

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

*Біолого-технологічний факультет*

Спеціальність  
**181 «Харчові технології»**

«Допускається до захисту»

Завідувач кафедри безпечності та якості харчових продуктів, сировини і технологічних процесів

доцент *С.В. Чернюк* С.В. Чернюк

« *1* » *12* 2025 року

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

**«АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ  
КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ»**

Виконав(ла) Дубенко Дмитро  
Валентинович  
*прізвище, ім'я, по батькові, підпис*

Керівник доцент Чернюк С.В.  
*вчене звання, прізвище, ініціали підпис*

Рецензент *Григорук Н.М.*  
*вчене звання, прізвище, ініціали підпис*

я, *Дубенко Дмитро*, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2025

## ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу здобувачу.....	3
АНОТАЦІЯ.....	4
ANNOTATION.....	5
Відгук керівника роботи.....	6
ВСТУП.....	7
1. Огляд літератури .....	9
1.1 Сучасний стан борошняних кондитерських виробів в Україні.....	9
1.2 Характеристика кексів, як висококалорійних борошняних кондитерських виробів.....	11
2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ .....	15
3. РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ .....	17
3.1 Вимоги до сировини і матеріалів.....	17
3.2 Продуктовий розрахунок .....	23
3.3 Апаратурно-технологічне забезпечення.....	26
3.4 Опис технології .....	29
4. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОДУКТУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА.....	33
5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ.....	39
ВИСНОВКИ.....	42
ПРОПОЗИЦІЇ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	44

## АНОТАЦІЯ

Дубенко Дмитро Валентинович

### «АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ»

У кваліфікаційній роботі проведено комплексне дослідження технології виробництва борошняних кондитерських виробів на прикладі кексів та обґрунтовано можливості її удосконалення шляхом застосування природного емульгатора лецитину. Розглянуто сучасний стан кондитерської галузі України, проаналізовано асортимент та технологічні особливості виготовлення кексів, охарактеризовано сировинну базу та вимоги до основних технологічних компонентів. На основі порівняльного аналізу традиційної та модернізованої рецептури визначено вплив лецитину на структурно-механічні властивості тіста, фізико-хімічні показники, органолептичні характеристики та стабільність готової продукції. Проведено оцінку апаратурно-технологічного забезпечення виробництва, розроблено вдосконалену технологічну схему виготовлення кексів, а також здійснено аналіз економічної ефективності впровадження лецитину у рецептуру. Окрему увагу приділено питанням безпеки виробництва відповідно до принципів НАССР та можливостям мінімізації відходів і раціонального використання ресурсів. Отримані результати підтверджують доцільність застосування лецитину як природного емульгатора для покращення якості та рентабельності виробництва кексів.

**Ключові слова:** кекси, борошняні кондитерські вироби, технологія виробництва, лецитин, природний емульгатор, економічна ефективність, харчова промисловість.

## ANNOTATION

**Dmytro Dubenko**

### **“ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS”**

The qualification thesis presents a comprehensive study of the production technology of flour confectionery products using cakes as an example and substantiates the possibilities of improving this technology through the use of the natural emulsifier lecithin. The current state of the confectionery industry in Ukraine is examined, the assortment and technological features of cake production are analyzed, and the raw material base along with the requirements for the main technological components is described. Based on a comparative analysis of the traditional and the modernized formulation, the influence of lecithin on the structural and mechanical properties of the dough, physicochemical indicators, organoleptic characteristics, and the stability of the finished product is determined. An assessment of the production's equipment and technological support has been carried out, an improved technological scheme for cake manufacturing has been developed, and the economic efficiency of introducing lecithin into the formulation has been analyzed. Special attention is paid to production safety issues in accordance with HACCP principles and to opportunities for waste minimization and rational use of resources. The obtained results confirm the feasibility of using lecithin as a natural emulsifier to improve the quality and profitability of cake production.

**Keywords:** cakes, flour confectionery products, production technology, lecithin, natural emulsifier, economic efficiency, food industry.

## ВСТУП

Кондитерська галузь посідає важливе місце у структурі харчової промисловості України та відіграє помітну роль в економічному розвитку країни. Вітчизняний ринок кондитерських виробів залишається одним із найбільш динамічних і перспективних: близько 95% продукції виробляється українськими підприємствами, тоді як імпортована продукція становить лише незначну частку. Зростання інтересу споживачів до іноземних брендів стимулює посилення конкуренції та активний розвиток вітчизняних виробників [3].

Українські кондитерські вироби тривалий час посідали гідні позиції на світовому ринку. Компанії «ROSHEN», «Konti Group» та «ABK» стабільно входили до рейтингу ста найпотужніших кондитерських виробників світу. Проте через складну економічну та політичну ситуацію їхні позиції поступово змінилися, і сьогодні лише «ROSHEN» та «Konti Group» продовжують представляти Україну у світових рейтингах. Водночас частина популярних українських брендів, таких як «Світоч» та «Корона», належать міжнародним корпораціям, що також впливає на структуру ринку [35].

Кондитерська промисловість України характеризується значною конкурентністю та широким асортиментом продукції. У виробничій структурі галузі провідне місце – понад половину загального обсягу – займають борошняні кондитерські вироби. На ринку спостерігається тенденція до створення продукції зі зниженим вмістом цукру, а також виробів оздоровчого та профілактичного призначення, збагачених біологічно активними речовинами [1].

Аналізуючи сучасний стан галузі, можна стверджувати, що ринок має достатній потенціал для подальшого розвитку, зростання якості продукції та підвищення конкурентоспроможності українських виробників.

У зв'язку з цим **метою** нашої роботи є аналіз технології виробництва кексів та обґрунтування шляхів її удосконалення за використання природного емульгатора – лецитину.

Виходячи з поставленої мети, були визначені такі основні завдання:

1. провести аналіз літературних джерел, присвячених тенденціям розвитку технологій виробництва борошняних кондитерських виробів, особливо кексів, а також сучасним інноваційним рішенням у рецептурі та обробці тіста;
2. розглянути сировинну базу, що використовується у виробництві кексів: пшеничне борошно, цукор, жири, яєчні продукти, наповнювачі та збагачувальні компоненти. Визначити вимоги до якості основної та допоміжної сировини, а також охарактеризувати властивості природного емульгатора лецитину;
3. виконати продуктивний розрахунок сировини для виробництва кексів у класичній рецептурі та порівняти його з рецептурою, у яку введено емульгатор лецитин. Проаналізувати, як зміни у рецептурі впливають на витрати сировини та вихід готової продукції;
4. охарактеризувати апаратурно-технологічне забезпечення виробництва кексів, включаючи обладнання для замішування тіста, дозування, формування, випікання, охолодження та пакування;
5. описати технологію виробництва кексів, визначивши основні етапи, режими механічної та термічної обробки, умови та строки зберігання продукції;
6. проаналізувати систему управління безпекою (НАССР) у виробництві борошняних кондитерських виробів. Здійснити аналіз екологічного забезпечення виробництва, зокрема можливості мінімізації відходів та раціонального використання ресурсів;
7. оцінити економічну ефективність виробництва кексів, порівнявши собівартість, витрати та потенційну рентабельність традиційної технології та удосконаленої, що передбачає використання природного емульгатора лецитину. Загальний обсяг роботи становить 46 сторінок, що включає теоретичну частину, практичний аналіз та список використаної літератури.

## 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Сучасний стан борошняних кондитерських виробів в Україні

Кондитерська галузь України належить до найбільш розвинених і стабільних сегментів харчової промисловості та зберігає високу інвестиційну привабливість навіть в умовах економічних і геополітичних викликів останніх років. Її розвиток зумовлений зростанням внутрішнього попиту, підвищенням рівня доходів певних груп населення, зміною споживчих пріоритетів, активним оновленням асортименту та посиленням вимог до якості і безпечності харчових продуктів. Одним із ключових трендів стало зростання інтересу до продукції з покращеним складом, низьким вмістом цукру, збагаченої харчовими компонентами природного походження [3].

Асортимент українського ринку охоплює практично всі групи кондитерської продукції, і переважна частка пропозиції формується саме вітчизняними підприємствами. Частка українських виробників у загальному обсязі ринку коливається у межах 89–92% у 2021–2023 рр., що свідчить про високий рівень самодостатності галузі. Українські солодощі експортуються більш ніж до 60 країн світу, а географія поставок продовжує розширюватися завдяки адаптації виробництва до стандартів ЄС та міжнародних вимог щодо якості [5, 37].

За підсумками 2023 року імпорт кондитерської продукції становив близько 55 тис. тонн, що дорівнює приблизно 8–9% внутрішнього виробництва. Попри воєнні дії в Україні та часткову втрату виробничих потужностей у східних регіонах, галузь продемонструвала стійкість: підприємства успішно оптимізували логістичні ланцюги, переорієнтували експорт на країни ЄС, Близького Сходу та Азії, а також почали активніше впроваджувати інноваційні технології переробки сировини та рецептурні вдосконалення [25, 33].

У структурі споживання кондитерської продукції борошняні вироби займають провідні позиції. У 2023 році вони становили 52–54% загального ринку, шоколадні вироби – близько 30–32%, а цукристі – 15–17%.

Популярність борошняної продукції обумовлена доступністю, великим асортиментом, високими органолептичними характеристиками та традиційно стійким попитом. За результатами галузевих досліджень, середньорічне споживання борошняних кондитерських виробів в Україні у 2022–2023 роках становило 9,8–10,2 кг на особу, що підтверджує стабільність сегменту [4].

До найпоширеніших видів борошняних кондитерських виробів належать печиво, торти, тістечка, кекси, бісквіти, пряники, рулети, крекери, галети та вафлі. Виробництво цих продуктів здійснюється як великими кондитерськими фабриками, так і хлібопекарськими підприємствами, при цьому майже вся сировина – борошно, цукор, жири, емульгатори, харчові добавки – забезпечуються внутрішнім ринком.

Високий рівень конкуренції стимулює українські підприємства впроваджувати інноваційні технологічні рішення, зокрема:

- автоматизацію та роботизацію технологічних процесів;
- використання натуральних емульгаторів і стабілізаторів (зокрема лецитину) для покращення структури виробів;
- модернізацію систем контролю безпечності на основі HACCP та вимог стандартів ISO 22000 [28, 30];
- розроблення нових рецептур з нутрієнтним збагаченням;
- створення продуктів зниженої калорійності та вмісту цукру;
- удосконалення пакування з акцентом на екологічність.

Серед провідних виробників борошняної кондитерської продукції виділяються корпорація «Roshen», ПрАТ «Кондитерська фабрика “АВК”», ПрАТ «ВО “Конті”», корпорація «Бісквіт-шоколад», ПрАТ «Житомирські ласощі», ПрАТ «Полтавакондитер», ПрАТ «Одесакондитер», а також міжнародна компанія «Монделіс Україна». У сфері експорту лідерами залишаються «Roshen», «Конті» та «АВК», які зберігають позиції у світових рейтингах. Так, згідно з даними «Global Top 100 Candy Companies», у 2022–2023 роках «Roshen» посідала 28–30 місце, а «Конті» входила до дев'яноста найкращих виробників світу [35, 39].

Серед ключових тенденцій розвитку світового та українського кондитерського ринку у 2021–2024 роках виокремлюють:

- зростання попиту на корисніші та функціональні солодоці;
- зменшення вмісту цукру та трансжирів у рецептурах;
- заміну синтетичних добавок натуральними компонентами;
- підвищення ролі екологічної безпечності та відмова від надмірного пакування;
- розвиток сегменту NoReCa та індивідуальних замовлень;
- повідомленість споживача щодо складу і технології виробництва продукції.

Попри те, що борошняні кондитерські вироби не є товарами першої необхідності, їх споживання стабільно зростає у період святкових та сімейних подій. Українські споживачі переважно обирають продукцію вітчизняних виробників завдяки оптимальному співвідношенню ціни та якості, дотриманню стандартів ISO 9001 і ISO 22000, а також дієвому національному брендуванню «Made in Ukraine», яке з 2014 року суттєво посилило лояльність до локальних виробників [23, 24].

## **1.2. Характеристика кексів, як висококалорійних борошняних кондитерських виробів**

Борошняні кондитерські вироби стабільно користуються високим попитом серед населення різних вікових груп. Це пояснюється їх привабливими органолептичними властивостями, доступністю та здатністю швидко забезпечувати організм енергією завдяки значному вмісту легкозасвоюваних вуглеводів. Собівартість цієї продукції залишається відносно невисокою, що робить її конкурентоспроможною та доступною для широкого кола споживачів. Серед різноманіття борошняних кондитерських виробів особливе місце займають кекси, частка яких становить близько 15% загального виробництва. Їх популярність зумовлена приємним зовнішнім

виглядом, високими смаковими характеристиками, доброю засвоюваністю та універсальністю споживання [15].

Кекси належать до виробів із здобного тіста, яке збагачується різними поліпшувачами структури та смаку. До основної сировини для їх приготування належать пшеничне борошно вищого ґатунку, вершкове масло або маргарин, яєчні продукти, цукор, молоко та інші традиційні компоненти [16, 17]. Водночас сучасні рецептури часто доповнюються додатковими інгредієнтами – натуральними ароматизаторами, фруктовими напівфабрикатами, цукрозамінниками, харчовими волокнами тощо [21].

За останнє десятиліття асортимент кексів на українському ринку значно розширився. Нині вони класифікуються за кількома ознаками. За способом розпушення тіста виділяють:

- кекси на дріжджовій основі;
- вироби, приготовлені з використанням хімічних розпушувачів;
- кекси, виготовлені без застосування дріжджів та хімічних розпушувачів [35].

За зовнішнім виглядом вони поділяються на:

- неглазуровані вироби;
- глазуровані повністю або частково (шоколадною, цукровою чи іншою глазур'ю).

Поверхня кексів може оздоблюватися широким спектром декоративних компонентів: цукровою пудрою, какао-порошком, горіховими чи шоколадними крихтами, карамеллю, фруктами або іншими оздоблювальними напівфабрикатами [26, 38].

За вмістом начинки кекси бувають:

- без начинки;
- з різними видами начинок (фруктові, кремові, шоколадні тощо);
- з добавками, такими як родзинки, мак, горіхи, кориця, цукати.

Окрему групу становлять дієтичні та спеціалізовані кекси, створені з використанням цукрозамінників (ксиліт, сорбіт тощо), які рекомендують для

харчування людей із цукровим діабетом чи обмеженим споживанням цукру [17].

Аналітичні дослідження ринку кексів, мафінів і пирогів тривалого зберігання, проведені компанією Pro-Consulting, показують, що цей сегмент має власні особливості розвитку. Ринок характеризується необхідністю постійного оновлення асортименту – новими поєднаннями смаків, сучасними оздобленнями та інноваційними рецептурами. Такі зміни найшвидше впроваджують локальні пекарні, тоді як великі промислові виробники мають обмежену гнучкість через потребу у корекції технологічних схем, рецептур та іноді – модернізації обладнання [18].

За результатами дослідження, протягом останніх років спостерігалось поступове скорочення виробництва кексів і мафінів тривалого зберігання, що зумовило відповідне зниження обсягів експорту. Найбільш затребуваними на зовнішніх ринках залишаються класичні кекси та капкейки. Разом із тим, у вартісному вимірі обсяг реалізації продукції демонструє зростання, що свідчить про подорожчання виробів та поступове зміщення попиту у бік продукції з вищою доданою вартістю [29].

Асортимент, представлений на українському ринку, вирізняється різноманітністю: від традиційних кексів з родзинками та шоколадних виробів до продукції з оригінальними смаками й начинками, такими як карамелеві, вишневі чи молочні наповнювачі. Українська кондитерська галузь є високотехнологічною та конкурентною, однак останні роки стали для неї складними через воєнні події, економічні труднощі та втрату деяких ринків збуту [20].

Український ринок борошняних кондитерських виробів поповнюється за рахунок трьох джерел:

- великих промислових підприємств;
- локальних виробників, що працюють у межах окремих регіонів;
- невеликих обсягів імпортової продукції.

Внаслідок бойових дій та економічної нестабільності структура ринку зазнала значних змін. Проте провідними виробниками залишаються компанії Roshen, «Конті», «АВК», «Грона», «Бісквіт-Шоколад», КФ «Ярич», КФ «Лагода», які загалом контролюють понад половину національного ринку. У сегменті кексів визначилися сталі лідери: Roshen, «Жако», «Biscotti», «Київхліб» та інші підприємства, що систематично розширюють асортимент і модернізують виробництво [35].

У структурі зовнішньої торгівлі провідними імпортерами українських солодоців за останній рік стали Казахстан, Азербайджан, Грузія та Молдова, що підтверджує конкурентоспроможність вітчизняної продукції на регіональних ринках.

Разом із тим, надмірне споживання висококалорійних борошняних кондитерських виробів може призвести до дисбалансу харчування. Кекси мають високу енергетичну цінність – близько 450 ккал на 100 г продукту, при цьому містять недостатню кількість біологічно активних речовин: вітамінів, мінералів та харчових волокон. Це визначає потребу в корегуванні їх рецептури [14].

Отже, стабільний попит на кекси та інші борошняні кондитерські вироби обумовлює необхідність удосконалення їх складу та технології виробництва. Насамперед актуальною є розробка продукції зі зниженим вмістом цукру й жиру, збагаченої функціональними інгредієнтами та натуральними емульгаторами (зокрема лецитином), що дозволить отримати більш корисний, якісний та конкурентоспроможний продукт.

## 2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз та удосконалення технології виробництва борошняних кондитерських виробів (на прикладі кексів) шляхом порівняння класичної технології з модернізованою, що передбачає використання природного емульгатора – лецитину. Удосконалена технологія має забезпечити покращення структурно-механічних властивостей тіста, стабільність якості продукції, оптимізацію рецептури та підвищення економічної ефективності виробництва.

*Об'єкт дослідження.* Технологічний процес виробництва борошняних кондитерських виробів, зокрема технологія виготовлення кексів у промислових умовах.

*Предмет дослідження.* Структурно-технологічні параметри виробництва кексів, а також вплив застосування природного емульгатора лецитину на властивості тіста, якість готової продукції, технологічні показники та економічну ефективність виробництва.

*Матеріали дослідження.* У дослідженні використовуються такі матеріали:

### 1. Сировина:

- борошно пшеничне вищого або першого ґатунку;
- цукор-пісок або підсолоджувачі;
- жири кондитерські, масло або маргарин;
- яєчні продукти (яйця свіжі або меланж);
- молочна сировина (молоко, згущене молоко, вершки – згідно з рецептурою);
- розпушувачі тіста (хімічні або композиційні);
- смако-ароматичні добавки та наповнювачі (родзинки, цукати, какао-порошок, есенції тощо);
- природний емульгатор лецитин – ключовий інноваційний компонент дослідження.

*Методи дослідження.* У роботі застосовуються такі групи методів:

### *1. Аналітичні методи*

- опрацювання наукової, навчальної та патентної літератури;
- аналіз технологічних схем, вимог стандартів та нормативної документації;
- порівняння класичної та удосконаленої технології.

### *2. Технологічні методи*

- розробка рецептури з використанням лецитину;
- експериментальне визначення впливу емульгатора на процес емульгування, структуру тіста та якість готового виробу;
- визначення показників якості за органолептичними, фізико-хімічними та структурно-механічними характеристиками.

### *3. Економічні методи*

- розрахунок собівартості продукції;
- порівняння економічної ефективності традиційної та модернізованої технології;
- оцінка окупності застосування лецитину.

### *4. Методологія HACCP*

- ідентифікація потенційних небезпек;
- оцінка критичних контрольних точок у виробництві кексів;
- аналіз впливу вдосконалення рецептури на безпечність продукції.

Таким чином, наведена методологія дасть можливість комплексно описати вплив використання природного емульгатора лецитину на технологію виробництва борошняних кондитерських виробів на прикладі кексів.

### 3. РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особливої актуальності набуває удосконалення технологій виробництва борошняних кондитерських виробів, які характеризуються високим попитом серед різних вікових груп споживачів. Зростання конкуренції, підвищення вимог до якості, розширення асортименту та необхідність відповідати принципам здорового харчування зумовлюють потребу впровадження інноваційних підходів у рецептурі й технологічних процесах. Одним із ефективних напрямів оптимізації технології є використання природних емульгаторів, таких як лецитин, який здатний покращувати структурні, реологічні та органолептичні властивості готових виробів без застосування синтетичних поліпшувачів [22, 27].

#### 3.1 Вимоги до сировини і матеріалів

Виробництво кексів у промислових умовах повинно здійснюватися з дотриманням вимог чинної нормативної документації та стандартів щодо якості та безпечності сировини. Основні компоненти рецептури регламентуються такими документами:

Нормативні документи, що регулюють якість сировини:

- ГСТУ 46.004-2006 – *Борошно пшеничне. Технічні умови* [2];
- ДСТУ 5023:2008 – *Цукор білий. Технічні умови* [12];
- ДСТУ 4399:2005 – *Масло вершкове. Технічні умови* [8];
- ДСТУ 4445:2005 – *Маргарини. Загальні технічні умови* [9];
- ДСТУ 3662:2018 – *Молоко коров'яче питне* [7];
- ДСТУ 2212–93 – *Яйця курячі харчові* [6];
- ДСТУ 4518:2008 – *Добавки харчові. Емульгатори. Класифікація* [11];
- Codex Alimentarius SAC/GL 21-1997 – загальні принципи харчових добавок [23];
- Регламент ЄС №1333/2008 щодо застосування харчових добавок [36].

Удосконалена технологія передбачає додаткове використання природного емульгатора лецитину, який повинен відповідати:

- ДСТУ 5033:2008 – *Лецитин харчовий. Технічні умови* [13];
- E322 (EU Regulation 231/2012) – специфікації на харчові емульгатори.

Пшеничне борошно, що використовується у виробництві кексів, повинно відповідати вимогам ГСТУ 46.004-2006 [2], який регламентує його якісні показники. Основним компонентом борошна, який забезпечує формування структури кексового тіста, є пшеничний крохмаль. Саме він визначає водопоглинальну здатність, в'язкість тіста та характер пористості готового виробу.

Для виготовлення кексів найбільш придатним є борошно з м'яких сортів пшениці, що містить 28–34% клейковини слабкої або середньої сили. Такий показник є оптимальним, оскільки надмірно сильна клейковина спричиняє розвиток пружної структури, нехарактерної для кексових виробів, роблячи м'якушку щільною та менш ніжною. Саме тому технологи свідомо обирають борошно зі зниженими реологічними властивостями, щоб уникнути надмірного утворення клейковинної сітки під час замішування [31].

Важливе значення має і крупність помелу. Чим більший розмір часток борошна, тим повільніше вони взаємодіють із рідиною, що відтерміновує формування тіста та впливає на його консистенцію. Повільне проникнення води до білкових структур уповільнює розвиток клейковини, що є бажаним у технології кексів, оскільки забезпечує більш ніжну, дрібнопористу структуру м'якушки.

У виробничій практиці з метою штучного послаблення клейковинного комплексу часто застосовують картопляний крохмаль, додаючи його до рецептури в кількості до 25% від маси борошна. Такий підхід дозволяє отримувати легку, еластичну та добре пропечену структуру без небажаної жорсткості.

Використання борошна зі слабкою клейковиною особливо ефективно

при виготовленні кексів і бісквітів. Воно сприяє формуванню тонкостінної пористості, покращує органолептичні властивості виробів та забезпечує здатність м'якушки швидко відновлювати форму після стиснення. Це пов'язано з нижчою водопоглинальною здатністю та меншою пружністю білково-клейковинних комплексів у порівнянні з борошном сильного помелу.

Хімічний склад пшеничного борошна (вміст білків, крохмалю, цукрів, мінеральних речовин, вологи тощо) зазвичай узагальнюють у відповідних таблицях – його наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

**Хімічний склад пшеничного борошна, г**

Показник	Борошно пшеничне, гатунок			
	вищий	перший	другий	обойне
Білки, г	10,3	10,6	11,6	11,5
Жири, г	1,1	1,3	1,8	2,2
Вуглеводи, г	69,0	67,8	64,3	58,7
Харчові волокна, г	3,5	4,4	6,7	9,3
Вода, г	14,0	14,0	14,0	14,0
Зола, г	0,5	0,7	1,1	1,5
Калорійність, ккал	334	331	324	298

Цукор білий, що використовується у виробництві кексів, має відповідати вимогам ДСТУ 5023:2008 [12]. У технології цих виробів, незалежно від наявності хімічних розпушувачів, цукор відіграє важливу роль як компонент, що стабілізує пінну структуру збитої маси. Крім того, сахароза впливає на процес клейстеризації крохмалю, змінюючи температуру та швидкість його набухання, що визначає якість структури м'якушки.

Дослідження показують, що зменшення кількості цукру на 10–15% від рецептурної норми практично не впливає на якість випеченого виробу. Однак зменшення цукру більш ніж на 20% призводить до скорочення терміну придатності продукції, оскільки знижується здатність виробу утримувати вологу. Подальше зниження кількості сахарози негативно позначається на структурі тіста: спостерігається зменшення питомого об'єму, зниження рівня

пористості, погіршення текстурних характеристик та органолептичних показників готових кексів.

Щоб зменшити негативний вплив сахарози на піноутворення, у технології інколи застосовують інвертний цукор. Завдяки високій гігроскопічності фруктози та глюкози, що є його складовими, інвертний сироп допомагає довше зберігати вологість виробів, сповільнюючи їх черствіння. Його використання також сприяє зниженню густини тіста, збільшенню його об'єму та зменшенню часу збивання.

Разом із тим, застосування інвертного цукру має певні обмеження: під час випікання бісквітні та кексові напівфабрикати можуть втрачати частину об'єму. Фруктоза забезпечує триваліше збереження свіжості, однак через високу собівартість і технологічні особливості її використання у виробництві обмежене та не завжди є економічно виправданим.

Якісні показники кристалічного цукру, що застосовується у виробництві борошняних кондитерських виробів, наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

#### Показники якості цукру-піску

Показник	Характеристика показника
Сипучість	Сипка маса, допускаються грудки, при легкому надавлюванні
Колір	Білий із жовтуватим відтінком
Смак	Солодкий, без сторонніх присмаків
Масова частка вологи, %, не більше	0,14
Масова частка СР, %: цукрози, не менше редукуючі речовин, не більше	99,55
Масова частка золи, %, не більше	0,05
Масова частка золи, %, не більше	0,04

Яєчні продукти є важливими компонентами у виробництві борошняних кондитерських виробів, оскільки вони природно виконують функції піноутворювачів і емульгаторів. Завдяки цьому вони сприяють утворенню рівномірної пористої структури, стабілізації форми виробів та надають готовій продукції характерних органолептичних властивостей – насиченого

смаку, приємного аромату та виразного кольору. Висока біологічна цінність яєчного білка, зокрема вміст необхідних організму амінокислот, підвищує харчову повноцінність кондитерських виробів.

У технології кексів, незалежно від того, використовуються хімічні розпушувачі чи ні, меланж виконує ключову роль у формуванні пінистої структури збитої маси та одночасно є основним джерелом вологи. Зниження кількості яєчних продуктів у рецептурі спричиняє погіршення якості напівфабрикату: зменшується об'єм, знижується пористість, погіршуються текстурні характеристики та пружність м'якушки.

У деяких випадках часткову або повну заміну яєчних продуктів здійснюють іншими інгредієнтами, які мають подібні емульгувальні та стабілізувальні властивості. Такий підхід дає змогу знизити калорійність виробів, оптимізувати рецептуру та розширити можливості використання альтернативної сировини у виробництві.

Хімічний склад меланжу наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

#### Хімічний склад меланжу

Назва показника	Числове значення
Білки, %	12,7
Жири, %	11,5
Вуглеводи, %	0,7
Вода, %	74,1
Харчові волокна, %	0
Зола, %	1
Мінеральні речовини, мг	
К	140
Са	55
Mg	12
Na	134
P	192
Вітаміни, мг	
A	0,255
E	0,6
B1	0,07
B2	0,44
PP	0,2

Лецитин харчовий – це природна поверхнево-активна речовина, що належить до класу фосфоліпідів та отримується переважно з олійної сировини (соняшникової, соєвої або ріпакової). Відповідно до вимог ДСТУ 5033:2008 [13], цей продукт призначений для застосування в харчовій промисловості як емульгатор, стабілізатор, антиоксидант, а також як компонент, що покращує структурні та реологічні властивості тіста.

#### Основні вимоги за стандартом

Згідно з нормативним документом, харчовий лецитин повинен відповідати таким загальним критеріям:

##### 1. Органолептичні показники

- Зовнішній вигляд: однорідна, в'язка маса або порошок (залежно від форми випуску).
- Колір: від світло-жовтого до темно-коричневого.
- Запах і смак: характерні для лецитину, без ознак прогірклості чи сторонніх запахів.

##### 2. Фізико-хімічні показники (за ДСТУ 5033:2008)

- Масова частка фосфоліпідів: не менше 56%.
- Кислотне число: у межах, що гарантують відсутність гідролізу та прогірклості.
- Вміст вологи: не більше 1–2% (для порошкових форм).
- Проксидне число: повинно відповідати нормам, що виключають окислення продукту.
- Вміст нерозчинних домішок: мінімальний, у допустимих межах згідно зі стандартом.

Лецитин є одним із найбільш ефективних природних емульгаторів, що широко використовується у виробництві кексів, бісквітів, печива та інших борошняних кондитерських виробів. Він забезпечує:

##### 1. Технологічні функції

- Емульгування жирів і водної фази, що робить тісто більш однорідним.

- Покращення збивання: лецитин стабілізує повітряні бульбашки, сприяючи формуванню рівномірної дрібнопористої структури.
- Зниження в'язкості тіста, що полегшує його формування.
- Підвищення пластичності та еластичності тіста.
- Покращення газотримувальної здатності, що сприяє збільшенню об'єму виробів.

## 2. Поліпшення якості готової продукції

Завдяки використанню лецитину:

- підвищується пористість і питомий об'єм виробів;
- покращуються смакові властивості та текстура м'якушки;
- знижується черствіння під час зберігання (антиоксидантний ефект);
- запобігає розшаруванню жирових компонентів у тісті.

## 3. Економічні та технологічні переваги

- дозволяє зменшити кількість яєць або жирів у рецептурі;
- знижує енергетичну цінність продукції;
- здешевлює виробництво;
- підвищує стабільність технологічного процесу.

Харчовий лецитин, що відповідає вимогам ДСТУ 5033:2008, є високоефективним природним емульгатором, який покращує структурні, органолептичні та технологічні характеристики борошняних кондитерських виробів. Використання лецитину дає змогу удосконалити класичну технологію кексів та бісквітів, підвищити якість готової продукції, подовжити термін її зберігання та оптимізувати рецептури.

### 3.2. Продуктовий розрахунок

У процесі удосконалення технології виробництва кексів одним із ключових етапів є проведення продуктових розрахунків, що дозволяють оцінити раціональність побудови рецептури та визначити вплив нових інгредієнтів на витрати сировини і якість готової продукції. Введення

емульгатора лецитину потребує оптимізації рецептурного складу, оскільки ця добавка впливає на властивості тіста: покращує емульгування жиру, стабілізує пінну структуру та сприяє утворенню рівномірної пористості. У таблиці 4 наведено класичну та удосконалену рецептури технології кексів. Обидві рецептури мають однакову загальну масову частку – 100 %, однак відрізняються розподілом окремих інгредієнтів.

Таблиця 4

**Класична та удосконалена рецептури кексів (мас. %)**

Сировина	Класична рецептура, %	Удосконалена рецептура з лецитином, %
Борошно	35,0	35,0
Цукор	30,0	29,0
Яйцепродукти (меланж)	15,0	13,0
Жири (масло/маргарин)	10,0	9,0
Молоко	8,0	8,0
Розпушувач	1,0	1,0
Сіль	0,2	0,2
Ванілін / ароматизатор	0,1	0,1
Лецитин	–	0,5
Вода / інше	0,7	4,2
Разом:	100,0	100,0

З таблиці видно, що за наявності лецитину було зменшено частку цукру (з 30,0 % до 29,0 %), яйцепродуктів (з 15,0 % до 13,0 %) та жиру (з 10,0 % до 9,0 %). Це пояснюється тим, що лецитин виконує функції природного емульгатора й стабілізатора структури, частково замінюючи технологічну роль яєць та жирних компонентів. Водночас у модифікованій рецептурі збільшено частку води та інших рідких компонентів (до 4,2 %), що компенсує зміну консистенції тіста та забезпечує необхідну вологість готового виробу.

У таблиці 5 подано порівняльний продуктовий розрахунок масових витрат сировини на 1000 кг готової продукції для двох варіантів рецептур кексів: класичної та удосконаленої, у яку додано природний емульгатор лецитин. Такий формат дає змогу наочно оцінити перерозподіл сировинних

компонентів та визначити, як внесення лецитину вплинуло на структуру рецептури та загальну потребу в окремих інгредієнтах.

Таблиця 5

**Витрати сировини на 1000 кг готової продукції (кг)**

Сировина	Класична рецептура, кг	Удосконалена з лецитином, кг	Зміни ( $\pm$ ), кг
Борошно	350,0	350,0	0,0
Цукор	300,0	290,0	-10,0
Яйцепродукти (меланж)	150,0	130,0	-20,0
Жири	100,0	90,0	-10,0
Молоко	80,0	80,0	0,0
Розпушувач	10,0	10,0	0,0
Сіль	2,0	2,0	0,0
Ванілін / ароматизатор	1,0	1,0	0,0
Лецитин	-	5,0	+5,0
Вода / інше	7,0	42,0	+35,0
Разом	1000,0	1000,0	-

Як видно з даних таблиці, кількість борошна, молока, розпушувача, солі та ароматизаторів залишається незмінною, що свідчить про стабільність основи рецептури і дотримання технологічних вимог до класу виробу. Натомість внесення лецитину у кількості 5 кг на 1000 кг тіста призвело до цілеспрямованого коригування інших інгредієнтів. Зокрема, зменшено вміст цукру на 10 кг, жиру на 10 кг та яєчних продуктів на 20 кг, що узгоджується з властивостями лецитину як природного емульгатора та стабілізатора структури.

Зростання кількості води та інших рідких компонентів на 35 кг пояснюється необхідністю забезпечення оптимальної консистенції тіста при зменшенні частки меланжу та жирів, які традиційно виконують гідратаційну і структуроутворюючу функції. Така модифікація рецептури дозволяє підтримувати необхідну вологість, пластичність та реологічні властивості тіста.

Загальна маса сировини у класичному та модифікованому варіантах залишається однаковою (1000 кг), що демонструє коректність продуктових розрахунків і відповідність технологічному балансу. Внесення лецитину забезпечило перерозподіл інгредієнтів без збільшення загальної витрати сировини, що є важливою умовою економічної ефективності удосконаленої технології.

### **3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення**

Ефективність і стабільність виробництва кексів значною мірою визначається правильним добром технологічного обладнання та раціональною організацією апаратурно-технологічної схеми (Рис. 1). Сучасне технічне оснащення забезпечує не лише високу якість готових виробів, але й відповідність вимогам безпеки, продуктивності та економічності процесу. У виробництві кексів особливого значення набувають апарати для інтенсивного збивання, точного дозування інгредієнтів, рівномірного перемішування та термічної обробки тіста, оскільки саме від цих операцій залежить формування структури, пористості, об'єму та органолептичних характеристик виробів.

Вибір обладнання повинен враховувати властивості сировини, спосіб підготовки емульсій, технологічні особливості рецептури, зокрема використання лецитину як емульгатора. Апаратурно-технологічна схема має забезпечувати безперервність або ритмічність виробництва, оптимізувати використання ресурсів та запобігати появі браку. Усі апарати та машини повинні відповідати вимогам чинних санітарних норм, стандартів, правил охорони праці та технічних регламентів для харчових підприємств [18].

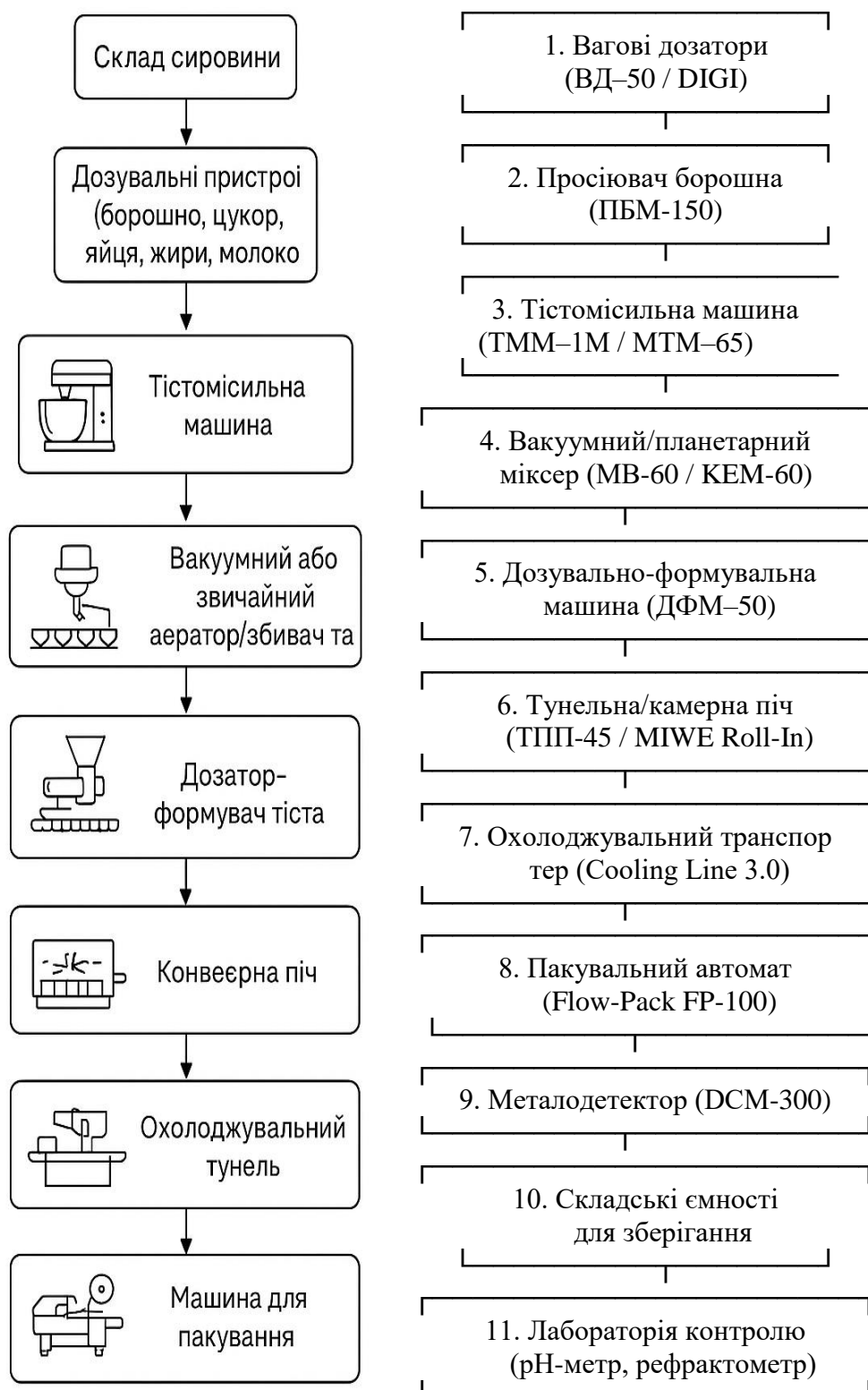


Рис. 1 Апаратурно-технологічна схема виробництва кексів

Представлене у таблиці 6 обладнання, забезпечує повний технологічний цикл виробництва кексів – від приймання й підготовки сировини до пакування готової продукції. Вибір конкретних марок апаратів

ґрунтується на їх продуктивності, надійності та відповідності санітарним нормам.

Таблиця 6

**Апаратурне забезпечення процесу виробництва кексів**

№	Найменування апарата / обладнання	Марка / тип (приклад)	Основне призначення	Функції у технологічному процесі
1	Вагова станція або автоматичні дозатори	ВД-50, DIGI DSX	Точне дозування сировини	Зважування борошна, цукру, яєчних продуктів, жиру, молока, води, розпушувача, ароматизаторів. Забезпечує дотримання рецептурних пропорцій.
2	Просіювач борошна	ПБМ-150, П6-БПА	Підготовка борошна до замішування	Розпушування, аерація та очищення борошна від домішок. Покращення структурних властивостей тіста.
3	Однороторна/двохроторна тістомісильна машина	ТММ-1М, МТМ-65	Замішування тіста	Інтенсивне змішування інгредієнтів, рівномірне введення лецитину, формування однорідної структури тіста.
4	Вакуумний або планетарний міксер	МВ-60, КЕМ-60	Збивання яєчної маси та емульсій	Формування стійкої повітряно-пінної структури, рівномірне емульгування жирів і яєць.
5	Дозувально-формувальна машина	ДФМ-50, Unimac Dosifier	Розлив тіста у форми	Точне фасування рідкого тіста у паперові або металеві форми. Забезпечує однакову масу виробів.
6	Тунельна або камерна піч	ТПП-45, MIWE Roll-In	Випікання кексів	Термічна обробка, формування структури м'якушки, стабілізація виробу, рівномірне пропікання.
7	Охолоджувальний транспортер	ОТ-3 або Cooling Line 3.0	Зниження температури готових виробів	Повільне охолодження кексів до 25–30 °С, запобігання конденсації вологи й деформації.
8	Автомат пакування	Flow-Pack FP-100, MULTIVAC	Упакування готової продукції	Формування індивідуальної або групової упаковки, герметизація та маркування.
9	Металодетектор	DCM-300	Контроль безпеки	Виявлення металоманітних домішок у готовому продукті згідно ДСТУ 4505:2005.
10	Складські ємності та тари	Харчові контейнери з н/ж сталі	Зберігання сировини та напівфабрикатів	Забезпечення санітарної безпеки, захист від мікробіологічного псування.
11	Лабораторне обладнання центральної лабораторії	pH-метр, рефрактометр, поляриметр	Технологічний і санітарний контроль	Перевірка вологості, кислотності, масової частки цукру, мікробіологічних показників.

У виробництві кексів важливими є точне дозування інгредієнтів, оскільки рецептура чутлива до співвідношення жиру, яєць та цукру, інтенсивне збивання/емульгування, особливо при використанні лецитину, стабільний температурний режим під час випікання, який визначає пористість та рівномірність структури, якісне охолодження, що запобігає утворенню конденсату та герметичне пакування, яке подовжує термін зберігання кексів.

### 3.4. Опис технології

Технологічний процес виробництва кексів включає комплекс операцій із підготовки сировини, дозування, механічної та термічної обробки, охолодження й пакування готових виробів. Усі етапи здійснюються із застосуванням спеціалізованого обладнання, поданого у таблиці 6 апаратурного забезпечення (№ 1–11), що забезпечує стабільність параметрів, дотримання рецептури й отримання продукції відповідно до ДСТУ 4505:2005 [10].

*1. Підготовка та дозування сировини (апарати №1–2).* На початковому етапі технологічного процесу виробництва кексів здійснюється ретельна підготовка та дозування всіх видів сировини. Дані операції виконуються за допомогою спеціалізованого обладнання відповідно до вимог рецептури та технологічних параметрів.

Приймання та зважування компонентів проводиться на ваговій станції або автоматичних дозаторах типу ВД–50 чи DIGI DSX. Усі основні інгредієнти – борошно, цукор, меланж, молоко, жири, розпушувач, сіль, ванілін, вода та лецитин (для модифікованої рецептури) – проходять етап точного дозування. Дозатори забезпечують мінімальну похибку в межах  $\pm 0,1$ – $0,5$  %, що гарантує суворе дотримання встановлених рецептурних пропорцій. Процес зважування одного компонента триває від 10 до 40 секунд, що дозволяє оперативно організувати поточну роботу дільниці. Температура сировини на цьому етапі підтримується в межах 18–22 °С, що є

оптимальним для подальшого змішування та формування якісної структури тіста.

Після дозування проводиться підготовка борошна, що здійснюється на просіювачах типу ПБМ-150 або Пб-БПА. Борошно піддається просіюванню, аерації та очищенню від можливих сторонніх домішок. Основною метою цієї операції є підвищення пухкості борошна та насичення його повітрям, що позитивно впливає на властивості тіста. Просіювач працює з частотою 800–1200 обертів за хвилину, забезпечуючи рівномірну аерацію продукту. Тривалість обробки становить у середньому 2–3 хвилини. Після просіювання температура борошна підвищується до 20–24 °С, а розмір частинок зменшується до величини менше 250 мкм. Така підготовка гарантує отримання більш однорідного, ніжного тіста та сприяє формуванню рівномірної, пружної структури готових виробів.

2. *Приготування емульсії (апарат №4).* Приготування емульсії в апараті №4 (вакуумному або планетарному міксері типу МВ-60 чи КЕМ-60) є одним із ключових етапів формування структури кексового тіста. У цьому обладнанні забезпечується інтенсивне механічне збивання компонентів та насичення суміші повітрям, що надалі визначає пористість, легкість і рівномірність готового виробу.

Процес розпочинається з подачі до чаші міксера жирової сировини та цукру, які піддаються збиванню протягом 5–7 хвилин. На цьому етапі відбувається розм'якшення жиру, часткове розчинення цукру й утворення початкової емульсійної структури. Після цього у міксер вносять меланж та сіль, продовжуючи інтенсивне збивання. Для модифікованої рецептури додатково вводять лецитин, який підсилює емульгуювальні властивості суміші, сприяє стабілізації жирових глобул і дозволяє отримати рівномірну дрібнодисперсну структуру.

Загальна тривалість приготування емульсії становить 15–20 хвилин. У процесі роботи насадки міксера обертаються зі швидкістю 120–180 об/хв, забезпечуючи якісне диспергування компонентів та ефективне насичення

маси повітрям. У кінці збивання температура емульсії має становити 20–24 °С, що є оптимальним показником для збереження стабільності білково-жирової системи. Під дією механічного збивання відбувається збільшення об'єму емульсії приблизно на 20–30 %, що свідчить про достатній ступінь аерації.

Отримана емульсія характеризується однорідністю, пластичністю і стійкістю, що забезпечує правильне формування структури тіста на наступних етапах виробництва та позитивно впливає на якість готових кексів – їх пористість, об'єм та структуру м'якушки.

3. *Замішування тіста (апарат №3).* На цьому етапі у тістомісильну машину типу ТММ-1М або МТМ-65 подається вся заздалегідь підготовлена сировина: готова емульсія, отримана у збивальному міксері (апарат №4), просіяне та аероване борошно з просіювача (апарат №2), а також необхідні сипкі компоненти – розпушувач, сіль та ароматизатор. За потреби до суміші додається певна кількість води для доведення тіста до заданої вологості.

Процес замішування відбувається у середньому протягом 7–8 хвилин при роботі робочих органів тістомісильної машини зі швидкістю 80–120 об/хв. У результаті інтенсивного та одночасно делікатного механічного впливу відбувається рівномірний розподіл інгредієнтів, утворення оптимальної структури та рівномірне насичення тіста повітрям. На завершальному етапі температура тіста становить 25–28 °С, а його вологість – 16–18 %, що є оптимальними значеннями для формування правильної консистенції.

Готове тісто повинно мати однорідну, пластичну структуру, бути без грудок, сторонніх включень та великих повітряних пустот. Саме якісне замішування забезпечує подальше рівномірне піднімання виробу, формування дрібнопористого м'якушки та стабільну форму готових кексів.

4. *Формування виробів (апарат №5).* На етапі формування виробів тісто, підготовлене на попередніх стадіях, надходить у дозувально-формувальну машину типу ДФМ-50 (апарат №5). Консистенція кексового

тіста дозволяє виконувати розлив з високою точністю, тому машина забезпечує подачу однакової кількості тіста у форми, які заповнюють приблизно на три чверті їхньої висоти. Температура тіста під час розливу підтримується на рівні 25–28 °С, що сприяє стабільності структури та в'язкості. Точність дозування становить близько  $\pm 1,5$  г, завдяки чому забезпечується однакова маса готових виробів. Продуктивність обладнання коливається в межах 30–60 форм за хвилину залежно від налаштувань та виду форм.

5. *Випікання (апарат №6)*. Після формування заготовки подаються у тепловий агрегат – тунельну або камерну піч (апарат №6), наприклад ТПП-45 або MIWE Roll-In. Процес випікання проходить при температурі 180–200 °С і триває від 20 до 25 хвилин. У цей період відбуваються основні фізико-хімічні зміни: денатурація білкових сполук, клейстеризація крохмалю, формування і закріплення пористої структури тіста, а також підйом і стабілізація форми виробу. За технологічними вимогами вологість готового кексу має становити  $22 \pm 3$  %, а втрати маси під час випікання досягають 8–12 %. У разі використання тунельної печі швидкість руху конвеєра встановлюють у межах 0,8–2,0 м/хв залежно від необхідної інтенсивності теплової обробки.

6. *Охолодження (апарат №7)*. Готові, але ще гарячі вироби потрапляють на охолоджувальний транспортер (апарат №7). Охолодження здійснюється у потоці повітря, температура якого підтримується на рівні 18–20 °С. Цей процес триває від 20 до 30 хвилин, поки температура кексів не знижується до 25–30 °С. Повільне і рівномірне охолодження вкрай важливе для запобігання утворенню конденсату на поверхні виробів, зменшення ризику деформації та запобігання розвитку мікрофлори, що напряму впливає на якість і тривалість зберігання продукції.

7. *Пакування (апарат №8)*. Охолоджені вироби надходять на пакування, яке виконується на автоматі Flow-Pack FP-100 (апарат №8). Для пакування використовують прозору поліпропіленову плівку, що забезпечує герметичність, механічний захист та запобігання висиханню готових кексів.

Температура зварювальних елементів підтримується в межах 120–160 °С, що дозволяє формувати надійний шов, а продуктивність машини може досягати 40–120 упакувань за хвилину. За таких умов у запропонованій упаковці виробу можуть зберігатися до 7 діб без втрати основних органолептичних властивостей.

8. *Контроль безпеки (апарат №9).* Перед відвантаженням продукція проходить обов'язковий контроль безпеки за допомогою металодетектора DCM-300 (апарат №9). Це обладнання дозволяє виявляти сторонні металеві домішки: частинки чорного металу розміром від 1,5 мм та кольорових металів від 2,0 мм. Такий контроль є вимогою ДСТУ 4505:2005 та гарантує безпечність продукції для споживача.

9. *Зберігання та лабораторний контроль (апарати №10–11).* Готові виробу зберігаються у складських ємностях із нержавіючої сталі (апарат №10), які забезпечують чистоту, вентиляцію та захист від зовнішніх впливів. Оптимальні умови зберігання передбачають температуру 18–20 °С та відносну вологість повітря 75–80 %, що дозволяє запобігти пересиханню та псуванню продукції.

Паралельно з виробничим процесом працює лабораторний комплекс (апарат №11), який забезпечує технологічний і санітарний контроль. Тут перевіряють відповідність кексів основним показникам: вологості ( $22 \pm 3$  %), кислотності, ступеню пористості, масі одного виробу, а також проводять мікробіологічний аналіз. Для цього використовують прилади такого типу, як рН-метр, рефрактометр та поляриметр. Систематичний контроль гарантує стабільну якість продукції та відповідність вимогам нормативної документації.

#### **4. Контроль якості та безпечності продукту, екологізація виробництва**

У виробництві кексів одним із ключових принципів є забезпечення повної безпечності та стабільної якості готової продукції. З цією метою на

підприємстві впроваджується багаторівнева система контролю, що передбачає перевірку на всіх етапах – від надходження сировини до відвантаження готових виробів. Контролю підлягають умови зберігання та транспортування сировини, органолептичні та фізико-хімічні характеристики напівфабрикатів і кексів, а також відповідність продукції вимогам нормативних документів (ДСТУ, ТУ, СанПіН) [19].

Кожна партія борошна, цукру, яєчних продуктів, жирів, молока та лецитину проходить обов'язкову перевірку під час приймання на склад. Насамперед оцінюють цілісність і чистоту пакування, після чого проводять відбір проб згідно з вимогами нормативної документації (наприклад, ДСТУ 46.004-2006 для борошна, ДСТУ 5033:2008 для лецитину, ДСТУ 5023:2008 для цукру тощо). Зразки передають до лабораторії для подальшого аналізу показників якості та безпеки.

Для стабільної роботи підприємства та мінімізації втрат важливо систематично контролювати параметри:

- зберігання сировини;
- приготування рідких і сипучих напівфабрикатів;
- замішування та структуроутворення тіста;
- випікання кексів;
- охолодження, пакування та транспортування готової продукції.

Своєчасна діагностика відхилень дозволяє уникнути браку та невиправданих витрат сировини.

Центральна лабораторія є головним органом технічного контролю. Її функції включають:

- перевірку відповідності сировини нормативним документам;
- спостереження за дотриманням технології на всіх стадіях виробництва;
- контроль напівфабрикатів та готових кексів за фізико-хімічними, органолептичними та мікробіологічними показниками;

- методичне забезпечення та координація роботи цехових лабораторій;
- аналіз причин браку та розробка коригувальних заходів;
- проведення оцінки чистоти обладнання та якості води;
- участь у розробці та впровадженні технологічних інструкцій та нових рецептур, включаючи удосконалену технологію з використанням лецитину.

Цехові лабораторії контролюють технологічні параметри безпосередньо в процесі виробництва кексів. До основних методів аналізу належать:

- фізичні методи: визначення маси, кількості сухих речовин, вмісту цукру, об'єму та пористості виробу;
- хімічні методи: оцінка вологості, кислотності, зольності, виявлення консервантів чи важких металів;
- мікробіологічні методи: контроль загального бактеріального обсіменіння, відсутності патогенної мікрофлори, чистоти обладнання, санітарного стану повітря.

Всі аналізи здійснюються відповідно до чинних методик та стандартів, що дозволяє порівнювати результати між різними лабораторіями.

### **Ведення документації**

Результати контролю фіксують у спеціальних журналах:

- аналізу борошна;
- контролю сировини;
- обліку металоманітних домішок;
- аналізу готових виробів;
- рецептур та технологічних інструкцій;
- контролю технологічного процесу;
- передачі лабораторного обладнання та інвентарю.

Готові кекси повинні відповідати вимогам ДСТУ 4505:2005 «Вироби борошняні кондитерські табл. 7. Загальні технічні умови» та внутрішнім технічним умовам підприємства.

Таблиця 7

**Основні вимоги до готових кексів за ДСТУ 4505:2005 [10]**

Показник / характеристика	Вимога / очікувана характеристика
Структура м'якушки	Дрібнопориста, однорідна, без непропечених ділянок
Поверхня виробу	Рівна, рівномірна, без підгоріlostей, надрізів, тріщин або деформацій
Смак, запах, колір	Характерні для кексів: без сторонніх присмаків, запахів, сторонніх ароматів; колір – природний, рівномірний
Маса / вагові параметри	Відповідно до рецептури та масового виходу – стабільна, без істотних відхилень при фасуванні / порціонуванні
Вологість / сухі речовини	В межах норм, що забезпечують якість, тривалість зберігання, структуру і свіжість (за даними підприємства-виробника або внутрішніх ТУ)
Кислотність / лужність (для певних видів)	Якщо передбачено рецептурою – показники рН або кислотності в межах, які не впливають негативно на смак / безпеку (якщо застосовуються розпушувачі або дріжджі)
Безпека харчова	Відповідність санітарно-гігієнічним та мікробіологічним нормам, відсутність патогенів, токсичних домішок, шкідливих домішок, сторонніх домішок – відповідно до норм для кондитерських виробів.

Удосконалена рецептура з використанням лецитину також підлягає обов'язковому контролю, зокрема перевірці рівня емульгування, стабільності структури та нових показників, що залежать від зміненої рецептури.

Екологічне управління у харчовій промисловості, зокрема у виробництві кексів, охоплює систему організаційних, економічних та технологічних заходів, спрямованих на зниження негативного впливу підприємства на навколишнє середовище та раціональне використання ресурсів. Основною метою такої діяльності є скорочення обсягів відходів,

оптимізація споживання енергії та води, підвищення ефективності виробничих процесів і впровадження екологічно безпечних технологій.

У контексті виробництва кексів екологічне управління включає:

- контроль витрат сировини (борошна, цукру, яєць, жирів, води),
- мінімізацію втрат під час замішування, формування та випікання тіста,
- зниження енергоємності печей та холодильного обладнання,
- впровадження безпечних та екологічних пакувальних матеріалів,
- раціоналізацію транспортування і логістики готової продукції.

Для досягнення екологічних цілей застосовуються різні економічні інструменти, зокрема податкові та цінові стимули, субсидії на впровадження енергозберігаючого обладнання, державні програми кредитування екотехнологій, а також система платежів за утворення відходів та викиди. До поширених механізмів також належать продаж екологічних квот і дозволів, екологічне страхування та підтримка підприємств, що переходять на більш чисті технології.

Екологічне регулювання здійснюється як прямими, так і непрямими методами. Прямі методи включають нормування впливів на довкілля, екологічну сертифікацію продукції та технологічних процесів, ліцензування діяльності, що може спричиняти екологічний ризик. Непрямі інструменти передбачають використання економічних важелів – штрафів, зборів, пільг або цільових фінансових програм, що стимулюють підприємства впроваджувати ресурсоощадні та маловідходні технології.

У виробництві кексів важливо своєчасно здійснювати оцінку потенційних екологічних ризиків: споживання електроенергії печами, викиди від котелень, утворення харчових відходів (обрізки, брак, надлишки тіста), використання одноразової тари та пакувальних матеріалів. На основі такої оцінки підприємство формує комплекс заходів для зменшення шкідливого впливу: оптимізація рецептур (наприклад, введення лецитину, що дає змогу скоротити споживання яєць та жирів), встановлення більш енергоефективних

печей, повторне використання тепла від вентиляційних систем, впровадження переробки пакувальних матеріалів.

Ефективність системи екологічного управління залежить від того, наскільки підприємство інтегрує екопринципи у всі етапи виробництва: від закупівлі сировини до пакування та відвантаження. Важливими складовими є плата за спеціальне водокористування, плата за викиди та інші види впливу на довкілля, а також заходи, спрямовані на модернізацію обладнання і зниження матеріаломісткості готової продукції. У харчовій галузі значна частина економічних збитків, пов'язаних із забрудненням, пов'язана з впливом на здоров'я населення, комунальну інфраструктуру та якість питної води, тому екологізація виробництва має комплексний суспільний ефект.

Основне завдання екологічного менеджменту у технології кексів – не лише зменшити негативний вплив на природу, а й забезпечити випуск продукції високої якості при мінімальних енерговитратах і раціональному використанні ресурсів. Підприємство має орієнтуватися не на мінімізацію витрат будь-якою ціною, а на зменшення потенційних збитків для здоров'я людей і довкілля шляхом впровадження екологічно безпечних технічних рішень та технологічних інновацій.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Економічна ефективність виробництва кексів є одним із ключових критеріїв оцінки доцільності впровадження розробленої технології та використання модифікованої рецептури з додаванням лецитину. Аналіз вартості сировини, енергетичних витрат, продуктивності обладнання та рентабельності дозволяє визначити, наскільки раціональним є впровадження обраних технологічних рішень у промислових умовах.

У даному розділі проводиться порівняння базової (класичної) та модифікованої рецептури, оцінюється структура витрат на 1 000 кг готової продукції та розраховується собівартість виробництва кексів. Особлива увага приділяється зміні економічних показників за рахунок використання лецитину – як функціональної добавки, що покращує структурно-механічні властивості тіста та одночасно дозволяє зменшити витрати основних інгредієнтів (цукру, жирів, яйцепродуктів).

Результати аналізу надають змогу визначити кінцеву економічну відповідність технології, рівень її конкурентоспроможності на ринку та можливість зниження собівартості продукції без погіршення якості. Це є основою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо впровадження нової рецептури у виробничий процес.

У таблиці 8 наведено детальний поінгредієнтний розрахунок вартості сировини, необхідної для виробництва 1 000 кг кексової продукції, окремо для класичної та удосконаленої (модифікованої) технологій. У таблиці порівнюються ціни інгредієнтів, масова частка їх використання та загальна вартість кожного компоненту в складі рецептур за цінами 2025 року.

Провівши аналіз показників таблиці встановлено, що основні компоненти рецептури, такі як борошно, молоко, розпушувач, сіль і ванілін, залишаються незмінними за кількістю та вартістю, отже їх економічний вплив є стабільним у обох технологічних варіантах. Найбільшу частку економії забезпечує зменшення кількості дорогих інгредієнтів – цукру, яечних продуктів та жирів, що стало можливим завдяки введенню лецитину,

який частково виконує їхні структуроутворюючі та емульгуючі функції. Особливо значним є скорочення витрат на яйцепродукти та жири, адже саме ці компоненти формують значну частку собівартості продукції. При цьому додавання лецитину, незважаючи на його власну вартість, залишається економічно доцільним, оскільки загальний баланс витрат зменшується. Вода та інші рідкі компоненти, що не впливають на фінансовий результат, використовуються у різних кількостях для компенсації змін у консистенції тіста.

Таблиця 8

**Поінгредієнтний розрахунок витрат сировини на 1 000 кг (грн)**

Інгредієнт	Ціна, грн/кг	Кількість, (кг)	Вартість, грн	Кількість, (кг)	Вартість, грн
Борошно	класична технологія			удосконалена технологія	
	21,82	350,0	7 637,00	350,0	7 637,00
Цукор	31,86	300,0	9 558,00	290,0	9 239,40
Яйцепродукти	90,27	150,0	13 540,50	130,0	11 735,10
Жири	197,20	100,0	19 720,00	90,0	17 748,00
Молоко	16,50	80,0	1 320,00	80,0	1 320,00
Розпушувач	80,00	10,0	800,00	10,0	800,00
Сіль	20,00	2,0	40,00	2,0	40,00
Ванілін	400,00	1,0	400,00	1,0	400,00
Лецитин	262,50	–	–	5,0	1 312,50
Вода/інше	0,00	7,0	0,00	42,0	0,00
Сумарно (витрати сировини)	-	-	53 015,50	-	50 232,00

У таблиці 10 узагальнено ключові економічні показники виробництва кексів за класичною та удосконаленою технологіями, що дає можливість об'єктивно оцінити вплив внесення лецитину на фінансовий результат. Перш за все видно, що витрати на сировину у класичній рецептурі становлять 53 015,50 грн на 1 000 кг продукції, тоді як у модернізованій – лише 50 232,00 грн. Це свідчить про економію 2 783,50 грн на кожну тонну вироблених кексів.

При цьому виручка в обох випадках залишається однаковою – 171 690,00 грн, оскільки технологічні зміни не впливають на кінцеву ціну реалізації продукції. Проте різниця у валовому прибутку є суттєвою: 118 674,50 грн у класичній технології проти 121 458,00 грн в удосконаленій. Таким чином, додавання лецитину дозволяє підвищити рентабельність виробництва без зміни обсягів і ціни продажу.

Таблиця 10

**Підсумок економічних показників (на 1 000 кг)**

Показник	Класична технологія	Удосконалена технологія (з лецитином)
Витрати на сировину, грн	53 015,50	50 232,00
Виручка (ціна 171,69 грн/кг × 1000 кг), грн	171 690,00	171 690,00
Валовий прибуток (виручка – сировина), грн	118 674,50	121 458,00
Абсолютна економія сировини, грн на 1000 кг	–	2 783,50
Економія на 1 кг продукції, грн	–	2,78
Частка витрат сировини у ціні (%)	30,9%	29,3%

Економія на одиницю продукції становить 2,78 грн на кожен кілограм кексів, що є важливим показником для великотоварного виробництва. Також зменшується частка витрат на сировину у структурі ціни – з 30,9 % до 29,3 %, що свідчить про покращення економічної структури собівартості. У комплексі наведені показники доводять, що удосконалена технологія є більш економічно ефективною та забезпечує підвищення прибутковості підприємства.

## ВИСНОВКИ

1. У нашій кваліфікаційній роботі проведено комплексний аналіз технології виробництва кексів та розроблено удосконалену рецептуру з використанням природного емульгатора лецитину. Внесення лецитину обґрунтовано з позицій харчової хімії, технології борошняних виробів та сучасних вимог до якості продукції.

2. Аналіз нормативної документації (ДСТУ 4505:2005, ДСТУ 5033:2008) забезпечив правильне визначення вимог до якості сировини й готових виробів, що дозволило сформувавши рецептури, технологічні параметри та контрольні показники відповідно до чинних стандартів.

3. Розроблена апаратурно-технологічна схема виробництва забезпечує раціональну організацію процесу та оптимізує взаємодію технологічного обладнання. Встановлено, що впровадження лецитину не потребує зміни основного устаткування, що робить удосконалену технологію легкою для впровадження на виробництві.

4. Проведений продуктовий розрахунок підтвердив позитивний вплив лецитину на рецептурну структуру тіста. Зменшення масової частки яєць, жиру та цукру без порушення технологічних властивостей тіста демонструє доцільність застосування емульгатора у борошняних кондитерських виробках.

5. Економічні розрахунки показали, що удосконалена технологія є більш рентабельною порівняно з класичною. Витрати на 1 000 кг продукції знижено на 2 783,50 грн, а валовий прибуток підприємства зріс до 121 458,00 грн. Частка сировинних витрат у ціні продукції зменшилася на 1,6 %, що свідчить про підвищення економічної ефективності.

## ПРОПОЗИЦІЇ

За результатами проведених технологічних, економічних та аналітичних досліджень у кваліфікаційній роботі пропонуємо впроваджувати удосконалену технологію виробництва кексів із застосуванням лецитину як природного емульгатора. Використання лецитину забезпечує покращення структурно-механічних властивостей тіста, стабільність пінної структури, рівномірну пористість та привабливий зовнішній вигляд готових виробів. Окрім технологічних переваг, удосконалена рецептура дозволяє знизити витрати сировини завдяки частковому заміщенню дорогих компонентів (яєць і жирів), забезпечуючи економію 2 783,50 грн на кожні 1 000 кг продукції та підвищення валового прибутку.

Запропонована технологія не потребує кардинальної модернізації існуючого обладнання, а лише оптимізації режимів роботи тістомісильних, змішувальних та дозувальних машин.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білик, О. Харчові технології ХХІ століття. – Київ: Кондор, 2017.
2. ГСТУ 46.004-2006. Борошно пшеничне. Технічні умови. – Київ: МіНАПК, 2016.
3. Гумецький, Р. Сучасні тенденції розвитку кондитерської галузі України. – Економіка харчової промисловості, 2022.
4. Держстат України. Харчова промисловість: статистичний збірник 2022. – Київ, 2022.
5. ДП «УкрАгроКонсалт». Аналітика ринку пшениці та борошна в Україні 2021–2023 рр. – Київ, 2023.
6. ДСТУ 2212:93. Яйця курячі харчові. – Київ, 2016.
7. ДСТУ 3662:2018. Молоко коров'яче питне. – Київ, 2019.
8. ДСТУ 4399:2005. Масло вершкове. Технічні умови. – Київ, 2020.
9. ДСТУ 4445:2005. Маргарини. Загальні технічні умови. – Київ, 2018.
10. ДСТУ 4505:2005. Вироби борошняні кондитерські. Загальні технічні умови. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019.
11. ДСТУ 4518:2008. Добавки харчові. Емульгатори. Класифікація. – Київ, 2017.
12. ДСТУ 5023:2008. Цукор білий. Технічні умови. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017.
13. ДСТУ 5033:2008. Лецитин харчовий. Технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2018.
14. Дуднік, О. Використання натуральних емульгаторів у борошняних виробках. – Вісник НУХТ, 2021.
15. Коваленко, О. Технологія виробництва кондитерських виробів. – Київ: НУХТ, 2019.
16. Кривошей, О. Поліпшувачі для тіста: властивості та застосування. – Харчова наука і технологія, 2020.

17. Мазур, О. Функціональні інгредієнти у кондитерському виробництві. – Харчові технології, 2019.
18. Механізація та автоматизація процесів у харчових виробництвах. – Київ: НУХТ, 2018.
19. Міхайлюк, О. Контроль якості борошняних кондитерських виробів. – Київ: Центр учбової літератури, 2018
20. Романенко, Л. Інновації у виробництві здобних виробів. – Вчені записки ХДУХТ, 2021.
21. Соломаха, О. Технологія борошняних кондитерських виробів. – Харків: ХДУХТ, 2020.
22. Ясинська, І. Вплив лецитину на структуру тіста. – Харчова промисловість, 2023.
23. Codex Alimentarius. General Standard for Food Additives. CAC/GL 21-1997. – FAO/WHO, 2019.
24. Codex Alimentarius. Principles for the safety of bakery products. – FAO, 2020.
25. Euromonitor International. Bakery Products in Eastern Europe. – 2021.
26. FAO. Food additives and functional ingredients in bakery products. – Rome, 2021.
27. Gül, H., Öztürk, B. Influence of lecithin on bakery products. – Journal of Food Engineering, 2020.
28. HACCP Manual for Bakery Enterprises. European Food Safety Authority, 2021.
29. Hartel, R. Food Texture and Structure. – Springer, 2021.
30. ISO 22000:2018. Food safety management systems. – Geneva: ISO, 2019.
31. Kaur, A. Wheat Flour Quality and Bakery Performance. – Food Reviews International, 2019.
32. Konti Group Sustainability and Production Report 2021. – 2022.

33. Mondelez International. *Snack & Bakery Market Trends*. – Chicago, 2022.
34. Nielsen Company. *Global Bakery Trends Report 2022*. – London, 2022.
35. Pro-Consulting. Аналітичний огляд ринку кексів та мафінів в Україні. – Київ, 2023.
36. Regulation (EU) No 1333/2008 on food additives. – European Parliament, 2020.
37. Roshen Annual Report 2021–2022. – Kyiv: Roshen Corporation, 2023.
38. Shrestha, A. *Texture Analysis in Bakery Products*. – Wiley, 2020.
39. SWEETS EUROPE Report. *Confectionery Market 2020–2023*. – Brussels, 2023.