

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

Факультет ТВПШТСБ

**Кафедра переробки продукції тваринництва та харчових технологій
Спеціальність 181 – «Харчові технології»
Ступінь вищої освіти «Бакалавр»**

«Допустити до захисту»

«Рекомендувати до захисту»

Декан _____ Михайло ГИЛЬ Зав. кафедри _____ Олена ПЕТРОВА

«_____» _____ 2026 р. «_____» _____ 2026 р.

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕФІРУ З ОБЛІПХОЮ В УМОВАХ ТОВ
«ТЕРНОВСЬКИЙ ХЛІБЗАВОД» М. МИКОЛАЇВ
04.04 – КР 59-О 23 04 26. 018**

Виконавець:

здобувачка вищої

освіти IV курсу _____ Тетяна ЧЕРНОУСОВА

Науковий керівник:

доцентка _____ Наталя ШЕВЧУК

Рецензент:

ст. викладачка _____ Алла ЗЮЗЬКО

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Аналіз ринку кондитерських виробів	7
1.2. Інноваційні рішення у виробництві зефірної продукції	11
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	17
2.1. Місце і об'єкт дослідження	17
2.2. Методика виконання роботи	19
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
3.1. Класифікація та асортимент продукції підприємства	24
3.2. Технологічні схеми виробництва зефіру	25
3.3. Розрахунок маси сировини і готової продукції	31
3.4. Розрахунок одиниць технологічного обладнання для виробництва зефіру	35
3.5. Розрахунок виробничих площ цеху	37
3.6. Опис технології виробництва зефіру	39
3.7. Система управління якістю та безпечністю на виробництві	41
3.7.1. Оцінка якості готового продукту	41
3.7.2. Розроблення харчової безпечності в технології зефіру	46
3.8. Розрахунок чисельності працівників виробництва	48
3.9. Розрахунок витрат ресурсів на виробництво продукції	50
3.10. Будівельні рішення	54
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
ВИСНОВКИ	63
ПРОПОЗИЦІЇ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66

					Арк.
					2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота викладена на 70 сторінках комп'ютерного тексту, містить 3 рисунки, 12 таблиць та 33 найменування літературних джерел.

У кваліфікаційній роботі виконано продуктовий розрахунок лінії на 1000 кг готового продукту, який показав, що за рахунок високої солодкості фруктози, натурна маса підсолоджувачів знижується на 15,1% (до 382,23 кг). Здійснено підбір та розрахунок обладнання, де обґрунтовано заміну відкритого котла на вакуум-апарат МЗ-382 та впровадження тунельної конвекційної сушильної камери, що дозволило скоротити виробничий цикл вистоювання з 24 до 4-5 годин. Розраховано будівельні параметри цеху (сітка колон 6×18 м, площа 108 м²), що забезпечує зменшення дефіциту виробничих площ на 13,3% та гарантує повну прямотоковість процесів за вимогами НАССР. Визначено три критичні контрольні точки: ККТ-1 – деспінізація обліпихи на ситах ≤0,5 мм, ККТ-2 – параметри вакуум-варіння, ККТ-3 – фінішна металодетекція, що гарантує абсолютну безпечність продукту. Використання вакуум-технології знижує витрати технологічної пари на 37,2%, автоматизація лінії дозволяє скоротити штат на 3 особи у зміну, а продуктивність праці робітників зростає на 42,9%.

Отриманий зефір отримав високу експертну оцінку (4,88 балів проти 4,44 у контролі) та може бути рекомендований для масового виробництва як продукт спеціального дієтичного призначення.

						Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ТОВ – товариство обмеженої відповідальності

ККТ – контрольні критичні точки

СР – суха речовина

США – Сполучені штати Америки

ОАЕ – Об'єднані Арабські Емірати

ЄС – Європейський Союз

СНД – Співдружність незалежних держав

АТО – антитерористична операція

ПАТ (ПрАТ) – приватне акціонерне товариство

ТМ – торгова марка

ТДВ – товариство з додатковою відповідальністю

ПВТФ – приватна виробничо-торгівельна фірма

ДСТУ – державний стандарт України

ТУ – технічні умови

t – температура

						Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сучасний етап розвитку кондитерської галузі України характеризується стрімким зростанням попиту на продукти функціонального, дієтичного та лікувально-профілактичного призначення. Традиційні пастильні вироби, зокрема зефір, мають високий глікемічний індекс через значний вміст сахарози та патоки, що робить їх недоступними для споживачів із цукровим діабетом, метаболічним синдромом або порушеннями обміну речовин. Крім того, класичні рецептури практично не містять есенціальних мікронутрієнтів.

Зефір – різновид клеєної пастили, яку формують відливом. Він має привабливу форму з рифленою поверхнею, складається з двох половинок, склеєних між собою та обсипаних цукровою пудрою. Для збивання зефірної маси використовують яблучне пюре з підвищеним вмістом сухих речовин і пектину; додають збільшену кількість яєчного білка; застосовують більш тривале збивання суміші.

У зв'язку з цим актуальним науково-практичним завданням є розроблення технології дієтичного зефіру шляхом повної заміни цукру на термолабільну фруктозу та збагачення продукту нативними біологічно активними речовинами високовітамінної місцевої сировини – обліпихи.

Метою роботи є розроблення інноваційної технології яблучно-обліпихового зефіру на фруктозі

Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання: проаналізувати сучасні літературні джерела та асортимент зефірної продукції; розрахувати матеріальний баланс; обґрунтувати та підібрати технологічне обладнання та виконати розрахунок їх кількості; розрахувати необхідні виробничі площі цеху та розробити будівельне рішення; дослідити показники якості готового продукту (органолептичні, фізико-хімічні) та вивчити зміни вологи в процесі зберігання; розробити модель системи харчової безпеки НАССР із визначенням критичних контрольних точок (ККТ); розрахувати витрат паливно-енергетичних ресурсів та чисельності працівників.

						Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єкт дослідження – технологія пастильних кондитерських виробів (зефіру) функціонального призначення.

Предмет дослідження – рецептурні компоненти (фруктоза, обліпихове та яблучне пюре, агар-агар, яєчний білок), технологічні параметри вакуум-уварювання, аерації, конвекційного сушіння, а також фізико-хімічні, органолептичні та структурно-механічні показники якості зефіру.

Методи дослідження – інженерно-розрахункові, рефрактометричні, титрометричні, об'ємні, органолептично-профільні та математично-статистичні методи обробки експериментальних даних.

Використання фруктової пудри для обсипання не лише забезпечує виробу завершений естетичний вигляд із гармонійним кольоровим профілем, але й виконує роль додаткового вологоутримувального бар'єра. Завдяки герметичному пакуванню та міцному зв'язуванню вологи фруктозою, продукт гарантовано зберігає нативну м'якість та еластичність серцевини протягом усього терміну придатності (30 діб) без ризику передчасного черствіння чи цукрового посивіння.

						Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Аналіз ринку кондитерських виробів

Кондитерське виробництво України є висококонцентрованим. Якість виробів знаходиться на високому рівні. Для новачків велика кількість підприємств в кондитерській галузі є бар'єром для виходу на ринок. Перспективним напрямом розвитку для вітчизняних компаній вважається розширення асортиментної політики підприємств при врахуванні світових тенденцій на кондитерському ринку, зокрема розширення присутності на ринку Азії, які характеризуються високою щільністю населення та не достатнім рівнем задоволення попиту споживачів [1].

Ринок кондитерських виробів в Україні дуже конкурентний та стрімко розвивається і змінюється під впливом пандемії й воєнного стану. Попит на солодощі серед населення є достатньо високим. З його зростанням підвищуються вимоги до якості, асортименту, пакування, додаткових характеристик тощо. Все це призводить до підвищення конкуренції серед виробників, вихід на ринок нових гравців, необхідності пошуку нових ринків збуту. Аналізуючи динаміку розвитку галузі виробництва кондитерських виробів варто відмітити, що попит на солодощі та інші кондитерські вироби зростає [2].

Рівень споживання кондитерських виробів в Україні складає 15 кг на душу населення в рік. За цим показником Україна займає 8-ме місце в світі за споживанням кондитерських виробів. Переважна частина споживачів відноситься до категорії – від 18-ти до 55-ти років, з них 67% – жінки, 33% – чоловіки. Сьогодні, на ринку кондитерських виробів України працюють більше 850 підприємств. Найбільшими серед них виробники: «Roshen», «АВК», «Konti», «Світоч», «Mondeliz». Також ринок забезпечують такі виробники кондитерських виробів: «Бісквіт-Шоколад», «Житомирські

						Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ласощі», «Полтава-кондитер», «Ярич», «Монделіс Україна» та інші. Відмітимо, що окупанти обстріляли фабрику «Монделіс Україна» та вона одна з найбільших виробників кондитерських виробів, яка понесла значних збитків.

Найуспішнішим кондитерським підприємством та лідером українського ринку кондитерських виробів є компанія «Roshen» з часткою ринку в 25%. Найбільшими конкурентами «Roshen» є компанія «Mondeliz» з часткою ринку 20%, «Konti» з часткою ринку 16%, «АВК» частка ринку – 15%, компанія «Світоч», яка здійснює свою діяльність під управлінням міжнародної компанії Nestle, з часткою ринку, яка складає 11%. На ринку також є такі відомі підприємства як: «Бісквіт-Шоколад» з часткою ринку, яка складає 4%, «Житомирські ласощі» частка ринку – 2%, «Полтава-кондитер» з часткою ринку 1%, «Ярич» частка ринку якого складає 3% та інші підприємства [3].

Попит на солодощі в період пандемії залишається високим та є одною із найбільш популярних категорій для купівлі споживачами [3]. Щодо ситуації на міжнародних ринках кондитерських виробів, то обсяги закупівель солодощів в 2020 році за кордоном збільшилися на 28% [9].

Корпорація «Roshen» – безперечний лідер українського ринку кондитерської продукції. Компанія збуває свою продукцію на вітчизняному та на міжнародному ринках. Компанія існує з 1996 року. Продукцію можна купити в США, Канаді, ОАЕ, Китаї, Японії, Алжирі, Ізраїлі, країнах ЄС, і СНД. Roshen стабільно входить в топ 100 кондитерських компаній світу. Споживачі люблять і довіряють торговій марці, вона асоціюється з будинком і надійністю, мережа їх фірмових магазинів збільшується, як і асортимент продукції [1].

Група «Конті» заснована була в 1997 році, і входить в трійку лідерів українського ринку кондитерських виробів. У 2015 році також потрапили в топ 100 кондитерських компаній ринку. Виробничі активи компанії включають в себе п'ять фабрик, з яких дві зараз знаходяться на окупованих територіях. Компанія експортує продукцію в усі країни СНД. Однією з візитних карток компанії є вафельна шоколадна цукерка – «Джек» [2].

«АВК» компанія працює з 1991 року, основні виробничі потужності

						Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знаходяться в Дніпропетровській області – це фабрика площею 14639 кв. м. Експортує в більш ніж 20 країн світу, серед яких Німеччина, Великобританія, Латвія, і Ізраїль. У світовому рейтингу кондитерів у 2015 році компанія зайняла 59 місце. Компанія робить акцент на виробництві шоколадних, пралінових і вафельних цукерок. Однією з найпопулярніших є серія «Труфальє». Компанія також постраждала через проведення АТО, оскільки їй довелося призупинити роботу Донецької та Луганської фабрик. Ще одна фабрика знаходиться в Мукачево (Закарпатська область), на її офіційному сайті шукають інвеститорів, готових вкласти гроші або викупити фабрику [1].

Nestle Україна на українському ринку з 1994 року, кондитерка – не основна спеціалізація корпорації. В Україні з 1998 року володіє брендом «Світоч». Найпопулярнішими є батончики – «Aero», «Nuts», «KitKat» (шоколадний бренд номер 3 в світі), Lion, Nesquik Fest, а також драже «сенсації» [2].

Кондитерская фабрика «Житомирські ласощі» входить до п'ятірки лідерів кондитерського ринку України. Продукція компанії розрахована швидше на споживача із середнім і низьким рівнем доходу. У компанії є лінійка для діабетиків, в яку входять цукерки на вагу. Також у компанії є серія «Халяль». Виробнича потужність підприємства – 80 тисяч тонн продукції на рік.

Бісквіт-Шоколад – харківське підприємство, існує з 2001 року, включає в себе 2 фабрики. Експортує у Казахстан, Киргизстан, Грузію, Азербайджан, Молдову, Латвію, Литву, Монголію, США, Канаду, Ізраїль, Німеччину. На експорт йде близько 30% усієї виробленої продукції. Карамель, цукерки (глазуровані і неглазуровані), шоколад, зефір, ірис, мармелад – основна продукція фабрики Харків'янка. Загалом «Харківська бісквітна фабрика» займається випуском борошняних кондитерських виробів [3].

ПАТ «Полтавкондитер» (торгова марка Домінік) – кондитерська фабрика виробляє до 200 тонн продукції в день, експортує в Естонію і Грузію, як і інші постраждала від російського ембарго на українські продукти.

						Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виробничі потужності – 2 фабрики, обидві в Полтаві. Бренд «Домінік» випускає близько 50 видів цукерок. З іншого боку, в регіонах продукцію частіше можна знайти на ринках або маленьких магазинчиках [3].

Монделіс Україна – український підрозділ швейцарського гіганта, до 2014 року називався «Крафт Фудз Україна», належить групі «Mondelēz InternationaL», найбільшого в світі виробника шоколаду, шоколадних цукерок і печива. Ця фірма найбільше постраждала від нападу росії на Україну.

На ринку України з'являється все більше виробників пастильних виробів, що використовують як класичні технології, так і власні розробки. Зефір відрізняється: пакуванням; наявністю глазури, зовнішнім виглядом та формою, кольором, смаком, консистенцією. Залежно від того, яка сировина була використана, відмінності є і в ціні виробів [3].

Ринок дієтичного зефіру є складовою частиною як ринку кондитерських виробів, так і ринку оздоровчого харчування. Частка України на світовому ринку кондитерської продукції, що оцінюється приблизно в 93 млрд дол. США, становить 0,9 %. Враховуючи, що загальна встановлена потужність в галузі знаходиться на рівні 1 млн т, виробничий потенціал України використовується не в повному обсязі [4]. Це дозволяє зробити висновки про можливий значний потенціал вітчизняних виробників, як на національному ринку, так й закордонних. До більшості продуктів для діабетиків додають цукрозамінники – ксиліт, сорбіт та ін. У США більше половини, а в Європі майже 25 % традиційно солодких продуктів випускається на їх основі. Більш ніж 70 % хворих на цукровий діабет використовують цукрозамінники та підсолоджувачі. Ці харчові добавки вводяться до рецептури продуктів не тільки для діабетиків, а й для людей з проблемою ожиріння [5].

На початку 90-х років в Японії було вперше введено в обіг та визначено категорію «продукти для спеціального дієтичного харчування» (foods for special dietary use), яка згодом трансформувалась у «продукти для специфікованого оздоровчого використання» (foods for specified health use – FOSHU), а у майбутньому в багатьох країнах стала базовою при віднесенні

						Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

харчових продуктів до функціональних (functional food) [7].

ТМ «Корисна кондитерська» розширила асортимент продукції та додала до «зефіру в шоколаді зі стевією», ще наступні позиції: зефір білий зі стевією в кокосовій стружці Family size, 500 г; зефір в шоколаді зі стевією та асаї беррі Family size, 600 г; зефір рожевий зі стевією і Асаї беррі в кокосовій стружці Family size, 500 г; новорічний зефір в шоколаді зі стевією [2].

Лева частка ринку належить двом виробникам зефіру, що зумовлює значну ринкову владу, можливість встановлювати високі ціни та визначати асортиментний профіль ринку. Основними каналами реалізації продукту є мережеві роздрібні підприємства (супермаркети та спеціалізовані кондитерські), а також маркетплейси та власні онлайн-магазини. Споживчі переваги змістилися на більш здорову і низькокалорійну кондитерську продукцію – дієтичний зефір, попит на який високий серед жінок і молоді, які дотримуються дієти [3].

Отже ринок дієтичного зефіру поділяється на дві ключові споживчі субсегменти: особи, які хворіють на цукровий діабет та жінки, які пропагують здоровий та активний спосіб життя. Ключовим обмеженням для ринку дієтичного зефіру є його вартість в порівнянні з простими солодощами, що робить даний продукт недоступним за ціною для пенсіонерів та інших соціально незахищених осіб. Маркетингові перспективи розвитку ринку дієтичних кондитерських виробів (на прикладі дієтичного зефіру) полягають у розширенні асортиментних позицій та забезпеченні цінової доступності продукції [3].

1.2. Інноваційні рішення у виробництві зефірної продукції

Зефір – різновид клеєної пастили, яку формують відливом. Він має привабливу форму з рифленою поверхнею, складається з двох половинок, склеєних між собою та обсипаних цукровою пудрою. Для збивання зефірної маси використовують яблучне пюре з підвищеним вмістом сухих речовин і

						Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пектину; додають збільшену кількість яєчного білка; застосовують більш тривале збивання суміші [1].

Науковцями було відібрано зразки для дослідження, а саме зефір таких торгових марок: Рошен (ПрАТ «Київська кондитерська фабрика «Рошен», м. Київ), Жако (ТОВ «Жако», м. Київ), Богуславна (ТОВ «Богуславський завод продтоварів», м. Богуслав), АРО (ТДВ «Продовольча компанія «ЯСЕН», м. Чернігів), CLEVER, Своя лінія і Перший ряд (ПВТФ «Кріоліт-Дніпро», м. Дніпро). За результатами дослідження якості за органолептичними та фізико-хімічними показниками встановлено, що всі зразки відповідають вимогам стандарту. Найбільшу кількість балів за 30-бальною шкалою набрали дослідні зразки зефіру ТМ Рошен (28,7), ТМ Жако (27,2) і ТМ Богуславна (26,8). Найвищу кількість балів за смаком та запахом не отримав жоден із досліджених зразків і тільки зефіру ТМ Рошен було виставлено найвищий бал за консистенцію [2].

Розглянуто питання щодо виготовлення зефіру в їстівному покритті з фруктовими порошками та оцінено органолептичні та фізико-хімічні показники. Визначено, що вологість зефіру в поліетиленовому пакуванні та в їстівному покритті практично однакова. Результати зміни маси досліджуваних зразків під час зберігання в їстівному покритті та в синтетичному пакуванні також майже однакові й знаходяться в межах статистичної похибки. Встановлено, що їстівне покриття має бар'єрні властивості, про що свідчить тривале збереження зефіру, тому воно може бути альтернативною заміною (частковою або повною) синтетичному пакуванню. Впровадження у виробництво кондитерських виробів з їстівним покриттям є ефективним рішенням, оскільки це уможливорює розширювати їхній асортимент та розробляти кондитерські вироби підвищеної харчової цінності, а також приводить до створення харчових продуктів із безпечним видом пакування як в плані харчової безпечності, так і безпеки для навколишнього середовища.

Більшість існуючих на сьогодні технологій виробництва зефіру пов'язані з внесенням препаратів харчових волокон, особливо іноземного

						Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва. Це обумовлює доцільність пошуку шляхів із упровадження вітчизняних технологій отримання сировини для кондитерського виробництва, що у своєму складі мають фізіологічно-функціональні інгредієнти на основі купажованих плодоовочевих паст [2].

Запропоновано спосіб виробництва зефіру з частковим внесенням пюре з дикорослої сировини (фізалісу, калини та терену). Унаслідок заміни яблучного пюре на 5% пюре калини, 15% пюре фізалісу та 10% пюре терену отримано оздоровчий ефект порівняно з традиційною рецептурою на яблучному пюре. Збільшується вміст пектинових речовин, клітковини, флавонолів у три рази, флавоноїдів на 36% та антоціанів на 57%. Порівняння вітамінно-мінерального складу традиційного зефіру та пюре, збагаченого дикорослими ягодами, підтверджує в останньому збільшення вмісту заліза, калію, фосфору та β -каротину [3].

Запропоновано внесення 25%, 50%, 75% та 100% розробленої купажованої пасти (яблуко – 60%; гарбуз – 20%; буряк – 20%) у технологію зефіру із заміною яблучного пюре з подальшим визначенням структурно-механічних властивостей. Контрольним зразком був зефір без добавок. Додавання купажованої плодоовочевої пасти призводить до зміни, в першу чергу: смаку, аромату та кольору зефірної маси [20].

У разі заміни яблучного пюре на купажовану пасту в кількості 25% від маси пюре органолептичні показники зефіру близькі до контрольного зразка, тільки колір набуває легкого рожевого відтінку. У разі заміни в 50% та 75% колір виробу стає світло-рожевим та рожевим, відповідно. У разі 50% заміни з'являється легкий приємний смак пасти, а при 75% заміні смак стає більш вираженим.

У зразку з повною заміною яблучного пюре смак та запах стають не властивими для зефіру, колір – близьким до бурякового відтінку, що негативно впливає на зовнішній вигляд, консистенцію, структуру зефіру та його споживчі властивості загалом. Підтверджено доцільність використання в рецептурному складі зефіру розробленої плодоовочевої пасти в кількості 75%

						Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

із заміною яблучного пюре.

Враховуючи тенденції до здорового харчування, зменшення алергенів в харчовій продукції, перехід на вегетаріанське харчування, релігійні заборони, сталий розвиток все більш актуальним є використання натуральної рослинної сировини. Розроблено технологію приготування зефіру з використанням рослинного піноутворювача – аквафаби. Органолептичні показники розробленого зефіру характеризуються високими показниками і наближаються до контролю [19].

Розробляється все більше вегетаріанських продуктів, які імітують властивості м'яса, молока та яєць. Серед білків тваринного походження білки яєчного білка широко використовуються завдяки їхнім функціональним властивостям, таким як утворення піни, емульгування та стабілізація. Однак яєчні білки тісно пов'язані з харчовою алергією. Алергії на яйця, підвищення обізнаності про здоров'я, а також збільшення частки веганів збільшують інтерес до білків рослинного походження, головним чином сої, гороху та нуту, як можливих продуктів на заміну білків тваринного походження [19].

Функціональні властивості бобових є важливими для їх поточного використання в харчових продуктах, і їх властивості досліджуються при розробці замінників тваринного білка. Дослідження аквафаби, як перспективного рослинного піноутворювача дозволяє розширити асортимент харчової продукції. Розроблений зефір з аквафабою з нуту має високі органолептичні показники і може бути рекомендований до впровадження в закладах ресторанного господарства [21].

Проаналізовано застосування пектину з вичавків ягід чорної смородини як драглеутворювача в технології виготовлення зефіру з пюре ягід агрусу. Встановлено, що вичавки смородини чорної можуть бути сировиною для отримання пектину. Ступінь естерифікації зразків пектину склав $70 \pm 2\%$, що дозволяє віднести пектин із вичавків смородини чорної до високоестерифікованих пектинів типу А, які здатні утворювати стійкі драглі. Вміст поліуронідів $71,5 \pm 0,2\%$ вказує на досить високий ступінь чистоти

						Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отриманих зразків пектину.

Визначено, що отримані зразки зефіру, до рецептури яких в ролі драглеутворювача входить пектин із вичавків смородини чорної, а в ролі фруктової сировини – пюре агрусу, відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 6441:2003 за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Готовий виріб не містить штучних ароматизаторів і барвників, має приємний виражений ягідний смак та запах, насичений рожевий колір, зумовлені нативними речовинами агрусового пюре. Вміст пектину в 100 г досліджуваного зразка становить $1,8 \pm 0,1\%$, Феруму – $5,6 \pm 0,1$ мг, вітаміну С – $0,05 \pm 0,01$ мг, що дає підстави розглядати цей вид зефіру як продукт, збагачений цінними нутрієнтами. Використання пектину з вичавків смородини чорної та агрусового пюре в рецептурі зефіру можна рекомендувати до впровадження у виробництво для отримання безпечного, смачного і корисного кондитерського виробу [20].

Зефір «Смарагд» має підвищений вміст білка, який забезпечує 3,5% від добової потреби, а також високий вміст харчових волокон, що сприяє радіопротекторним і сорбційним процесам в організмі. Дослідження показали підвищення коефіцієнта утилітарності на 0,32%, що свідчить про кращу амінокислотну збалансованість у порівнянні зі звичайною рецептурою [21].

Запропоновано рецептуру зефіру зі зниженою кількістю цукру та підвищеним вмістом волокон, який досягається за допомогою використання концентрованої бурякової пасти.

Створюючи зефір з підвищеним вмістом вітамінів та антиоксидантів використовують гарбуз, слива, червона смородина та чорниця. Заміна яблучного пюре на гарбузове в межах 5-20% впливає на консистенцію виробу: збільшується волога продукту, що ускладнює стабілізацію структури, однак смакові характеристики оцінено високо. Зефір зі сливовим пюре має приємний аромат ванілі, м'який фруктовий присмак та не надто виражену солодкість [22].

Зефір, у якому цукрову пудру замінено фруктозою для людей із

						Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цукровим діабетом. Цей компонент не лише виконує функцію підсолоджувача, а й покращує піноутворення білкової маси за рахунок зниження поверхневого натягу. Недолік рецептури – довготривале охолодження та сушіння, утворення надлишкової вологи (10-12%) і неможливість формування тонкої скоринки. Рішенням є підвищення масової частки сухих речовин у рецептурі до 63%, а у сиропі фруктози – до 92%, що дозволило скоротити час сушіння та стабілізувати структуру виробу [28].

Сучасний стан кондитерського ринку дозволяє констатувати стійкий тренд на функціоналізацію солодошів, так як покупці дедалі частіше обирають продукти зі зниженим вмістом цукру, відсутністю синтетичних барвників та доданою біологічною цінністю. Зефір має унікальну пеноподібну структуру, що робить його ідеальною основою для внесення ягідних наповнювачів. Тому, розробка технології зефіру з обліпихою є актуальним завданням.

						Арк.
						16
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт дослідження

ТОВ «Тернівський хлібзавод» – це сучасне хлібопекарське підприємство, розташоване в м. Миколаїв (мікрорайон Тернівка). Підприємство є одним з лідерів Півдня України з виробництва хліба та хлібобулочної продукції. Директор підприємства – Фаррух Шахбабаєвич.

Завод є одним із ключових виробників хлібобулочної та кондитерської продукції в регіоні, що забезпечує потреби як міста, так і області. Спеціалізація підприємства – виробництво широкого асортименту житньо-пшеничних виробів, батонів, здобної випічки та кондитерських виробів. Продукцію, яку випускає підприємство – виробництво хліба та хлібобулочних виробів; виробництво борошняних кондитерських виробів, тортів і тістечок нетривалого зберігання.

Підприємство орієнтоване на традиційні технології (безопарні та опарні способи приготування тіста) у поєднанні з сучасними методами пакування та подовження термінів свіжості. Вид діяльності підприємства – 10.71 – виробництво хліба та хлібобулочних виробів; виробництво борошняних кондитерських виробів, тортів і тістечок нетривалого зберігання.

Асортимент продукції ТОВ «Терновський хлібзавод»: хліб подовий Східний масою 0,62 кг, батон Східний – 0,45 кг, хліб з висівками – 0,50 кг, хліб подовий Східний Селянський – 0,60 кг, хліб подовий Східний Плетений – 0,60 кг, батон нарізний Східний – 0,45 кг, хліб Східний Сімейний – 0,80 кг, хліб нарізний Східний Сімейний – 0,80 кг, хліб нарізний Східний Сімейний – 0,40 кг, багет Східний – 0,30 кг, сайка – 0,10 кг, булочка Маківка – 0,10 кг, булочка з повидлом – 0,10 кг.

Потужності заводу включають кілька ліній, що дозволяє гнучко переходити від масових сортів хліба до дрібноштучної кондитерської

						Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продукції. Кондитерський цех має необхідне обладнання для збивання, відсадки та стабілізації пастильних виробів (міксери з регульованою швидкістю, температурні шафи, зони для вистоювання). На підприємстві діє лабораторія, яка здійснює вхідний контроль сировини та вихідний контроль готової продукції згідно стандартів.

Підприємство активно працює над дотриманням міжнародних стандартів безпеки харчових продуктів. На заводі впроваджена та функціонує система HACCP (ISO 22000).

Управління ТОВ «Тернівський хлібзавод» побудоване за лінійно-функціональним принципом, що забезпечує чіткий розподіл обов'язків та оперативність прийняття рішень. Адміністрація – директор, якому підпорядковуються головний інженер, головний технолог та комерційний директор. Виробничий відділ включає начальника виробництва та майстрів змін, які безпосередньо контролюють випуск продукції. Технологічна служба та відділ технічного контролю – відповідають за розробку нових рецептур, вхідний контроль сировини та дотримання параметрів HACCP. Логістичний відділ забезпечує доставку продукції до понад 200 торгових точок Миколаєва та області [5].

Пропонуємо на підприємстві запровадити у виробництво зефіру з обліпихою, що логічно вписується в стратегію підприємства щодо розширення лінійки «здорових» продуктів.

Вибір ТОВ «Тернівський хлібзавод» для впровадження технології зефіру з обліпихою зумовлений такими факторами: близькість до потенційних постачальників локальної ягідної сировини Півдня України; наявність універсального обладнання для приготування цукрово-агарових сиропів та збивання піноподібних мас; модернізація існуючої кондитерської лінії під випуск функціонального зефіру вимагає мінімальних капіталовкладень, але значно підвищує рентабельність цеху за рахунок преміальності нового продукту.

						Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Методика виконання роботи

Дослідження проведено на базі підприємства ТОВ «Терновський хлібзавод» та на кафедрі ППТтаХТ факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету, м. Миколаїв.

Експериментальні дослідження з розроблення та оцінки якості інноваційного яблучно-обліпихового зефіру на фруктозі виконувалися в кілька етапів відповідно до загальноприйнятих, стандартних та спеціальних методик. Математичне та інженерне моделювання поточно-механізованої лінії базується на розрахунках матеріальних балансів та кінетики масообміну. Лабораторні дослідження фізико-хімічних показників (масової частки вологи, загальної кислотності, вмісту сухих речовин) здійснювали згідно з діючими стандартами (ДСТУ 4683:2006).

Метою роботи є розроблення інноваційної технології яблучно-обліпихового зефіру на фруктозі

Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання: проаналізувати сучасні літературні джерела та асортимент зефірної продукції; розрахувати матеріальний баланс; обґрунтувати та підібрати технологічне обладнання та виконати розрахунок їх кількості; розрахувати необхідні виробничі площі цеху та розробити будівельне рішення; дослідити показники якості готового продукту (органолептичні, фізико-хімічні) та вивчити зміни вологи в процесі зберігання; розробити модель системи харчової безпеки НАССР із визначенням критичних контрольних точок (ККТ); розрахувати витрат паливно-енергетичних ресурсів та чисельності працівників.

Об'єкт дослідження – технологія пастильних кондитерських виробів (зефіру) функціонального призначення.

Предмет дослідження – рецептурні компоненти (фруктоза, обліпихове та яблучне пюре, агар-агар, яєчний білок), технологічні параметри вакуум-уварювання, аерації, конвекційного сушіння, а також фізико-хімічні,

						Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

органолептичні та структурно-механічні показники якості зефіру.

Методи дослідження – інженерно-розрахункові, рефрактометричні, титрометричні, об'ємні, органолептично-профільні та математично-статистичні методи обробки експериментальних даних.

Нами розроблено два зразки: контрольний – класичний зефір з 100% використанням яблучного пюре та дослідний зразок – на фруктозі і з використанням 70% яблучного пюре і 30% обліпихового пюре.

Для кожного інгредієнта маса сухих речовин ($G_{\text{ср}}$, кг) розраховується за формулою:

$$G_{\text{ср}} = \frac{G_{\text{нат}} \times W_{\text{ср}}}{100} \quad (1)$$

де $G_{\text{нат}}$ – маса в натурі, кг;

$W_{\text{ср}}$ – масова частка сухих речовин, %

На кондитерських підприємствах під час зважування, транспортування трубопроводами та збивання виникають незворотні технологічні втрат сухих речовин. Маса сухої речовини сировини з урахуванням цих втрат ($G_{\text{ср.втрат}}$, кг) розраховується за формулою:

$$G_{\text{ср.втрат}} = G_{\text{ср.готового}} \times \left(1 + \frac{V}{100}\right) \quad (2)$$

де $G_{\text{ср.готового}}$ – маса сухих речовин у готовій продукції (для 1 т зефіру вологістю 21% ця величина є константою: $1000 \times 0,79 = 790$ кг);

V – нормативні технологічні втрати сухих речовин для пастильних виробів на поточкових лініях (1,2-1,6%).

Під час приготування агаро-фруктозного сиропу відбувається видалення вологи (уварювання). Маса готового сиропу в натурі ($G_{\text{сир.нат}}$, кг) розраховують за балансом сухих речовин:

$$G_{\text{сир.нат}} = \frac{W_{\text{ср.компонентів}} \times 100}{W_{\text{ср.сиропу}}} \quad (3)$$

де $G_{\text{ср.компонентів}}$ – сумарна маса сухих речовин агару, води та фруктози, що йдуть на варіння;

$W_{\text{ср.сиропу}}$ – нормативна масова частка сухих речовин в увареному сиропі (84,5±0,5%).

						Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість вологи, що випаровується під час уварювання ($\Delta M_{\text{води}}$, кг), визначається як:

$$\Delta M_{\text{води}} = G_{\text{почат.нат.}} - G_{\text{сир.нат}} \quad (4)$$

Маса зефіру змінюється на етапі вистоювання та сушіння в камерах за рахунок видалення надлишкової вологи. Розрахунок маси готового продукту ($G_{\text{гот.нат.}}$, кг) здійснюється за формулою:

$$G_{\text{гот.нат.}} = G_{\text{відсад.нат.}} \times \frac{100 - W_{\text{початкова}}}{100 - W_{\text{кінцева}}} \quad (5)$$

де $G_{\text{відсад.нат.}}$ – маса зефірної маси, що надійшла на відсадку;

$W_{\text{початкова}}$ – вологість маси відразу після аератора (перед відсадкою);

$W_{\text{кінцева}}$ – нормативна вологість готового зефіру згідно з ДСТУ ($21 \pm 2\%$, тобто вміст сухих речовин 79%).

Розрахунок технологічного обладнання поділяють на дві категорії: обладнання періодичної дії – варильні котли, вакуум-апарати, протиральні машини, дефростери, які розраховують за місткістю або продуктивністю за один цикл роботи; обладнання безперервної дії – аераційні установки, зефіровідсадкові машини, охолоджувальні тунелі, які розраховують за годинною продуктивністю лінії.

Годинна продуктивність лінії за готовою продукцією ($A_{\text{год}}$, кг/год) визначається як:

$$A_{\text{год}} = \frac{M_{\text{зм}}}{2400 \times \tau_{\text{зм}}} \quad (6)$$

де $M_{\text{зм}}$ – змінна продуктивність цеху (1000 кг/змін);

$\tau_{\text{зм}}$ – тривалість зміни (8 годин).

Робочий об'єм апарата ($V_{\text{роб}}$, м³ або л) розраховується за формулою:

$$V_{\text{роб}} = \frac{G \times \tau_{\text{цикл}}}{\rho \times K_3} \quad (7)$$

де G – маса сировини, що надходить на переробку за годину, кг/год;

$\tau_{\text{цикл}}$ – тривалість повного циклу (завантаження + обробка + розвантаження), год;

ρ – густина маси, кг/м³ (або кг/л);

						Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_3 – коефіцієнт заповнення апарата (для варильних систем $K_3 = 0,7-0,8$; для збивальних $K_3 = 0,5-0,6$ через збільшення об'єму піни).

Кількість необхідних апаратів (n , шт) визначається як:

$$n = \frac{V_{\text{необх}}}{V_{\text{стандарт}}} \quad (8)$$

Кількість машин безперервної дії визначається через коефіцієнт завантаження обладнання (η):

$$\eta = \frac{A_{\text{лінії}}}{A_{\text{паспорт}}} \quad (9)$$

де $A_{\text{лінії}}$ – необхідна за технологічним балансом продуктивність, кг/год;

$A_{\text{паспорт}}$ – паспортна (номінальна) продуктивність машини за каталогом.

Загальна площа виробничого цеху ($F_{\text{заг}}$, м²) визначається за формулою:

$$F_{\text{заг}} = \frac{\sum f_{\text{обл}}}{K_{\text{в}}} \quad (10)$$

де $\sum f_{\text{обл}}$ – сумарна площа, яку займає безпосередньо технологічне обладнання в плані (геометрична проекція), м²;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання (завантаження) площі, який враховує проходи, проїзди, зони обслуговування обладнання та робочі місця.

Для кондитерських цехів із потоково-механізованими лініями, де є відсадкові машини, транспортери та зони вистоювання або сушіння згідно з нормами технологічного проектування (ВНТП) коефіцієнт $K_{\text{в}}$ приймається в межах 0,25-0,35. Приймаємо для розрахунку $K_{\text{в}}=0,30$.

Чисельність робітників на конкретній технологічній операції (N , чол.) розраховується за формулою:

$$N = \frac{M}{N_{\text{вир}} \times T_{\text{зм}} \times K_{\text{в.н.}}} \quad (11)$$

де M – змінна продуктивність лінії (обсяг перероблюваної сировини або випуску готової продукції), кг;

$N_{\text{вир}}$ – норма виробітку на одного робітника за годину, кг/год;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни (8 годин);

$K_{\text{в.н.}}$ – коефіцієнт виконання норм (приймаємо $K_{\text{в.н.}} = 1,0$).

Розрахунок годинної продуктивності праці одного виробничого робітника

						Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

($P_{\text{праці}}$, кг/год·чол) розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{праці}} = \frac{M_{\text{зМ}}}{T_{\text{зМ}} \times N_{\text{яВ}}} \quad (12)$$

Розрахунок встановленої та споживаної потужності двигунів ($W_{\text{ел}}$, кВт·год) за зміну ($T_{\text{зМ}} = 8$ год) виконується за формулою:

$$W_{\text{ел}} = \sum P_{\text{вст}} \times T_{\text{зМ}} \times K_{\text{в}} \quad (13)$$

де $\sum P_{\text{вст}}$ – сумарна встановлена потужність електродвигунів обладнання, кВт;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт одночасної роботи та завантаження обладнання (в середньому для кондитерських цехів $K_{\text{в}} = 0,7$).

Кваліфікаційна робота виконана згідно методичних рекомендацій щодо виконання дипломної роботи для здобувачів вищої освіти освітньої спеціальності «Харчові технології» ступеню вищої освіти «Бакалавр».

						Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Класифікація та асортимент продукції підприємства

Асортимент підприємства ТОВ «Терновський хлібзавод» налічує понад 50 найменувань і постійно оновлюється згідно з вимогами ринку. Основна група – хліб пшеничний, житньо-пшеничний, батони. Здобна продукція – булочки, калачі, плетінки з різними начинками. Кондитерська група – пряники, печиво, кекси. Підприємство завжди розширює асортимент виробляємої продукції.

Отже, впровадження зефіру з обліпихою дозволить підприємству вийти в нішу пастильних виробів, яка наразі представлена на підприємстві мінімально, що створює вільну ринкову нішу.

Зефір виготовляється як у неглазурованому, так і у глазурованому (покритим оболонкою) вигляді; основний глазур – шоколадний.

Різновиди зефірних виробів за смаками: зефір яблучно-лимонний, зефір вершково-яблучний, зефір вершково-горіховий, зефір з яблучного пюре, зефір з фруктово-ягідним пюре.

Різновиди зефіру за складом: зефір на агар-агарі (рослинний замінник желатину, який отримують із червоних і бурих водоростей), зефір на пектині (природний полісахарид, що міститься у фруктах, особливо в яблуках і цитрусових), зефір на альбуміні (сухий яєчний білок, який часто використовують замість свіжого).

Застосування обліпихового пюре в технології зефіру дозволяє значно підвищити вміст біологічно активних речовин, зокрема антиоксидантів, каротиноїдів та аскорбінової кислоти, що трансформує продукт із категорії класичних солодощів до групи виробів функціонального призначення. Органічні кислоти та специфічні цукри обліпихи допомагають зв'язувати вільну вологу. Це уповільнює процес кристалізації цукрози (зацукровування

						Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхні) під час зберігання. Зефір довше залишатиметься м'яким та еластичним усередині.

3.2. Технологічні схеми виробництва зефіру

Основні технологічні етапи виробництва зефіру на агарі (рис. 1): підготовка сировини, приготування агаро-цукро-патокового сиропу, приготування зефірної маси, формування зефірної маси, структуроутворення зефірної маси.

Сировина та напівфабрикати, що надходять на підприємство, проходять обов'язковий вхідний контроль у лабораторії на відповідність вимогам чинної нормативно-технічної документації (ДСТУ, ТУ). Основними критеріями допуску сировини у виробництво є цілісність пакування, наявність сертифікатів якості, маркувальних ярликів із зазначенням термінів придатності, а також відповідність регламентованим органолептичним і мікробіологічним показникам. Сировина з ознаками псування або без супровідної документації до переробки не допускається.

Зберігання компонентів здійснюється в ізольованих складських приміщеннях та холодильних камерах із автоматизованим контролем температурно-вологісного режиму. Нехарчові матеріали (дезінфектанти, лакофарбові вироби) зберігаються у спеціально обладнаних окремих складах для запобігання перехресному забрудненню.

Цукор-пісок просіюють, очищаючи від феромагнітних домішок. Зберігається в сухому складу тканинних силосах, відносна вологість повинна бути 70%. Тривалість зберігання – 15 діб. Патока проходить термообробку в циліндричній температурній машині, перекачуванням плунжерним насосом у збірники. Надходить у бочках, тривалість зберігання – 45 діб. Агар-агар проходить перевірку на столі розпакування, відбувається дозування у виробничу діжку та проводять замочування у воді. Надходить у бочках у сульфітованому вигляді. Яєчний білок зберігається у бочках в холодильних

						Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

камерах. Проводять дефростацію у спеціалізованій ванні, а також проводять механічне фільтрування (проціджування). Харчова есенція, барвники та лактат натрію зберігаються у чистих, прохолодних складах при температурі 25°C та вологості 80% без сторонніх запахів. Компоненти розпаковують, проводять органолептичну інспекцію, магнітний контроль на наявність металодомішок та точне зважування. Молочна кислота в холодильних камерах підприємства, темперування докімнатної температури перед дозуванням [4].

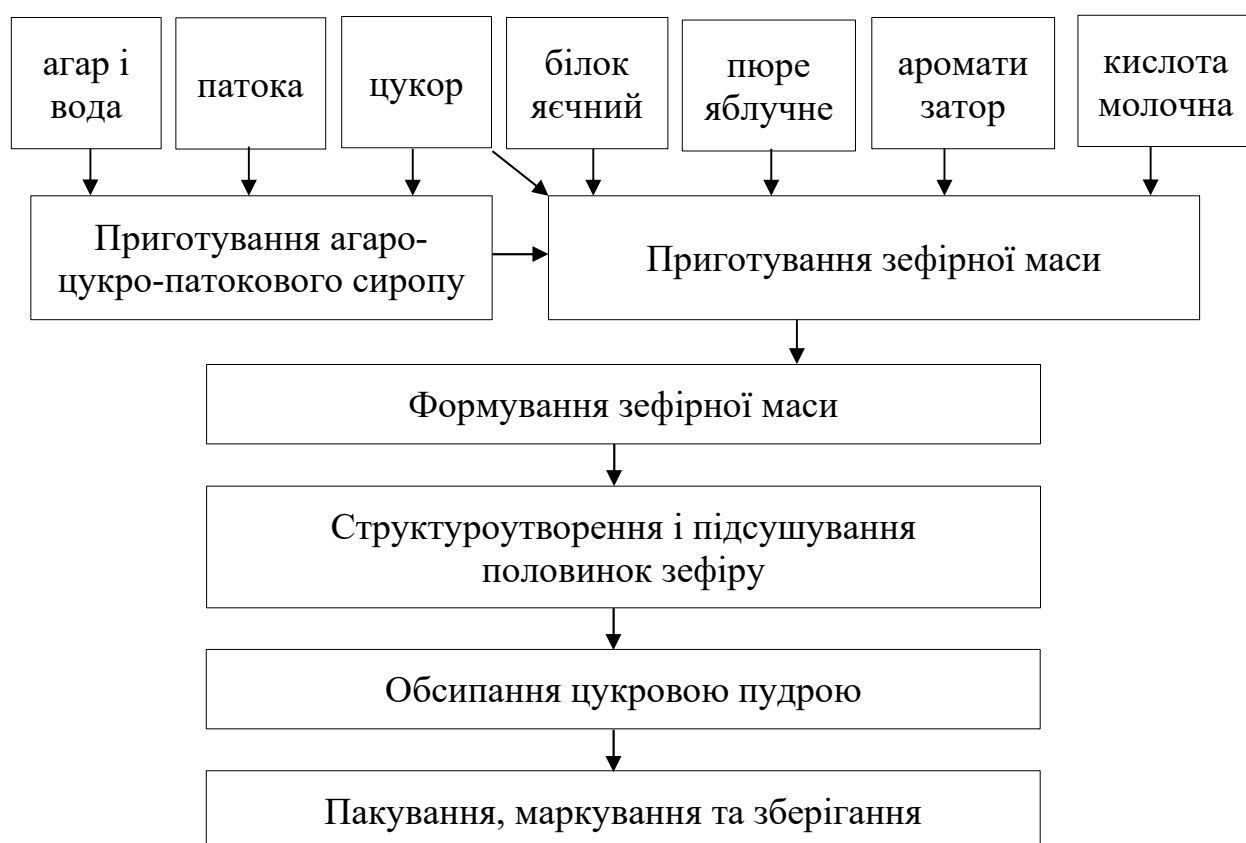


Рис. 1. Технологічна схема виробництва зефіру на агарі з яблучним пюре

Приготування агаро-цукрово-патокового сиропу. Приготування структуроутворювального сиропу здійснюють періодичним (у відкритому варильному котлі або вакуум-апараті) або безперервним (у зміювиковому варильному апараті) способами до досягнення нормативного вмісту сухих речовин. Безперервне уварювання (із використанням зміювикового або вакуум-апарата) здійснюється в такій послідовності. У відкритому варильному

						Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

котлі здійснюють гідратацію та повне розчинення агару у киплячій воді за гідромодулю 1:30. У киплячий розчин послідовно дозують цукор-пісок (через автоваги) та патоку (об'ємним дозатором). Суміш доводять до початкової масової частки сухих речовин ($62,5 \pm 2,5\%$). Отриману суміш самопливом зливають у приймальну ємність через систему сітчастих фільтрів, після чого перекачують у накопичувальний резервуар. За допомогою плунжерного насоса-дозатора розчин із регульованою швидкістю подають у змішувик варильного апарата (або вакуум-апарат). Уварювання проводять під тиском гріючої пари 0,1-0,3 МПа до кінцевої масової частки сухих речовин $84,5 \pm 0,5\%$.

Періодичне уварювання (у відкритому варильному котлі) відбувається в наступній послідовності: порядок підготовки та завантаження гідратованого агару й цукру аналогічний безперервному способу; отриманий агаро-цукровий розчин уварюють за постійного перемішування (тиск гріючої пари 0,1-0,3 МПа) до досягнення масової частки сухих речовин $84,5 \pm 0,5\%$. Рецептурну кількість патоки вводять на фінальній стадії уварювання, після чого масу гомогенізують [5].

Приготування зефірної маси здійснюють в аераторі «Есо-Міхер-400» німецької фірми «Ханза Міксер». Процес структурування та аерації здійснюється в безперервно діючій аераційній установці. Компоненти рецептури дозуються в камеру змішування автоматизованими насосами-дозаторами в наступній послідовності та за таких параметрів: агаро-цукрово-патоковий сироп ($t=95 \pm 2^\circ\text{C}$); підготовлене яблучне пюре; гідратований розчин яєчного білка (масова частка сухих речовин 15%); молочна кислота (регулятор кислотності); ароматизатор. Під час проходження рецептурної суміші через ротор аератора відбувається її інтенсивне механічне збивання з одночасним насиченням очищеним стисненим повітрям під тиском. На виході з аераційної установки формується дрібнодисперсна піноподібна зефірна маса з температурою $54 \pm 1^\circ\text{C}$ та густиною $580 \pm 25 \text{ кг/м}^3$. Готова маса безперервно транспортується через систему трубопроводів із водяним обігрівом (рубашкою) у приймальний бункер зефіровідсадочної машини для запобігання

						Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передчасному застиганню агарового гелю.

Формування готової пастильної маси здійснюють двома альтернативними методами залежно від апаратурно-технологічного оформлення лінії [4].

Потоково-механізований (формування методом екструзії в оболонку). Зефірна маса з бункера дозатора методом шприцювання (екструзії) направляється безпосередньо в бар'єрну вологонепроникну оболонку з утворенням безперервного джгута. Запакований напівфабрикат транспортується в охолоджувальний конвеєр тунельного типу, де піддається термічній обробці за температури 8-12°C до досягнення температури в центрі виробу 23-27°C. На виході з конвеєра за допомогою автоматичного пристрою джгути порціонуються на окремі вироби з одночасним герметичним термоспаюванням торців упаковки на загортувальному автоматі [5].

Класичний (лоткова відсадка). Формування здійснюється на зефіровідсадкових машинах шляхом дозованого витискання маси на дерев'яні лотки, попередньо застелені папером або полімерною плівкою. Заповнені лотки штабелюють на пересувні стелажні візки і транспортують у камеру вистоювання для структуроутворення (драглеутворення агару) та підсушування корпусу зефіру [12].

Стабілізація структури, термообробка та фінішне оформлення зефіру. Процес первинного структуроутворення (драглеутворення) відформованих полусфер зефіру триває в умовах виробничого цеху протягом 3-4 годин. Після фіксації форми напівфабрикат піддають примусовому підсушуванню в спеціалізованих камерах упродовж 4-6 годин за температури $37,5 \pm 2,5^\circ\text{C}$ та відносної вологості повітря $55 \pm 5\%$. Кінцева масова частка сухих речовин у виробках після термообробки становить $79 \pm 2\%$. За відсутності сушильних камер примусової конвекції допускається тривале вистоювання зефіру в умовах приміщення цеху протягом 23-24 годин. Стабілізовані половинки зефіру на лотках транспортуються ланцюговим конвеєром до вузла механізованого обсипання цукровою пудрою (або її функціональним

						Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналогом). На завершальному етапі полусфери склеюють вручну за плоскою основою і направляють на фасування та пакування [13].

В дослідженому зразку було замінено цукор на цукрозамінник (фруктозу), а також будемо використовувати 70% яблучного пюре і 30% обліпихового пюре. Структурна схема виробництва зефіру на агарі та фруктозі із додаванням обліпихового пюре, наведено на рисунку 2.

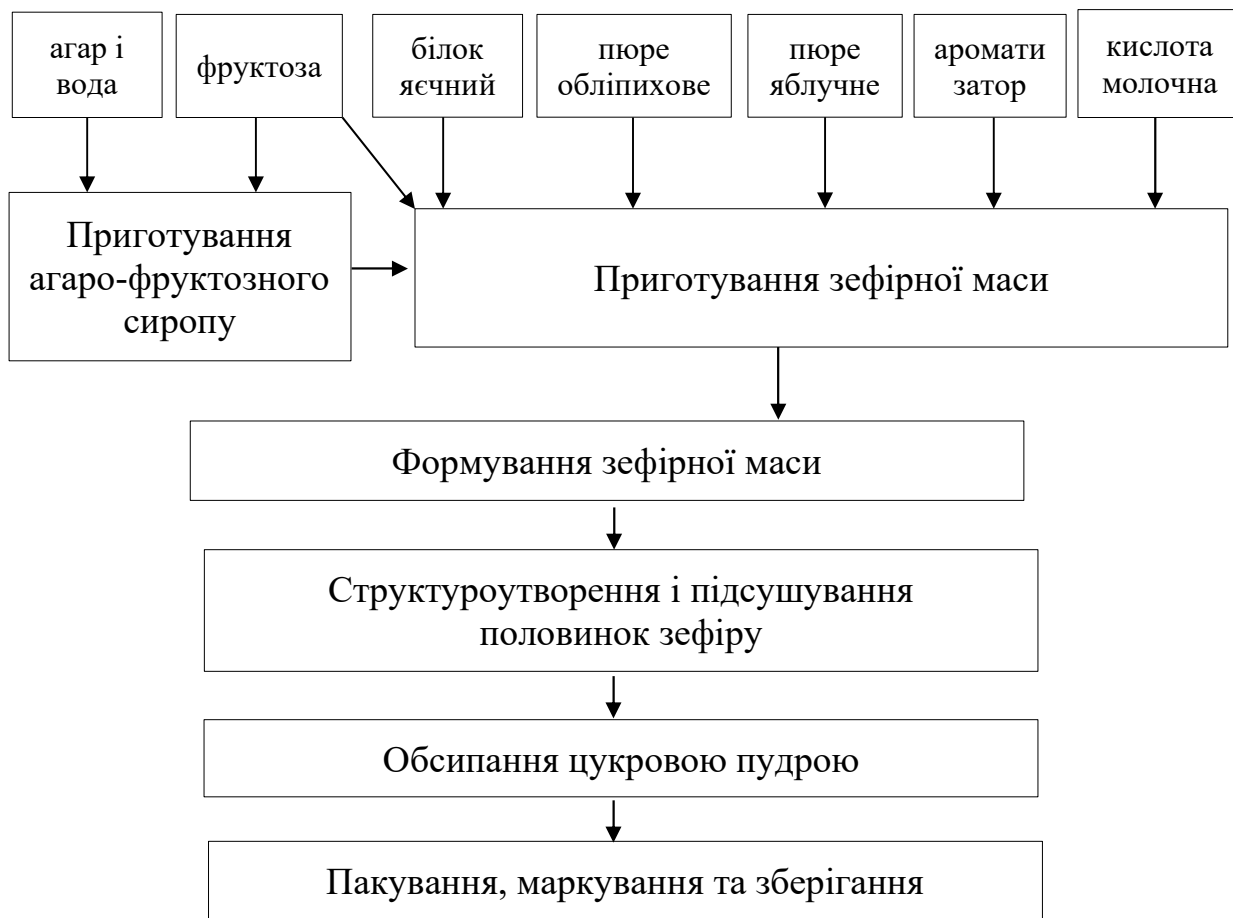


Рис. 2. Технологічна схема виробництва зефіру з яблучно-обліпиховим пюре

Фруктоза має підвищену гігроскопічність та необхідність зберігання вище 60% вологості. Проводять теплову обробку обліпихового пюре та протирають через дрібне сито для видалення кісточок і шкірки. Обліпихове пюре має високу кислотність, тому його категорично не можна додавати на етапі варіння сиропу, інакше кислота за високої температури повністю зруйнує (гідролізує) агар, і зефір не застигне. Пюре має вноситися лише на

етапі збивання білкової маси. Фруктоза швидше карамелізується та руйнується за температур вище 100°C порівняно з цукром. Тому доцільно використовувати вакуум-апарата, де уварювання йде за нижчих температур завдяки розрідженню [14].

Фруктоза є більш термолабільною (чутливою до тепла), ніж цукор. Температура сиропу 95±2°C при дозуванні є оптимальною, оскільки вона вища за температуру застуднення агару (40°C), але не викликає термічної деструкції фруктози під час короткого контакту в аераторі [15].

Наявність ліпідів в обліпиховому пюре може дещо знизити піноутворювальну здатність білка. Тому необхідно скоригувати тиск повітря в аераторі або час збивання, щоб вийти на нормативну густину маси – 580±25 кг/м³. Якщо маса буде густішою, зефір вийде затяжним і щільним.

Охолодження відбувається в охолоджувальному конвеєрі за температури 8-12°C. Охолодження відбуватиметься майже миттєво, що забезпечує чіткий рельєф малюнка зефіру навіть за наявності обліпихової олії.

Для обсипання використовують фруктову пудру, що дозволить зберегти концепцію продукту для діабетичного харчування. Сушіння проводиться в камерах організованим режимом сушіння, де суворо контролюється вологість повітря – 55%. Наявність каротиноїдів та ліпідів в обліпиховому пюре дещо змінює швидкість виділення вільної вологи (синерезису) під час сушіння. Оптимальний час підсушування для досягнення нормативного показника сухих речовин – 79±2%.

Модифікація класичної технології зефіру шляхом заміни цукрози на фруктозу та введення 30% обліпихового пюрезумовлює такі ключові зміни в апаратурно-технологічній схемі: додано етапи теплової обробки та протирання обліпихи для видалення шкірки й кісточок; для захисту термолабільної фруктози від карамелізації та запобігання кислотному гідролізу агару, уварювання сиропу перенесене у вакуум-апарат, а висококіслотне пюре вводиться виключно на етапі збивання; через наявність ліпідів в обліписі, скориговано параметри збивання в аераторі для досягнення

						Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нормативної густини маси – 580 ± 25 кг/м³; у зв'язку з високою гігроскопічністю фруктози, виключено природне вистоювання в цеху; стабілізація проводиться строго в сушильних камерах ($\phi=55\%$) з фінішним обсипанням фруктовою пудрою [14].

Розроблена схема дозволяє отримати стабільну піноподібну структуру та трансформує зефір у категорію функціональних продуктів дієтичного призначення.

3.3. Розрахунок маси сировини і готової продукції

Проводимо матеріальний баланс двох зразків. Розрахунок виконуємо на 1000 кг готового зефіру (вологістю 21%, тобто вміст сухих речовин – 79%, що відповідає 790 кг СР у готовому продукті. Нормативні незворотні втрати сухих речовин на механізованій лінії ТОВ «Тернівський хлібзавод» приймаємо на рівні 1,4%.

Загальна кількість сухих речовин, яку необхідно подати у виробництво з урахуванням втрат ($G_{\text{ср.втрат}}$, кг), є однаковою для обох зразків, оскільки вихід і вологість готового продукту збігаються:

$$G_{\text{ср.втрат}} = G_{\text{ср.готового}} \times \left(1 + \frac{1,4}{100}\right) = 790 \times 1,014 = 801,06 \text{ кг}$$

Сухі речовини (801,06 кг) мають бути розподілені між компонентами рецептури згідно з їхніми частками в сухій речовині (співвідношення фаз у зефірній масі).

У традиційній рецептурі зефіру на агарі масові частки сухих речовин компонентів розподіляються приблизно так: цукор-пісок – 55%, патока – 15%, яблучне пюре – 27%, яєчний білок – 2,5%, агар – 0,5%.

Розрахунок маси компонентів у натурі:

Цукор-пісок (вологість – 0,15%, СР = 99,85%):

$$G_{\text{ср}} = 801,06 \times 0,55 = 440,58 \text{ кг}$$

$$G_{\text{нат}} = \frac{440,58 \times 100}{99,85} = 441,24 \text{ кг}$$

						Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Патока (вологість – 22%, СР = 78%):

$$G_{\text{ср}} = 801,06 \times 0,15 = 120,16 \text{ кг}$$

$$G_{\text{нат}} = \frac{120,16 \times 100}{78} = 154,05 \text{ кг}$$

Яблучне пюре (вологість – 85%, СР = 15%):

$$G_{\text{ср}} = 801,06 \times 0,27 = 216,29 \text{ кг}$$

$$G_{\text{нат}} = \frac{216,29 \times 100}{15} = 1441,93 \text{ кг}$$

Яєчний білок (вологість – 88%, СР = 12%):

$$G_{\text{ср}} = 801,06 \times 0,025 = 20,03 \text{ кг}$$

$$G_{\text{нат}} = \frac{20,03 \times 100}{12} = 166,92 \text{ кг}$$

Агар-агар (вологість – 20%, СР = 80%):

$$G_{\text{ср}} = 801,06 \times 0,005 = 4,00 \text{ кг}$$

$$G_{\text{нат}} = \frac{4,00 \times 100}{80} = 5,00 \text{ кг}$$

Розрахунок матеріального балансу дослідного зразку. Оскільки фруктоза має вищий коефіцієнт солодкості (1,2-1,7), її дозування в сухій речовині зменшуємо на 15% порівняно з цукром для запобігання приторності (компенсуємо фруктовою частиною). Розподіл СР: фруктоза – 47%, яблучно-обліпихове пюре – 49%, білок – 3,2%, агар – 0,8% (дозування агару збільшено на 0,3% для протидії ліпідам обліпихи).

Фруктоза (вологість – 1,5%, СР = 98,5%):

$$G_{\text{ср}} = 801,06 \times 0,47 = 376,50 \text{ кг}$$

$$G_{\text{нат}} = \frac{376,50 \times 100}{98,5} = 382,23 \text{ кг}$$

Агар-агар (у посиленій дозі, СР = 80%):

$$G_{\text{ср}} = 801,06 \times 0,008 = 6,41 \text{ кг}$$

$$G_{\text{нат}} = \frac{6,41 \times 100}{80} = 8,01 \text{ кг}$$

Яєчний білок (для компенсації піногасіння ліпідами, СР = 12%):

$$G_{\text{ср}} = 801,06 \times 0,032 = 25,63 \text{ кг}$$

$$G_{\text{нат}} = \frac{25,63 \times 100}{12} = 213,58 \text{ кг}$$

						Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо комбіновану фруктово-ягідну основу. Сумарна маса сухих речовин суміші пюре становить:

$$G_{\text{ср.суміші}} = 801,06 \times 0,49 = 392,52 \text{ кг}$$

Згідно з визначеним технологічним співвідношенням 70% яблучного та 30% обліпихового пюре за сухою речовиною, знаходимо їхні маси:

Яблучна фракція (СР = 15%):

$$G_{\text{ср.ябл}} = 392,52 \times 0,70 = 274,76 \text{ кг}$$

$$G_{\text{нат.ябл}} = \frac{274,76 \times 100}{15} = 1831,73 \text{ кг}$$

Обліпихова фракція (свіже протерті ягоди, вологість – 88%, СР = 12%):

$$G_{\text{ср.обл}} = 392,52 \times 0,30 = 117,76 \text{ кг}$$

$$G_{\text{нат.обл}} = \frac{117,76 \times 100}{12} = 981,33 \text{ кг}$$

В таблиці 1 наведено узагальнені дані матеріального балансу контрольного та дослідного зразків.

Таблиця 1

Продуктовий розрахунок виробництва зефіру, кг

Сировина	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Цукор-пісок	441,24	–
Патока харчова	154,05	–
Фруктоза	–	382,23
Яблучне пюре	1441,93	1831,73
Обліпихове пюре	–	981,33
Агар-агар	5,00	8,01
Ячний білок	166,92	213,58
Вода для агару	150,00	240,30
Фруктова пудра	–	30,00
Цукрова пудра	30,00	–

Розрахунок випаровування вологи на етапах варіння та сушіння – для контролю (сироп):

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	33

Сумарна початкова маса сиропу (агар + вода + цукор + патока) в натурі становить:

$$5,0 + 150,0 + 441,24 + 154,05 = 750,29 \text{ кг}$$

Після уварювання до 84,5% СР маса сиропу становить 685,34 кг.

Кількість випаруваної води:

$$\Delta M = 750,29 - 685,34 = 64,95 \text{ кг}$$

Для розробленого (вакуум-сироп) – змішуються агар, вода і фруктоза:

$$8,01 + 240,30 + 382,23 = 630,54 \text{ кг}$$

Уварюється у вакуум-апараті до 84,5% СР. Оскільки фруктоза утримує воду сильніше, кінетика випаровування у вакуумі інтенсивніша, що запобігає меланоїдиноутворенню.

Заміна цукрово-патокової суміші на монокомпонентну вуглеводну фазу у вигляді фруктози дозволила знизити витрати підсолоджувача в натурі на 15,1% (з 595,29 кг у контролі до 382,23 кг у дослідному зразку). Це зумовлено високим коефіцієнтом солодкості фруктози та дозволяє значно знизити калорійність і глікемічний індекс готового кондитерського виробу.

Доведено необхідність інтенсифікації гідролоїдної та піноутворювальної матриць у дослідному зразку. Збільшення натурної маси агар-агару на 60,2% (до 8,01 кг) та яєчного білка на 27,9% (до 213,58 кг) є технологічно виправданим кроком для нівелювання антипінних властивостей ліпідної фракції, що вноситься разом із 981,33 кг обліпихового пюре, та для запобігання гідролізу агарового гелю під дією високої кислотності ягід [15].

Розрахунок матеріального балансу фази варіння підтвердив, що початкова маса агаро-фруктозного напівфабрикату є меншою (630,54 кг порівняно 750,29 кг у контролі) через перенесення фруктово-ягідної основи безпосередньо на етап аерації. Оскільки фруктоза характеризується високою термолабільністю та підвищеною гігроскопічністю, процес її уварювання у вакуум-апараті до кінцевої концентрації сухих речовин 84,5% характеризується інтенсивнішою кінетикою масообміну за знижених температур.

						Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розроблено інноваційну технологію дієтичного зефіру функціонального призначення на основі колоїдної матриці агар-агару, яка передбачає повну заміну сахарози на фруктозу та введення 30% обліпихового пюре (у співвідношенні 70:30 з яблучним). Завдяки високій солодкості фруктози натурну масу підсолоджувача знижено на 15,1%. Введення 981,33 кг обліпихового пюре забезпечує продукт нативними вітамінами (С, Е), каротиноїдами та антиоксидантами без використання синтетичних барвників та ароматизаторів [16].

3.4. Розрахунок одиниць технологічного обладнання для виробництва зефіру

Розраховуємо технологічне обладнання з врахуванням продуктивності лінії 1000 кг готового зефіру за 8-годинну зміну. Годинна продуктивність лінії за готовою продукцією складатиме 125 кг/год:

$$A_{\text{год}} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ кг/год}$$

Розраховуємо потребу в обладнанні для підготовки фруктово-ягідної основи для контрольного і дослідного зразків. Потреба в яблучному пюре контрольного зразку складає 1441,93 кг/зміну, тобто 180,2 кг/год ($1441,93/8=180,2$). Для цього використовується стандартна протиральна машина МПД-500, розраховуємо кількість необхідно обладнання:

$$\eta = \frac{180,2}{500} = 0,36 \approx 1 \text{ шт.}$$

Потреба дослідного зразку в суміші пюре вища: яблучне – 1831,73 кг/зм, обліпихове – 981,33 кг/зм. Загальний потік пюре: 351,6 кг/год ($(1831,73+981,33)/8=351,6$). Оскільки обліпиху треба додатково протирати крізь дрібне сито (вічка 0,5 мм) для деспінізації кісточок, встановлюється двоступенева протиральна машина (соковижималка-протирка серії соп-мікс). Продуктивність 351,6 кг/год покривається тією ж МПД-500, але коефіцієнт завантаження зростає, і складає

						Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta = \frac{351,6}{500} = 0,70 \approx 1 \text{ шт.}$$

Проводимо розрахунок варильного апарату для сиропу. Готується агаро-цукро-патоковий сироп контрольного зразку у відкритому дисковому котлу МЗ-2С-244. Маса завантаження на 1 годину роботи з урахуванням води – 93,7 кг/год. Густина сиропу $\rho=1350 \text{ кг/м}^3$. Цикл варіння – 0,5 год.

$$V_{\text{роб}} = \frac{93,7 \times 0,5}{1350 \times 0,75} = 0,046 \text{ м}^3 = 46 \text{ л}$$

Підходить котел на 60 літрів – 1 шт.

Готувати агаро-фруктового сиропу краще у вакуум-варильному апараті типу МЗ-382 з мішалкою. Через термолабільність фруктози варіння у відкритому котлі не допускається (виникне карамелізація). Розраховуємо вакуум-апарат для агаро-фруктового сиропу. Маса завантаження – 78,8 кг/год. Густина $\rho=1300 \text{ кг/м}^3$. Через роботу під розрідженням час циклу зменшується до 0,35 год.

$$V_{\text{роб}} = \frac{78,8 \times 0,35}{1300 \times 0,7} = 0,030 \text{ м}^3 = 30 \text{ л}$$

Приймаємо вакуум-апарат місткістю 50 л – 1 шт.

Проводимо розрахунок аераційної установки (збивальної машини). Для обох ліній використовується безперервно діючий аератор «Hansa Mixer Eco-Mixer-400» (паспортна продуктивність – до 400 кг/год).

Потік маси в аераторі контрольного зразку становить 242 кг/год. Коефіцієнт завантаження становить 0,60, тобто:

$$\eta = \frac{242}{400} = 0,60 \approx 1 \text{ шт.}$$

Потік маси дослідного зразку більший через вищу вологість обліпихи – 315 кг/год. Проте, через присутність ліпідів обліпихи, збивання потребує вищого тиску повітря (0,4 МПа проти 0,3 МПа в контролі). Коефіцієнт завантаження:

$$\eta = \frac{315}{400} = 0,78 \approx 1 \text{ шт.}$$

Розрахункові дані технологічного обладнання для виробництва зефіру контрольного і дослідного зразків наведено в таблиці 2.

						Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунки технологічного обладнання для виробництва зефіру

Обладнання	Марка	Кількість, шт	
		контроль	дослід
Ванна дефростації білка	ВДП-200	1	1
Протиральна машина	МПД-500	1	1
Сироповарочний апарат	МЗ-2С (відкритий)	1	–
	МЗ-382 (вакуумний)	–	1
Автоматичний аератор	Hansa Eco-Mixer-400	1	1
Зефіровідсадкова машина	ШЗД (лоткова)	1	1
Сушильна камера	тунельна конвекційна	1	1
Стіл для пудрування та пакування	–	2	2

Перехід на технологію яблучно-обліпихового зефіру на фруктозі не вимагає повної заміни парку обладнання ТОВ «Тернівський хлібзавод», проте потребує точкової модернізації двох вузлів: заміни відкритого варильного котла на вакуум-апарат, що дозволяє знизити температурне навантаження на сироп і зберегти фруктозу; доукомплектування протиральної машини змінним ситом із меншим діаметром вічок (0,5 мм) для якісної деспінізації обліпихової сировини. Збільшення коефіцієнтів завантаження обладнання у дослідному варіанті свідчить про вищу ефективність використання потужностей цеху.

3.5. Розрахунок виробничих площ

Розрахунок площ основного виробничого цеху виконується за методом розрахунку за габаритами обладнання (за коефіцієнтом завантаження площі). Цей метод є найбільш точним, оскільки базується на реальних розмірах підібраних машин та апаратів.

Для порівняння розрахуємо площу для контрольної лінії (класичний

						Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зефір) та розробленої (яблучно-обліпиховий зефір на фруктозі). Оскільки габарити деяких замінних апаратів відрізняються (наприклад, вакуум-апарат замість відкритого котла). Площі обладнання наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Розрахунок площ технологічного обладнання

Найменування обладнання	Габаритні розміри, мм	Площа одиниці, м ²	Кількість, шт	Загальна площа, м ²
Ванна дефростації білка ВДП-200	1100×1000	1,10	1	1,10
Протиральна машина МПД-500	1050×750	0,79	1	0,79
Варильний котел МЗ-2С-244 (контроль)	1150×950	1,09	1	1,09
Вакуум-апарат МЗ-382 (дослід)	1300×1100	1,43	1	1,43
Аератор Hansa Eco-Mixer-400	1200×900	1,08	1	1,08
Зефіровідсадкова машина ШЗД з конвеєром	4500×1200	5,40	1	5,40
Зона лоткового вистоювання (контроль)	–	18,00	–	18,00
Конвекційна сушильна камера (дослід)	6000×2200	13,20	1	13,20
Стіл для пудрування та пакування	3000×1000	3,00	2	6,00

У контрольному зразку зефір витримується на стелаж-візках безпосередньо в цеху протягом 24 годин. Для розміщення візків під змінну у розраховано технологічну площу зони вистоювання – 18,00 м².

					Арк.
					38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Розраховуємо сумарну площу для розміщення технологічного обладнання:

Контрольний зразок:

$$\sum f_{\text{контроль}} = 1,10 + 0,79 + 1,09 + 1,08 + 5,40 + 18,00 + 6,00 = 33,46 \text{ м}^2$$

Дослідний зразок:

$$\sum f_{\text{дослід}} = 1,10 + 0,79 + 1,43 + 1,08 + 5,40 + 13,20 + 6,00 = 29,00 \text{ м}^2$$

Застосовуючи інженерний коефіцієнт використання площі $K_v=0,30$, знаходимо розрахункову загальну площу приміщення:

$$F_{\text{заг.контроль}} = \frac{33,46}{0,30} = 111,53 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{заг.дослід}} = \frac{29,00}{0,30} = 96,67 \text{ м}^2$$

Впровадження розробленої технології яблучно-обліпихового зефіру на фруктозі дозволяє скоротити необхідну виробничу площу на 13,3%, з 111,53 м² до 96,67 м². Це досягається завдяки інтенсифікації стадії видалення вологи в конвекційній камері замість тривалого природного вистоювання стелажів у цеху.

Коефіцієнт завантаження площі на рівні $K_v=0,27$ (фактичний для модуля 108 м²) гарантує створення безпечних проходів для персоналу (завширшки не менше 1,5 м) та вільний доступ до обладнання для його миття та технічного обслуговування.

3.6. Опис технології виробництва зефіру

Сухий яечний білок або заморожений меланж надходить у ванну тривалої пастеризації (дефростації) ВДП-200 (поз. 1), де відновлюється або розморозується при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$ до однорідного стану. Паралельно у сортувальних місткостях готуються розчини фруктози та заморожені блоки яблучного пюре піддаються розігріву. Свіжі ягоди обліпихи проходять інспекцію та миття. Яблучне пюре та промиті ягоди обліпихи подаються на протиральну машину МПД-500 (поз. 2). Для обліпихи встановлюється каскад сит із діаметром

					Арк.
					39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

вічок 0,5 мм (деспінізатор). Це дозволяє повністю відокремити тверді кісточки та шкірку ягід, отримуючи ультрадисперсну фруктово-ягідну масу.

Протерте яблучне та обліпихове пюре у співвідношенні 70:30 насосом перекачується в збірник-температор (поз. 3) із сорочкою охолодження, де суміш охолоджується до температури 15-18°C та акумулюється перед збиванням. Охолодження є критичним для забезпечення стабільності майбутньої піни. Попередньо замочений у воді агар-агар завантажується у вакуум-варильний апарат МЗ-382 (поз. 4), підігрівається до повного розчинення, після чого вноситься рецептурна кількість фруктози. Апарат герметизується, вмикається вакуум-насос, створюючи розрідження 0,04 МПа. Уварування сиропу ведеться при температурі 82±2°C до досягнення концентрації сухих речовин 84,5%. Готовий сироп через нижній випускний клапан під тиском перекачується в проміжний збірник.

У сумішний блок аератора Hansa Eco-Mixer-400 (поз. 5) безперервно дозуються три потоки: охолоджена суміш пюре з поз. 3; рідкий яечний білок з поз. 1; гарячий агаро-фруктовий сироп з поз. 4 (t=70-75°C). У камеру збивання під тиском 0,45 МПа (в контролі – 0,3 МПа) подається очищене стиснене повітря. Підвищений тиск і швидкість обертання ротора (450 об/хв) необхідні для диспергування повітря в умовах присутності обліпихової олії, яка діє як природний піногасник. На виході отримують пишну масу з густиною 580 кг/м³ і температурою 52-54°C.

Готова зефірна маса негайно (до початку застигання агару при 42°C) надходить у бункер зефіровідсадкової машини ШЗД (поз. 6). Машина через дозувальні штуцери відсаджує масу у вигляді круглих рифлених полуфором на дерев'яні або пластикові лотки, які безперервно рухаються по ланцюговому конвеєру лінії. Лотки з відсадженим зефіром автоматично штабелюються і направляються в тунельну конвекційну сушильну камеру (поз. 7). Процес проходить у дві стадії. Спочатку протягом 1,5 години при температурі 25-28°C відбувається швидке студнювання агарового каркаса. Потім вмикаються тени та вентилятори рециркуляції, і протягом 3,5 годин при t=37±2°C та відносній

						Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вологості повітря $\varphi=50-55\%$ кондиціонується вологість продукту до стандартних 21%. На поверхні утворюється тонка кристалічна кірочка (за рахунок підсушування фруктози та фруктової пудри) [13].

Лотки виходять із сушильного тунелю на пакувальний стіл (поз. 8). Спеціальний механізм або оператор здійснює склеювання двох половинок зефіру. Перед цим поверхня виробів обсипається натуральною фруктовою пудрою (в контролі – цукровою пудрою) через механічне сито. Готовий зефір укладається в корекси, герметизується в плівку типу Flow-Pack та пакується в гофрокороби.

3.7. Система управління якістю та безпеністю на виробництві

3.7.1. Оцінка якості готового продукту

Дослідження якості контрольного та дослідного зразків зефіру проводилися в умовах лабораторії кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій і лабораторії підприємства ТОВ «Тернівський хлібзавод» міста Миколаєва. Оцінку здійснювали безпосередньо після завершення технологічного циклу, через 24 години та в динаміці зберігання.

Готові досліджувані вироби повинні відповідати вимогам діючої нормативної документації, а саме ДСТУ ГОСТ 6441-2003 Вироби кондитерські пастильні. Загальні технічні умови. Доцільно провести аналіз органолептичних та фізико-хімічних показників контрольного і дослідного зразків.

Органолептичні показники (табл. 4) визначали за допомогою профільного методу дегустаційного аналізу за розробленою 5-бальною шкалою (5 – найвищий ступінь прояву ознаки, 1 – повна невідповідність). До складу експертної комісії входило 7 дегустаторів, які оцінювали органолептичні показники зефіру (контроль – зефір з яблучним пюре, дослід – яблучно-обліпиховим пюре у співвідношенні 70:30, відповідно).

						Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Органолептична оцінка зефіру

Показник	Зразок	
	зефір з яблучного пюре	зефір з яблучно-обліпиховим пюре
Зовнішній вигляд	напівсферичні вироби з чітким малюнком рифлення, обсипані білою цукровою пудрою	напівсферичні вироби з вираженим стійким рифленням, рівномірно опудрені помаранчево-жовтою фруктовою пудрою
Колір	білий, допускається легкий кремовий відтінок	інтенсивний жовто-помаранчевий, однорідний по всій масі виробу
Смак та аромат	чистий, солодкий, з вираженим ароматом яблучного пюре та ваніліну	гармонійний, кисло-солодкий (фруктів солод), з яскравим освіжаючим ароматом обліпихи
Консистенція та структура	м'яка, легка, дрібнопориста, що легко піддається розламуванню	пишна, еластична, губчаста, з розвиненою мікропористістю, швидко відновлює форму після деформації

Фруктова пудра створює ефект монолітності кольору, маскуючи можливе виділення дрібних капілярних крапель. Обумовлений високим вмістом нативних каротиноїдів обліпихового пюре, стійких до низькотемпературного вакуум-варіння. Фруктова кислотність обліпихи (рН=2,8-3,1) нівелює високу солодкість фруктози, створюючи збалансований смаковий профіль. Збільшена частка яєчного білка та агару компенсувала деструктивний вплив ліпідів обліпихи, сформувавши міцніший білково-полісахаридний каркас.

					Арк.
					42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

На рисунку 3 наведено дегустаційну профілограму на основі середніх балів експертів.

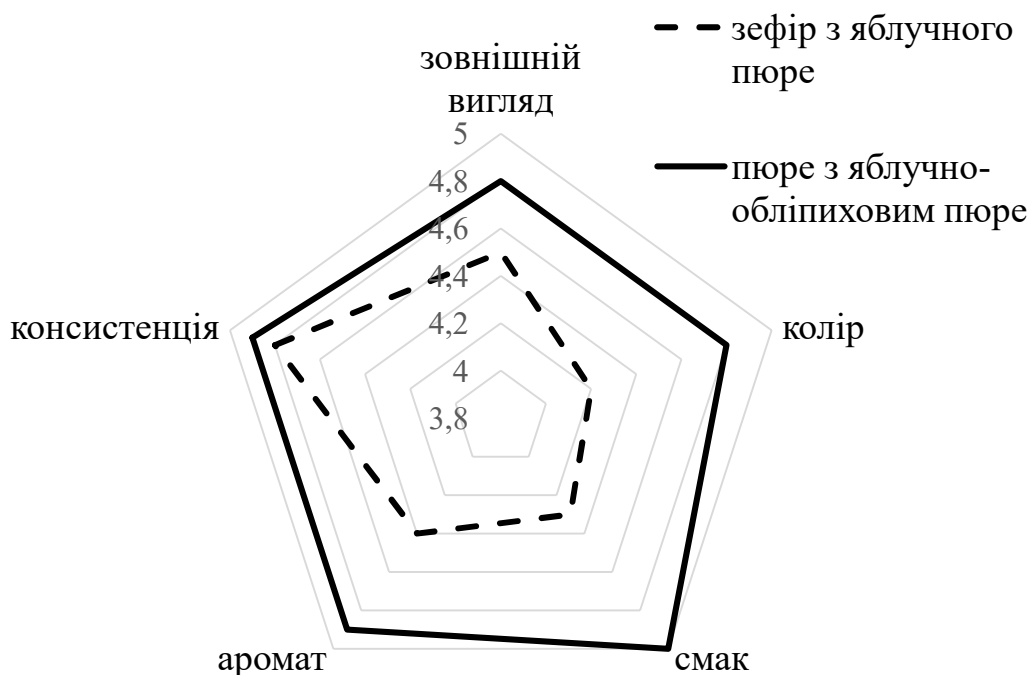


Рис. 3. Бальна дегустаційна оцінка

Дослідний зразок за смаком набрав найбільшу кількість балів (5,0 балів). Класичний зефір на цукрі має надмірну солодкість, яка перебиває смак фруктів. У досліджуваному зразку поєднання фруктози та природних органічних кислот обліпихи створило ефект благородного, освіжаючого смаку. Натуральний колір обліпихи дослідний зразок отримав 4,8 бала порівняно з дещо блідим і звичним білим кольором контролю (4,2 бала). Це підкреслює ринкову перевагу продукту як виробу категорії Clean Label (без штучних барвників). Практично однакові високі бали за консистенцією (4,8 та 4,9) доводять, що розроблена технологічна модель (збільшення дози агару на 60,2% та тиску аерації до 0,45 МПа) повністю нівелювала руйнівну дію олії обліпихи на білкову піну. Текстура продукту залишилася на рівні вимог стандартних показників.

Фізико-хімічні параметри пастильних виробів (табл. 5) регламентуються

					Арк.
					43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

діючими нормативними документами (ДСТУ 4683:2006). Визначення масової частки сухих речовин проводили рефрактометричним методом, щільність – об'ємним методом, загальну кислотність – титрометричним.

Таблиця 5

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків зефіру

Показник	Норма за ДСТУ	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Масова частка води, %	14,0-24,0	21,0±0,5	19,5±0,4
Густина, кг/м ³	500-650	560±15	585±12
Кислотність, град	не менше 5,0	5,5±0,2	7,8±0,3
Масова частка редукувальних речовин, %	не більше 14,0	9,5±0,3	0,8±0,1

Зефір з яблучно-обліпиховим пюре відповідає вимогам діючих стандартів, при цьому демонструє якісно новий хімічний профіль: підвищену титровану кислотність та мінімальний рівень редукувальних сполук сахарози.

Найбільш критичним дефектом зефіру в процесі зберігання є його висихання (черствіння) або, навпаки, зволоження через високу гігроскопічність вуглеводної фази. Оскільки фруктоза має значно вищу гігроскопічність порівняно із сахарозою, дослідження динаміки води є фундаментальним для встановлення термінів придатності.

Зразки зберігалися в герметичній упаковці типу Flow-Pack (поліпропіленова плівка) при стандартних умовах: температура 18±3°C, відносна вологість повітря φ=75%. Контрольні точки вимірювання – 1 доба, 5 доба, 10 доба, 15 доба, 20 доба та 30 доба (табл. 6).

Попри те, що вільна фруктоза схильна притягувати вологу, усередині капілярно-пористої структури зефіру вона міцно зв'язує воду через утворення сильних водневих зв'язків між ОН-групами моносахариду та молекулами води. Це переводить частину вільної води у зв'язаний стан.

Динаміка масової частки вологи при зберіганні, %

Доба дослідження	Зразок	
	контроль	Дослід
1	21,0	19,5
5	20,4	19,2
10	19,5	18,9
15	18,7	18,5
20	17,9	18,2
30	17,2	17,9
Загальні втрати вологи, %	3,8	1,6

Поєднання збільшеної концентрації агар-агару (60,2%) та специфічних високомолекулярних пектинів обліпихи утворює щільніший гідрогель. Ця тривимірна полімерна сітка ефективно утримує вологу всередині пор, перешкоджаючи її дифузії до поверхні виробу. Ліпіди які рівномірно розподілені у вигляді ультрадисперсної емульсії в об'ємі збитої маси, виступають як природний гідрофобний бар'єр. Вони сповільнюють випаровування вологи крізь мікропори.

У результаті за 30 діб зберігання контрольний зразок втратив 3,8% початкової вологи, що призвело до помітного згрубіння скоринки та появи кристалічних «цукрових» точок. Досліджуваний зразок втратив лише 1,6% вологи, зберігши початкову м'якість, еластичність та ніжну текстуру серцевини.

Доведено, що розроблений яблучно-обліпиховий зефір на фруктозі перевершує контрольний зразок за органолептичними показниками (загальний дегустаційний бал 4,86 проти 4,45). Продукт має яскравий нативний колір, освіжаючий смак та підвищену тривалу еластичність консистенції. Фізико-хімічні параметри дослідного зразка повністю відповідають вимогам ДСТУ 4683:2006. Зниження вмісту редукувальних

						Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

речовин до 0,8% підтверджує успішне видалення сахарози з рецептури, що робить продукт придатним для діабетичного харчування.

Дослідження вологообміну підтвердило високу стабільність розробленої системи. Завдяки високій гідрофільності фруктози, міцності агарового гелю та захисній дії ліпідів обліпихи, швидкість черствіння виробу сповільнилася у 2,4 рази порівняно з контролем. Це дає підстави гарантувати збереження свіжості продукту в межах встановленого терміну придатності (30 діб) без використання штучних вологоутримувачів.

3.7.2. Розроблення харчової безпеки в технології зефіру

Розроблення системи безпеки базується на принципах ДСТУ ISO 22000 та вимогах Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів». Перед визначенням ККТ на підприємстві реалізуються програми-передумови, які охоплюють: належну виробничу практику (GMP) – гігієна персоналу, прибирання та дезінфекція; вимоги до приміщень та вентиляції; контроль шкідників (дератизація та дезінсекція) [12].

Для розробленої технології зефіру було проаналізовано три види ризиків: біологічні (Б) (патогенна мікрофлора), хімічні (Х) (токсичні елементи, пестициди, мікотоксини) та фізичні (Ф) (механічні домішки, осколки кісточок, скло). Особливу увагу приділено специфічній сировині: яйцепродукти (меланж, білок) – високий ризик мікробіологічного обсіменіння (*Salmonella*); обліпихове пюре – ризик потрапляння твердих частинок (уламків кісточок) та залишкових пестицидів; фруктоза та агар – наявність випадкових фізичних домішок (нитки від мішків, окалина) [11].

Визначення ККТ проводилося методом «Дерева рішень» (за схемою ISO 22000), яка передбачає відповіді на 4 послідовні запитання щодо кожного етапу процесу. Критична контрольна точка (ККТ) – це етап технологічного процесу, на якому можна застосувати захід керування і який є засадничим для

						Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запобігання загрози харчовій безпеці, її усунення або зниження до прийняттого рівня. Впровадження інноваційної технології (низькотемпературне вакуум-варіння сиропу та використання сирі ягоди обліпихи) дозволило чітко локалізувати 3 основні ККТ на лінії [12].

Результати інженерного аналізу ризиків та встановлені параметри моніторингу зведено у фінальну технологічну матрицю харчової безпеки, наведено в таблиці 7.

Таблиця 7

Контрольні критичні точки при виробництві зефіру

ККТ	Небезпечний чинник	Критичні межі	Коригувальні дії
ККТ-1: Приймання та деспінізація обліпихового пюре	фізичний (Ф): потрапляння гострих твердих часточок роздроблених кісточок обліпихи у готовий продукт	діаметр вічок фільтрувального сита протиральної машини – строго не більше 0,5 мм; повна цілісність сітки	У разі прориву сита – зупинити лінію; всю партію пюре, перероблену після останньої перевірки, повернути на повторне протирання
ККТ-2: Низько-температурне вакуум-уварювання сиропу	хімічний (Х) / біологічний (Б): розвиток мікрофлори через високу вологість або карамелізація фруктози при перегріві	температура кипіння $82 \pm 2^\circ\text{C}$; вміст сухих речовин $84,5 \pm 0,5\%$; розрідження 0,04 МПа	перевищення $t = 86^\circ\text{C}$ – вимкнути пару, перевірити вакуум-насос; сухої речовини менше 84% – продовжити уварювання; сироп із ознаками термічного потемніння утилізувати

					Арк.
					47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для класичного зефіру цей етап не є ККТ, оскільки яблучне пюре проходить базове протирання на ситах 1,5 мм. Для обліпихи це критично: її кісточка при подрібненні утворює гострі скалки, які можуть травмувати ротову порожнину споживача. Контроль розміру комірок сита (0,5 мм) повністю знімає цей ризик. Впровадження вакуум-технології змістило акцент безпечності. У відкритому котлі (контроль) сироп кипить при температурах понад 110°C, що повністю знищує мікроорганізми, але для фруктози це шкідливо. Робота під розрідженням при 82°C є компромісом: температура достатня для пастеризації та активації агару, але безпечна для збереження структури заміниacza цукру [11].

Розроблена модель безпечності НАССР для лінії виробництва яблучно-обліпихового зефіру на фруктозі дозволяє ТОВ «Тернівський хлібзавод» превентивно блокувати ризики на етапі підготовки нативної сировини (обліпихи) та варіння термолабільного сиропу. Функціонування трьох ККТ гарантує відповідність продукту вимогам чинного законодавства України в сфері харчової безпечності.

3.8. Розрахунок чисельності працівників виробництва

Розрахунок необхідної кількості персоналу безпосередньо в цеху на одну робочу зміну, наведено в таблиці 8. Операція – підготовка сировин (миття, дефростація, просіювання фруктози) використовується апарат ванна ВДП-200, сита; протирання фруктів та овочів – машина МПД-500, введення обліпихи не збільшує штат, оскільки потужність машини покриває сумарний об'єм; приготування сиропу – вакуум-апарат МЗ-382, один апаратник-варник на зміну; збивання зефірної маси – Hansa Eco-Mixer-400, один оператор станції безперервного збивання; відсадка та обслуговування конвеєра – машина ШЗД, у контролі потрібен додатковий робітник для знімання лотків та транспортування їх у зону вистоювання, у розробці процес повністю автоматизовано (подача в тунель); вистоювання, сушіння та кондиціонування

					Арк. 48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

– сушильний тунель, у контролі робітник вручну контролює та переміщує стелаж-візки по цеху протягом доби, у розробці тунель працює в автоматичному режимі під наглядом оператора збивання або відсадки; склеювання, опудрювання та фасування – пакувальний стіл, завдяки використанню пакувального автомата типу Flow-Pack замість повністю ручного укладання у коробки «екран», продуктивність праці на фінішному етапі зросла [22].

Таблиця 8

Чисельність робітників кондитерського цеху на 1 зміну

Технологічна операція	Контрольний зразок, чол.	Дослідний зразок, чол.
Підготовка сировини	1	1
Протирання фруктів та ягід	1	1
Приготування сиропу	1	1
Збивання зефірної маси	1	1
Відсадка та обслуговування конвеєра	2	1
Вистоювання, сушіння та кондиціонування	1	0
Склеювання, опудрювання та фасування	3	2
Всього виробничих робітників	10	7

Для забезпечення безперебійної роботи цеху (за умови однозмінної роботи) розраховуємо повний штатний розклад.

Явочна чисельність робітників $N_{\text{яв}}$ – кількість людей, які мають щодня виходити на роботу: контроль – 10 чоловік; дослід – 7 чоловік. Списочна чисельність $N_{\text{спис}}$ – враховує підміну на час відпусток, лікарняних та вихідних. Обчислюється із застосуванням коефіцієнта заміщення $K_{\text{зам}}=1,12$.

$$\text{Контроль: } 10 \times 1,12 = 11,2 \approx 11 \text{ чоловік}$$

$$\text{Дослід: } 7 \times 1,12 = 7,84 \approx 8 \text{ чоловік}$$

В таблиці 9 наведено загальну чисельність працівників при виробництві зефіру.

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	49

Загальна чисельність працівників

Посада	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Виробничі робітники (основні)	11	8
Майстер цеху / Технолог	1	1
Слюсар-налагоджувальник КВПіА	1	1
Прибиральник виробничих приміщень	1	1
Разом по цеху	14	11

Годинна продуктивність контрольного зразку складає:

$$P_{\text{контроль}} = \frac{1000}{8 \times 10} = 12,50 \text{ кг/год чол}$$

Годинна продуктивність дослідного зразку складає:

$$P_{\text{дослід}} = \frac{1000}{8 \times 7} = 17,86 \text{ кг/год чол}$$

Завдяки модернізації лінії (впровадження безперервного аератора Hansa Есо-Міхер, механізованого сушильного тунелю та пакувального автомата) явочну чисельність виробничих робітників у зміну вдалося скоротити на 3 особи (з 10 до 7 чоловік). Розрахунки показують, що виробіток на одного робітника за годину зріс із 12,50 кг до 17,86 кг, що становить ріст продуктивності праці на 42,9%.

3.9. Розрахунок витрат ресурсів на виробництво продукції

До основних ресурсів, що споживаються лінією, належать: електроенергія (на привід двигунів, ТЕНи сушильної камери та автоматику); технологічна пара та теплова енергія (на уварування сиропу та підігрів води); вода (на технологічні потреби, охолодження вакуум-апарата та санітарну обробку). В таблиці 10 наведено споживання електроенергії за зміну.

						Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Споживання електроенергії обладнанням за зміну

Обладнання	Потужність, $P_{вст}$, кВт	Коефіцієнт, K_v	Час роботи за зміну, год	Споживання за зміну, кВт год
Ванна дефростації (ТЕНи + мішалка)	12,0	0,6	4	28,8
Протиральна машина МПД-500	1,5	0,5	3	2,25
Вакуум-апарат (привід мішалки + насос)	4,5	0,8	6	21,6
Аератор Hansa Eco- Mixer-400	7,5	0,85	7	44,6
Зефіровідсадкова машина з конвеєром	2,2	0,7	7	10,8
Конвекційна сушильна камера (ТЕНи + вентилятори)	24,0	0,75	5	90,0
Пакувальний автомат Flow-Pack	3,2	0,7	6	13,44
Освеблок (освітлення цеху, вентиляція тощо)	5,0	0,9	8	36,0
Разом дослідний варіант	59,9	—	—	247,49
Разом контрольний варіант (без сушильного тунелю)	35,9	—	—	163,50

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

У дослідному варіанті витрати електроенергії вищі на 51,4% через роботу ТЕНів та вентиляторів сушильної камери (90 кВт·год). Проте, це повністю компенсується радикальним скороченням витрат технологічної пари та загального часу виробничого циклу.

Розрахунок витрат теплової енергії та технологічної пари. Пара використовується для сорочок варильних апаратів. Розрахунок витрат пари (D , кг) ведеться за тепловим балансом уварування сиропу:

$$D = \frac{Q_{\text{корисне}}}{r \times \eta} \quad (14)$$

де $Q_{\text{корисне}}$ – теплота на нагрів сировини та випаровування води;

r – теплота пароутворення (≈ 2200 кДж/кг);

η – ККД апарата (0,92).

Контрольний варіант (відкритий котел МЗ-2С-244) – уварування йде при атмосферному тиску до температури 112°C . Питома витрата пари становить близько 1,2 кг на 1 кг готового сиропу. Витрата пари за зміну – 780 кг.

Дослідний варіант (вакуум-апарат МЗ-382) – уварування фруктового сиропу під розрідженням відбувається при значно нижчій температурі (82°C). Температурний напір менший, втрати в докiлля мінімальні. Питома витрата пари знижується до 0,75 кг на 1 кг сиропу. Витрата пари за восьмигодинну зміну – 490 кг.

Економія технологічної пари складає 37,2% (290 кг за зміну), що суттєво знижує навантаження на котельню ТОВ «Тернівський хлібзавод».

Вода споживається на три основні напрямки: технологічна – йде на замочування агар-агару та відновлення білка; технічна – необхідна для створення розрідження у конденсаторі вакуум-апарата; санітарна – миття обладнання (система СІР), підлоги цеху та гігієна персоналу.

В таблиці 11 наведено баланс споживання води за зміну для різного використання при виготовленні дослідного і контрольного зразків зефіру в умовах підприємства.

						Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Баланс споживання води за зміну, м³

Напрямок використання	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Технологічні потреби	0,35	0,32
Охолодження вакуум-системи	0,00	0,85
Санітарні потреби та миття	0,60	0,50
Загалом за зміну	0,95	1,67

Узагальненні дані щодо витрат енергоресурсів на виробництво зефіру наведено в таблиці 12.

Узагальненні дані енергетичних ресурсів на 1000 кг зефіру

Вид ресурсу	Контрольний зразок	Дослідний зразок	Відхилення, %
Електроенергія, кВт год	163,50	247,49	+51,4 %
Технологічна пара, кг	780,00	490,00	-37,2 %
Вода загальна, м ³	0,95	1,67	+75,8 %

Попри зростання споживання електроенергії (84 кВт·год через роботу сушильної камери), впровадження розробленої технології є економічно вигіднішим. Пряме зниження витрат пари на 290 кг дає значно більший грошовий еквівалент економії, оскільки вартість генерації пари на підприємствах хлібопекарської та кондитерської галузі є найвищою статтею енерговитрат.

Збільшення витрат технічної води на 0,85 м³ нівелюється інженерним рішенням підключення вакуум-апарата до системи оборотного (зацикленого) водопостачання хлібзаводу. Вода після конденсатора не скидається в каналізацію, а охолоджується на градирні та повертається в технологічний цикл.

					Арк.
					53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3.10. Будівельні рішення

Згідно з уніфікованими вимогами промислового будівництва, отримана площа коригується відповідно до стандартної сітки колон. Для кондитерських цехів малої та середньої потужності найчастіше застосовують сітку: 6×6 м (крок колон × ширина прольоту); 6×12 м або 6×18 м (для довгих потокових ліній сушіння) [23].

Для забезпечення гнучкості виробництва та можливості майбутнього розширення, а також враховуючи наявну архітектурну структуру ТОВ «Тернівський хлібзавод», підбираємо стандартні будівельні модулі:

Контрольний варіант – приймаємо приміщення площею 144 м², що відповідає будівельній сітці з двох прольотів: $(6 \times 12) \times 2 = 144$ м² або чотирьом квадратам 6×6 м.

Дослідний варіант – завдяки заміні громіздкої зони пасивного вистоювання лотків на компактну та інтенсивну конвекційну сушильну камеру, реальна потреба у площі зменшилась. Приймаємо стандартне приміщення площею 108 м², що відповідає сітці колон: 6×18 м (один довгий технологічний проліт, ідеальний для лінійного розташування обладнання)

Для практичної реалізації розробленої лінії затверджено виробниче приміщення площею 108 м² з будівельною сіткою колон 6×18 м. Таке лінійне планування повністю виключає зустрічні потоки «сировина – готовий продукт», забезпечуючи суворе виконання санітарних вимог ДСТУ та критеріїв безпеки НАССР.

Висота цеху від підлоги до низу несучих конструкцій перекриття становить 4,8 м (згідно з СНіП 2.09.02-85 для розсіювання теплових та парових виділень від варильного апарата та сушильної камери) [23].

Внутрішнє оздоблення цеху розроблено з урахуванням специфіки кондитерського виробництва (підвищена вологість у зоні варіння та суворі вимоги до миття стін і підлоги). Стіни та перегородки виконані з цегли та залізобетонних панелей. Для забезпечення вимог НАССР стіни на всю висоту

						Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(4,8 м) облицьовуються глазурованою керамічною плиткою (або сендвіч-панелями з ПВХ-покриттям, дозволеним для харчової промисловості). Це дозволяє проводити щозмінне вологе прибирання та дезінфекцію. Стикі між стінами та підлогою виконуються закругленими (радіус не менше 50 мм) для запобігання накопиченню бруду.

Враховуючи значні механічні навантаження (рух роклі, лотків) та хімічний вплив (органічні кислоти обліпихи), підлога проектується кислототривкою, водонепроникною та неслизькою. Застосовується мозаїчний бетон з покриттям епоксидним наливним компаундом. Підлога має ухил 1-2% у бік відкритих трапів для зливу санітарних вод [23].

Покриваються стелі водостійкою силікатною фарбою світлих тонів із протигрибковими добавками. Конструкція стелі виключає можливість осипання штукатурки або конденсації вологи над відкритими технологічними місткостями.

Проектується припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням. Над вакуум-апаратом МЗ-382 та ванною ВДП-200 встановлюються локальні витяжні парасолі (місцева аспірація) для вловлювання надлишкового тепла. Кратність повітрообміну в цеху становить $n=4-6 \text{ год}^{-1}$

Технологічна вода підводиться трубами з нержавіючої сталі AISI 304. Для відведення стоків від СІР-миття обладнання в підлозі монтуються каналізаційні трапи з гідрозатворами та решітками з нержавіючої сталі, які затримують випадкові тверді домішки [23].

Застосовується комбіноване освітлення. Природне – через віконні прорізи у стінах. Штучне – світлодіодними люмінесцентними лампами у пиловологозахищеному виконанні (клас захисту не менше IP65) із захисною полікарбонатною сіткою (захист від осколків скла при випадковому пошкодженні лампи).

Затверджено оптимальне архітектурно-компонувальне рішення кондитерського цеху на базі стандартного будівельного модуля площею 108

					Арк. 55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

м² (6×18 м), що дозволяє раціонально розмістити модернізовану поточно-механізовану лінію. Завдяки прямолінійному розташуванню обладнання забезпечено виконання базового критерію харчової безпеки НАССР – повної ліквідації зустрічних потоків сировини та готових виробів.

Запропоновані матеріали внутрішнього оздоблення (епоксидна наливна підлога, ПВХ-панелі, вологозахисне освітлення) повністю адаптовані до умов підвищеної вологості та забезпечують швидку санітарну обробку лінії, гарантуючи високу мікробіологічну чистоту дієтичного яблучно-обліпихового зефіру [33].

						Арк.
						56
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Праця працівників зефірного виробництва має ряд специфічних особливостей, що обумовлені технологією виготовлення продукції, характером використовуюваного обладнання та вимогами до якості харчових виробів. В умовах ТОВ «Герновський хлібзавод» виробництво зефіру включає підготовку сировини, приготування рецептурної суміші, збивання зефірної маси, формування виробів, сушіння, обсіпання цукровою пудрою, пакування та зберігання готової продукції. Кожен із цих етапів супроводжується певними виробничими навантаженнями, що впливають на фізичний та психоемоційний стан працівників [18].

Однією з головних особливостей праці є необхідність постійного контролю за технологічними параметрами виробництва. Якість зефіру значною мірою залежить від правильного дотримання температурного режиму, часу збивання маси, співвідношення компонентів та умов сушіння готових виробів. Працівники повинні стежити за показниками обладнання та своєчасно реагувати на будь-які відхилення від установлених норм. Оператор збивальної машини контролює консистенцію зефірної маси та тривалість процесу збивання. Якщо маса буде недостатньо збитою або, навпаки, перезбитою, готова продукція може втратити потрібну структуру, обсяг та товарний вигляд [19].

Особливістю виробництва зефіру є використання теплових процесів, що супроводжуються підвищенням температури та вологості повітря у виробничих приміщеннях. Під час приготування сиропів, розчинення цукру та варення компонентів виділяється значна кількість тепла та водяної пари. Працівники, які обслуговують варильні котли та змішувальне обладнання, тривалий час перебувають у зоні впливу підвищеної температури. Працівник варильного відділення під час завантаження цукру та контролю процесу приготування сиропу піддається впливу гарячого повітря та теплового

						Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випромінювання від обладнання. Такі умови можуть спричиняти швидку втому, підвищене потовиділення та зниження працездатності [20].

Важливою особливістю праці є вплив запиленості повітря. У процесі виробництва широко використовуються сипучі компоненти, зокрема цукор, сахарна пудра, крохмаль та інші інгредієнти. Під час їх завантаження, пересипання та обробки у повітря потрапляє дрібнодисперсна пилюка. Під час обсипання готового зефіру цукровою пудрою у виробничому приміщенні утворюється пилове облако, яке може подразнювати слизові оболонки очей та органів дихання працівників. За тривалого впливу пилу можливе виникнення алергічних реакцій чи професійних захворювань дихальної системи [18].

Робота на виробничих лініях характеризується певною монотонністю та повторюваністю трудових операцій. Працівники фасувальних та пакувальних дільниць протягом зміни виконують однотипні рухи, пов'язані з укладенням продукції, контролем її якості та формуванням упаковок. Працівник пакувальної лінії протягом кількох годин здійснює сортування та укладання зефіру у транспортну тару. Постійне повторення однакових рухів може викликати перенапруження м'язів рук, плечового поясу та хребта, а також сприяти розвитку втоми та зниження концентрації уваги [19].

Особливістю праці на підприємстві є необхідність тривалого перебування в положенні стоячи. Більшість виробничих операцій виконується безпосередньо біля технологічного обладнання або конвеєрних ліній, що потребує постійної присутності працівника на робочому місці. Працівник формувальної машини контролює процес відсаджування зефірної маси протягом усієї зміни, перебуваючи у вертикальному положенні. Таке навантаження негативно впливає на кровообіг нижніх кінцівок, спричиняє втому та може стати причиною розвитку захворювань опорно-рухового апарату [20].

Важливе місце в роботі працівників займає дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Оскільки зефір належить до харчових продуктів, персонал зобов'язаний суворо дотримуватися правил особистої гігієни,

						Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовувати спеціальний одяг, головні убори та підтримувати чистоту робочого місця. Перед початком роботи працівники проходять санітарну обробку рук та перевіряють стан спецодягу. Недотримання цих вимог може призвести до забруднення продукції та погіршення її якості [19].

На працівників впливає шум від роботи технологічного обладнання, зокрема змішувачів, компресорів, транспортерів та пакувальних машин. Постійний шумовий фон створює додаткове навантаження на нервову систему, що викликає втоми та може знижувати ефективність праці. Працівник виробничої лінії, який протягом зміни перебуває поблизу працюючого обладнання, може відчувати головний біль, подразливість та зниження концентрації уваги.

Оцінка важкості та напруженості праці є важливим етапом аналізу умов праці на підприємствах харчової промисловості, оскільки дозволяє визначити рівень фізичного та психоемоційного навантаження на працівників, виявити фактори ризику для здоров'я та розробити заходи щодо покращення виробничого середовища. В умовах ТОВ «Терновський хлібзавод» працівники виконують широкий спектр виробничих операцій, пов'язаних із підготовкою сировини, виготовленням продукції, обслуговуванням технологічного обладнання та пакуванням готових виробів. Особливості технологічного процесу виробництва зефіру обумовлюють наявність як фізичних, так і нервно-емоційних навантажень, що впливають на працездатність персоналу

На підприємстві значна частина виробничих операцій пов'язана з переміщенням сировини, завантаженням компонентів у технологічне обладнання, транспортуванням напівфабрикатів та готової продукції. Працівники варильного відділення здійснюють завантаження цукру, патоки та інших компонентів у варильні котли, що потребує прикладання фізичних зусиль та виконання багаторазових рухів протягом зміни. Такі навантаження впливають на м'язи рук, плечового поясу та спини, а при тривалому виконанні можуть сприяти розвитку професійної втоми [19].

Значний вплив на тяжкість праці має необхідність тривалого

						Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перебування у вертикальному положенні. Більшість працівників виробничих дільниць виконують свої обов'язки стоячи біля технологічного обладнання або конвеєрних ліній. Працівники протягом робочої зміни контролюють процес відсаджування зефірної маси, практично не маючи можливості змінювати робочу позу. Тривале статичне навантаження призводить до погіршення кровообігу в нижніх кінцівках, виникнення відчуття тяжкості в ногах та загальної фізичної втоми [20].

На рівень тяжкості праці впливають параметри виробничої середовища. У варильних та технологічних цехах працівники піддаються впливу підвищеної температури та вологості повітря. Під час приготування сиропів та зефірної маси відбувається інтенсивне виділення тепла та водяної пари, що створює додаткове навантаження на систему терморегуляції організму. Працівники, які обслуговують варильне обладнання, протягом зміни перебувають в умовах підвищеної температури, що сприяє швидкому настанню втоми та зниженню працездатності [17].

Напруженість праці характеризується ступенем нервно-емоційного навантаження, що виникає у процесі виконання виробничих завдань. На ТОВ «Терновський хлібзавод» працівники постійно контролюють технологічні параметри виробництва, стежать за роботою обладнання та забезпечують відповідність продукції встановленим вимогам якості. Працівники контролюють консистенцію зефірної маси, тривалість збивання та правильність роботи обладнання. Будь-яке відхилення від технологічних параметрів може призвести до браку продукції та матеріальних втрат на підприємстві, що підвищує рівень відповідальності та психоемоційного напруження працівника [18].

Важливим фактором напруженості праці є необхідність роботи у високому темпі. Виробничі лінії функціонують безперервно, тому працівники повинні своєчасно виконувати всі операції та підтримувати установлений ритм роботи. Працівники пакувальної дільниці повинні швидко здійснювати контроль якості, сортування та укладення готового зефіру в упаковку.

						Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порушення темпу роботи навіть одним працівником може призвести до затримки всього виробничого процесу, що створює додаткове нервово навантаження [19].

Особливістю праці на підприємстві є також монотонність окремих виробничих операцій. Працівники фасувальних і пакувальних ліній протягом зміни багаторазово повторюють однакові рухи та виконують однотипні дії. Працівники пакувальної лінії протягом кількох годин здійснюють однакові операції з укладання продукції в коробки. Така монотонність знижує концентрацію уваги, сприяє розвитку психічної втоми та підвищує ризик виробничих помилок.

На рівень напруженості праці впливає також відповідальність за дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Працівники харчового виробництва постійно контролюють чистоту робочого місця, стан обладнання та якість продукції. Під час виробництва зефіру працівник зобов'язаний своєчасно виявляти ознаки можливого забруднення продукції та негайно повідомляти про це керівництво. Усвідомлення відповідальності за безпечність харчових продуктів формує додаткове психоемоційне навантаження [20].

Суттєвий вплив на працездатність працівників має шум від роботи технологічного обладнання. Постійний шумовий фон створює додаткове навантаження на нервову систему, що ускладнює сприйняття інформації та може спричиняти швидку втому. Працівники, які працюють поблизу збивальних машин чи компресорного обладнання, змушені постійно концентрувати увагу на сигналах та показниках обладнання в умовах підвищеного шуму [18].

Праця працівників ТОВ «Терновський хлібзавод» характеризується поєднанням значного фізичного навантаження та високої нервно-емоційної напруженості. Напруженість праці обумовлюється необхідністю постійного контролю технологічних процесів, високою відповідальністю за якість продукції, роботою в швидкому темпі та монотонністю окремих виробничих операцій. Урахування цих факторів є необхідною умовою для розроблення

					Арк.	
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективних заходів з охорони праці, спрямованих на збереження здоров'я працівників та підвищення ефективності виробництва [18].

Отже, умови праці працівників ТОВ «Герновський хлібзавод» характеризуються поєднанням фізичних та нервно-емоційних навантажень, зумовлених особливостями технологічного процесу виробництва зефіру. Важкість праці пов'язана з ручним переміщенням сировини, тривалим перебуванням в положенні стоячи, виконанням однотипних рухів та впливом несприятливих параметрів мікроклімату. Напруженість праці обумовлена необхідністю постійного контролю за технологічними процесами, високою відповідальністю за якість продукції та дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Додатковий вплив на працездатність працівників здійснюють виробничий шум, монотонність окремих операцій та робота в визначеному виробничому ритмі. Своєчасна оцінка важкості та напруженості праці дозволяє виявляти фактори ризику та розробляти ефективні заходи щодо покращення умов праці. Реалізація таких заходів сприятиме збереженню здоров'я працівників, підвищенню продуктивності праці та забезпеченню належного рівня безпеки виробництва [19].

						Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Розроблена схема дозволяє отримати стабільну піноподібну структуру та трансформує зефір у категорію функціональних продуктів дієтичного призначення.

2. Заміна цукрово-патокової суміші на монокомпонентну вуглеводну фазу у вигляді фруктози дозволила знизити витрати підсолоджувача в натурі на 15,1% (з 595,29 кг у контролі до 382,23 кг у дослідному зразку).

3. Розрахунок матеріального балансу фази варіння підтвердив, що початкова маса агаро-фруктозного напівфабрикату є меншою (630,54 кг порівняно 750,29 кг у контролі) через перенесення фруктово-ягідної основи безпосередньо на етап аерації.

4. Розроблено інноваційну технологію дієтичного зефіру функціонального призначення на основі колоїдної матриці агар-агару, яка передбачає повну заміну сахарози на фруктозу та введення 30% обліпихового пюре (у співвідношенні 70:30 з яблучним). Завдяки високій солодкості фруктози натурну масу підсолоджувача знижено на 15,1%.

5. Введення 981,33 кг обліпихового пюре забезпечує продукт нативними вітамінами каротиноїдами та антиоксидантами без використання синтетичних барвників та ароматизаторів.

6. Перехід на технологію яблучно-обліпихового зефіру на фруктозі не вимагає повної заміни обладнання ТОВ «Тернівський хлібзавод», проте потребує точкової модернізації двох вузлів: заміни відкритого варильного котла на вакуум-апарат, що дозволяє знизити температурне навантаження на сироп і зберегти фруктозу; доукомплектування протиральної машини змінним ситом із меншим діаметром вічок (0,5 мм) для якісної деспінізації обліпихової сировини.

7. Впровадження розробленої технології яблучно-обліпихового зефіру на фруктозі дозволяє скоротити необхідну виробничу площу на 13,3%, з 111,53 м² до 96,67 м². Це досягається завдяки інтенсифікації стадії видалення вологи

						Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в конвекційній камері замість тривалого природного вистоювання стелажів у цеху.

8. У результаті за 30 діб зберігання контрольний зразок втратив 3,8% початкової вологи, що призвело до помітного згрубіння скоринки та появи кристалічних «цукрових» точок. Досліджуваний зразок втратив лише 1,6% вологи, зберігши початкову м'якість, еластичність та ніжну текстуру серцевини.

9. Розроблений яблучно-обліпиховий зефір на фруктозі перевершує контрольний зразок за органолептичними показниками (загальний дегустаційний бал 4,86 проти 4,45). Продукт має яскравий нативний колір, освіжаючий смак та підвищену тривалу еластичність консистенції.

10. Фізико-хімічні параметри дослідного зразка повністю відповідають вимогам ДСТУ 4683:2006. Зниження вмісту редукувальних речовин до 0,8% підтверджує успішне видалення сахарози з рецептури, що робить продукт придатним для діабетичного харчування.

11. Розроблена модель безпеки НАССР для лінії виробництва яблучно-обліпихового зефіру на фруктозі дозволяє ТОВ «Тернівський хлібзавод» превентивно блокувати ризики на етапі підготовки нативної сировини (обліпихи) та варіння термолабільного сиропу.

12. Завдяки модернізації лінії (впровадження безперервного аератора Hansa Eco-Mixer, механізованого сушильного тунелю та пакувального автомата) явочну чисельність виробничих робітників у зміну вдалося скоротити на 3 особи (з 10 до 7 чоловік). Розрахунки показують, що виробіток на одного робітника за годину зріс із 12,50 кг до 17,86 кг, що становить ріст продуктивності праці на 42,9%.

						Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Повністю виключити з рецептури зефіру цукор-пісок та патоку харчову, замінивши їх на кристалічну фруктозу. Це дозволить знизити сумарну масу підсолоджувачів на 15,1%, зменшити калорійність виробу та забезпечити низький глікемічний індекс.

2. Замінити відкритий варильний котел МЗ-2С на вакуум-варильний апарат МЗ-382. Проводити уварювання агаро-фруктового сиропу при температурі $82\pm 2^{\circ}\text{C}$ під розрідженням 0,04 МПа до кінцевого вмісту сухих речовин 84,5%. Це попередить карамелізацію та меланоїдиноутворення.

3. Замінити обсипання виробів цукровою пудрою на натуральну фруктову (обліпихову) пудру для підкреслення автентичного кольору та запобігання зволоженню поверхні при зберіганні.

						Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз ринку кондитерських виробів України: тенденції. URL: <https://koloro.ua/ua/blog/brending-i-marketing/analiz-rynka-konditerskikh-izdeliy-ukrainytendentsii.html>
2. Башта А. О., Ковальчук В. В. Розроблення способу отримання зефіру оздоровчого призначення. *Харчова промисловість*. 2014. № 16. С. 37-41.
3. Бочко О.Ю., Балик У.О., Карпій О.П. Дослідження ринку кондитерських виробів: вплив пандемії та війни. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. - 2022. - Вип. 18(2). - С. 264-273.
4. Гетун Г. В. Основи проектування промислових будівель: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. К. : Кондор, 2008. 208 с.
5. Гулий І. С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Вінниця : Нова книга, 2001. 575 с.
6. Гуменюк О. Л. Технологія харчових виробництв. Чернігів : ЧНТУ, 2018. 111 с.
7. Доценка В. Ф. Лабораторний практикум із загальних технологій харчової промисловості. Київ: Кондор-Видавництво, 2016. 380 с.
8. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах: Підручник / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С. І. БУХКАЛО, П. О. КАПУСТЯНКО [та ін.]. К. : Центр навчальної літератури, 2005. 496 с.
9. Загальні технології харчової промисловості. Навчальний посібник / Ф. В. Перцевой, В. І. Ладика, П. П. Пивоваров [та ін.]. Х. : СНАУ, 2021. 317 с.
10. Загальні технології харчової промисловості. Навчальний посібник у 2 ч. Ч. 1 / Ф. В. Перцевой, В. І. Ладика, П. П. Пивоваров [та ін.]. Х. : СНАУ, 2021. 317 с.
11. Загриванська А. В., Голюк В. Я. Аналіз сучасного кондитерського ринку України. *Актуальні проблеми економіки та управління*. 2021. Вип. 15. URL : <http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/226703>
12. Іваненко В., Курепін В. Впровадження інноваційних систем безпеки

						Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на підприємства під час війни на прикладі міста Миколаїв. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку обліку, аналізу та контролю в соціально-орієнтованій системі управління підприємством : матеріали ІХ всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Полтава, 26 березня 2026 р.)*. Полтава : Полтавський державний аграрний університет, 2026. С. 926-928.

13. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти і нутрицевтики – сучасні підходи харчової науки. *Вісник Львівського університету*. 2016. Вип.73. С. 441-447.

14. Капрельянц Л. В., Іоргачова К. Г. Функціональні продукти. Одеса : Друк, 2003. 312 с.

15. Капрельянц Л. В., Петросьянц А. П. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології. Одеса : Друк, 2011. 269 с.

16. Курепін В. М. Безпечність харчових продуктів як складова продовольчої безпеки України. *Стратегічні напрями забезпечення продовольчої безпеки України у воєнний період : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 27-28 листопада 2025 року)*. Державний університет інформаційно комунікаційних технологій. Київ, 2025. С. 143-146. URL : <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/23363>.

17. Курепін В. М., Марченко Д. Д., Курепін Д. В. Охорона праці в галузі : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2023. 586 с. URL : <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/13157>.

18. Курепін В. М., Піндера М. В. Контроль та управління безпечністю харчових продуктів. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку агропродовольчої сфери, індустрії гостинності та торгівлі : тези доповідей ІV міжнар. наук. практ. конф., 4 листопада 2025 р.* Державний біотехнологічний ун-т. Харків, 2025. С. 428-430. URL : <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/22771>.

19. Кучерук З. І., Шматченко Н. В. Технологія кондитерських виробів : навчальний посібник. Х. : ХДУХТ, 2020. 179 с.

						Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Нерпан М. Тенденції українського кондитерського ринку. URL : <https://pk.harchovyk.com/ukrayinskyj-kondyterskyj-rynok-zahopyly-try-monopolisty>

21. Основи сенсорного аналізу харчових продуктів: навч. посіб. / О. Б. Ткаченко, Н. В. Каменева, О.О. Тітлова [та ін.]. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 304 с.

22. Паламарек К. В., Вдовічева О. Г. Інноваційні технології зефіру на основі рослинного піноутворювача. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. №. 4. С. 260-270. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.4.26>.

23. Проектування підприємств кондитерської промисловості : навч. посібник / К. Г. Іоргачова, Л. В. Гордієнко, В. Ю. Толстих [та ін.]. Одеса : ОНАХТ, 2019. 272 с.

24. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2025 році. Управління екології та природних ресурсів. Миколаїв, 2025. 236 с.

25. Савицька Н. Л., Тарасов І. Ю., Прядко О. М. Маркетингові перспективи розвитку ринку дієтичних кондитерських продуктів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2020. №5. С. 184-188

26. Савінок О. М., Петрова О. І., Гиль М. І. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної дипломної роботи для здобувачів вищої освіти СВО «Бакалавр», освітня спеціальність 181 – «Харчові технології». Миколаїв : МНАУ, 2022. 63 с.

27. Савчук І. Аналіз діяльності головних гравців на ринку кондитерських виробів. *Національний університет харчових технологій*. С. 58-59.

28. Самойленко А. А., Юдічева О. П. Якість зефіру біло-рожевого українського виробництва. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2020. № 24. С. 66-74

29. Технологія виробництва зефіру з використанням плодоовочевої пасти / А. М. Загорулько [та ін.]. *Вісник державного біотехнологічного*

						Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

університету. Харків. 2020. С. 54-64.

30.Тоболін О. Аналіз ринку кондитерських виробів України: тенденції. *Koloro*. URL : [https://koloro.ua/ua/blog/ brending-i-marketing/analiz-rynka-konditerskikh-izdeliy-ukrainy-tendentsii.html](https://koloro.ua/ua/blog/brending-i-marketing/analiz-rynka-konditerskikh-izdeliy-ukrainy-tendentsii.html)

31.Туз Н. Ф., Артамонова М. В. Технологія мармеладу желейного з рослинними добавками. *Інженерія переробних і харчових виробництв*. 2016. №1. С. 32-37.

32.Челябієва В. М., Сиза О. І., Савченко О. М. Отримання пектину з вичавків смородини для виготовлення зефіру на основі агрусового пюре. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2018. Вип. 1. С. 303-317. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2018_1_27

33.Чорна А., Калмазан В., Чорний І. Конкурентоспроможність зефіру з їстівним покриттям. *Товари і ринки*. 2019. №2. С. 75-86

						Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		