МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЇ, БІОРЕСУРСІВ ТА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Спеціальність G13 «Харчові технології»

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри харчових технологій,
доцент _____ Калініна Г.П.
«__» _____ 202__року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХАЧАПУРІ

Виконав: Лоза Максим Вікторович _____
Керівник: доцент Загоруй Л.П. _____
Рецензент: _____ доц. Бондаренко Н.В.

Біла Церква – 2026

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу здобувачу 3

АНОТАЦІЯ 4

ANNOTATION 5

Відгук керівника роботи 6

Рецензія 7

ВСТУП 8

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 10

1.1 Аналіз ринку борошна та сировинних компонентів борошномельного виробництва в Україні 10

1.2 Сучасний стан та ринкові особливості сфери заморожених борошняних виробів в Україні 12

1.3 Класифікація та інновації у виробництві хачапурі 16

2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ 19

3. РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ 21

3.1 Вимоги до сировини та матеріалів 21

3.2 Продуктовий розрахунок за удосконалення 27

3.3 Апаратурно-технологічне забезпечення 35

3.4 Опис технології 41

4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКТУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА 46

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ 51

ВИСНОВКИ 54

ПРОПОЗИЦІЇ 55

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 56

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біолого-технологічний факультет

Спеціальність G 13 «Харчові технології»

Гарант ОП «Харчові технології»
доцент _____ Гребельник О.П.
«7» жовтня 2025 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача
Лози Максима Вікторовича

Тема: «**АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХАЧАПУРІ**»

Затверджено наказом ректора № 487 від 12.11.2026 р.
Термін здачі здобувачем готової кваліфікаційної роботи в деканат: до «__»_____20__р.
Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані Підібрати та розрахувати сировину для удосконаленої технології. Згідно апаратурно-технологічної схеми підібрати та розрахувати обладнання. Розписати технології хачапурі за удосконалення. Написати контроль якості та безпечності. Розрахувати економічну ефективність.
Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	жовтень-лютий 2025/26	виконано
Методологія кваліфікаційної роботи	березень 2026	виконано
Розроблення удосконаленої технології	квітень 2026	виконано
Контроль безпечності та якості продукту, екологізація виробництва	травень 2026	виконано
Економічна ефективність	червень 2026	виконано
Оформлення роботи	липень-вересень 2026	виконано
Перевірка на плагіат	жовтень 2026	виконано
Подання на рецензування	жовтень 2026	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	листопад 2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ доцент Загорут Н.Б.
підпис *вчене звання, прізвище, ініціали*

Здобувач _____ Лоза М.В.
підпис *прізвище, ініціали*

Дата отримання завдання «07» жовтня 2025 р.

БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДЕКЛАРАЦІЯ

про дотримання академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи

Я, Лоза Максим Вікторович,
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

здобувач(ка) магістерського рівня вищої освіти за освітньою програмою „Харчові технології",

підтверджую, що кваліфікаційну роботу з теми:

«Аналіз та удосконалення технології качонури»

виконано мною з дотриманням принципів і правил академічної доброчесності.

Підтверджую, що:

- роботу виконано особисто на основі власних розробок і суджень;
- у роботі належним чином зазначено авторство та джерела використаних текстів, ідей, даних, зображень та інших матеріалів;
- наведені результати дослідження, дані та висновки є достовірними;
- робота не містить свідомо сфабрикованої чи сфальсифікованої інформації.

У процесі виконання роботи було використано інструменти штучного інтелекту, зокрема для оформлення та редагування тексту (ChatGPT), для перекладу тексту (Google Translate, ChatGPT).

Я усвідомлюю відповідальність за зміст кваліфікаційної роботи та дотримання вимог академічної доброчесності під час її підготовки.

Дата: 29.10.26

Здобувач(ка) вищої освіти: М. Лоза
(підпис / кваліфікований електронний підпис)

АНОТАЦІЯ

Лоза М.В. «Аналіз та удосконалення технології хачапурі»

Метою роботи є аналіз та удосконалення технології хачапурі.

Стрімкий розвиток індустрії швидкого харчування та зростання споживчого попиту на якісну випічку зі стабільними властивостями зумовлюють актуальність удосконалення технологій виготовлення заморожених борошняних напівфабрикатів. Особливого значення набувають підвищення їхньої харчової та біологічної цінності, запобігання кріодеструкції структури тіста під час тривалого зберігання, а також раціональне використання вторинних сировинних ресурсів переробної промисловості для створення ресурсоощадних та екологічно безпечних виробництв.

У магістерській кваліфікаційній роботі удосконалено технологію виробництва заморожених напівфабрикатів «Хачапурі по-аджарськи» продуктивністю 1000 кг за зміну (4000 шт. масою 250 г кожна). Передбачено використання вторинних сировинних ресурсів і нетрадиційної рослинної сировини для підвищення харчової цінності продукції та запобігання кріодеструкції тіста.

У роботі обґрунтовано доцільність повної заміни питної води підсирною молочною сироваткою (186,57 кг/т), борошняної суміші з пшеничного борошна 2-го сорту (135,69 кг/т), нутового борошна (203,53 кг/т) і мікронізованого бурякового жому (13,57 кг/т), а також застосування кріомодифікованого яєчного жовтка (6,77 кг/т). Оптимізовано рецептурний склад, виконано продуктовий розрахунок, тари та пакувальних матеріалів, а також обладнання згідно апаратурно-технологічної схеми. Висвітлено контроль безпечності харчових продуктів та обґрунтовано природоохоронні заходи для забезпечення безвідходного виробництва.

Ключові слова: удосконалена технологія, рецептура, хачапурі, нутове борошно, пшеничне борошно, порошок бурякового жому, модифікований жовток, молочна сироватка.

ANNOTATION

Loza M.V. «Analysis and improvement of кhachapuri production technology»

The objective of this work is to analyze and improve the technology for producing khachapuri.

The rapid development of the fast-food industry and the growing consumer demand for high-quality baked goods with consistent characteristics underscore the importance of refining the production technologies for frozen flour-based semi-finished products. Of particular significance are enhancing their nutritional and biological value, as well as preventing the cryodamage to the dough structure that can occur during long-term storage, as well as the rational use of secondary raw material resources from the processing industry to create resource-efficient and environmentally safe production operations.

This master's thesis presents an improved production process for frozen «Adjarian-style khachapuri» semi-finished products, with a capacity of 1000 kg per shift (4000 units, each weighing 250 g). The process incorporates secondary raw materials and non-traditional plant-based ingredients to enhance the nutritional value of the products and prevent cryodamage to the dough.

The study substantiates the feasibility of completely replacing drinking water with cheese whey (186,57 kg/t) and incorporating a flour blend consisting of second-grade wheat flour (135,69 kg/t), chickpea flour (203,53 kg/t), micronized sugar beet pulp, and egg yolk (6,77 kg/t). The product formulation has been optimized, and calculations have been performed for the product, containers, packaging materials, and equipment in accordance with the process flow diagram. Food safety control is addressed, and environmental protection measures are substantiated to ensure zero-waste production.

Key words: improved technology, recipe, khachapuri, chickpea flour, wheat flour, beet pulp powder, modified egg yolk, milk whey.

ВСТУП

Хлібопекарська галузь є однією з основних і стратегічно важливих сфер харчової промисловості, що забезпечує населення основними продуктами щоденного споживання. Сучасні умови висувають до хлібопекарських підприємств нові вимоги: поряд зі збереженням високих органолептичних показників і традиційного смаку необхідно підвищувати харчову та біологічну цінність виробів.

Розвиток технологій хлібопечення спрямований на інтенсифікацію виробничих процесів, оптимізацію структурно-механічних властивостей тіста, використання місцевої функціональної сировини, а також упровадження ефективних методів консервування та шокового заморожування напівфабрикатів для подовження строків зберігання й збереження свіжості продукції [27, 36].

Виробництво заморожених і охолоджених напівфабрикатів на основі тіста є одним із найдинамічніших напрямів харчової промисловості та ресторанного господарства. Використання технологій заморожування дає змогу подолати основні проблеми традиційного хлібопекарського й кондитерського виробництва - швидке черствіння та мікробіологічному псуванню борошняних і кулінарних виробів, а також короткий термін придатності готових виробів.

Сучасний ринок характеризується стійким попитом на автентичні національні вироби з тіста. Особливе місце серед них посідають грузинські хачапурі, які споживачі цінують за високі органолептичні показники, пікантний смак і поживність [17, 20].

Хачапурі - грузинська національна страва у вигляді пирога із сирною начинкою. Він може бути закритим з усіх боків, відкритим у формі човника або мати форму конвертика. У різних регіонах Грузії є свої особливості приготування хачапурі, тому єдиного рецепта не існує. Так, імеретинські хачапурі мають круглу форму; мегрельські - також круглі, але зверху їх посипають сиром сулугуні; аджарські - у формі човників, у начинку яких додають яйце. Для приготування хачапурі використовують прісне, дріжджове або листкове тісто.

У Грузії його зазвичай замішують на мацоні - кавказькому кисломолочному напої. В Україні мацоні можна придбати не скрізь, тому замість нього використовують кисле молоко, кефір або сметану. Тісто для хачапурі має бути м’яким, не перевантаженим борошном. Для начинки використовують м’які або розсільні сири: імеретинський, сулугуні чи бринзу [31, 37].

Водночас традиційні рецептури цих виробів передбачають використання висококалорійної сировини зі значним вмістом насичених жирів і солі, а готова продукція має обмежений термін збереження свіжості. Прискорення темпу життя сприяє зростанню споживання готової кулінарної продукції та напівфабрикатів високого ступеня готовності, які дають змогу скоротити час на приготування їжі. Поряд із цим погіршення стану довкілля та поширення незбалансованого харчування зумовлюють потребу в збагаченні щоденного раціону есенціальними нутрієнтами й харчовими волокнами.

З огляду на зазначене актуальним напрямом є розроблення інноваційних технологій виробництва хачапурі та напівфабрикатів на їхній основі. Такий підхід передбачає введення до рецептур тіста й начинки місцевої сировини з функціональними властивостями та застосування сучасних методів заморожування. Це дасть змогу підвищити харчову цінність виробів, подовжити терміни їх зберігання, знизити собівартість і забезпечити високу конкурентоспроможність продукції [3, 20].

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Аналіз ринку борошна та сировинних компонентів борошномельного виробництва в Україні

Понад 98 % ринку пшеничного борошна в Україні забезпечує внутрішнє виробництво, яке спирається на достатні обсяги сировини та наявні виробничі потужності. Основна частина виробленого борошна спрямовується на задоволення потреб вітчизняних споживачів. У структурі ринку промислове споживання становить 85-90 %, а побутове - 10-15 %. Основними споживачами пшеничного борошна є виробники хлібобулочних виробів (ХБВ), борошняних кондитерських і макаронних виробів, а також заморожених напівфабрикатів, зокрема тіста та ХБВ. Протягом досліджуваного періоду ключові галузі-споживачі демонстрували подібну динаміку: у 2022 році, після початку повномасштабного вторгнення, обсяги виробництва скоротилися в середньому на 20-30 %, а в наступні роки поступово відновлювалися, хоча й різними темпами [1, 16, 17].

Ринок ХБВ та борошняних кондитерських виробів: поступове відновлення у вартісних показниках, натомість натуральні обсяги виробництва мають від'ємну динаміку у порівнянні з 2021 роком через скорочення населення з 36-38 млн у 2021 році до 29-31 млн у 2025 році (на 19 %). Масова міграція населення за кордон частково компенсувалась втратами потужностей на окупованих та прифронтових територіях. Особливістю ринку борошняних кондитерських виробів є значна частка експорту у виробництві (до 35 % за окремими категоріями). Ключовим драйвером зростання цього сегмента стала цінова динаміка (вони є дешевшими, ніж шоколадні і цукрові, на фоні зростання глобальних цін на шоколад) [21, 23, 26].

Виробництво макаронних виробів: після падіння на 18 % у 2022 році швидко відновилось у 2023, натомість надалі відмічалась негативна динаміка. У 2025 році обсяги виробництва знизились на 9 % від показників 2023 р. На внутрішньому ринку вітчизняна продукція активно заміщується імпортними товарами, частка яких зростає останні два роки в середньому на 28 %. Основною особливістю цього споживчого сегмента є зміщення в бік споживання макаронних виробів з твердих сортів (нішовий сегмент).

Ринок заморожених ХБВ (круасани, булки, піци тощо): один з найдинамічніших сегментів за темпами відновлення. Обсяги виробництва зростають протягом 2023-2025 та початку 2026 років з 9 % завдяки розвитку форматів мініпекарень та потенціалу експорту [29, 36].

Ринок інших заморожених напівфабрикатів: демонструє зниження обсягів виробництва в середньому на 2-2,5 % протягом цих років, є найменшим сегментом. Українські виробники повністю забезпечені вітчизняною сировиною. Попри втрати територій та зниження площ посівів пшениці, поточні збори врожаю є достатніми.

За оцінками, валовий збір пшениці у 2025 році є значним, але частка високобілкової пшениці 1-2 класу, необхідної для виробництва хлібопекарського борошна, складає лише близько 6,5 %. Це призводить до конкуренції між переробниками та експортерами.

Головні проблеми розвитку ринку: Проблеми з енергозабезпеченням, кадрами, вартістю сировини та логістики. Встановлення додаткових джерел енергозабезпечення, залучення та утримання персоналу разом з підвищенням цін на вартість сировини, зберігання та перевезення призводять до зростання цін та підвищення конкуренції. Найбільш сприятливими умовами є власні сировина та потужності зберігання, коротке логістичне плече [16, 26, 28].

Передумови та перспективи розвитку: В Україні відновлюється зернопереробна промисловість завдяки проблемам з експортом зерна у 2022 році (через закриття портів) та грантовим програмам. З 2022 року 66 зернопереробних підприємств відновили роботу, у 2024 році 22 заводи почали роботу з нуля. У 2025 році було запущено близько 10 нових підприємств у західній та центральній Україні. 40 % нових заводів виготовляють борошно. Продовження грантових програм, високі врожаї та зростання попиту сприятимуть розвитку індустрії в середньостроковій перспективі.

Виробництво пшеничного борошна в Україні у 2021-2025 рр. має стійку динаміку зниження з середнім темпом у 7,8 % на рік (мінімальний темп - 2,5 % у 2025 р., максимальний - 12,8 % у 2023 р.). За даними офіційної статистики,

обсяги виробництва пшеничного борошна відображені нижче на 35-40 % від реальних [1, 16, 20].

Основними споживачами пшеничного борошна в Україні залишаються підприємства харчової промисловості (виробники ХБВ, кондитерських виробів, макаронів та заморожених напівфабрикатів) та заклади харчування державного та приватного секторів. Для таких компаній важливими залишаються стабільні показники якості, дотримання умов поставки, цінові знижки на обсягах.

Ринок ХБВ в Україні за останні роки зазнав значних трансформацій під впливом війни, економічної нестабільності, подорожчання ресурсів та змін у структурі споживання, але попри складнощі, ринок демонструє певне відновлення. Значну роль у відновленні відіграють тренди здорового харчування. Зростає попит на органічні, функціональні, безглютенові вироби, а також заморожені напівфабрикати та продукцію на заквасці. Розвиваються технологічні інновації - впроваджується штучний інтелект і 3D-друк у виробництві. Успішно розвивається сегмент крафтових пекарень, які реагують на зміну вподобань споживачів [17, 38].

1.2. Сучасний стан та ринкові особливості сфери заморожених борошняних виробів в Україні

Виробництво борошняних і хлібобулочних виробів глибокого заморожування, що охоплює широкий асортимент напівфабрикатів - від хачапурі й піци до млинців та здоби - демонструє стрімке зростання ринкової частки. Зміни споживчого попиту, поточні економічні трансформації та дефіцит кваліфікованих кадрів у закладах громадського харчування стали потужними чинниками масштабного розвитку цього сектору харчової промисловості.

Основні ринкові тенденції та драйвери розвитку.

Зростання попиту на зручні продукти;

Розвиток сегментів HoReCa та ритейлу;

Імпортозаміщення та розвиток вітчизняного виробництва;

Розширення географії експорту;

Структура асортименту та ключові категорії.

Ринок охоплює широкий асортимент продукції, яку можна поділити на кілька основних груп:

Хліб та хлібобулочні вироби глибокого заморожування: частково випечені багети, чіабати, булочки для гамбургерів і традиційні види хліба, які потребують лише кількох хвилин допікання.

Борошняні кулінарні вироби з начинками: традиційні національні та запозичені страви: хачапурі, чебуреки, млинці з різноманітними солоними й солодкими начинками, піца, вареники та пельмені. Ці вироби належать до лідерів продажів у сегменті замороженої кулінарії.

Здобні та листкові вироби: круасани, слойки з фруктовими й м'ясними начинками та данська випічка [3, 29, 37].

Технологічні виклики та перспективи.

Стрімкий розвиток ринку неможливий без розв'язання ключових технологічних завдань:

Збереження структури тіста: під час заморожування та зберігання утворюються кристали льоду, які можуть пошкоджувати клейковину й погіршувати здатність тіста підніматися. Застосування сучасних антиоксидантів, ферментів і гідроколоїдів допомагає мінімізувати цей негативний вплив.

Запобігання синерезису начинок: для виробів із сирними чи ягідними начинками, зокрема хачапурі та пирогів, критично важливо стабілізувати вологу. Це дає змогу запобігти надмірному зволоженню тістової оболонки та зберегти товарний вигляд виробів після розморожування й випікання.

Хлібопекарська галузь і ринок заморожених продуктів є складовими продовольчого ринку, функціонування яких перебуває в центрі уваги багатьох вітчизняних та іноземних науковців. Водночас динамічні зміни на українському ринку, зокрема відновлення виробничих потужностей після бойових дій і стрімке зростання частки європейського імпорту, зумовлюють потребу в додаткових дослідженнях з урахуванням актуальних тенденцій [21, 26].

Завдяки консервуванню холодом виробники можуть транспортувати напівфабрикати на великі відстані, зберігаючи органолептичні властивості

свіжого тіста. Крім того, використання заморожених напівфабрикатів сприяє стандартизації якості: міжнародні мережі роздрібної торгівлі та заклади HoReCa отримують змогу пропонувати однаковий асортимент продукції - від французьких круасанів до італійської чіабати - зі стабільними якісними характеристиками в будь-якій точці світу.

Заморожування дає змогу згладжувати піки попиту, мінімізувати виробничі втрати та переносити фінальну стадію приготування ближче до споживача завдяки концепції Bake-off. Таким чином, ринок заморожених виробів стає ключовим рушієм глобалізації хлібопекарського сектору. Він охоплює виробництво, дистрибуцію та продаж хлібобулочних виробів, які заморожують для подовження терміну зберігання зі збереженням смакових якостей.

Асортимент ринку замороженої випічки охоплює хліб, булочки, кондитерські вироби, торти, основи для піци (частка яких становить приблизно 30%), пончики та інші види випічки. Попит на ці товари зумовлений тривалим терміном придатності (6-18 місяців), доступністю, високим ступенем готовності, якістю, екологічністю виробничого процесу та привабливими цінами. Виробники заморожених продуктів розробляють і впроваджують нові види продукції, що відповідають тенденціям здорового способу життя, зокрема безглютенові та органічні вироби [1, 24].

В Україні ринок заморожених напівфабрикатів почав особливо динамічно зростати у 2012-2013 роках, коли середньорічний темп приросту становив 70 %. У цей період через низьку рентабельність соціальних сортів хліба більшість виробників почали або скорочувати обсяги їх виробництва, або розширювати асортимент завдяки випуску кондитерських і хлібобулочних виробів. Водночас вони нарощували виробництво більш рентабельних видів продукції, що не підпадають під державне регулювання.

Сьогодні використання заморожених напівфабрикатів є одним із трендів ринку хлібопекарської продукції. Воно дає змогу виробникам скорочувати витрати на персонал, устаткування та оренду приміщень, зберігаючи можливість забезпечувати споживачів широким асортиментом свіжої продукції. Такий підхід до виробництва та продажу має як переваги, так і недоліки для

покупців і продавців. Зокрема, продавці можуть випікати хліб у кількості та асортименті, що відповідають попиту, а покупці - завжди купувати свіжий хліб [20, 27].

Використання заморожених напівфабрикатів у торгових центрах не потребує залучення додаткових працівників для виготовлення тіста та зменшує вплив людського фактора на якість кінцевої продукції. Крім того, це дає змогу уникнути залишків нереалізованої продукції, оскільки нові партії випікають у міру продажу попередніх. Завдяки цьому хліб в асортименті завжди свіжий, а запас заморожених напівфабрикатів дає змогу задовольнити непередбачуване зростання попиту. Іноземна продукція на українському ринку заморожених хлібобулочних виробів представлена переважно напівфабрикатами, які використовують у торговельних мережах і сегменті HoReCa та випікають безпосередньо на місцях. Їх імпортують через брак якісних аналогів у вітчизняних виробників [28, 29].

Варто зазначити, що перспективи подальшого розвитку цього напряму в Україні є очевидними, адже в ЄС обсяги реалізації замороженого хліба вже зрівнялися з обсягами продажу традиційного. Аналіз фінансових показників основних операторів українського ринку заморожених хлібобулочних виробів у 2020-2025 роках свідчить про загальну тенденцію до зростання обсягів реалізації продукції. Досліджувані підприємства демонструють стійке нарощування доходів, що вказує на поступове розширення ринку, підвищення попиту на продукцію глибокої заморозки та посилення ролі сучасних каналів збуту, зокрема мережевої роздрібної торгівлі й сегмента HoReCa.

Таким чином, ринок заморожених хлібобулочних виробів України характеризується стійким зростанням обсягів реалізації, ознаками концентрації та значними відмінностями в ефективності діяльності підприємств. Вихід європейських гравців на український ринок посилює конкуренцію, сприяє переорієнтації споживчого попиту на якіснішу продукцію та створює нові виклики для вітчизняних виробників, спонукаючи їх переходити від традиційних виробничих процесів до інноваційних технологій [1, 16].

1.3. Класифікація та інновації у виробництві хачапурі

Хачапурі - традиційний борошняний кулінарний виріб із сирною начинкою - сьогодні стрімко переходить із сегмента крафтового громадського харчування до масового промислового виробництва у вигляді глибокозаморожених та охолоджених напівфабрикатів. Такий перехід потребує чіткої наукової класифікації асортименту та впровадження інноваційних технологічних рішень для забезпечення стабільної якості продукції під час зберігання й транспортування [3, 31].

Класифікація асортименту хачапурі.

У сучасній харчовій промисловості та ресторанному господарстві хачапурі класифікують за кількома основними ознаками.

- за регіональними рецептурними особливостями та формою виробу:

- Імеретинські (імерулі) - вироби круглої форми з дріжджового або бездріжджового кисломолочного тіста із сирною начинкою всередині. Для начинки переважно використовують імеретинський сир або сулугуні.

- Аджарські (аджарулі) - вироби у формі човника, заповнені сирною начинкою. Наприкінці випікання додають сире куряче яйце, а перед подаванням – вершкове масло. У промисловому виробництві їх виготовляють, зокрема, як заморожені напівфабрикати зі сформованими бортиками.

- Мегрельські (мегрулі) - подібні до імеретинських, однак сир розміщують не лише всередині виробу, а й на його поверхні перед випіканням.

- Гурійські (гурулі) - вироби у формі півмісяця з дріжджового тіста, начинка яких містить сир і варене куряче яйце.

- Інші різновиди - хачапурі з листкового тіста, зокрема пеновані, а також багатошарові вироби, як-от ачма (рис. 1).



Рис.1 Різновиди хачапурі

(Автор самостійно створив рисунок, завдяки технологіям ШІ)

- за ступенем готовності та технологічним станом:

- Охолоджені напівфабрикати: сформовані вироби, готові до випікання, з коротким терміном придатності за температури від 0 до +4 °С.

- Глибокозаморожені напівфабрикати: сирі сформовані вироби, піддані глибокому, зокрема шоковому, заморожуванню, які зберігають за температури від - 24 до - 18 °С.

- Вироби швидкого приготування: повністю випечені або попередньо випечені до 80-90 % готовності вироби з подальшим шоковим заморожуванням. Розігрівання або допікання здійснює споживач у мікрохвильовій печі чи духовці протягом кількох хвилин відповідно до інструкції виробника [30, 31].

- за складом сировини:

- Традиційні: вироби на основі пшеничного борошна вищого сорту та сирів, виготовлених із молока тваринного походження.

- Функціональні та альтернативні: вироби з додаванням цільнозернового борошна або висівок, а також із рослинними аналогами сиру, придатними для веганів і людей із непереносимістю лактози.

- Інновації у виробництві хачапурі:

Промислове виробництво хачапурі пов’язане з низкою технологічних викликів, зокрема зі збереженням структури тіста, запобіганням синерезису сирної начинки під час заморожування та підтриманням стабільних

органолептичних показників. Сучасні інновації в цій сфері охоплюють такі напрями:

Шокове заморожування. Швидке заморожування за температур нижче −35 °C дає змогу зберегти структуру дріжджового тіста, запобігти утворенню великих кристалів льоду, що пошкоджують клейковинну сітку, та забезпечити пишність виробу після випікання [3, 17].

Модифікація рецептур тіста. Додавання харчових ферментів, зокрема амілаз і ксиланаз, а також гідроколоїдів, як-от ксантанової камеді та модифікованих крохмалів, підвищує еластичність тістової оболонки, покращує її газоутримувальну здатність і зменшує втрату вологи під час холодильного зберігання.

Пакування в модифікованому газовому середовищі. Для охолоджених напівфабрикатів застосовують пакування в середовищі зі зниженим вмістом кисню та підвищеним вмістом діоксиду вуглецю й азоту. Такий підхід пригнічує розвиток мікрофлори, подовжує термін придатності без додавання хімічних консервантів і сповільнює окиснення жирів у сирній начинці.

Автоматизація ліній формування. Впровадження високоточних екструзійних і дозувальних систем для автоматичного поєднання тістової оболонки із сирною начинкою забезпечує стабільну масу виробів, рівномірний розподіл начинки та мінімізацію виробничих відходів [23, 38].

Висновок до розділу 1. У межах цього розділу проведено комплексний технологічний і нормативно-аналітичний огляд стану ринку, класифікації та інноваційних напрямів виробництва заморожених борошняних напівфабрикатів на прикладі хачапурі.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Для написання магістерської кваліфікаційної роботи був проведений аналіз технології виробництва напівфабрикату хачапурі згідно ТУ У 10.8-40292090-001:2016 «Напівфабрикат борошняний заморожений. Хачапурі з сиром» [35]. Удосконалення технології виробництва замороженого напівфабрикату хачапурі по-аджарськи передбачає заміну традиційного пшеничного борошна вищого ґатунку збалансованою сумішшю нутового та пшеничного борошна другого гатунку (ТУ У 10.6-32438841-001:2018 «Борошно з зернобобових та олійних культур. Технічні умови» [32], ДСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» [8]) для поліпшення білкового складу й пористості виробу. До рецептури вводять мікронізований буряковий жом (ТУ У 10.8-37965412-003:2018 «Волокна харчові бурякові мікронізовані. Технічні умови» [34]) – вторинну сировину цукрового виробництва, що виконує функцію природного кріопротектора, зв'язує вологу та запобігає руйнуванню структури під час шокового заморожування. Для гідратації використовують молочну сироватку (ДСТУ 7515:2014. «Сироватка молочна. Технічні умови» [10]), а для збереження рідкої консистенції жовтка – модифікований яєчний жовток із кріопротекторними добавками (ТУ У 10.8-32438841-004:2020 «Меланж (або жовток) яєчний рідкий термостабільний кріомодифікований. Технічні умови» [33]).

Метою роботи є аналіз та удосконалення технології хачапурі.

Для вирішення мети були поставлені наступні **завдання:**

- зробити аналіз джерел літератури згідно теми;
- ознайомитися з технологією приготування напівфабрикату хачапурі;
- удосконалити технологію виготовлення хачапурі шляхом часткової заміни інгредієнтів в тістовій основи та сирній начинці;
- ознайомитись з основною та допоміжною сировиною;
- провести розрахунок основних та допоміжних затрат сировини для виготовлення напівфабрикату;
- підібрати та розрахувати обладнання для виготовлення харчового продукту згідно апаратурно-технологічної схеми;

- представити контроль безпечності та якості за виробництва хачапурі;
- описати екологізацію виробничих процесів при виготовленні хачапурі;
- представити економічну ефективність удосконаленої технології.

Задача роботи полягає в розрахунку потреби сировині напівфабриката для удосконаленої технології – тістовій основі (574,30 кг), сирній начинці (418,93 кг) та модифікованому яєчному жовтку (6,77 кг) – для виробництва 1 т готового замороженого напівфабрикату «Хачапурі по-аджарськи».

Під час написання магістерської кваліфікаційної роботи було детально опрацьовано наявні та новітні літературні джерела за обраною темою, розглянуто відповідні методи й підходи. Досліджено технологію виробництва хачапурі, проаналізовано статистичні дані щодо виробництва та споживання цього напівфабрикату, а також використано ДСТУ та ТУ У, що регламентують вимоги до відповідної сировини. Для належного оформлення магістерської роботи застосовано методичні рекомендації.

Економічну ефективність оцінювали та аналізували за загальноприйнятими методами, враховуючи собівартість традиційної та удосконаленої продукції, витрати, прибуток і рівень рентабельності. На основі отриманих і проаналізованих результатів роботи сформульовано детальні висновки та пропозиції щодо впровадження удосконалених технологічних рішень.

У кваліфікаційній роботі використовували такі методи дослідження: теоретичний аналіз літературних джерел за темою роботи, фізичну та органолептичну оцінку, а також стандартні й загальновідомі методи. Для обробки даних застосовували програмне забезпечення Excel та Word. Для редагування тексту та перекладу застосовували програми ШІ.

Висновки до розділу 2. У цьому розділі чітко сформульовано мету, що визначає її кінцевий результат, завдання та задачу необхідні для її досягнення, а також визначено й обґрунтовано методи дослідження.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

У цьому розділі представлено розробку удосконаленої технології виробництва напівфабрикату замороженого хачапурі по-аджарськи, спрямованої на розв'язання основних проблем заморожування та зберігання. Запропоновано екологічний підхід із використанням вторинної та нетрадиційної сировини: частину пшеничного борошна замінено нутовим, до рецептури введено молочну сироватку, мікронізований буряковий жом як природний засіб захисту від пошкодження кристалами льоду, а також спеціально підготовлений яєчний жовток. Далі наведено детальні розрахунки рецептури й норм витрат сировини та описано технологічні етапи, необхідні для організації повноцінного виробничого процесу [36].

3.1. Вимоги до сировини та матеріалів

У цьому підрозділі встановлено вимоги до якості всіх видів сировини необхідних для виробництва замороженого хачапурі. Оскільки удосконалена рецептура передбачає використання як традиційної, так і вторинної або спеціально модифікованої сировини, усі вхідні компоненти мають відповідати чинним національним стандартам (ДСТУ) і технічним умовам (ТУ У).

Борошно пшеничне вищого гатунку (ДСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» [8]) є базовим компонентом тістовоїоснови. Воно характеризується високим вмістом якісної клейковини та оптимальною водопоглинальною здатністю, що сприяє формуванню міцного й еластичного білкового каркаса. У технології виробництва заморожених напівфабрикатів цей компонент забезпечує стабільність структури тіста під час замішування, високу газоутримувальну здатність і стійкість напівфабрикатів до деформацій під час формування човників та подальшого шокового заморожування (табл.1).

Таблиця 1

Органолептичні та фізико-хімічні показники

Найменування показника	Норма за ДСТУ 4609:2006 для 1-го гатунку
Колір	Білий або білий з жовтуватим відтінком
Запах	Свійський для пшеничного борошна, без сторонніх запахів (не затхлий, не цвілий)
Смак	Свійський для пшеничного борошна, без кислуватого чи гіркого присмаку

Вологість, %, не більше	14,5 – 15,0 %
Зольність (масова частка золи в сухому речовині), %, не більше	до 0,75 %
Кількість сирої клейковини, %, не менше	Не менше 30,0 %
Якість клейковини	І група (добре розтяжна)
Крупність помелу	Не менше 50 %
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається

Борошно пшеничне другого гатунку (ДСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» [8]) є основним компонентом тістової основи. Воно забезпечує необхідний вміст клейковини (не менше 23–25%) і формує міцний білковий каркас, який утримує вуглекислий газ під час бродіння та сприяє оптимальному поєднанню з нутовим борошном і харчовими волокнами бурякового жому. Для виготовлення заморожених напівфабрикатів за використовують борошно з високою газоутворювальною здатністю та стабільною автолітичною активністю.

Нутове борошно. Нутове борошно, виготовлене відповідно до ТУ У 10.6-32438841-001:2018 «Борошно з зернобобових та олійних культур. Технічні умови» [32], є важливим функціональним компонентом удосконаленої рецептури тістовоїоснови. Його використання збагачує вироби рослинним білком, незамінними амінокислотами та харчовими волокнами, підвищуючи загальну біологічну цінність напівфабрикату. У технології заморожених виробів нутове борошно поліпшує реологічні властивості тіста, підвищує його пластичність і сприяє утриманню вологи під час шокового заморожування (табл. 2).

Таблиця 2

Органолептичні та фізико-хімічні показники

Найменування показника	Норма
Колір	Кремовий або світло-жовтий з рівним відтінком
Запах і смак	Властиві нуту, без сторонніх присмаків, гіркоти чи запахів цвілі
Вологість, %, не більше	12,0 – 13,5 %
Масова частка білка, %, не менше	20,0 – 22,0 %
Масова частка сирої клітковини, %, не більше	до 4,5 %
Крупність помелу	Не менше 90 %
Зараженість шкідниками	Не допускається

Вода питна. Питна вода є основним рідким компонентом, що забезпечує гідратацію сухих речовин, формування реологічних властивостей тіста та активацію дріжджової мікрофлори під час замішування. Якість води підлягає суворому контролю відповідно до державних стандартів, оскільки вона суттєво впливає на здоров'я споживачів. Основні вимоги до питної води регламентовано ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості [14]. Органолептичні та фізико-хімічні показники якості води наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники води

Назва показника	Одиниця виміру	Норма (не більше)
Органолептичні показники		
Запах (при 20∘С та 60∘С)	бали	2
Смак та присмак	бали	2
Кольоровість	градуси	20 (35*)
Мутність	НОК (або мг/дм3)	1,0 (2,0*)
Фізико-хімічні показники		
Водневий показник (pH)	одиниці pH	6,5–8,5
Загальна жорсткість	ммоль/дм3	7,0 (10,0*)
Загальна мінералізація (сухий залишок)	мг/дм3	1000 (1500*)
Залізо загальне	мг/дм3	0,2 (1,0*)
Марганець	мг/дм3	0,05 (0,5*)
Нітрати	мг/дм3	50,0
Хлориди	мг/дм3	250 (350*)
Сульфати	мг/дм3	250 (500*)
Окиснюваність перманганатна	мг O2/дм3	5,0

Порошок бурякового жому мікронізований. Мікронізовані харчові бурякові волокна, що виробляються відповідно до ТУ У 10.8-37965412-003:2018 «Волокна харчові бурякові мікронізовані» [34], є високоякісною натуральною функціональною сировиною рослинного походження. Його використання у виробництві заморожених борошняних напівфабрикатів, зокрема хачапурі, дає змогу стабілізувати клейковинний каркас тіста під час кріогенного заморожування, запобігти синерезису та виділенню сироватки із сирної начинки під час розморожування й випікання, а також підвищити харчову цінність готових виробів завдяки збагаченню харчовими волокнами.

Молочна сироватка (ДСТУ 7515:2014 «Сироватка молочна. Технічні умови» [10]). Молочна сироватка – цінний побічний продукт виробництва сиру,

що утворюється внаслідок коагуляції молока. Вона становить приблизно 80-90 % від загальної маси переробленого молока, а до її складу переходить до 50 % сухих речовин цільного молока, зокрема цінні сироваткові білки, лактоза, мінеральні речовини та вітаміни групи В. У технології виробництва заморожених борошняних напівфабрикатів, зокрема тіста для хачапурі, молочну сироватку використовують як функціональний компонент. Водночас використання сироватки сприяє реалізації принципів екологічної та безвідходної переробки молочної сировини (табл.4).

Таблиця 4

Показники якості молочної сироватки

Група показників	Назва показника	Підсирна (солодка) сироватка	Творожна / Казеїнова (кисла) сироватка
Органолептичні	Смак і запах	Чистий, солодкувато-солонуватий, без сторонніх присмаків і запахів	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів
	Консистенція та зовнішній вигляд	Однорідна рідина без осаду (допускається легка мутність)	Однорідна рідина без сторонніх домішок і згустків казеїну
	Колір	Від блідо-жовтого до зеленуватого	Жовтуватий різних відтінків
Фізико-хімічні	Активна кислотність (pH)	5,6 – 6,6	4,5 – 4,8
	Титрована кислотність (Т)	14 – 22 Т	70 – 110 Т (іноді вище)
	Масова частка сухих речовин	Не менше 6,0 – 6,5 %	Не менше 5,8 – 6,2 %
	Масова частка білка	Не менше 0,8 – 1,0 %	Не менше 0,6 – 0,8 %
	Масова частка лактози	4,2 – 4,8 %	3,8 – 4,2 %
	Масова частка жиру	Не більше 0,05 – 0,2 % (після сепарування)	Не більше 0,1 – 0,3 %
Мікробіологічні	Патогенні мікроорганізми	Відсутні в масі продукту	Відсутні в масі продукту
	КМАФАнМ / БГКП	Нормуються згідно з вимогами промислової безпеки та санітарних регламентів	Нормуються згідно з вимогами промислової безпеки та санітарних регламентів

Олія соняшникова рафінована. Соняшникова олія, що відповідає вимогам ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови» [6], у технології виробництва замороженого тіста для хачапурі виконує функції структуроутворювального та пластифікуючого компонента. Завдяки високому

вмісту поліненасичених жирних кислот, переважно лінолевої, вона підвищує еластичність клейковинного каркаса та обмежує небажане набухання крохмальних зерен під час кріогенного заморожування за температури нижче −35 °C. Крім того, олія запобігає прилипанню тістових заготовок до робочих поверхонь обладнання й уповільнює ретроградацію крохмалю, пов’язану з черствінням готового продукту після випікання.

Цукор є важливим харчовим інгредієнтом, який завдяки солодкому смаку широко використовують у кулінарії, кондитерському виробництві та випічці. За органолептичними показниками він повинен відповідати вимогам ДСТУ 4623:2006 «Цукор білий. Технічні умови» [9], які наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Органолептичні показники цукру

Показники	Характеристика
Зовнішній вигляд	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок, для цукру третьої і четвертої категорій допускають жовтуватий відтінок Кристалічний цукор повинен бути сипким, без грудочок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають грудочки, що розпадаються у разі легкого натискання.
Запах і смак	Солодкий без сторонніх запаху і присмаку, як в сухому цукрі, так і в його водному розчині, для цукру четвертої категорії допускають слабкий запах меляси.
Чистота розчину	Розчин цукру повинен бути прозорим, без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають опалесценцію. Для цукрової пудри не визначають.

Кухонна сіль (хлорид натрію, NaCl) (ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови» [4]) речовина у вигляді світлих кристалів, яка є незамінним компонентом у харчуванні. Основу солі (приблизно 93–99%) складає хлорид натрію. У її складі також присутні невеликі кількості мінеральних солей, здебільшого сполук кальцію, магнію та калію. Ці природні домішки значно впливають на фізичні та органолептичні властивості кухонної солі.

Дріжджі пресовані хлібопекарські, що відповідають вимогам ДСТУ 4818:2007 «Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови» [11], є життєздатною біомасою одноклітинних грибів *Saccharomyces cerevisiae,* яку

використовують як основний розпушувач у технології приготування дріжджового та листково-дріжджового тіста для хачапурі.

Якість дріжджів визначається технологічними вимогами до виробництва хлібобулочних виробів. Вони повинні мати щільну консистенцію, легко розламуватися, відповідати встановленим вимогам щодо кольору й аромату та бути прісними на смак. Вміст вологи не має перевищувати 75 %, а кислотність у перерахунку на оцтову кислоту – 120 мг на 100 г дріжджів відразу після виготовлення та 360 мг через дванадцять днів. Важливим показником є також стійкість за температури 35 °С.

Кукурудзяний крохмаль ДСТУ 3976-2000 «Крохмаль кукурудзяний сухий. Технічні умови» [5]), - високоякісний природний полісахарид, що складається з амілози та амілопектину й отримується шляхом вологого помелу та переробки зерна кукурудзи. Його введення до рецептури забезпечує належні фізико-хімічні показники, зокрема регулювання вологоутримувальної здатності та запобігання синерезису сирної начинки під час шокового заморожування за температури - 35 °С і подальшого розморожування (табл. 6).

Таблиця 6

Фізико-хімічні показники представлені

Назва показника	Вищий гатунок	І гатунок
Вологість, %	≤ 13,0	≤ 13,0
Кислотність, см³ (0,1 моль/дм³ NaOH на 100г)	≤ 20,0	≤ 25,0
Масова частка загальної золи, % (на суху речовину)	≤ 0,20	≤ 0,30
Вміст діоксиду сірки (SO_2), %	≤ 0,005	≤ 0,008
Кількість крапин (чорних цяток) на 1 дм²	≤ 300	≤ 500
Масова частка протеїну (білка), % (на суху речовину)	≤ 0,80	≤ 1,00
Наявність металомагнітних домішок (на 1 кг)	≤ 0,003 г	≤ 0,003 г

Сир «Сулугуні» (ДСТУ 7996:2015. «Сири розсільні. Загальні технічні умови» [13])- традиційний розсільний сир із групи сирів із витягнутою сирною масою, який виготовляють шляхом спеціального термомеханічного оброблення сирного згустку – плавлення та витягування. Завдяки цьому він набуває характерної шаруватої, пружної та еластичної консистенції, помірно солоного смаку й чистого кисломолочного запаху. Його здатність рівномірно плавитися під час термічної обробки без руйнування білкової основи та надмірного

виділення жиру робить Сулугуні ідеальним компонентом начинок для традиційних і заморожених борошняних виробів, зокрема хачапурі.

Сир кисломолочний знежирений (ДСТУ 4554:2006 «Сир кисломолочний. Технічні умови» [7]) – це дієтичний білковий продукт, який отримують шляхом кислотної коагуляції білків знежиреного молока з подальшим видаленням сироватки. Він характеризується високим вмістом повноцінного легкозасвоюваного казеїну, мінімальною масовою часткою жиру та м'якою розсипчастою консистенцією. У технології комбінованих сирних напівфабрикатів, зокрема начинок для замороженого хачапурі, його використовують як білкову основу.

Жовток яєчний (ТУ У 10.8-32438841-004:2020 «Меланж (або жовток) яєчний рідкий термостабільний кріомодифікований. Технічні умови» [33]). Меланж (або жовток) яєчний рідкий термостабільний кріомодифікований. Технічні умови, є високоякісною технологічною сировиною. Він проходить спеціальну обробку – ферментативну або фізичну кріомодифікацію – для запобігання незворотній коагуляції (желатинізації) ліпопротеїдів під час глибокого заморожування за температури −35 °С.

Яйця – один із найуніверсальніших і найпоширеніших продуктів харчування, що відіграє важливу роль у раціоні людини. Вони мають високу поживну цінність і містять важливі для функціонування організму речовини, які легко засвоюються. Курячі яйця повинні відповідати вимогам і нормам стандарту ДСТУ 5028:2008 «Яйця курячі харчові. Технічні умови [12]».

3.2. Продуктовий розрахунок за удосконалення

В удосконаленій рецептурі для підвищення стійкості напівфабрикату до шокового заморожування здійснено комплексну заміну компонентів із розрахунку на 1000,0 кг готової продукції: пшеничне борошно вищого сорту повністю замінено композитною сумішшю пшеничного борошна другого сорту (135,69 кг), нутового борошна (203,53 кг) та мікронізованого бурякового жому (13,57 кг); питну воду повністю замінено підсирною молочною сироваткою (186,57 кг); куряче яйце – модифікованим яєчним жовтком із кріопротектором (6,77 кг) (табл.7).

Таблиця 7

Характеристика традиційної та удосконаленої рецептур замороженого напівфабрикату «Хачапурі по-аджарськи» (на 1000 кг готової продукції)

Компоненти сировини	Традиційна рецептура (маса, кг)	Масова частка (трад.), %	Удосконалена рецептура (маса, кг)	Масова частка (удоск.), %
Борошно пшеничне вищого сорту	345,07	34,51	-	-
Борошно пшеничне другого сорту	-	-	135,69	13,57
Нутове борошно	-	-	203,53	20,35
Порошок бурякового жому (мікронізований)	-	-	13,57	1,36
Вода питна	179,43	17,94	-	-
Молочна сироватка підсирна	-	-	186,57	18,66
Олія соняшникова рафінована	17,25	1,73	15,26	1,53
Цукор-пісок	5,18	0,52	3,39	0,34
Сіль кухонна (у тісто)	6,21	0,62	6,11	0,61
Дріжджі пресовані	8,63	0,86	10,18	1,02
Сир «Сулугуні»	276,05	27,61	254,41	25,44
Сир кисломолочний знежирений	138,03	13,80	152,65	15,26
Крохмаль кукурудзяний	6,90	0,69	8,48	0,85
Сіль кухонна (у начинку)	3,45	0,35	3,39	0,34
Яйце куряче	13,80	1,38	-	-
Модифікований жовток (з кріопротектором)	-	-	6,77	0,68
Разом (вихід напівфабрикату)	**1000,00**	**100,00**	**1000,00**	**100,00**

Для забезпечення виходу 1000,0 кг готової продукції – заморожених напівфабрикатів із розрахунковою масою одного виробу 250 г у кількості 4000 шт. - враховано сумарні технологічні втрати за весь виробничий цикл ($В_{заг}$ = 2,5 %), які розподіляються за операціями таким чином (табл. 8):

Загальний коефіцієнт витрати сировини ($К_{витр}$) становить:

$$К_{витр} = 100 / 100 - 2,5 \approx 1,0256 = 1,025$$

Відповідно, загальна маса закладеної сировини для виготовлення партії масою 1000,0 кг дорівнює: $М_{заг} = 1000,0 \times 1,025 = 1025,0$ кг

Покомпонентний розрахунок витрат сировини (по продуктах).

Для кожного компонента розраховано:

Масову частку в рецептурі (Ʊ %): $Ʊ = М_{чист} / 1000,00 \times 100$ %

Виробничу закладку з урахуванням 2,5% втрат ($М_{закл}$ кг):

$$М_{закл} = М_{чист} \times 1,025$$

Компоненти тістової основи:

Борошно пшеничне другого сорту ($М_{чист}$ = 135,69 кг):

Масова частка: Ʊ = 135,69 / 1000,00 × 100 % = 13,57 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 135,69 × 1,025 = 139,08кг

Нутове борошно ($М_{чист}$ = 203,53 кг):

Масова частка: Ʊ = 203,53 / 1000,00 × 100 % = 20,35 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 203,53 × 1,025 = 208,62 кг

Порошок бурякового жому (мікронізований) ($М_{чист}$ = 13,57 кг):

Масова частка: Ʊ = 13,57 / 1000,00 × 100 % = 1,36 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 13,57 × 1,025 = 13,91 кг

Молочна сироватка підсирна ($М_{чист}$ = 186,57 кг):

Масова частка: Ʊ = 186,57 / 1000,00 ×100 % = 18,66 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 186,57 × 1,025 = 191,23 кг

Олія соняшникова рафінована ($М_{чист}$ = 15,26 кг):

Масова частка: Ʊ = 15,26 / 1000,00 × 100 % = 1,53 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 15,26 × 1,025 = 15,65кг

Цукор-пісок ($М_{чист}$ = 3,39 кг):

Масова частка: Ʊ = 3,39 / 1000,00 × 100 % = 0,34 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 3,39 × 1,025 = 3,48 кг

Сіль кухонна (у тісто) ($М_{чист}$ = 6,11 кг):

Масова частка: Ʊ = 6,11 / 1000,00 × 100 % = 0,61 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 6,11 × 1,025 = 6,26 кг

Дріжджі пресовані ($М_{чист}$ = 10,18 кг):

Масова частка: Ʊ = 10,18 / 1000,00 × 100 % = 1,02 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 10,18 × 1,025 = 10,43 кг

Разом на тістову основу: чиста маса – 574,30 кг (57,43 %), виробнича закладка – 588,66 кг.

Компоненти сирного комплексу (начинки).

Сир «Сулугуні» ($М_{чист}$ = 254,41 кг):

Масова частка: ʊ = 254,4 / 1000,00 × 100 % = 25,44 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 254,41 × 1,025 = 260,77 кг

Сир кисломолочний знежирений ($М_{чист}$ = 152,65 кг):

Масова частка: ʊ = 152,65 / 1000,00 × 100 % = 15,26 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 152,65 × 1,025 = 156,46 кг

Крохмаль кукурудзяний ($М_{чист}$ = 8,48 кг):

Масова частка: ʊ = 8,48 / 1000,00 × 100 % = 0,85 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 8,48 × 1,025 = 8,69 кг

Сіль кухонна (у начинку) ($М_{чист}$ = 3,39 кг):

Масова частка: ʊ = 3,39 / 1000,00 × 100 % = 0,34 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 3,39 × 1,025 = 3,48 кг

Разом на сирну начинку: чиста маса – 418,93 кг (41,89 %), виробнича закладка – 429,40 кг.

Декоруючий яєчний компонент.

Модифікований жовток (з кріопротектором) ($М_{чист}$ = 6,77 кг):

Масова частка: ʊ = 6,77 / 1000,00 × 100 % = 0,68 %

Виробнича закладка: $М_{закл}$ = 6,77 × 1,025 = 6,94 кг (з урахуванням точного зведення загального підсумку - 6,95 кг).

Щоб звести баланс від початкової закладки (1025,00 кг) до кінцевого виходу (1000,00 кг), 25,00 кг втрат розподіляються за технологічними операціями пропорційно до фізичних процесів, що відбуваються на кожній ділянці:

Ділянка тістоприготування (закладка 588,66 кг):

Норма втрат: 1,0 % (розпил борошна під час просіювання – 0,2 %, налипання тіста на стінки діжі й робочі органи тістоміса, а також природна усушка під час бродіння - 0,8 %). *Розрахунок втрат:* 588,66 × 0,01 ≈ 5,8866 = 5,89 кг. *Вихід готового тіста на формування:* 588,66 - 5,89 = 582,77 кг.

Ділянка приготування начинки (закладка 429,40 кг):

Норма втрат: 0,5 % (залишки сирної маси у протиральній машині, фаршмішалці та бункері дозатора). *Розрахунок втрат:* 429,40 × 0,005 = 2,147 ≈ 2,15 кг. *Вихід готової начинки на формування:* 429,40 - 2,15 = 427,25 кг.

Підготовка декоруючого компонента (закладка 6,95 кг):

Норма втрат: 0,3 % (залишки модифікованого жовтка на стінках мірної ємності та дозуючого шприца). *Розрахунок втрат:* 6,95 × 0,003 = 0,0208 ≈ 0,02 кг. *Фактична маса жовтка, що вноситься у вироби:* 6,95 - 0,02 = 6,93 кг.

Ділянка формування «човників»:

Маса сировини, що надійшла на стіл: 582,77 + 427,25 + 6,93 = 1016,95 кг.

Норма втрат: 0,4 % (механічні втрати під час округлення, розкачування тістових заготовок та дозування начинки). *Розрахунок втрат:* 1016,95 × 0,004 ≈ 4,0678 = 4,07 кг. *Маса сформованих сирих виробів перед заморожуванням:* 1016,95 - 4,07 = 1012,88 кг.

Камера шокового заморожування та ділянка пакування:

Норма втрат: 1,27 % від маси сирого сформованого виробу (виморожування/сублімація поверхневої вологи при інтенсивному обдуві повітрям температурою -3 °С - 1,17%, а також механічне кришіння країв заготовки під час укладання в пакети - 0,10 %). *Розрахунок втрат:* 1012,88 - 1000,00 = 12,88 кг (що становить 12,88 / 1012,88 × 100 % = 1,271 %.

Таблиця 8

Зведена таблиця продуктового балансу та витрат сировини (на 1000 кг готової продукції)

Найменування сировини та компонентів	**Чиста маса в рецептурі, кг**	**Масова частка в рецептурі, %**	**Коефіцієнт витрати ($К_{витр}$)**	**Загальна маса закладеної сировини (з урахуванням втрат 2,5%), кг**
Тістова основа:				
Борошно пшеничне другого сорту	135,69	13,57	1,025	139,08
Нутове борошно	203,53	20,35	1,025	208,62
Порошок бурякового жому (мікронізований)	13,57	1,36	1,025	13,91
Молочна сироватка підсирна	186,57	18,66	1,025	191,23
Олія соняшникова рафінована	15,26	1,53	1,025	15,65
Цукор-пісок	3,39	0,34	1,025	3,48

Сіль кухонна (у тісто)	6,11	0,61	1,025	6,26
Дріжджі пресовані	10,18	1,02	1,025	10,43
Разом на тістову основу:	*574,30*	*57,43*	-	*588,66*
Сирний комплекс (начинка):				
Сир «Сулугуні»	254,41	25,44	1,025	260,77
Сир кисломолочний знежирений	152,65	15,26	1,025	156,46
Крохмаль кукурудзяний	8,48	0,85	1,025	8,69
Сіль кухонна (у начинку)	3,39	0,34	1,025	3,48
Разом на сирну начинку:	*418,93*	*41,89*	-	*429,40*
Декоруючий компонент:				
Модифікований жовток (з кріопротектором)	6,77	0,68	1,025	6,95
Разом яєчного компонента:	*6,77*	*0,68*	-	*6,95*
РАЗОМ ЗАКЛАДЕНОЇ СИРОВИНИ	**1000,00**	**100,00**	**1,025**	**1025,00**
Технологічні втрати (усього 2,5 %)	-	-	-	**25,00**
ВИХІД ГОТОВОГО НАПІВФАБРИКАТУ	**1000,00**	-	-	**1000,00**

Виконаний продуктовий розрахунок підтверджує збалансованість удосконаленої рецептури замороженого напівфабрикату «Хачапурі по-аджарськи» для партії масою 1000,00 кг (4000 шт. по 250 г). З урахуванням технологічних втрат у розмірі 2,5% (25,00 кг; коефіцієнт витрат $К_{витр}$ = 1,025) загальна закладка сировини становить 1025,00 кг, що забезпечує узгодженість матеріального балансу. Повна заміна пшеничного борошна вищого сорту композитною сумішшю (361,61 кг), мікронізованого бурякового жому (13,91 кг), води - молочною сироваткою (191,23 кг), а цілого яйця - модифікованим жовтком із кріопротектором (6,95 кг) підвищує біологічну цінність продукту та запобігає кріодеструкції напівфабрикату під час шокового заморожування.

Розрахунок допоміжних матеріалів

Розрахунок допоміжних та пакувальних матеріалів виконується виходячи з проєктної продуктивності лінії 1000,00 кг готового замороженого напівфабрикату «Хачапурі по-аджарськи» за зміну (табл. 9).

Вихідні дані для розрахунку:

Маса готової продукції за зміну ($М_{гп}$): 1000,00 кг.

Маса одного замороженого напівфабрикату ($m_{од}$): 0,25 кг (250 г).

Кількість одиниць готової продукції ($N_{вир}$):

$$N_{вир} = 1000,00 / 0,25 = 4000 \text{ шт.}$$

Поелементний розрахунок потреби в допоміжних матеріалах:

Плівка полімерна багатошарова бар'єрна (для індивідуального пакування):

Розмір пакета: ширина полотна 320 мм, крок відрізу 240 мм.

Площа одного пакета ($S_{од}$): 0,32 м × 0,24 м = 0,0768 м^2.

Маса 1 м^2 плівки (при товщині 45 мкм та густині 0,92 г/см^3): 0,0414 кг/м^2.

Маса одного пакета ($m_{пак}$): 0,0768 × 0,0414 = 0,00318 кг (3,18 г).

Теоретична витрата на 4000 шт.: 4000 × 0,00318 = 12,72 кг.

Норма технологічних втрат (на налагодження пакувального автомата та спаювання швів - 1,5 %):

$$М_{плівки} = 12,72 \times 1,015 = 12,91 \text{ кг (або 4060 пакетів)}$$

Підкладка (лоток) з ламінованого картону (для збереження форми «човника»): *Норма витрат:* 1 шт. на 1 виріб (4000 шт.). *З урахуванням технологічного браку (1,0 %):*

$$N_{підкл} = 4000 \times 1,01 = 4040 \text{ шт.}$$

Етикетка самоклейна термотрансферна (маркування індивідуальної упаковки): *Норма витрат:* 1 шт. на 1упаковку (4000 шт.). *З урахуванням браку при друку та наклеюванні (1,5 %):*

$$N_{етик.інд} = 4000 \times 1,015 = 4060 \text{ шт.}$$

Короб з гофрованого картону (транспортна тара): *Місткість одного короба:* 10 $_{виробів}$ (2,5 кг нетто). *Теоретична потреба:* 4000 / 10 = 400 шт. *З урахуванням запасу на пошкодження при формуванні та складуванні (1,0 %):*

$$N_{кор} = 400 \times 1,01 = 404 \text{ шт.}$$

Етикетка групова (транспортне маркування на гофрокороб): *Норма витрат:* 1шт. на 1короб (400 шт.). *З урахуванням втрат (1,0 %):*

$$N_{етик.гр} = 400 \times 1,01 = 404 \text{ шт.}$$

Стрічка клейка поліпропіленова (скотч, ширина 50 мм) для заклеювання коробів: *Витрата на 1 короб* (верхній і нижній клапани з напуском): 1,1 м. *Загальна довжина на 400$_{коробів}$:* 400 × 1,1 = 440,0 м. *З урахуванням втрат на обрізку (2,0 %):*

$$L_{скотч} = 440,0 \times 1,02 = 448,8 \text{ м (або 7 рулонів по 66 м)}$$

Плівка стретч-палетна (для фіксації коробів на піддоні): *Кількість піддонів* (при укладанні по 80 коробів на 1 європіддон): 400 / 80 = 5 піддонів. *Норма витрат на 1 піддон:* 0,35 кг. *Загальна потреба:* 5 × 0,35 = 1,75 кг.

Таблиця 9

Зведена таблиця витрат допоміжних і пакувальних матеріалів (на 1000 кг готової продукції)

з/п	Найменування матеріалу та нормативна документація	Одиниця виміру	Чиста потреба на 1000 кг продукції	Норма втрат, %	Загальна потреба (з урахуванням втрат)
1	Плівка полімерна багатошарова бар'єрна (ДСТУ 8026)	г	2,72	1,5	12,91
2	Підкладка з ламінованого картону (ТУ У 17.2)	шт.	4000	1,0	4040
3	Етикетка самоклейна індивідуальна	шт.	4000	1,5	4060
4	Короб із тришарового гофрокартону (ДСТУ 4260)	шт.	400	1,0	404
5	Етикетка транспортна групова	шт.	400	1,0	404
6	Стрічка клейка поліпропіленова 50 мм	м	440,0	2,0	448,8
7	Плівка стретч-палетна (ширина 500 мм, 20 мкм)	кг	1,75	-	1,75

Розрахунок допоміжних і пакувальних матеріалів для партії готової продукції масою 1000,00 кг (4000 шт.) передбачає повне забезпечення технологічного циклу фасування та транспортування напівфабрикатів. Для індивідуального пакування передбачено бар’єрну плівку (12,91 кг), картонні підкладки (4040 шт.) та етикетки (4060 шт.). Таке пакування забезпечує герметичність і захист продукції від усушки. Для транспортного пакування передбачено гофрокороби (404 шт.), скотч (448,8 м) та палетну стретч-плівку (1,75 кг), що забезпечують надійне зберігання й безпечне перевезення продукції. Норми технологічного браку (1,0–2,0 %).

3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення

Апаратурно-технологічне забезпечення виробництва удосконаленого замороженого напівфабрикату Хачапурі по-аджарськи продуктивністю 1000,00

кг за зміну ґрунтується на комплексному підборі сучасного високопродуктивного обладнання, що забезпечує безперервність технологічного процесу та стабільну якість готової продукції. У цьому розділі на основі результатів продуктового розрахунку виконується технологічний розрахунок і здійснюється вибір основних машин та апаратів для всіх етапів виробництва.

Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.

Розрахунок технологічного обладнання проводиться для проєктної потужності лінії 1000,00 кг готового замороженого напівфабрикату «Хачапурі по-аджарськи» за робочу зміну тривалістю $t_{зм}$ = 8 год (480 хв), з урахуванням фактичного часу роботи обладнання на кожній ділянці та маси сировини з продуктового балансу.

Необхідна годинна продуктивність ($Q_{необх}$ кг/год або шт./год:

$$Q_{необх} = M_{етапу} / t_{роб}$$

де $M_{етапу}$ - маса сировини або напівфабрикату = за зміну, кг;

$t_{роб}$ - фактичний час роботи обладнання за зміну, год.

Розрахункова кількість одиниць обладнання ($n_{розр}$):

$$n_{розр} = Q_{необх} / Q_{техн}$$

де $Q_{техн}$ - паспортна (технічна) продуктивність машини, кг/год.

Коефіцієнт завантаження обладнання ($ŋ_{зав}$):

$$ŋ_{зав} = n_{розр} / n_{прийн}$$

Для апаратів періодичної дії (ємності, тістоміси, фаршемішалки):

$$n_{розр} = V_{доп} \times t_{ц} / V_{роб} \times t_{роб}$$

де $V_{доп}$ - об’єм сировини за зміну, л (або кг);

$V_{роб}$ - робочий об’єм апарата ($V_{роб} = V_{заг} \times \varphi$, де φ = 0,75 – 0,85 - коефіцієнт заповнення);

$t_{ц}$ - тривалість одного циклу, хв.

Пооперaційний розрахунок обладнання.

Просіювач вібраційний ПВГ-600М ($Q_{техн}$ = 600 кг/год).

Кількість одиниць: $n_{розр}$ = 361,61 / 600 = 0,60 - $n_{прийн}$ = 1шт. ($ŋ_{зав}$ = 0,60).

Ємність змішувальна з підігрівом Г6-ОПБ-300 ($V_{заг}$ = 300 л, $V_{роб}$ = 300 × 0,85 = 255 л).

Кількість одиниць: $n_{розр}$ = 205 / 255 = 0,80 -$n_{прийн}$ = 1 шт. ($ŋ_{зав}$ = 0,80).

Тістомісильна машина спіральна Diosna SP 120 D (разове завантаження 120 кг, робоче $G_{роб}$ = 100 кг, тривалість циклу замісу з підготовкою $t_ц$ = 20 хв, годинна продуктивність $Q_{техн}$ = 360 кг/год).

Кількість замісів за зміну: z = 588,66 / 100 = 5,89 - 6 замісів.

Час роботи тістоміса: $t_{роб}$ = 6 ×20 / 60 = 2,0 год.

Кількість одиниць: $n_{розр}$ = 588,66 / 360 × 2,0 = 0,82 - $n_{прийн}$ = 1 шт. ($t_{зав}$ = 0,82).

Вовчок-подрібнювач МП-82 ($Q_{техн}$ = 350 кг/год).

Кількість одиниць: $n_{розр}$ = 260,77 / 350 = 0,75 - $t_{прийн}$ = 1шт. ($t_{зав}$ = 0,75).

Фаршемішалка лопатева вакуумна Л5-ФМ2-У-150 ($V_{заг}$ = 150 л, робоче завантаження $G_{роб}$ = 110 кг, тривалість циклу $t_ц$ = 20 хв, $Q_{техн}$ = 300 кг/год). *Кількість циклів змішування:* z = 429,40 / 110 = 3,90 - цикли ($t_{роб}$ = 1,33 год). *Кількість одиниць:* $n_{розр}$ = 429,40 / 300 × 1,6 = 0,89 - $t_{прийн}$ = 1 шт. ($t_{зав}$ = 0,89).

Автоматична формувальнуа лінія Rheon KN-55**0** ($Q_{техн}$ = 200 кг/год або 800 шт./год). *Кількість одиниць:* $n_{розр}$ = 156,45 / 200 = 0,78 - $n_{розр}$ = 1 шт. ($t_{зав}$ = 0,78).

Поршневий дозатор ДПА-50 ($Q_{техн}$ = 1000 доз/год). *Кількість одиниць:* $n_{розр}$ = 623 / 1000 = 0,62 - $n_{прийн}$ = 1 шт. ($t_{зав}$ = 0,62).

Спіральний швидкоморозильний апарат АШС-250 ($Q_{техн}$ = 250 кг/год).

Кількість одиниць: $n_{розр}$ = 155,83 / 250 = 0,62 - $n_{прийн}$ = 1 шт. ($t_{зав}$ = 0,62).

Горизонтальна пакувальна машина Hualian DXDZ-350B ($Q_{техн}$ = 60 уп./хв}, робоча швидкість лінії - 15 уп./хв). *Кількість одиниць:* $n_{розр}$ = 10,26 / 15 = 0,68 -$п_{рийн}$ = 1 шт. ($t_{зав}$ = 0,68).

Решту обладнання розраховуємо та підбираємо за каталогом, а результати вносимо до загальної таблиці 10.



Вовчок-подрібнювач для сиру МП-82. Для подрібнення сиру масою 260,77 кг за зміну в технологічній лінії використовують вовчок-подрібнювач МП-82 у

виконанні з нержавіючої сталі або спеціалізований промисловий подрібнювач. Таке обладнання забезпечує продуктивність до 300–350 кг/год за потужності 0,55–2,20 кВт. Попереднє охолодження сиру до −2…+2 °C та використання решітки з великими отворами (10 мм) або тертки запобігають налипанню продукту на робочі органи, зберігають його волокнисту структуру та забезпечують рівномірне змішування начинки у вакуумній фаршемішалці без кріодеструкції чи плавлення білків (рис 2). **Рис 2.** Вовчок

Фаршемішалка лопатева вакуумна Л5-ФМ2-У-150. Вакуумна лопатева фаршемішалка Л5-ФМ2-У-150 є основним обладнанням для якісного перемішування та гомогенізації сирної начинки на основі сулугуні, знежиреного кисломолочного сиру й кукурудзяного крохмалю. Вимішування під вакуумом запобігає аерації маси та утворенню повітряних пор, знижує ризик окислення білків і жирів, а також забезпечує щільну й однорідну консистенцію начинки. Завдяки цьому вона добре зберігає форму човника під час формування та подальшого заморожування (рис. 3).



Рис.3 Фаршемішалка

Просіювач вібраційний ПВГ-600М. Вібраційний просіювач ПВГ-600М у виконанні з харчової нержавіючої сталі AISI 304 призначений для контрольного просіювання, розпушування, аерації та очищення сипучої сировини від сторонніх і металомагнітних домішок. Він використовується для підготовки пшеничного борошна другого сорту, нутового борошна та мікронізованого бурякового жому загальною масою 361,61 кг за зміну. Машина оснащена змінними ситами з розміром чарунок 0,8 × 0,8 мм і регульованими віброопорами та має паспортну продуктивність до 600 кг/год. За паспортної продуктивності просіювач дає змогу підготувати весь обсяг сухих компонентів без грудок приблизно за 0,6 год роботи лінії (рис. 4).



Рис.4 Просіювач

Горизонтальна пакувальна машина типу Hualian DXDZ-350B призначена для герметичного індивідуального пакування заморожених напівфабрикатів хачапурі по-аджарськи на картонній підкладці в багатошарову бар'єрну плівку. Обладнання розраховане на забезпечення виробничого обсягу 4000 упаковок за зміну. Машина виготовлена з харчової нержавіючої сталі AISI 304 та оснащена PLC-контролером, сенсорною панеллю й системою електронного контролю за фотоміткою. Паспортна продуктивність становить до 60 уп./хв, а оптимальна робоча швидкість на лінії - 15 уп./хв. Обладнання формує надійні тришовні пакети, які захищають продукцію від кріодеструкції та втрати вологи. За своїми характеристиками вона повністю відповідає потребам пакувальної ділянки (рис. 5).



Рис. 5 Пакувальна машина

Тістомісильна машина спіральна Diosna SP 120 D. Спіральна тістомісильна машина Diosna SP 120 D у нержавіючому виконанні призначена для інтенсивного двошвидкісного замішування дріжджового тіста з композитної борошняної суміші на молочній сироватці. Загальна потреба в тісті становить 588,66 кг за зміну. Машина оснащена спіральним місильним органом, центральним відсікачем та обертовою дежею об'ємом 180 л із максимальним разовим завантаженням 120 кг і робочим завантаженням 100 кг. Така конструкція забезпечує розвиток клейковинного каркаса без перегріву напівфабрикату. Паспортна продуктивність тістоміса становить до 360 кг/год, встановлена потужність електродвигуна - 4,20 кВт, габаритні розміри 1280 × 760 × 1350 мм, маса близько 480 кг. Машина повністю забезпечує змінну потребу в тісті за 6 замісів із сумарним часом роботи 2,0 год за тривалості одного циклу 20 хв. (рис. 6).



Рис. 6 Тістоміс

Апаратурно-технологічна схема вдосконаленого процесу відображає послідовність етапів оброблення сировини та склад основного технологічного обладнання, задіяного на кожній виробничій ділянці в промислових умовах (рис. 7).

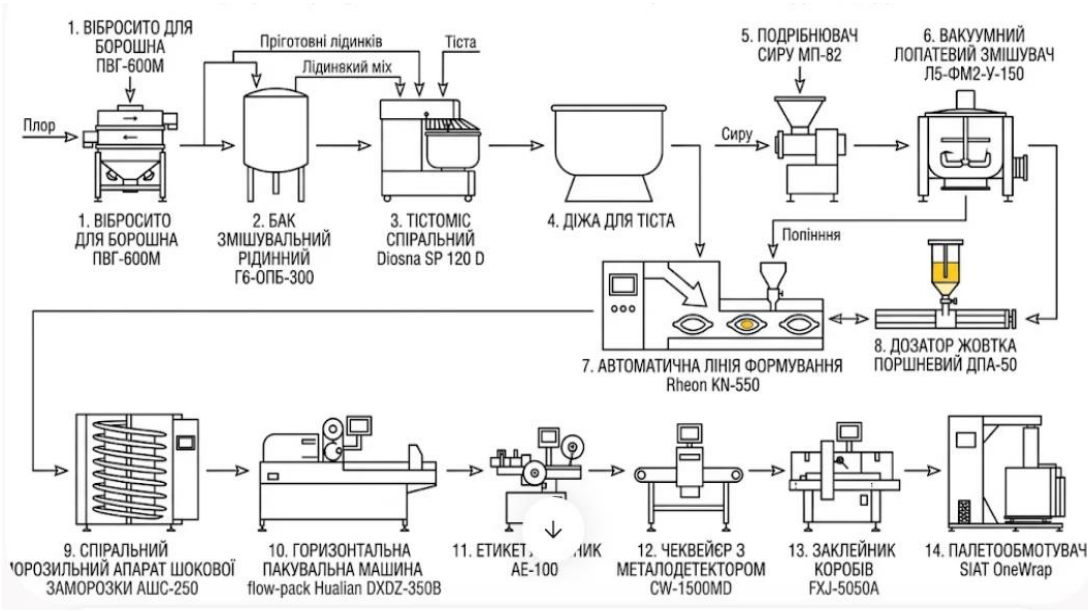

Рис. 7 Апаратурно-технологічна схема напівфабрикату

(Автор самостійно створив рисунок, завдяки технологіям ШІ)

1. Просіювач вібраційний ПВГ-600М; 2. Ємність змішувальна з підігрівом Г6-ОПБ-300; 3. Тістомісильна машина спіральна Diosna SP 120 D; 4. Діжа підкатна нержавіюча (180 л); 5. Вовчок-подрібнювач для сиру МП-82; 6. Фаршемішалка лопатева вакуумна Л5-ФМ2-У-150; 7. Автоматична формувальна лінія Rheon KN-550; 8. Дозатор поршневий автоматичний ДПА-50; 9. Спіральний швидкоморозильний апарат АШС-250; 10. Горизонтальна пакувальна машина Hualian DXDZ-350B; 11. Етикетувальний автомат АЕ-100; 12. Чеквейєр із металодетектором CW-1500MD; 13. Заклеювач коробів FXJ-5050A. 14. Палетообмотувач SIAT OneWrap.

Апаратурно-технологічна схема вдосконаленого виробництва заморожених напівфабрикатів Хачапурі по-аджарськи відображає послідовність технологічних стадій обробки сировини та перелік обладнання, що використовується на кожному етапі в умовах підприємства (рис. 2). Процес розпочинається з контрольного просіювання сухих компонентів у вібропросіювачі *(1)* ПВГ-600М протягом 1,0 год та підготовки рідкої фази в ємності *(2)* Г6-ОПБ-300 за температури 32–35 °С. Після цього у спіральному тістомісі *(3)* Diosna SP 120 D виконують 6 замісів тіста загальною тривалістю 2,0 год. Далі тісто залишають для релаксації у дежах *(4)* на 30 хв. Паралельно сир Сулугуні, охолоджений до −2…+2 °С, подрібнюють на вовчку *(5)* МП-82

протягом 0,75 год і змішують у вакуумній фаршемішалці *(6)* Л5-ФМ2-У-150 за розрідження 0,08–0,09 МПа. На наступному етапі на формувальній лінії *(7)* Rheon KN-550 протягом 6,5 год формують вироби з потоковим дозуванням яєчного жовтка за допомогою дозатора *(8)* ДПА-50.

Сформовані напівфабрикати піддають шоковому заморожуванню у спіральному апараті *(9)* АШС-250 за температури −35 °С протягом 25–30 хв, після чого герметично пакують на машині типу *(10)* Hualian DXDZ-350B зі швидкістю 15 уп./хв. Упаковані вироби етикетують за допомогою автоматичного етикетувальника *(11)* АЕ-100, проводять ваговий контроль і перевірку на наявність металевих включень на чеквейєрі з металодетектором *(12)* CW-1500MD. Далі продукцію укладають у гофрокороби, які заклеюють на заклеювачі *(13)* FXJ-5050A. Короби розміщують на палетах і обмотують плівкою за допомогою палетообмотувача *(14)* SIAT OneWrap, після чого направляють на зберігання за температури −18 °С.

Таблиця 10

Зведена таблиця розрахунку та підбору обладнання

№ з/п	Найменування та марка обладнання	Технічна продуктивність	Кількість одиниць, шт.	Потужність 1 од., кВт	Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм
1	Просіювач вібраційний ПВГ-600М	600 кг/год	1	0,55	850 × 620 × 1150
2	Ємність змішувальна з підігрівом Г6-ОПБ-300	300 л}	1	1,50	950 × 850 1450
3	Тістомісильна машина спіральна Diosna SP 120 D	120 кг/заміс (360 кг/год)	1	4,20	1280 ×760 ×1350
4	Діжа підкатна нержавіюча (комплектна)	180 л	2	-	760 × 760 × 820
5	Вовчок-подрібнювач для сиру МП-82	350 кг/год	1	2,20	780 × 450 × 920
6	Фаршемішалка лопатева вакуумна Л5-ФМ2-У-150	150 л (300 кг/год)	1	1,85	1150 × 680 × 1120
7	Автоматична лінія формування виробів з начинкою Rademaker / Rheon KN-550	до 200 кг/год (800 шт./год)	1	3,50	3400 × 950 × 1650
8	Дозатор поршневий автоматичний ДПА-50	до 1000 доз/год	1	0,40	650 × 450 × 1100
9	Спіральний	250 кг/год	1	18,50	4200 × 2800 × 2950

	швидкоморозильний апарат АШС-250				
10	Горизонтальна пакувальна машина Hualian DXDZ-350B	до 60 уп./хв	1	2,60	4020 × 770 × 1450
11	Етикетувальний автомат термотрансферний AE-100	до 80 шт./хв	1	0,35	700 × 500 × 900
12	Чеквейєр із металодетектором CW-1500MD	до 70 шт./хв	1	0,45	1100 × 650× 1050
13	Заклеювач коробів напівавтоматичний FXJ-5050A	до 15 кор./хв	1	0,20	1650 × 780 × 1350
14	Палетообмотувач напівавтоматичний SIAT OneWrap	до 20 пал./год	1	0,75	2450 × 1520 × 2400

3.4. Опис технології

Технологічний процес удосконаленої рецептури виготовлення напівфабрикату «Хачапурі по аджарськи» замороженого включає такі етапи: приймання, підготовка та контроль якості сировини (контрольне просіювання, очищення та аерація сипучих компонентів; підготовка рідкої фази та суспензії; попереднє охолодження сиру «Сулугуні»), приготування напівфабрикатів (тіста та начинки) (замішування тіста; попереднє вистоювання, релаксація тіста; подрібнення сиру «Сулугуні»; приготування сирної начинки), формування та декорування виробів (формування човників; нанесення кріомодифікованого жовтка), холодильне оброблення (шокове заморожування) (шокове заморожування), пакування, маркування та контроль якості (індивідуальне герметичне пакування; маркування; ваговий контроль та перевірка безпеки), групове пакування, палетизація та зберігання **(**групове пакування; палетизація;

транспортування та зберігання готової продукції**)** (рис. 8).

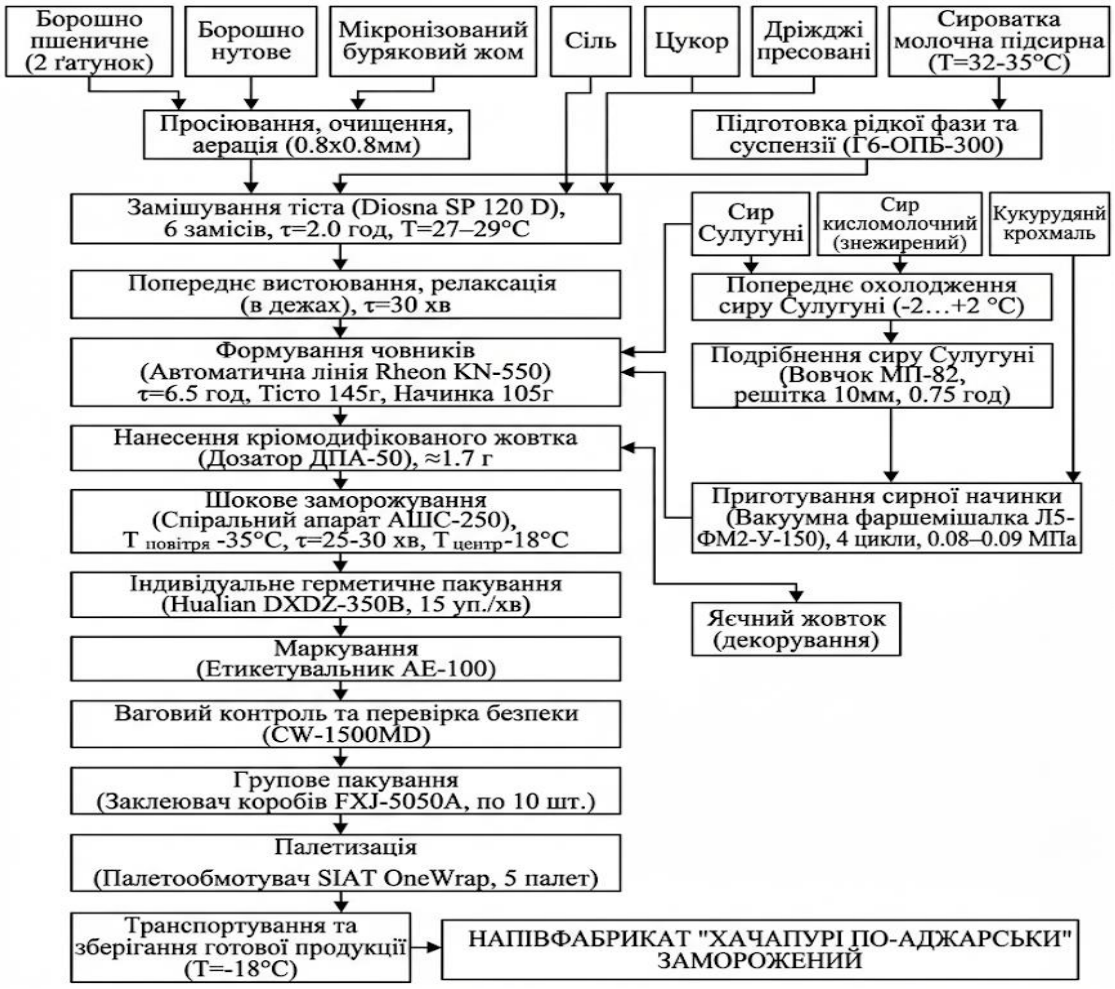

Рис. 8. Технологічна схема виробництва напівфабрикату

Приймання, підготовка та контроль якості сировини:

Просіювання, очищення та аерація сипучих компонентів. Процес передбачає механічне просіювання пшеничного борошна другого сорту, нутового борошна та мікронізованого бурякового жому крізь. Ця операція необхідна для видалення сторонніх домішок, руйнування грудок і насичення сухих компонентів повітрям (аерації), що сприяє подальшому бродінню та підніманню тіста.

Підготовка рідкої фази та суспензії. Процес передбачає контрольоване підігрівання підсирної молочної сироватки до оптимальної для активації дріжджів температури (32-35 °С), повне розчинення в ній рецептурної кількості солі й цукру та рівномірне диспергування пресованих хлібопекарських дріжджів. Це забезпечує однорідність рідкої фази та рівномірний розподіл компонентів перед замішуванням тіста [3, 30].

Попереднє охолодження і підготовка сиру. Операція передбачає витримування розсільного сиру Сулугуні за знижених температур - від −2 до +2 °С. Це ущільнює структуру сиру та запобігає його замазуванню, виділенню вільних жирів і деформації під час подальшого механічного подрібнення.

Приготування напівфабрикатів (тіста та начинки):

Замішування тіста. Технологічна операція передбачає інтенсивне механічне перемішування підготовлених сухих і рідких компонентів. Її виконують у 6 циклів загальною тривалістю 2,0 год у двошвидкісному режимі: спочатку - для рівномірного зволоження, потім - для розвитку клейковинного каркаса. У результаті формується еластична структура тіста з початковою температурою 27-29 °С.

Попереднє вистоювання і релаксація тіста. Замішане тісто витримують у підкатних діжах протягом 30 хв. Мета цієї операції - зняти внутрішні механічні напруження в клейковині, що виникли під час замішування, забезпечити часткове накопичення газоподібних продуктів бродіння та надати тісту реологічних властивостей, необхідних для легкого формування.

Подрібнення сиру. Охолоджений сир Сулугуні механічно подрібнюють через перфоровану решітку з отворами діаметром 10 мм протягом 0,75 год. У результаті отримують однорідну сирну крихту заданої дисперсності, що є критично важливим для рівномірного змішування компонентів начинки.

Приготування сирної начинки. Подрібнений сулугуні, знежирений кисломолочний сир, кукурудзяний крохмаль і функціональні добавки гомогенізують у чотири цикли під глибоким вакуумом (0,08-0,09 МПа). Вакуумування дає змогу видалити повітряні включення, запобігти окисненню жирів, ущільнити консистенцію та отримати однорідну пластичну масу, яка добре зберігає форму всередині виробу [3, 36].

Формування та декорування виробів:

Формування «човників». Автоматизований процес одночасного дозування тіста для оболонки масою 145 г і сирної начинки масою 105 г із подальшим формуванням виробу в традиційній формі відкритого човника загальною масою 250 г. Упродовж 6,5 години безперервної роботи лінія

забезпечує високу точність дозування та стабільність геометрії напівфабрикатів.

Нанесення кріомодифікованого жовтка. Операція передбачає потокове декорування поверхні сирної начинки невеликою кількістю кріомодифікованого яєчного жовтка за допомогою поршневого дозатора. Це дає змогу зберегти стабільність структури жовтка під час подальшого глибокого заморожування та випікання споживачем.

Холодильне оброблення (шокове заморожування):

Шокове заморожування. Процес інтенсивного теплообміну відбувається у спіральному швидкоморозильному апараті, де сформовані вироби обдуваються потоком повітря з температурою -35 °С протягом 25-30 хв. Мета операції - забезпечити швидку кристалізацію води з утворенням дрібних кристалів льоду, які не руйнують клітинну структуру тіста й начинки, та знизити температуру в центрі виробу до рівня не вище -18 °С.

Пакування, маркування та контроль якості:

Індивідуальне герметичне пакування. Процес укладання замороженого напівфабрикату на картонну підкладку та пакування в багатошарову бар'єрну плівку зі швидкістю 15 уп./хв. Таке пакування захищає продукцію від вологообміну, висихання (усушки) та сторонніх запахів під час зберігання.

Маркування. Автоматизоване нанесення етикеток на індивідуальну упаковку з повною інформацією про склад, харчову та енергетичну цінність, дату виготовлення й номінальну масу продукту, а також із детальною інструкцією для споживача щодо остаточного випікання.

Ваговий контроль та перевірка безпеки. Потокова контрольна операція, під час якої чеквейєр автоматично зважує кожен пакет і виявляє відхилення маси від норми, а вбудований металодетектор перевіряє готовий продукт на наявність випадкових металевих включень.

Групове пакування, палетизація та зберігання:

Коробування. Ручне або напівавтоматичне укладання індивідуально упакованих хачапурі в гофрокороби по 10 шт. у кожному з подальшим

механізованим заклеюванням клапанів клейкою стрічкою. Такий спосіб пакування забезпечує зручність транспортування та штабелювання.

Палетизація. Формування транспортних пакетів із гофрокоробів на європіддонах (по 80 коробів на палету) та їх щільне обмотування шарами стретч-плівки за допомогою палетообмотувача для забезпечення стійкості під час перевезення [36, 37].

Зберігання. На заключному етапі заповнені палети транспортують до низькотемпературних камер, де зберігають за стабільної температури −18 °C. Це забезпечує збереження початкових фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників продукції протягом усього терміну придатності.

Висновок до розділу 3. У третьому розділі дипломної роботи обґрунтовано та розроблено удосконалену технологію й апаратурно-технологічну схему виробництва заморожених напівфабрикатів «Хачапурі по-аджарськи» продуктивністю 1000 кг за зміну. Підібрано та розраховано сировину, виконано розрахунок і підбір обладнання, детально описано всі технологічні етапи й операції. Запропоновані технологічні рішення дають змогу знизити собівартість продукції завдяки раціональному використанню вторинної сировини, підвищити її харчову цінність і забезпечити стабільну якість напівфабрикатів упродовж тривалого зберігання.

РОЗДІЛ 4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКТУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

У цьому розділі представлено комплекс заходів із технохімічного, мікробіологічного та санітарно-гігієнічного контролю на всіх етапах технологічного процесу - від вхідного контролю сировини до відвантаження готової продукції. Відповідність показників якості та безпечності розробленого продукту оцінюють згідно з вимогами нормативної документації, зокрема ТУ У 10.8-40292090-001:2016 «Напівфабрикат борошняний заморожений. Хачапурі з сиром [35]», а також чинних санітарно-гігієнічних вимогам. Для запобігання небезпечних чинників у процесі виробництва розроблено план управління безпечністю харчових продуктів на основі принципів HACCP. План передбачає визначення критичних точок контролю (КТК), установлення критичних меж, процедур моніторингу та коригувальних дій (табл. 11) [2, 19].

Таблиця 11

Зведений план HACCP для критичних точок контролю (КТК)

Номер і назва КТК	Небезпечні чинники	Критичні межі	Система моніторингу	Коригувальні дії
КТК 1 (Б, Х) Приймання та вхідний контроль охолодженої й замороженої сировини (сир «Сулугуні», кисломолочний сир, сироватка, жовток)	Біологічні (Б): розвиток патогенної мікрофлори (*Salmonella*, *Listeria* тощо) через порушення холодового ланцюга. Хімічні (Х): перевищення рівнів залишків антибіотиків, мікотоксинів, пестицидів.	Температура охолоджених молочних продуктів: не вище +2…+6 °C. Температура замороженого жовтка: не вище −18 °C. Наявність супровідних документів та декларацій.	Вимірювання температури щупом у кожній партії постачання; візуальний огляд тари та перевірка документів комірником і інженером з якості.	Відхилення та повернення партії постачальнику у разі порушення температурних режимів або відсутності документів; ізоляція у карантинну зону.
КТК 2 (Ф) Контрольне просіювання сипучих компонентів (борошно 2-го сорту, нутове борошно, буряковий жом, цукор, сіль)	Фізичні (Ф): потрапляння сторонніх механічних домішок (металева стружка, камінці, скло, уламки тари).	Цілісність сит вібропросіювача ПВГ-600М (чарунки 0,8×0,8 мм); відсутність розривів сітки та справність магнітів.	Візуальний огляд стану сит та очищення магнітних уловлювачів оператором перед зміною і після кожної партії сировини.	Зупинка процесу, заміна пошкодженого сита, повторне просіювання всієї партії сировини від останньої перевірки.

КТК 3 (Б) Шокове заморожування сформованих напівфабрикатів	Біологічні (Б): розмноження мікрофлори в теплих напівфабрикатах (після замісу 27–29 °С).	Температура повітря в камері АШС-250: не вище −35 °С. Час: 25–30 хв. Температура в центрі виробу: не вище −18 °С.	Автоматична реєстрація параметрів камери датчиками; вибірковий контроль температури в центрі продукту голчастим термометром кожні 60 хв.	Зниження швидкості стрічки (збільшення часу заморожування) при відхиленні температури; переведення продукції на доморожування.
КТК 4 (Ф) Металодетекторний контроль упакованих виробів	Фізичні (Ф): потрапляння металевих фрагментів (уламків ножів, шнеків, решіток обладнання) у готовий виріб.	Чутливість металодетектора CW-1500MD: - чорні метали (≥1,5 мм); - кольорові (≥2,0 мм); - нержавіюча сталь (≥2,5 мм).	100% сканування кожної упаковки; перевірка спрацьовування тест-зразками перед зміною, кожні 2 години та в кінці зміни.	Автоматичне відбракування контамінованої упаковки; у разі збою металодетектора – зупинка лінії та повторне сканування продукції з моменту останньої перевірки.

Органолептичні показники напівфабрикату наведені в таблиці 12.

Таблиця 12

Органолептичні показники напівфабрикату

Назва показника	Характеристика та норма згідно з ТУ У 10.8-40292090-001:2016
Зовнішній вигляд	Вироби сформовані у вигляді характерного подовженого «човника» із загорнутими й защипаними краями тіста, без розривів оболонки та витікання начинки. Поверхня рівна, злегка припилена борошном або гладка; у центральній частині відкритої начинки рівномірно нанесений шар модифікованого яєчного жовтка. Вироби не злиплі, без тріщин і деформацій.
Колір	Тістової оболонки світло-кремовий із легким золотисто-коричневим відтінком; начинки від білого до світло-жовтого; жовткового центру насичено-жовтий.
Стан тіста та начинки на розрізі	Тістова оболонка рівномірна за товщиною, заморожена, без ознак розшарування та непромісу; начинка однорідна, соковита, щільна, з чітко вираженою волокнисто-зернистою структурою сирів «Сулугуні» та кисломолочного, без сторонніх включень.
Запах та смак	Властиві замороженому напівфабрикату з дріжджового тіста, розсільного та кисломолочного сирів, із легким приємним горіховим присмаком нутового борошна та вершковим відтінком молочної сироватки; після випікання - гармонійні, характерні для хачапурі по-аджарськи, без стороннього запаху й присмаку (гіркоти, прогірклості, плісняви).

Фізико-хімічні показники якості хачапурі наведені в таблиці 13.

Таблиця 13

Фізико-хімічні показники якості

Назва показника	Норма (значення)
Маса нетто одного виробу, г	250,0 ± 7,5 (відхилення ±3,0 %)
Масова частка начинки та жовткового центру до загальної маси напівфабрикату, %, не менше	42,5 (фактично 42,57 %)
Температура всередині продукту при випуску з підприємства, °С, не вище	-18,$
Масова частка вологи у напівфабрикаті, %, не більше	54,0
Кислотність титрована, град. Тернера (°Т), не більше	4,5 (для тістової оболонки) 90,0 (для сирної начинки)
Масова частка кухонної солі, %	0,9–1,2
Наявність сторонніх домішок та металомагнітних включень	Не допускається

Оскільки заморожений напівфабрикат не піддається попередньому випіканню на підприємстві, його мікробіологічні показники контролюють відповідно до вимог для заморожених борошняних напівфабрикатів із сирною начинкою (табл. 14).

Таблиця 14

Мікробіологічні показники безпечності

Назва показника	Допустимий рівень
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАнМ), КУО в 1 г продукту, не більше	$1,0 \times 10^5$
Бактерії групи кишкових паличок (БГКП / коліформи), в 0,01 г продукту	Не допускаються
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду *Salmonella*, в 25 г продукту	Не допускаються
Listeria monocytogenes, в 25 г продукту	Не допускаються
Staphylococcus aureus, в 0,1 г продукту	Не допускаються
Плісняві гриби та дріжджі (сторонні), КУО в 1 г продукту, не більше	$5,0 \times 10^2$ (для пліснявих грибів - не більше $1,0 \times 10^2$)

Екологізація виробництва

Будь-яке харчове виробництво, зокрема виготовлення заморожених борошняних і сирних напівфабрикатів, створює певне антропогенне навантаження на довкілля. Водночас упровадження сучасних біотехнологічних рішень і принципів безвідходного виробництва дає змогу істотно зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити високий рівень екологічної стійкості [15, 22].

Негативні екологічні чинники: Утворення органічних відходів і стічних вод. Регулярне миття та санітарна обробка технологічного обладнання приводять до утворення значних обсягів стічних вод. Вони містять високі концентрації органічних забруднювачів: залишки білків, жирів, сироватки та борошна. Це зумовлює високі показники хімічного споживання кисню (ХСК) і біохімічного споживання кисню (БСК).

Енергоємність і викиди парникових газів. Інтенсивне шокове заморожування −35 °C та подальше зберігання продукції за −18 °C потребують значних витрат електроенергії, що впливає на вуглецевий слід виробництва. Витоки синтетичних холодоагентів із холодильних контурів можуть посилювати глобальне потепління, а використання окремих типів фреонів також створює ризик руйнування озонового шару.

Пакувальні та полімерні відходи. Використання індивідуального пакування з полімерної плівки і групової гофрокартонної тари призводить до утворення пакувальних відходів. Для зменшення їхнього впливу на довкілля необхідно організувати роздільне збирання та передавання придатних матеріалів на вторинну переробку [18, 25].

Позитивні екологічні аспекти: Безвідходний підхід і вторинне використання сировини. Повна заміна питної води підсирною молочною сироваткою дає змогу використовувати цінний побічний продукт сироробної галузі та запобігати його скиданню в міську каналізацію, зменшуючи органічне навантаження на стічні води.

Екологічні переваги рослинних компонентів. Часткова заміна дефіцитного пшеничного борошна вищого сорту нутовим борошном зменшує потребу в пшеничній сировині та сприяє диверсифікації сільськогосподарського виробництва. Вирощування бобових культур збагачує ґрунт азотом завдяки природній азотфіксації та може знижувати потребу в мінеральних азотних добривах.

Енергоефективне холодильне обладнання. Застосування сучасних герметичних холодильних компресорів із частотними перетворювачами в поєднанні з холодоагентами з низьким потенціалом глобального потепління або

аміачно-вуглекислотними каскадними системами дає змогу зменшити питоме споживання електроенергії на одиницю готової продукції та знизити вплив холодильного обладнання на довкілля [15, 25].

Шляхи вирішення та екологічні заходи: Локальне очищення стічних вод. Встановлення жировловлювачів і ситових барабанних фільтрів на лінії миття для попереднього вилучення великих завислих частинок тіста та жиру перед відведенням стічних вод до загальнозаводської або міської каналізаційної мережі.

Вторинне використання та переробка відходів. Організація збирання органічних харчових відходів, які не підлягають поверненню у виробництво, для подальшого передавання на виробництво кормів або біогазові станції. Обов'язкове сортування пакувальних відходів, зокрема картону та полімерів, і передавання їх спеціалізованим підприємствам із переробки вторинної сировини.

Модернізація енергосистеми та екологічний моніторинг. Впровадження систем рекуперації тепла для використання теплової енергії, що виділяється холодильними агрегатами під час шокового заморожування, на потреби гарячого водопостачання підприємства. Забезпечення постійного автоматизованого контролю герметичності холодильних контурів для запобігання витокам холодоагентів [18, 22].

Висновок до розділу 4. У четвертому розділі детально розписано контроль безпечності та якості заморожених напівфабрикатів. Екологізація виробництва ґрунтується на принципах безвідходності й передбачає повну заміну деяких компонентів на корисні рослинні, а також упровадження сортування відходів і рекуперації енергії холодильних установок. Сукупність цих заходів сприяє мінімізації негативного впливу на довкілля.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Вихідні дані для розрахунку взято на 1000 кг готового продукту, маса одного виробу - 250 г, кількість готової продукції - 4000 шт. Технологічні

втрати становлять 2,5 %. Для удосконаленої рецептури враховано заміну борошна вищого сорту сумішшю пшеничного та нутового борошна з буряковим жомом, питної води - підсирною сироваткою, а курячого яйця - модифікованим жовтком із кріопротектором.

Для визначення собівартості приймаємо орієнтовні закупівельні ціни на сировину станом на 01.10.2026 р. (табл. 15).

Таблиця 15

Прийняті розрахункові ціни на сировину

Найменування сировини	Ціна, грн/кг	Найменування сировини	Ціна, грн/кг
Борошно пшеничне вищого сорту	30,00	Сіль кухонна	15,00
Борошно пшеничне другого сорту	26,00	Дріжджі пресовані	100,00
Борошно нутове	160,00	Сир «Сулугуні»	300,00
Порошок бурякового жому	80,00	Сир кисломолочний знежирений	120,00
Вода питна	0,50	Крохмаль кукурудзяний	45,00
Сироватка підсирна	8,00	Яйце куряче (у перерахунку на кг)	90,00
Олія соняшникова	75,00	Модифікований жовток із кріопротектором	180,00
Цукор	35,00		

Розрахунок вартості сировини здійснюємо за формулою:

$$В = М \times Ц$$

де: В – загальна вартість сировини, грн; М - маса окремого компонента, кг; Ц - ціна одиниці сировини, грн/кг.

Для врахування технологічних втрат у розмірі 2,5 % застосовуємо коефіцієнт 1,025 (табл. 16).

Таблиця 16

Розрахунок вартості основної сировини на 1000 кг продукції

Показник	Традиційна рецептура	Удосконалена рецептура
Вартість сировини без урахування втрат, грн	113855,87	137335,75
Коефіцієнт витрат	1,025	1,025
Вартість сировини з урахуванням втрат, грн	116702,26	140769,14

Отримані результати свідчать, що вартість сировини за удосконаленою рецептурою збільшується на 24066,88 грн на 1000 кг готової продукції. Це пояснюється насамперед використанням нутового борошна, модифікованого яєчного жовтка та мікронізованого бурякового жому, які мають вищу закупівельну вартість порівняно з традиційними компонентами.

Для обох рецептур передбачається однакова система пакування, тому витрати на допоміжні матеріали приймаємо однаковими (табл. 17).

Таблиця 17

Вартість допоміжних і пакувальних матеріалів

Найменування	Кількість	Ціна одиниці	Загальна вартість, грн
Полімерна бар'єрна плівка, кг	12,91	180,00 грн/кг	2323,80
Підкладка з ламінованого картону, шт.	4040	3,50 грн/шт.	14140,00
Індивідуальна етикетка, шт.	4060	0,50 грн/шт.	2030,00
Гофрокороб, шт.	404	25,00 грн/шт.	10100,00
Групова етикетка, шт.	404	0,50 грн/шт.	202,00
Клейка стрічка, м	448,8	0,62 грн/м	278,66
Стретч-плівка, кг	1,75	190,00 грн/кг	332,50
Разом			**29406,96**

Таким чином, загальна вартість допоміжних і пакувальних матеріалів для виготовлення 1000 кг замороженого напівфабрикату становить 29406,96 грн.

Повну виробничу собівартість визначаємо як суму витрат на основну сировину, допоміжні та пакувальні матеріали, оплату праці й загальновиробничі потреби (табл.17).

Таблиця 17

Порівняльна виробнича собівартість замороженого напівфабрикату «Хачапурі по-аджарськи» на 1000 кг

Стаття витрат	Традиційна рецептура, грн	Удосконалена рецептура, грн
Основна сировина	116702,26	140769,14
Допоміжні та пакувальні матеріали	29406,96	29406,96
Оплата праці	12000,00	12000,00
Електроенергія	4500,00	4500,00
Водопостачання та санітарна обробка	1500,00	1500,00
Амортизація та обслуговування	2500,00	2500,00
Повна виробнича собівартість	**166609,22**	**190676,10**
Собівартість 1 кг продукції, грн	166,61	190,68
Собівартість одного виробу (250 г), грн	41,65	47,67

За результатами розрахунків встановлено, що виробнича собівартість 1000 кг продукції за удосконаленою рецептурою збільшується на 24066,88 грн, або на 14,44 % порівняно з традиційною рецептурою.

Водночас підвищення собівартості необхідно розглядати з урахуванням функціональних і технологічних переваг удосконаленого продукту, зокрема використання рослинних білкових компонентів, молочної сироватки та кріопротекторного яєчного компонента.

Для визначення економічної ефективності приймаємо такі проєктні відпускні ціни: традиційна рецептура - 250 грн/кг; удосконалена рецептура – 280 грн/кг.

Підвищену ціну удосконаленого напівфабрикату обґрунтовуємо його рецептурними особливостями та позиціонуванням як продукту з підвищеною біологічною цінністю (табл. 18).

Дохід від реалізації визначаємо за формулою:

$$Д = Q \times Ц,$$

де Q – обсяг виробництва, кг; Ц – ціна реалізації 1 кг продукції, грн.

Прибуток від реалізації:

$$П = Д – С_{вир},$$

де $С_{вир}$ - собівартість виробництва,

Рівень рентабельності:

$$Р = \frac{П}{Свир} \times 100\ \%$$

Таблиця 18

Порівняльна економічна ефективність виробництва

Показник	**Традиційна рецептура**	**Удосконалена рецептура**
Обсяг виробництва, кг	1000	1000
Кількість виробів, шт.	4000	4000
Собівартість 1 кг, грн	166,61	190,68
Відпускна ціна 1 кг, грн	250,00	280,00
Виручка від реалізації, грн	250 000,00	280 000,00
Виробнича собівартість, грн	166 609,22	190 676,10
Прибуток, грн	**83 390,78**	**89 323,90**
Прибуток на 1 кг, грн	83,39	89,32
Прибуток на один виріб, грн	20,85	22,33
Рентабельність, %	**50,05**	**46,85**

Розрахунки показують, що за прийнятих умов реалізації удосконалена рецептура забезпечує отримання прибутку в розмірі 89323,90 грн на 1000 кг продукції, що на 5933,12 грн більше порівняно з традиційною технологією.

При цьому рівень рентабельності знижується з 50,05 до 46,85 %. Така тенденція зумовлена випереджальним зростанням собівартості порівняно з відносним приростом відпускної ціни.

Висновок до розділу 5. У розділі розраховані економічні показники (собівартость, виручка, прибутку та рівень рентабельності).

ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційній магістерській роботі був проведений аналіз літературних джерел щодо сучасного стану ринку заморожених борошняних напівфабрикатів та перспектив раціонального використання вторинних сировинних ресурсів і нетрадиційних рослинних компонентів. Також визначено та сформульовано мету і відповідні завдання.

2. Для удосконаленого технологічного процесу була досліджена та підібрана сировина для виробництва 1000,0 кг готового замороженого напівфабрикату масою одного виробу 250,0 ± 7,5 г. Також за удосконалення до тістової основи – 574,30 кг входить: пшеничне борошно 2 ґатунку – 135,69 кг, нутове борошно – 203,53 кг, мікронізований порошок бурякового жому – 13,57 кг, підсирна молочна сироватка – 186,57 кг; до сирної начинки – 418,93 кг: сир сулугуні – 254,41 кг, знежирений кисломолочний сир – 152,65 кг, кукурудзяний крохмаль – 8,48 кг, сіль – 3,39 кг; кріомодифікований яєчний жовток із кріопротектором – 6,77 кг.

3. Відповідно до розробленої апаратурно-технологічної схеми виробництва було підібрано та розраховано обладнання. Також наведено детальний опис усіх етапів технологічного процесу – від підготовки сировини й дозування компонентів до шокового заморожування та пакування готової продукції (бар'єрна плівка - 12,91 кг, картонні підкладки – 4040 шт., етикетки – 4060 шт., гофрокороби – 404 шт., скотч – 448,8 м, палетна стретч-плівка – 1,75 кг з урахуванням технологічного браку).

4. У розділі 4 наведено показники безпечності та якості харчового продукту згідно системи НАССР, а також окреслено заходи щодо екологізації виробництва.

5. Економічні розрахунки підтверджують високу ефективність впровадження удосконаленої технології, що дає змогу отримати чистий прибуток - 89323,90 грн грн., але при цьому рівень рентабельності знизився на 3,2 %, через зростання собівартості порівняно з відносним приростом відпускної ціни.

ПРОПОЗИЦІЇ

Ринок заморожених напівфабрикатів стрімко зростає завдяки попиту на свіжу випічку, яку можна швидко приготувати без складного виробничого циклу. Сучасні технології шокового заморожування дають змогу місяцями зберігати поживну цінність і свіжість виробів без штучних консервантів. Водночас вони потребують ретельного добору якісної сировини, щоб захистити тісто від кріодеструкції.

Практичні рекомендації для виробництва передбачають упровадження розробленої рецептури заморожених хачапурі з повною заміною води підсирною молочною сироваткою, використанням композитного борошна з додаванням нутового борошна й мікронізованого бурякового жому, а також застосуванням кріомодифікованого яєчного жовтка. Такий підхід дає змогу раціонально використовувати вторинні сировинні ресурси харчової промисловості, підвищити харчову цінність виробу та забезпечити безвідходність і екологічну стійкість технологічного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аудит і контроль якості харчових продуктів у країнах ЄС та світу / Г. Толок та ін. / Measuring and Computing Devices in Technological Processes. 2024. No. 4. P. 18–22.

2. Впровадження системи НАССР для операторів ринку харчових продуктів : практичний посібник / А.С. Ткаченко та ін./ за загальною редакцією А.С. Ткаченко. Полтава : ПУЕТ, 2020. 139 с.

3. Гніцевич В.А. Харчові технології. Технологія продуктів тваринного походження: навч. посібник. Кривий Ріг, ДонНУЕТ. 2022. 246 с.

4. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. [Чинний від 2017-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.

5. ДСТУ 3976-2000. Крохмаль кукурудзяний сухий. Технічні умови. [Чинний від 2001-07-01]. Київ: Держстандарт України, 2001. 18 с.

6. ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. [Чинний від 2019-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 29 с.

7. ДСТУ 4554:2006. Сир кисломолочний. Технічні умови. [Чинний від 2007-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 20 с.

8. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. [Чинний від 1999-08-15]. Київ: Мінагропром України, 1999. 23 с.

9. ДСТУ 4623:2006. Цукор білий. Технічні умови. [Чинний від 2007-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 20 с.

10. ДСТУ 7515:2014. Сироватка молочна. Технічні умови. [Чинний від 2015-02-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 21 с.

11. ДСТУ 4818:2007. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. [Чинний від 2009-01-01].Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 27 с.

12. ДСТУ 5028:2008. Яйця курячі харчові. Технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 21 с.

13. ДСТУ 7996:2015. Сири розсільні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 15 с.

14. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 30 с.

15. Закон України «Про управління відходами» від 20.06.2022 № 2320-IX. С.6.

16. Закон України Про Основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів. 2024. С. 72.

17. Івченко В.М., Полонська О.М., Солошонок А.Л. Сучасні реалії ринку хлібопекарської продукції в Україні. Економічний простір. 2025. № 204. С. 124–130.

18. Ігнатенко П. В., Данильчук В. А. Екологія та екологічна безпека на підприємствах харчової промисловості. Київ : Кондор, 2021. 256 с.

19. Козаченко Т. М., Остапчук М. М., Черевко О. І. Забезпечення якості та безпеки харчових продуктів:навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 224 с.

20. Ладика В.І., Шильман Л.З., Перцевой Ф.В. Сучасні досягнення харчової науки: навчальний посібник. Олді Плюс, 2022. 352 с.

21. Легеза Д.Г., Сокіл Я.С., Куліш Т.В. Поведінка споживачів на ринку борошна в країнах Європейського Союзу. Економіка, управління та адміністрування. 2023. № 3 (105). С. 43–50.

22. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Поздній Є.В. Екологічне інспектування: практикум з навчальної дисципліни для здобувачів першого рівня вищої освіти спеціальності 101 Екологія. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 155 с.

23. Новойтенко І.В., Малиновський В.В. Стан та основні тренди розвитку хлібопекарської промисловості України. Ефективна економіка. 2020.

24. Остенська Т. Л. Організація виробництва на підприємствах харчової промисловості: підручник. Київ. Кондор. 2020. 723 с.

25. Паламарчук А.С., Кушніренко Н.М., Глушков О.А. Контроль якості, безпека та екологія в галузі. Навчальний посібник до лабораторних занять. Одеса : Видавничий дім “Гельветика”, 2020. 92 с.

26. Самойлик Ю.В., Жайворон Д.С. Агропродовольчий ринок: етапи та сучасні тенденції розвитку. Наукові праці МАУП. Економічні науки. 2024. Випуск 3 (75). С. 12–18.

27. Сичевський М.П., Шпичак О.М., Коваленко О.В., Куць О.І., Бокій О.В. Тенденції та перспективи розвитку хлібопекарського виробництва в європейських країнах. Економіка АПК. 2020. № 7. С. 54–67.

28. Стеценко Д., Рогач С. Аналіз стану ринку заморожених борошняних та хлібобулочних продуктів в Україні. *Економіка та суспільство*, 2026. (86). С. 1-7. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-86-114

29. Стеценко Д.О. Аналіз стану ринку заморожених хлібобулочних продуктів в Україні. Економічні дні – 2026: матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів (м. Київ, 2026 р.). Київ : НУБіП України, 2026.

30. Технологія борошняних виробів грузинської кухні з використанням аглютенового борошна / А.В. Антоненко, О.В. Василенко, Ю.В. Земліна, Т.В. Бровенко, Н.М. Стукальська, Г.А. Толок / Вісник Хмельницького національного університету, 2021. Вип. 3, Т. 297. С. 143-150.

31. Тригуба І. Розвиток національної грузинської кухні. Менеджмент XXI століття: сучасні моделі, стратегії, технології. Вінниця: Центр підготовки наукових та навчально-методичних видань ВТЕІ КНТЕУ, 2021.Ч. 2. Вінниця. 2021. 330 с.

32. ТУ У 10.6-32438841-001:2018. Борошно з зернобобових та олійних культур. Технічні умови. 2018. 23 с. (Технічні умови України).

33. ТУ У 10.8-32438841-004:2020. Меланж (або жовток) яєчний рідкий термостабільний кріомодифікований. Технічні умови. 2020. 22 с. (Технічні умови України).

34. ТУ У 10.8-37965412-003:2018. Волокна харчові бурякові мікронізовані. Технічні умови. 2018. 22 с. (Технічні умови України).

35. ТУ У 10.8-40292090-001:2016. Напівфабрикат борошняний заморожений. Хачапурі з сиром. Технічні умови. 2016. 22 с. (Технічні умови України).

36. Харчові технології. Практикум: навч. посіб. / О. В. Самохвалова та ін./ Х.: ДБТУ. 2023. 417 с.

37. Черевко О., Крайнюк Л., Касілова Л. Методи контролю якості харчової продукції: навч. посібник.: Суми, ВТД «Університетська книга». 2022. 508 с.

38. Ясницька В. Хлібозавод Chanta Mount відновлює виробництво на Київщині. Landlord. URL:https://landlord.ua/news/investytsii/khlibozavod-chanta-maunt-vidnovliuie-vyrobnytstvo-na-kyivshchyni/