

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва виробів
кондитерських борошняних підвищеної
поживної цінності**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-2-21
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Артем КІРНОС

Керівник: _____ Дмитро ТИМЧАК

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«07» травня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Кірному Артему Денисовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва виробів кондитерських борошняних підвищеної поживної цінності».

Керівник роботи: Тимчак Дмитро Олександрович, старший викладач, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 963.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва борошняних кондитерських виробів. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Методика проведення досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Охорона праці. 5 Економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Матеріали і методи досліджень. 3 Обговорення результатів досліджень. 4 Кошторис витрат на проведення досліджень. 5 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	ст. викладач Дмитро ТИМЧАК	07.05.25	09.06.25

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Огляд літератури	09.05-14.05.25	виконано
3	Методика проведення досліджень	15.05-16.05.25	виконано
4	Дослідна частина	17.05-31.05.25	виконано
5	Охорона праці	01.06-02.06.25	виконано
6	Економічна частина	02.06-03.06.25	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.25	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-09.06.25	виконано

Здобувач вищої освіти

_____ Артем КІРНОС
(підпис)

Керівник роботи

_____ Дмитро ТИМЧАК
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва виробів кондитерських борошняних підвищеної поживної цінності»

Кваліфікаційна робота бакалавра: 65 с., 7 рис., 13 табл., 47 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва борошняних кондитерських виробів.

Метою роботи є удосконалення технології збивних борошняних кондитерських виробів на основі нетрадиційної рослинної сировини із застосуванням механічного способу розпушування тіста.

Методи дослідження: Зразки борошняних кондитерських виробів (кекси та печиво) досліджували через 24 години після випікання за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідно до вимог чинних нормативних документів (ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови»). Вологість виробів визначали методом висушування за ДСТУ 7346:2013, а кислотність – методом титрування відповідно до ДСТУ 5024:2008.

Окрім того, визначали додаткові фізико-хімічні показники якості кексів, які не передбачені стандартом: питомий об'єм, пористість, структурно-механічні властивості тощо.

В роботі розроблено рецептури кексів з використанням напівфабрикату з нуту як часткової або повної заміни пшеничного борошна. Вивчено вплив дозування нутового напівфабрикату (25–100 % до маси сухих речовин борошна), а також введення додаткових сухої пшеничної клейковини (3–7 % до маси нуту) – на технологічні властивості тіста та якість готових виробів.

Проведено визначення фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників кексів відповідно до чинних нормативних документів. Доведено доцільність застосування нутового напівфабрикату у виробництві борошняних кондитерських виробів. Встановлено оптимальні дозування білкових компонентів, які забезпечують покращення пористості, стабільності структури та споживчих властивостей готових виробів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Борошняні кондитерські вироби, кекси, пшеничне борошно, нут, нутове борошно, суха пшенична клейковина, структурно-механічні властивості.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1 Функціональні харчові інгредієнти у виробництві харчових продуктів	7
1.2 Роль рецептурних компонентів у формуванні тіста	12
1.3 Перспективи виробництва борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової цінності	20
2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1 Характеристика використаної сировини	28
2.2 Обладнання для замісу тіста та рецептури дослідних виробів	29
2.3 Визначення фізико-хімічних показників якості борошняних кондитерських виробів	33
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	35
3.1 Вплив напівфабрикату з нуту на властивості тіста та якість кексів	35
3.2 Вплив сухої клейковини на властивості тіста для кексів з нутом	40
3.3 Дослідження властивостей тіста та якості виробів залежно від параметрів збивання напівфабрикату	42
3.4 Зміна показників якості виробів у процесі зберігання	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	48
4.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних факторів на підприємстві	48
4.2 Розробка картки охорони праці	50
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	53
5.1 Розрахунок кошторису витрат на дослідження	53
5.2 Розрахунок ціни дослідження	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	59
БІБЛІОГРАФІЯ	61

ВСТУП

Упродовж останніх десятиліть у світі, зокрема і в Україні, відбулися суттєві зміни в структурі та обсягах харчування, що свідчить про відхилення від основних принципів збалансованого раціону. Це зумовило недостатнє надходження біологічно активних речовин до організму. Основне джерело енергії нині – вуглеводи, переважно у формі простих цукрів, тоді як споживання харчових волокон майже вдвічі нижче від рекомендованих норм. Також спостерігається зниження рівня забезпеченості організму вітамінами та мінералами.

На сьогодні значна увага приділяється раціональному та здоровому харчуванню, що має на меті профілактику хронічних захворювань і підвищення тривалості життя населення України. Зміни, які відбулися на ринку харчових продуктів після впровадження Концепції державної політики у сфері здорового харчування, істотно трансформували традиційні підходи, зокрема й щодо групи БКВ.

БКВ становлять велику категорію висококалорійних продуктів. Завдяки гарній засвоюваності та приємним смаковим якостям вони користуються популярністю серед широких верств населення України, особливо серед дітей і підлітків. Це дозволяє розглядати їх як важливу частину харчового раціону поряд із хлібобулочними виробами. Проте харчова цінність БКВ залишається низькою – у більшості з них домінують легкозасвоювані вуглеводи, тоді як вміст вітамінів, мінералів і харчових волокон є недостатнім. Щоб зменшити енергетичну щільність та підвищити харчову цінність цієї продукції, необхідно вдосконалити її склад і властивості відповідно до принципів збалансованого харчування.

Значна кількість наукових робіт присвячена дослідженню можливостей використання нетрадиційної сировини у виробництві БКВ з підвищеними показниками харчової цінності. Для забезпечення населення якісними борошняними кондитерськими виробами необхідно впроваджувати сучасні наукові та технічні досягнення, удосконалювати технологічні процеси й

використовувати рецептури, які відповідають принципам збалансованого харчування.

Розвиток напрямку, що передбачає створення та реалізацію технологій, орієнтованих на ефективне використання сировини й отримання БКВ з вищою харчовою цінністю та зниженою енергетичною щільністю, є актуальним і повністю узгоджується з сучасними вимогами щодо здорового раціону. Зміни у хімічному складі таких виробів досягаються за рахунок включення функціональної сировини, що суттєво змінює традиційні технологічні підходи та потребує глибоких наукових досліджень для створення продукції високої якості, здатної конкурувати на ринку.

Отже, розроблення технології збивних БКВ із використанням механічного способу розпушування, що дає змогу підвищити виробничу ефективність, оптимізувати використання сировини, покращити якість готової продукції, збільшити її харчову цінність і зменшити вміст цукру, є надзвичайно актуальним завданням для харчової промисловості України.

Саме тому метою роботи визначено удосконалення технології збивних БКВ на основі нетрадиційної рослинної сировини із застосуванням механічного способу розпушування тіста.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- визначити вплив напівфабрикату з нуту на властивості тіста та якість кексів;
- встановити вплив сухої клейковини на властивості тіста для кексів з нутом;
- провести дослідження властивостей тіста та якості виробів залежно від параметрів збивання напівфабрикату;
- дослідити зміну показників якості виробів у процесі зберігання.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Функціональні харчові інгредієнти у виробництві харчових продуктів

«На сучасному світовому продовольчому ринку нараховується понад 100 тисяч найменувань харчових продуктів, які є складними за хімічним складом комбінаціями макро- й мікронутрієнтів, харчових добавок та інших речовин, що не належать до основних поживних елементів» [1]. Такі продукти виступають джерелами природних харчових компонентів, які, окрім поживної цінності й органолептичних характеристик, здатні впливати на регуляцію важливих функцій і процесів в організмі людини. Це відіграє ключову роль у підтриманні здоров'я, профілактиці та зменшенні ризику виникнення захворювань.

За результатами медичних досліджень, проведених в Україні, упродовж останніх років спостерігається тенденція до зменшення споживання продуктів – «джерел енергії та білка, особливо серед соціально вразливих груп населення з низьким рівнем доходів. Водночас зростає кількість осіб, які мають надлишкову масу тіла, що є наслідком порушень обміну речовин» [2]. Це зумовлює розвиток так званих “захворювань літнього віку”, що «формується протягом усього життя людини: серцево-судинні хвороби, онкологічні захворювання, діабет, інсульт, катаракта, глаукома, остеопороз, а також порушення функціонування головного мозку і нервової системи, зокрема хвороба Паркінсона тощо» [3].

На думку вітчизняних вчених, «стан здоров'я сучасної людини значною мірою обумовлений якістю, структурою та рівнем харчування, що нині характеризуються серйозними відхиленнями» [1]. Саме порушення харчової структури розглядається як один із найнебезпечніших чинників, що «завдає організму значно більшої шкоди, ніж навіть екологічне забруднення. У зв'язку з цим у 70% населення України виявляється нестача вітаміну С, у 40% – дефіцит β-каротину та вітаміну А, у майже третини – нестача вітамінів групи В, а також дефіцит селену, який спостерігається у всіх без винятку верств населення» [4].

Окрім нестачі мікронутрієнтів, яка охоплює широкі прошарки суспільства, дослідження свідчать про хронічний дефіцит білка в раціоні, що особливо

відчутний у дітей і людей похилого віку. «Наслідком цього стало зростання захворювань, пов'язаних із недостатнім харчуванням, вже у дитячому та підлітковому віці: випадки рахіту та гіпотрофії подвоїлись, анемія стала поширеною в 1,5 раза частіше, а ендокринні порушення у дітей – у півтора раза. За останнє десятиліття у 3,3 раза зросла частота захворювань органів травлення серед школярів, що безпосередньо пов'язано з дефектами харчування» [5].

Науковці довели, що подібні патології значною мірою зумовлені незбалансованим харчуванням і часто обумовлені харчовими уподобаннями окремої людини. Доведено також, що «деякі продукти при надмірному вживанні можуть суттєво впливати на життєво важливі функції організму й у поєднанні з негативними звичками, спадковими факторами та несприятливими екологічними умовами сприяти розвитку захворювань» [4].

Основою раціонального харчування є оптимальне співвідношення всіх компонентів їжі. «Відомо понад 60 харчових речовин, баланс яких має велике значення для забезпечення нормальної життєдіяльності організму» [1]. Відповідно до принципів збалансованого харчування, співвідношення між білками, жирами і вуглеводами варіюється в залежності від статі, віку та фізичної активності людини і «в середньому становить від 1:1:4 до 1:1,2:5. Згідно з рекомендованими нормами, частка продуктів тваринного походження має складати приблизно 63%, а рослинного – 37%» [6].

Збалансоване харчування передбачає найоптимальніше поєднання основних поживних речовин – «білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінералів, а також взаємозв'язок між складовими вуглеводної групи (цукри, крохмаль), окремими вітамінами, мінеральними елементами і їх впливом на біологічну активність інших компонентів їжі в організмі» [7-10].

Сучасна медична наука вже відійшла від концепції виключно адекватного харчування, в межах якої увага зосереджувалась здебільшого на кількісному забезпеченні організму «макронутрієнтами – джерелами енергії та пластичного матеріалу (білками, жирами, ліпідами)» [11].

Натомість сформовано підхід до оптимального харчування, що передбачає комплексне урахування всього спектра життєво необхідних речовин, включаючи біологічно активні та міnorні компоненти.

У рамках розвитку концепції оптимального харчування сформувався новий напрям у науці про харчування – концепція функціонального харчування. «Вона охоплює теоретичні основи створення, виробництва, реалізації та споживання функціональних харчових продуктів» [8]. У розвинених країнах сектор функціональних продуктів і напоїв посідає провідне місце, оскільки є «найбільш зручною та природною формою збагачення організму людини мікронутрієнтами – вітамінами, мінералами, мікроелементами, а також іншими біологічно активними компонентами, зокрема поліфенолами, джерелами яких виступають фрукти, овочі, ягоди тощо» [10].

Ключовим елементом концепції здорового харчування став новий науково-прикладний напрям, що виник у 1989 році в Японії на перетині медичної науки й харчової біотехнології. «Він отримав офіційну назву – продукти функціонального харчування» [3].

Спочатку, згідно з класифікацією японських вчених, основними групами функціональних харчових продуктів вважалися ті, що містять фізіологічно активні інгредієнти, зокрема біфідобактерії, олігосахариди, харчові волокна та ейкозапентаєнову кислоту. «Згодом до переліку було додано й інші важливі речовини: вітаміни, мінеральні елементи, поліненасичені жирні кислоти, молочнокислі бактерії тощо» [12].

Існуючі норми фізіологічних потреб у харчових речовинах, енергії та рекомендовані норми споживання продуктів харчування для різних груп населення були розроблені колективом учених під керівництвом Інституту харчування НААН України. «Запропоновано орієнтовні обсяги споживання харчових продуктів на середнього мешканця країни. Визначено, що харчовий продукт може вважатися функціональним, якщо вміст у ньому функціонального інгредієнта становить від 10 до 50 % (у середньому 30 %) добової потреби організму» [13].

Виділяють три основні категорії традиційних функціональних харчових продуктів:

1. «продукти, які природно містять значні кількості фізіологічно активних макро- та мікронутрієнтів;
2. продукти, у яких технологічно знижено вміст шкідливих для здоров'я компонентів;
3. продукти, додатково збагачені функціональними інгредієнтами шляхом введення біологічно активних добавок» [7].

«Світовий ринок функціональних продуктів активно зростає, збільшуючись щорічно на 15–20 %» [14]. Популярність таких продуктів у європейських країнах, США та Японії підтверджується статистикою змін у продовольчому секторі. «Сьогодні світовий обсяг продажу функціональних продуктів перевищує 50 млрд доларів. За офіційними даними, близько 40 % цього ринку належить США, де з федерального бюджету щорічно виділяються мільйони доларів на дотації для збагачення харчових продуктів натуральними біологічно активними добавками» [14]. Ринок функціонального харчування в Японії оцінюється у 8–9 млрд доларів на рік і є стратегічним напрямком розвитку країни. У Франції обсяг виробництва пробіотичних продуктів та продуктів із біологічно активними добавками за останнє десятиліття збільшився у 350 разів. «Потенціал світового ринку функціональних продуктів харчування сягає до 30 % від загального обсягу продовольчої продукції, що реалізується» [15].

Питання оптимізації харчового раціону становить пріоритетне завдання для України. Фундаментальні засади розв'язання даної проблематики було викладено у «Концепції державної стратегії у сфері збалансованого харчування громадян України». «Документ передбачає формування технологічного підґрунтя для створення інноваційних харчових продуктів, які не лише забезпечують організм людини необхідними нутрієнтами та енергетичними ресурсами, але й здійснюють превентивний та терапевтичний вплив» [9]. Також окреслено заходи щодо трансформації структури споживання їжі, розробки технологій виготовлення принципово нових харчових виробів, адаптованих до потреб людського організму.

На сьогодні активно застосовуються сім категорій функціональних компонентів: «клітковина, вітамінні сполуки (аскорбінова кислота, кальциферол, В-комплекс), мінеральні елементи (кальцій, залізо), ліпідні фракції з поліненасиченими жирними кислотами, антиоксидантні речовини (β -каротин, токоферолі), олігосахариди; певні штами корисної мікрофлори (лактобацили)» [15]. Ключові критерії для них включають: «науково підтверджені благотворні ефекти та встановлену добову норму споживання, схвалену експертами; наявність позитивного впливу на харчовий статус та стан здоров'я; безпечність з точки зору раціонального харчування; точні фізико-хімічні параметри та методології їх встановлення; відсутність негативного впливу на нутритивну цінність продукту; пероральний шлях введення; виключення лікарських форм випуску; природне походження» [12].

Під час введення функціональних складових у харчовий виріб його нутритивні характеристики та споживчі якості не повинні погіршуватися. При комбінуванні декількох функціональних елементів необхідно враховувати їх сумісність як з позиції хімічних реакцій у продукті, так і стосовно біодоступності у шлунково-кишковому тракті.

«За цільовим призначенням функціональні продукти належать до категорії масового вжитку, тобто мають форму традиційних харчових виробів, призначених для споживання у межах повсякденного раціону основними групами населення, проте містять функціональні компоненти, що чинять сприятливий вплив на здоровий організм через метаболічні процеси, які в ньому відбуваються» [3]. Споживання таких виробів не є терапевтичним втручанням у комплексному лікуванні патологій, що характеризує продукти лікувального призначення, однак сприяє профілактиці певних захворювань та уповільненню процесів старіння в умовах екологічного дисбалансу. «Функціональні харчові вироби у системі сучасного харчування посідають проміжну позицію між звичайними продуктами, які обираються згідно з гастрономічними уподобаннями та матеріальними можливостями, та спеціалізованими продуктами, які призначає людині, вже як хворому, медичний фахівець у рамках лікувального раціону на період терапії» [7].

У світовій практиці активне зростання отримали чотири основні групи функціональних продуктів: на зерновій, молочній, жировій основі та безалкогольні напої. Саме ці категорії є найбільш технологічно придатними для створення продуктів з позитивним впливом на харчування. «Функціональна дія злакових продуктів обумовлена наявністю нерозчинних харчових волокон, комплексу вітамінів і кальцію. Вибір та обґрунтування функціональних інгредієнтів має базуватися на комплексній оцінці споживчих властивостей та цільового фізіологічного впливу створюваного продукту» [3, 7, 13].

Практика виробництва у світі та в Україні демонструє, що кожен функціональний харчовий продукт, який відповідає загальним ідентифікаційним критеріям (підтримка здоров'я і зниження ризику захворювань), повинен мати чітко визначені технологічні параметри, зокрема наявність конкретного функціонального інгредієнта або їх групи у певних фізіологічних кількостях у процесі виробництва.

1.2 Роль рецептурних компонентів у формуванні тіста

Борошняні кондитерські продукти представляють собою різноманітну категорію харчових товарів з широким спектром асортименту, які суттєво відрізняються за компонентним складом, виробничими процесами та якісними характеристиками. «До цієї групи належать солодке, пісочне та сухе печиво, галети, крекери, вафельні вироби, пряникова продукція, кекси, рулетні вироби, торти та тістечка» [13, 16, 17]. Рецептурна база борошняних кондитерських товарів включає наступні компоненти: «пшеничне борошно, білий цукор, жирові продукти, яєчну та молочну сировину, кухонну сіль, розпушувальні агенти, кожен з яких проявляє унікальний вплив за різноманітних умов» [11].

Тістова маса для борошняних кондитерських продуктів являє собою структуровану систему. Її реологічні характеристики визначаються низкою чинників: «вологісний режим, температурні параметри, рецептурна композиція, тривалість та потужність механічної дії, характеристики борошна тощо» [5].

Якісні показники борошна мають визначальне значення, адже підвищений вміст цукрових речовин і жирів у тістовій масі перешкоджає набуханню клейковинних білків. «Водопоглинальна здатність борошна знижена, вологість тіста становить максимум 20%. Реологічні параметри тістової маси залежать від грануляції борошна: при більшому розмірі часток потребується менша кількість води для їх зв'язування» [1].

Зокрема, для виробництва печива зі зменшеним вмістом цукрових речовин та жирів, зберігаючи технологічні властивості, доцільно використовувати борошно крупнішого помелу. Суттєвим чинником є ступінь механічного пошкодження крохмальних гранул: «для виготовлення печива потрібне борошно з м'якої пшениці з невисоким вмістом клейковини та мінімально травмованими крохмальними структурами» [17].

Під час замішування тістової маси відбуваються такі фізико-хімічні явища: гідратація борошняних частинок, розчинення цукрових компонентів, набухання колоїдних систем борошна, коагуляція набряклих білкових міцелярних утворень. «Інтенсивність даних процесів контролюється рецептурною композицією сировинних матеріалів та технологічними режимами їх переробки, що забезпечує формування тістової маси із заданими пружно-пластично-в'язкими характеристиками» [18].

Розглядаючи тістоподібні субстанції як дисперсні системи, можна виділити тверду, рідку та газову фази. Тверда фаза представлена ліофільними колоїдними системами борошна – нерозчинними у воді білковими комплексами та крохмалем. «Набряклі гліадинові та глютенінові білкові фракції формують основну частину клейковинного каркасу» [19].

Рідка фаза тіста являє собою багатокомпонентний водний розчин речовин, передбачених рецептурою конкретного виробу. До неї також входять усі водорозчинні органічні та мінеральні речовини, що містяться в борошні. Значна частина цієї рідкої фази осмотично зв'язується білковими компонентами, поряд із вільною водою.

У водному розчині молекули цукрів оточені гідратними оболонками, які збільшують їхній міжмолекулярний об'єм та уповільнюють дифузію, особливо під час осмотичного набухання білків борошна. «Найвищий рівень гідратації мають молекули сахарози – при температурі 20 °C вони можуть утримувати від 8 до 12 молекул води. Відповідно, збільшення кількості цукру в рецептурі зменшує кількість вільної води у рідкій фазі тіста, яка бере участь у гідратації та набуханні колоїдів борошна» [20]. Таким чином, регулюючи вміст цукру, можна контролювати процес набухання білків і крохмалю та формувати тісто з різними фізичними властивостями.

Жири також відіграють важливу роль у формуванні структури тіста. Важливо не лише їх хімічний склад, а й фізичний стан – жири повинні бути пластичними, щоб утворювати в тесті тонкі плівки, які обволікають і змащують частинки борошна. «При виготовленні печива у тісто додають від 5% до 25% жиру від маси борошна. Якщо жир у тесті перебуває в розплавленому стані, він зв'язується з клейковиною та крохмалем» [21].

Взаємодія ліпідів із компонентами тіста залежить від хімічного складу жиру і властивостей борошна. Особливо важливу роль відіграють тригліцериди ненасичених жирних кислот, які, адсорбуючись на поверхні білкових міцел і крохмальних зерен, перешкоджають набуханню колоїдів і збільшують вміст рідкої фази в тесті. «Це послаблює зв'язок між компонентами твердої фази і робить тісто більш пластичним» [21].

Яєчна сировина включає дві поверхнево-активні субстанції: альбумін (білкова частина) та лецитин (жовткова фракція). Яєчний альбумін функціонує як ефективний піноутворювальний агент та забезпечує створення пористої стабілізованої структури, що дозволяє обходитися без додаткових розпушувальних компонентів. «Лецитинові сполуки жовтків під час створення емульсійних систем діють як емульгувальні агенти, диспергуючи жирові компоненти, які входять до складу продуктів» [22]. Обидва компоненти підвищують нутритивну цінність виробів, формують смакові та ароматичні характеристики.

Кухонна харчова сіль виконує функцію не лише смакового компоненту, але й впливає на реологічні параметри тістової маси, підвищуючи гідратацію клейковинного комплексу та, відповідно, його об'єм. «Клейковина стає більш еластичною та текучою» [21].

Питна вода застосовується для замішування тістових мас у різних пропорціях залежно від типу продукту, його рецептурної композиції, водопоглинальних характеристик борошна. «Вода сприяє набухання колоїдних систем борошна, розчиненню компонентних складових борошна та кристалічної сировини. В умовах виробництва дозування води коригується для кожного виду продукції» [23].

Отже, сировинні матеріали, що застосовуються у виготовленні борошняних кондитерських товарів, зазвичай відіграють роль не лише смакових компонентів, але й технологічну функцію, впливаючи на фізико-хімічні параметри тістової маси і готових виробів.

У технології борошняних кондитерських продуктів однією з ключових стадій виробничого процесу є розпушування тістової маси перед термічною обробкою. «Ця операція необхідна для забезпечення пористості готового продукту, приємних органолептичних властивостей та покращення засвоюваності. Розрізняють механічний, хімічний та ферментативний методи розпушування тістових мас» [24].

Хімічний метод розпушування тістової маси базується на використанні хімічних розпушувальних агентів. Вони являють собою хімічні сполуки, які розкладаються під час термічної обробки та виділяють газоподібні продукти, що розпушують тістову масу і надають виробам потрібну пористу текстуру.

«Хімічним методом розпушують тістові маси для печива, пряникової продукції та інших борошняних кондитерських товарів» [1, 18].

«Хімічні розпушувальні агенти класифікуються на наступні категорії: лужні, кислотні, лужно-кислотні та лужно-сольові» [1, 21].

До лужних розпушувачів відносяться натрію гідрокарбонат, амонію карбонат та їх композиції; до лужно-кислотних – композиції натрію гідрокарбонату з кристалічними харчовими кислотами або їх кислими солями; до лужно-сольових – суміш натрію гідрокарбонату з нейтральними солями, наприклад, композиція

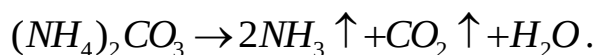
натрію гідрокарбонату з амонію хлоридом. «Розпушувачі кислотної дії включають натрію дигідропірофосфат ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$), кальцію дигідрофосфат моногідрат ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), калію гідротартрат ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$)» [25].

«Гідрокарбонат натрію (NaHCO_3) є найпоширенішим хімічним розпушувачем тіста. Його розпушуюча дія проявляється при нагріванні, коли розпушувач розкладається з виділенням вуглекислого газу за реакцією» [26]:



«Проте гідрокарбонат натрію має ряд недоліків. У вільному вигляді він виділяє лише близько 50 % діоксиду вуглецю. При цьому утворюється 63 % карбонату натрію (від маси гідрокарбонату), який надає виробам лужних властивостей» [25]. В результаті поверхня виробів забарвлюється в жовтуваторожевий колір, а також з'являється специфічний присмак.

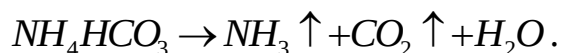
Іншим поширеним розпушувачем є карбонат амонію ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$). Він утворює більше газоподібних продуктів під час нагрівання, розкладаючись за формулою:



«Карбонат амонію повністю розкладається під час випікання, виділяючи близько 82 % газоподібних речовин, які сприяють розпушуванню, та 18 % водяної пари. Основним недоліком є те, що у теплих виробках зберігається запах аміаку, який є токсичним при концентрації 0,1 мг/дм³» [25]. Надлишок цього розпушувача призводить до тривалого специфічного запаху.

Застосування суміші гідрокарбонату натрію та карбонату амонію дозволяє знизити інтенсивність аміачного запаху і зменшити лужність виробів. «Перевагою цих розпушувачів є те, що газоподібні речовини виділяються переважно в процесі випікання, а не в тісті, що забезпечує максимальне ефективне розпушування» [25].

Як замінник карбонату амонію використовується вуглеамонійна сіль (NH_4HCO_3), дозування якої на 30 % більше, ніж карбонату амонію. Реакція розкладу проходить за схемою:



Недоліком цього розпушувача є його нестійкість – він починає розкладатися на аміак і вуглекислий газ навіть при зберіганні на повітрі.

«Дозування хімічних розпушувачів залежить від типу тіста. Для цукрових сортів печива використовують 0,4 % гідрокарбонату натрію та 0,5 % карбонату амонію; для затяжних сортів – відповідно 0,7 % і 0,08 %» [25].

Для досягнення виробів з оптимальною пористістю допускається коригування дозування хімічних розпушувальних агентів відповідно до характеристик борошна: «натрію гідрокарбонату на $\pm 15\%$, зниження частки амонію повинно перевищувати 50% від рецептурних норм» [26].

Виготовлення печива з використанням виключно амонію карбонату не рекомендується, оскільки продукція набуває неприємного пресного смаку та блілого забарвлення, а внаслідок швидкого розкладання амонію карбонату вироби характеризуються крупнопористою структурою.

Виробництво печива з застосуванням лише натрію гідрокарбонату також неможливе, адже для розпушування потрібна була б його значна кількість. «При цьому лужність печива суттєво перевищує дозволені санітарні показники. Окрім того, натрію гідрокарбонат надає поверхні печива жовто-червонуватого відтінку та специфічних смакових властивостей» [27].

Поряд з лужними можуть застосовуватися кислотно-лужні розпушувальні системи, до композиції яких входить натрію гідрокарбонат і певна кислота, що забезпечує повне розкладання натрію гідрокарбонату та дозволяє отримати продукцію з нейтральною реакцією.

Біологічний метод розпушування тістової маси базується на застосуванні хлібопекарських дріжджових культур. Зазвичай використовують пресовані хлібопекарські дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae*.

«Дріжджі – це одноклітинні рослинні мікроорганізми, що містять комплекс ферментів, які забезпечують перетворення цукрів на діоксид вуглецю та етиловий спирт за реакцією» [25]:



«Для біологічного розпушування тіста потрібен тривалий час – від 1 до 5 годин. За цей період тісто не лише розпушується, а й дозріває, проходячи низку ферментативних та мікробіологічних процесів, у результаті яких накопичуються продукти бродіння, що формують смак і аромат виробу» [28]. Зміни в структурі крохмалю та білкових речовин під час дозрівання (на стадіях бродіння і вистоювання) забезпечують отримання пористої, еластичної та м'якої структури тіста. Виріб набуває привабливого зовнішнього вигляду, збільшується в обсязі і краще засвоюється організмом.

«Недоліками біологічного способу є тривалість процесу бродіння, необхідність спеціальних бродильних ємностей і великої виробничої площі, а також втрати 2–3 % сухих речовин борошна, що витрачаються на бродіння, і знижена продуктивність праці» [29].

Попри ці економічні недоліки, біологічний спосіб залишається основним для розпушування тіста у хлібобулочному виробництві. Крім того, ним готують тісто для деяких борошняних кондитерських виробів – крекерів, галет, кексів.

Механічний спосіб розпушування передбачає введення в тісто під тиском або розрядженням діоксиду вуглецю, кисню або повітря під час замішування в тістомісильній машині. «Під час випікання при високій температурі бульбашки газу розширюються, що сприяє утворенню пористої структури виробів. Використання механічного способу дозволяє виключити з рецептури біологічні та хімічні розпушувачі» [29].

«На відміну від біологічного та механічного методів розпушування, останній має низку переваг: мінімізація втрат сухих речовин під час ферментації, скорочення тривалості підготовки тістової маси» [25].

За допомогою механічного методу розпушування виготовляється тістова маса для таких борошняних кондитерських продуктів, як «бісквітні вироби, цукрове та здобне печиво, кекси без застосування хімічних розпушувальних агентів та дріжджових культур» [13].

Для розпушування тістової маси механічним методом застосовують спеціалізовані тістомісильні агрегати з робочою ємністю, що герметично укупорюється. «Замішування проводиться з борошна, води, сольового розчину та інших рецептурних складових, за винятком дріжджів, у герметично закритому резервуарі, куди через підвідні магістралі подають діоксид вуглецю при надлишковому тиску 0,6-1,2 МПа, і продовжують процес замішування тістової маси» [30]. Готову тістову масу подають через спеціальний з'єднувальний елемент до тістоділильного обладнання, обробляють тістову масу і проводять термічну обробку виробів.

Найширше цей метод застосовується при виготовленні бісквітної тістової маси, яку отримують інтенсивним збиванням рецептурної композиції, що складається з цукру-піску і меланжу, з наступним внесенням борошна. «При збиванні тістова маса захоплює повітряні включення, які функціонують як розпушувальні агенти» [26].

Порівняльний аналіз методів розпушування тістової маси для борошняних кондитерських продуктів продемонстрував, що механічний та хімічний (порівняно з біологічним) є простішими та економічно вигіднішими. «При такому розпушуванні тістової маси відпадає необхідність у бродильному обладнанні, у застосуванні біологічних та хімічних розпушувальних агентів; виключаються втрати сухих речовин борошна на ферментацію, зменшуються виробничі приміщення, підвищується продуктивність виробництва» [21].

При використанні таких поширених хімічних розпушувальних агентів, як амонію карбонат та натрію гідрокарбонат, термічно оброблені продукти набувають

лужної реакції, специфічного аромату та смаку. Окрім того, застосування рецептурних компонентів хімічного походження небажане при розробці продукції категорії «здоров'я», для дитячого споживання.

Використання природного (біологічного) розпушувального агенту тістової маси – хлібопекарських дріжджових культур у виробництві багатьох типів борошняних кондитерських продуктів обмежено тим, що значні концентрації жирів і цукрових речовин, що входять до рецептур, пригнічують їх функціональну активність.

Відома технологія борошняних кондитерських продуктів (кексів, здобного печива) без хімічних розпушувальних агентів та дріжджових культур. «Розпушування тістової маси здійснюється за рахунок насичення повітрям суміші рецептурних компонентів, при цьому процес збивання тривалий (35-50 хв), частка меланжу в рецептурі збільшена, що призводить до підвищення собівартості продукції» [25].

За кордоном аерування харчових мас широко застосовується не лише через економію сировини, вартість якої постійно зростає, а й завдяки покращенню смакових та товарних властивостей отриманих збитих продуктів. «Аерування харчових мас здійснюють очищеним повітрям або діоксидом вуглецю» [31].

У виробництві борошняних кондитерських виробів бісквітне тісто аерують завдяки його високій вологості – до 30 %.

1.3 Перспективи виробництва борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової цінності

«Сучасні тренди розвитку продовольчого ринку відзначаються зростанням споживчого попиту на борошняні кондитерські товари, виробництво яких протягом останнього п'ятиріччя збільшилося на 48%» [32]. На сьогодні БКВ посідають друге місце за обсягами випуску в кондитерському секторі, виготовляються у великих масштабах на хлібопекарських виробництвах. «У структурі ринку БКВ за показниками реалізації лідирує печиво (32%), друге місце займає вафельна

продукція (27%), третє – торти, тістечка, пряники, східні борошняні солодощі (25%) і четверте – кекси та рулетні вироби (16%)» [33-35].

Дослідження хімічної композиції різних категорій борошняних кондитерських товарів показало їх невідповідність принципам нутриціології – низький вміст таких важливих біологічно активних компонентів, як вітамінні сполуки, макро- і мікроелементи, есенціальні амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна. «Водночас вони містять надмірну кількість цукрових речовин (до 50%) і жирів (до 40%), тому їх надмірне споживання порушує збалансованість харчового раціону як за нутрієнтним складом, так і за енергетичними показниками» [34].

У певних видах БКВ (здобне печиво, кекси) міститься значна частка білкових речовин. «У більшості випадків вміст білка складає 5-7%. Усі борошняні кондитерські товари характеризуються високою енергетичною цінністю. 100 г таких продуктів можуть покривати від 10 до 20% добової потреби людини в енергії» [36] (табл. 1).

Таблиця 1.1 – Склад борошняних кондитерських виробів

Найменування виробу	Білки, г/100 г	Жири, г/100 г	Вуглеводи, г/100 г	Б:Ж:В	Енергетична цінність, кДж/100 г
Печиво здобне «Пісочне»	6,6	26,5	59,5	1:4:9	2065
Печиво зтяжне «Солоне»	8,3	12,7	64,6	1:1,5:8	1697
Торт «До чаю» (бісквітний з вершковим кремом)	4,9	19,5	48,1	1:4:10	1533
Пряники «Ванільні»	6,0	2,1	75,4	1:0,4:13	1462
Кекс «Столичний» (на хімічних розпушувачах)	5,5	19,8	58,6	1:4:12	1815
Кекс «Срібний ярлик» (без розпушувачів)	6,4	26,4	51,5	1:4:8	1960

«Через специфічні особливості технологічного процесу та вимоги до органолептичних і фізико-хімічних параметрів у багатьох борошняних кондитерських товарах, таких як торти, тістечка, здобне та цукрове печиво, неможливо досягти співвідношення основних нутрієнтів до пропорції 1:1:4, проте можливо коригувати композицію у напрямку зменшення цукровмісності» [35].

Хімічну композицію ряду пряникових товарів, кексів можна привести у відповідність до вимог формули збалансованого харчування, знизивши концентрацію жирів, підвищивши частку білкових речовин, харчових волокон, вітамінних та мінеральних компонентів.

Перед хлібопекарською та кондитерською галуззю поставлено завдання розробки технологій якісно нових продуктів функціонального призначення, споживання яких сприятиме профілактиці та зміцненню здоров'я українців.

Для оптимізації структури асортименту борошняних кондитерських товарів проводяться дослідження щодо розробки та впровадження сучасних технологій, застосування новітніх видів сировини, «які б дозволили не лише підвищити нутритивну цінність борошняних кондитерських товарів, інтенсифікувати технологічний процес, досягти економії ресурсів, але й надати виробам функціональної спрямованості» [37].

Впровадження нетрадиційної сировини у промисловості реалізується за двома векторами: формування нових рецептурних композицій та заміщення одних видів сировини (переважно цукрових речовин та жирів) іншими. «Розробка раціональних шляхів їх застосування повинна здійснюватися з врахуванням функціональних характеристик (індивідуально для різних типів продукції) та впливу на реологічні властивості напівфабрикатів і якісні показники готової продукції» [38].

Збагачення мучних кондитерських виробів натуральними рослинними компонентами має явні переваги над застосуванням хімічних добавок, оскільки в натуральних продуктах білки, вітаміни та мінеральні речовини присутні у природних співвідношеннях і у формі природних сполук.

«Важливе значення для цього мають бобові культури, борошно з цільнозернової пшениці, гречки, кукурудзи, а також вторинні продукти борошномельної промисловості – пшеничні зародкові пластівці і висівки» [3, 12, 21, 25, 31, 34]. Ці компоненти використовують як біологічно активні добавки завдяки їх високому вмісту білка, незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів груп В, РР, Е, мінералів (кальцій, магній, фосфор, залізо) і харчових волокон.

Нині проводяться дослідження, «спрямовані на вдосконалення структури асортименту борошняних кондитерських виробів через розробку і впровадження сучасних технологій та використання нових видів сировини, що дозволяють отримувати функціональні вироби з високими споживчими властивостями» [39].

Розроблена технологія екструдованих напівфабрикатів із підвищеною харчовою цінністю на основі нуту, а також створена композиційна суміш із нутової, манної або кукурудзяної крупи. Встановлено, «що оптимальне співвідношення нутової та манної або нутової та кукурудзяної крупи становить 1:1» [40].

«Вивчено вплив різних концентрацій нутового борошна (від 30 до 100% від загальної маси борошна) на органолептичні та фізико-хімічні характеристики цукрового печива» [25]. «Рекомендоване заміщення у рецептурі печива пшеничного борошна нутовим до 100%. Для покращення якісних показників печива застосовувалися екструдовані продукти із композиції нутової та кукурудзяної (манної) круп у кількості 20-30% від маси пшеничного борошна» [14].

Створено технологію вафель із жировими начинками на базі нуту. Доведено, що «використання нутового борошна дозволяє отримати вафельну тістову масу з мінімальною в'язкістю, максимально деструктурованою системою, що необхідно для рівномірного і швидкого розподілу тістової маси на поверхні вафельних форм і сприяє рівномірному процесу термічної обробки, покращенню якості готових вафельних листів» [41].

Досліджено можливість застосування екструдованих продуктів із композиції нутової та манної, нутової та кукурудзяної круп у виготовленні начинки для вафель. Встановлено, що «заміщення 10-30% цукрової пудри екструдатами із

композиції нутової та манної, нутової та кукурудзяної круп сприяє підвищенню вмісту харчових волокон у 7,5 разів, мінеральних компонентів, вітамінів та біологічної цінності начинки, а також зниженню її енергетичної цінності на 50 кДж» [42].

Вивчено вплив композиції нутового та гречаного борошна на якісні показники вафельного листа. Встановлено, «що вафельні листи з повним заміщенням пшеничного борошна на суміш нутового та гречаного у співвідношенні 25:75 мають еластичні властивості та достатню пористість, що дозволяє наносити начинку на лист, не деформуючи його структуру» [43].

Створено нові види борошняних кондитерських товарів: заварні пряники та вівсяне печиво, виготовлені на основі біоактивованого пшеничного зерна. «Досліджено внесення пшеничного зерна, попередньо промитого, набухлого у воді, пророщеного до паростка 1-2 мм і подрібненого в зернову масу, у дозуванні 25-100% до маси сухих речовин пшеничного борошна замість нього за рецептурою при виготовленні борошняних кондитерських товарів» [44].

При повному заміщенні пшеничного борошна на біоактивоване зерно в рецептурі пряників «рекомендовано використання харчового соєвого збагачувача – окари у дозуванні 5% до маси біоактивованого пшеничного зерна, в рецептурі печива – сухої пшеничної клейковини в кількості 7% до маси» [44]. Розроблені борошняні кондитерські товари відзначаються підвищеною харчовою та біологічною цінністю, зниженою цукроємністю. Нові продукти на основі біоактивованого пшеничного зерна рекомендовані для функціонального харчування.

До нетрадиційних видів сировини для борошняних кондитерських виробів відносять борошно з різних злакових культур: вівсяне, рисове, гречане, соєве, кукурудзяне.

Вітчизняні вчені дослідили можливість використання рисового борошна при виготовленні кексів і цукрового печива. «Найкращі якісні показники виробів досягаються при додаванні рисового борошна у кількості 20 % від загальної маси борошна» [44].

Розроблено технології борошняних кондитерських виробів, рецептури яких окрім традиційних зернових продуктів (пшеничного та житнього борошна) «включають нові види сировини – пшеничні, житні, ячмінні висівки, вівсяне лущиння, борошно з кукурудзяних зародків, пшеничне амарантове борошно, сочевицю та проросле зерно проса» [12, 35].

Відомо також застосування зародкових пластівців пшениці – вторинного продукту борошномельного виробництва. У НУХТі створено оригінальну технологію випікання здобного печива «Золотий паросток» «із використанням обсмажених зародків пшеничних пластівців у кількості до 10 % від маси борошна. Вироби відзначаються горіховим присмаком та розсипчастою текстурою» [41].

Особливе значення харчові волокна мають у створенні продуктів для профілактики серцево-судинних захворювань, раку, діабету та нормалізації функцій кишечника. «Основним джерелом харчових волокон у продукції є пшеничні, кукурудзяні, житні, соєві висівки та модифіковані природні клітковини» [12].

А.М. Дорохович та співавтори розробили «рецептури здобного діабетичного печива, заварних пряників, кексів та інших виробів із застосуванням нових видів нетрадиційної сировини – пшеничних висівок, солодових і полісолодових екстрактів, овочевого пюре (морквяного, бурякового, гарбузового), а також цикорних спиртів сорбіту і ксиліту» [18].

Мікрокристалічна целюлоза (МКЦ) є особливим видом целюлози з порошкоподібною структурою, що дозволяє вводити її у харчові продукти в значних кількостях без зміни органолептичних та інших властивостей. «Було встановлено позитивний вплив додавання МКЦ в рецептури печива» [40].

«Харчові волокна "Вітацель" на 98 % складаються з целюлози та геміцелюлози. Вони отримані шляхом тонкого подрібнення оболонкових частин пшениці» [38]. Завдяки капілярній структурі ці волокна володіють високою здатністю поглинати воду та жири.

Вироби з додаванням харчових волокон мають вологість, що відповідає верхній межі допустимого рівня, а також більш виразний смак і аромат.

«Збільшення вмісту пов'язаної води в готових виробах сприяє підвищенню виходу продукції та подовженню строку її зберігання» [24].

«До збагачувачів біологічно активними речовинами рослинного походження належить топінамбур, у бульбах якого міститься 18,1–24,0 % сухих речовин, переважно у вигляді вуглеводів – фруктозанів. Найціннішим з них є інουλін – полісахарид поліфруктозного типу, що зумовлює антисклеротичну, жовчогінну та сечогінну дію цього продукту» [13, 18, 21, 25].

«Концентрація порошку складала 5, 7 і 10% до маси борошна як заміна цукрових речовин. Порошок топінамбуру підвищує водопоглинальні характеристики тістової маси, що призводить до ущільнення її структури» [16].

Вивчено можливість заміщення 100 та 50% цукру-піску сорбітом або фруктозою в рецептурі печива з 5% порошку топінамбуру. Зі зростанням концентрації фруктози підвищуються вологість і м'якість продукції, м'якуш набуває темнішого забарвлення і зменшується солодкість.

Визначено максимальні концентрації порошку топінамбуру залежно від підсолоджувальної речовини. Зокрема, «при включенні в рецептуру цукру-піску максимальна концентрація топінамбуру становить 7% до маси борошна, а при застосуванні сорбіту або фруктози - 5%.

Продукція на фруктозі рекомендована для харчування осіб, які страждають на цукровий діабет і надлишкову масу тіла» [33].

У зв'язку з впровадженням безвідходних технологій і комплексної переробки сільськогосподарської сировини широкого розвитку набуло виробництво порошкоподібних напівфабрикатів з цукрових речовин, патоки, молочних продуктів, плодів та овочів різноманітного асортименту, що «дозволяє збагатити багато харчових товарів цінними компонентами (вітамінами, макро- і мікроелементами, харчовими волокнами) та інтенсифікувати технологічні процеси виготовлення продукції на їх основі. На сьогодні вже відоме застосування харчових порошоків у рецептурах багатьох товарів» [24].

Висновки по розділу.

Аналіз науково-технічних джерел свідчить, що питання оздоровлення БКВ є надзвичайно актуальним для хлібопекарської та кондитерської галузей. Перспективним напрямом у створенні нових видів продукції є використання збагачувальних компонентів рослинного походження. Такий підхід відкриває низку переваг порівняно з традиційними технологіями:

- підвищення вмісту білків, харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин, які в природних добавках містяться у біологічно доступній формі та в природних співвідношеннях;
- зменшення вмісту цукру й енергетичної цінності готової продукції;
- надання виробам характерних органолептичних властивостей, покращення фізико-хімічних і мікробіологічних показників якості.

Одним із багатообіцяючих рішень щодо збагачення БКВ є впровадження до рецептури продуктів переробки рослинної сировини, зокрема зернобобових культур. Вони містять повний набір компонентів, важливих з точки зору раціонального харчування, а саме білки, вуглеводи, мікро- і макроеlementи, вітаміни та харчові волокна.

У традиційних технологіях виготовлення БКВ зазвичай застосовуються хімічні, рідше – біологічні розпушувачі. Аерування суміші інгредієнтів очищеним повітрям або вуглекислим газом у промислових умовах використовується переважно для бісквітного тіста, іноді – для кексового. Водночас, виключення хімічних і біологічних розпушувачів із рецептур печива чи кексів можливе завдяки впровадженню механічного способу розпушування шляхом збивання компонентів рецептури під впливом стисненого повітря під тиском.

У цьому контексті актуальним і доцільним є проведення досліджень, спрямованих на розроблення технології збивних БКВ з підвищеною харчовою цінністю, що відповідатимуть сучасним вимогам за ключовими показниками – органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними.

2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика використаної сировини

Для проведення досліджень використовували таку сировину: нут (ДСТУ 7701:2014), борошно з нуту, борошно кукурудзяне (ДСТУ 4525:2006), кухонну сіль (ДСТУ 3583:2015), цукор-пісок (ДСТУ 4623:2006), маргарин (ДСТУ 4445:2005), рослинний кондитерський жир, курячі харчові яйця (ДСТУ 5028:2008), яєчний порошок (ДСТУ 7098:2009), суху пшеничну клейковину, питну воду (ДСТУ 7525:2014), а також сушену дикорослу черемху.

«У ході досліджень застосовували як загальноприйняті, так і спеціалізовані методики оцінки властивостей сировини» [31].

Оцінювання нуту здійснювали за органолептичними та фізико-хімічними характеристиками згідно з вимогами ДСТУ 7701:2014 (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Показники якості нуту

Найменування показника	Характеристика та значення показників
Колір	Від білого до жовто-рожевого
Вміст насіння іншого типу, %	Не більше 5
Вологість, %	Не більше 14,0
Сміттєва домішка, %	Не більше 1,0
Зернова домішка, %	Не більше 2,0
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається

Результати аналізу свідчать, що нут належить до І типу – харчовий. Значення основних показників його якості наведено в табл.2.1.

Борошно з нуту було отримано за допомогою дезінтеграційно-хвильового помелу на дезінтраторі. Особливістю цієї установки є застосування високої частоти

обертання та мінімального проміжку між штифтами подрібнювальних дисків, які обертаються у протилежних напрямках. Такий принцип дії забезпечує глибоке подрібнення насіння нуту, досягаючи вищого ступеня дисперсності порівняно з іншими типами млинів, що дозволяє отримати борошно з покращеними якісними характеристиками.

Рослинний жир спеціального призначення виготовлено шляхом фракціонування та часткової гідрогенізації рослинних олій і жирів. Цей продукт характеризується високою швидкістю кристалізації, що дозволяє уникати дефектів, пов'язаних зі зміщенням печива або витіканням начинки під час її нанесення. Жир призначено для виготовлення начинок для вафель, трубочок, шоколадно-вафельних тортів, цукерок, батончиків, сендвіч-печива, а також рулетів. У порівнянні з іншими жирами подібного типу, вирізняється кращими аераційними властивостями та стабільними фізико-хімічними показниками.

Цукор-пісок, харчову кухонну сіль, сухе молоко, ячний порошок, маргарин, суху пшеничну клейковину та питну воду оцінювали за органолептичними характеристиками.

2.2 Обладнання для замісу тіста та рецептури дослідних виробів

Тісто для дослідних зразків борошняних кондитерських виробів виготовляли на експериментальній збивальній установці, створеній на кафедрі технології хлібопекарських, кондитерських та макаронних продуктів. Вона призначена для аерації тіста механічним способом із використанням стиснутого повітря (рис. 2.1). Рецептурні інгредієнти подавалися через завантажувальний отвір до робочої камери установки, де розміщено двигун з варіатором швидкості. Місильна камера герметично закривалася кришкою, а через штуцер у неї подавалося повітря під надлишковим тиском.

До основних переваг цієї установки належать: широкий діапазон регулювання технологічних параметрів збивання (частота обертання місильного органу, тиск повітря, температура водяної сорочки), можливість плавного

налаштування цих показників, адаптивність до збивних мас різного складу та вологості, а також простота конструкції, монтажу та обслуговування.

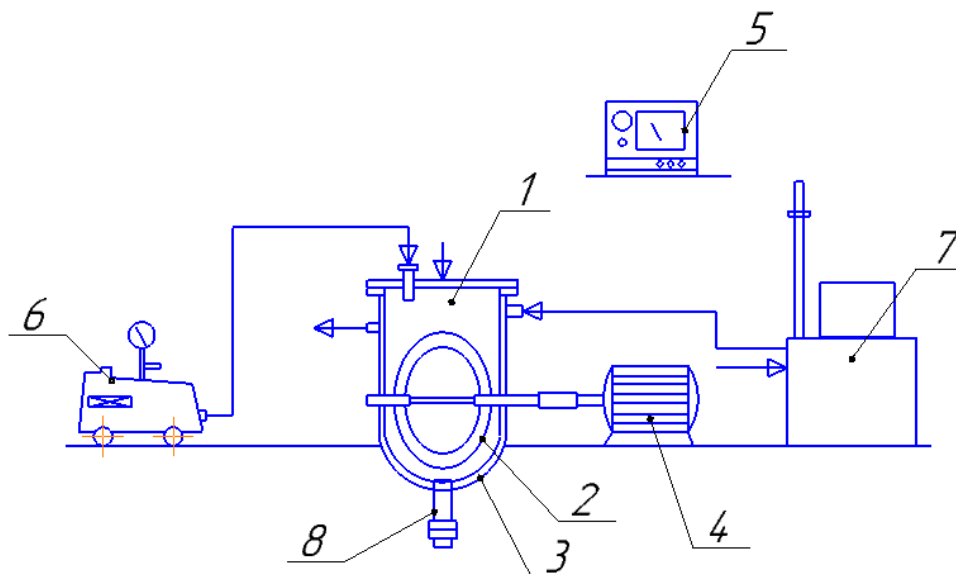


Рисунок 2.1 – Схема виробничої установки для приготування збивного тіста: 1 – збивальна камера; 2 – струнна мішалка; 3 – термостатуюча сорочка; 4 – електродвигун; 5 – пульт управління; 6 – компресор; 7 – термостат; 8 – розвантажувальний отвір

Тісто для дослідних зразків кексів готували за такою технологічною схемою: у збивальну установку періодичної дії завантажували рецептурні інгредієнти, зокрема розм'якшений маргарин, попередньо перемішаний із цукром і меланжем, борошно пшеничне вищого ґатунку та напівфабрикат з нуту. Компоненти змішували до утворення однорідної маси протягом 5 хв при частоті обертання 300 хв^{-1} .

Далі до місильної камери під тиском $0,40 \pm 0,02 \text{ МПа}$ подавали стиснене повітря. Збивання продовжували ще 5 хв при частоті обертання місильного органу 400 хв^{-1} . У цей період маса активно насичувалась повітрям, унаслідок чого формувалась стабільна піноподібна структура з однорідними фізико-хімічними властивостями.

Приготоване тісто дозували у форми по 120 г, попередньо змащені олією, та випікали в лабораторній шафі при температурі $205\text{--}215 \text{ }^{\circ}\text{C}$ упродовж 25–30 хв.

Було досліджено вплив внесення напівфабрикату з нуту у кількості від 25 до 100 % від маси сухих речовин пшеничного борошна у рецептурі кексів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Рецептури приготування тіста для кексів із внесенням напівфабрикату з нуту

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на завантаження, г при дозуванні напівфабрикату з нуту, % до маси сухих речовин пшеничного борошна			
		25 в натурі	25 на СР	50 в натурі	50 на СР
Борошно пшеничне в.г.	86,00	209,30	180,00	139,50	120,00
Напівфабрикат із нуту	36,00	166,70	60,00	333,30	120,00
Цукор-пісок	99,85	210,60	210,28	210,60	210,28
Маргарин	84,00	210,50	176,82	210,50	176,82
Меланж	27,00	168,50	45,50	168,50	45,50
Разом		965,60	672,60	1062,40	672,60
		75 в натурі	75 на СР	100 в натурі	100 на СР
Борошно пшеничне в.г.	86,00	69,80	60,00	—	—
Напівфабрикат із нуту	36,00	500,00	180,00	666,70	240,00
Цукор-пісок	99,85	210,60	210,28	210,60	210,28
Маргарин	84,00	210,50	176,82	210,50	176,82
Меланж	27,00	168,50	45,50	168,50	45,50
Разом		1159,40	672,60	1256,30	672,60

Контрольним зразком слугував кекс «Столичний», виготовлений за традиційною технологією [21], проте з виключенням хімічного розпушувача, кухонної солі, родзинок та есенції, а також із заміною вершкового масла на маргарин.

Також вивчали вплив сухої пшеничної клейковини у дозах 3-7 % від маси нуту на властивості тіста і якість кексів, виготовлених на основі напівфабрикату з нуту з повною заміною пшеничного борошна. Тісто готували за рецептами, наведеними у табл. 2.3, на експериментальній збивальній установці, використовуючи методику, описану раніше.

Таблиця 2.3 – Рецептури приготування тіста для кексів на основі напівфабрикату з нуту із внесенням сухої клейковини

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на завантаження, г при дозуванні сухої клейковини, % до маси нуту					
		3		5		7	
		в натурі	СР	в натурі	СР	в натурі	СР
Напівфабрикат із нуту	36,00	666,70	240,00	666,70	240,00	666,70	240,00
Суша пшенична клейковина	95,20	20,00	19,03	33,30	31,70	46,70	44,42
Цукор-пісок	99,85	210,60	210,28	210,60	210,28	210,60	210,28
Маргарин	84,00	210,50	176,82	210,50	176,82	210,50	176,82
Меланж	27,00	168,50	45,5	168,50	45,5	168,50	45,5
Разом		1276,20	691,60	1289,50	704,30	1301,90	717,02

2.3 Визначення фізико-хімічних показників якості борошняних кондитерських виробів

Зразки борошняних кондитерських виробів (кекси та печиво) досліджували через 24 години після випікання за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідно до вимог чинних нормативних документів (ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови»). Органолептичну оцінку проводили за формою, характером поверхні, кольором, смаком, запахом, а також за виглядом у зламі (ступенем пропеченості й структурою пористості) згідно з ДСТУ 5897:2005.

Вологість виробів (%) визначали методом висушування за ДСТУ 7346:2013, а кислотність (у градусах) – методом титрування відповідно до ДСТУ 5024:2008 [25].

Окрім того, визначали додаткові фізико-хімічні показники якості кексів, які не передбачені стандартом: питомий об'єм, пористість, структурно-механічні властивості тощо.

«Питомий об'єм кексів вимірювали за допомогою спеціального пристрою – об'ємоміра» [24]. «Питомий набухання виробів характеризували через зміну гідрофільних властивостей колоїдів м'якушу під час зберігання і визначали у см³ набряклої у воді маси на 1 г сухої речовини досліджуваного зразка» [22].

Структурно-механічні властивості м'якушу оцінювали за показниками: загальної деформації стиснення, пластичності та пружності, які вимірювали на пенетрометрі «Labor» [8], а також за еластичністю, визначеною за допомогою приладу ППЕ-2 [24].

Показник пористості кексів визначали із застосуванням спеціального пристрою, розробленого на кафедрі технології хлібопекарських, кондитерських та бродильних виробництв (рис. 2.2). Із м'якушу за допомогою циліндричного ножа вирізали зразок висотою 5 см і діаметром 3 см, який розміщували в порожнистому циліндрі (позиція 1). Далі підставку (позиція 2) герметично з'єднували з циліндром шляхом згвинчування, щоб уникнути наявності повітряних проміжків між основою та м'якушем.

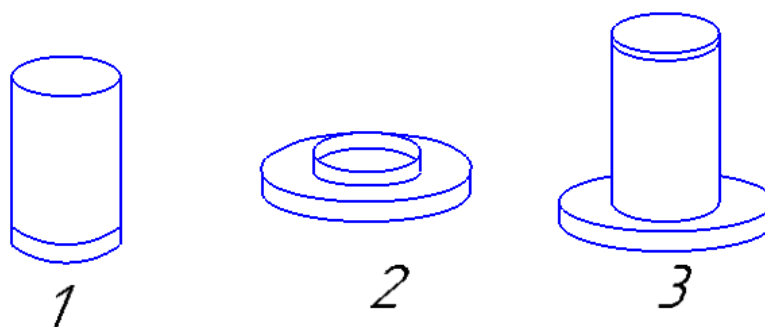


Рисунок 2.2 – Пристосування визначення пористості

Після цього на зразок встановлювали поршень (позиція 3) із точною масою вантажу ($m = 0,88$ кг), що забезпечувала максимально можливе стискання м'якушу протягом однієї хвилини.

Розрахунок пористості, яка у дослідженні склала 77 %, проводили за відповідною формулою:

$$П = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \cdot 100, \quad (2.1)$$

де h_1 – висота зразка до стиснення, мм;

h_2 – висота зразка після стиснення, мм.

Висновки по розділу.

У цьому розділі охарактеризовано сировину, використану для створення дослідних зразків кексів. Для приготування тіста використовували збивальну установку, що забезпечує рівномірне механічне розпушення.

Оцінку якості зразків проводили згідно з вимогами чинних ДСТУ, визначаючи органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники. Встановлено, що застосування нутового напівфабрикату у поєднанні з білковими підсилювачами дозволяє отримати кекси з прийнятними споживчими властивостями та перспективами для подальшого використання у рецептурах борошняних кондитерських виробів.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

На основі аналізу науково-технічних джерел встановлено, що нут, як одна з провідних зернобобових культур південних і середземноморських регіонів, останніми роками почав активно використовуватися і в Україні. Це обумовлено потребою у доступному джерелі білка рослинного походження з повноцінним амінокислотним складом. «Насіння нуту характеризується високою поживною цінністю – воно містить значну кількість білків, жирів, харчових волокон, а також мікронутрієнтів, таких як лецитин, рибофлавін, нікотинова й пантотенова кислоти, фосфор, кальцій і магній. Важливою перевагою нуту є сприятливий баланс між насиченими та поліненасиченими жирними кислотами, а також між кальцієм і фосфором, кальцієм і магнієм, що позитивно впливає на організм людини» [32].

Попри численні переваги, нут також «містить антипоживні сполуки – зокрема інгібітори протеаз і амілаз, поліфеноли, фітопектини та олігосахариди (раффінозу, стахіозу), що можуть знижувати харчову цінність. Найбільшу увагу серед них привертають інгібітори протеолітичних ферментів, які містяться у значних кількостях у запасних тканинах рослини. Вони здатні утворювати з трипсином і хімотрипсином неактивні комплекси, ускладнюючи процес гідролізу білків і, як наслідок, погіршуючи їх засвоєння» [32]. Для зниження негативного впливу таких речовин доцільним є застосування гідротермічної обробки насіння, особливо при підвищених температурах і тиску або з попереднім замочуванням. «Це дозволяє зменшити активність інгібіторів протеаз і підвищити коефіцієнт засвоюваності білків нуту – з 68,7 % до 99 %» [25].

3.1 Вплив напівфабрикату з нуту на властивості тіста та якість кексів

Традиційна технологія виготовлення кексів без додавання хімічних або біологічних розпушувачів, що базується на збиванні тіста для його насичення повітрям, не знайшла широкого застосування в промисловому виробництві. Це зумовлено значною тривалістю процесу збивання – від 35 до 50 хвилин, а також

необхідністю підвищення дози меланжу для інтенсифікації піноутворення. Тривалість та ресурсоемність такого способу обмежують його ефективність на виробництві, що потребує оптимізації технологічного процесу.

Для вдосконалення зазначеної технології запропоновано новий підхід – збивання рецептурної суміші під тиском стисненого повітря. У межах цього дослідження ставилася мета проаналізувати вплив додавання напівфабрикату з нуту на властивості тіста та якісні показники готових кексів, виготовлених за новою технологією механічного розпушування. «У якості контрольного зразка використано виріб, приготований традиційним способом за рецептурою кексу «Столичний» із додаванням хімічного розпушувача – карбонату амонію» [30].

Для приготування дослідних зразків використовували рецептури, описані в розділі 2. У контрольному зразку не використовували хімічний розпушувач, родзинки та есенцію, а також замінювали вершкове масло на маргарин. Напівфабрикат з нуту вводили замість пшеничного борошна в кількості 25–100 % від маси сухих речовин.

Зразки готували на дослідній збивальній установці періодичної дії: спочатку рецептурні компоненти змішували до однорідного стану протягом 5–7 хв при 300 об/хв, після чого суміш збивали протягом 5 хв при 400 об/хв під тиском $0,40 \pm 0,02$ МПа.

У збитому напівфабрикаті визначали об'ємну масу та вологість згідно з методикою, викладеною в розділі 2. Тісто порційно викладали у форми та випікали в лабораторній печі за температури 205–215 °С упродовж 25–30 хв. Оцінювання готових виробів здійснювали за органолептичними та фізико-хімічними характеристиками відповідно до розділу 2.

Результати дослідження тістової маси засвідчили, що використання напівфабрикату з нуту замість пшеничного борошна в дозах 25–100 % сприяє зростанню вологості тіста на 6–20 % порівняно з контрольним зразком (рис. 3.1). Така динаміка обумовлена тим, що вологість нутового напівфабрикату суттєво перевищує вологість пшеничного борошна – на 49,5 %.

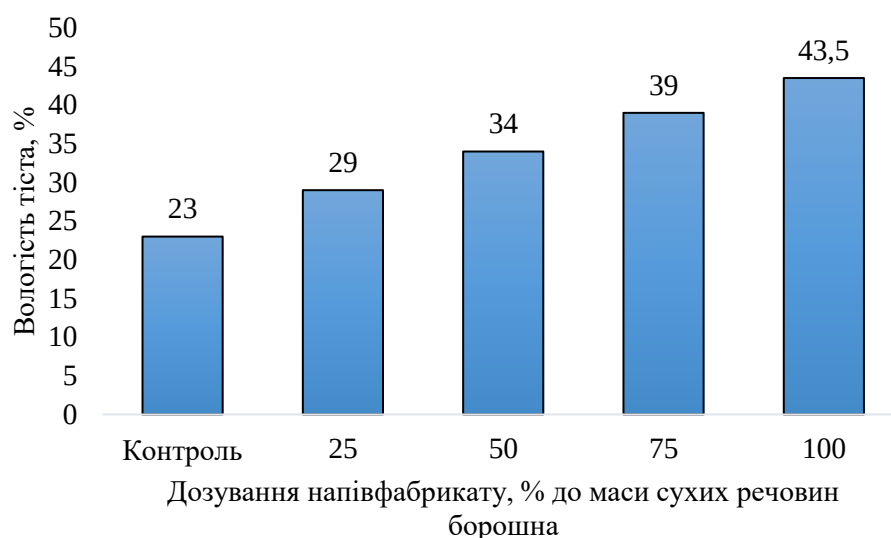


Рисунок 3.1 – Вплив дозування напівфабрикату з нуту на вологість тіста

У результаті заміни пшеничного борошна на напівфабрикат із нуту в межах 25–100 % було встановлено зростання об'ємної маси тістової маси на 2,4–9,5 % (рис. 3.2). Тісто, сформоване шляхом механічного розпушування під тиском, являє собою багатофазну структуровану систему, в якій переважає повітряна фаза.

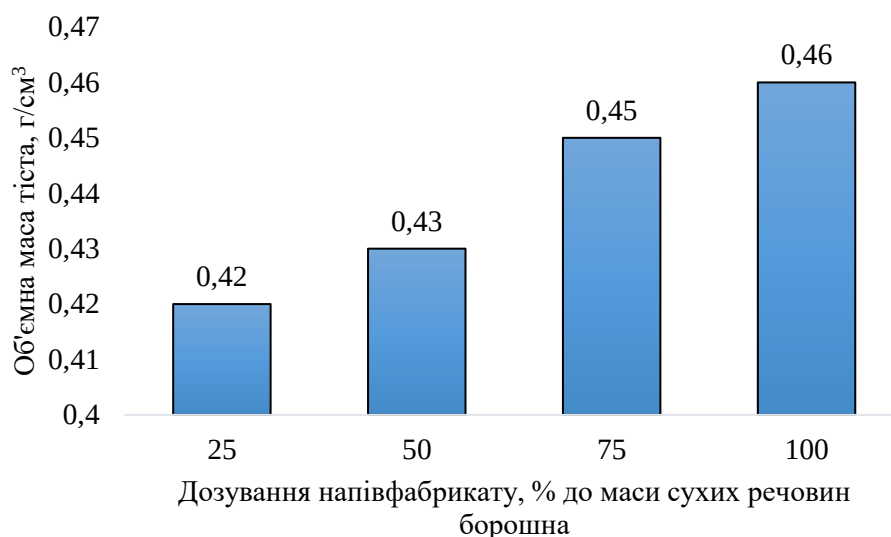


Рисунок 3.2 – Вплив дозування напівфабрикату з нуту на об'ємну масу тіста

Саме вона забезпечує формування пористої структури готових виробів під час випікання.

Проте збільшення вмісту нутового компоненту негативно впливало на структурно-механічні властивості тіста та знижувало його технологічну якість.

За органолептичними характеристиками (табл. 3.1 зразки з додаванням 25–50 % нуту не поступалися контрольним, хоч і мали слабо виражений бобовий присмак і аромат.

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники якості кексів при різних дозах напівфабрикату з нуту порівняно з контролем

Показник	Контрольний зразок (кекс «Столичний»)	25 % нуту	50 % нуту	75 % нуту	100 % нуту
Смак	Властивий виробу, солодкий	Слабкий присмак вареного нуту, знижена солодкість			
Запах	Властивий виробу, слабкий запах аміаку	Легкий запах вареного нуту, без сторонніх запахів			
Поверхня	Властива виробу	Рівна, гладка	Увігнута, осідання в центрі		
Вид у зламі	Пропечений, рівномірна пористість, м'якіш щільний, колір світло-жовтий	Пропечений, рівномірна пористість, м'якуш еластичний, колір світло-жовтий		Зниження пропеченості, щільність зростає	М'якуш вологий, заминається на дотик, колір насичений жовтий

При повній заміні борошна спостерігалися надмірна розсипчастість і зминання м'якуша, що знижує товарні якості.

За результатами аналізу готових кексів встановлено, що за підвищення дози нутового напівфабрикату від 25 до 100 % спостерігалось зменшення питомого об'єму, пористості та пружності порівняно з контролем (табл. 3.2), тоді як вологість виробів зростала на 2–21 %.

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники якості кексів при різних дозах напівфабрикату з нуту порівняно з контролем

Найменування показників	Контрольний зразок (кекс «Столичний»)	25 % нуту	50 % нуту	75 % нуту	100 % нуту
Вологість, %	21,5	23,5	30,0	39,5	42,5
Лужність, град	1,8	–	–	–	–
Кислотність, град	–	1,2	1,4	1,6	1,8
Питомий об'єм, см ³ /100 г	190	160	142	135	127
Пористість, %	45	40	38	36	35
Структурно-механічні властивості м'якушу:					
деформація, од.	88	80	75	68	65
пластичність, од.	78	71	67	62	59
пружність, од.	10	9	8	6	6

Вилучення хімічного розпушувача призвело до формування кислого середовища, кислотність зростала на 0,2–0,6 град зі збільшенням дози нуту. У контрольному зразку, навпаки, виявлено лужну реакцію та запах аміаку, що утворюється внаслідок термічного розкладу карбонату амонію.

На основі наведених даних щодо пористості та структурно-механічних властивостей м'якушу кексів із різною дозою напівфабрикату з нуту, можна зробити такі висновки. Контрольний зразок мав найбільшу пористість – 45 %, що свідчить про добре розпушену, повітряну структуру. Із збільшенням кількості напівфабрикату з нуту пористість поступово зменшується. Отже, заміна пшеничного борошна на нутовий напівфабрикат негативно впливає на пористість виробів, що свідчить про зменшення здатності тіста утримувати повітря, особливо при повній заміні.

Пластичність, пружність і загальна деформація зменшуються зі зростанням дозування нуту, що свідчить про погіршення еластичності та пружності м'якушу. Твердість виробів має тенденцію до зростання, тобто м'якуш стає менш ніжним, більш крихким і менш пружним. Тобто, збільшення частки нutowого напівфабрикату в рецептурі кексів негативно впливає на їх пористість і текстуру. Найкращі результати за структурою та консистенцією спостерігаються при частковій заміні (25–50 %), тоді як повна заміна (100 %) суттєво погіршує якісні характеристики виробів.

3.2 Вплив сухої клейковини на властивості тіста для кексів з нутом

Характерною ознакою тіста, приготовленого з повною заміною пшеничного борошна на нutowий напівфабрикат, є відсутність тривимірної структури, утвореної білками клейковини. Брак клейковинного каркасу зумовлює формування виробів із низькими органолептичними та фізико–хімічними характеристиками.

З метою покращення якості кексів у рецептуру додавали суху пшеничну клейковину в кількості 3–7 % до маси нutowого напівфабрикату. За базовий варіант було взято зразок із повною заміною пшеничного борошна на нutowий напівфабрикат у перерахунку на сухі речовини (розділ 2).

Дослідження показали, що збільшення вмісту сухої клейковини від 3 до 7 % сприяє невеликому зменшенню вологості тіста (до 1 %), при цьому об'ємна маса практично не змінюється (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Вплив дозування сухої клейковини на властивості тіста

Показник	0 %	3 %	5 %	7 %
Вологість тіста, %	44,0	43,9	43,5	43,1
Об'ємна маса, г/см ³	0,46	0,46	0,45	0,46

Було виявлено позитивний вплив доданої клейковини на якість готових виробів (табл. 3.4): вологість зменшувалась на 0,5–1,6 %, питомий об'єм збільшувався на 7–11 %, загальна деформація стиснення – на 8–20 %, а пористість – на 2,5–7,5 % у порівнянні з контрольним зразком.

Таблиця 3.4 – Вплив дозування сухої клейковини на якість кексів

Найменування показників	0 %	3 %	5 %	7 %
Смак	Властивий даному виду виробів зі слабким присмаком вареного нуту			
Запах	Відчувається слабкий запах вареного нуту			
Поверхня	При випіканні спостерігається опадання в центральній частині виробу	Рівна, гладка		
Вид у зламі	Пропечений виріб з рівномірною пористістю, насичено жовтий. М'якуш вологий, розсипчастий	Без слідів непромісу, рівномірний колір. М'якуш пухкий, заминається на дотик. Вироби тримають форму, не кришаться		
Вологість, %	42,5	42,0	41,8	40,9
Кислотність, град	1,8	1,8	1,8	1,8
Питомий об'єм, см ³ /100 г	127	136	141	137
Пористість, %	35	38	43	42
Структурно-механічні властивості м'якушу:				
деформація, од.	65	70	76	78
пластичність, од.	59	64	69	71
пружність, од.	6	6	7	7

Найвищі значення питомого об'єму, пористості та загальної деформації стиснення були зафіксовані при внесенні 5 % сухої клейковини. При подальшому збільшенні до 7 % ці показники дещо знижувались. Суха пшенична клейковина виконує функцію стабілізатора піноподібної маси, утвореної на основі нутового

напівфабрикату, та сприяє формуванню тіста з піноподібною консистенцією і належними в'язко-пластичними властивостями.

Найвищі показники якості мали кекси при додаванні сухої клейковини в кількості 5 % до маси напівфабрикату з нуту. Використання клейковини сприяло усуненню надмірної розсипчастості виробу та збереженню правильної форми.

3.3 Дослідження властивостей тіста та якості виробів залежно від параметрів збивання напівфабрикату

Одним із ключових технологічних параметрів, що впливають на структуру піноподібної маси, є тривалість збивання. Вона залежить від конструкції збивальної машини, частоти обертання валу, форми і розташування лопатей, а також від об'єму завантаження. «Зі збільшенням часу збивання обсяг піни зростає, покращується її дисперсність. Проте тривалість збивання має оптимальну межу, після якої об'єм піноподібного напівфабрикату починає зменшуватися, а його якість погіршується» [24].

Для визначення оптимальної тривалості збивання, що забезпечує отримання напівфабрикату й виробу найвищої якості, вимірювали об'ємну масу тіста та питомий об'єм кексів за рецептурою з розділу 2 із додаванням 15 % сухого молока. Перемішування рецептурних компонентів тривало 5 хв при частоті обертання місильного органу 300 хв^{-1} , збивання проводили від 1 до 7 хв при 400 хв^{-1} під тиском стисненого повітря $0,40 \pm 0,02 \text{ МПа}$. Щохвилини отримані напівфабрикати оцінювали за об'ємною масою, а випечені вироби – за питомим об'ємом. Результати наведені на рис. 3.3 та 3.4.

Зі збільшенням тривалості збивання від 1 до 5 хв об'ємна маса тіста зменшувалася на 30 % і сягала $0,40 \text{ г/см}^3$, а при подальшому збиванні щільність напівфабрикату зростала. Отримані дані підтверджуються оцінкою якості готового продукту: найбільший питомий об'єм кексів досягався при тривалості збивання 5 хв.

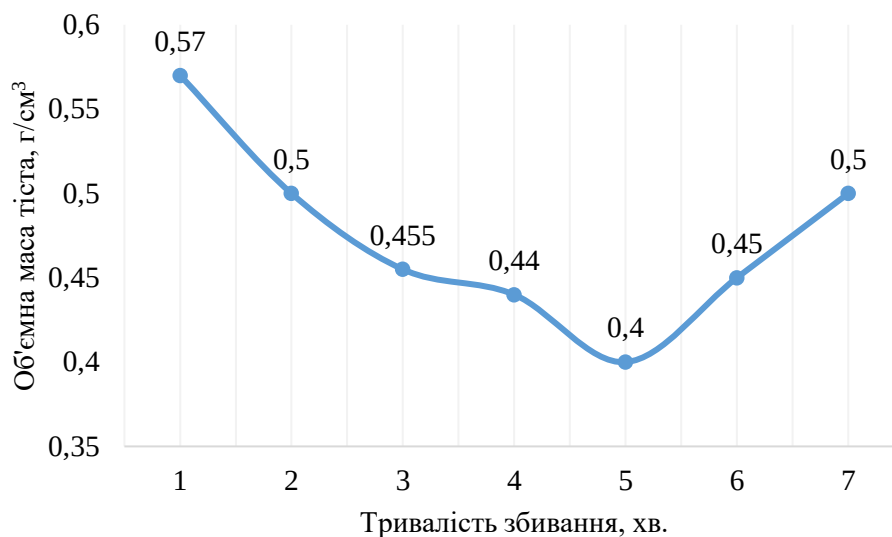


Рисунок 3.3 – Вплив тривалості збивання на об'ємну масу тіста

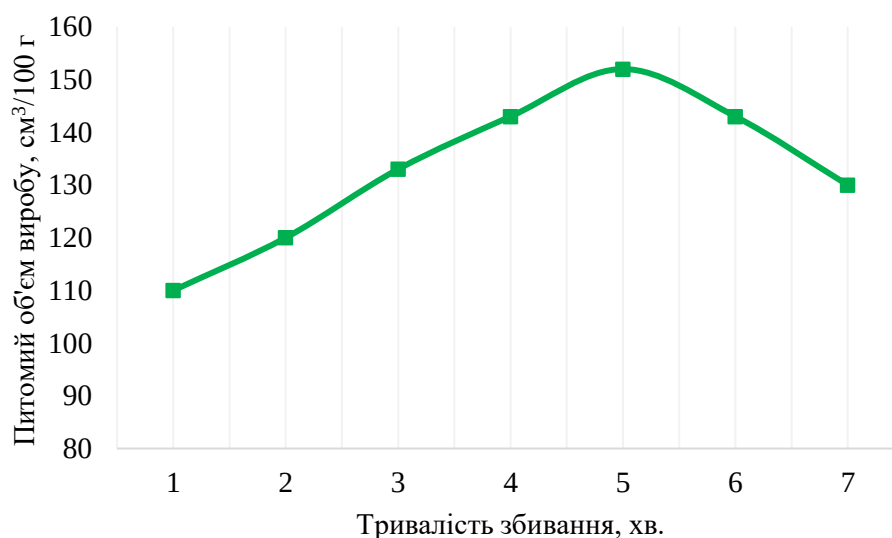


Рисунок 3.4 – Вплив тривалості збивання на питомий об'єм виробу

Дослідження впливу інтенсивності збивання на об'ємну масу тіста показали, що зі зростанням частоти обертання місильного органу від 300 до 600 хв^{-1} тривалість збивання скорочується: від 7 хв при 300 хв^{-1} до 4 хв при 600 хв^{-1} . Мінімальна об'ємна маса (0,40 г/см^3) досягалася при інтенсивності збивання 400 хв^{-1} .

Виходячи з цього, рекомендована тривалість збивання тіста на основі напівфабрикату з нуту становить 5 хв при частоті обертання місильного органу 400 хв^{-1} під тиском стисненого повітря $0,40 \pm 0,02$ МПа.

3.4 Зміна показників якості виробів у процесі зберігання

Під час розробки нових харчових продуктів важливо визначити строк їхнього зберігання, що залежить від якості сировини, технології виробництва, санітарного стану та пакування. «Для цього використовують два комплекси показників: перший включає органолептичні та фізико-хімічні параметри, другий – показники безпеки, зокрема мікробіологічні» [15, 21, 35, 37].

Одним із ключових показників якості виробів є їхня вологість. Проте швидкість змін мікробіологічних та фізико-хімічних характеристик залежить не лише від кількості вологи, а й від її стану – доступності для розвитку мікроорганізмів та перебігу окисних, ферментативних і інших процесів.

Термін зберігання кексів коливається від 2 до 12 діб, залежно від способу приготування тіста і виду пакування. Кекси, виготовлені з використанням хімічних розпушувачів або без розпушувачів і дріжджів, повинні зберігатися не довше ніж 7 діб. Свіжість кексів на основі напівфабрикату з нуту значною мірою визначається міцністю зв'язування вологи структурними компонентами.

Якість кексів оцінювали протягом 7 діб зберігання при температурі 18–20 °С і відносній вологості повітря 70–75% за зміною фізико-хімічних показників: вологості, еластичності, вмісту пов'язаної води та питомої набухання (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Зміна показників якості кексів у процесі зберігання

Показник	Зразок	Термін зберігання, діб						
		1	2	3	4	5	6	7
Вологість, %	Контроль	21,5	16,2	14,8	14,2	13,6	12,8	12,2
	Дослідний зразок	35,5	33,6	30,8	30,3	29,1	28,3	25,6
Коефіцієнт еластичності, %	Контроль	11,8	10,9	15,0	14,0	16,0	12,0	10,0
	Дослідний зразок	13,6	12,8	12,1	11,7	11,2	10,9	10,5
Вміст пов'язаної води, г/г СР	Контроль	0,26	0,22	0,19	0,17	0,14	0,13	0,11
	Дослідний зразок	0,31	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17

Продовження 3.5

Питоме набухання, см ³ /г СР	Контроль	16	10	61	19	13	18	13
	Дослідний зразок	7,8	7,2	6,8	6,2	5,9	5,2	4,7

Під час зберігання контрольних і дослідних зразків кексів спостерігалось погіршення їх якості, що пов'язане з протіканням фізико-хімічних, колоїдних та біохімічних процесів. Основними з них є ретроградація крохмалю та кристалізація сахарози, що призводить до черствіння та висихання виробів: підвищується крихкість м'якушу та знижується його еластичність, погіршуються споживчі та смакові властивості.

Встановлено, що в процесі зберігання вологість обох зразків знижувалась: у дослідного – на 9,9 %, у контрольного – на 9,3 %. Еластичність виробів зменшувалась на 3,1 % і 5,8 % відповідно. Через 7 діб зберігання еластичність дослідного кексу була на 4,5 % вищою, ніж у кексу «Столичний».

Вміст пов'язаної води та питома набухання, що відображають гідрофільні властивості колоїдів м'якушу, також знижувалися при зберіганні. Для дослідних разків ці показники були вищими, ніж у контрольних. Додавання у рецептуру кексу, приготованого на основі напівфабрикату з нуту, сухої клейковини, сухого цільного молока та яєчного порошку, сприяє формуванню ніжного еластичного м'якушу і уповільнює його швидке змінення під час зберігання завдяки додатковому зв'язуванню вологи біополімерами та полісахаридами добавок. Проте підвищена вологість виробу та використання нових компонентів у рецептурі можуть негативно впливати на мікробіологічний стан продукту.

Висновки по розділу.

Встановлено, що повна заміна пшеничного борошна нутовим напівфабрикатом суттєво змінює органолептичні та структурно-механічні властивості кексів. Вироби, виготовлені без додаткових функціональних інгредієнтів, характеризуються слабким запахом і присмаком вареного нуту, мають

опуклу поверхню, але схильні до осідання в центральній частині. Вологість таких виробів перевищує 42 %, але їхній питомий об'єм і пористість залишаються на відносно низькому рівні.

Встановлено, що додавання сухої клейковини в кількості 5 % до маси нуту сприяло суттєвому покращенню якості готових виробів. Такі кекси краще зберігали форму, мали вищий питомий об'єм (до 141 см³/100 г), рівномірну пористість (43 %), а також характеризувалися більш пружним і менш розсипчастим м'якушем. Саме ця концентрація сухої клейковини виявилась оптимальною для забезпечення найкращих споживчих властивостей.

Дослідження властивостей тіста та якості виробів залежно від параметрів збивання. Встановлено, що тривалість збивання є критичним фактором для отримання якісного піноподібного тіста. Збільшення тривалості збивання до 5 хв сприяло зниженню об'ємної маси тіста на 30 % та досягненню максимального питомого об'єму готових виробів. Подальше збільшення тривалості погіршувало якість через надмірну стабілізацію структури.

При вивченні впливу частоти обертання місильного органу виявлено, що найбільш сприятливою є інтенсивність 400 об/хв при тиску стисненого повітря $0,40 \pm 0,02$ МПа, яка дозволяє досягти бажаної структури тіста за 5 хв. Зі зростанням швидкості обертання до 600 об/хв тривалість збивання скорочувалась, однак надто інтенсивне збивання негативно впливало на якість пінної структури.

Протягом 7 діб зберігання при 18–20 °С і відносній вологості повітря 70–75 % спостерігалось поступове зниження якості як контрольних, так і дослідних зразків кексів. Найбільш вираженими змінами були зменшення вологості, зниження еластичності та зменшення вмісту пов'язаної води. Ці зміни обумовлені природними фізико-хімічними процесами, такими як ретроградація крохмалю та кристалізація цукру.

Порівняльна оцінка стабільності показників. У дослідних зразках, виготовлених з використанням нутового напівфабрикату, сухої клейковини, сухого молока та яєчного порошку, показники вологості, еластичності, пов'язаної води та питомого набухання протягом зберігання залишались на вищому рівні порівняно з

контрольними зразками. Це свідчить про позитивний вплив функціональних інгредієнтів на здатність виробів утримувати вологу й зберігати текстуру.

Комплексні дослідження довели, що використання нутового напівфабрикату в рецептурі кексів є технологічно доцільним за умови коригування складу шляхом введення сухої клейковини та адаптації параметрів збивання. Такі зміни дозволяють покращити структурно-механічні характеристики тіста, забезпечити кращу форму, текстуру і смак виробів, а також уповільнити втрату якості під час зберігання.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних факторів на підприємстві

Організація безпечних умов праці на харчовому виробництві є однією з ключових вимог сучасного технологічного процесу. «Працівники, що задіяні у виготовленні тіста, постійно перебувають під впливом різноманітних виробничих чинників, які поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. Для забезпечення їхнього здоров'я та ефективної діяльності важливо своєчасно виявляти та мінімізувати ризики» [45].

До фізичних небезпек належать перш за все механізми з рухомими частинами – транспортери, мішалки, збивальні агрегати, що можуть спричинити травматизм. «Також у зоні підвищеного ризику перебуває обладнання з гарячими поверхнями, наприклад, варильні колонки, температура яких може сягати понад 45 °С» [46]. Працюючи з подібною технікою, працівники мають дотримуватись відповідних інструкцій.

«Мінімальна ширина проходу для обслуговування стрічкових і ланцюгових транспортерів становить не менше 0,75 м» [45].

Відстань між конвеєрами, розміщеними паралельно, має бути щонайменше 1,0 м. «Якщо ці конвеєри повністю закриті захисними решітками або жорсткими кожухами, то допустима ширина проходу між ними не повинна бути меншою за 0,7 м» [45].

«Умови мікроклімату виробничих приміщень також регламентуються. Температурний режим повинен залишатись у межах 17–22 °С, а швидкість повітряного потоку – не перевищувати 0,3 м/с» [45]. Відхилення від норм призводить до зниження працездатності, появи хвороб та загального дискомфорту. «Шумове навантаження не повинно перевищувати 80 дБА, а вібраційні коливання обладнання – частоти 63 Гц, оскільки це може призвести до хронічних захворювань» [46].

«Освітлення у виробничій зоні повинно бути не нижче 150 лк, а рівень природного світла – не менше 0,8%, щоб уникнути перенапруження зору» [45].

Загрозу становлять і технічні недоліки: відсутність заземлення, оголені дроти, гострі кромки. «Особливої уваги потребують роботи на висоті понад 1,5 м – без належного страхування вони є надзвичайно небезпечними» [46].

«В електротехнічному плані основні ризики пов'язані з наявністю струму високої напруги – 380 В, що вимагає постійного контролю за справністю обладнання» [46]. Електростатичні розряди, які виникають на матеріалах або техніці, також можуть стати джерелом займання або електротравм.

Для запобігання ураженню працівників електричним струмом у виробничих умовах застосовують різні методи захисту. «Серед них – заземлення, занулення, використання пристроїв захисного відключення, застосування розподільних трансформаторів, експлуатація електроустановок із пониженою напругою, впровадження подвійної ізоляції, а також забезпечення недоступності струмонебезпечних елементів. Зокрема, всі електричні кабелі прокладаються у металевих трубах або гнучких металорукавах» [45].

Хімічні небезпеки часто пов'язані з використанням дезінфікуючих речовин та холодоагентів. Наприклад, «хлор та фреон мають гранично допустимі концентрації в повітрі відповідно 0,1 та 0,02 мг/м³» [46]. Їх перевищення може викликати подразнення слизових оболонок або алергічні реакції, що вимагає наявності ефективної вентиляційної системи.

«Біологічні ризики, як-от патогенні мікроорганізми чи присутність комах, виникають через неякісну сировину, порушення гігієни чи недосконалу систему вентиляції. Таргани або бактерії в повітрі можуть сприяти поширенню інфекцій та псуванню продукції» [45].

«Психофізіологічні чинники, пов'язані з важкою фізичною працею (енергетичні витрати до 349 Вт), монотонністю процесів, шумовим тлом і психоемоційним навантаженням, безпосередньо впливають на продуктивність працівника» [46]. За відсутності належних умов виникає ризик професійного вигорання та погіршення загального стану здоров'я.

«Схема евакуації розміщується у доступному для огляду місці біля головного виходу з виробничого приміщення» [45]. Документ оформлений відповідальною

особою, погоджений із працівниками та начальником ДПД, а також затверджений директором підприємства.

«Шляхи евакуації мають бути обладнані аварійним освітленням, що реалізується за допомогою ламп розжарювання» [45].

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу – зовнішнього або на сходову клітку – визначається відповідно до ступеня пожежної та вибухонебезпечності виробництва та інших умов. «Ці показники повинні знаходитися в межах 30–100 метрів, згідно з нормами» [46].

У підсумку, комплексна оцінка всіх категорій шкідливих виробничих чинників дозволяє виявити потенційні загрози та впровадити профілактичні заходи. Це є запорукою стабільної роботи персоналу та високої якості кінцевої продукції у сфері виробництва борошняних кондитерських виробів.

4.2 Розробка картки охорони праці

Розробка картки охорони праці для працівників підприємства, що спеціалізується на виробництві борошняних кондитерських виробів, є важливою складовою забезпечення безпеки праці та запобігання виробничим травмам.

Розроблена картка (рис. 4.1) містить чітко структуровану інформацію про небезпечні та шкідливі виробничі фактори, з якими може стикатися працівник у процесі виконання професійних обов'язків, а також вказівки щодо засобів індивідуального захисту, необхідних для мінімізації ризиків.

«Особливу увагу в картці слід приділити фізичним чинникам: роботі з рухомими частинами обладнання, впливу шуму, вібрацій, підвищених температур, електричного струму тощо. Вказуються нормативні межі впливу кожного з факторів згідно з чинним законодавством та джерела їх виникнення в умовах конкретного виробництва» [45]. Наприклад, при роботі зі змішувачами чи збивальними машинами слід вказати на небезпеку контакту з рухомими елементами та необхідність наявності захисних кожухів.

№	Небезпечний або шкідливий фактор	Нормативне значення	Нормативний документ	Джерело виникнення
1	Температура повітря в робочій зоні	17–19 °С (холодна пора), 20–22 °С (тепла пора)	ДСН 3.3.6.042-99	Виробничі приміщення, формувальне відділення
2	Рівень шуму	Не більше 80 дБА	ДСН 3.3.6.037-99	Збивальні машини, транспортери, мішалки
3	Напруга електричного струму	До 380 В	ПУЕ 2009	Електрообладнання
4	Освітленість робочої зони	Не менше 150 лк	ДБН В.2.5-28-2006	Загальне та місцеве освітлення
5	Ширина проходів між обладнанням	Не менше 0,75 м	ДНАОП 1.8.10-1.14-97	Зона обслуговування конвеєрів
6	Гранична концентрація хімічних речовин у повітрі	Хлор – 0,1 мг/м³, фреон – 0,02 мг/м³	ДСТУ 12.1.005-88	Мийні, санітарні засоби, холодильне обладнання

Рисунок 4.1 – Розроблена картка охорона праці для працівників підприємства з виробництва борошняних кондитерських виробів

У картці обов’язково фіксуються хімічні та біологічні фактори, характерні для харчової галузі. «Працівники можуть піддаватися впливу подразнюючих або сенсibilізуючих речовин, а також патогенних мікроорганізмів у разі порушення санітарних норм» [45]. Окрім цього, враховуються ергономічні ризики, пов’язані з фізичними та нервово-психічними перевантаженнями – особливо при виконанні монотонної праці на лініях фасування чи упаковки продукції.

Завершальним блоком картки є інструкції щодо евакуації у разі надзвичайної ситуації, вказуються місця розташування евакуаційних виходів, засобів пожежогасіння, аптечок та плани дій у разі виявлення небезпечних ситуацій. «Також відзначається необхідність проходження первинного, повторного та позапланового інструктажів з охорони праці, що дозволяє працівнику бути проінформованим і підготовленим до роботи в умовах підвищеного ризику» [45].

Висновки по розділу.

У результаті аналізу потенційно шкідливих і небезпечних виробничих факторів на підприємстві з виготовлення борошняних кондитерських виробів було встановлено наявність широкого спектра ризиків, зокрема фізичних (шум, вібрація, температура), хімічних (випаровування, подразники) та біологічних (патогенні мікроорганізми). Крім того, на підприємстві спостерігається вплив електричних факторів, недостатнього освітлення та психофізіологічних навантажень, що вимагає чіткої систематизації заходів із безпеки праці та забезпечення відповідності умов чинним санітарно-гігієнічним та технічним нормативам.

На основі проведеного аналізу була розроблена картка охорони праці, яка систематизує ключові небезпечні фактори, їх допустимі нормативні значення, джерела виникнення та відповідні нормативно-правові документи. Такий підхід дозволяє ефективно впровадити профілактичні заходи, інформувати працівників про потенційні ризики та забезпечити належний рівень охорони праці на виробництві. Це є важливою складовою загальної системи безпеки та зменшення виробничого травматизму.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок кошторису витрат на дослідження

«До витрат, пов'язаних із виконанням дослідження, належать витрати на основні матеріали, електроенергію, заробітну плату, амортизацію обладнання та накладні витрати» [47].

Розрахунок витрат на основні матеріали, використані під час дослідження, здійснюється за формулою (5.1):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приводяться в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Борошно пшеничне в.г., кг	10	20,00	200,00
Боби нуту, кг	15	85,00	1275,00
Цукор-пісок, кг	10	32,00	320,00
Маргарин, кг	3	124,00	372,00
Меланж, кг	5	235,00	1175,00
Жир кондитерський, кг	2	105,00	210,00
Ємність 5 л, шт	1	48,00	48,00
Всього			3600,00

«Оплата праці працівників, залучених до проведення дослідження, визначається шляхом множення середньої погодинної заробітної плати на

фактичну кількість відпрацьованих годин» [47]. Розрахункові дані наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньо-місячний заробіток, грн	Середньо-годинний заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000
Всього				1000

Нарахування на заробітну плату становлять 22 % єдиного соціального внеску. Відповідно, їх розмір обчислюється як 22 % від загальної суми нарахованої заробітної плати та дорівнює:

$$H = \frac{1000 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.2):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.2)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на обладнанні, год;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{\text{дезінтегр.}} = 4,0 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 4,32 = 151,20 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{змін.уст.}} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,32 = 205,28 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{ел.під.}} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,32 = 186,62 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{ваг}} = 0,8 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 4,32 = 103,68 \text{ грн.}$$

Отже, загальні витрати електроенергії становитимуть:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{дезінтегр.}} + E_{\text{зміш.уст.}} + E_{\text{ел.ліч}} + E_{\text{ваг}} = 151,20 + 205,28 + 186,62 + 103,68 = 646,78 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання, задіяного під час проведення досліджень, розраховують за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість обладнання, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{\text{дезінтегр.}} = \frac{82000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 44,93 \text{ грн.};$$

$$A_{\text{зміш.уст.}} = \frac{39500 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 21,64 \text{ грн.};$$

$$A_{\text{ел.ліч}} = \frac{3600 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,97 \text{ грн.};$$

$$A_{\text{ваг}} = \frac{4500 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,54 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Дезінтегратор	82000,00	20	1	44,93
Змішувальна установка	39500,00	20	1	21,64
Електрична піч	3600,00	20	1	1,97
Ваги лабораторні	4500,00	12,5	1	1,54
Всього				70,08

«До накладних витрат належать витрати на опалення, освітлення, вентиляцію, діяльності навчально-допоміжного та адміністративно-управлінського персоналу, а також інші господарсько-експлуатаційні витрати» [47].

Розмір накладних витрат визначається як 80 % від суми нарахованої заробітної плати учасників дослідження.

$$HB = \frac{1000 \cdot 80}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку всіх витрат на проведення досліджень, пов'язаних з виконанням кваліфікаційної роботи зводимо в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	3600,00
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	646,78
Амортизація	70,08
Накладні витрати	800,00
Всього	6336,86

З таблиці 5.4 видно, що найбільшу частку витрат під час проведення дослідження розширення асортименту борошняних кондитерських виробів шляхом заміни пшеничного борошна нутовим, становлять витрати на основні матеріали, які складають 56,8% від загальної суми. Найменші витрати – 1,1% від загальної суми, були пов'язані з амортизацією використаного обладнання. Високі витрати на сировину можна пояснити досить значним зростанням цін в роздрібних мережах.

5.2 Розрахунок ціни дослідження

«Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначається на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.4)» [47]:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

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

$$Ц = 6336,86 + \frac{30 \cdot 6336,86}{100} = 8237,92 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 8237,92 грн.

Висновки по розділу.

Відповідно до плану проведення дослідження було розраховано основні витрати на проведення дослідження та ціну дослідження. Найбільшу частку витрат під час проведення дослідження розширення асортименту борошняних кондитерських виробів шляхом заміни пшеничного борошна нутовим, становлять

витрати на основні матеріали, які складають 56,8% від загальної суми. Найменші витрати – 1,1% від загальної суми, були пов'язані з амортизацією використаного обладнання. Високі витрати на сировину можна пояснити досить значним зростанням цін в роздрібних мережах. Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 8237,92 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз науково-технічних джерел свідчить, що питання оздоровлення борошняних кондитерських виробів є надзвичайно актуальним для хлібопекарської та кондитерської галузей. Перспективним напрямом у створенні нових видів продукції є використання збагачувальних компонентів рослинного походження.

Тому актуальним і доцільним визначено проведення досліджень, спрямованих на розроблення технології збивних борошняних кондитерських виробів з підвищеною харчовою цінністю, що відповідатимуть сучасним вимогам за ключовими показниками – органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними.

Встановлено, що повна заміна пшеничного борошна нутовим напівфабрикатом суттєво змінює органолептичні та структурно-механічні властивості кексів. Вироби, виготовлені без додаткових функціональних інгредієнтів, характеризуються слабким запахом і присмаком вареного нуту, мають опуклу поверхню, але схильні до осідання в центральній частині. Вологість таких виробів перевищує 42 %, але їхній питомий об'єм і пористість залишаються на відносно низькому рівні.

Встановлено, що додавання сухої клейковини в кількості 5 % до маси нуту сприяло суттєвому покращенню якості готових виробів. Такі кекси краще зберігали форму, мали вищий питомий об'єм (до 141 см³/100 г), рівномірну пористість (43 %), а також характеризувалися більш пружним і менш розсипчастим м'якушем. Саме ця концентрація сухої клейковини виявилась оптимальною для забезпечення найкращих споживчих властивостей.

Дослідження властивостей тіста та якості виробів залежно від параметрів збивання. Встановлено, що тривалість збивання є критичним фактором для отримання якісного піноподібного тіста. Збільшення тривалості збивання до 5 хв сприяло зниженню об'ємної маси тіста на 30 % та досягненню максимального питомого об'єму готових виробів. Подальше збільшення тривалості погіршувало якість через надмірну стабілізацію структури.

При вивченні впливу частоти обертання місильного органу виявлено, що найбільш сприятливою є інтенсивність 400 об/хв при тиску стисненого повітря $0,40 \pm 0,02$ МПа, яка дозволяє досягти бажаної структури тіста за 5 хв. Зі зростанням швидкості обертання до 600 об/хв тривалість збивання скорочувалась, однак надто інтенсивне збивання негативно впливало на якість пінної структури.

Протягом 7 діб зберігання при 18–20 °С і відносній вологості повітря 70–75 % спостерігалось поступове зниження якості як контрольних, так і дослідних зразків кексів. Найбільш вираженими змінами були зменшення вологості, зниження еластичності та зменшення вмісту пов'язаної води. Ці зміни обумовлені природними фізико-хімічними процесами, такими як ретроградація крохмалю та кристалізація цукру.

Порівняльна оцінка стабільності показників. У дослідних зразках, виготовлених з використанням нутового напівфабрикату, сухої клейковини, сухого молока та яєчного порошку, показники вологості, еластичності, пов'язаної води та питомого набухання протягом зберігання залишались на вищому рівні порівняно з контрольними зразками. Це свідчить про позитивний вплив функціональних інгредієнтів на здатність виробів утримувати вологу й зберігати текстуру.

На основі проведеного аналізу була розроблена картка охорони праці, яка систематизує ключові небезпечні фактори, їх допустимі нормативні значення, джерела виникнення та відповідні нормативно-правові документи. Такий підхід дозволяє ефективно впровадити профілактичні заходи, інформувати працівників про потенційні ризики та забезпечити належний рівень охорони праці на виробництві.

Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 8237,92 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Foligni R., Pulvirenti A., De Vero L., Mannozi C. Editorial: Functional and innovative food ingredients: assessment of analytical, microbiological and sensory aspects. *Frontiers in Nutrition*. 2023. Vol. 10. Article 1207323. DOI: 10.3389/fnut.2023.1207323
2. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти харчування: монографія. Одеса: Друкарський дім, 2003. 312 с.
3. Дорохович В.В., Дорохович А.М. Сучасні технології виробництва функціональних харчових продуктів. *Наукові праці ОНАХТ*. 2018. Т. 82, Вип. 1. С. 133-139.
4. Singh R.K., Chang H.W., Yan D. Trends in functional beverages: Functional ingredients, processing technologies, stability, health benefits, and consumer perspective. *Food Research International*. 2023. Vol. 173. P. 113392. DOI: 10.1016/j.foodres.2023.113392
5. Пересічний М.І., Кравченко М.Ф., Грищенко І.М. Технологія м'ясних продуктів з функціональними властивостями: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2008. 424 с.
6. Матвеева Т.В., Корячкина С.Я. Функціональні харчові інгредієнти та добавки для хлібобулочних і кондитерських виробів: монографія. Орел: ФГБОУ ВПО «Госуніверситет-УНПК», 2012. 947 с.
7. Яшкіна В.І., Литвиненко О.А., Полякова С.В. Застосування рослинних екстрактів у технології функціональних продуктів харчування. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства й торгівлі. 2019. Вип. 1(29). С. 190-199.
8. Тележенко Л.М., Дзюндзя О.В., Чагайда А.О. Функціональні харчові інгредієнти в технології кондитерських виробів. *Food Science and Technology*. 2020. Т. 14, № 2. С. 78-86. DOI: 10.15673/fst.v14i2.1732

9. Гуцало І.В., Корж О.П., Горобець Т.А. Сучасні тенденції використання функціональних інгредієнтів у виробництві молочних продуктів. Вісник ХДУХТ. 2021. № 2(54). С. 45-52.
10. Петрова О.О., Фролова Н.Е., Медвідь І.М. Застосування пребіотиків у виробництві функціональних харчових продуктів. Ukrainian Food Journal. 2022. Vol. 11, Issue 1. P. 123-135. DOI: 10.24263/2304-974X-2022-11-1-12
11. Шендерюк В.І., Дроботько В.Г. Інноваційні технології використання функціональних інгредієнтів у харчовій промисловості: підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. 288 с.
12. Кравчук Н.М., Савчук Т.В. Функціональні властивості харчових волокон в технології м'ясопродуктів. Науковий вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького. 2020. Т. 22, № 94. С. 115-120.
13. Москалюк О.Є., Погожих М.І. Антиоксидантні властивості рослинних інгредієнтів у функціональних продуктах харчування. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства й торгівлі. 2021. Вип. 2(34). С. 67-78.
14. Янаков В.П. Аналіз фундаметальних досліджень у технологічній операції заміс тіста, Праці ТДАТУ, випуск 12, 227 с.
15. Дейнека Л.А., Дейнека В.І., Сідоренко Л.І. Біологічно активні речовини як функціональні інгредієнти в харчових технологіях. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2023. № 1(15). С. 45-54. DOI: 10.20998/2413-4295.2023.01.06
16. Павлюк Р.Ю., Погожих М.І., Радченко Л.О. Технологія функціональних харчових продуктів: навчальний посібник. Харків: ХДУХТ, 2022. 456 с.
17. Гордієнко Л. В., Жидецька І. В. Вплив співвідношення рецептурних компонентів на реологічні властивості емульсії для пісочного тіста //Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. 2010. №. 38 (1). С. 214-217.

18. Юрченко С. Л., Колеснікова М. Б., Черемська Т. В. Використання стабілізаційних систем у технології бісквітних напівфабрикатів //Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2024. №. 3. С. 143-150.

19. Солоницька І. В., Пшенишнюк Г. Ф., Студентова І. В. Вплив рецептурних компонентів на якість виробів лікувально-профілактичного призначення із заморожених напівфабрикатів //Харчова наука і технологія. 2010. №. 1. С. 17-20.

20. Іванова А. В., Белінська А. П. Аналіз промислової біотехнології хлібних виробів з використанням різних продуцентів //Редакційна колегія. 2020. С. 243.

21. Кошель О. Ю. Інноваційна технологія приготування тіста для піци //Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2024. Т. 14. №. 2.

22. Дорик А. Інтенсифікація процесу замішування тіста, IV Всеукраїнська студентська науково технічна конференція "Природничі та гуманітарні науки, актуальні питання", 13 с.

23. Спосіб виробництва парового безглютенового хліба: пат. 106215 Україна: МПК A21D 8/02 (2006/01). № u 2015 08625. О. М. Шаніна, С. М. Мінченко, К. В. Дугіна; заявл. 07.09.2015; опубл. 25.04.2016, Бюл. № 8. 5 с.

24. Янаков В. П., Івженко О. В., Самек Я. В. Основні підходи до аналізу тристадійної моделі замісу тіста //Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2013. №. 13, т. 6. С. 185-195.

25. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів із використанням продуктів переробки гарбузового насіння: монографія / Т. В. Капліна, В. М.Столярчук, С. О. Овчіннікова-Дудник, Е. М. Бровко. Полтава: ПУЕТ, 2015. 356 с.

26. І.М. Кикина, В.В. Гончарук Енергоефективність замішування тіста, Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, 106 с.

27. Галясний І. В. Розробка технології бездріжджових безглютенових хлібців на основі суміші рисового та кукурудзяного борошна: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів; наук. кер. Гавриш Т. В.; Харк. нац. техн. ун-т сільського господарства ім. Петра Василенка, Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків, 2019. 319 с.

28. Луньова О. С., Кучерук З. І. Вивчення структурно-механічних властивостей модельних систем безбілкового тіста //Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. 2012. №. 42 (1). С. 159-165.

29. Лісовська Т. О., Чорна Н. В. Технологія бісквітного напівфабрикату з використанням борошна кукурудзяного екструдованого: монографія. Харків: ХДУХТ, 2020. 126 с.

30. Технологічні комплекси харчових виробництв. Навч. посіб. /В.І. Теличкун та інш. Київ: Видавництво «Сталь», 2017. 456 с.

31. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С., Дамянова С. Технологічне обладнання харчових виробництв Київ: Видавництво «Сталь» 2023.- 634с.

32. Третяк К.О. Вдосконалення конструкції швидкісного змішувача для замісу тіста. 169 с.

33. Pareyt B. Impact of mixing time and sodium stearoyl lactylate on gluten polymerization during baking of wheat flour dough // Food Chemistry. 2013. 179 p.

34. Пугаченко О.Б. Особливості хлібопекарного виробництва та їх вплив на склад і облік запасів // Наукові праці КНТУ. Серія: Економічні науки. 2009. Вип. 15. С. 317.

35. Mani K., Eliasson A., Lindahl L. Rheological properties and bread making quality of wheat flour doughs made with different dough mixers // Cereal Chemistry. 1992. 225 p.

36. Лісовенко О.Т., Руденко-Грицюк О.А., Литовченко І.М. Технологічне обладнання хлібопекарних і макаронних виробництв. Київ: Наукова думка, 2000. 281 с.

37. Савченко Т.В. Дослідження особливостей споживання та виробництва хлібобулочних виробів в Україні // Економіка та підприємництво. 2014. №5. С. 111.
38. Янаков В.П., Івженко О.В. Основні підходи до аналізу тристадійної моделі замісу тіста // Праці ТДАТУ. С. 187–194.
39. Wooding A.R., Martin R.J., Wilson A.J. Effect of sulphur-nitrogen treatments on work input requirements for dough mixing on second season // Proceedings of the 44th RACI Cereal Chemistry Conference. 1994. P. 257.
40. Кравченко О.І. Інтенсифікація процесу та вдосконалення обладнання для замішування дріжджового тіста.
41. Лісовенко А., Літовченко І. Physical and chemical processes developing in the mass of components during dough mixing // Chemistry of Food Products and Materials. 2019.
42. Хом'як О., Ворощук В. Аналіз процесу замішування тіста // Матеріали XVII наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя. Т. 1. Природничі науки та інформаційні технології. 2013. С. 99.
43. Shehzad A. Energetical and rheological approaches of wheat flour dough mixing with a spiral mixer // Journal of Food Engineering. 2012. 70 p.
44. Костецька Н.І. Ринок хліба і хлібобулочних виробів України: стан і перспективи розвитку // Галицький економічний вісник. 2015. Т. 48. №1. С. 26–31.
45. Організація та нормування праці в харчовій промисловості : навч. посібник / О. В. Безпалько, А. Д. Бергер, Ю. М. Гринюк, О. І. Драган, Л. М. Мазник, А. Я. Рудова, Л. І. Тертична. Київ : ФОП Ямчинський, 2024. 218 с.
46. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Мотрич М. М. Охорона праці в галузі. Харчові технології. Видавництво: ЦУЛ, 2020, 376 с.
47. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.