервової системи та збільшенню опірності організму стресовим факторам.

При використанні біологічних сполук покращується якість готових хлібобулочних виробів, а також вироби мають корисні властивості для організму, так як дані сполуки володіють антивірусною, антимікробною, протизапальною дією. Включення до рецептури вітамінів та мінералів дає змогу збільшити добове споживання необхідних для організму речовин без значної зміни раціону харчування.

## Харчова цінність пшеничного хліба «Цитрус» вищого гатунку

Найменування інгредієнтів	Маса нетто, г	Енергетична цінність, ккал		Вода		Білки		Жири		Вуглеводи	
		норма на 100 г	РК*	норма на 100 г	РК*	норма на 100 г	РК*	норма на 100 г	РК*	норма на 100 г	РК*
Борошно пшеничне вищого сорту	285,0	334,0	951,90	14,00	39,90	10,3	29,36	1,10	3,14	69,90	199,22
Цукор-пісок	11,0	379,0	41,69	0,14	0,02	0,0	0,00	0,00	0,00	99,80	10,98
Сіль	5,0	0,0	0,00	0,20	0,01	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Дріжджі пресовані	7,5	99,0	7,43	74,00	5,55	12,7	0,95	2,70	0,20	12,30	0,92
Вода	145,0	0,0	0,00	100,00	145,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Олія соняшникова	24,0	899,0	215,76	0,10	0,02	0,0	0,00	99,90	23,98	0,00	0,00
Насіння кмину	1,0	370,0	3,70	9,90	0,10	17,8	0,18	22,27	0,22	44,24	0,44
Мелений коріандр	0,3	298,0	0,89	9,00	0,03	12,4	0,04	17,77	0,05	13,09	0,04
Цитрусовий пектин	1,5	336,0	5,04	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	89,06	1,34
Всього	480,3	2715,0	1226,41	207,34	190,63	53,2	30,52	143,74	27,59	328,39	212,93

Примітка: \*РК – розрахункова кількість

## Біологічна цінність пшеничного хліба «Цитрус» вищого гатунку

Найменування інгредієнтів	Маса нетто, г	Мінеральні речовини, мг						Вітаміни, мг					
		Na		K		Ca		B1		B2		PP	
		норма на 100 г	PK	норма на 100 г	PK	норма на 100 г	PK	норма на 100 г	PK	норма на 100 г	PK	норма на 100 г	PK
Борошно пшеничне вищого сорту	285,0	3,0	8,55	122,0	347,7	18,0	51,3	0,17	0,4845	0,04	0,114	1,2	3,42
Цукор-пісок	11,0	1,0	0,11	3,0	0,33	2,0	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Сіль	5,0	38710	1935,5	9,0	0,45	368,0	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дріжджі пресовані	7,5	21,0	1,575	590,0	44,25	27,0	2,03	0,6	0,045	0,68	0,051	11,4	0,855
Вода	145,0	0,9	1,305	0,3	0,435	4,5	6,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Олія соняшникова	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Насіння кмину	1,0	17,0	0,17	1350,0	13,5	690,0	6,9	0,4	0,004	0,4	0,004	3,6	0,036
Мелений коріандр	0,3	0,04	0,00012	1267,0	3,801	698,0	2,09	0,2	0,0006	0,3	0,0009	2,1	0,0063
ЦП	1,5	4,0	0,06	20,0	0,3	20,0	0,3	0,01	0,00015	0,01	0,00015	0,1	0,0015
Всього	480,3	38756,94	1947,3	3361,3	410,8	1827,5	87,76	1,38	0,53	1,43	0,17	18,4	4,32

Примітка: \*PK – розрахункова кількість



## Харчова цінність пшеничного хліба «Інь Янь»

Найменування інгредієнтів	Маса нетто, г	Енергетична цінність, ккал		Вода		Білки		Жири		Вуглеводи	
		норма на 100 г	РК*	норма на 100 г	РК*	норма на 100 г	РК*	норма на 100 г	РК*	норма на 100 г	РК*
Борошно пшеничне вищого сорту	285,0	334,0	951,90	14,00	39,90	10,3	29,36	1,10	3,14	69,90	199,22
Цукор-пісок	11,0	379,0	41,69	0,14	0,02	0,0	0,00	0,00	0,00	99,80	10,98
Сіль	5,0	0,0	0,00	0,20	0,01	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Дріжджі пресовані	7,5	99,0	7,43	74,00	5,55	12,7	0,95	2,70	0,20	12,30	0,92
Вода	145,0	0,0	0,00	100,00	145,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Олія соняшникова	24,0	899,0	215,76	0,10	0,02	0,0	0,00	99,90	23,98	0,00	0,00
Суміш білого та чорного кунжуту	3,0	545,0	16,35	3,75	0,11	18,7	0,56	47,70	1,43	10,90	0,33
Пектин NH	2,9	243,2	7,05	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	64,30	1,86
Всього	483,4	2499,2	1240,18	192,19	190,61	41,7	30,87	151,40	28,74	257,20	213,31

Примітка: \*РК – розрахункова кількість

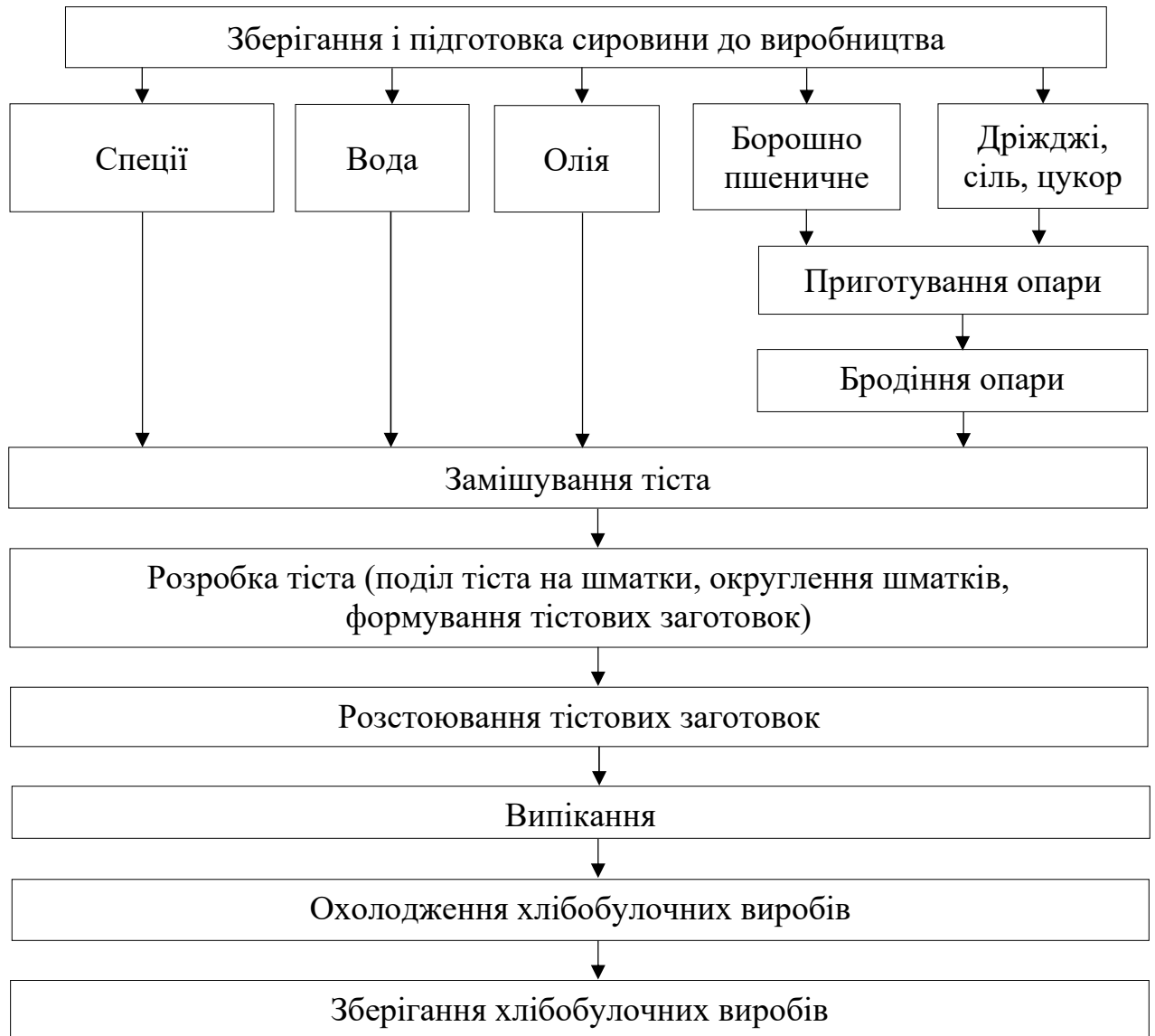
## Біологічна цінність пшеничного хліба «Інь Янь»

Найменування інгредієнтів	Маса нетто, г	Мінеральні речовини, мг						Вітаміни, мг					
		Na		K		Ca		B1		B2		PP	
		норма на 100 г	PK	норма на 100 г	PK	норма на 100 г	PK	норма на 100 г	PK	норма на 100 г	PK	норма на 100 г	PK
Борошно пшеничне вищого сорту	285,0	3,0	8,55	122,0	347,7	18,0	51,3	0,17	0,484	0,04	0,114	1,2	3,42
Цукор-пісок	11,0	1,0	0,11	3,0	0,33	2,0	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Сіль	5,0	38710	1935,5	9,0	0,45	368,0	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дріжджі пресовані	7,5	21,0	1,575	590,0	44,25	27,0	2,03	0,6	0,045	0,68	0,051	11,4	0,855
Вода	145,0	0,9	1,305	0,3	0,435	4,5	6,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Олія соняшникова	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Суміш білого та чорного кунжуту	3,0	10,5	0,31	440,5	13,21	1212,5	36,37	0,7	0,021	0,225	0,007	5,0	0,15
Пектин NH	2,9	50,0	1,45	20,0	0,58	10,0	0,29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Всього	483,4	38796,40	1948,81	1184,8	406,96	1642,0	115,13	1,47	0,550	0,945	0,172	17,6	4,425

Примітка: \*PK – розрахункова кількість

### 3.3. Технологічні схеми виробництва хліба

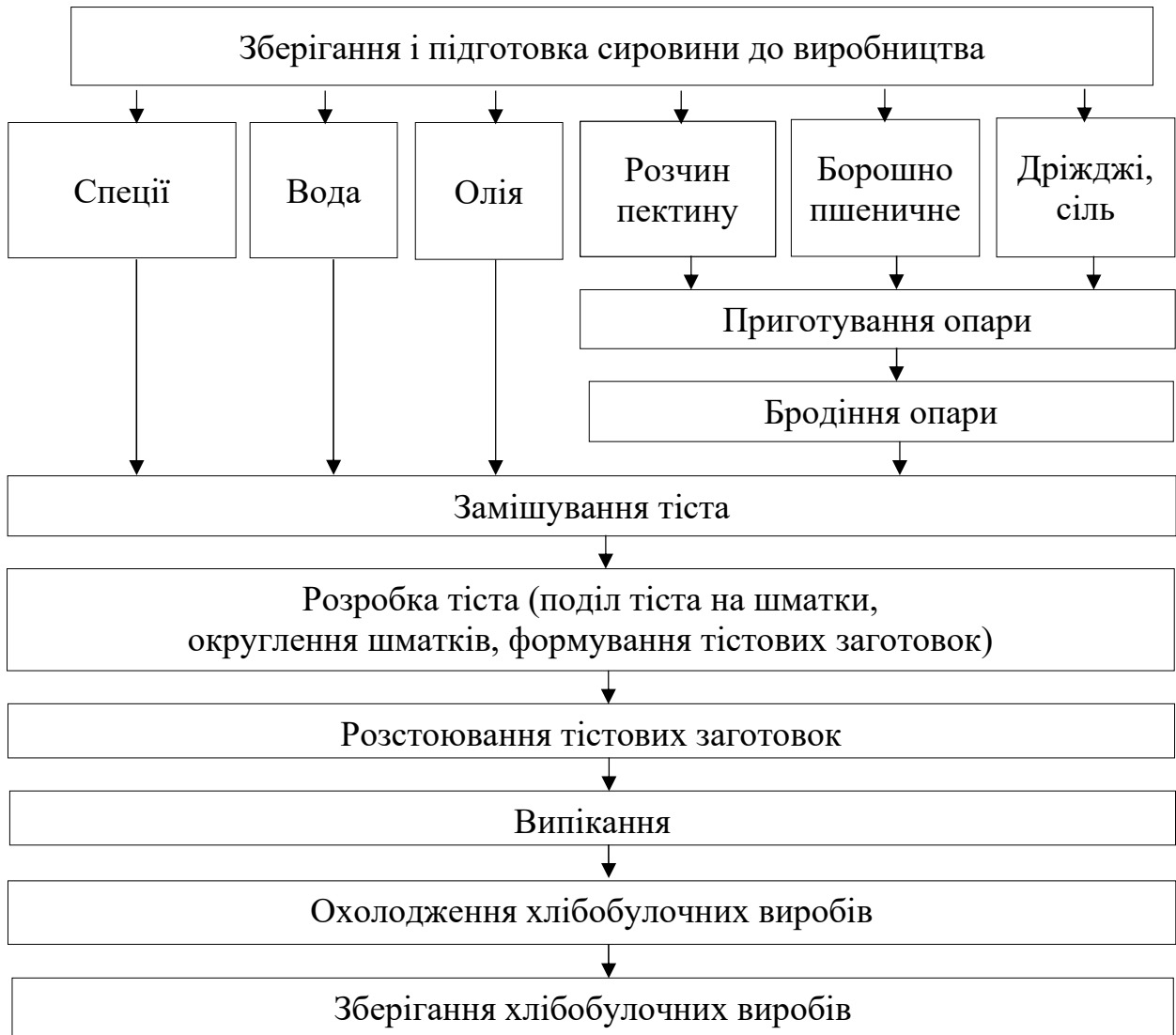
Виробництво пшеничного хліба зі спеціями контрольного зразку наведена на рисунку 8.



*Рис. 8. Векторна схема виробництва хліба контрольного зразку*

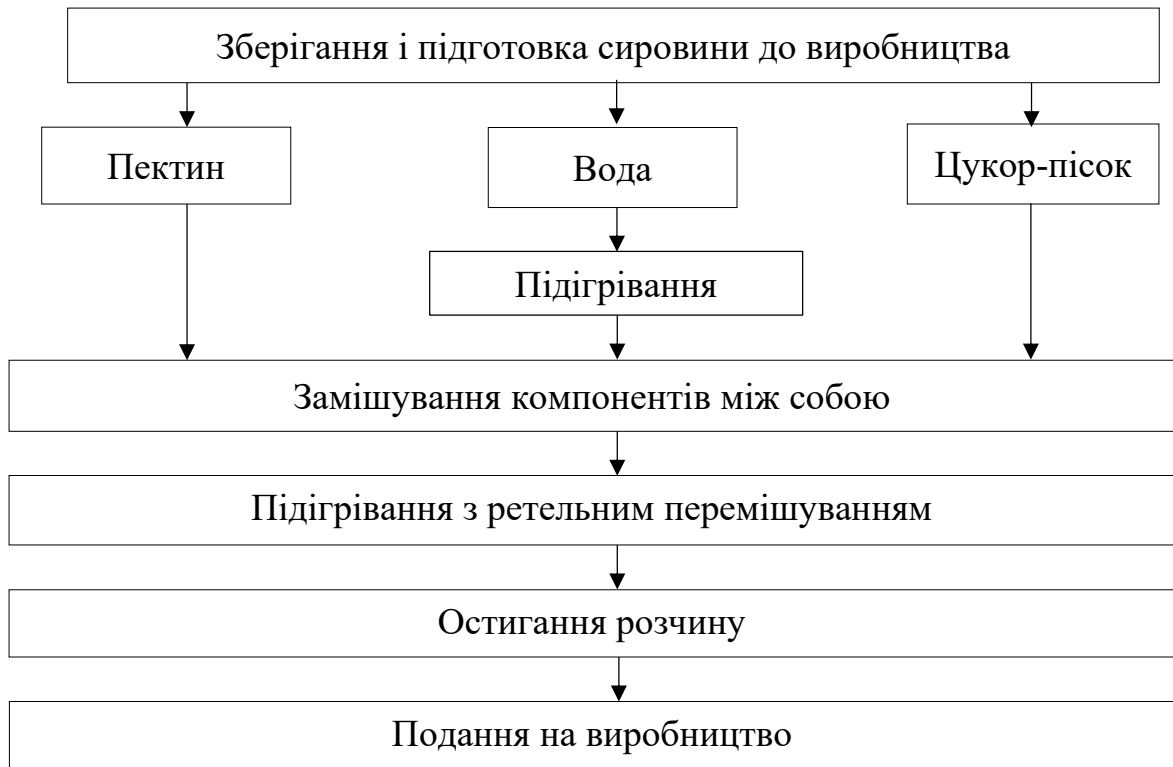
Готовий хліб залишають для охолодження при температурі 28-30°C протягом 300-360 хвилин на листах вагонеток для готових хлібобулочних виробів. На складі готової продукції відбувається зберігання хліба протягом 48 годин при температурі 18-25°C та відносної вологості повітря 60%. Зберігання за дотриманням цих умов дозволяє продовжити термін придатності хліба та зберегти його смакові якості до надходження в магазини.

Виробництво досліджуваного пшеничного хліба з пектином (цитрусовий і термозворотній), який попередньо розчинений у воді температурою 80-90°C, наведено на рисунку 9.



*Рис. 9. Векторна схема виробництва хліба з внесенням пектину*

На рисунку 10 представлено приготування розчину, що містить пектин. Желюючий реагент розводили у воді, попередньо нагрітій до 80-90°C. У всіх зразках використовували однакову кількість води, що становить 89,7%. Так само до складу входить цукор, оскільки він сприяє поліпшенню гідратації та стабілізації гелеутворення. Отриманий розчин сприяє рівномірному розподілу пектину в опарі та тісті, позитивно впливаючи на якість готового виробу.

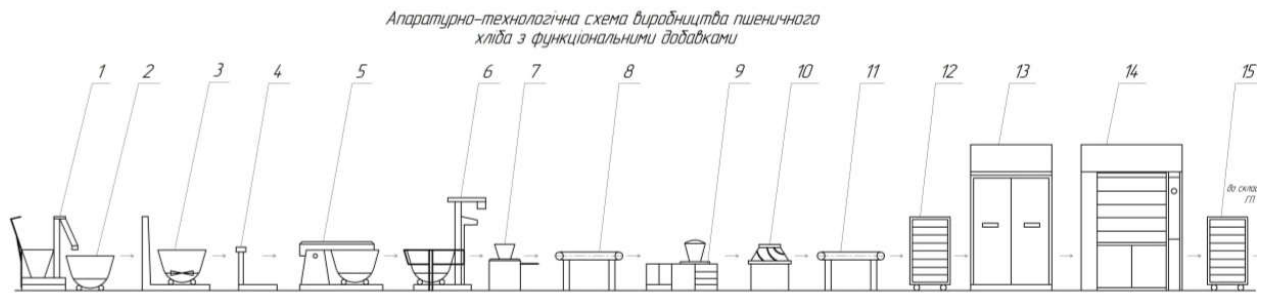


*Рис. 10. Векторна схема виробництва пектиновмісного розчину*

### **3.4. Опис технології виробництва пшеничного хліба «Цитрус» та «Інь Янь»**

Опис технології почергового виробництва пшеничного хліба «Цитрус» та «Інь Янь» опарного способу приготування. Апаратурна схема виробництва наведена на рисунку 11.

Борошно пшеничне вищого сорту надходить на виробництво у мішках та зберігається на піддонах. Цитрусовий та термозворотній пектин надходить на стіл для підготовки, проходить інспекцію, просіюється вручну з метою видалення всіх домішок та відправляється підкатним візком на виробництво. Насіння кмину, мелений коріандр, суміш білого та чорного кунжуту надходять на столи для підготовки та подаються до малопотужного зерноочисного сепаратору. За допомогою змінних решіток (від 50 мкм до 3 мм) просіюються з метою видалення легких домішок. Підготовлене насіння та мелений коріандр відправляються підкатним візком для насіння на виробництво.



**Рис. 11. Апаратурно-технологічна схема виробництва пшеничного хліба з функціональними добавками**

Пшеничне борошно подається до просіювача ПМ-900М [поз. 1], яке просіюється з метою насичення борошна киснем та видалення всіх домішок, звідти в діжу Д-300 [поз. 2], готове борошно подається на виробництво для замішування тіста. У машині Х-14 готується окремо по черзі для кожного виду хліба пектиновмісний розчин з усієї кількості цукру та 89,7% від загальної кількості води при температурі 80-90°C з ретельним перемішуванням, до утворення прозорого розчину. Остигання відбувається до температури 40-45°C. Потім у підкатній діжі Т1-ХТ2Д [поз. 3] готується опара: додають пектиновмісний розчин, дріжджі 35,1 % від усієї кількості борошна, сіль згідно відповідних рецептур. Опара готується протягом 3-5 хвилин, бродіння опари для хліба відбувається при  $t=30-42^{\circ}\text{C}$  ( $t$  опари – 35,2-36,3°C) протягом 15-20 хвилин.

Питна вода проходить через фільтр для очищення води, де очищується, надходить до баку для зберігання води, де підігрівається, подається для приготування пектиновмісного розчину при високій температурі 80-90°C або до змішувача, в якому потоки холодної та гарячої води змішуються в необхідних пропорціях для отримання потрібної температури, тобто 40°C. Підготовлена вода з потрібною температурою подається на виробництво.

Олія соняшникова рафінована зберігається у бачку для зберігання, проходить крізь рідинний фільтр та подається на виробництво.

Діжу Д-300 [поз. 2] підвозять до тістомісильної машини Пріма-300 [поз.

5], додають підготовлену опару, борошно пшеничне – 64,9%, воду, соняшникову олію рафіновану, насіння кмину, мелений коріандр або суміш кунжутів згідно рецептур. У тістомісильній машині Пріма-300 [поз. 5] замішують тісто протягом 5-7 хв.

Після цього діжу Д-300 [поз. 2] підвозять до діжеперекидача А2-ХП2Д-1 [поз. 6] і тісто вивантажують в тістоподільну машину «Кумкава DM2000 S» [поз. 7]. Там відбувається поділ тіста на шматки, маса яких повинна бути на 10-15% більше, ніж маса готових виробів з урахуванням упікання та усихання на наступних стадіях.

Потім тістові затовки за допомогою стрічкового транспортера «PRASKOM» [поз. 8] подають до контрольних ваг [поз. 9] для вимірювання ваги. Після цього тістові заготовки відправляють в тістоокруглюючу машину «Кумкава CM3100» [поз. 10], де тістові заготовки округлюють. Округлені тістові заготовки відправляються за допомогою похилого стрічкового транспортера «PRASKOM» [поз. 11] на наступний етап, укладають у форми для вистоювання, які знаходяться на вагонетці для тістових заготовок [поз. 12] та відправляють у вистоювальну шафу «Grow-UP LITE» [поз. 13] для остаточного вистоювання при температурі 36,5-47°C протягом 30 хвилин, температура змінюється у два етапи: у I етапі температура у камері вистоювання 36,5°C, температура тіста 28,1-36,5°C протягом 10 хв. У II етапі температура у камері вистоювання піднімається до 47°C протягом 20 хв, температура тіста від 36,5°C підіймається до 42°C. Відносна вологість камери вистоювання 75-85%.

Після остаточного вистоювання тістові заготовки відправляють на випікання в ротаційну піч «Imprex Rotor» [поз. 14] при температурі від 180 до 200°C. Випікання відбувається у три етапи: у I етапі температура середовища пекарної камери повинна бути 180°C протягом 10 хвилин, це сприяє протіканню колоїдних і фізико-хімічних процесів, тобто прогріванню тістової заготовки. Висока відносна вологість середовища пекарної камери (75-85%), що досягається штучним зволоженням, інтенсифікує прогрівання тіста.

Невисока температура у поєднанні з високою відносною вологістю виключає можливість утворенню кірки на поверхні виробів у першому етапі. Це сприяє підніманню виробів, утворенню пористої структури. У II етапі температура поступово збільшується на 20 хвилин до 200°C. Відбувається процес випікання, продовжується і в основному закінчуються колоїдні і фізико-хімічні процеси в тісті. У III етапі температура зменшується до 180°C протягом 15 хвилин для остаточної фіксації структури виробів з утворенням кірки на поверхні і завершується процес видалення надлишку вологи. Тривалість процесу випікання хліба «Цитрус» та «Інь Янь» – 45 хвилин. Після випікання залишають для охолодження при температурі 28-30°C протягом 300-360 хв на листах на вагонетці для готової продукції [поз. 15] та направляють на склад готової продукції, а потім на реалізацію до торгівельної мережі.

Технологічний режим приготування пшеничного хліба з функціональними добавками наведено у таблиці 10.

Таблиця 10

**Технологічні режими приготування пшеничного хліба з функціональними добавками**

Параметр процесу	Опара	Тісто
1	2	3
Початкова температура, °C	35,2-36,3	28,1-42
Температура бродіння, °C	30-42	-
Тривалість приготування, хв	3-5	5-7
Тривалість бродіння, хв	15-20	-
Маса шматків тіста (з похибкою $\pm 2,0-2,5\%$ ), г	-	435
Температура розчинення пектинів, °C	80-90	-
Тривалість розчинення пектинів, хв	3-5	-
Температура остигання розчинів, °C	40-45	-
Тривалість вистоювання, хв	-	30
Температура у вистійній шафі, °C	-	36,5-47



*Продовж. табл. 10*

1	2	3
Відносна вологість у вистійній шафі, %	-	75-85
Тривалість випікання, хв	-	45
Температура пекарної камери, °С	-	180-200
Маса одного хліба після випікання, г	-	385
Маса одного хліба після охолодження, г	-	380
Відсоток упікання, %	-	11,9
Відсоток втрати вологи після остигання, %	-	2,1
Температура при охолодженні виробів, °С	-	28-30
Тривалість охолодження виробів, хв	-	300-360

### **3.5. Удосконалена технологія виробництва хліба з пектиновими розчинами**

#### **3.5.1. Технологія виготовлення пектинових розчинів**

У процесі досліджень було вдосконалено рецептуру пшеничного хліба шляхом попереднього приготування пектиновмісного розчину (рис. 12). Розчин готували, розводячи пектин у воді за температури 80-90°C, при цьому об'єм води для всіх дослідних зразків становив 89,7%. Така температурна обробка в поєднанні з додаванням однакової кількості цукру (3,8% до маси борошна) сприяла повному розчиненню пектину, запобігаючи утворенню грудок.

Під час нагрівання молекули пектину активізуються, збільшується їхня рухливість і взаємодія з водою, що полегшує процес розчинення. Присутність цукру створює осмотичний ефект, який посилює взаємодію між молекулами пектину та водою, забезпечуючи однорідність структури розчину. Ці зміни сприяють поліпшенню технології додавання пектину в тісто, забезпечуючи стабільність і поліпшення текстури хлібобулочних виробів.



*Рис. 12.* Дослідження приготування пектиновмісного розчину

### **3.5.2. Вплив пектинових розчинів на показники якості хліба**

Під час проведення досліджень першого виду удосконаленого хліба «Цитрус», тісто готували опарним способом з внесенням порошку ЦП у вигляді розчину та насінням кмину (0,35% до маси борошна), меленим коріандром з меншим ступенем помолу (0,11%).

Процес бродіння опари всіх зразків відбувався рівномірно, за більш однакових умов температури та вологи. У такому технологічному режимі бродіння опари відбувалося більш інтенсивно у зразках №1 і №2 з дозуванням 0,5% і 1,0%, а також у контрольному. Така технологія внесення ЦП у вигляді пектиновмісного розчину та за більш однакових технологічних умов для всіх зразків є більш оптимальною. Зразки опар за цієї технології показали меншу різницю в коливаннях об'єму порівняно з проміжним дослідженням. Пектин у розчиненому вигляді легше і швидше розподіляється в опарі, забезпечуючи рівномірну взаємодію з іншими компонентами.

Зразки з дозуванням 1,5-2,0% (№3, 4) показали найменший об'єм опари, що свідчить про негативний вплив ЦП на кислотність в опарі та знижену активацію дріжджових клітин (рис. 13).

На наступному етапі процесу замішування тіста було з'ясовано, що тісто за структурою було більш повітряним і м'яким у зразку з мінімальною кількістю ЦП 0,5% і контрольному зразку №5, порівняно з №2, 3, 4. За

мінімального дозування пектину не відбувалося надмірного гелеутворення, що дало змогу зберегти більш легку та рівномірну структуру тіста.



*Рис. 13. Вплив дозування ЦП у вигляді розчину на опару*

Після остаточного вистоювання сформованих н/ф, було проведено візуальний, ваговий аналіз та встановлено, що найбільший об'єм мають зразки №1 (0,5%) та №5 без додавання ЦП. Найнижчий обсяг тіста був у зразках №2 та №3 з дозуванням 1,0-1,5%. Присутність мінімальної кількості ЦП (0,5%) дозволяє тісту ефективніше розвиватися і накопичувати повітря, сприяє кращому підйому та збільшенню обсягу тістової заготовки відповідно до контрольного зразка без додавання пектину.

Встановлено, що середнє значення питомого об'єму тіста має саме зразок №4 з підвищеною часткою 2,0%, у порівнянні з №2 та №3, які мають дозування нижче. Підвищений вміст желуючого агента при такій технології внесення вказує на сприятливе поєднання властивостей після вистоювання, що дозволяє зберегти деяку еластичність і підйом тіста після вистоювання, але при цьому не досягаючи максимального обсягу, як в контролі. Концентрація ЦП 1,0-1,5% показала несприятливий вплив на якість заготовки тіста, за такої технології було послаблено структуру клейковини в цьому випадку, тісто було менш стійким до підйому (рис. 14).



а)



б)

*Рис. 14. Залежність висоти та об'єма тіста після вистоювання від вмісту ЦП: а – вимірювання; б – аналізування*

Згідно дослідженню, після процесу випікання найвищий об'єм хліба спостерігався у зразках №1 та у контролі. Структура тіста залишилася стандартною. Дозування 0,5% виявилось оптимальним, невелика концентрація ЦП покращує водоутримувальну здатність та незначно впливає на структуру клейковини всередині тіста.

Найнижчий обсяг хліба виявився у зразках №2 та №3 з дозуванням 1-1,5% ЦП. У цьому випадку внесення пектиновмісного розчину, така концентрація негативно вплинула на клейковинний каркас та на рівномірну щільність структури. Як показало дослідження, частка ЦП 1-1,5% недостатньо вплинула на утримання вологи, що призвело до меншої стійкості до підйому, у порівнянні з середнім значенням. Середній об'єм хліба мав зразок №4 з дозуванням 2,0% (рис. 15).



**Рис. 15. Визначення структурних параметрів після випікання хліба «Цитрус»**

Розпливчатість хліба чітко помітно у зразках №3 та №4 з концентрацією ЦП 1,5-2,0%. Це вказує на те, що подібне дозування негативно впливає на якість хліба. Вплив сильного гідроколоїду на вміст води в тісті призводить до його надмірної м'якості та недостатньої здатності утримувати форму, що викликає розпливчастість виробу після випікання. Підвищена концентрація у тісті погіршує його механічні характеристики, особливо стійкість до деформації.

Стосовно підняття верхньої кірки, у всіх зразках воно було рівномірне. У зразку №3 з додаванням ЦП 1,5% було помічено виникнення тріщини через недостатню еластичність тіста. Утворилася дуже щільна структура, що ускладнює рівномірне розширення під час випікання. Тісто не достатньо

утримує вологу, що призводить до швидшого висихання кірки та утворення тріщини.

Згідно з проведеним дослідженням, концентрація цитрусового пектину в 1,0-2,0% мала негативний вплив на якість тіста та готового хліба. Оптимальним є дозування ЦП в 0,5%, так як значно впливає на структуру тіста. При цьому підвищується газоутворювальна здатність, яка впливає на обсяг, свіжість, висоту та пористість готового хліба.

Нами було проведено дослідження щодо застосування термозворотного пектину. Для хліба «Інь Янь», тісто готували опарним способом. При приготуванні тіста використовували NH-пектин у вигляді розчину зі зниженим дозуванням та сумішшю насіння білого та чорного кунжутів (1,05% до маси борошна).

Процес бродіння опари через рівний проміжок часу виявився більш активніший у зразків № 1, 2, 3 з дозуванням 0,25-0,75%. Середній об'єм має опара без пектину. Низький об'єм спостерігається у зразку № 4 (1,0%), цьому зразку знадобилося більше часу щоб відбулася повна активація бродіння. При середніх концентраціях NH-пектин позитивно впливає на структуру тіста, на процеси газоутворення. Покращує утримання вуглекислого газу, що утворюється дріжджами. Середній обсяг опари в контролі пов'язаний з відсутністю цього полімеру, що не дозволяє утримувати вуглекислий газ ефективно, як в інших зразках. При високій концентрації, бродіння сповільнюється через створення надмірно щільної гелеподібної структури, яка знижує газообмін і обмежує зростання дріжджових клітин (рис. 16).



*Рис. 16. Вплив дозування NH-пектину у вигляді розчину на опару*

Під час замісу тіста було виявлено, що тісто було м'яким та еластичним у зразках № 3 та контролі, у № 4 – жорстким з внесенням більшої концентрації NH-пектину. У зразках №1 та № 2 при вимішуванні тісто було липким.

Після остаточного вистоювання та проведення візуального аналізу із контрольним зважуванням, було досліджено, що найбільший об'єм тіста мають зразки № 4 (1,0%) та у контрольному зразку. Це пояснюється тим, що тісто в контролі зберігає природну структуру. У зразка з підвищеним дозуванням, пектин термозворотній утворює щільну гелеподібну структуру, яка здатна ефективно утримувати CO<sub>2</sub> при вистоюванні попри уповільнення активності дріжджових клітин. Вуглекислий газ накопичується і залишається в структурі тіста, що призводить до його значного об'єму.

Середній об'єм тіста у зразку № 3 обумовлений тим, що ця концентрація підтримує помірний рівень утримання газу. За менших дозувань (0,25-0,5%) даного пектину недостатньо для істотного поліпшення газозатримування, але достатньо для мінімального ущільнення структури (рис. 17).



**Рис. 17. Дослідження висоти та об'єму тіста після вистоювання з вмістом NH-пектину в різній концентрації**

Після проведення процесу випікання спостерігається найбільший питомий об'єм хліба у зразках №3 та №4 з підвищеною концентрацією та у контролі (рис. 18). Утворення міцної гелеподібної сітки за такого дозування здатне ефективно утримувати CO<sub>2</sub>, який виділяється дріжджовими клітинами в процесі випікання. Гелеподібна сітка позитивно впливає на структуру клейковини у тісті, сприяє збереженню повітря, надаючи випеченому хлібу легкості та збільшеного питомого об'єму. Середній об'єм має зразок №1, через

те, що низька концентрація пектину має помірний вплив на стабілізацію газу. Так як для цієї кількості недостатньо для утворення щільної гелевої структури, як у зразках із вищим вмістом. Концентрація 0,5% у зразка №2 перебуває в проміжному значенні, за якого його гелеутворювальні властивості недостатньо сильні для стабільного утримання газу в тісті, але водночас усе ще дещо перешкоджають газоутворенню. Така частка могла призвести до ущільнення структури тіста, через що частина вуглекислого газу втрачається в процесі випікання, і питомий об'єм хліба знижується.

У зв'язку з низьким вмістом пектину (0,25-0,5%), затриманням води в тісті та неповним газоутриманням, спостерігається розпливчастість зразків №1 та №2. Пектин за такої концентрації не встигає зміцнити структуру, тому відбувається втрата форми хлібобулочного виробу. Досліджено, що нестача газоутримання і структурної стабільності за концентрації пектину 0,5% призводить до слабкого підйому скоринки. Під час випікання скоринка утворюється гірше через недостатній об'єм тіста і слабку структуру, що знижує її здатність підніматися.



а)



б)

**Рис. 18. Визначення структурних параметрів після випікання хліба з NH-пектином: а – об'єм; б – форма**

Дослідження впливу NH-пектину на структурні параметри показало, що технологія внесення пектиновмісного розчину є доцільною; концентрація NH-пектину в 0,25-0,5% мала недостатній вплив на якість тіста та готового хліба. Оптимальним є дозування пектину 1,0%, оскільки в цій концентрації він працює в комплексі, значно впливаючи на структуру тіста. Таке дозування позитивно впливає на об'єм, висоту готового хлібобулочного виробу.

### 3.5.3. Оцінка якості готової продукції

Досліджено органолептичні показники хлібу «Цитрус» та «Інь Янь». Відповідно до результатів експерименту удосконаленого пшеничного хліба «Цитрус», колір у п'яти зразків був від світло-коричневого до темно-коричневого, без підгорілості та блідості (рис. 15). Смак у п'яти зразків був властивий цьому виду виробу, без стороннього присмаку, не кислий, не прісний, не пересолений, без ознак гіркоти. Концентрація насіння кмину (0,35%) та меленого порошку коріандру (0,11%) була оптимальною, смак був приємним, не перенасиченим. Запах у п'яти зразків був ароматний, приємний з легким ароматом коріандру та кмину, без стороннього запаху.

Встановлено, що більш ніжний та повітряний м'якуш був у зразка з дозуванням 0,5% ЦП та у контролі. М'якуш був добре пропечений з середньо-тонкою скоринкою, не вологий на дотик, не липкий, при легкому стисканні пальцями між верхньою і нижньою скоринками він набуває початкової форми; пористість розвинена достатньо, без порожнеч та ущільнень; без грудочок та слідів непромісу, без залому.

У зразків №2, №3 та №4 ми спостерігаємо, що є наявність липкості вологого м'якушу, пористість знаходиться не в межах норми, а є пустоти. Висока водозв'язувальна здатність ЦП негативно відобразилася при додаванні 1,0-2,0%, так як відбувається надмірне утримання вологи в тісті, що призводить до вологого та липкого м'якуша хліба. У зв'язку з надлишковим гелеутворенням і зниженням аерації, газові бульбашки, які утворюються під час активного бродіння при вистоюванні, не можуть рівномірно розподілитися, що викликає утворення великих пір і порожнин (рис. 19).



Рис. 19. Визначення органолептичних показників на розрізі хліба «Цитрус»



Результати впливу дослідження ЦП на органолептичні показники якості зразків пшеничного хліба «Цитрус» наведені у таблиці 11.

Таблиця 11

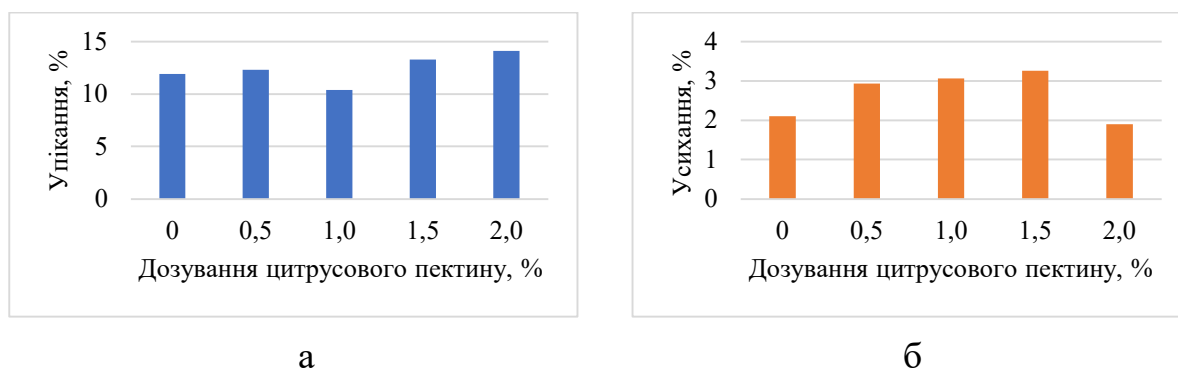
**Результати впливу цитрусового пектину на показники якості хліба**

Показники	Масова частка цитрусового пектину, %				Контроль
	№1	№2	№3	№4	
Висота хліба, мм	86	80	76	82	99
Довжина хліба, мм	170	170	170	170	170
Ширина хліба, мм	71	70	69	68	73
Затрати, %					
на упікання	11,9	12,3	10,4	13,3	14,1
на усихання	2,10	2,93	3,06	3,26	1,90

Щодо процесу упікання та усихання виробів (рис. 20), у контрольному зразку без пектину відсоток упікання був найвищим, ніж у хлібі з досліджуваним дозуванням ЦП. Це вказує на те, що в процесі випікання контрольного зразка немає такого підвищеного вмісту карбоксильних і гідроксильних груп, як у випадку з ЦП. У хлібі без пектину відсутній бар'єр, що створює гелеподібні структури, які могли б надмірно утримувати вологу під час випікання. Випаровування води відбулося більш інтенсивніше і це пояснює більший відсоток упікання.

Протягом 30 хвилин, показник втрати вологи після остигання був у межах норми. У подальшому було виявлено, що упродовж трьох і більше годин у зразків №2, №3 та №4 (1,0-2,0%) відсоток упікання значно збільшився, хліб став більш твердим, почав стрімко черствіти. Це демонструє те, що введенні дозування ЦП виявилися надмірними для тіста і готового хліба в цілому, вологозв'язуюча здатність за такої міри негативно вплинула на швидкість випаровування вологи під час зберігання. Так само було помічено, що така кількість ЦП за масою тіста спричинила досить значне зниження щільності хліба порівняно з контролем, що призвело до жорсткості тіста під

час замісу. Розвиток клейковини в тісті та структури м'якушу був слабким, що аналогічно критично вплинуло на свіжість хліба. Дозування пектину 0,5% до маси борошна виявила оптимальний вплив на збереження свіжості хліба. При зберіганні у целофановій упаковці готового виробу (при температурі 20-24°C та відносною вологістю повітря у приміщенні 48-55%) на 2-3 день зберігання хлібобулочний продукт був придатний для вживання в їжу, на ньому не утворювалося плісняви.



**Рис. 20. Залежність показників від вмісту ЦП при внесенні у вигляді розчину, %: а – уп'якання; б – усихання**

Згідно з проведеними дослідженнями, оптимальним дозуванням пектину є 0,5%, оскільки в цій концентрації він працює в комплексі, значно впливаючи на структуру тіста.

На підставі проведеного органолептичного аналізу пшеничного хліба «Інь Янь», колір у п'яти зразків був від світло-коричневого до темно-коричневого, без підгорілости та блідості. Смак властивий цьому виду виробу, без стороннього присмаку, не кислий, не прісний, не пересолений, без ознак гіркоти. Концентрація суміші білого та чорного кунжуту (1,05%) була оптимальною, смак був з тонким горіховим присмаком. Запах у п'яти зразків був ароматний, з легким горіховим ароматом, властивий цьому виду виробів, без стороннього запаху.

Стан м'якушу у зразків № 3 та №4 (0,75 і 1,0%) був добре пропечений із середньо-тонкою скоринкою, більш ніжний та повітряний, не вологий на дотик, не липкий, у разі легкого стискання пальцями між верхньою і нижньою

скоринкою м'якуш набуває первісної форми; пористість розвинута достатньо, без порожнеч та ущільнень; без грудочок та слідів непромісу, без залому. У контрольному зразку м'якуш був пропечений у межах норми, але з незначними пустотами, з легкою липкістю. Це пояснюється тим, що без желуючого реагенту тісто зберігає свою звичайну структуру, яка не завжди забезпечує оптимальний ступінь утримання газу і вологи. У зразків №1 та №2 із дозуванням 0,25-0,5% пектину є наявність липкості вологого м'якушу, пористість перебуває не в межах норми, є порожнечі, пустоти та ущільнення. Недостатня концентрація пектину не формує достатньо стабільну гелеву сітку, через що тісто не ефективно утримує вологу і газ. Вуглекислий газ розподіляється нерівномірно, недостатня стабілізація призводить до локального непромісу, тож місцями утворюються порожнечі, а пористість виявляється слабкою (рис. 21).



**Рис. 21. Вплив пектину на органолептичні показники хлібу «Інь Янь» у розрізі**

Результати впливу NH-пектину на органолептичні показники якості зразків пшеничного хліба «Інь Янь» наведені у таблиці 12.

NH-пектин має термооборотні властивості, що означає, що він може утримувати воду при різних температурах, але його ефективність утриманні вологи змінюється залежно від дозування. Низький вміст NH-пектину виявляє здатність утримання вологи, але при випіканні ця волога інтенсивно випаровується, що й призводить до високого відсотка упікання у перших двох зразках.

### Результати впливу NH-пектину на показники якості хліба

Показники	Масова частка NH-пектину, %				Контроль
	№1	№2	№3	№4	
Висота хліба, мм	75	71	81	83	95
Довжина хліба, мм	170	170	170	170	170
Ширина хліба, мм	70	70	70	71	72
Затрати, %					
на упікання	13,9	13,4	12,2	13,1	10,7
на усихання	2,13	2,19	2,12	2,26	2,22

При збільшенні дозування до 1% термооборотний пектин створює більш щільну і стабільну структуру, яка утримує вологу краще, і таким чином випаровування вологи в печі стає менш інтенсивним (рис. 22).

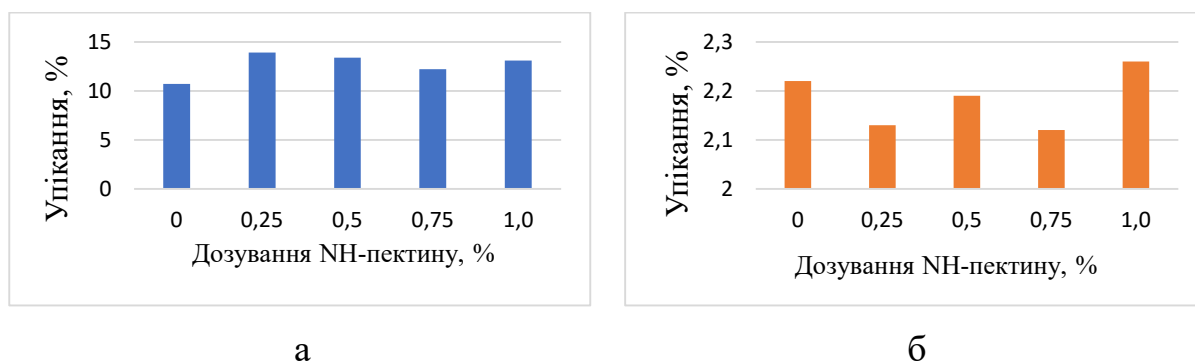


Рис. 22. Залежність показників від вмісту NH-пектину, %: а – упікання; б – усихання

У ході дослідження, протягом трьох та більше годин відсоток усихання хліба знаходиться у межах норми у всіх зразків. У зразках №4 та контролі відсоток втрати вологи є незначно більшим (2,22-2,26%), порівняно з іншими зразками.

Концентрація NH-пектину 0,25-1,0% до маси борошна не виявила критичного впливу на збереження свіжості хліба. При зберіганні у

целофановій упаковці всіх зразків хлібних виробів (при температурі 20-24°C та відносною вологістю повітря у приміщенні 48-55%) на 2-3 день зберігання продукт був придатний для вживання в їжу, на ньому не утворювалося плісняви.

Дослідження впливу NH-пектину на якість хліба показало, що технологія внесення пектиновмісного розчину є доцільною; смакова добавка у вигляді насіння чорного та білого кунжуту 1,05% до маси борошна не вплинула на показники тіста та на готовий продукт. Оптимальним є дозування пектину 1,0%, оскільки в такій відбувається позитивний вплив на об'єм, свіжість, висоту та пористість готового хлібобулочного виробу.

### **3.6. Управління якістю та безпекою на хлібопекарському виробництві**

#### **3.6.1. Аналіз небезпечних факторів**

На хлібопекарських підприємствах потенційно небезпечні чинники класифікуються на фізичні, хімічні та біологічні. Фізичні фактори включають ймовірність потрапляння в продукцію сторонніх домішок, таких як скло, пластик, металеві частинки та інші предмети. Це може статися через несправності обладнання або необережність персоналу. Хімічні ризики на різних етапах виробництва хліба та хлібобулочних виробів включають можливість потрапляння радіонуклідів, отруєння небезпечними токсичними речовинами, що містяться в сировині, а також підвищену кислотність опари. До хімічних небезпечних факторів також відносять недостатню пропеченість та підгорілість хліба.

До біологічних факторів належать такі ризики, як зараження сировини та тіста мікроорганізмами, а також розвиток цвілі та процесу черствіння хліба. Біологічні фактори присутні в кожному виді сировини і можуть суттєво впливати на безпеку та якість кінцевого хлібобулочного продукту, оскільки

зараження мікроорганізмами підвищує ймовірність цвіління та прискорює черствіння хлібобулочних виробів.

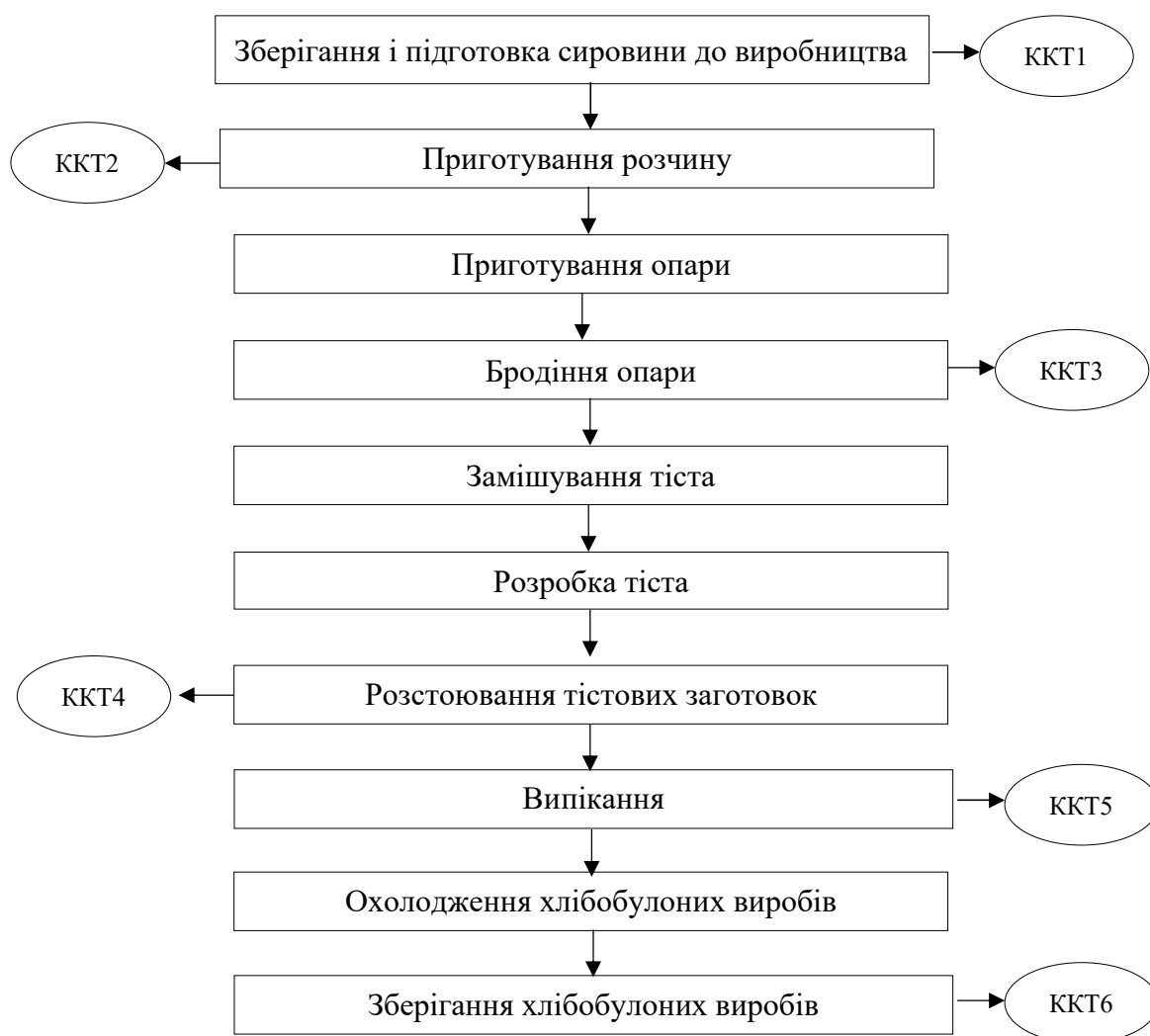
Відсутність контролю над складом продукту може спричинити виникнення всіх типів небезпек – фізичних, хімічних і біологічних. За існуючих технологічних рецептур хлібобулочних виробів є ризик зростання і розмноження мікроорганізмів, і навіть високі температури обробки не завжди забезпечують повне знезараження. На заключних етапах виробництва неприпустимо збільшення числа патогенних бактерій чи токсинів, а допустимий рівень токсичних речовин готової продукції повинен відповідати раніше встановленим вимогам.

Готовий хліб на виробництві зберігають у чистих спеціалізованих приміщеннях без протягів. На складі готової продукції відбувається зберігання хліба протягом 48 годин при температурі 18-25°C та відносної вологості повітря 60%. На оптових базах, магазинах та у роздрібній торгівлі хліб повинен ретельно підлягати контролю за нормативною документацією та повинен зберігатися до 36 годин.

### **3.6.2. Блок-схема виробництва хлібобулочної продукції**

Блок-схема згідно НАССР виробництва досліджуваних зразків пшеничного хліба «Цитрус» та «Інь Янь», які містять цитрусовий та термозворотній пектин, зображена на рисунку 23.

На кожному етапі виробничого процесу кожної критичної контрольної точки (ККТ) будуть реалізовані заходи з моніторингу значних небезпечних чинників. Для кожного із заходів з контролю встановлені критичні параметри, що є граничними значеннями безпеки для контрольних критичних точок у виробництві двох досліджуваних видів пшеничного хліба «Цитрус» та «Інь Янь», які призначених для функціонального призначення.



*Рис. 23. Блок-схема виробництва пшеничного хліба функціонального призначення*

Критичні межі безпеки для ККТ, задіяних у виробництві пшеничного хліба, наведено у таблиці 13.

*Таблиця 13*

### Критичні межі безпечності для ККТ

Наявність ККТ	Критичні межі	Обґрунтування вибраних значень
1	2	3
ККТ 1	розміри сита: борошно $d \geq 1$ мм; коріандр $d \geq 0,05$ мм; кунжут $d \geq 2$ мм; кмін $d \geq 3$ мм	значення є допустими критичними межами для підготовки сировини; підвищення негативно впливає на якість сировини та готового виробу, біологічну та фізичну безпеку продукту

1	2	3
ККТ 2	розчинення пектину: $t=80-90^{\circ}\text{C}$ , $\tau=5$ хв	значення є допустимими; збільшення негативно впливає на якість розчину, опари та тіста, кінцевого виробу, біологічну безпеку продукту
ККТ 3	бродиння: $t=30-42^{\circ}\text{C}$ , $\tau=15-20$ хв; $t$ опари= $35,2-36,3^{\circ}\text{C}$ ; кислотність – не $\leq 3,5$ град	допустимі критичні межі; підвищення має негативний вплив на якість опари, тіста, кінцевого виробу, біологічну безпеку продукту
ККТ 4	розстоювання: $t=36,5-47^{\circ}\text{C}$ ; $\tau=30$ хв; $t$ тіста= $28,1-42^{\circ}\text{C}$ ; кислотність – не $\leq 3,0$ град; $W=75-85\%$	значення є допустимими; зростання негативно впливає на якість тіста, кінцевого виробу, біологічну безпеку продукту
ККТ 5	випікання: $t=180-200^{\circ}\text{C}$ ; $\tau=45$ хв; $W=75-85\%$	допустимі критичні межі; перевищення має негативний вплив на якість кінцевого виробу, біологічну безпеку продукту
ККТ 6	зберігання: $\tau=48$ год; $t=18-25^{\circ}\text{C}$ ; $W=60\%$	значення допустимі; підвищення негативно впливає на біологічну безпеку продукту

### 3.6.3. Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві продукції

Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві хлібобулочної продукції на виробництві наведена у додатку А.

Здебільшого, на всіх етапах хлібопекарського виробництва найбільшу небезпеку становлять біологічні та фізичні фактори, такі як зараження сировини мікроорганізмами, потрапляння сторонніх домішок і вплив підвищеної температури. Біологічні ризики, пов'язані із зараженням пшеничного тіста небезпечними мікроорганізмами, виникають унаслідок порушення температурного або часового режиму в процесі виробництва хлібобулочних виробів. Фізичні ризики зумовлені потраплянням до сировини, тіста, тістових заготовок і готової продукції сторонніх матеріалів (скла,



пластику, частинок металу) через обладнання або навколишнє середовище, що частіше пов'язано з порушеннями зі сторони персоналу. Підвищення температури також чинить негативний вплив на подальші етапи виробництва.

Для зниження дії цих небезпечних чинників необхідний ретельний технологічний контроль, що включає перевірку якості вхідної сировини, дотримання послідовності технологічних процесів, контроль за наявністю і правильністю заповнення відповідних документів і протоколів технологічного контролю, а також оцінку якості виконання персоналом своїх обов'язків.

### **3.7. Економічна частина**

Цей підрозділ присвячено аналізу економічних показників, пов'язаних із виробництвом хлібобулочних виробів. На виробництво 500 кг кожного виробу у 2024 році, основна частка витрат припадає на пшеничне борошно вищого сорту (4687,50 грн), яке становить приблизно 48-58% від загальної вартості сировини. Значним чинником збільшення повних витрат та відпускної ціни є більша вартість пектиновмісних порошків.

Хліб «З коріандром та кмином» і «З кунжутом» найдоступніші за ціною, повна собівартість хліба зі спецією становить 18460,70 грн. Повні витрати хліба «З кунжутом» складають 19188,24 грн, тому що значна частина вартості припадає на суміш білого та чорного кунжуту – 867,27 грн. Хліб «Цитрус» позиціонується в середньому ціновому сегменті, повна собівартість складає 20370,42 грн.

Виробнича собівартість хліба «Інь Янь» становить 24587,15 грн, що є найвищим показником серед усіх видів хліба. Повна собівартість «Інь Янь» з урахуванням адміністративних і збутових витрат становить 32209,17 грн.

Вартість енерговитрат для виробництва 2 тон хлібної продукції становить 1459,88 грн. Кількість зворотних відходів приймаємо на рівні 0,1% від кількості борошна за ціною реалізації 1,10 грн/кг – 0,41 грн. Основна заробітна плата працівників, задіяних у виробничому процесі за

восьмигодинної зміни, становить 2009,00 грн для кожного з аналізованих видів хліба. Розмір додаткової заробітної плати складає 40% від основної (803,60 грн).

Відрахування на соціальні заходи приймаються у розмірі 22%, визначених законодавством, тому сума нарахувань за кожен вид продукції на заробітну плату складає 618,77 грн. Витрати на утримання та експлуатацію устаткування приймаємо на рівні 60% від суми основної зарплати – 1205,40 грн. Загальновиробничі витрати розраховуються виходячи з 70% від основної заробітної плати працівників, тому для кожного виду хліба ця сума становить 1406,30 грн.

Адміністративні витрати встановлюються на рівні 10% від виробничої собівартості та розраховуються індивідуально для кожного виду виробу залежно від його витрат, понесених у процесі виробництва. Витрати на збут відносяться на кожен вид продукції у розмірі 21% до виробничої собівартості та складають 2959,35-5163,30 грн.

Рентабельність для кожного виду хлібного продукту встановлено на рівні 5%, що дає змогу забезпечити стабільний рівень прибутковості та ефективності виробництва.

Для кожного виду пшеничного хліба торговельну націнку встановлено на рівні 10%, що забезпечує відповідність цінової політики вимогам ринку та покриття додаткових витрат. Розрахунок відпускної ціни за 500 кг кожного виробу наведено у таблиці 14.

Аналіз показав, що найвигіднішим є виробництво хліба «З коріандром та кмином» і «З кунжутом», найбільші витрати пов'язані з виробництвом хліба «Інь Янь». Використання натурального насіння, спецій та функціональних добавок посилює цінність хліба, що важливо для сучасних покупців стосовно здоров'я, але роздрібна ціна безпосередньо залежатиме від вартості інгредієнтів і цільового сегмента ринку.

## Розрахунок відпускної ціни, грн. за 500 кг

№ п/п	Показники	Хліб «Цитрус»	Хліб «Інь Янь»	Хліб «З коріандром та кмином»	Хліб «З кунжутом»
1.	Виробнича собівартість	15549,94	24587,15	14092,14	14647,51
2.	Адміністративні витрати	1554,99	2458,72	1409,21	1464,75
3.	Витрати на збут	3265,49	5163,30	2959,35	3075,98
4.	Повні витрати	20370,42	32209,17	18460,70	19188,24
5.	Рентабельність, %	5	5	5	5
6.	Прибуток	1018,52	1610,46	923,04	959,41
7.	Відпускна ціна підприємства (ціна без ПДВ)	21388,94	33819,63	19383,74	20147,65
8.	ПДВ (при ставці податку 20%)	4277,79	6763,93	3876,75	4029,53
9.	Відпускна ціна	25666,73	40583,56	23260,49	24177,18
10.	Відпускна ціна за 1 шт., грн.	19,50	30,84	17,68	18,37
11.	Торгівельна націнка, %	10	10	10	10
12.	Роздрібна ціна 1 виробу	21,45	33,92	19,45	20,21

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці на хлібопекарському підприємстві організовується відповідно до законодавства України, включно із законами «Про охорону праці» та «Про пожежний захист». Також враховуються положення, що регулюють безпеку і виробничу гігієну на хлібопекарських виробництвах, а також санітарно-гігієнічні вимоги для підприємств цієї галузі.

Закон України «Про охорону праці» №2694-ХІІ №49 ст. 668 (згідно редакції від 24.08.2024 на підставі - 3680-ІХ) встановлює ключові засади реалізації конституційного права працівників на захист життя та здоров'я в процесі професійної діяльності, а також на забезпечення належних та безпечних умов праці. Закон регулює та контролює, за сприяння відповідних органів державної влади, взаємовідносини між працівниками та роботодавцями з питань охорони праці, виробничої гігієни та безпеки робочого середовища. Крім того, документ визначає загальний порядок організації трудового процесу в Україні [17].

Під час прийняття на роботу та в процесі роботи працівники проходять на хлібопекарському підприємстві інструктаж з питань охорони праці та протипожежного захисту. Працівники зобов'язані дотримуватися правил експлуатації машин, устаткування та інших засобів хлібопекарського виробництва, а також використовувати засоби колективного та індивідуального захисту, знати правила надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків та правила поведінки під час виникнення аварій згідно з вимогами чинного законодавства України, включаючи нормативно-правові акти, що регулюють охорону життя та праці. Інструктаж проводиться в установленому порядку та включає вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий види навчання, що забезпечує формування у робітників необхідних знань та навичок для безпечного виконання трудових обов'язків і реагування в надзвичайних ситуаціях.

Робочому персоналу необхідно проходити попередні та періодичні медичні огляди в установленому порядку, а також активно співпрацювати з роботодавцем у забезпеченні безпеки на робочому місці.

Щодо санітарних норм на хлібопекарських підприємствах, встановлюються вимоги до санітарного стану виробництва, які повинні виконуватися негайно та в повному обсязі. Заходи, що стосуються організації основних виробничих процесів та планування підприємства, виконуються у погоджені строки з відомчим санітарним наглядом та місцевими органами санітарно-епідеміологічної служби. Гігієнічні правила для хлібопекарських підприємств регламентуються Гігієнічними правилами ГП 10.7-823.020:2021 «Гігієнічні правила для виробників хлібопекарської та борошняної кондитерської продукції». Заходи щодо запобігання потраплянню сторонніх предметів у продукцію прописані у спеціальній інструкції для хлібопекарських підприємств [39].

Нормативно-правові акти з охорони праці являють собою сукупність правил, регламентів, стандартів, положень, інструкцій та інших документів, обов'язкових для виконання на підприємствах як харчової, так і нехарчової галузі. Ці акти спрямовані насамперед на створення ефективної системи управління охороною праці, а також на забезпечення безпечних і здорових умов праці в кожному структурному підрозділі та на кожному робочому місці. Вони регулюють внутрішні правила виконання робіт та поведінки співробітників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках та інших робочих зонах, строго відповідно до встановлених нормативних вимог з охорони праці [48].

На підприємствах хлібопекарської галузі всі працівники мають бути забезпечені гігієнічним взуттям та одягом, а також спеціальним робочим одягом, взуттям та засобами індивідуального захисту відповідно до встановлених норм. Для забезпечення безпечних умов праці виробничі приміщення повинні відповідати вимогам за висотою, площею, освітленням, вентиляцією. Сходи, сходинки та майданчики повинні бути обладнані

поручнями. Усі рухомі частини устаткування необхідно захищати решітками або стаціонарними огороженнями, гарячі поверхні устаткування і труб повинні бути теплоізовані. Устаткування та транспортери повинні бути механічно й електрично зафіксовані, заземлені й оснащені системою сигналізації, яка автоматично спрацьовує під час їхнього запуску або зупинки.

Для забезпечення безпечної експлуатації, обслуговування та ремонту сучасного обладнання необхідно передбачити достатні проходи між його елементами. Особливу увагу слід приділити захисту ізоляції електричних мереж від ушкоджень та впливу вологи, оскільки в таких зонах допустиме використання тільки низьковольтного обладнання. Правильно підібране технологічне обладнання забезпечує надійний контроль температури та часу за рахунок мікропроцесорного контролера, що є ключовим фактором для безпеки хлібобулочної продукції. Для підвищення харчової безпеки споживачів в устаткуванні передбачені пристрої, що запобігають попаданню сторонніх домішок у сировину, опару та тісто, такі як металомагнітоуловлювачі, спеціальні сита та рідинні фільтри. Для дезінфекції та миття обладнання та виробничих приміщень використовуються засоби, що містять хлор, включаючи хлорне вапно, хлорамін та вапняне молоко. Основними факторами, що створюють несприятливі умови на хлібопекарських виробництвах, є борошняний пил, вуглекислий газ та тепловологі процеси.

Для робочих місць біля шаф вистоювання, ротаційних печей та іншого обладнання, що виділяє тепло, мають бути передбачені заходи щодо забезпечення оптимального мікроклімату з використанням локальної вентиляції. Джерела світла та освітлювальні прилади повинні забезпечувати достатню яскравість на робочих місцях. Крім того, необхідно впроваджувати системи загальної та місцевої вентиляції, які дадуть змогу підтримувати комфортні параметри мікроклімату на виробничих майданчиках як у холодну, так і в теплу пору року [38].

На сьогоднішній день в Україні існує досить розгалужена нормативно-

правова база, що регулює охорону праці на хлібопекарському виробництві, проте ефективність її застосування багато в чому залежить від обізнаності та відповідальності як роботодавців, так і працівників. Питання охорони праці на хлібопекарському виробництві є невід'ємною частиною забезпечення безпечних умов праці та підвищення виробничої ефективності. Хлібопекарська галузь, незважаючи на свою традиційну роль в економіці та суспільстві, являє собою складний технологічний ланцюг, що включає безліч небезпечних та шкідливих чинників, таких як високі температури, механічні впливи, пил, хімічні речовини та вібрації. З огляду на специфіку роботи на хлібопекарських підприємствах, увага до питань охорони праці є необхідною умовою для запобігання професійним захворюванням, травматизму та для підвищення загальної безпеки працівників.

Таким чином, реалізація комплексної системи охорони праці на хлібопекарських підприємствах дає змогу значно знизити ризики для здоров'я працівників, поліпшити виробничі показники та створити безпечніше робоче середовище, що, своєю чергою, посприяє зростанню ефективності та конкурентоспроможності галузі загалом.

## РОЗДІЛ 5

### БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Створення умов безпеки на хлібопекарських підприємствах потребує особливої уваги через високу пожежонебезпеку виробничих процесів та можливих критичних обставинах. Хлібопекарське виробництво стикається з низкою потенційних надзвичайних ситуацій. Ці надзвичайні ситуації можна класифікувати на техногенні, природні та біологічні [45].

До техногенних надзвичайних ситуацій належать:

- пожежі та вибухи, основна причина цього – загоряння пилових частинок борошна пшеничного, які утворюють вибухонебезпечні суміші при певній концентрації. Додатковим фактором ризику є витік газового палива або загоряння жирів у процесі приготування. Можливими наслідками можуть бути: зупинка виробництва, пошкодження обладнання, загроза життю співробітників;

- витік газу, тобто використання газового обладнання збільшує ймовірність аварій через розгерметизацію системи або несправності. Це може призвести до вибуху або отруєння працівників;

- несправність обладнання, що включає поломку печей, холодильних установок або вентиляційних систем, що може призвести до зниження якості хлібних продуктів або псування;

- електротехнічні аварії, перебої в подачі електроенергії або короткі замикання становлять загрозу для роботи обладнання та безпеки персоналу.

До природних надзвичайних ситуацій належать: повені та підтоплення (може призвести до пошкодження приміщень та обладнання), землетруси (сильні сейсмічні коливання можуть зруйнувати будівлю або спричинити пошкодження інженерних систем), сильні морози й бурі (проблеми з доставкою сировини або транспортуванням готової хлібобулочної продукції), перебої в постачанні води й енергоресурсів не лише з огляду на природні ситуації, а й з огляду на інші (порушення в комунальних системах можуть



зупинити виробництво хліба) [45].

До біологічних надзвичайних ситуацій належать: мікробіологічне забруднення хлібної продукції, тобто порушення виробничого процесу або санітарних умов зберігання може призвести до розвитку патогенної мікрофлори, ризиками є розповсюдження захворювань через хліб та відкриття партії хлібних виробів; поява шкідників як гризунів та комах, що надалі призводить до зараження сировини і готової хлібобулочної продукції, невідповідності санітарним нормам.

До хімічних надзвичайних ситуацій належить потрапляння отруйних речовин для обробки обладнання до опари, тіста, напівфабрикатів та готових хлібобулочних продуктів, а так само виділення токсичних речовин із несправного обладнання на хлібопекарському виробництві.

В умовах надзвичайних ситуацій як у воєнний, так і в мирний час реалізуються заходи, спрямовані на захист запасів харчової сировини, напівфабрикатів та готової хлібобулочної продукції від впливу радіоактивних, токсичних, отруйних речовин, а також бактеріологічних засобів із метою забезпечення їхньої безпеки та збереження якості. До таких заходів відноситься:

- зведення складських та виробничих приміщень із забезпеченням повної герметичності, що дає змогу запобігти проникненню забруднювальних речовин та зберегти якість хлібобулочних продуктів;

- розробка планів заходів для спрощеної герметизації приміщень, не оснащених системою повної герметичності, з метою мінімізації ризику зовнішнього впливу;

- виробництво напівфабрикатів та транспортування готових хлібобулочних виробів у герметичному пакуванні, що забезпечує захист якості та безпеки на всіх етапах переміщення і зберігання;

- утримання герметизованого транспорту в справному стані, що гарантує безпечне перевезення продуктів в умовах підвищених ризиків.

Під час радіаційної аварії хлібопекарські підприємства можуть

піддаватися радіоактивному забрудненню, що може призвести до радіаційного ураження великої кількості людей. Така загроза вимагає від служб цивільного захисту розроблення ефективних заходів для забезпечення надійного захисту хлібних продуктів, сировини та води на всіх етапах технологічного процесу та реалізації. Забруднення харчових продуктів може бути як поверхневим (прямим), так і структурним (біологічним). Поверхнєве забруднення може проявлятися у вигляді аерозольного або контактного забруднення. Воно відбувається в початкову фазу після аварії та зумовлене осіданням радіонуклідів на поверхні сировини та готового хліба, устаткування та інших предметів, якщо вони не захищені герметичним пакуванням або укриттям.

Зараження доквілля, сировини, хлібобулочної продукції та води отруйними речовинами залежить від типу застосованої отрути, її агрегатного стану (газ, пари, аерозоль), виду продуктів та умов їх зберігання. Небезпека отрут у тому, що вони зберігають свою вражаючу дію тривалий час і можуть проникати в різне обладнання та продукти. Для забезпечення захисту підприємства від радіоактивних, хімічних і бактеріальних загроз на кожному об'єкті розробляється план захисту, що включає організаційні та інженерно-технічні заходи.

Основні заходи включають оновлення обладнання на більш сучасне, підготовку лабораторій для аналізу продуктів на забруднення радіоактивними та хімічними отруйними речовинами, а також навчання персоналу і формувань заходам, засобам захисту сировини та готового хліба. Інженерно-технічні заходи передбачають герметизацію виробничих та складських приміщень, установку фільтропоглиначів у вентиляційних системах, встановлення протипилових фільтрів та кондиціонерів у виробничих зонах та герметизацію технологічного устаткування [45].

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Хлібозаводи в процесі своєї діяльності впливають на довкілля, включно з викидами забруднювальних речовин в атмосферу, скиданням забруднених стічних вод у поверхневі водойми, а також утворенням твердих промислових і побутових відходів. Обсяги та склад забруднювальних речовин, що утворюються на хлібопекарських підприємствах, визначаються безліччю чинників. Серед них можна виокремити тип та стан використовуваного обладнання, застосовувані виробничі технології, якість основної та додаткової сировини, особливості організації етапів виробництва, а також процесів зберігання та реалізації готових хлібобулочних виробів. Крім того, важливу роль відіграють масштаби використання сировини, матеріалів та енергії, а також обсяги виробництва та реалізованих готових хлібобулочних продуктів.

Процес виробництва хліба та хлібобулочних виробів супроводжується викидами різних шкідливих речовин в атмосферне повітря. До основних забруднювальних речовин належать: органічний пил (борошняний та цукровий), що виділяється на етапах приймання, зберігання та підготовки сировини; пари етилового спирту та вуглекислого газу, що утворюються в процесі бродіння тіста; летючі сполуки, такі як пари етилового спирту, оцтової кислоти та оцтових альдегідів, що виділяються під час випікання, охолодження та зберігання готових хлібобулочних виробів; акролеїн, що формується під час випікання формового та подового хліба; окис вуглецю та оксиди азоту, що виділяються в процесі роботи хлібопекарських ротаційних печей під час використання природного газу як палива; пил, зварювальні аерозолі, окиси марганцю, аміак, пари лугів, а також окис вуглецю та оксиди азоту, що виникають під час інших процесів [15].

Потенційно небезпечним об'єктом на хлібопекарському підприємстві в умовах надзвичайної ситуації є котельня, де ймовірність аварійної ситуації, зокрема вибуху, становить серйозну загрозу. У разі аварії в котельні в

атмосферу можуть потрапити такі шкідливі речовини, як сажа та вуглекислий газ. Додатковим фактором забруднення атмосферного повітря на виробництві є використання різних видів палива. Характер викидів та вплив на навколишнє середовище багато в чому залежать від особливостей процесу горіння. Відмінності у складі продуктів згоряння зумовлюють необхідність застосування відповідних технологій очищення та мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, для забезпечення екологічної безпеки хлібозаводу важливо не тільки контролювати та знижувати викиди від котельні, а ще приділяти увагу вибору палива, вдосконаленню технологій горіння та впровадженню ефективних методів очищення атмосферних викидів [14].

У виробництві хлібобулочних виробів вода використовується в різних процесах. Вона відіграє ключову роль у технологічному циклі, оскільки входить до рецептури продукції: застосовується під час приготування опари, тіста, суспензій та інших інгредієнтів. Крім того, вона необхідна для господарських та санітарно-гігієнічних потреб, включно з очищенням та промиванням сировини, прибиранням обладнання, виробничих приміщень і території підприємства. Вода також використовується в теплотехнічних процесах: для охолодження, генерації пари, що забезпечує зволоження повітря в шафах вистоювання та пекарних камерах, стерилізації обладнання, підготовки поживних середовищ [20].

Стічними називають води, використані у виробничих процесах, що втратили свої вихідні властивості та підлягають видаленню. Їхній склад і рівень забруднення залежать від типу продукції, що випускається, використовуваної сировини та особливостей технології виробництва. Стічні води поділяються на дві основні категорії: нормативно-чисті води, які містять мінімальну кількість забруднювальних речовин, що не перевищують допустимих норм, вони не потребують очищення перед скиданням або повторним використанням; забруднені води, у яких концентрація забруднювальних речовин перевищує встановлені нормативи та ці води

потребують попереднього очищення, найчастіше біологічного, на спеціалізованих очисних спорудах.

Стічні води хлібопекарських підприємств містять органічні залишки, що робить їх сприятливим середовищем для мікроорганізмів. Для знезараження таких вод застосовують хлорування (газоподібним хлором, хлорним вапном та іншими сполуками), озонування та обробку ультрафіолетом. Крім того, території поруч із підприємством часто забруднюються відходами, такими як пакування та тара з різних матеріалів, що порушує санітарний режим та потребує суворого контролю [33].

Тверді побутові відходи включають вторинну сировину (папір, картон, метал тощо) - близько 25%, органічну частину, придатну для знешкодження - 60-70%, речовини, що легко розкладаються - до 30%, баласт (скло, камінь) - 6-8% та важковитилізовані горючі матеріали (вугілля, деревина) - 8-10%.

Хлібопекарські підприємства чинять значний вплив на навколишнє середовище. Для оцінки екологічних впливів застосовуються балансовий, нормативний, інструментальний, експертний, розрахунковий та грошовий методи, а також підходи до аналізу питомого утворення відходів та досконалості технологічних процесів [19].

Для мінімізації негативного впливу хлібопекарським підприємствам слід: впроваджувати енергоефективні та ресурсощадні технології; дотримуватися суворого санітарного режиму, включно з управлінням відходами; використовувати системи очищення викидів та стічних вод; застосовувати методи оцінки екологічного впливу, що сприяє розробленню ефективних стратегій управління природоохоронною діяльністю. Ці заходи не тільки знижують екологічне навантаження, а й підвищують ефективність виробництва хліба, сприяючи сталому розвитку хлібопекарської галузі.

## ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі відповідно основної мети було вдосконалено технології виробництва пшеничного хліба з додаванням варіативної кількості різних рослинних добавок, а саме цитрусовим та термозворотним NH-пектином, насінням кмину, білим та чорним кунжутом, меленим коріандром в умовах ТОВ «Миколаївський хлібозавод №1».

У ході виконання кваліфікаційної роботи було виконано основні завдання:

1. Вивчено економічні тенденції та перспективи розвитку хлібопекарської галузі. Проведений аналіз підтвердив, що хлібопекарська галузь залишається важливим сегментом продовольчої безпеки України, попри складнощі через воєнний стан та економічну нестабільність. Перспектива виробництва хліба функціонального призначення є високою, але воно потребує інноваційних підходів до розробки асортименту хлібобулочної продукції з урахуванням сучасних потреб споживачів.

2. Проаналізовано щодо споживання хлібобулочної продукції та сучасних тенденцій в приготуванні хліба функціонального призначення. Виробництво хлібобулочних виробів із додатковими функціональними властивостями є однією з ключових тенденцій останніх років. Такі хлібні продукти орієнтовані на задоволення потреб у лікувально-профілактичному харчуванні та поєднують у собі оздоровчі й захисні властивості. Функціональні хлібобулочні вироби, які сприяють покращенню загального стану організму, підтриманню здоров'я та профілактиці захворювань, відповідають сучасним запитам населення та мають високий ринковий попит.

3. Було сформовано загальну характеристику підприємства ТОВ «Миколаївський хлібозавод №1» та проаналізовано обсяги виробництва хліба і хлібобулочних виробів за 2021-2023 роки, що дає змогу оцінити його виробничий потенціал, динаміку розвитку та можливості впровадження інноваційних технологій для розширення асортименту продукції. Також

узагальнення методики виконання роботи дозволило чітко окреслити етапи дослідження, що сприяло ефективному досягненню поставлених завдань. Було детально проаналізовано фактори, які впливають на проміжний та кінцевий результат, що дає змогу унеможливити помилкові дії під час досліджень та розроблення рецептур, технологічного процесу.

4. Було проведено дослідження та органолептичний аналіз щодо вплива цитрусового, термообробеного NH-пектину і спецій на властивості хлібобулочних виробів. За результатами експерименту щодо вплива ЦП, насіння кмину та меленого коріандра на якість пшеничного хліба, було виявлено, що 0,5% до маси борошна є оптимальним дозуванням ЦП, що позитивно надало вплив на об'єм, подовження свіжості та інших показниках якості хліба. Мелений коріандр (0,11%) та насіння кмину (0,35%) до маси борошна забезпечили баланс смакових та ароматичних характеристик хліба для отримання продукту функціонального призначення. Дослід впливу NH-пектину на якість хліба показав, що смакова добавка у вигляді насіння чорного та білого кунжуту 1,05% до маси борошна не вплинула на показники тіста та на готовий хлібний виріб. Оптимальне дозування пектину становить 1,0%, оскільки така частка позитивно впливає на об'єм, свіжість, висоту та пористість готового хлібобулочного виробу.

5. Розроблено та впроваджено рецептури та описи технологій хліба «Цитрус» і «Інь Янь», які демонструють високі органолептичні та фізико-хімічні показники. Також наведено розрахунки енергетичної та біологічної цінності хлібних виробів. Додання насіння чорного та білого кунжуту, кмину й меленого коріандру підтверджує доцільність використання функціональних добавок у хлібобулочних виробках для підвищення харчової цінності та позитивного впливу на здоров'я споживачів.

6. Розроблені технології враховують екологічні аспекти виробництва, спрямовані на раціональне використання ресурсів та зменшення відходів, а наведені заходи не тільки зменшують екологічне навантаження, а й підвищують ефективність виробництва хліба, сприяючи сталому розвитку хлібопекарської

галузі.

7. Щодо економічної ефективності, наведені розрахунки відпускної ціни за 500 кг кожного хліба свідчать про те, що впровадження розроблених технологій є економічно доцільним, оскільки роздрібна ціна пшеничного хліба функціонального призначення є середньою (варіюється в діапазоні від 21,45 до 33,92 грн), що створює можливість для охоплення різних сегментів ринку. Використання натурального насіння, спецій та функціональних добавок у технології хлібопечення надає не тільки корисні властивості для здоров'я сучасних покупців, але і є прибутковим за рахунок підвищення попиту на продукти здорового харчування, а також здатності створення унікальних функціональних хлібних виробів на ринку, що дозволяє підприємству встановлювати вищі ціни та залучати нових споживачів.

8. Впровадження таких інноваційних добавок забезпечує отримання хлібобулочної продукції з функціональними властивостями, яка відповідає високим стандартам якості та має розширені корисні характеристики для організму людини. Отримані результати можуть бути успішно застосовані в умовах хлібозаводу для розширення асортименту корисних хлібобулочних виробів.



## ПРОПОЗИЦІЇ

Ґрунтуючись на проведених дослідженнях та отриманих результатах, у кваліфікаційній роботі рекомендується виконати такі заходи:

1. Впровадити на хлібопекарське виробництво розроблені рецептури пшеничного хліба «Цитрус» та «Інь Янь» із використанням цитрусового та термозворотнього пектину, насіння кунжуту, кмину та меленого коріандру. Ці рецептури дозволяють отримувати хлібні продукти з покращеними органолептичними показниками якості, підвищеною харчовою цінністю та функціональними властивостями.

2. Адаптувати систему управління якістю на основі аналізу критичних контрольних точок (НАССР), що дозволить забезпечити безпечність та стабільність характеристик якості пшеничного хліба.

3. Приділити увагу екологічній безпеці шляхом раціонального використання ресурсів та утилізації відходів, утворених у процесі виробництва хлібних продуктів.

Впровадження запропонованих пропозицій сприятиме покращенню якості функціонального хліба, збільшенню конкурентоспроможності хлібопекарського підприємства та задоволенню потреб споживачів у продуктах із збагаченими поживними властивостями.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроновини. Споживання хлібобулочних виробів знижується: українці все більше купують заморожений хліб – AgroPortal.ua. AgroPortal.ua. URL:<https://agroportal.ua//publishing/lichnyivzglyad/spozhivannyahlibobulochnih-virobiv-znizhuyetsya-ukrajinci-vse-bilshe-kupuyut-zamorozheniy-hlib>
2. Аналіз ринку хлібобулочних виробів в Україні. URL:[https://bizmart.info/publications/publications/pub\\_obz/6340/](https://bizmart.info/publications/publications/pub_obz/6340/)
3. Асортимент продукції Миколаївського хлібзаводу №1. URL:<https://mkhlib.com.ua/>
4. Баландюх О. «10 властивостей кмину, які позитивно впливають на здоров'я».Zaxid.net.URL:[https://zaxid.net/10\\_vlastivostey\\_kminu\\_yaki\\_pozitivno\\_vplivayut\\_na\\_zdorovya\\_n1583140](https://zaxid.net/10_vlastivostey_kminu_yaki_pozitivno_vplivayut_na_zdorovya_n1583140)
5. Басюк Ю. В., Колешня Я. О. Вплив нестабільності зовнішнього середовища на підприємства хлібопекарської галузі. *Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи: зб. тез доп. V Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Київ, 25 квіт. 2024 р. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка». 2024. с. 39-40.
6. Близько 20% хлібозаводів зруйновані або не повернулися до виробництва».URL:<https://agroportal.ua/news/eksklyuzivny/blizko20hlibozavodiv-zruynovani-abo-ne-povernulisya-do-virobnictva>
7. Буяльська Н. П., Негай В. О. Використання цедри цитрусових плодів у виробництві хлібобулочних виробів. *Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі: зб. тез Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих учених (м. Чернігів, 8-9 квіт. 2020 р.): збірник тез доп.* Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2020. С. 352-353.
8. Вархол В. О., Стукальська Н. М. Перспективи розвитку виробництва хлібобулочних борошняних виробів. *Глобалізація наукових знань: міжнародна співпраця та інтеграція галузей наук: матеріали II Міжнародної студентської наукової конференції*, м. Біла Церква, 2021. Т. 1. С. 93-94.

9. Васьківська А. О., Пересічна С. М. Технологія бездріжджового хліба з використанням безглютенової сировини. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 4. С. 44. URL: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.610>
10. Вернер І. Є. Статистичний щорічник України за 2021 рік. Київ, 2022. 447 с.
11. Демографічна та соціальна статистика. Населення та міграція. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
12. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
13. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник: навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ, 2019. 580 с.
14. Екологічна безпека та природокористування: зб. наук. пр. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., Нац. акад. наук України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. 2024. вип. 3 (51). 185 с.
15. Екологічно дружні технологічні рішення для місцевих громад щодо поводження з відходами: збірка матеріалів Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології». К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2021. 275 с.
16. Економічна діяльність. Внутрішня торгівля. 190 статистика. Економічна Державна Служба Статистики України. 2021. URL: [https://ukrstat.org/uk/operativ/menu/menu\\_u/spr.htm](https://ukrstat.org/uk/operativ/menu/menu_u/spr.htm)
17. Закон України «Про охорону праці». Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 19.11.2024).
18. Використання інноваційної сировини (кіноа, чорний кмин, кунжут) та її вплив на властивості пшеничного хліба / Ж. В. Замай, О. Л. Гуменюк, Р. М. Волкова [та ін.]. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2021. Т. 27, № 3. С. 103-111. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht\\_2021\\_27\\_3\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2021_27_3_13)
19. Каратєєва О. І. Методичні рекомендації для виконання лабораторно-

практичних занять для здобувачів вищої освіти освітньої спеціальності 162 - «Біотехнології та біоінженерія» СВО «Бакалавр» денної форми навчання: метод. рек. Миколаїв : Миколаїв. нац. аграр. ун-т, 2021. 106 с.

20. Карпик Г., Стасюк М. Роль води в утворенні тіста для борошняних виробів. *Програма II Міжнародної науково-технічної конференції «Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти»* : зб. тез, м. Тернопіль, 24 трав. 2023 р. С. 55.

21. Катрушов О. В. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів при підготовці до практичного завдання. Хімічний склад основних харчових продуктів. Полтава: Українська медична стоматологічна академія, 2020. С. 17.

22. Квасницька К. Є., Петрова О. І., Шевчук Н. П. Технологія виробництва пшеничного хліба функціонального призначення. The 8th International scientific and practical conference «Topical aspects of modern scientific research». Tokyo, Japan. 2024. С. 178.

23. Кійко В., Мельник О., Гавриленко О. Хлібопекарська галузь України в умовах воєнного часу. *Міжнародний науково-практичний журнал «Товари і ринки. Ринкові дослідження.»* 2023. № 1 (45). С. 27-40. [https://doi.org/10.31617/2.2023\(45\)03](https://doi.org/10.31617/2.2023(45)03).

24. Климовська С. Пектин NH. Світлана Климовська. 2024. URL: <https://klymovska.com/basics-of-cooking/pectin/>

25. Кмин звичайний і його вирощування. *Пропозиція*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/kmyн-zvychnaynyu-i-yogo-vyroshchuvannya>

26. Корисні властивості кунжуту: поради нутриціолога. URL: <https://olgastepanova.com.ua/sezam-vidkryjsya-nutryczolog-pro-koryst-ta-osoblyvosti-vzhyvannya-kunzhutu/>

27. Корисні властивості кунжуту. URL : <http://vitaportal.ru/print/58244>

28. Коріандр: користь і шкода, підтверджені науковими дослідженнями. URL : <https://nodiet.com.ua/koriandr-koryst-i-shkoda-pidtvrdzheni-naukovymy-doslidzhenniamy/>

29. Коріандр: Лікувальні властивості, опис, користь, показання,

- застосування в медицині. URL :  
<https://liktravy.ua/herbs/koriandr#:~:text=Коріандр%20плоди%20мають%20від харкувальну,%20спазмолітичну,вітрогінни%0%20на%20т%у>
30. Легеза Д., Сокіл Я., Куліш Т. Поведінка споживачів на ринку борошна в країнах Європейського Союзу. *Економіка, управління та адміністрування*. 2023. Т. 3, № 105. С. 43–50. DOI: [https://doi.org/10.26642/jen-2023-3\(105\)](https://doi.org/10.26642/jen-2023-3(105))
31. Мінфін. (2023, November 18). Ставки, індекси, тарифи. <https://index.minfin.com.ua/ua>
32. Мележик Т. Сім дивовижних переваг коріандру для здоров'я. URL : <https://tsn.ua/zdorovya/sim-divovizhnih-perevag-koriandru-dlya-zdorov-ya-2358844.html>
33. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Ресурсозбереження та біотехнології в АПК» за темою «Оцінка стічних вод і забруднюючих речовин з території підприємства» для студентів IV року денної та заочної форм навчання за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій», рівень вищої освіти бакалавр / Барсукова О.А., канд. геогр. наук., доц., Одеса, ОДЕКУ, 2024, 21 с.
34. Ніколаєнко С., Куліш С., Янченко А. Аналіз виробництва хліба та хлібобулочних виробів в Україні. *Приазовський економічний вісник*. 2020. Т. 20, № 3. DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-3-43>
35. Обсяг реалізованої промислової продукції за видами діяльності. URL : [https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ/pr/orp/orp\\_u/arh\\_orp\\_u.html](https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ/pr/orp/orp_u/arh_orp_u.html)
36. Пектини: цитрусовий, яблучний та пектин NH. URL : <https://lipuchkashop.com/ua/a480032-pektiny-tsitrusovij-yablochnyj.html>
37. Пектин. [www.wikidata.uk-ua.nina.az](http://www.wikidata.uk-ua.nina.az). URL : <https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/Пектин.html>
38. Пожарова О. В. Охорона праці : навчальний посібник. Одеса, 2022. 86 с.
39. Про введення в дію нормативних документів, УКРХЛІБПРОМ.

*Укрхлібпром* (Київ, Україна). URL : <http://ukrhlbprom.org.ua/ua/novini/2024/pro-vvedennya-v-diyu-normativnih-dokumentiv.html>

40. Пулатова К. Чому варто їсти ложку кунжуту кожен день: користь насіння. URL : <https://www.unian.ua/health/kunzhut-korist-i-shkoda-yak-priymati-dlya-zdorov-ya-11945883.html>

41. Савінок О., Зюзько А. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти СВО «Магістр», освітньої спеціальності 181 – «Харчові технології» : метод. рек. Миколаїв : Миколаїв. нац. аграр. ун-т, 2023. 40 с.

42. Свідоцтво про держреєстрацію ТОВ «Миколаївський хлібозавод №1». URL: [https://youcontrol.com.ua/catalog/company\\_details/37844650/](https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/37844650/)

43. Сичевський М. П., Шпичак О. М., Коваленко О. В. Тенденції та перспективи розвитку хлібопекарського виробництва в європейських країнах. *Економіка АПК*. 2020. № 7. С. 54-67. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202007054>

44. Снежкін Ю. Ф., Шапар Р. О. Тепломасообмінні технології переробки пектиновмісної сировини: Монографія. К. : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2000. 228 с.

45. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.

46. Стукальська Н. М., Богдан О. С. Вплив цитрусового пектину на якість борошняних кондитерських виробів. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 5. С. 201. DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.23>

47. Суміш насіння кунжуту. URL: <https://mueslimania.com.ua/sumish-nasinnya-kunzhutu>

48. Федоренко М. Нормативно-правові акти з охорони праці/ Нормативні документи з охорони праці. Довідник спеціаліста з охорони праці.

URL: <https://pro-op.com.ua/article/638-normativna-baza-z-bezpeki-prats>

49. Формування гідрогелів на основі пектину з різним ступенем естерифікації / І. А. Дронь [та ін.]. *Chemistry, Technology and Application of Substances*. 2020. Т. 3, № 1. С. 239.

50. Черноусова Ж. Т., Климович О. Р. Економіко-статистичний аналіз ціноутворення на ринку хлібобулочних виробів в період повномасштабної війни в Україні. Моделювання та прогнозування економічних процесів : матеріали Міжнар. науково-практ. конф., м. Київ. 2024. С. 140–142.

51. Чим відрізняється цитрусовий пектин від яблучного? URL : <https://rudbekiia.home.cx.ua/dosvid/chim-vidriznyaietsya-citrusoviy-pektin-vid-yabluchnogo.html>

52. Чорний кмин – універсальна рослина. URL : <https://www.tdmu.edu.ua/medychna-akademia/чорний-кмин-універсальна-рослина/>

53. Chandel V., Biswas D., Roy S. Current Advancements in Pectin: Extraction, Properties and Multifunctional Applications. *PubMed Central*. 2022. doi:10.3390/foods11172683. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9455162/>

54. Gamal Saad Elhadidy. Influence of Coriander Seeds on Baking Balady Bread. *Journal of Food and Dairy Sciences*. Vol. 2, no. 9. DOI:10.21608/jfds.2018.35197

55. Korus, J.; Juszczak, L.; Witczak, M.; Ziobro, R. Effect of Citrus Fiber on the Rheological Properties of Dough and Quality of the Gluten-Free Bread. *Appl. Sci*. 2020, 10, 6633. <https://doi.org/10.3390/app10196633>.

56. Pectin NH – термозворотній пектин для загущування фруктово-ягідних начинок. *ILBakery Ukraine Shop*. *ILBakery Ukraine Shop*. URL: <https://ilbakerymixes.com/product/pectin-nh-termovorotniy-pektin/>

57. Petruzzello M. Black cumin. *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/plant/black-cumin>.

58. Scappaticci G., Mercanti N., Pieracci Y. Bread Improvement with

Nutraceutical Ingredients Obtained from Food By-Products: Effect on Quality and Technological Aspects. *Foods* 2024, 13, 825. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13060825>

59. Whitney C. Pectin Isn't Just For Jams Anymore – Kitchen Alchemy. Kitchen Alchemy. URL: <https://blog.modernistpantry.com/advice/pectin-isnt-just-for-jams-anymore/>

60. Zhao Z.Y., Liang L., Fan X., Yu Z., Hotchkiss A.T., Wilk B.J., Eliaz I. The Role of Modified Citrus Pectin as an Effective Chelator of Lead in Children Hospitalized with Toxic Lead Levels. *Altern. Ther. Health Med.* P. 34-38.

61. Özcan, M.M. Comparison of Physico-Chemical Properties, Phytochemical Compositions and Sensory Characteristics of Wheat Breads Enriched with Coriander Seed Powder. *Foods* 2023, 12, P. 1412. <https://doi.org/10.3390/foods12071412>



## ДОДАТОК А

## Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві хлібобулочної продукції

Етап виробництва	Небезпечні фактори	Причина виникнення	Вагомість фактору та обґрунтування рішень	Заходи управління
1	2	3	4	5
Підготування сировини до виробництва	фізичні – потрапляння сторонніх домішок у сировину; хімічні – потрапляння радіонуклідів, токсичних речовин; біологічні – зараження сировини мікроорганізмами	порушення правил технологічних інструкцій приймання, підготовки сировини до виробництва	істотній, вірогідність фізичного та хімічного низька (протоколи вхідного контролю), біологічного – висока; серйозність висока (можливість отруєння)	ретельний мікробіологічний контроль за прийманням та підготовкою сировини до виробництва, перевірка наявності відповідних документів на вхідному контролі
Приготування пектинового розчину	фізичні – підвищена температура розчинення; хімічні – пари та випаровування; біологічні – зараження термостійкими бактеріями	порушення температурного та/чи часового режимів; порушення правил технологічних інструкцій при роботі з гарячими розчинами	істотній, вірогідність висока (можливість поранення); серйозність висока (можливість отруєння)	технологічний контроль такого процесу, перевірка протоколів після контролю
Приготування та бродіння опари	фізичні – ні; біологічні – зараження тіста мікроорганізмами; хімічні – висока кислотність	порушення температурного та/чи часового режимів.	істотній, вірогідність хімічного низька (технологічний контроль), біологічного – висока; серйозність висока (можливість отруєння)	технологічний контроль такого процесу, перевірка протоколів після контролю
Замішування та бродіння тіста	хімічні – ні; біологічні – зараження тіста; мікроорганізмами; фізичні – потрапляння сторонніх домішок	порушення температурного та/чи часового режиму; потрапляння домішок через обладнання та із навколишнього середовища	істотній, вірогідність фізичного низька (технологічний контроль), біологічного – висока; серйозність висока	технологічний контроль такого процесу, перевірка протоколів після контролю

		по винні персоналу	(можливість отруєння)	
Розділення, округлення, формування та вистоювання тіста	хімічні – ні; біологічні – зараження тіста мікроорганізмами; фізичні – потрапляння сторонніх домішок	порушення температурного режиму; потрапляння домішок через обладнання	істотній, вірогідність фізичного низька (технологічний контроль), біологічного – висока; серйозність висока (можливість отруєння)	технологічний контроль процесів, перевірка протоколів після контролю
Випікання	фізичні – ні; біологічні – не відбувається знезараження всіх мікроорганізмів; хімічні – не пропечений, підгорілий хліб	порушення температурного режиму, режиму остаточного вистоювання; порушення температурного режиму (занадто низька або занадто висока температура)	істотній, вірогідність хімічного низька (технологічний контроль), біологічного – висока; серйозність висока (можливість отруєння)	технологічний контроль процесу, перевірка протоколів після контролю.
Охолодження, укладання, відвантаження	хімічні – ні; біологічні – ні; фізичні – потрапляння сторонніх домішок	потрапляння домішок через обладнання та із навколишнього середовища по винні персоналу, а також часточки деревини.	істотній, вірогідність висока (можливість поранення); серйозність висока (можливість поранення).	технологічний контроль остаточного процесу, перевірка протоколів після контролю
Зберігання	хімічні – ні; фізичні – ні; біологічні – розвиток пліснявих грибів	порушення температурного та/чи часового режиму, підвищення вологості зберігання готової хлібобулочної продукції	істотній, вірогідність висока (можливість отруєння); серйозність висока (можливість отруєння)	технологічний контроль, перевірка протоколів після контролю