ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

Обґрунтування технології жувальних кондитерських виробів із додаванням цитрусових харчових волокон та підсолоджувача

Виконала: здобувачка вищої освіти 3 скороченого курсу, групи ХТС-1-23 освітньо-професійної програми «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Каріна ПСАРЮК

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«01» травня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Псарюк Каріні Сергіївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології жувальних кондитерських виробів із додаванням цитрусових харчових волокон та підсолоджувача».
Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія жувальних кондитерських виробів із додаванням цитрусових харчових волокон та підсолоджувача. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Методична частина. 3 Результати досліджень та їх аналіз. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Схема проведення експериментальних досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Техніко-економічні розрахунки. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцент Олег ТЕРТИШНИЙ	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Аналітичний огляд	05.05-07.05.26	виконано
3	Методична частина	08.05-14.05.26	виконано
4	Результати досліджень та їх аналіз	15.05-31.05.26	виконано
5	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.26	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.26	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.26	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-08.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Каріна ПСАРЮК
(підпис)

Керівник роботи _____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: **«Обґрунтування технології жувальних кондитерських виробів із додаванням цитрусових харчових волокон та підсолоджувача»**

Кваліфікаційна робота: 68 сторінок, 16 рисунків, 16 таблиць, 0 додатків, 26 літературних джерел.

Мета роботи – розробка технології функціональних жувальних цукерок на основі ізомальту з використанням апельсинових харчових волокон.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва функціональних жувальних цукерок.

Предмет дослідження – вплив ізомальту та апельсинових харчових волокон на органолептичні, фізико-хімічні й структурно-механічні показники функціональних жувальних цукерок.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці технології функціональних жувальних цукерок на основі ізомальту з використанням апельсинових харчових волокон. Актуальність роботи зумовлена необхідністю розширення асортименту кондитерських виробів зі зниженою цукромісткістю та підвищеною харчовою цінністю.

Досліджено вплив рецептурних компонентів на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники готової продукції. Особливу увагу приділено формуванню консистенції, жувальних властивостей, смаку, запаху та зовнішнього вигляду виробів. За результатами проведених досліджень розроблено рецептуру функціональних жувальних цукерок з покращеними показниками якості та підвищеною харчовою цінністю.

Ключові слова: *гарбуз, цукати, технологія, сировина, сироп, сушіння, бланшування, якість, виробництво, продукція.*

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД 10
1.1 Цукор та його замінники 10
1.2 Жувальні вироби функціонального призначення 12
1.3 Роль та властивості різних інгредієнтів у технології жувальних кондитерських виробів 13
Висновки за розділом 20
2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА 22
2.1 Характеристика об'єктів дослідження 22
2.2 Методи досліджень 23
Висновки за розділом 24
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ 26
3.1 Розробка модельної рецептури для створення жувальних цукерок із використанням ізомальту 26
3.2 Формування структурно-механічних властивостей цукеркової маси для жувальних цукерок 29
3.3 Вплив апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 на структурно-механічні властивості маси для жувальних цукерок 32
3.4 Розробка науково-обґрунтованої рецептури функціональних жувальних цукерок з використанням ізомальту та апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 38
3.5 Розробка технології функціональних жувальних цукерок з використанням ізомальту та апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 39
3.7 Зберігання функціональних жувальних цукерок з використанням ізомальту та апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 46
3.8 Оцінка харчової та енергетичної цінності функціональних жувальних цукерок 48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ 52

4.1 Розроблення картки з безпеки праці при виробництві жувальних кондитерських виробів 52
4.2 Шляхи утилізації відходів при виробництві жувальних кондитерських виробів 54
Висновки за розділом 55
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 57
5.1 Витрати на проведення досліджень 57
5.2 Визначення вартості дослідження 61
Висновки за розділом 61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 63
БІБЛІОГРАФІЯ 65

ВСТУП

Останніми роками значно зріс інтерес до функціональних харчових продуктів, до складу яких входять компоненти, здатні позитивно впливати на організм людини, підвищувати його опірність до захворювань і сприяти нормалізації фізіологічних процесів. Якість таких продуктів оцінюють не лише за смаковими властивостями, а й за харчовою цінністю та оздоровчим ефектом.

Функціональні продукти містять спеціальні інгредієнти, які забезпечують їм додаткову біологічну цінність. До таких компонентів належать розчинні й нерозчинні харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти, олігосахариди, мікроелементи та пробіотичні культури, зокрема біфідобактерії [1].

Відповідно до сучасної концепції здорового харчування, їжа повинна не тільки забезпечувати організм енергією та поживними речовинами, а й виконувати профілактичну функцію. Дослідження у сфері фізіології та біохімії підтверджують, що біологічно активні речовини, які містяться у харчових продуктах, можуть впливати на окремі функції організму та сприяти підтриманню здоров'я. Саме тому нині особлива увага приділяється не стільки кількості харчових продуктів, скільки їх якості, безпечності та збалансованому хімічному складу.

Актуальним напрямом є створення продуктів із заданими властивостями, розроблених з урахуванням медико-біологічних рекомендацій. У багатьох країнах зростає інтерес до використання добавок рослинного походження, які є джерелом есенціальних речовин: вітамінів, макро- і мікроелементів, поліненасичених жирних кислот та харчових волокон. Раціональне поєднання таких компонентів дозволяє не лише частково замінити традиційну сировину, а й сформувати нові споживчі властивості продукту. Збагачення харчових виробів рослинними добавками сприяє підвищенню їх харчової цінності, покращенню органолептичних показників і наданню функціональної спрямованості [2].

Одним із перспективних компонентів для збагачення харчових продуктів є харчові волокна. Вони сприяють виведенню з організму окремих продуктів обміну,

залишків забруднювальних речовин, солей важких металів, а також позитивно впливають на роботу органів травлення. Крім того, харчові волокна можуть брати участь у регуляції маси тіла, рівня глюкози та холестерину в крові.

Окремої уваги заслуговує тенденція до збільшення виробництва і споживання продуктів із використанням замінників сахарози. Попит на продукцію категорії «без цукру» постійно зростає, що пов'язано з прагненням споживачів зменшити калорійність раціону та обмежити споживання легкозасвоюваних вуглеводів [4].

Надмірне споживання сахарози має низку негативних наслідків. Висока енергетична цінність цукру може сприяти переїданню та збільшенню маси тіла, а швидке засвоєння – різким коливанням рівня інсуліну в крові. Крім того, сахароза легко розщеплюється мікроорганізмами ротової порожнини з утворенням органічних кислот, що підвищує ризик руйнування зубної емалі та розвитку карієсу [5].

З огляду на сучасні тенденції розвитку харчової промисловості кондитерські вироби потребують удосконалення рецептурного складу. Перспективним є підвищення вмісту в них вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон за одночасного зниження енергетичної цінності.

У зв'язку з цим актуальним напрямом є наукове обґрунтування та розроблення технології жувальних кондитерських виробів функціонального призначення, збагачених фізіологічно цінними інгредієнтами, зокрема цитрусовими харчовими волокнами та підсолоджувачами [6].

Метою роботи є розробка технології функціональних жувальних цукерок на основі ізомальту з використанням апельсинових харчових волокон.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- аналіз світових тенденцій у виробництві жувальних цукерок шляхом вивчення, аналізу та систематизації наукової та патентної літератури;
- дослідження впливу основних структуроутворюючих інгредієнтів на формування структурно-механічних властивостей цукеркової маси для жувальних цукерок;

- дослідження впливу харчових волокон на структурно-механічні властивості маси для жувальних цукерок;
- розробка рецептури та технології функціональних жувальних цукерок з використанням ізомальту та апельсинових харчових волокон;
- оцінка споживчих властивостей, харчової цінності та безпеки функціональних жувальних цукерок на основі ізомальту;
- розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – технологія виробництва функціональних жувальних цукерок.

Предмет дослідження – вплив ізомальту та апельсинових харчових волокон на органолептичні, фізико-хімічні й структурно-механічні показники функціональних жувальних цукерок.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Цукор та його замінники

Років двісті тому цукор був рідкістю, дорогими ласощами. Але в XX столітті видобуток цукру з цукрових буряків і ввезення в країну тростинного цукру стали зовсім недорогими, і цукор виявився одним з найдемократичніших продуктів харчування, до того ж висококалорійним, поживним [1].

Сахароза, яку багато людей сприймають просто як цукор, займає нині одне з провідних місць у раціоні харчування людини. Слід зазначити, що такого роду становища і визнання сахарозі вдалося досягти за порівняно невеликий, з історичної погляду, проміжок часу, що трохи перевищує близько двох століть. При цьому низка інших продуктів харчування, що спеціально готуються, таких як, наприклад, хліб, сир, вино та ін., є супутниками людини протягом уже багатьох тисячоліть.

Заради справедливості, необхідно визнати, що таку лідируючу роль цукрозі вдалося здобути в результаті незаперечної перемоги за результатами своєрідного експертного опитування, в якому брали участь мільярди людей на всіх континентах Землі протягом кількох поколінь.

Сахарозі, яка виступала у цьому змаганні спочатку під назвою «тростинний цукор», вдалося впевнено перевершити за своїми смаковими, фізико-хімічними та фізіологічними характеристиками таких суперників, як глюкоза або «виноградний цукор»; фруктоза чи «фруктовий цукор»; лактоза або "молочний цукор"; сорбіт, який міг би отримати назву «горобинового цукру», внаслідок того, що він присутній у помітних кількостях у ягодах цього дерева; мальтозу або «солодовий цукор» і цілий ряд інших конкурентів серед моно-, ди-, три- та інших вуглеводів, що зустрічаються в природі, з ще більшою молярною масою [2].

Безперечними перевагами сахарози, як продукту харчування, є її приємний, повний, гармонійний смак, високий ступінь солодкості за відсутності будь-яких сторонніх відтінків та післясмаку, відносно низька гігроскопічність, сипкість та

інші високі технологічні показники. Слід зазначити також високу енергетичну цінність сахарози, як продукту харчування, і можливість її тривалого зберігання (до п’яти років) [3].

Багато елементів смаку сахарози часто приймаються за 100 %, тобто розглядаються як своєрідний зразок при проведенні оцінки смакових характеристик інших видів підсолоджувачів [7, 8].

Все це разом узяте призвело до того, що сахароза нині практично одностайно визнається як «королева» серед вуглеводів. В результаті вона є найпоширенішою індивідуальною органічною сполукою, що виробляється на нашій планеті. Обсяг її світового випуску нині перевищує 170 млн. тонн на рік та зберігає стійку тенденцію до подальшого зростання [9, 10].

Разом з тим, з часом виявився і ряд принципових недоліків, властивих сахарозі, як продукту харчування. Як це часто буває в житті, вони виявилися продовженням її переваг – висока енергетична цінність споживання сахарози пов’язана з ризиком виникнення ефекту переїдання; відносно легка засвоюваність – до різкого викиду інсуліну в кров та виникнення його дефіциту в організмі, що пов’язано зі швидким накопиченням у ньому жирових клітин; Висока швидкість розкладання під впливом мікроорганізмів у ротовій порожнині призводить до утворення у ній органічних кислот, які призводять зрештою до руйнації зубів, тощо.

Наслідком цього стало виникнення очевидного інтересу до підсолоджувальних сполук, тією чи іншою мірою, позбавлених зазначених недоліків сахарози.

Початок цього процесу було покладено з відкриття і подальшого широкого використання на практиці синтетичних сполук, коли Фальбергом в 1885 році був відкритий сахарин з солодкістю в 400 – 500 більшим, ніж у сахарози, при нульовій калорійності [11, 12].

Згодом група використовуваних у харчовій промисловості різних підсолоджувачів суттєво розширилася.

В останні роки у споживачів все більший інтерес викликають

підсолоджувачі, що належать до природних сполук. Як один з перспективних їх може розглядатися ізомальтулоза, яка також з повною підставою може претендувати і на близьку спорідненість з «царюючою королевою», тобто. сахарозою [13].

1.2 Жувальні вироби функціонального призначення

З урахуванням світових тенденцій розвитку харчової промисловості з орієнтацією на функціональні харчові продукти слід констатувати, що кондитерські вироби потребують суттєвої корекції їх хімічного складу у напрямку збільшення вмісту вітамінів, мінеральних елементів та харчових волокон, зокрема, інуліну при одночасному зниженні енергетичної цінності [7].

У зв'язку з цим актуальним та перспективним напрямом розвитку кондитерського виробництва є розробка на науковій основі конкурентоспроможної технології виготовлення жувальних цукерок, збагачених фізіологічно функціональними інгредієнтами [8].

Відомо багато харчових продуктів, у тому числі цукерок та жувальних гумок, що містять різні біологічно активні добавки [7, 9]. Описано жувальну гумку, що містить вітаміни – тіаміну бромід, рибофлавін, кальцію пантотенат, лінолеву кислоту [8]. Однак жувальна гумка, як лікарська форма, не влаштовує багатьох людей.

Відомий склад, описаний у винаході "Спосіб виробництва кондитерських виробів на основі желатину" [8]. Цей склад не містить біологічно активних добавок. Найбільш близький до пропонованого склад для приготування желейних цукерок, що містить цукор, патоку, речовину, що желює, лактат натрію, лимонну кислоту, олію апельсинову або есенцію і морс кураги в якості біологічно активної добавки [4].

Існує винахід складу жувальних цукерок, що містять цукор, патоку, желюючу речовину, лимонну кислоту та біологічно активні добавки. Як біологічно активну добавку використовують лікарський засіб оліфрен [5].

Розроблено склад для жувальних цукерок, що містить цукор, патоку, желюючу речовину, лимонну кислоту та речовини, що мають антиоксидантну активність. Як речовина з антиоксидантною активністю використовують ферментний комплекс (ФК), отриманий з біомаси культивованих клітин женьшеню або полісціасу [7].

Жувальних виробів, що містять у своєму складі харчові волокна поряд із цукрозамінниками, відомо не так багато, тому доцільно розробляти жувальні цукерки з використанням ізомальту та харчових волокон.

1.3 Роль та властивості різних інгредієнтів у технології жувальних кондитерських виробів

Фруктові жувальні цукерки – даний вид кондитерських виробів останніми роками став дуже популярним – особливо влітку, оскільки вироби переважно мають кислуватий смак.

Основа цього продукту – поєднання цукру та глюкозного сиропу з желюючою речовиною, якою може застосовуватися желатин, аравійська камедь, мальтодекстрин або модифікований крохмаль. Для покращення текстури та запобігання відчуванню надмірної липкості в роті додають жир.

Суміш після складання обробляють на машині, що також сприяє формуванню текстури. Ці цукерки подібно до жувальної гумки довго зберігаються в роті, але без присутності нерозчинної гумоподібної основи. На текстуру впливає додавання помадки, що надає виробу розсипчастість.

Популярними ароматизаторами є ефірні олії (лимонна, апельсинова, лаймова, перцевої м’яти) та поєднання натуральних та синтетичних фруктових ароматизаторів.

Так як ці вироби частково аеровані, ароматизатори, що застосовуються, повинні бути стійкі до окислення [8].

Тверді жувальні вироби – ще один тип кондитерських виробів, які зобов’язані своєю появою на ринку фармацевтам, які поєднували ліки з

аравійською камедіо, цукровими сиропами та медом. Присутність камеді забезпечувала повільне розчинення – якість, особливо корисна при лікуванні хвороб горла.

Більшість рецептур жувальних виробів засновано на аравійській камеді або суміші з желатином, що діють як желіруючі речовини, але застосовують деякі модифіковані крохмалі.

Базова рецептура вимагає додавання ароматизаторів і кислот, і при цьому можуть використовуватися різні речовини. Хороші цитрусові аромати дають лимонну, апельсинову та лаймову олії, а для надання інших фруктових ароматів широко застосовують концентровані соки. Сік солодки, мед та інші речовини (наприклад, ментол, евкаліптова та анісова олії) використовуються у спеціальних виробах для лікування горла.

У більш м’які жувальні вироби (поряд з аравійською камедіо) включають желатин, а вміст глюкозного сиропу в них вищий; в іншому технологія аналогічна [9].

Розглянемо властивості окремих інгредієнтів та його роль технології жувальних цукерок.

Цукор є основним інгредієнтом кондитерських виробів та шоколаду. З приводу переваг тросникового та бурякового цукру існують значні розбіжності, і колись кондитери та виробники джему, дізнавшись про те, що цукор виготовлений з цукрових буряків, навіть відмовлялися його використовувати. Насправді все залежить від ступеня очищення цукру, і рафінований цукор високого очищення, незалежно від того, очеретяний він або буряковий, є практично чистою, близько 99,9 %, сахарозу. Завдяки сучасним технологіям рафінований буряковий цукор високого очищення неможливо відрізнити від очеретяного, проте при порівнянні нерафінованих цукрів їхня відмінність дуже помітна. Нерафінований очеретяний цукор має приємний смак і запах, тоді як нерафінований буряковий цукор, будучи недостатньо чистим, має неприємні смакоароматичні характеристики.

Навіть у наш час іноді трапляється, що у продаж надходить буряковий цукор, що поступається за якістю добре очищеному тростинному цукру. Сироп, який

варять з такого бурякового цукру, має трохи помітний запах, і крім того, для нього характерне сильне піноутворення, що вкрай небажано при виробництві джему та кондитерських виробів. Це пов'язано з присутністю невеликих кількостей білків та продуктів їх розкладання, сапонінів та рослинних клейких речовин, яких у неочищеному тростинному цукрі бути практично не може; навпаки, у недостатньо рафінованому тростинному цукрі може міститися невелика кількість воску цукрової тростини, яка діє як інгібітор піноутворення. Чистота цукру та його піноутворення також пов'язані із зольністю; низька зольність говорить про хороше очищення [9].

Важливу роль формуванні текстури жувальних цукерок грає співвідношення вуглеводних компонентів (цукру та патоки).

Зміна співвідношення цукор: патока у напрямку збільшення вмісту патоки призводить до двох наступних результатів:

- змінюються жувальні характеристики мас, що пов'язано із вмістом у патоці високомолекулярних речовин;
- зміцнюється аморфна структура антикристалізаційних властивостей патоки Однак, введення патоки у кількості, що перевищує 60 %, викликає зміцнення структури маси, що ускладнює її механічну обробку.

Збільшення дозування цукру призводить до погіршення жувальних характеристик і викликає підвищення пластичних властивостей за рахунок часткового переходу маси з аморфної в аморфно-кристалічну, причому при введенні 60 % цукру маса, виготовлена на модифікованому крохмалі, кристалізується вже в процесі перетягування [8].

Декстроза є однією із складових глюкозного сиропу, а цей сироп є важливим інгредієнтом кондитерських виробів із цукру та борошняних кондитерських виробів, безалкогольних напоїв [9].

Глюкозний сироп є одним із основних та найбільш цінних інгредієнтів кондитерських виробів, не кажучи вже про його енергетичну цінність. Він має більшу розчинність, ніж сахароза, і якщо до розчину сахарози додати глюкозний сироп, це уповільнює кристалізацію. Оскільки суміш сахарози та глюкозного

сиропу має більшу розчинність, ніж окремо взята сахароза, вміст розчинних сухих речовин легко може підтримуватися на рівні вище 75 %, а це перешкоджає активності мікроорганізмів. З тієї ж причини підтримується низький рівень рівноважної вологості. Що запобігає засиханню. Але в залежності від ступеня гідролізу глюкозного сиропу ця властивість може виявлятися різною мірою.

Всі ці сиропи складаються виключно з вуглеводів, легко засвоювані та поживні, причому ступінь оцукрювання значною мірою впливає на їх фізіологічні властивості.

У міру зростання ступеня оцукрювання сиропи стають більш солодкими і менш в'язкими, легше зброджуються і мають більшу гігроскопічність. Сиропи з меншим ступенем оцукрювання мають більшу в'язкість і займають більший об'єм, що затримує кристалізацію, і діють як антиспінювачі.

Мальтодекстрини – це продукти з низьким ДЕ (від 3 до 20), одержувані ферментативним оцукрюванням (зазвичай використовується α-амілаза). Як правило, вони представлені у вигляді порошків розпилювального сушіння (з вмістом вологи менше 5 %), оскільки у відповідних рідких продуктів дуже висока в'язкість і при зберіганні часто мутніють.

Сиропи з низьким ДЕ та мальтодекстрини характеризуються високою в'язкістю та зниженою солодкістю. Вони перешкоджають кристалізації сахарози і виступають у ролі стабілізаторів у пористих (аерованих) продуктах (наприклад, маршмеллоу) [9].

Глюкозні сиропи і мальтодекстрини мають дуже низьку гігроскопічність і можуть використовуватися як захисна глазур на карамелі та інших кондитерських виробах, а завдяки своїй в'язкості вони надають продукції текстуру, що сприяє жуванню. У деяких випадках мальтодекстрини можуть замінювати гуміарабік (аравійська камедь) [9].

Нерідко застосовуються природні підсолоджувачі, такі як сорбіт, маніт, ліказин, ксиліт.

Сорбіт є багатоатомним спиртом; він широко поширений у природі, і найбільш багата на ці речовини горобина лікерна або звичайна. В даний час він

виробляється шляхом хімічного редукування глюкози (декстрози). Сорбіт цінується у виробництві діабетичних шоколадних виробів і кондитерських виробів, оскільки, на відміну від деяких сильних підсолоджувачів, він має не тільки солодкість, але й великий об'єм. У цьому плані його вважатимуться приблизно рівноцінним глюкозі. Сорбіт промислово випускається як у кристалічній формі, і у вигляді сиропу. Кристалічний сорбіт застосовується у виробництві шоколаду, причому вирішальну роль відіграють чистота його складу та вмісту вологи, тому що в іншому випадку виникають технологічні проблеми.

Рідкий сорбіт використовується у виготовленні різних продуктів, у тому числі і кондитерських виробів, як пластифікатор і «античерствитель». Він застосовується у виробництві кондитерських виробів та жувальної гумки, що не містять цукру.

Доведено, що засвоюється 98 % сорбіту, що вживається в їжу, а решта 2 % виводяться з організму. Сорбіт не токсикогенний. Дані медичної літератури свідчать про те, що сорбіт, що використовується в діабетичних продуктах, є попередником (прекурсором) глікогену і, отже, фруктози, але при цьому завдяки затримці перетворення сорбіту на фруктозу не відбувається перевантаження ослабленої підшлункової залози. Сорбіт має проносну дію, і вживати його рекомендується не більше трьох унцій (93,3 г) на добу [9].

Маніт широко поширений у природі – він міститься, наприклад, у селері, корі модрини, причому особливо багато його в манному ясені.

Штучно маніт виробляється шляхом гідрогенізації фруктози та є багатоатомним спиртом.

Солодкість маніту становить 0,6 від солодкості сахарози. Застосування маніту обмежене його низькою розчинністю. Але він цінується як інгредієнт жувальної гумки «без цукру», а також (через свою низьку гігроскопічність) шипучих порошків.

Ксиліт є п'ятиосновним атомним спиртом з п'ятьма атомами вуглецю, і цим він відрізняється від декстрози та фруктози, що мають шість атомів вуглецю. Ксиліт міститься в багатьох натуральних речовинах – наприклад, у фруктах, овочах

і грибах; його можна витягти з деревини берези. Ксиліт є білим гігроскопічним і термостійким кристалічним порошком.

При вживанні ксиліту в їжу він, хоч і повільно, але без залишку вбирається кишечником, причому для забезпечення обміну речовин не потрібно інсуліну і, отже, ксиліт не викликає діабетиків зміни рівня цукру в крові. Він не метабілізується каріогенними бактеріями, завдяки чому він має особливу цінність як некаріогенний підсолоджувач. За інтенсивністю солодощі ксиліт близький до цукру, тобто його солодощі приблизно вдвічі вищі за солодощі сорбіту або глюкозного сиропу. Ксиліт не токсикогенний, але вживання надто великих доз може спричинити хворобливі прояви. Як і сорбіт, він має проносну дію (при одноразовому вживанні 30 – 40 г). У кондитерській промисловості ксиліт особливо корисний у випадках, коли потрібний некаріогенний підсолоджувач (наприклад у продуктах в'язкої консистенції – жувальній гумці та молочних цукерках) [9].

Для виробництва всіх видів кондитерських виробів – молочних цукерок, фаджа (молочних цукерок із властивостями помадки), нуги, трюфелів, а також цукеркової маси для начинок вафель та печива – у великій кількості застосовуються рослинні жири. Єдиним тваринним жиром, який часто використовується в подібній продукції, є вершкове масло, але для більшості видів хлібобулочних виробів та інших галузях харчової промисловості застосовують та інші тваринні жири [7].

Для отримання натуральних масел і жирів можуть використовуватися багато рослин, але, як правило, без додаткової фізичної та хімічної обробки рослинні олії застосовуватися не можуть. Рослинна олія, віджата з плодів або насіння, рафінують, а потім піддають затвердінню шляхом виділення гліцеридів, або за допомогою гідрогенізації, після якої проводиться дезодорація. Ступінь затвердіння визначається видом застосування цього жиру [8].

Рослинні жири зазвичай поділяють на олії місцевого виробництва та імпортовані олії, перші з яких виробляються з насіння та плодів рослин, що вирощуються в помірному кліматі, а другі імпортують з тропічних країн.

Як жировий компонент використовували пальмове масло, вміст якого в

рецептурі жувальних цукерок змінювалося в діапазоні 2 – 8 %. Оптимізація кількості жиру у співвідношенні зі структурою жувальних цукерок проводилася при оптимальному дозуванні гідроколоїду.

У кондитерській промисловості використовується безліч інгредієнтів, що додаються в невеликих кількостях, і одну з найбільш важливих груп складають желюючі речовини [9].

Очевидно, що желююча речовина повинна бути добре розчинена, а для видалення будь-яких сторонніх тіл розчин повинен бути профільтрований. Деякі желюючі речовини, зокрема, желатин, агар та аравійська камедь (гуміарабік), вимагають спочатку замочування у холодній воді. Після цього необхідно уважно перевірити, чи не зажелювала тверда речовина на дні резервуару для замочування. При замочуванні необхідне акуратне перемішування (це відноситься особливо до порошкового желатину та агару). Розчини желатину потрібно підігрівати, але не кип'ятити. Аравійська камедь вимагає повільного розчинення в теплих умовах (надлишкове перемішування або кип'ятіння веде до неконтрольованого піноутворення). Агар для розчинення необхідно кип'ятити, але кип'ятіння має бути тривалим. Немодифіковані крохмалі для розчинення вимагають кип'ятіння, але спочатку з них і холодної води має бути приготовлена негуста суспензія. Деякі модифіковані крохмалі розчиняються в холодній воді. Високоамілозний крохмаль для розчинення потребує кип'ятіння під тиском. Пектин при розчиненні потребує особливих умов – порошок необхідно ретельно розмішати з розчином і співвідношення «пектин/цукор/кислота» має бути правильним [10].

Об'єктами дослідження були три гідроколоїди (ГК): желатин, гуміарабік та модифікований крохмаль.

Аналіз профільних діаграм текстури жувальних цукерок показав, що збільшення кількості гідроколоїду в рецептурі викликає підвищення пружних властивостей та зниження пластичних. Наслідком збільшення пружних властивостей є підвищення твердості маси як при надкушуванні, так і при жуванні, а також збільшення тривалості жування і зниження прилипання маси [6].

Висновки за розділом

У розділі встановлено, що цукор є важливим компонентом кондитерських виробів, однак його надмірне споживання підвищує енергетичну цінність продуктів і може негативно впливати на здоров'я. Тому актуальним є використання цукрозамінників та функціональних інгредієнтів.

Обґрунтовано перспективність розроблення жувальних цукерок із додаванням харчових волокон, ізомальту та гідроколоїдів. Такі компоненти дозволяють покращити структуру, жувальні властивості та харчову цінність готових виробів.

Отже, проведений аналіз підтвердив доцільність створення жувальних кондитерських виробів функціонального призначення зі зниженою цукромісткістю та покращеними споживчими властивостями.

Метою роботи є розробка технології функціональних жувальних цукерок на основі ізомальту з використанням апельсинових харчових волокон.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- аналіз світових тенденцій у виробництві жувальних цукерок шляхом вивчення, аналізу та систематизації наукової та патентної літератури;
- дослідження впливу основних структуроутворюючих інгредієнтів на формування структурно-механічних властивостей цукеркової маси для жувальних цукерок;
- дослідження впливу харчових волокон на структурно-механічні властивості маси для жувальних цукерок;
- розробка рецептури та технології функціональних жувальних цукерок з використанням ізомальту та апельсинових харчових волокон;
- оцінка споживчих властивостей, харчової цінності та безпеки функціональних жувальних цукерок на основі ізомальту;
- розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва функціональних жувальних цукерок.

Предмет дослідження – вплив ізомальту та апельсинових харчових волокон на органолептичні, фізико-хімічні й структурно-механічні показники функціональних жувальних цукерок.

2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика об’єктів дослідження

Як об’єкти дослідження було обрано жувальні цукерки для виробництва яких використовується наступна сировина: ізомальт Е 953; патока; жир кондитерський; желатин; лецитин соєвий Е 322; харчові волокна «Citri-Fi 200» – порошок, що складається з натуральної апельсинової клітковини, гуарової камеді (Е 412), виробництва заводу Fiberstar Inc США.

Структурна схема дослідження наведено рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Структурна схема дослідження

На схемі представлено послідовність проведення досліджень під час розроблення функціональних жувальних цукерок. Дослідження виконували у чотири взаємопов’язані етапи.

На першому етапі вивчали вплив внесених добавок на структурно-механічні характеристики напівфабрикатів і готової продукції. Це дозволило оцінити, як рецептурні компоненти впливають на консистенцію, пружність, пластичність та жувальні властивості цукеркової маси.

На другому етапі проводили визначення органолептичних і фізико-хімічних показників отриманих кондитерських виробів. Зокрема, оцінювали зовнішній вигляд, смак, запах, колір, консистенцію, а також основні якісні характеристики продукції.

Третій етап передбачав оцінювання органолептичних показників розроблених виробів за комплексним показником якості. Такий підхід дав змогу порівняти дослідні зразки між собою та визначити найбільш раціональний варіант рецептури.

На четвертому етапі, з урахуванням отриманих експериментальних даних, здійснювали розробку рецептур жувальних цукерок. Саме цей етап є завершальним, оскільки на його основі формували оптимальний склад продукту з покращеними споживчими та функціональними властивостями.

Отже, наведена схема відображає логічну послідовність досліджень – від вивчення впливу добавок до розроблення рецептури готового функціонального продукту.

Експерименти здійснювали у п’ятикратній повторності, що забезпечує отримання достовірних результатів, та проводили математичну обробку результатів експериментів відповідно до рекомендацій [12].

2.2 Методи досліджень

При оцінці якості напівфабрикатів та готових виробів використовували загальноприйняті та спеціальні методи, що застосовуються при оцінці борошняних

кондитерських виробів [10, 11, 12].

Визначення вмісту сухих речовин за ДСТУ 4910:2008 [13].

Загальну кількість золи визначали шляхом спалювання [11].

Після охолодження масу зважуємо і визначаємо розтікання [11]. Під розтіканням розуміємо площу (см), яку займає 1 г цукеркової маси, що виливається на горизонтальну площину.

Методика визначення гігроскопічності жувальної цукеркової маси. Готові охолоджені вироби зважували і поміщали на тривале зберігання, згодом знову зважували.

Для визначення фізико-хімічних та органолептичних показників якості жувальних цукерок використовували бальну оцінку.

Кожен показник оцінюють за п’ятибальною шкалою, кожен бал якої кількісно характеризує конкретний рівень якості: бал 5 – відмінний, 4 – добрий, 3 – задовільний, 2 – недостатньо задовільний, 1 – незадовільний. До сформованої групи експертів входять 10 осіб, кожен експерт дає незалежну від інших оцінку, а потім усі оцінки узагальнюються.

Висновки за розділом

У методичній частині визначено об’єкти дослідження – жувальні цукерки функціонального призначення, виготовлені з використанням ізомальту, патоки, кондитерського жиру, желатину, соєвого лецитину та апельсинових харчових волокон «Citri-Fi 200».

Розроблено структурну схему проведення досліджень, яка передбачає послідовне вивчення впливу рецептурних добавок на структурно-механічні властивості напівфабрикатів і готових виробів, визначення органолептичних та фізико-хімічних показників, оцінювання якості продукції та розроблення рецептур жувальних цукерок.

Для оцінки якості дослідних зразків обрано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень, зокрема визначення вмісту сухих речовин, зольності,

розтікання, гігроскопічності, а також органолептичну оцінку за п’ятибальною шкалою.

Проведення експериментів у п’ятикратній повторності та подальша математична обробка результатів забезпечують достовірність отриманих даних і дають змогу об’єктивно оцінити вплив рецептурних компонентів на якість функціональних жувальних цукерок.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1 Розробка модельної рецептури для створення жувальних цукерок із використанням ізомальту

Для складання рецептури та обґрунтування необхідних рецептурних компонентів було проведено аналіз рецептур жувальних цукерок, представлених на ринку, результати якого наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рецептурний склад жувальних цукерок

Найменування сировини	Найменування цукерок						
	Mamba	Yummi	Toffix	Жуві	Skittles	Starburs	Fruittell
Цукор	+	+	+	+	+	+	+
Глюкозний сироп	+			+	+	+	
Патока		+					
Желатин		+	+	+			+
Модифікований крохмаль	+				+		
Кислота	+	+	+	+	+		+
Глюкоза			+				
Емульгатор	+	+	+			+	
Сорбіт	+						
Гідрогенезована рослинна олія			+				+
Ароматизатор		+		+	+	+	
Концетрат		+	+				+
Кондитерський жир		+					
Рослинний жир	+				+	+	
Згущувач					+	+	+
Фруктові соки	+			+		+	
Екстракти							+
Декстрини					+		+
Рисовий крохмаль							+

Аналіз даних таблиці 3.1 показує, що до складу всіх жувальних цукерок входить солодка речовина у вигляді цукру та глюкозного сиропу або цукру та патоки, желатин, жировий компонент (різні види жирів) та емульгатор, а також смакові та фарбуючі добавки.

Для спрощення розрахунків прийняли склад жувальних цукерок що складається з 4 видів основної сировини: солодкого компонента – цукру та патоки, жирового компонента, желатину та лецитину

В результаті розрахунків основних інгредієнтів побудовано графічні залежності, що відображають співвідношення основних видів сировини, що входить до складу жувальних цукерок, які наведені на рисунках 3.1 та 3.2.

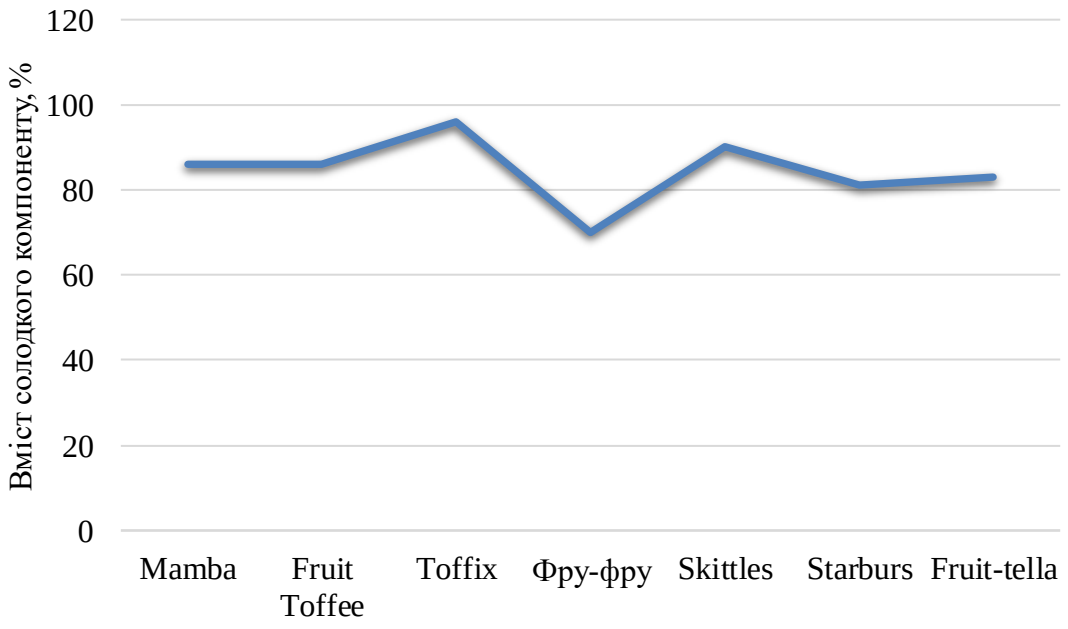


Рисунок 3.1 – Вміст солодкого компонента в рецептурах жувальних цукерок

Таким чином, на основі математичного аналізу були отримані дані щодо змісту основних рецептурних інгредієнтів у рецептурі жувальних цукерок. Розроблена модельна рецептура основи для жувальних цукерок наведена у таблиці 3.2.

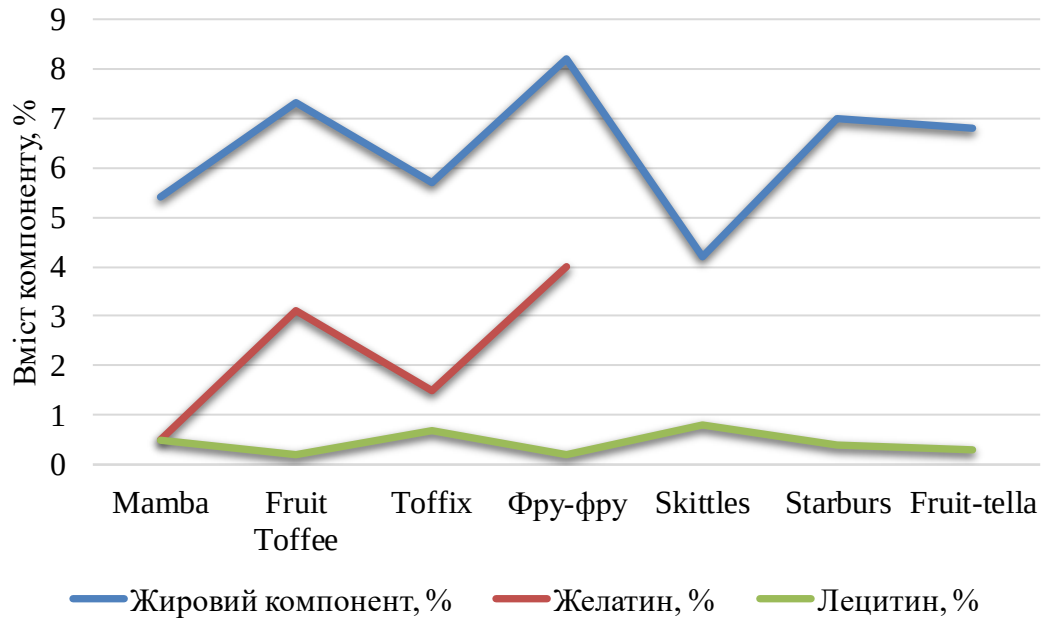


Рисунок 3.2 – Вміст основних рецептурних компонентів у рецептурах жувальних цукерок

Таблиця 3.2 – Рецептура основи для жувальних цукерок

Найменування	Вміст, %	
	min	max
Солодкий компонент	89,0	94,0
Жировий компонент	4,1	7,0
Желатин	1,4	3,0
Лецитин	0,5	0,7

На підставі лабораторної апробації рецептур та оцінки якості отриманих жувальних цукерок було відібрано зразки з найкращими органолептичними та структурно-механічними властивостями.

На основі аналізу отриманих даних була обрана рецептура, яку в подальших дослідженнях використовували як базову та на підставі якої здійснювали оптимізацію рецептури та технологічних параметрів виготовлення жувальних цукерок з використанням функціональних інгредієнтів.

3.2 Формування структурно-механічних властивостей цукеркової маси для жувальних цукерок

Для вирішення проблем, пов’язаних із визначенням впливу рецептурних компонентів на формування структури жувальних цукерок та розробкою оптимальної технології її виготовлення, досліджували реологічні властивості цукеркової маси з використанням ізомальту.

Найбільш важливу роль у формуванні текстури жувальних цукерок відіграє співвідношення солодких компонентів (ізомальту та патоки). При дослідженнях це співвідношення змінювали в межах від 70:30 до 30:70 та визначали зміну в’язкості цукеркової маси. На рисунку 3.3 наведено дані, що характеризують зміну в’язкості жувальної цукеркової маси при 100 °С при різному співвідношенні ізомальту та патоки.

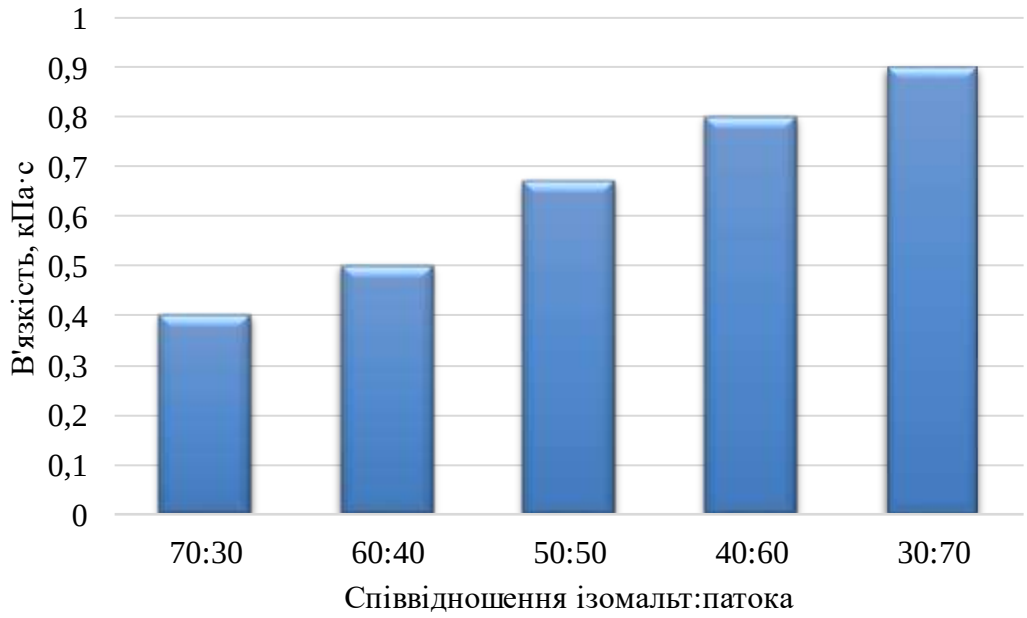


Рисунок 3.3 – Зміна в’язкості жувальної цукеркової маси при 100 °С при різному співвідношенні ізомальту та патоки

Необхідно відзначити, що при збільшенні масової частки патоки покращуються жувальні характеристики цукеркової маси, що пов’язано із вмістом

у патоці високомолекулярних речовин, при цьому зміцнюється аморфна структура за рахунок антикристалізаційних властивостей патоки. Однак, введення патоки у кількості, що перевищує 60 %, викликає збільшення в'язкості, що ускладнює її обробку.

За рахунок прояву желатином антикристалізаційних властивостей та формуванням більш стабільної структури маси у його присутності, оптимальним є співвідношення ізомальту та патоки, що становить від 50:50 до 40:60.

З метою визначення міцності жувальної цукеркової маси проведено дослідження з вивчення зміни межі пружності при різних співвідношеннях патоки та ізомальту у цукерковій масі.

На рисунку 3.4 наведено діаграми розподілу зусилля за часом при руйнуванні жувальної цукеркової маси з різним співвідношенням ізомальту та патоки.

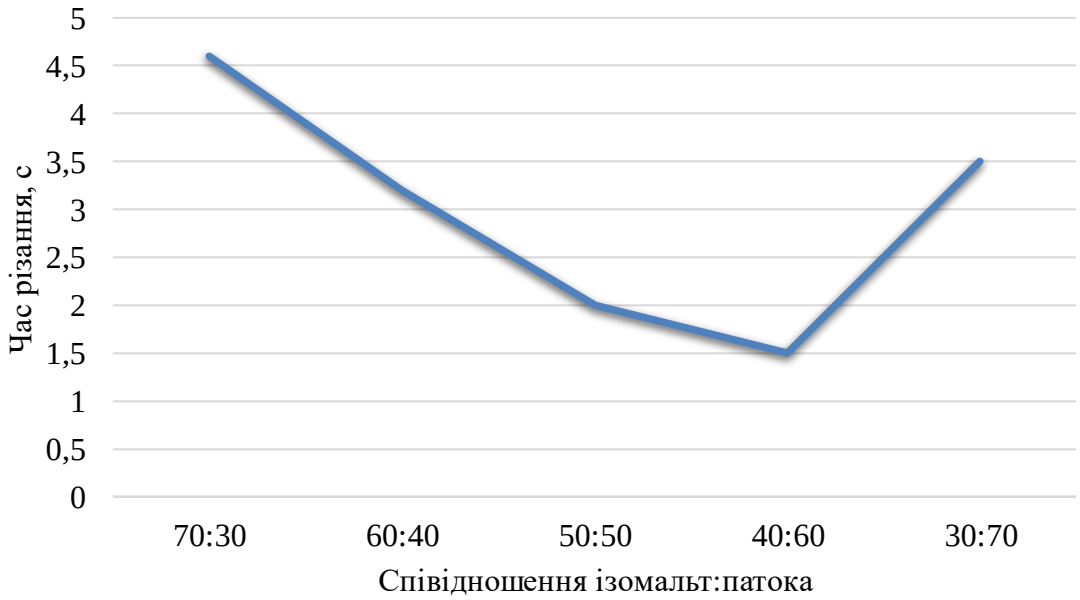


Рисунок 3.4 – Діаграми розподілу зусилля за часом при руйнуванні жувальної цукеркової маси

Дослідження показали, що характер кривих розподілу зусилля за часом при руйнуванні жувальної цукеркової маси з різним співвідношенням ізомальту та патоки ідентичний. Руйнування починається зсередини виробу аналогічно

аморфним структурам і тільки в самому кінці відбувається стрибкоподібне поверхневе руйнування. Однак при збільшенні частки патоки для руйнування структури потрібне зусилля, що ще раз підтверджує зроблені висновки про зростання пружних властивостей маси. Як видно з графіка, представленого на рисунку 3.4, залежність характеристичного часу від співвідношення ізомальт:патока характеризується наявністю мінімуму при співвідношенні 40:60. Отже жувальна цукеркова маса з цим співвідношенням має найбільші пружні властивості. Одночасно відбувається збільшення загальної деформації цукеркової маси для жувальних цукерок, що говорить про зниження твердості цукерок і може призвести до того, що відформовані вироби не зберігатимуть свою форму.

У таблиці 3.3 наведено дані щодо зміни пружно-пластичних властивостей маси для жувальних цукерок при зміні співвідношення ізомальту та патоки в цукерковій масі та їх вплив на рівень якості та органолептичну оцінку жувальних цукерок.

Таблиця 3.3 – Вплив співвідношення ізомальту та патоки на характеристики жувальних цукерок

Співвідношення ізомальт:патока	Деформація, мм		Твердість, Н	Рівень якості, %	Органолептична оцінка, бал
	пружна	пластична			
70:30	0,96	2,19	69	85	25,5
60:40	1,02	2,17	54	87,3	26,2
50:50	1,12	2,15	47	93,7	28,1
40:60	1,18	1,96	45	93,3	28,0
30:70	1,32	1,89	31	82,3	24,7

3.3 Вплив апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 на структурно-механічні властивості маси для жувальних цукерок

Для збільшення пружно-еластичних властивостей цукеркової маси була вивчена можливість внесення пластифікованої маси апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200.

Технологічні особливості використання апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 багато в чому залежать від їх функціонально-технологічних властивостей. Усе це обумовлює необхідність вивчення властивостей значною мірою визначальних текстуру жувальних цукерок функціонального призначення.

У ході досліджень апельсинові харчові волокна Citri-Fi 200 вносили в цукеркову масу для жувальних цукерок у кількості від 2 до 7 % до маси. Це дозволило простежити властивості систем у всьому інтервалі зміни їх складу. При цьому встановлено, що збільшення кількості апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 при приготуванні цукеркової маси викликає зниження її в'язкості по відношенню до контрольного зразка.

Визначення проводили при постійній напрузі, яка створювалася певним навантаженням на зразок, та постійній температурі. Криву навантаження знімали протягом 1 години, а потім за такий же період – криву релаксації зразка, отримуючи при цьому залежність відносної деформації його від тривалості навантаження.

Пружна деформація може бути визначена як на навантажувальній (у початковий момент дії навантаження), так і на розвантажувальній частині кривої (при знятті навантаження). Еластична та залишкова деформації вимірюються на розвантажувальній частині кривої.

Пружність характеризує суму пружноеластичних властивостей зразка, ступінь еластичності (за Ребіндером) – частку еластичної деформації у загальній пружноеластичній.

На рисунку 3.5 показано вплив апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 на відносну деформацію маси для жувальних цукерок.

Як видно з даних рисунку 3.5, зі збільшенням вмісту харчових волокон Citri-Fi 200 у кількості 3 – 5 % призводить до появи пружно-еластичних властивостей у цукерковій масі.

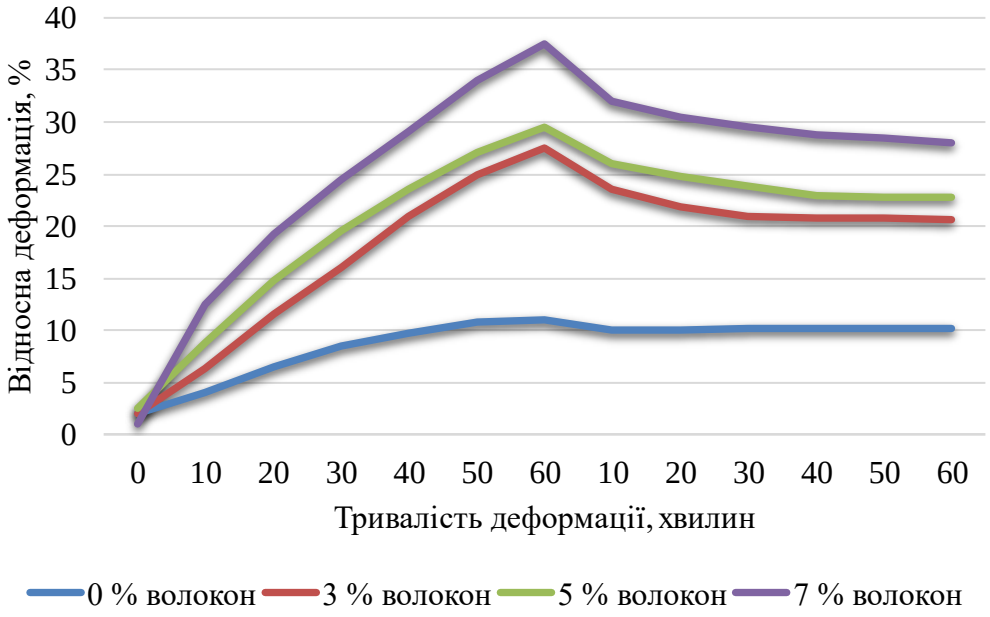


Рисунок 3.5 – Зміна відносної деформації цукеркової маси при дозуванні апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200

Отримані дані свідчать про те, що пластифікована цукеркова маса без введення апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 дуже пластична, але має низькі пружно-еластичні властивості і після деформації практично не відновлюється. При внесенні до цієї цукеркової маси апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 у певних кількостях (5 і 7 %) висока пластичність маси зберігається і, крім того, різко зростає пружність. Найкращим поєднанням пластично-еластичних властивостей відрізняється цукеркова маса при внесенні 5 % апельсинових харчових волокон.

До властивостей, які є найбільш істотними при проведенні технологічних процесів виробництва жувальних цукерок і визначають вибір форми та інтенсивності механічних впливів, слід, перш за все, віднести ті фундаментальні фізичні характеристики сировини, напівфабрикатів і готових виробів, які визначають реакцію системи на зовнішні механічні дії. До них відносяться:

міцність, пружні та релаксаційні властивості та характеристики, пластичність та в'язкість системи; щільність і дисперсність перероблюваних об'єктів та геометричні характеристики елементів їхньої структури (форма частинок); характер зв'язків між частинками, що виявляється у процесі переробки цукеркової маси (контактні взаємодії); агрегатний стан вихідної сировини та напівфабрикатів (наявність твердих, рідких чи газоподібних фаз).

Слід зазначити, що ці властивості безпосередньо пов'язані з особливостями будови, теплового руху та молекулярної взаємодії у цих системах їх структурних елементів і, зрештою, визначають опір, що виникає у структурі при механічній обробці. Тому без вивчення структурно-механічних властивостей у процесі отримання високодисперсних цукеркових мас для жувальних цукерок неможливо не тільки встановити закономірності процесу їх структуроутворення залежно від впливу ряду факторів, але, що особливо важливо, не можна обґрунтувати оптимальні параметри технології виробництва цукерок на сучасному рівні.

Серед складної сукупності фізичних властивостей дисперсних кондитерських систем найважливішими є їх пружно-пластично в'язкісні та міцнісні властивості або, іншими словами, структурномеханічні (реологічні) властивості, найбільш показові як по діапазону можливих змін, так і виняткової їх чутливості до механічних впливів.

Реологія може бути використана для вивчення в'язкоеластичних властивостей маси для жувальних цукерок. При додатку, наприклад, невеликий амплітуди навантаження, що коливається, або напруги до зразка, можна отримати інформацію, що стосується мікроскопічних взаємодій у зразку. Ця інформація може бути використана для прогнозу властивостей, що відносяться до текстури та поведінки під час обробки маси для жувальних цукерок.

На рисунку 3.6 можна бачити, що в процесі жування у дослідних цукеркових мас при внесенні апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 модуль динамічної пружності залишається на більш високому рівні, це означає, що дослідні цукеркові маси з внесенням апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 мають поліпшену консистенцію у порівнянні з контрольним зразком.

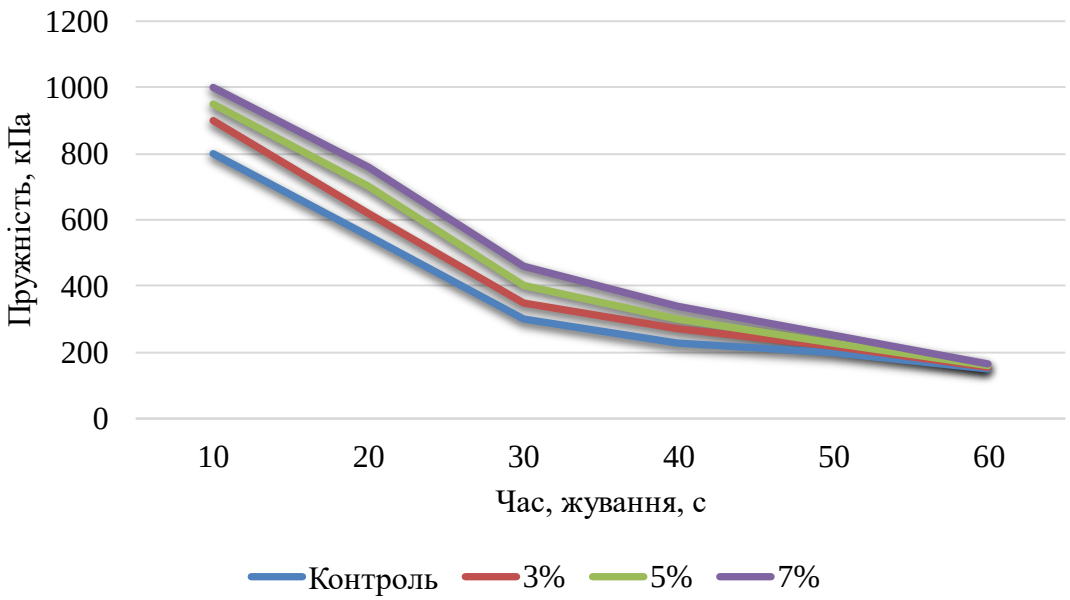


Рисунок 3.6 – Зміна пластичності жувальної цукеркової маси в процесі жування при внесенні апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200

При виробництві цукерок із жувальною структурою необхідно прагнути, щоб при жуванні відчуття твердості жувальної цукерки було не надто велике. Тому було вирішено протестувати вплив на твердість кінцевої жувальної цукерки, отриманої з використанням апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 у порівнянні з жувальною цукеркою того ж складу, але отриманої без внесення апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200.

Твердість досліджуваних зразків досліджували в тесті навантаження при стисканні з використанням приладу Структурометр при відстані, що тестується вглиб жувальної цукерки, що дорівнює 3,5 мм. Результати наведено рисунку 3.7. Як видно, дослідні зразки жувальних цукерок, отримані з використанням апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200, показали істотно підвищену твердість порівняно з отриманою жувальною цукеркою без харчових волокон.



Рисунок 3.7 – Зміна твердості жувальної цукеркової маси при внесенні апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200

Сенсорна оцінка текстури маси жувальних цукерок показала, що при рецептурному вмісті апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 на рівні 3 % цукерки мають найменшу твердість та пружність, що на практиці проявляється у прилипанні маси до зубів. При більш високих дозах апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 твердість цукеркової маси підвищується і виявляються пружно пластичні властивості.

За концентрації апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200понад 7 % знижується ефект прилипання до зубів, проте погіршуються органолептичні властивості.

Введення в систему апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 знижує і адгезійне напруження зразків (рисунок 3.8), що позитивно відбивається на текстурі готового виробу та знижує ефект його прилипання до зубів.

Сукупність сенсорної оцінки текстури маси та результатів дослідження її реологічних характеристик дозволили визначити оптимальне дозування апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200у складі жувальних цукерок.

Структурно-механічні властивості пластифікованої цукеркової маси можна охарактеризувати такими показниками, як гранична напруга зсуву та в’язкість. Однак вони в основному характеризують пластичні властивості цукеркової маси. Щоб оцінити жувальні властивості цукерок, необхідно знати пластичність,

пружність та еластичність цукеркової маси.

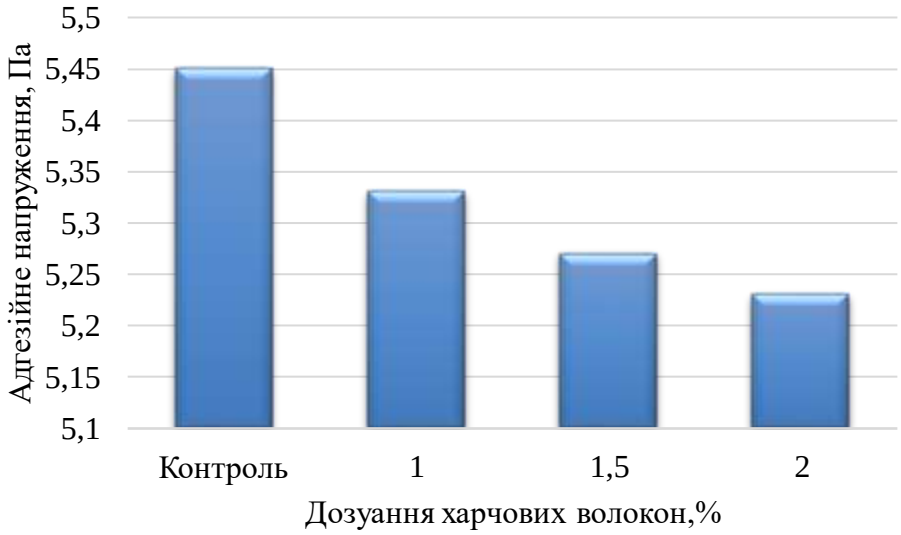


Рисунок 3.8 – Зміна адгезійних властивостей жувальних цукерок

Показники пластифікованої цукеркової маси під час внесення апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200y наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Показники пластифікованої цукеркової маси при внесення апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200

Зразок	Показники			
	Пластичність, %	Пружність, %	Ступінь еластичності	В'язкість при 90 °С, Па$^{-с}$
Без харчових Дозування	98,5	1,5	0	80
3	86,8	13,2	0	85
5	83,8	16,2	97,3	92
7	91,8	9,2	97,8	103

Дані наведені в таблиці 3.4 свідчать про те, що пластифікована цукеркова маса без введення харчових волокон Citri-Fi 200 дуже пластична, але має низькі пружно-еластичні властивості і після деформації практично не відновлюється. При внесенні до цієї цукеркової маси апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200y

певних кількостях (5 і 7 %) висока пластичність маси зберігається і, крім того, різко зростає пружність. Найкращим поєднанням пластично-еластичних властивостей відрізняється цукеркова маса при внесенні 5 % апельсинових харчових волокон.

Отримані дані дозволяють дійти невтішного висновку, що внесення апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 підвищує в'язкість цукеркової маси при внесенні 3 % на 6,2 %, а при внесенні 7 % на 28,7 %, що значною мірою впливає на розтікання даної маси. Підвищення в'язкості пов'язане з тим, що в гарячому стані в цукерковій масі при внесенні харчових волокон зменшується кількість вільної вологи.

3.4 Розробка науково-обґрунтованої рецептури функціональних жувальних цукерок з використанням ізомальту та апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200

При розробці рецептур функціональних жувальних цукерок використовували інтегральний показник якості, що включає рівень вмісту заданих функціональних харчових інгредієнтів та гармонійність сенсорного сприйняття готового продукту.

Рецептура розроблених функціональних жувальних цукерок, які були названі «Цитринка», представлена в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Рецептура функціональних жувальних цукерок «Цитринка»

Найменування сировини	Вміст в натурі, кг
Ізомальт	409,2
Патока	474,6
Олія кокосова	72,0
Желатин	23,1
Лецитин соєвий	5,2
Харчові волокна Citri-Fi 200	51,1
Ароматизатор	3,9
Вихід	1000, 0

На рисунку 3.9 наведено сенсорну оцінку жувальних цукерок, як зразок

порівняння було обрано жувальні цукерки «Мамба».

Сенсорна оцінка жувальних цукерок показала, що за показниками пластичності, пружності, прилипання до зубів та тривалості жування, розроблені функціональні жувальні цукерки «Цитринка» значно перевершують зразок порівняння. Вони також мають меншу твердість і легше розкушуються.

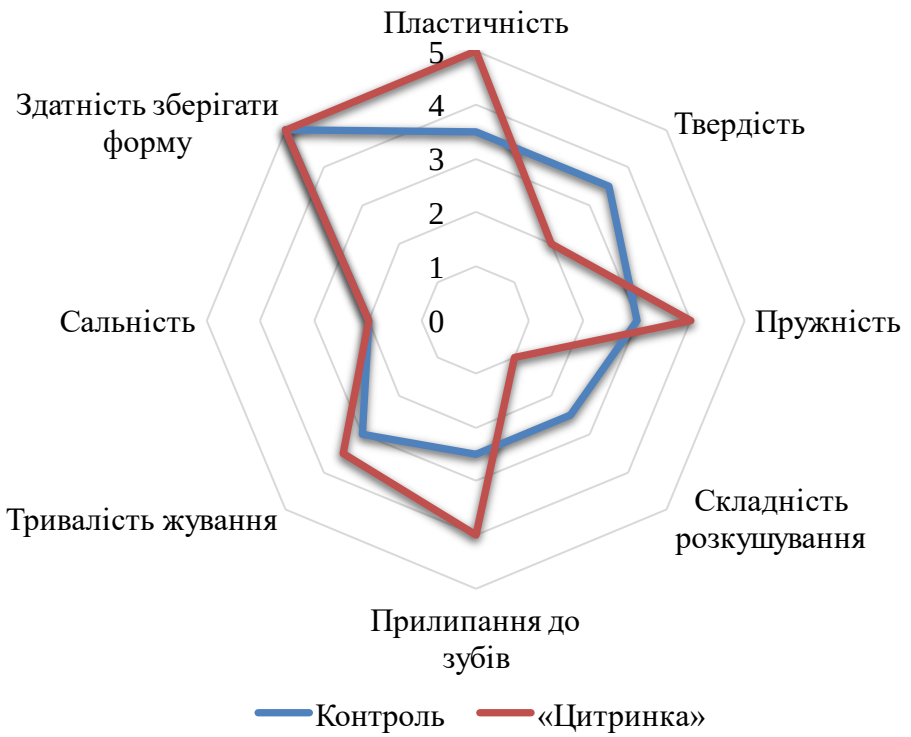


Рисунок 3 9 – Сенсорна оцінка текстури жувальних цукерок

3.5 Розробка технології функціональних жувальних цукерок з використанням ізомальту та апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200

При розробці технології виробництва функціональних жувальних цукерок необхідно розробити такі технологічні режими обробки сировини та напівфабрикатів, за яких би гарантувалися мінімальні хімічні зміни нутрієнтів та оптимальні структурно-механічні властивості напівфабрикатів та готових виробів.

У процесі виробництва структура жувальних цукеркових мас зазнає різних змін, обумовлених параметрами технологічного процесу. Структурно-механічні

характеристики жувальних цукерок залежать від багатьох факторів, і в першу чергу від швидкості зсуву, тиску, температури і вологості.

Приготування маси для жувальних цукерок пов'язане з впливом високих температур для одержання сиропів високої концентрації. Зміна вмісту сухих і редукуючих речовин у сиропі, залежно від температури при його уварюванні, показано на рисунку 3.10.

Як видно з наведених даних, необхідний вміст сухих речовин у цукерковій масі досягається при уварюванні маси до температури 125 – 130 °С. Вивчення динаміки накопичення редукуючих речовин при уварюванні показало, що при нагріванні маси до 125 °С їхня кількість збільшується незначно, при 125 °С спостерігається різкий стрибок, що найімовірніше пов'язане з гідролізом мальтози, що входить до складу патоки, т.к. ізомальт при цій температурі не гідролізується. Необхідно відзначити, що в'язкість маси, що побічно характеризується розтікання маси, збільшується при збільшенні вмісту сухих речовин в масі, при цьому розтікання цукеркової маси відповідно знижується. При цьому зниження розтікання має зворотний поліноміальний характер – при підвищенні вмісту сухих речовин на 7 % цукеркової маси, що розтікається, знижується на 44 %.

При дослідженні взаємодії різних факторів, що впливають на структурно-механічні властивості жувальної цукеркової маси, визначали вплив тривалості аерування жувальної цукеркової маси на її щільність. Результати цих досліджень наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Зміна щільності жувальної цукеркової маси при аеруванні

Тривалість аерування, хв	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Щільність кг/м^3	1166	1104	969,	874,	785,	767,	776,	798,	868,	943,	1025

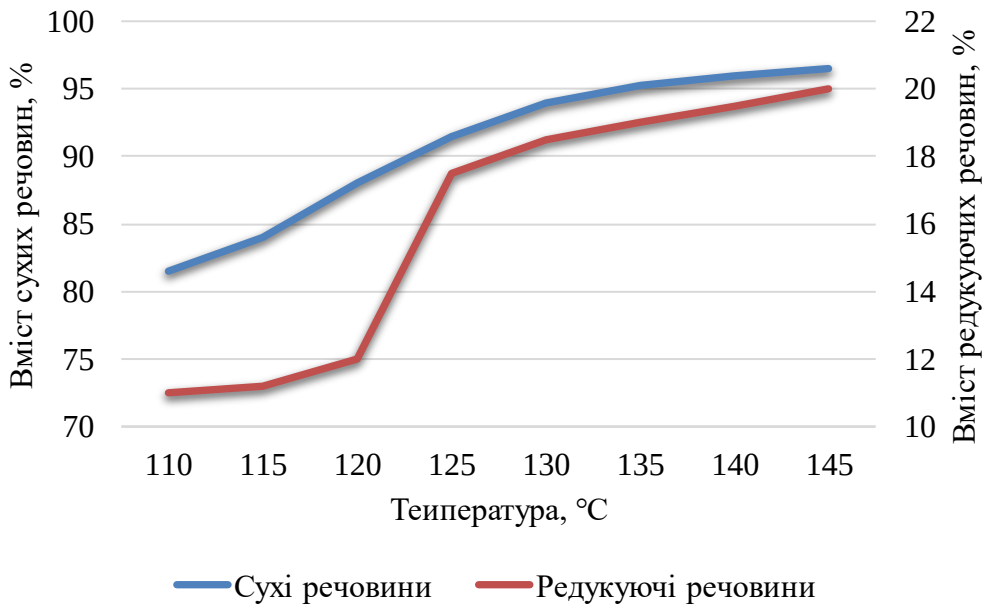


Рисунок 3.10 – Зміна вмісту сухих речовин в сиропі в залежності від температури при його уварюванні

Як видно з даних, представлених у таблиці 3.7, оптимальним часом аерування жувальної цукеркової маси є 5 хв, при збільшенні часу аерування понад 5 хв відбувається збільшення щільності жувальної цукеркової маси за рахунок того, що бульбашки повітря лопаються і злипаються, в результаті знижується ступінь насичення маси повітрям.

При охолодженні жувальної цукеркової маси поверхневі шари маси охолоджуються швидше і прагнуть скоротитися обсягом, чому перешкоджають міцно пов’язані із нею внутрішні шари. В результаті цього в поверхневих шарах виникають зусилля, що розтягують, а у внутрішніх стискаючі. Чим різкіше відбуватиметься охолодження, тим більша напруга стиснення та розтягування діятимуть у жувальній цукерковій масі. На ці процеси значний вплив матимуть температура і в’язкість маси.

Щоб встановити оптимальні параметри формування, жувальну цукеркову масу охолоджували перед формуванням від 90 до 50 °С визначали в’язкість і тривалість структуроутворення.

У таблиці 3.8 наведено дані щодо впливу температури на в’язкість жувальної цукеркової маси та тривалість структуроутворення.

Таблиця 3.8 – Залежність в’язкості та тривалості структуроутворення жувальної цукеркової маси від температури охолодження

Температура охолодження, °С	В’язкість, Па с	Тривалість структуроутворення, хв
90	92	51
85	173	45
80	225	41
75	272	40
70	317	38
65	358	35
60	398	33
55	425	30
50	460	28

Порівняльний аналіз структурно-механічних властивостей зразків за різної температури показав, що в’язкість зі зниженням температури значно підвищується, тому, що при більш високих температурах в’язкі сили долаються кінетичною енергією молекул, сила взаємодії між дисперсними частинками слабшає, і в’язкість помітно зменшується.

З наведених даних видно, що з пониженні температури маси від 90 до 50 °С в’язкість підвищується вп’ятеро, а тривалість структуроутворення знижується.

При температурі 60 – 65 °С маса погано зберігає форму і розпливається, при цьому оптимальною температурою жувальної цукеркової маси перед формуванням є 50 – 55 °С, так як при цій температурі маса має оптимальну в’язкість і зберігає форму, що їй надається.

Таким чином, можна зробити висновок, що оптимальними параметрами для отримання жувальних цукерок з хорошими структурно-механічними властивостями та оптимальною тривалістю структуроутворення є охолодження маси маси до температури 50 – 55 °С та охолодження її до температури 30 – 35 °С безпосередньо при формуванні.

Таблиця 3.9 – Технологічні режими приготування функціональних жувальних цукерок «Цитринка»

Найменування стадії та технологічного режиму	Значення технологічного режиму
Тривалість уварювання сиропу, хв	10
Температура уварювання, °С	130 ±5
Вміст сухих речовин у сиропі, %	92 ±2
Температура сиропу перед аерацією, °С	90
Тривалість замочування желатину, хв	30
Температура розчинення желатину, °С	75
Тривалість аерування та гомогенізації, хв	5
Гідратація харчових волокон співвідношення харчові волокна:вода	1:8
температура, °С	85
тривалість, хв компонента	10
Тривалість змішування жирового з харчовими волокнами, хв	3
Вимішування цукеркової маси, хв	5
Температура цукеркової маси перед формуванням, °С	50±5

3.6 Оцінка показників якості жувальних цукерок

На наступному етапі дослідження проводили комплексну оцінку споживчих властивостей розроблених функціональних жувальних цукерок. Як контрольний зразок були взяті жувальні цукерки приготовані за розробленою базовою рецептурою без внесення апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200.

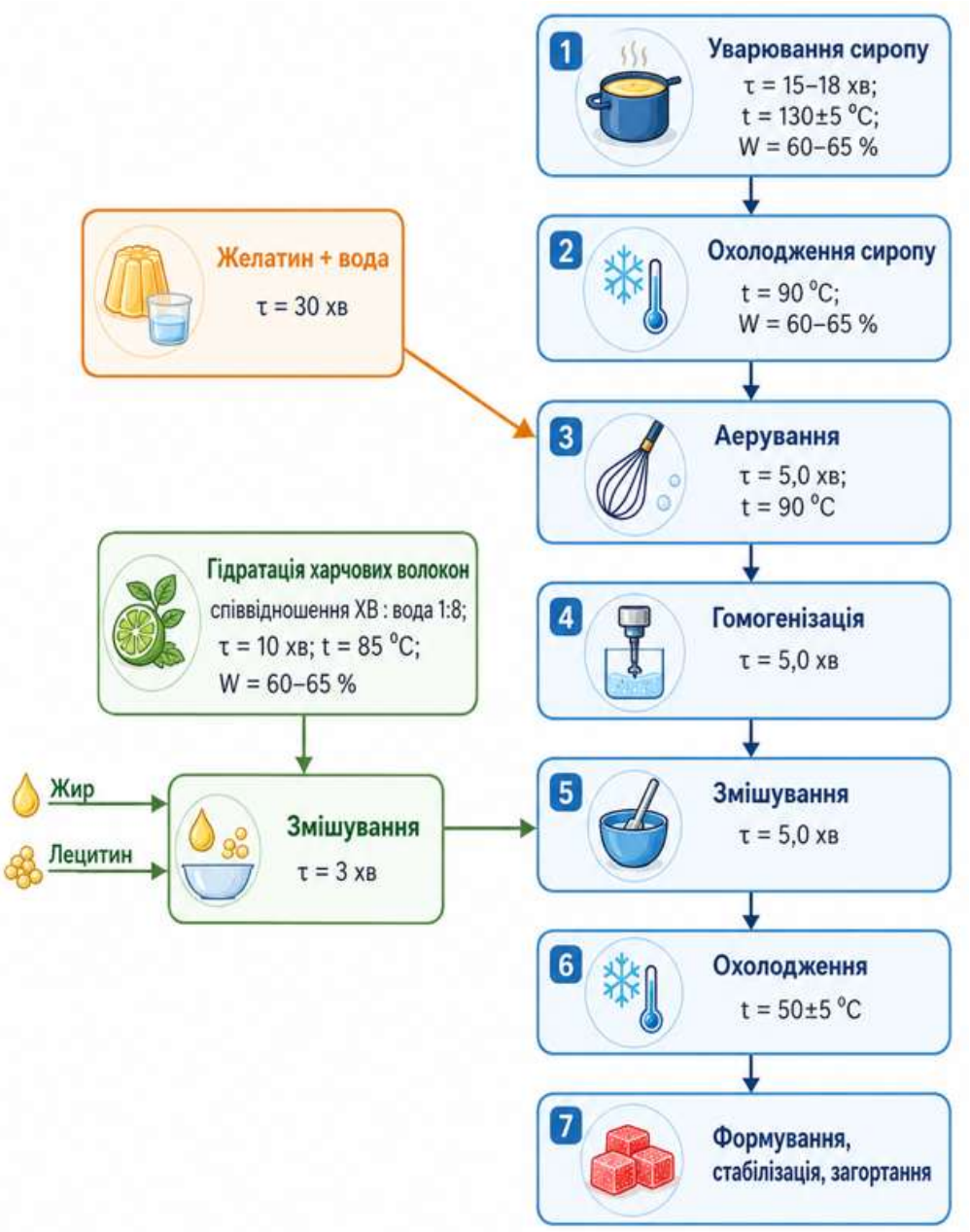


Рисунок 3.11 – Технологічна схема виробництва функціональних жувальних цукерок

У таблиці 3.10 наведено органолептичні та фізико-хімічні показники жувальних цукерок із внесенням харчових волокон («Цитринка») та без внесення (контроль).

Таблиця 3.10 – Органолептичні та фізико-хімічні показники розроблених жувальних цукерок

Найменування показника	Значення показника			
	Щойно виготовлені		Після 6 місяців зберігання	
	Цитринка	Контроль	Цитринка	Контроль
Смак і запах	Солодкий виражений смак без стороннього присмаку і запаху			
Поверхня	Матова, суха			
Колір	Рівномірний			
Структура і консистенція	Жувальна, пружно-пластична, напівтверда			Напівм’яка
Масова частка сухих речовин, %	90,8	91	90,4	90,3
Масова частка редукуючих речовин, %	13,8	13,9	14,1	14,6
Текучість, $см^2/г$	0,92	0,98	-	-
Щільність, $кг/м^3$	915	920	950	960

Аналіз даних таблиці 3.10 показує, що жувальні цукерки, отримані за розробленою рецептурою та технологією, характеризуються високими показниками якості, які практично не змінюються при зберіганні протягом 6 місяців. Розроблені жувальні цукерки мають приємний легкий солодкий смак та ніжний присмак, їхня текстура та консистенція залишається постійною протягом усього терміну зберігання, що також підтверджується і дегустаційною оцінкою.

Було проведено дегустацію розроблених жувальних цукерок на основі ізомальту з внесенням і без внесення апельсинових харчових волокон дегустаційною комісією. У таблиці 3.11 наведено бальну оцінку органолептичних показників якості функціональних жувальних цукерок порівняно з контрольним зразком.

Таблиця 3.11 – Бальна оцінка органолептичних показників якості жувальних цукерок

Найменування показника	Максимальна кількість балів	Значення показника, бал			
		Щойно виготовлені		після 6 місяців зберігання	
		«Цитринка»	контроль	«Цитринка»	контроль
Смак	5	5	4,0	4,9	3,8
Запах	5	4,5	4,1	4,4	3,9
Зовнішній	5	4,9	4,3	4,9	4,3
Консистенція	5	4,8	4,0	4,6	3,7
Структура	4	3,8	3,1	3,7	3,0
Разом	24	23	19,5	22,5	18,7

3.7 Зберігання функціональних жувальних цукерок з використанням ізомальту та апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200

Однією з важливих споживчих властивостей харчових продуктів є властивість збереження. При зберіганні жувальних цукерок змінюються їх органолептичні та фізико-хімічні показники.

Для дослідження зберігання готові вироби зберігали в гофрованих коробах, упакованими в целофанові пакети при температурі 18±3 °С і відносній вологості повітря в приміщенні 70 – 75 % протягом 6 місяців.

Насамперед контролювали зміни вмісту сухих і редукуючих речовин готових жувальних виробах, так як саме ці показники характеризують термін придатності жувальних цукерок.

На рисунку 3.12 показано зміну вмісту сухих речовин, а на рисунку 3.13 – редукуючих речовин у процесі зберігання функціональних жувальних цукерок із внесенням та без внесення харчових волокон.

Встановлено, що з часом у розроблених функціональних жувальних цукерках відбувається незначна зміна фізико-хімічних характеристик, таких як вологість і вміст речовин, що редукують як в контрольному так і дослідному зразках.

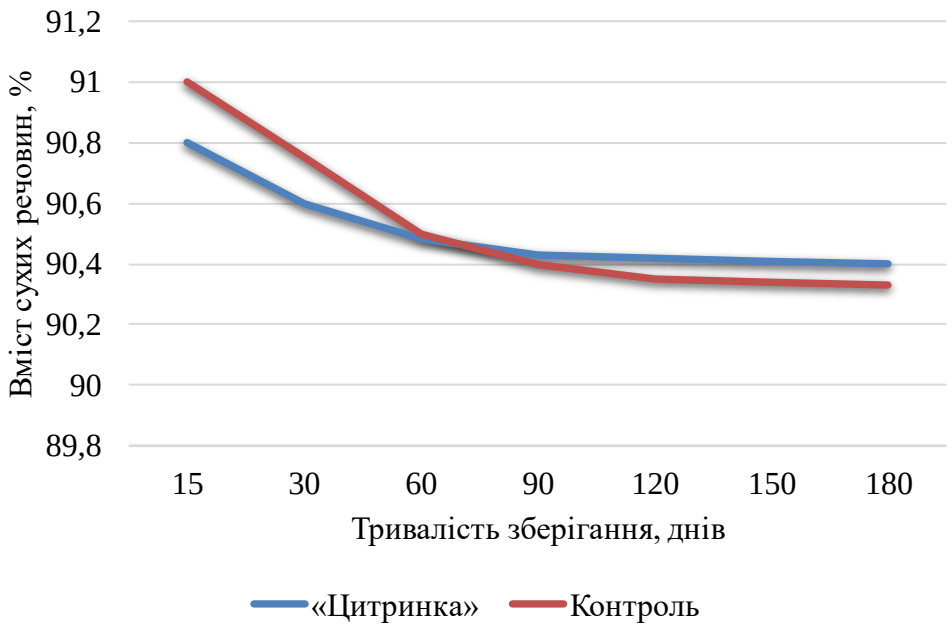


Рисунок 3.12 – Зміна вологості жувальних цукерок під час зберігання

Як видно з графіка (рисунок 3.13) у розроблених жувальних цукерках у перші 90 днів зберігання йде незначне наростання вологості на 3,5 %, що характеризується зниженням вмісту сухих речовин. Це найімовірніше пов’язано з властивостями апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 та ізомальту перешкоджати поглинанню вологи з повітря. Після 90 діб зберігання у жувальних цукерках «Цитринка» встановлюється рівноважна вологість, що характеризується незначним зниженням вмісту сухих речовин – менше 1 %. У контрольному зразку наростання вологості йде дещо швидше і рівноважна вологість досягається лише до 120 діб зберігання.

З даних представлених на рисунку 3.13 видно, що в розробленому зразку жувальних цукерок наростання редукуючих речовин йде повільніше, ніж у контрольному зразку і за весь період зберігання становить близько 2 %, тоді як у контрольному зразку до кінця терміну зберігання збільшення вмісту редукуючих речовин становить 3,5 %. Це можна пояснити тим, що ізомальт не гідролізується з утворенням речовин, що редукують в процесі зберігання, а при внесенні апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200підвищується в’язкість насиченого розчину плівки, що утворилася на поверхні виробу, і знижується швидкість

гідролізу низькомолекулярних декстринів, що входять до складу патоки з утворенням мальтози та глюкози, що у свою чергу і позначається на швидкості наростання редукуючих речовин у жувальних цукерках при внесенні апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200.

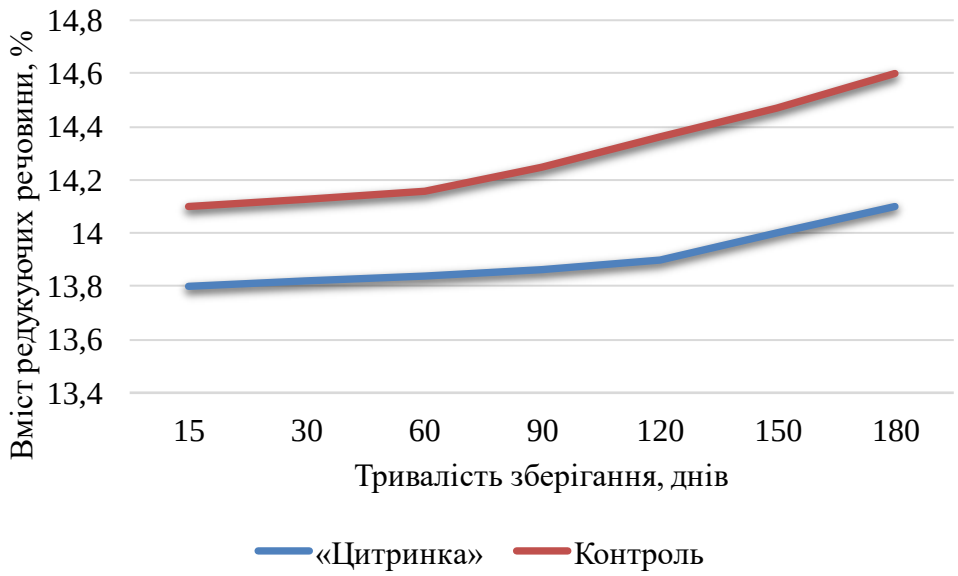


Рисунок 3.13 – Зміна вмісту редукуючих речовин у жувальних цукерках при зберіганні

Таким чином, можна зробити висновок про більш високу зберігання розробленого сорту жувальних цукерок «Цитринка» з внесенням апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200.

3.8 Оцінка харчової та енергетичної цінності функціональних жувальних цукерок

Враховуючи, що при визначенні доцільності застосування апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200при виробництві жувальних цукерок необхідно мати інформацію про харчову цінність і

функціональності розроблених зразків жувальних цукерок вивчали харчову цінність та вміст функціональних інгредієнтів у порівнянні з контрольним зразком.

У таблиці 3.12 наведено дані щодо складу функціональних інгредієнтів у складі розроблених жувальних цукерок з харчовими волокнами та без них.

Таблиця 3.12 – Хімічний склад та харчова цінність жувальних цукерок на основі ізомальту з використанням апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200та контрольного зразка

Показник	«Цитринка»	Контроль	Рекомендований рівень споживання
Волога, %	9,2	9,6	-
Зола, %	0,62	0,43	-
Ліпіди, %	7,71	7,8	-
Білки, %	2,31	2,1	-
Вуглеводи, %	80,16	80,07	-
Харчові волокна, %	4,92	-	-
Вітамін К, мг/100 г	0,052	0,053	-
Вітамін Е, мг/100 г	0,070	0,071	-
Вітамін В1, мг/100 г	0,40	-	-
Вітамін В2, мг/100 г	1,39	-	-
Натрій, мг/100 г	516	489	-
Калій, мг/100 г	461	438	2500 мг
Кальцій, мг/100 г	147	140	1250 мг
Фосфор, мг/100 г	97	91	800 мг
Магній, мг/100 г	54	47	400 мг
Залізо, мкг/кг	2210	1950	15 мг
Енергетична цінність, ккал	286	305	-

З даних таблиці 3.12 видно, що розроблені жувальні цукерки мають високу харчову цінність з допомогою високого змісту основних функціональних нутрієнтів.

Враховуючи, що мінеральні елементи активізують діяльність ферментів, беруть участь у підтримці іонної рівноваги в організмі, а також регуляції обміну вуглеводів та енергетичному обміні, дані про їх склад та вміст є дуже важливими.

Слід зазначити, що у розроблених жувальних цукерках вміст таких

мінеральних елементів, як калій, кальцій, і залізо, перебуває у фізіологічно значимих кількостях. Так само розроблені жувальні цукерки відрізняються наявністю магнію, який активізує діяльність ряду ферментів в організмі та знижує ризик атеросклерозу.

Висновки за розділом

У розділі розроблено модельну рецептуру жувальних цукерок на основі ізомальту, патоки, жирового компонента, желатину та лецитину. Встановлено, що оптимальне співвідношення ізомальту і патоки становить 50:50 – 40:60, оскільки за таких умов формується цукеркова маса з кращими пружно-пластичними властивостями та високою органолептичною оцінкою.

Досліджено вплив апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 на структурно-механічні властивості маси для жувальних цукерок. Встановлено, що внесення харчових волокон сприяє підвищенню пружності, еластичності, зменшенню липкості та покращенню жувальної консистенції виробів. Найбільш раціональним визначено дозування 5 % Citri-Fi 200, за якого забезпечується найкраще поєднання пластичності, пружності та еластичності.

На основі проведених досліджень розроблено рецептуру функціональних жувальних цукерок «Цитринка», до складу яких входять ізомальт, патока, кокосова олія, желатин, соєвий лецитин, апельсинові харчові волокна та ароматизатор. Сенсорна оцінка показала, що розроблені цукерки мають кращу текстуру, менше прилипають до зубів, легше розкушуються та характеризуються приємними смаковими властивостями порівняно з контрольним зразком.

Обґрунтовано технологічні параметри виробництва функціональних жувальних цукерок: температура уварювання сиропу 130±5 °С, тривалість аерування та гомогенізації 5 хв, гідратація харчових волокон за співвідношення 1:8 при температурі 85 °С, температура маси перед формуванням 50±5 °С. Такі режими забезпечують отримання виробів зі стабільною структурою та необхідними споживчими властивостями.

Оцінка якості готових виробів підтвердила, що жувальні цукерки «Цитринка» зберігають високі органолептичні та фізико-хімічні показники протягом 6 місяців. Порівняно з контролем вони мають нижчу енергетичну цінність – 286 ккал проти 305 ккал, містять 4,92 % харчових волокон, а також підвищену кількість окремих мінеральних речовин. Це дає підстави розглядати розроблені жувальні цукерки як продукт функціонального призначення.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розроблення картки з безпеки праці при виробництві жувальних кондитерських виробів

Безпека праці при виробництві жувальних кондитерських виробів має важливе значення, оскільки технологічний процес пов’язаний із використанням обладнання для уварювання, змішування, аерування, охолодження та формування цукеркової маси. Під час роботи працівник може зазнавати впливу підвищеної температури, гарячих сиропів, рухомих частин обладнання, слизьких поверхонь, шуму та електричного струму.

Для зниження виробничих ризиків розробляють картку безпеки праці, у якій визначають основні небезпечні фактори, вимоги до підготовки робочого місця, правила безпечного виконання операцій і дії працівника у разі аварійної ситуації. Перед початком роботи оператор повинен перевірити справність обладнання, наявність захисних огороджень, заземлення, вентиляції, засобів індивідуального захисту та чистоту робочої зони.

Під час виробництва необхідно дотримуватися температурних режимів, не відкривати кришки апаратів під час роботи, не торкатися гарячих поверхонь без захисних рукавиць, не проводити очищення чи ремонт обладнання без його повного вимкнення. Особливу увагу слід приділяти роботі з гарячим сиропом, оскільки існує ризик термічних опіків.

Працівники повинні використовувати санітарний одяг, захисні рукавиці, взуття з неслизькою підошвою, головний убір, а за необхідності – захисні окуляри. Робоче місце має утримуватися в чистоті, проходи не повинні захаращуватися, а залишки сировини та готової продукції необхідно своєчасно прибирати.

Розроблена картка безпеки праці при виробництві жувальних кондитерських виробів представлена на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 – Картка з безпеки праці при виробництві жувальних кондитерських виробів

Отже, картка безпеки праці є важливим елементом організації безпечного виробництва жувальних кондитерських виробів. Її застосування дозволяє зменшити ризик травмування, забезпечити належні санітарно-гігієнічні умови та підвищити рівень безпеки працівників.

4.2 Шляхи утилізації відходів при виробництві жувальних кондитерських виробів

Під час виробництва жувальних кондитерських виробів утворюються відходи сировини, залишки цукеркової маси, пакувальні матеріали, технологічні змиви та побутові відходи. Для зменшення негативного впливу на довкілля необхідно організувати їх сортування, тимчасове зберігання та подальшу утилізацію, рисунок 4.2.



Рисунок 4.2 – Шляхи утилізації відходів при виробництві жувальних кондитерських виробів

Залишки харчової сировини та некондиційної продукції доцільно збирати окремо. За умови відповідності санітарним вимогам вони можуть бути повторно використані у виробництві або передані на переробку. Відходи, які не підлягають повторному використанню, направляють на утилізацію відповідно до вимог санітарного законодавства.

Пакувальні матеріали, зокрема картон, папір, полімерні плівки та іншу тару, слід сортувати за видами і передавати спеціалізованим підприємствам для вторинної переробки. Це дозволяє зменшити обсяг твердих побутових відходів і раціонально використовувати ресурси.

Стічні води, що утворюються під час миття обладнання та виробничих приміщень, повинні проходити попереднє очищення від залишків органічних речовин і жиру перед скиданням у каналізаційну мережу. Особливу увагу необхідно приділяти своєчасному очищенню фільтрів, жироуловлювачів та каналізаційних систем.

Отже, основними шляхами утилізації відходів при виробництві жувальних кондитерських виробів є сортування, повторне використання придатних залишків, передача пакувальних матеріалів на переробку та очищення стічних вод. Це сприяє підвищенню екологічної безпеки виробництва та зменшенню його впливу на навколишнє середовище.

Висновки за розділом

У розділі визначено основні небезпечні фактори під час виробництва жувальних кондитерських виробів: висока температура, гарячі сиропи, рухомі частини обладнання, електричний струм, шум і слизькі поверхні.

Розроблена картка безпеки праці передбачає правила підготовки робочого місця, безпечної експлуатації обладнання, використання засобів індивідуального захисту та дії у разі аварійної ситуації.

Також розглянуто основні шляхи поводження з відходами: сортування, повторне використання придатних залишків, передача пакувальних матеріалів на переробку та очищення стічних вод.

Отже, дотримання вимог охорони праці й раціональна утилізація відходів забезпечують безпечні умови роботи та зменшують негативний вплив виробництва на довкілля.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Сформований кошторис витрат є підставою для визначення необхідного обсягу фінансового забезпечення на виконання науково-дослідної роботи. Під час його складання враховують витрати на закупівлю основної та допоміжної сировини, споживання електроенергії, оплату праці виконавців, амортизацію обладнання, а також загальновиробничі й накладні витрати.

Вартість основних і допоміжних матеріалів визначають за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot Ц_1 , \tag{5.1}$$

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

$Ц_1$ – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/г.

У таблиці 5.1 наведено результати розрахунків вартості основних матеріалів, використаних під час проведення експериментальних досліджень з розрахунку виготовлення 1 кг дослідних зразків цукерок «Цитринка».

Таблиця 5.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість для виготовлення дослідних зразків цукерок

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн/кг	Сума, грн.
Ізомальт	4,10	471,00	1931,10
Патока	4,80	101,00	484,80
Олія кокосова	0,72	332,22	239,20
Желатин	0,23	498,80	114,72
Лецитин соєвий	0,05	250,00	12,50
Харчові волокна Citri-Fi 200	0,51	745,96	380,44
Ароматизатор	0,04	690,00	27,60
Всього			3190,36

У таблиці 5.2 наведено результати розрахунку витрат на оплату праці учасників дослідження, яку визначали множенням середньої погодинної ставки на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на оплату праці учасників наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	16000	50,00	20	2000,00
Всього				2000,00

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 24 % від загальної суми оплати праці, що підлягає сплаті єдиного соціального внеску:

$$H = \frac{2000,00 \cdot 24}{100} = 480,00 \text{ грн.}$$

Вартість спожитої електроенергії визначають за такою формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, , \tag{5.2}$$

де M – загальна потужність лабораторного устаткування, кВт;

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

T – час роботи дослідного устаткування, год;

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

Витрати електроенергії на роботу варильної поверхні, становлять:

$$E_{вар.поверхня} = 2,3 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 16,4 = 271,58 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу блендера, становлять:

$$E_{блендер} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 16,4 = 47,23 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу ноутбука становлять:

$$E_{ноутбук} = 0,1 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 16,4 = 295,20 \text{ грн.}$$

Загальні розрахункові витрати на електроенергію:

$$E_{заг} = E_{вар.поверхня} + E_{блендер} + E_{ноутбук} = 271,58 + 47,23 + 295,20 = 614,01 \text{ грн.}$$

Суму амортизаційних відрахувань на обладнання, що використовується під час проведення дослідження, визначають за формулою 5.3:

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

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

$Ф$ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 5.3 подано результати розрахунку амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження.

Таблиця 5.3 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Варильна поверхня	8400,00	10	1	2,30
Блендер	7000,00	10	1	1,97
Ноутбук	18000,00	24	25	295,89
Всього				300,16

Накладні витрати, пов’язані з технічним обслуговуванням і організацією виробничого процесу, включають оплату праці обслуговуючого та адміністративного персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання приймаються на рівні 80 % від розрахованої заробітної плати дослідника:

$$\frac{(2000,00 \cdot 80)}{100} = 1600,00 \text{ грн.}$$

Розрахункову вартість проведення лабораторного дослідження наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок загальної вартості дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	3190,36
Заробітна плата (ЗП)	2000,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	480,00
Електроенергія (Е)	614,01
Амортизація (А)	300,16
Накладні витрати (НВ)	1600,00
Всього	8184,53

За результатами проведеного аналізу встановлено, що найбільшу частку в загальній структурі витрат становлять витрати на основні матеріали та витрати на заробітну плату, які є основними складовими собівартості дослідження.

5.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, вартість його проведення визначали з урахуванням сукупних витрат і запланованого рівня рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \tag{5.4}$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 8184,53 + \frac{30 \cdot 8184,53}{100} = 10639,88 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов’язаних із проведенням досліджень, становить 10639,88 грн.

Орієнтовна вартість 1 кг дослідного зразку розроблених цукерок буде складати 305,30 грн.

Висновки за розділом

Визначено основні витрати, пов’язані з проведенням досліджень з розроблення жувальних цукерок «Цитринка». До кошторису включено витрати на сировину, оплату праці, нарахування на заробітну плату, електроенергію,

амортизацію обладнання та накладні витрати.

Встановлено, що загальна вартість проведення дослідження становить 8184,53 грн, а з урахуванням нормативної рентабельності – 10639,88 грн. Найбільшу частку витрат становлять основні матеріали – 3190,36 грн, а також заробітна плата і накладні витрати.

Розраховано, що орієнтовна вартість сировини для виготовлення 1 кг жувальних цукерок «Цитринка» становить 305,30 грн/кг. Це свідчить про доцільність подальшого удосконалення рецептури та можливість використання розробленої технології для виробництва функціональних жувальних кондитерських виробів із підвищеною харчовою цінністю.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано актуальність розроблення жувальних кондитерських виробів функціонального призначення зі зниженою цукромісткістю. Встановлено, що використання ізомальту та апельсинових харчових волокон є перспективним напрямом удосконалення рецептури жувальних цукерок, оскільки дозволяє покращити їх харчову цінність, структуру та споживчі властивості.

Визначено об’єкт і предмет дослідження, підібрано сировину для виготовлення функціональних жувальних цукерок, зокрема ізомальт, патоку, желатин, лецитин, жировий компонент та апельсинові харчові волокна Citri-Fi 200. Розроблено структурну схему досліджень і обрано методи оцінювання якості готових виробів.

На основі аналізу рецептур жувальних цукерок розроблено модельну рецептуру цукеркової маси. Встановлено, що оптимальне співвідношення ізомальту і патоки становить 50:50 – 40:60, оскільки за таких умов формується маса з кращими пружно-пластичними властивостями та високою органолептичною оцінкою.

Доведено позитивний вплив апельсинових харчових волокон Citri-Fi 200 на структурно-механічні властивості жувальної цукеркової маси. Найбільш раціональним визначено дозування 5 %, за якого забезпечується оптимальне поєднання пластичності, пружності, еластичності та зменшення прилипання виробів до зубів.

Розроблено рецептуру функціональних жувальних цукерок «Цитринка», до складу яких входять ізомальт, патока, кокосова олія, желатин, соєвий лецитин, апельсинові харчові волокна та ароматизатор. Сенсорна оцінка підтвердила, що розроблені цукерки мають приємний смак, кращу текстуру, легше розкушуються та менше прилипають до зубів порівняно з контрольним зразком.

Обґрунтовано технологічні режими виробництва жувальних цукерок: температура уварювання сиропу – 130±5 °С, тривалість аерування та гомогенізації – 5 хв, гідратація харчових волокон у співвідношенні 1:8 за температури 85 °С,

температура маси перед формуванням – 50±5 °С. Дотримання цих параметрів забезпечує стабільну структуру та належну якість готових виробів.

Встановлено, що жувальні цукерки «Цитринка» зберігають високі органолептичні та фізико-хімічні показники протягом 6 місяців. Порівняно з контрольним зразком вони мають нижчу енергетичну цінність – 286 ккал проти 305 ккал, містять 4,92 % харчових волокон, а також підвищену кількість окремих мінеральних речовин.

У роботі розглянуто питання охорони праці та довкілля. Розроблено картку безпеки праці для виробництва жувальних кондитерських виробів, визначено основні небезпечні фактори та запропоновано шляхи поводження з відходами, зокрема сортування, повторне використання придатних залишків, переробку пакувальних матеріалів і очищення стічних вод.

Проведено економічне обґрунтування досліджень. Загальна вартість проведення дослідження становить 8184,53 грн, а з урахуванням нормативної рентабельності – 10639,88 грн. Орієнтовна сировинна вартість 1 кг жувальних цукерок «Цитринка» становить 305,30 грн/кг.

Отже, розроблена технологія функціональних жувальних цукерок на основі ізомальту з використанням апельсинових харчових волокон є науково обґрунтованою та практично доцільною. Вона дозволяє отримати вироби зі зниженою енергетичною цінністю, покращеними структурно-механічними властивостями, підвищеною харчовою цінністю та стабільною якістю під час зберігання.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гайдук О. В., Герлянд Т. М., Дрозіч І. А., Кулалаєва Н. В., Романова Г. М. Сучасні технології кондитерського виробництва: збірник рецептур. Київ: ІПТО НАПН України, 2021. 222 с. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742386/1/Zbirka_receptiv_2021.pdf.

2. Назарко І. С. Інноваційні інгредієнти в технології консервованих продуктів : конспект лекцій. Тернопіль: ТНТУ, 2016. 130 с. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/17328/1/konspekt_lekcij.pdf.

3. Янчик М. В. Технологія виробництва кондитерських напівфабрикатів. Київ: НУХТ, 2018. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/27136/1/Янчик%20Гжицького.pdf.

4. Мудрик М. В., Стукальська Н. М. Наукове обґрунтування та аналіз технології борошняних кондитерських виробів на основі фітозбагачувачів. Наукові праці НУХТ. 2022. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/items/f11a6b79-d647-4b5d-8d0e-46c32df3dab0.

5. Наріжна П. В., Повх Т. М., Крижова Ю. П. Властивості харчових волокон та доцільність їх використання в рецептурах харчових продуктів. Київ: НУХТ, 2019. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/2e44d336-b1fd-4a27-9ad8-c4910f18bd24/content.

6. da Silva L. B., Queiroz M. B., Fadini A. L., Fonseca R. C. C., Germer S. P. M., Efraim P. Chewy candy as a model system to study the influence of polyols and fruit pulp on texture and sensorial properties. LWT – Food Science and Technology. 2016. Vol. 65. P. 268–274. URL: https://repositorio.ital.sp.gov.br/jspui/bitstream/123456789/336/1/Chewy%20candy%20as%20a%20model%20system....pdf.

7. Ge H., Wu Y., Woshnak L. L., Mitmesser S. H. Effects of hydrocolloids, acids and nutrients on gelatin network in gummies. Food Hydrocolloids. 2021. Vol. 113.

Article 106549. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X20329234.

8. Wang R., Hartel R. W., Rodriguez-Saona L. E. Gelling behavior and gel properties of gelatin in concentrated sugar solutions. Food Hydrocolloids. 2022. Vol. 126. Article 107459. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X2100549X.

9. Tarahi M., Ghaedrahmati S., Rafe A., Shahidi F. Current innovations in the development of functional gummy candies. Foods. 2023. Vol. 12, № 24. Article 4406. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10778822/.

10. Jeon Y., Kim Y., Lee J. Formulation optimization of sucrose-free hard candy using mixture design. Foods. 2021. Vol. 10, № 10. Article 2464. URL: https://www.mdpi.com/2304-8158/10/10/2464.

11. Sarkar P., Das A., Chakraborty I. Development of an antioxidant-rich sugar-free plantain candy. Foods. 2024. Vol. 13. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11261650/.

12. Székelyhidi R., Kovács Z., Tóth A. Physicochemical and textural properties of gummy candies based on apple concentrate and gelatin without added sugar. Food Chemistry Advances. 2024. Vol. 4. Article 100083. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502224000830.

13. Biltekin S. İ., Yildiz E., Çakmak H. Food industry byproducts in confectionery: functional jelly candies enriched with plant pomace. Foods. 2025. Vol. 14, № 20. Article 3524. URL: https://www.mdpi.com/2304-8158/14/20/3524.

14. Gómez-Llorente H., Sánchez-Rodríguez L., Quiles A. Reformulating gummy candies with carob flour: functional, textural and sensory properties. Future Foods. 2025. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667025925000688.

15. Zambry N. S., Zainol M. K., Abdullah N. Impact of gelling agents on the texture and stability of herbal gummy candies. Food Research. 2025. URL: https://www.myfoodresearch.com/uploads/8/4/8/5/84855864/_29__fr-2024-247_zambry.pdf.

16. Vatanpor H., Hosseini S. M. H., Shahidi F. Application of carrageenan and arabic gum in jelly candy formulation. International Journal of Research Publication and Reviews. 2024. URL: https://ijrpr.com/uploads/V5ISSUE11/IJRPR35042.pdf.

17. Doğdu S. Formulation and characterization of isomalt based hard candy : master thesis. Middle East Technical University, 2025. URL: https://open.metu.edu.tr/bitstream/handle/11511/113333/Sarper%20Doğdu-%20Thesis.pdf.

18. Villwock K. Citri-Fi® Natural Citrus Fiber: Using Shear to Improve Sauces and Dressings. Fiberstar Inc., 2019. URL: https://dressings-sauces.org/wp-content/uploads/2019/05/Citri-Fi%C2%AE-Natural-Citrus-Fiber.pdf.

19. Alsiano. Sugar-free hard candy – natural sugar replacement with isomalt. 2024. URL: https://www.alsiano.com/solutions/sugar-free-hard-candy-natural-sugar-replacement/.

20. Cacao Mill. Харчові волокна: види та характеристика. 2023. URL: https://cacaomill.com.ua/blog/kharchovi-volokna-vidi-ta-kharakteristika.

21. Harch.Tech. Ізомальт: властивості та застосування у кондитерському виробництві. 2022. URL: https://harch.tech/2022/09/26/izomalt/.

22. National Center for Biotechnology Information. Dietary fiber and health: functional properties and applications in food systems. 2022. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/.

23. World Health Organization. Healthy diet: reducing sugars and improving nutritional quality of foods. Geneva: WHO, 2020. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet.

24. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food energy: methods of analysis and conversion factors; dietary fibre in food systems. Rome: FAO, 2019. URL: https://www.fao.org/4/y5022e/y5022e00.htm.

25. Samokhvalova O., Cherevko O., Dmytrevskyi, D., Budnyk N., Fomina I., Gurskyi P., Sova N., Koshulko V., Tesliuk Y., Kolianovska L. (2024). Determination of the features of the use of three-component vegetable and fruit paste in marmalade

technology. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (11 (132)), 63–72. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.317571.

26. Zagorulko, A., Kasabova, K., Shevchenko, A., Dmytrevskyi, D., Levchenko, Y., Kalashnyk, O., Koshulko, V., Gromov, A. (2025). Determining the heat and mass exchange efficiency of a scraper heat exchanger for heating food semi-finished products. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (136)), 25–32. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.335509.