

**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 «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
шоколадно-горіхової пасти спеціального
призначення з використанням цукрозамінників**

Виконала: здобувачка 2 курсу,
групи МгХТз-1-21
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Камілла ЕРГАШЕВА

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Рецензент: _____

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«23» грудня 2022 р.

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

Ергашевій Камілі Жалаліддінівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва шоколадно-горіхової пасти спеціального призначення з вирощуванням цукрозамінників».

Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, затверджені наказом закладу вищої освіти від «23» грудня 2022 року № 3831.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 10 лютого 2023 року

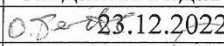
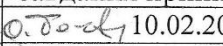

3. Вихідні дані до роботи: 1. Літературні джерела та періодичні видання. 2. Наукова та науково-технічна документація. 3. Нормативно-технологічна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Матеріали і методи дослідження. 3 Вибір сировини для шоколадно-горіхової пасти. Розробка рецептури шоколадно-горіхової пасти з використанням цукрозамінників. 4 Організаційно-економічна частина. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки. Список джерел посилання.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Схема проведення досліджень. 3 Експериментальна частина. 4. Результати досліджень. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

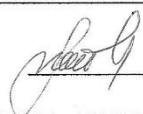
Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 - 4	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	 23.12.2022	 10.02.2023
5	доцент ДЕРКАЧ Олексій	 23.12.2022	 10.02.2023
6	професор ВІНЧЕНКО Ігор	 23.12.2022	 10.02.2023

7. Дата видачі завдання 23 грудня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	23.12-28.12.22	виконано
2	Огляд літератури	29.12.22-05.01.23	виконано
3	Матеріали та методи дослідження	06.01-10.01.23	виконано
4	Вибір сировини для шоколадно-горіхової пасти. Розробка рецептури шоколадно-горіхової пасти з використанням цукрозамінників.	11.01-25.01.23	виконано
5	Організаційно-економічна частина	26.01-29.01.23	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	30.01-03.02.23	виконано
7	Загальні висновки та список джерел посилання	04.02-06.02.23	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	07.02.2023	виконано

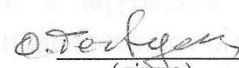
Здобувач вищої освіти



Каміла ЕРГАШЕВА

(підпис)

Керівник роботи



Олег ТЕРТИШНИЙ

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 99 сторінок друкованого тексту, 16 рисунків та ілюстрацій, 29 таблиць та використано 61 літературних джерел посилань.

Метою даної роботи є обґрунтування технології виробництва шоколадно-горіхової пасти спеціального призначення з використанням цукрозамінників.

Об'єкт дослідження – є технологія шоколадно-горіхової пасти (ШОП).

Предмет дослідження – цукрозамінники (фруктоза, інулін, стевіозид), харчові волокна (полідекстроза), органолептичні та фізико-хімічні показники якості шоколадно-горіхової пасти, рецептури.

Згідно зі статистичними даними в даний час хворих на цукровий діабет у світі налічується понад 200 млн. осіб, причому кожні 10-15 років це число практично подвоюється. Водночас існує проблема нестачі продуктів харчування, призначених для хворих на цукровий діабет. Розробка рецептури кондитерських виробів у тому числі на основі какао продуктів з використанням натуральних цукрозамінників, максимально наближених до вимог збалансованого харчування зі збереженням традиційних органолептичних властивостей із низькими глікемічним індексом та калорійністю актуальна.

Ключові слова: ДОСЛІДЖЕННЯ, ЦУРКОЗАМІННИКИ, ЦУКОР, СТЕВІОЗИД, ІНУЛІН, ФРУКТОЗА, ЕНЕРГІТИЧНА ЦІНІСТЬ, ВИРОБНИЦТВО, ТЕХНОЛОГІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	11
1.1 Аналіз тенденцій розвитку ринку оздоровчих шоколадних кондитерських виробів	11
1.2 Жири, що застосовуються у кондитерському виробництві	14
1.2.1 Жири, що застосовуються у кондитерському виробництві	16
1.3 Цукор та його перспективні замітники	19
1.4 Фактори, що сприяють подовженню термінів зберігання шоколадно-горіхових мас	24
1.5 Роль молока та інших молочних компонентів	26
1.6 Об'єкт і предмет, мета і завдання досліджень	27
Висновки до розділу	28
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1 Характеристика використаної сировини	29
2.2 Методи досліджень	31
2.2.1 Методи аналізу якості сировини	33
2.2.1.1 Визначення вмісту вологи та сухих речовин	33
2.2.1.2 Визначення масової частки жиру рефрактометричним методом	33
2.2.1.3 Визначення пластичної міцності на структурометрі	34
2.2.2 Методи аналізу якості шоколадно-горіхової пасти із застосуванням цукрозааміників	35
2.2.2.1 Визначення вмісту вологи та сухих речовин	35
2.2.2.2 Визначення масової частки жиру рефрактометричним методом	35
2.2.2.3 Вивчення в'язкості шоколадно-горіхової пасти за коефіцієнтом розтікання	35
2.2.2.4 Визначення граничної напруги зсуву шоколадно-горіхової пасти	35
2.3 Розрахунок харчової та енергетичної цінності	36
2.4 Процес виготовлення шоколадно-горіхової пасти	38

2.5 Математична обробка результатів дослідження	40
Висновок до розділу	41
3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	42
3.1 Актуальність дослідження впливу різних цукрозамінників на шоколадно-горіхову пасту	42
3.2 Дослідження впливу цукрозамінників на фізико-хімічні та органолептичні показники якості шоколадно-горіхових мас	42
3.2.1 Дослідження впливу стевіозиду на органолептичні та фізико-хімічні показники	42
3.2.2 Дослідження впливу суміші стевіозиду та інуліну на органолептичні та фізико-хімічні показники шоколадно-горіхової пасти	45
3.2.3 Дослідження впливу фруктози на органолептичні та фізико-хімічні показники шоколадно-горіхової пасти	48
3.3 Визначення оптимальних дозувань цукрозамінників	49
3.3.1 Дослідження впливу цукрозамінників на пластичну міцність шоколадно-горіхових мас	49
3.3.2 Дослідження впливу цукрозамінників на граничну напругу зсуву шоколадно-горіхових мас	51
3.3.3 Дослідження впливу різних цукрозамінників на коефіцієнт розтікання шоколадно-горіхових мас	52
3.4 Розробка рецептур та технологій виробництва шоколадно-горіхових паст	54
3.5 Опис технологічного процесу виробництва шоколадно-горіхової пасти з додаванням стевіозид	58
3.6 Опис технологічного процесу виробництва шоколадно-горіхової пасти з додаванням стевіозиду та інуліну	60
3.7 Опис технологічного процесу виробництва шоколадно-горіхової пасти з додаванням фруктози	62
3.8 Дослідження впливу цукрозамінників на енергетичну та харчову цінність шоколадно-горіхових паст	65
Висновки до розділу	68

	7
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	70
4.1 Організація проведення дослідження	70
4.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	75
4.3 Розрахунок вартості дослідження	79
Висновки до розділу	79
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАНИХ СИТУАЦІЯХ	81
5.1 Загальні відомості	81
5.2 Дослідження та оцінка стану з охорони праці в експериментальній лабораторії	83
5.3 Аналіз показників виробничого травматизму т захворювань, причини їх виникнення в експериментальній лабораторії	85
5.4 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в експериментальній лабораторії	86
5.4.1 Розрахунок штучного освітлення в експериментальній лабораторії	86
Висновки до розділу	91
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	94

ВСТУП

На сьогоднішній день кондитерська промисловість є галуззю агропромислового комплексу України, що динамічно розвивається. Асортимент вироблюваної продукції розширюється з кожним роком. Експертами-аналітиками відзначений зростаючий попит на продукцію цієї галузі, що зумовлено пристрастями населення різних категорій. Виготовлення кондитерської продукції оцінюється як перспективний економічний напрям. В сучасних умовах отримали значне поширення і активно розвиваються дрібні кондитерські цехи на противагу великим підприємствам, які оснащені сучасними потоково-механізованими та автоматизованими лініями для широкого асортименту кондитерських виробів. Однак у кондитерській промисловості, як і в будь-якій іншій галузі, можна видзначити ряд пріоритетних завдань, які пов'язані із розширенням асортименту у напрямку функціональних продуктів [21].

У вирішенні нагальних проблем недоїдання та одночасно повноцінного раціону у сучасних людей нам необхідно спиратися на передові теорії та новітні концепції у харчуванні. При цьому слід враховувати відмінності населення у віці, статі, фізичній активності та стані здоров'я. Раціони та індивідуальні продукти повинні враховувати харчові потреби різних груп населення. Це вказує на необхідність розробки харчових продуктів особливого призначення для певних груп населення. Продукти особливого призначення мають довгу історію, але наукова розробка концепції особливих раціонів почалася наприкінці 1970-х років.

Перелік харчових продуктів, що мають якості спеціального призначення, та їх характеристики зазначені в законі України «Про безпечність та якість харчових продуктів» (2007 рік). Такі продукти повинні відповідати конкретному фізичному та фізіологічному стану людини та/або певному захворюванню чи розладу, і продаються як такі, включаючи дитяче харчування, спортивне харчування та харчування для літніх людей. Відповідно до Кодексу Аліментаріус харчові продукти особливого призначення поділяються на функціональні продукти, що

мають оздоровчі властивості, і дієтичні продукти, які призначені для забезпечення харчування людей, які можуть страждати від 57 різних захворювань, та яким з різних причин звичайні продукти не можна їсти в повсякденному житті. Термін «функціональний харчовий продукт» вперше з'явився в Японії в 1984 році. Термін був встановлений законом ще в 1991 році з впровадженням системи FOSHU (Food for Special Health Uses). Відповідно до концепції FOSHU, функціональне харчування - це натуральний або промисловий продукт, який покращує фізіологічну діяльність організму або допомагає запобігти загрози певного захворювання.

На сьогоднішній день асортимент вироблених в Україні функціональних харчових продуктів є дуже обмеженим. На жаль, не уся продукція, що виробляється малими або великими кондитерськими підприємствами, як правило, не завжди відповідає нормам здорового та збалансованого харчування.

Виходячи з цього, актуальними є наступні завдання: підвищення споживчих властивостей щодо біологічної цінності продукції, що виробляється; зниження цукроємності та енергетичної цінності продукції; впровадження інноваційних технологій виробництва; скорочення використання імпортової дорогої сировини шляхом заміни її на вітчизняні аналоги. Поставлені завдання можливо вирішити шляхом удосконалення асортименту вироблюваної продукції за допомогою розробки нових оригінальних рецептур кондитерських виробів з використанням функціональних харчових інгредієнтів.

Як відомо, при надмірному вживанні цукристих продуктів разом з малорухливим способом життя призводить до розвитку ожиріння, яке є причиною придбання діабету, що відноситься до другого типу [23]. Згідно з рейтингом, за зафіксованими показниками захворюваності Україна входить до сотні країн світу з розвитку захворювань, що пов'язані із порушенням обмінних процесів організму.

Варто не забувати, що світовий ринок продуктів здорового харчування щорічно стабільно зростає, особливо у західних країнах. Згідно оцінки експертів компанії Euromonitor International, сегмент продукції health and wellness (для

здоров'я та хорошого самопочуття) став найшвидшим за зростанням долі на глобальному ринку продуктів та напоїв минулого року. У 2021 році було зафіксовано зростання даного ринку на 9,8% до обсягу 45 млрд дол. При цьому сегмент категорії «вільні від», тобто які не містять у своєму складі певні інгредієнти, що можуть викликати харчову алергію або непереносимість, виріс на 7%. Продукція з таким маркуванням все частіше зустрічається на полицях великих супермаркетів та у спеціалізованих магазинах: «sugar free» («no sugar», «no sugar added»), «gluten free», «lactose free», «hypoallergenic». Зростаючий світовий тренд на «без доданого цукру», безлактозні та гіпоалергенні продукти та напої значно сприятиме збільшенню категорії «вільні від», яка, за прогнозами експертів, зросте на 9,5 млрд дол. до 2022 року [60].

Наразі серед українців різного віку все більше проявляється інтерес до виробів, що у своєму складі містять незамінні нутрієнти, рослинну сировину, натуральні фруктові-ягідні добавки. На сьогоднішній день на ринку кондитерських виробів активно розвивається сегмент продукції із зниженим глікемічним індексом. Серед них представлені вироби для дієтичного, діабетичного та здорового харчування.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Аналіз тенденцій розвитку ринку оздоровчих шоколадних кондитерських виробів

Кондитерська промисловість, особливо виробництво шоколадних виробів, зазнає динамічних змін в останні роки під значним впливом зростання підвищених вимог до організації виробництва продукції для здорового харчування. В основі асортименту цієї продукції великий обсяг займають продукти з низьким вмістом цукру або його повною відсутністю. Щорічно спостерігається зріст популярності продуктів сегменту із «зниженою калорійністю» та «без доданого цукру», як індикатор споживчої стурбованості високим вмістом цукру та підвищеною калорійністю, а також карієсогенністю кондитерських виробів.

«Нераціональне або незбалансоване харчування призводить до споживання надмірної кількості легкозасвоюваних вуглеводів, якими так багата кондитерська продукція, та й недостатнього споживання вітамінів і мікроелементів, а також інших життєво необхідних компонентів харчування»[36]. Зростаюча популярність таких продуктів спонукає до необхідності пошуків нових альтернативних цукрозамінників та підсолоджувачів для виробництва шоколадних виробів. Крім того, сьогодні українські споживачі також виявляють значний інтерес до рецептурних компонентів, які входять до складу харчових продуктів, та все частіше віддають перевагу продукції, що містить фізіологічно функціональні інгредієнти, які приносять користь здоров'ю. Наприклад, збагаченим пребіотиками, які мають функціональні інгредієнти в своєму складі.

Для шоколадних виробів традиційними пріоритетними споживчими властивостями є якість та сенсорні властивості продукту, що безумовно стають дуже важливими для споживчого сприйняття. В даний час можливо приготувати шоколадні вироби без цукру з прийнятним ступенем солодкості. Проте сенсорні характеристики таких шоколадних виробів будуть суттєво відрізнятися від

традиційних, що асоціюються у споживачів із високою якістю продукту. При цьому, однією з основних проблем є поява специфічних смаку та післясмаку, що суттєво обмежує рівень споживання даного виду продукції. Такі шоколадні вироби демонструють слабкі сенсорні властивості, особливо небажані смакові відчуття, які можуть обмежити їх споживання.

У зв'язку з цим виникає нагальна потреба пошуку цукрозамінників або їх поєднань із підсолоджувачами, а також збагачення шоколадних кондитерських виробів пребіотиками, щоб органолептичні властивості продукту були максимально наближені до традиційних. Пребіотики дають можливість виявити мінімальні побічні ефекти у готовій продукції (присмак, післясмак) та забезпечують необхідні реологічні та органолептичні показники готової шоколадної кондитерської маси.

Шоколадно-горіхова паста (ШОП) – продукт, що має високу харчову цінність, який швидко метаболізується і перетравлюється. Його унікальна текстура, смак та задоволення від їжі є основними причинами розширення його споживання не тільки у дорослих, а й у дітей.

Однією з основних проблем цього продукту є високий рівень вмісту цукру, що може коливатися від 35% до 50% [55]. Таким чином, виробниками продуктів постійно робляться численні спроби зменшити або замінити цукор різними наповнювачами (полідекстроза та мальтодекстрин), цукровими спиртами (сорбіт, ксилитол, ізомальт, лактит та мальтит), та натуральними за походженням (стевіозид, фруктоза, інулін, тауматин) [49, 56, 58, 59]. Серед цих замінників найчастіше використовувалися цукрові спирти, а саме через їх високу об'ємну здатність та підсолоджуючу силу, низьку калорійність та відсутність негативного впливу на зуби [52]. Проте, їх проносні, охолоджувальні та гігроскопічні властивості є деякими обмежуючими факторами для їх широкого використання в більшості харчових продуктів [58, 59].

На сьогоднішній день одними з головних тенденцій, що стосуються виробництва кондитерських виробів, є використання натуральних інгредієнтів,

відмова від синтетичних добавок, зниження калорійності та вмісту сахарози, введення компонентів, що мають біологічно активні властивості [19].

Асортимент продукції, що виробляється кондитерськими підприємствами, є дуже різноманітним. Крім готових виробів вони випускають напівфабрикати, в тому числі начинки, які можуть бути затребувані і в багатьох інших харчових галузях. Наприклад: в хлібопекарській, харчоконцентратній, молочній, або при виробництві морозива.

Усі начинки повинні відповідати таким вимогам:

- мати високі органолептичні властивості (смак, запах, колір);
- мати певні фізико-хімічні та реологічні характеристики;
- зберігати показники якості протягом усього терміну придатності [5].

Основу начинок складають сахароза у вигляді цукрового піску, цукрової пудри, а також горіхи (крупка різних розмірів та ступеня температурної обробки), сухі молочні та какао-продукти, жировий компонент. Ці начинки за станом сахарози відносяться до суспензій. Реологічні властивості перших залежать від кількості жирової фракції та її характеристик.

При виробництві начинок жири виконують кілька функцій:

- регулювання реологічних властивостей начинки з урахуванням фізико-хімічних показників жиру;
- покращення органолептичних властивостей шляхом адсорбції різних ароматів;
- забезпечення гарного зв'язування рецептурних компонентів між собою, тобто створення необхідної консистенції[26].

Поряд із кондитерськими та молочними жирами при виготовленні начинок широко застосовують масла какао, кокосове, пальмове, пальмоядрове та ін. Розглянемо детальніше шоколадно-горіхові пасти, які відносять до групи пралінових начинок. Пралінові начинки відносяться до ліофобних дисперсних систем. Це суспензії, в яких дисперсною фазою є подрібнені кристали цукру і тверді частинки горіхових ядер, а дисперсійним середовищем є жирова суміш з двох або більше різних жирів. За характером зв'язків між частинками та дисперсійним середовищем пралінові начинки можна віднести до перехідних

коагуляційно-кристалізаційних структур. При температурі вище температури кристалізації жирової композиції маси праліне мають коагуляційну структуру, а при температурах нижче температури застигання суміші жирів кристалізаційну структуру [1].

До основних реологічних показників пралінових начинок відносяться гранична напруга зсуву, при якій починається руйнування структури, пластична міцність та ефективна в'язкість. В'язкість визначає можливість маси формуватися тим чи іншим способом. Структурно-механічні властивості паст залежать від кількості та якості жирів, їх співвідношення, вологості маси та температури, дисперсності твердої фази та її кількості, типу структури, що утворилася.

Горіхово-пралінові начинки містять у своєму складі від 10% до 20% твердих або м'яких жирів (какао-масло, еквіваленти какао-масла, вершкове масло або кондитерський жир). М'які жири надають масам пластичності. Збільшуючи жири чи зменшуючи дозування того чи іншого жиру, є можливість змінювати реологічні властивості пралінових начинок. Залежно від цього пралінові маси можуть відрізнятися за фізичними та технологічними властивостями. Досліджено також властивості подвійних і потрійних жирових сумішей, що містяться в шматочках праліне.

Пралінові маси можна умовно розділити на три групи, що відрізняються одна від іншої видом та складом жирів:

- 1) з малим вмістом какао-масла (20%);
- 2) з великим вмістом какао-масла (50 - 60%);
- 3) маси, що виробляються на основі кондитерського жиру або жирів, еквівалентів какао-масла [25].

1.2 Жири, що застосовуються у кондитерському виробництві

Жири, як харчовий інгредієнт, мають велике значення для фахівців, які розробляють нові продукти, оскільки вони забезпечують потрібні консистенцію, смакові якості та стійкість. Саме тому жирова тематика нині є предметом

спільних досліджень, що проводяться харчовою промисловістю, органами охорони здоров'я та компаніями, зайнятими розробками у галузі фармацевтичної біотехнології [2].

За сучасними уявленнями доцільно використовувати для харчування жири зі збалансованим складом [37].

Біологічна та харчова цінність продукції олійно-жирової промисловості визначається її нутрієнтним складом, тобто вмістом білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, а також фізико-хімічними та органолептичними властивостями [4].

Холестерин, насичені жирні кислоти, мононенасичені жирні кислоти та поліненасичені жирні кислоти – це основні жирові сполуки, які отримує організм з продуктів харчування. Споживання їжі, що багата насиченими жирними кислотами, вже давно пов'язується з розвитком дегенеративних змін в організмі, тоді як поліненасичені жирні кислоти все більше розглядаються як корисні для здоров'я. Мононенасичені кислоти більшою мірою містяться в таких жирах, як кунжутна, оливкова та арахісова олії, а поліненасичені кислоти присутні в кукурудзяній, соєвій та соняшниковій олії [44].

Серед фахівців, що працюють у масложировій промисловості, питання калорійності, функціональної здатності та стійкості жирів на сьогоднішній все ще продовжують залишатися найбільш актуальними. І все ж таки, завдяки спрямованим зусиллям організацій з охорони здоров'я, які проводять роз'яснювальну роботу серед споживачів про роль жирів як складової частини будь-якої дієти, а також серйозним дослідженням і розробкам в галузі впливу споживаних жирів на стан здоров'я. Саме завдяки цьому в останній час в масложировій промисловості спостерігається швидке зростання асортименту і якості продукції [2].

Один із найбільш перспективних напрямків сучасних наукових досліджень у галузі харчування стосується вивчення захисних властивостей певної групи дієтичних жирів – незамінних жирних кислот. Незамінні жирні кислоти мають велике значення для нормального та повноцінного функціонування людського

організму, які він не здатний синтезувати самостійно і може отримувати їх лише з продуктів харчування [11].

Протягом останніх років роль харчових жирів стала предметом бурхливих дискусій – причому іноді висловлювалися протилежні думки. Враховуючи складний склад жирів та різноманітність функцій, які вони виконують в організмі, можна припустити, що дебати на цю тему найближчим часом не закінчатся. Підвищення рівня обізнаності споживачів у цьому питанні та поява технологій, що дозволяють у короткий термін розробляти та випускати на ринок нові більш досконалі продукти, роблять перспективною сферу «гарних» жирів, і створюють для фахівців оптимальні умови для нових спроб у галузі розробок нових продуктів [2].

1.2.1 Функції жиру у шоколадно-горіхових масах

Жири в шоколадно-горіхових масах можна поділити на дві категорії. До першої категорії відносяться жири, які є складовою одного з інгредієнтів, що надають продукту структуру. Наприклад: какао-масло в праліне, молочний жир у молочних начинках, горіхове масло в нугі. До другої категорії відносяться жири, які додають з іншою метою, ніж надання продукту смаку.

Начинкам необхідні найрізноманітніші консистенції та властивості плавлення. Сьогодні нескладно заблукати серед різноманітних жирів, що представлені на ринку як відомими, так і новими виробниками.

У виробництві пралінових мас використовують як тверді при кімнатній температурі, так і рідкі жири. До твердих відносяться какао-масло, його еквіваленти, а також спеціальний кондитерський жир. «Еквіваленти какао-масла – це негідрогенізовані рослинні жири, що не містять лауринової кислоти, отримані фракціонуванням пальмової олії, жиру горіхів олійного дерева, інших рослинних олій»[33]. До еквівалентів масла какао відносяться жири під торговими марками АКК, Коберін, Акомакс та ін. За температурами плавлення та застигання ці жири близькі до масла какао.

У шматках праліне тверді жири є основними структуроутворювачами, оскільки вони кристалізуються під час охолодження сформованого тіла кондитерського виробу та надають тілу твердості, необхідної для збереження форми. Рідкі жири включають: кокосову олію, високоолеїнову соняшкову олію, вершкове масло та горіхові олії, які є рідкими при кімнатній температурі. Рідкі жири надають масі пластичності[35].

Тригліцериди какао-масла містять насичені жирні кислоти в 1,3 позиціях і олеїнову кислоту в 2-положенні. Жирні кислоти: олеїнова (35%), стеаринова (34%) та пальмітинова (26%) доповнені полярними ліпідами, стеролами, токоферолами [18], визначають структуру та властивості начинки. Простий гліцеридний склад робить какао-масло танучим у діапазоні температур від 32 – 35°C.

Найважливішими властивостями какао-масла, отриманого пресуванням, на яких засноване використання його в кондитерському виробництві, є, з одного боку, кристалічна, тверда (не мажеться) консистенція при 20-25°C, а з іншого – повне плавлення при температурі 35 - 36°C. Какао-масло, отримане екстракцією, при температурі 20-25°C має мазеподібну консистенцію. Це значно обмежує його використання у виробництві шоколаду. При пресуванні не вдається повністю віджати какао-масло і в макусі зазвичай залишається 8-18% жиру. Основні фізико-хімічні константи какао-масла: густина при 20°C – 937 кг/м³, температура плавлення 32-36°C, температура застигання 24-27°C, показник заломлення при 40°C – 1,4560 -1,4578.

Какао-масло має золотистий колір та приємний смак. Воно може тривалий час зберігатися без псування та ознак гіркоти. До какао-масла пред'являються такі вимоги. Смак та аромат повинні відповідати смаку та аромату какао-бобів, не мати сторонніх присмаків та запахів. Колір від світло-жовтого до кремового. Прозорість при температурі 40°C повна, дозволяється наявність незначної кількості частинок какао тертого. Консистенція при 16-18°C тверда, ламка. Температура повного розплавлення 32-35°C. Температура застигання не нижче 24°C [22].

З рідких масел у кондитерському виробництві застосовують соняшникову, соєву, кукурудзяну та ін. Вони, як і всі жири, є сумішшю тригліцеридів різного складу. При цьому переважають тригліцериди, які містять ненасичені жирні кислоти. Рідкі рослинні олії отримують з насіння олійних культур (соняшника, сої та ін.) або з відходів, що утворюються при переробці різних продуктів (зародки зернових культур тощо). Для отримання масел використовують два способи: пресування та екстрагування. Пресування засноване на механічному віджимі олії під високим тиском, а екстрагування – на здатності низькокиплячих органічних розчинників (бензин) розчиняти олію, і екстрагувати її з подрібненого насіння. Застосовують і комбінований спосіб, що полягає в пресуванні з подальшою екстракцією макухи. Рослинні олії містять супутні речовини (пігменти, ароматичні речовини та ін), які зумовлюють смак, запах та колір. Такі домішки, як вода, білкові речовини та інші, обумовлюють каламутність олій. Для видалення цих речовин олії піддають очищенню (рафінації), яка зазвичай включає механічне очищення, гідратацію, лужну обробку, відбілювання та дезодорацію.

Залежно від способу очищення олії поділяються на нерафіновані, гідратовані та рафіновані. Нерафінована олія — це олія, яку піддають після виділення з насіння або плодів, що містять олію, тільки механічному очищенню. Гідратована олія — це олія, отримана із застосуванням очищення та гідратації. Рафіновану олію, крім механічного очищення та гідратації, обов'язково нейтралізують, іноді дезодорують. Залежно від цього її виробляють дезодорованою або недезодорованою [2].

Звичайно, вибір жиру — непросте завдання, для вирішення якого необхідно врахувати та передбачити цілу низку факторів, таких, наприклад, як характеристика плавлення, температура та швидкість кристалізації жиру, його сумісність з іншими жирами, що входять у рецептуру виробу, стабільність при зберіганні та ін. [43].

1.3 Цукор та його перспективні замітники

Одним із основних компонентів шоколадно-горіхових мас є цукор. Цукор вважається інертним інгредієнтом щодо тонкості смаку, сприяючи «тільки» солодкості. Зміна вмісту на 1 – 2 % цукру дуже впливає на витрати та інші економічні фактори, а при збільшенні на 5% значні зміни смаку стають очевидними [50].

«Цукор – харчовий продукт першої необхідності завдяки цінним харчовим, смаковим і фізичним властивостям. Крім приємного смаку, він є високоефективним джерелом енергії для організму людини. Калорійність 100г цукру становить 398 ккал. Цукор виконує роль не лише носія солодкого смаку, а й структуроутворювача та наповнювача маси у харчових продуктах, яким надає гарного зовнішнього вигляду й збільшує термін зберігання»[28].

Існує два основних типи підсолоджувачів: натуральні та штучні. Останні не дають калорій і не впливає на рівень глюкози в крові, однак деякі з натуральних підсолоджувачів, таких як цукрові спирти, також характеризуються нижчим рівнем глюкози в крові і можуть метаболізуватися без інсуліну, водночас є природними сполуками. Одна з можливих класифікацій солодких речовин за хімічним складом та харчовими критеріями наведена на рис.1.1[46].

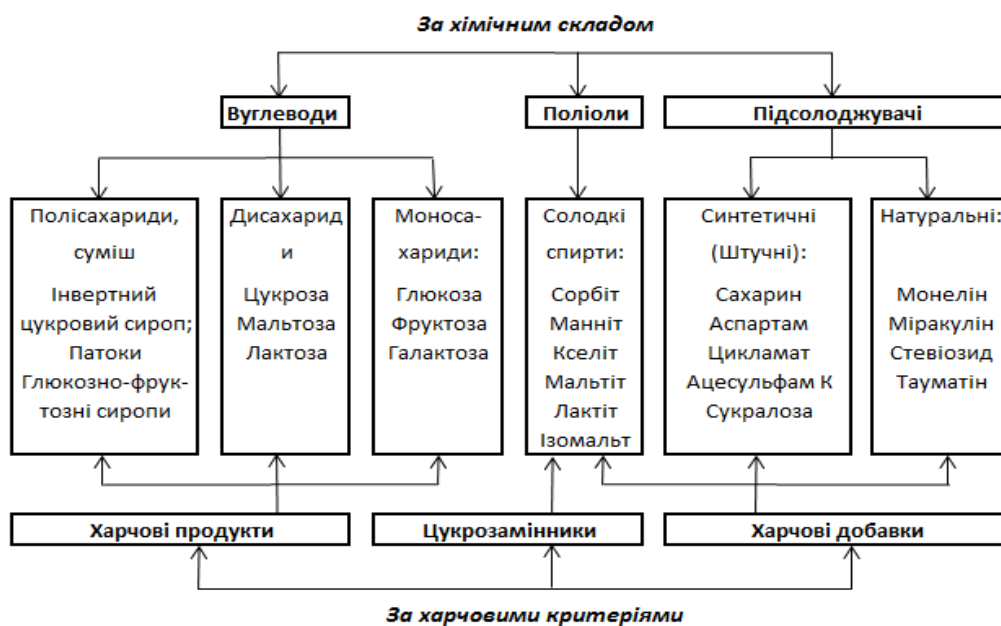


Рисунок 1.1 – Класифікація солодких речовин

Інша з можливих класифікацій цукрозамінників за походженням, ступенем солодкості та калорійності [29] наведена на рис.1.2.

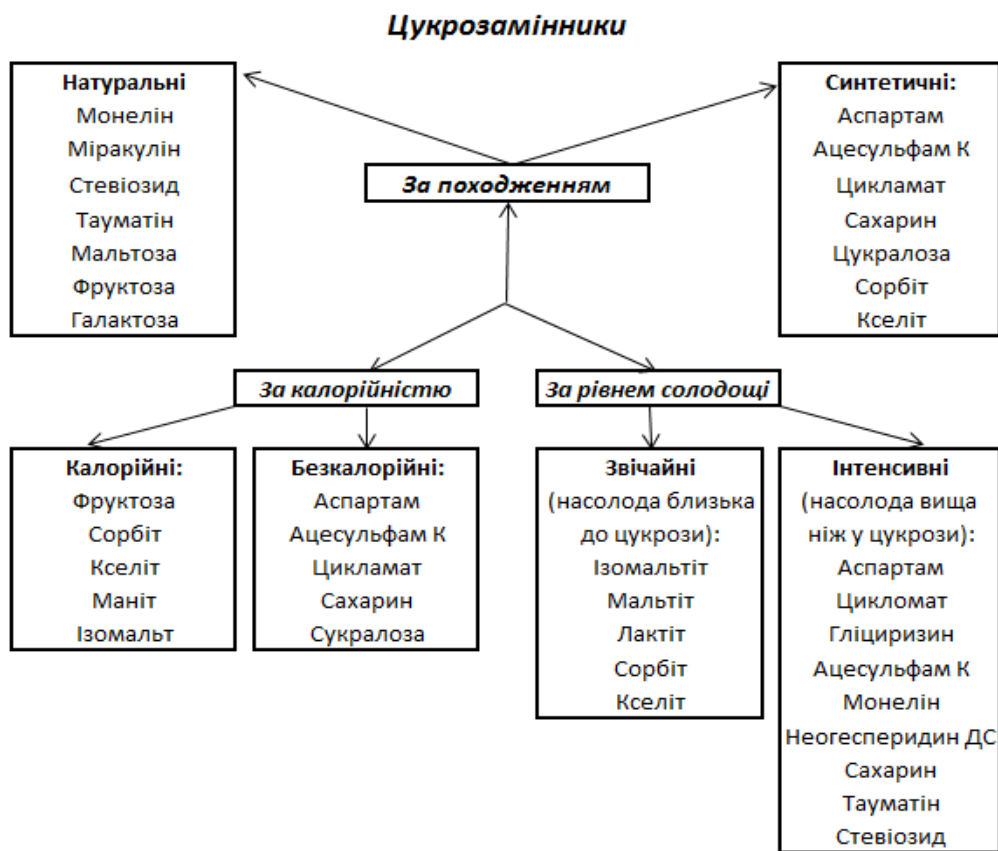


Рисунок 1.2 – Класифікація цукрозамінників

Кожен із відомих на даний момент цукрозамінників та підсолоджувачів має свої переваги та недоліки, тому необхідно проаналізувати їх специфічні особливості та безпечність.

Серед моносахаридів добре відомі, як традиційні замітники, цукроза, глюкоза та фруктоза. Глюкоза, як і цукроза, практично негігроскопічна. Її солодкість становить 0,60 – 0,75% від солодкості цукрози. В Україні цей цукор не знайшов належного застосування у виробництві кондитерських виробів. Найбільш солодким цукрозамінником є фруктоза (левульоза).

«Фруктоза – це натуральний фруктовий цукор, який міститься в ягодах і фруктах, квітковому нектарі, насінні рослин і меді. Фруктоза розщепляє і виводить з організму молекули алкоголю. Фруктоза при тривалому використанні провокує виникнення серцево-судинних захворювань. Так само, як і звичайні

солодощі, вона може підвищувати рівень цукру в крові»[24]. Виробляється фруктоза в основному в Європі та Китаї. Важливою властивістю фруктози є здатність до синергізму у суміші з іншими синтетичними підсолоджувачами, що дозволяє створювати харчові добавки високого ступеня солодкості. Фруктоза більш лабільна і реакційно здатна, ніж глюкоза [6].

Цукрові спирти (поліоли або багатоатомні спирти) являють собою низько перетравлювані вуглеводи, які отримують шляхом заміни альдегідної гідроксильної групи [53]. Оскільки більшість цукрових спиртів отримують з відповідних альдозних цукрів, їх також називають альдитами [54]. Серед цукрових спиртів можна назвати гідрогенізовані моносахариди (сорбіт, маніт), гідровані дисахариди (ізомальт, мальтит, лактит) та суміші гідрованих моно- та/або олігосахаридів (гідрогенізовані гідролізати крохмалю).

Поліоли природно присутні у невеликих кількостях у фруктах, а також у деяких видах овочів та грибів, і вони також позиціонуються як загально визнані безпечні харчові добавки. Харчові добавки – це речовини, які навмисно додаються до продуктів харчування для виконання певних технологічних функцій, таких як колір, підсолодження або допомога у збереженні харчових продуктів. Відповідно до законодавства Європейського Союзу, всі харчові добавки ідентифікуються за номером E і мають завжди вказуватись на упаковці у списках інгредієнтів. Усі харчові добавки перед їх використанням мають бути санкціоновані конкретними законодавчими актами, такими як ЄС та FDA, або TP TC [57].

Існує сім цукрових спиртів, які визначаються як харчові підсолоджувачі відповідно до законодавства Європейського Союзу. До них відносяться сорбіт (E420), маніт (E421), ізомальт (E953), мальтит (E965), лактит (E966), ксиліт (E967) та (E967) E968) [21]. Вони обов'язково повинні бути позначені на маркуванні продуктів, а коли у складі присутній лише один цукровий спирт, конкретна назва може бути замінена на «цукровий спирт», наприклад, ксиліт. Незважаючи на те, що для них не була визначена прийнятна доза для щоденного прийому (ГДК), вони відомі своїм сильним проносним ефектом та іншими шлунково-кишковими

симптомами, такими як метеоризм, здуття живота та дискомфорт у животі при вживанні їх у надлишку. Тому, щоб забезпечити споживачам адекватну інформацію, на маркуванні продуктів, що містять понад 10% доданих поліолів, обов'язково має бути вказана інформація «надмірне споживання може викликати послаблюючі ефекти» [57].

Солодкість цукрових спиртів зазвичай нижча, ніж у моносахариду, і тому вони використовуються для об'єму як цукор, і називаються об'ємними підсолоджувачами. Вони часто використовуються у поєднанні з іншими підсолоджувачами для досягнення бажаного рівня солодкості та смаку. Подібно до вуглеводів, вони не тільки відповідають за солодкий смак, але й несуть відповідальність за текстуру продукту, його збереження, наповнення, утримання вологи та відчуття охолодження в роті (таблиця 1.1) [48].

Таблиця 1.1 – Калорійність, солодкість та глікемічний індекс цукрових спиртів

Поліол	Солодкість ^a	Калорійність (ккал/ г)		Глікемічний індекс ^b
		Дані США	Європейські правила	
Ерітрітол	0,6-0,8	0,2		0
Ізомальт	0,45-0,65	2,0		9
Лактитол	0,3-0,4	1,9		6
Мальтітол	0,9	2,1	2,4	35
Маннітол	0,5-0,7	1,6		0
Сорбітол	0,5-0,9	2,7		9
Ксіліт	1,0	2,4		13

^a Цукроза =1 ^b Глюкоза =100

Поліоли діють як пребіотики, протикарієсогенні агенти та аналогічно клітковині можуть допомогти нормалізувати функцію кишечника. Було виявлено, що цукрові спирти, такі як мальтит та лактит, збільшують біодоступність мінералів у людини та щурів [51].

Полідекстро́за — це розчинна пребіотична клітковина та висококалорійний наповнювач преміум-класу, який використовується для

додання тілесності та текстури низько- та низькокалорійним продуктам. Продукт легко використовувати в різноманітних рецептурах для заміни всіх або деяких твердих речовин підсолоджувача та заміни калорійних наповнювачів у цих композиціях. Полідекстроза – це довільне з'єднання конденсаційного полімеру D-глюкози зі зв'язаним сорбітолом та відповідною кислотою. Полідекстроза добре розчинна у воді (приблизно 80 г/100мл при 20 °C), але погано розчинна або нерозчинна в більшості органічних розчинників. Полідекстроза офіційно визнана та застосовується як харчове волокно в 51 країнах світу, включаючи Україну. Нешкідлива для зубів - не викликає карієсу. Має низький глікемічний індекс (від 5 до 7 залежно від сорту), і може використовуватися при виробництві дієтичних та функціональних продуктів, у т.ч. для хворих на діабет. Молекула полідекстрози має високорозгалужену структуру, і є менш доступним субстратом для мікрофлори кишечника, порівняно з іншими пребіотичними волокнами, утилізується поступово і рівномірно. Тому рівень переносимості полідекстрози, порівняно з іншими пребіотиками, є досить високим, і вона віднесена до добавок, для яких не встановлюється допустиме добове дозування. За міжнародною класифікацією цієї харчової добавки присвоєно номер E1200.

У Європі, відповідно до Директиви 2000/13/ЕС, маркування продукту з полідекстрозою має відповідати початковій меті в кінцевому продукті (тобто добавка або клітковина):

- як добавка: повинна декларуватися за назвою своєї категорії (наповнювач, загусник/текстуратор, стабілізатор, вологоутримуючий агент), а далі Полідекстроза або E1200;
- як інгредієнт: має декларуватися як полідекстроза [27].

Полідекстроза є функціональним харчовим інгредієнтом, який містить головним чином глюкозу в її сильно розгалуженому полімері з невеликими кількостями випадково розподіленого сорбіту та лимонної кислоти [39]. Всі можливі глікозидні зв'язки з аномерними атомами вуглецю глюкози присутні α і β 1-2, 1-3, 1-4 і 1-6, серед яких переважає зв'язок 1-6. Ця сполука має середній

ступінь полімеризації 12 та середню молекулярну масу 200 г моль⁻¹. Директива ЄС 2008/100/ЕС надає калорійність до полідекстрази 2 ккал/Г-1.

Інулін – поліфруктозан, який може бути отриманий у вигляді аморфного порошку та у вигляді кристалів, легко розчинний у гарячій воді та важко у холодній. Молекулярна вага 5000 – 6000. Має солодкий смак. При гідролізі під дією кислот і ферменту інулінази утворює D-фруктозу і невелику кількість глюкози. Інулін, як і проміжні продукти його ферментативного розщеплення – інулідиди, не має відновлювальних властивостей. Молекула інуліну – ланцюжок із 30 – 35 залишків фруктози у фуранозній формі. Подібно до крохмалю, інулін служить запасним вуглеводом, зустрічається в багатьох рослинах, головним чином сімейства складноцвітих, а також дзвіночкових, лілейних, лобелієвих і фіалкових. У бульбах і коренях жоржини, нарцису, гіацинту, туберози, кульбаби, цикорію та земляної груші (топінамбура), скорцонери та вівсяного кореня вміст інуліну досягає 10 – 12 % (до 60 % від вмісту сухих речовин). У рослинах разом з інуліном майже завжди зустрічаються споріднені вуглеводи - псевдоінулін, інуленін, левулін, геліантенін, синістрин та інші, які, як і інулін, дають при гідролізі D-фруктозу.

Аналіз вітчизняних та зарубіжних джерел підтвердив актуальність досліджень зі створення шоколаду зі зниженою цукроємністю з використанням рецептурних компонентів, що дозволяють забезпечити йому пребіотичні властивості[40].

1.4 Фактори, що сприяють подовженню термінів зберігання шоколадно-горіхових мас

Шоколадно-горіхові маси (пралінові) мають невеликий термін зберігання, саме тому у сучасних умовах усі зусилля фахівців спрямовані на поліпшенні якості виробів та їх збереженні. Вироби з низькою вологістю, але високим вмістом жиру (більше 10 %), схильні до гіркання. В першу чергу це обумовлено псуванням жирів, які входять до складу виробів, і накопиченням в них

низькомолекулярних сполук, перекисів, альдегідів, вільних жирних кислот, кетонів та інших, що призводить до різкого погіршення смакових властивостей продукту. За своєю природою жири є схильними до розщеплення і розпаду, так як це є єдиним способом для звільнення енергії, що міститься в них, яка необхідна для зростання. Щоб запобігти погіршенню якості, потрібно взяти необхідних заходів, які дадуть змогу уникнути цього природного перебігу подій. Гідроліз жирів веде до нагромадження вільних жирних кислот, що виражається зростанням кислотного числа. З накопиченням низькомолекулярних кислот (масляної, капронової) з'являються неприємний специфічний смак і запах. Щоб запобігти гідролізу жирів слід уникати наявності ліпаз і вільної вологи [33].

Основною причиною псування жировмісних концентратів є окислювальне згіркнення жирів, що протікає за типом лінійних і розгалужених ланцюгових реакцій. Тому попередження та послаблення цих процесів, продовження терміну зберігання готової продукції має велике практичне значення.

З цією метою використовуються спеціальні речовини – антиоксиданти чи антиокислювачі. Антиоксиданти включаються у процес автоокислення з подальшим утворенням стабільних проміжних продуктів, тобто речовин, що блокують ланцюгову реакцію.

Антиоксиданти відносяться до різних класів сполук. Найбільш ефективними та поширеними антиоксидантами є, як правило, матичні сполуки. Наприклад: феноли, аміни, амінофеноли. Також достатньо ефективними інгібіторами є представники деяких інших класів сполук.

Використання тих чи інших антиоксидантів залежить від особливостей складу жиру і жировмісних продуктів, від наявності в них різних речовин, а також від умов зберігання продукту.

Складність підбору антиокислювачів для харчових жирів полягає в тому, що, крім здатності стабілізувати субстрат, обраний антиокислювач не повинен бути токсичним, надавати жиру забарвлення, запаху та смаку. При практичному застосуванні антиокислювачів має значення момент введення в жир.

В даний час у світовій практиці застосовується велика кількість речовин, які мають властивості антиокислювачів (табл.1.2).

Таблиця 1.2 – Застосовувані антиокислювачі у світовій практиці

Назва	США	Канада	Швеція
Прянощі	Без обмежень	Без обмежень	Без обмежень
Гваяколова смола	0,1	0,2	-
Токоферолі	0,03	-	-
НДГК	0,01	0,005	0,01
Пропілгалпат	0,01	0,01	0,01
Октіпгалла	-	-	0,01
Додецилгаллат	-	-	0,01
Бутнлоксіанізол	0,02	0,02	0,02
Лецитин	Без обмежень	0,02	Без обмежень
Лимонна кислота	0,01	0,2	Без обмежень
Винна кислота	-	0,2	-
Аскорбінова кислота	-	0,2	Без обмежень

«Санітарними правилами і нормами по застосуванню харчових добавок передбачено, що введення антиоксидантів у жири допускається тільки при виробництві харчових жирів, призначених для тривалого зберігання (більше 3 місяців). Антиоксиданти слід вводити у високоякісні свіжі жири. В одному продукті може використовуватись тільки один антиоксидант, не беручи до уваги синергістів»[14].

В Україні дозволені без обмежень такі антиоксиданти і синергісти як: аскорбінова кислота (E 300), аскорбат натрію (E 301), концентрат суміші токоферолів (E 306), α -токоферол (E 307), γ -токоферол (E 308), δ -токоферол (E309), лецитини (E322).

1.5 Роль молока та інших молочних компонентів

Оскільки вода зв'язує частинки цукру, саме тому у шоколадно-горіхову масу додають тверді частки молока, а не рідке молоко, у кількості близько 5 – 25

%.

Молоко містить в собі близько 5% лактози, 5% молочного жиру, 3,5% білку та 0,7% мінеральних речовин. Тригліцериди молочного жиру, в яких домінують насичені жирні кислоти, мають різну кристалічну структуру, хоч присутні в достатніх кількостях. Вони містять пальмітинову, стеаринову та олеїнову кислоти, ті ж основні жирні кислоти, які містяться в какао-маслі. Молочний жир є переважно рідиною (від 15% до 20% твердої речовини) при температурі навколишнього середовища. Він пом'якшує текстуру шоколаду і використовується до 30% від загального вмісту жиру, та інгібує жирове посивіння. Молочний жир схильний до окислення та впливає на терміни придатності [61].

Сухі речовини молока додають розпиленням сухого знежиреного молока або цільного сухого молока, що сприяє смаку, текстурі та властивостям течії рідини в залежності від термообробки та умов сушіння. Молочний жир вільно реагує з какао-маслом при змішуванні з сухим знежиреним молоком, але сильно зв'язується в цілісному сухому молоці. Знежирене сухе молоко пом'якшує масло какао. При цьому у деяких європейських країнах віддають перевагу саме додаванню сухого молока до складу шоколадно-горіхової маси [17].

1.6 Об'єкт і предмет, мета і завдання досліджень

Об'єктом досліджень є технологія шоколадно-горіхової пасти (ШОП).

Предмет досліджень: цукрозамінники (фруктоза, інулін, стевіозид), харчові волокна (полідекстроза), органолептичні та фізико-хімічні показники якості шоколадно-горіхової пасти, рецептури.

Мета досліджень – обґрунтування технології виробництва шоколадно-горіхової пасти спеціального призначення з цукрозамінниками.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити можливості виробництва ШОП з використанням цукрозамінників;
- встановити органолептичні, фізико-хімічні показники якості ШОП;
- встановити енергетичну цінність ШОП;

- розробити науково-обґрунтовані рецептури ШОП.

Висновки до розділу

На сьогоднішній день галузь з розроблення удосконалених рецептур шоколадних виробів є досить перспективною, оскільки ця група кондитерський виробів є досить популярною та легко піддається модифікації рецептури.

Існує проблема нестачі продуктів харчування, призначених для хворих на цукровий діабет. Згідно зі статистичними даними в даний час хворих на цукровий діабет у світі налічується понад 200 млн. осіб, причому кожні 10-15 років це число практично подвоюється[13].

Тому розробка рецептури кондитерських виробів з використанням натуральних цукрозамінників, максимально наближених до вимог збалансованого харчування зі збереженням традиційних органолептичних властивостей із низькими глікемічним індексом та калорійністю, є актуальною як для розвитку харчової галузі, так і для підвищення конкурентоздатності сучасного бізнесу.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика використаної сировини

Для проведення досліджень було застосовано наступну сировину: цукор білий кристалічний (ТОВ «Олександрійський цукровий завод», Україна); ядра горіха фундука смажені терті (паста) (Туреччина); какао-порошок с низьким вмістом жиру 10-12% (Cargill, США); молоко сухе цільне та знежирене (ТОВ «Лосінівський маслосирзавод», Україна); жир рослинний (АКК, Швеція); полідекстроза (Fibersse, Китай); фруктоза (ADM Besin ve Tarim A.S., Туреччина); екстракт стевії TRUVIA (Cargill, США); інулін (Beneo Orafiti, Бельгія); лецитин (ТОВ «Грін –Агро», Україна); розріджувач (ТОВ «Грін –Агро», Україна); ванілін (Eternal, Китай).

Основою для виробництва шоколадно-горіхових паст традиційно є цукор, котрий має свою енергетичну цінність.

У дослідженні використовували цукрозамінники: стевіозид, інулін, фруктозу.

Для виготовлення еталонного зразку використовували цукор, виготовлений згідно ДСТУ 4623:2006/ГОСТ 31361. Фізико-хімічні показники цукру, харчова та енергетична цінність наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні показники цукру

Формула сахарози	$C_{12}H_{22}O_{11}$
Органолептичні властивості	являє собою безбарвні кристали солодкого смаку, добре розчинні у воді.
Температура плавлення	186°C (після застигання утворюється прозора аморфна маса – карамель).
Глікемічний індекс (ГІ)	68
Енергетична цінність	398 ккал

Контрольний зразок було приготовано за рецептурою, поданою у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Рецептура контрольного зразка шоколадно-горіхової пасти

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг		в натурі, %
		на 1 т, кг		
		в натурі	в сухих речовинах	
Цукор	98,5	495,20	487,77	49,2%
Жир рослинний	100	184,00	184,00	18,3%
Ядро горіха фундука смажений тертий	97,5	165,00	160,88	16,4%
Какао-порошок зі зниженим вмістом жиру	95	78,30	74,39	7,8%
Сухе незбиране молоко	96	50,00	48,00	5,0%
Сухе знежирене молоко	96	28,00	26,88	2,8%
Лецитин	100	5,30	5,30	0,5%
Ванілін	0	0,40	0,00	0,0%
Всього:	-	1006,20	987,21	100,0%
Вихід:		1000,00	981,13	

Органолептичні показники представлені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Органолептичні показники шоколадно-горіхової пасти контрольного зразка

Найменування показника	Характеристика
Запах	Виражений запах какао
Колір	Коричневий, ідентичний кольору какао
Смак	Солодкий, відчувається смак какао
Післясмак	Тривалий смак солодкого
Текстура	М'яка, масляниста, легко розмазується по поверхні
Стан поверхні	Гладка, сатинова

2.2 Методи досліджень

У роботі були застосовані методи, що дозволяють охарактеризувати хімічний склад, технологічні та реологічні властивості досліджуваних об'єктів, а також їх органолептичні показники.

Дослідження проводились у лабораторії ТОВ «АВК КОНФЕКШНЕРІ», м. Дніпро.

Для проведення експерименту та розробки шоколадно-горіхової пасти були використані наступні цукрозамінники: стевіозид, інουλін, фруктоза.

У таблицях 2.4, 2.5, 2.6 наведені фізики-хімічні показники цукрозамінників (стевіозид, інουλін, фруктоза).

Таблиця 2.4 – Фізико-хімічні показники стевіозиду

Склад	Стевіозид складається з стевіолу, до якого приєднані глюкоза та один глюкозо-глюкозний дисахаридний залишок.
Формула	$C_{38}H_{60}O_{18}$
Органолептичні властивості	Являє собою білий кристалічний порошок, гігроскопічний порошок без запаху з сильним солодким смаком.
Прояв солодкості	Стевіозид незважаючи на його солодкість дає виразний присмак гіркоти
Ступінь солодкості	300
Стороній присмак	У поєднанні з іншими підсолоджувачами виявляє післясмак солодкий, але посилюються солодкий і гострий смак і аромат.
Глікемічний індекс (ГІ)	-
Калорійність, ккал/г	0
Фізико-хімічні властивості	$T_{пл}$ – 196-198°C. розчиняється в холодній воді (1% масс./об.при 20°C); не розчиняється в гарячій воді

Таблиця 2.5 – Фізико-хімічні показники інуліну

Склад	Рослинний полісахарид, побудований із залишків D-фруктози (близько 96%), пов'язаних β -2,1 – зв'язками, та D-глюкози (близько 6%), причому до нерозгалуженого ланцюга входить 35-42 залишки фруктози.
Формула	$C_6H_{10}O_5$
Органолептичні властивості	Являє собою безбарвні двоякозаломлюючі кристали або білий аморфний порошок. Гігроскопічний.
Прояв солодкості	Має солодкий смак, без післясмаку
Глікемічний індекс (ГІ)	5
Ступінь солодкості	10
Калорійність	120 ккал

Таблиця 2.6 – Фізико-хімічні показники фруктози

Склад	Органічна речовина – вуглевод із групи моносахаридів, що міститься в солодких плодах, меду.
Формула	$C_6H_{12}O_6$
Органолептичні властивості	є білим кристалічним порошком, зі солодким смаком, без запаху.
Фізико-хімічні властивості	Дуже добре розчиняється у воді. Розчинність у воді становить 400 г на 100 г води (при 25 °С). Розчинність фруктози у воді вища, ніж в інших цукрів.
Глікемічний індекс	20
Ступінь солодкості	У 1,7 разів солодший від сахарози
Калорійність	396

2.2.1 Методи аналізу якості сировини

2.2.1.1 Визначення вмісту вологи та сухих речовин

Дані показники визначали прискореним методом за ДСТУ 4910:2008 [8]. Вміст вологи та сухих речовин визначали методом висушування за допомогою сушильної шафи СЕШ-3М при температурі 130°C протягом 50 хв.

Масову частку вологи (X), у відсотках, визначимо за наступною формулою:

$$X = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} \cdot 100 \quad (2.1)$$

де m_0 – маса бюкси, г;

m_1 – маса бюкси з наважкою до висушивання, г;

m_2 – маса бюкси з наважкою після висушення, г.

2.2.1.2 Визначення масової частки жиру рефрактометричним методом

Показник масової частки жиру визначали рефрактометричним методом ДСТУ 5060:2008 [9].

За вказаною формулою було визначено масову частку жиру (ω), у відсотках:

$$\omega = \frac{V_p \cdot \rho_{\text{ж}}^{20}}{m \cdot 1000} \cdot \frac{n_{\text{р}}^{20} - n_{\text{рж}}^{20}}{n_{\text{рж}}^{20} - n_{\text{ж}}^{20}} \cdot 100 \quad (2.2)$$

де V_p – об'єм розчинника, який взяли для екстрагування жиру з наважки продукту, см³;

$\rho_{\text{ж}}^{20}$ – густина жиру за 20°C, кг/м³ (визначають за таблицею або за чинною нормативною документацією на жири, що входять до складу рецептури виробу), або суміш жирів, що входять до складу рецептури;

$n_{\text{р}}^{20}$ – показник заломлення розчинника за 20°C;

$n_{рж}^{20}$ – показник заломлення розчину жиру в моноклор- або монобромнафталіні за 20°C;

$n_{ж}^{20}$ – показник заломлення жиру за 20°C або суміші жирів, що входить до складу рецептури;

m – маса наважки виробу, г;

1000 – коефіцієнт для перерахунку кг/м³ у г/см³;

100 – коефіцієнт для перерахунку результату у відсотку.

2.2.1.3 Визначення пластичної міцності на структурометрі

Принцип роботи структурометра заснований на вимірюванні впливу нерухомого інструменту на зразок, що переміщується по столику за вказаним законом.

Визначення пластичної міцності проводять у наступний спосіб. Встановивши зразок на столик, за допомогою функціональної кнопки піднімають столик вгору так, щоб зразок був посунутий впритул, до конуса. Задають режим б та параметри: швидкість переміщення столика вгору $U = 65$ мм/хв; глибину занурення інструменту $H = 7$ мм; тривалість занурення конуса $T = 10$ с. Після натискання кнопки «Старт» столик рухається із заданою швидкістю. Звіт переміщення починається з руху. Після того, як переміщення досягне заданого значення H , столик зупиниться. Подається короткий звуковий сигнал. Починається відлік паузи. Через час стіл починає рухатися вниз з максимальною швидкістю у вихідне положення. На індикатор виводиться значення максимального зусилля під час руху столика вгору та значення максимального зусилля під час руху столика вниз.

2.2.2 Методи аналізу якості шоколадно-горіхової пасти із застосуванням цукрозамінників

2.2.2.1 Визначення вмісту вологи та сухих речовин

Вміст вологи та сухих речовин було визначено прискореним методом ДСТУ 4910:2008. Методика визначення аналогічна п. 2.2.1.1

2.2.2.2 Визначення масової частки жиру рефрактометричним методом

Масову частку жиру було визначено прискореним методом ДСТУ 5060:2008. Методика визначення аналогічна п. 2.2.1.2

2.2.2.3 Вивчення в'язкості шоколадно-горіхової пасти за коефіцієнтом розтікання

Розтікання є комплексним показником, який характеризує в'язкість пралінової начинки. Пралінову начинку підігріли до температури 40°C за допомогою мікрохвильової печі. Потім вилили на дерев'яну поверхню. Заміряли перпендикулярні діаметри та масу. Коефіцієнт розтікання було розраховано за формулою:

$$K = \frac{S}{G}, \quad (2.3)$$

де S – площа тіста, см²;

G – навішування, г.

2.2.2.4 Визначення граничної напруги зсуву шоколадно-горіхової пасти

Методика ґрунтується на визначенні зусилля навантаження конуса з кутом при вершині 45° при його впровадженні в пасту на глибину 7 мм зі швидкістю впровадження 0,12 мм/с та подальшим розрахунком граничної напруги зсуву.

Підготовка проби.

1. Беруть масу в кількості не менше 200 гр і розплавляють її в скляній склянці на водяній бані при температурі 50°C і потім витримують при цій температурі протягом 5 хвилин.
2. Потім склянку з масою поміщають у водяну баню з температурою 30°C. Перемішуючи жир, охолоджують її до температури 35°C і заливають у 3 металеві бюкси з внутрішнім діаметром 35 мм і глибиною 15 мм, які злегка постукують об стіл для того, щоб вийшли всі бульбашки повітря.
3. Бюкси зі зразками поміщають на водяну баню з температурою 22 – 24°C і витримують протягом 60 хвилин. Рівень води у водяній бані при цьому повинен бути на 1 – 2 мм нижче краю бюксів. Потім бюкси з масою виймають та залишають на повітрі при температурі близько 220°C.

Визначення граничної напруги зсуву.

Підготовлені проби по черзі встановлюють на столик структурометра С-1 під конічним тілом penetрації та натискають кнопку «Старт», попередньо встановивши режим роботи приладу 4.

Режим роботи приладу:

F_k – зусилля торкання в,г – 10

V_k – швидкість застосування, мм/с – 0,12

H_b – глибина застосування, мм – 7.

Результати вимірювань:

За остаточний результат приймають середнє арифметичне значення трьох результатів. Розбіжність між паралельними визначеннями не має перевищувати 150 г/см².

2.3 Розрахунок харчової та енергетичної цінності

«Розрахунок харчової та енергетичної цінності 100г кожного виду кондитерських виробів включає наступні операції:

- на основі діючої уніфікованої рецептури на виріб визначаються рецептурні витрати сировини на 100г готового виробу.
- визначення рецептурного складу: вміст білків, жирів, вуглеводів, вміст кожного виду сировини, що входить в рецептуру.
- визначення енергетичної цінності кожного виду сировини, що входить в рецептуру.

Вміст білків, жирів і вуглеводів в процентному вираженні, а також енергетична цінність, що виражається в ккал на 100г продукту.

Енергетичну цінність кондитерського виробу визначають як суму величин енергетичних цінностей хімічних компонентів складових кондитерського виробу (білків, жирів, вуглеводів, поліолів, харчових волокон, органічних кислот, спирту, ацилтри-гліцеридів, (салатримів) та еритритола):

Показники харчової цінності наводяться в розрахунку на 100г їстівної частини харчових продуктів, при цьому вміст білків, жирів, вуглеводів наводять в грамах, енергетичну цінність в кілокалоріях (1 ккал = 4,184 кДж).

Вміст білків, жирів, вуглеводів та енергетична цінність в рецептурній кількості визначається для кожного виду сировини за формулою:

$$EЦ_{100} = \sum_j K_j \cdot XЦ_{j100} , \quad (2.4)$$

де $EЦ_{100}$ – енергетична цінність 100г кондитерського виробу, ккал/100 г;

K_j – коефіцієнт енергетичної цінності для j-го хімічного компоненту кондитерського виробу, ккал/г;

$XЦ_{j100}$ – вміст j-го хімічного компоненту в 100г кондитерського виробу, г/100г»[22].

У таблиці 2.7 наведено розрахунок харчової та енергетичної цінності у 100г контрольного зразка шоколадно-горіхової пасти.

Таблиця 2.7 – Розрахунок енергетичної цінності контрольного зразка шоколадно-горіхової пасти

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		на 100 г готової продукції		ЕЦ	
		в натурі	в сухих речовинах	Ккал/г	В рец.кільк. ккал
Цукор	98,5	49,5	48,7	3,96	196,1
Жир рослинний	100	18,4	18,4	8,99	165,4
Ядро горіха фундука смажений тертий	97,5	16,5	16,08	6,23	102,8
Какао-порошок зі зниженим вмістом жиру	95	7,8	7,4	3,17	24,82
Сухе незбиране молоко	96	5	4,8	4,8	24,0
Сухе знежирене молоко	96	2,8	2,6	3,5	9,8
Лецитин	100	0,53	0,53	8,5	4,51
Ванілін	-	0,04	-	-	-
Всього:	-	100,6	98,7	-	527,7
Вихід:	-	100,0	98,1	-	522,4

2.4 Процес виготовлення шоколадно-горіхової пасти

Для отримання шоколадно-горіхової пасти на виробництві був застосований мікромлин виробника Caotech B.V. (Нідерланди). На рисунку 2.1 наведено процес виготовлення шоколадно-горіхової пасти.

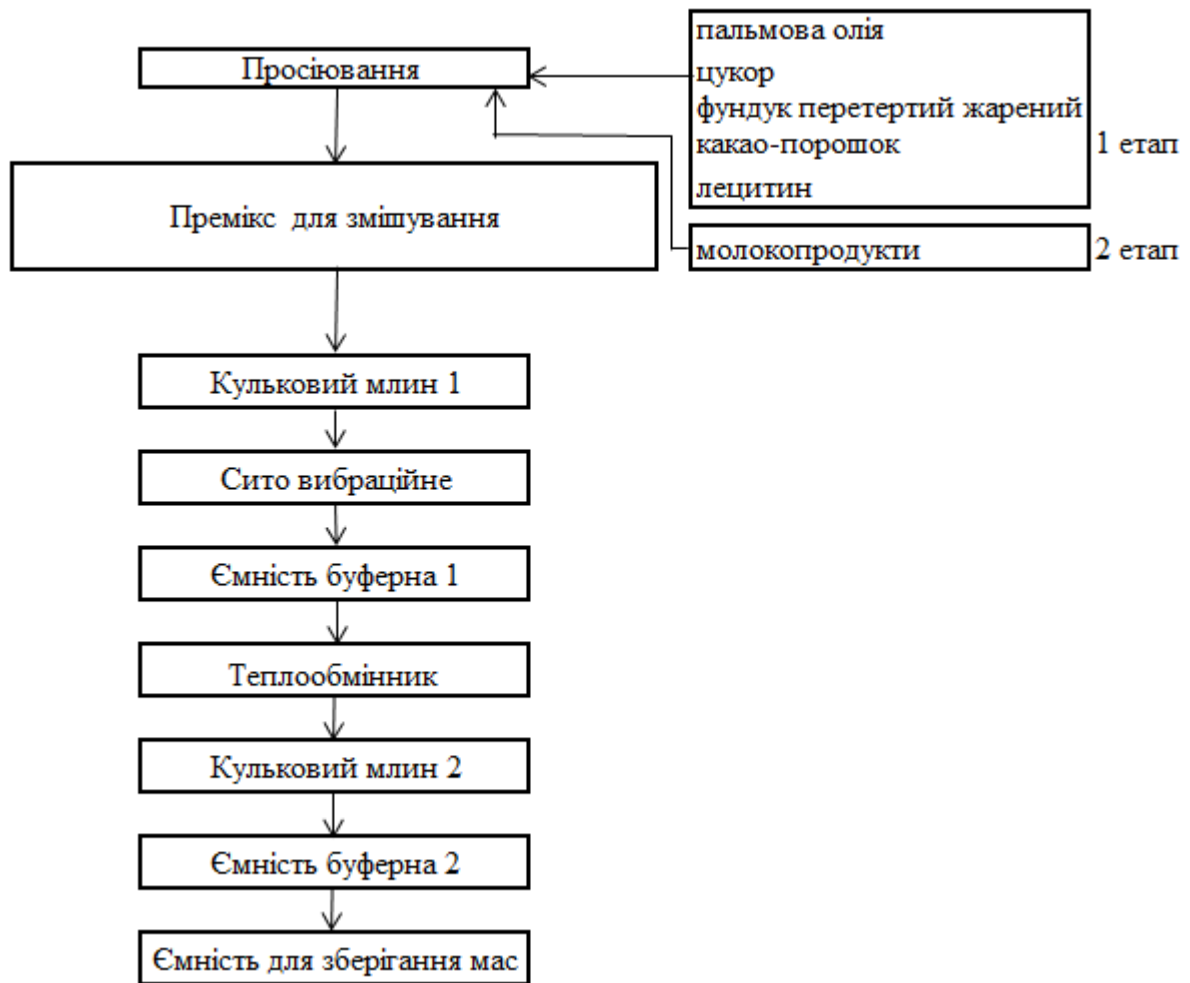


Рисунок 2.1 – Процес виготовлення шоколадно-горіхової пасти

Для приготування шоколадно-горіхової пасти використовують цукор, молокопродукти, какао-порошок, які попередньо просіюються через сито з розміром осередків 33–36 мкм. В окремій ємності підігрівається пальмова олія при температурі 45–50°C для надання рідкої консистенції. Паста фундука підігрівається до 40°C. Соевий лецитин підігрівається до 45°C для зниження в'язкості.

Спочатку завантажують рослинний жир і пасту фундука в премікс для змішування, зі шнека автоматично подаються сухі компоненти (молокопродукти, какао, цукор). Оскільки молокопродукти мають процес детанурації у разі підвищення температур, саме тому їх вводять у останню фазу. Відбувається процес змішування компонентів.

За допомогою насосів маса перекачується з преміксу в кульовий млин №1, де відбувається грубе подрібнення шоколадно-горіхової маси (сталеві кульки 9мм). Саме на кульовому млині №1 найчастіше відбувається перегрівання маси, тому щоб не допустити перегріву, ведеться контроль температурних параметрів, а ступінь подрібнення регулюється швидкістю обертання та подачею насоса (температура – 45°C).

Наступним етапом є викачування маси з кульового млина №1 в кульовий млин №2 через вібраційне сито.

Вібраційне сито усуває залишки волокон, шкаралупи та інших сторонніх тіл, забезпечуючи тим самим безпеку одержуваного продукту. Розмір одержуваних частинок – близько 16 мкм, тобто вони не відчуються при розжовуванні.

Більш тонке подрібнення відбувається в кульовому млині №2 (сталеві кулі 6мм) при температурі 50°C. Для досягнення розміру частинок 16 мкм, який є цільовим середнім розміром частинок, міняють тиск насоса млина. Дисперсність контролюють аналізатором розміру частинок з лазерною дифракцією (Horiba, США). Після цього маса завантажується в ємність для зберігання за температури 45–50°C. Повний цикл подрібнення від завантаження до вивантаження становить – 40 хв.

Сировина дозується автоматично, згідно з рецептурою, закладеною в пам'яті комп'ютера.

Шоколадно-горіхова маса виготовлена при температурі 45–50°C та при максимальній швидкості обертання валу кульового млина.

2.5 Математична обробка результатів досліджень

Математичну обробку результатів досліджень було проведено шляхом побудови рівняння регресії (поліном третього ступеня) за допомогою MS Excel.

Висновки до розділу

В вищевказаному розділі дипломної роботи були розглянуті методи та матеріали досліджень, проведена загальна характеристика використаної сировини, а також технологічні та реологічні властивості досліджуваних об'єктів.

3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Актуальність дослідження впливу різних цукрозамінників на шоколадно-горіхову пасту

Підсолоджувачі зазвичай використовуються для виробництва продуктів харчування та в раціоні тієї категорії людей, які повинні або хочуть контролювати споживання калорій, вуглеводів чи цукру; для надання допомоги у лікуванні діабету; для полегшення контролю чи зниження ваги [23]. На сьогоднішній день якість та сенсорні властивості продукту стають дуже важливими та актуальними для споживчого сприйняття.

Насамперед необхідним є дослідження цукрозамінників у складі тих харчових продуктів, в яких вони будуть використані, тому що їх потенціал солодкості може змінюватись в залежності від матриці дисперсії, де вони виявлені. Якщо цукроза в шоколадно-горіхових пастах або інших харчових продуктах повинна бути частково або повністю замінена цукрозамінниками, тому є необхідність провести експерименти на сенсорну оцінку та енергетичну цінність на реальних зразках продукту, та провести оцінку можливостей подальшого впровадження результатів експерименту у технологію виробництва.

Таким чином було проведено ряд досліджень щодо зміни рецептури шоколадно-горіхової пасту з додаванням замінників цукрози, а саме стевіозид, суміш стевіозиду та інуліну, та фруктози.

3.2 Дослідження впливу цукрозамінників на фізико-хімічні та органолептичні показники якості шоколадно-горіхових мас

3.2.1 Дослідження впливу стевіозиду на органолептичні та фізико-хімічні показники

Для того, щоб провести оцінку отриманої пасту, та досягти найкращих смакових показників, була проведена дегустація експериментальних зразків.

Групі дегустаторів, серед яких була і людина, яка страждає на цукровий діабет II типу, були надані зразки пасти з різним співвідношенням інгредієнтів та й стевіозиду . Під час проведення експерименту використовувався стевіозиод у різному співвідношенні – 0,03%, 0,04%, 0,05% (табл.3.1).

Таблиця 3.1 – Результати оцінювання зразків шоколадно-горіхової пасти з різним співвідношенням стевіозиду

Показники якості	ШОП зі стевіозидом – 0,03% (зразок А)	ШОП зі стевіозидом – 0,04% (зразок Б)	ШОП зі стевіозидом – 0,05% (зразок В)	Середній показник
Запах	5	5	5	5
Колір	5	5	5	5
Смак	2,8	4	2,3	3,03
Післясмак	3,5	4,7	3	3,75
Текстура	4,3	4,3	4,3	4,3
Стан поверхні	4,6	4,6	4,6	4,6
Загальна оцінка	25,2	27,6	24,2	

Результати дегустації із застосуванням стевіозиду 0,03% і 0,05% показали не найкращі оцінки. Так у зразку із вмістом 0,03% - погано проявлялася солодкість продукту, а в іншому зразку із вмістом 0,05% - був неприємний післясмак, після чого хотілося випити воду.

На рис. 3.1 наведені профілограми показників якості готових паст за шістьма основними показниками.

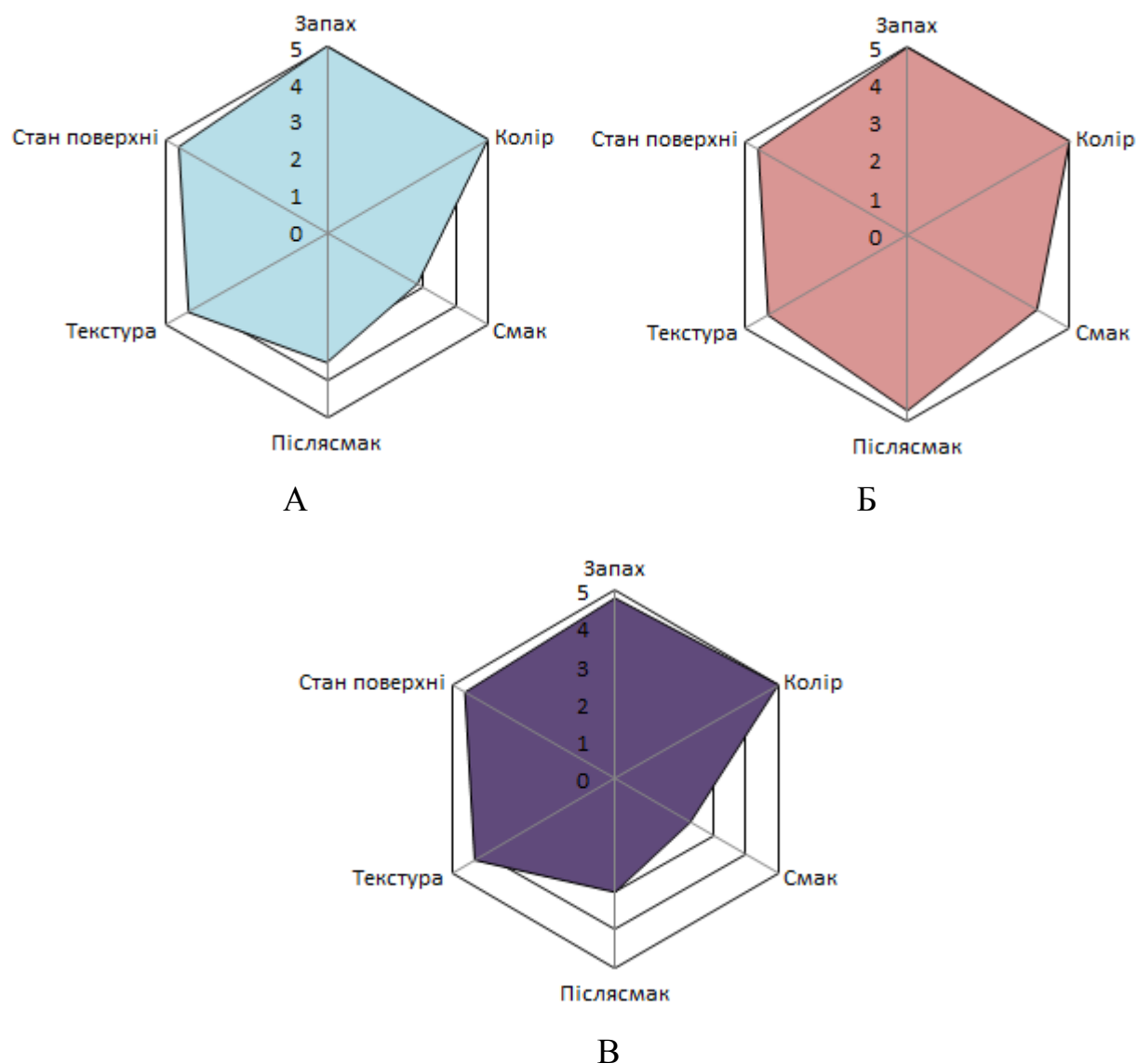


Рисунок 3.1 – Профілограми показників органолептичної оцінки шоколадно-горіхової пасти с додаванням стевіозиду:

А – з додаванням стевіозиду – 0,03%; Б – з додаванням стевіозиду – 0,04%;

В – з додаванням стевіозиду – 0,05%

За підсумками проведеної дегустації, найбільшу перевагу віддали зразку «Б» із вмістом стевіозиду – 0,04%, тому що він за органолептичними показниками отримав більш високу оцінку. Тому що він найбільш близький до органолептичних показників контрольного зразку на цукрозі.

Таким чином, після дегустації було виведено загальну органолептичну оцінку (табл.3.2).

Для збереження масового виходу продукту після видалення цукру, у вихідну сировинну суміш вводили 33,3% полідекстрази.

Таблиця 3.2 – Органолептична оцінка шоколадно-горіхової пасти зі стевіозидом – 0,04%.

Найменування показника	Характеристика	ДСТУ 4135:2021
Запах	Виражений запах какао	Відповідає
Колір	Коричневий, ідентичний кольору какао	Відповідає
Смак	Солодкий, терпкий, відчувається смак какао	Відповідає
Післясмак	Тривалий смак солодкого	Відповідає
Текстура	М'яка, масляниста, легко розмазується по поверхні	Відповідає
Стан поверхні	Гладка, сатинова	Відповідає
Масова частка вологи,%	2,2	Не більш ніж 4%
Масова частка жиру,%	37,7	Не менше ніж 21%

Результати експерименту дозволили зробити висновок, що введення стевіозиду не впливає на фізико-хімічні та органолептичні показники якості пралінових мас. Ці показники відповідають ДСТУ 4135:2021[7].

3.2.2 Дослідження впливу суміші стевіозиду та інуліну на органолептичні та фізико-хімічні показники шоколадно-горіхової пасти

Розробка високоякісної низькокалорійної пасти вимагає використання найбільш відповідних інгредієнтів, які можуть замінити цукор, надати йому пребіотичних властивостей без негативного впливу на ряд властивостей готового продукту. З цією метою в якості пребіотиків та цукрозамінника було обрано інулін у комплексі зі стевіозидом та полідекстразою.

Аналіз вітчизняних та зарубіжних джерел підтвердив актуальність досліджень зі створення продуктів зі зниженою цукроємністю з використанням рецептурних компонентів, що дозволяють забезпечити йому пребіотичні властивості.

Грунтуючись на даних дослідження із застосуванням стевіозиду 0,04%, був проведений експеримент з додаванням інуліну в дозуванні 0,2% і 0,3%. Так, при використанні інуліну 0,2% групою дегустаторів не були відзначені високими оцінками, тому що паста була за органолептичними показниками була ідентична з пастою тільки на стевіозиді 0,04% без застосування інуліну. Однак, при дозуванні інуліну - 0,04% було зазначено, що більшість учасників групи після вживання продукту мали розлад шлунково-кишечного тракту. Тому для подальшого дослідження було обрано зразок з використанням суміші інуліну 0,3% та стевіозиду 0,04% (табл.3.3). На рис. 3.2 наведені профілограми показників якості готових мас зі стевіозидом та інуліном за шістьма основними показниками.

Таблиця 3.3 – Результати оцінювання зразків шоколадно-горіхової пасти (ШОП) з різними співвідношеннями стевіозиду та інуліну

Показники якості	ШОП зі стевіозидом та інуліном – 0,2% (Зразок А)	ШОП зі стевіозидом та інуліном – 0,3% (Зразок Б)	ШОП зі стевіозидом та інуліном – 0,4% (Зразок В)	Середній показник
Запах	5	5	5	5
Колір	5	5	5	5
Смак	3,3	4	4,3	3,8
Післясмак	3,5	4	4,5	4
Текстура	4,5	4,3	3	3,9
Стан поверхні	4,8	4,5	3	4,1
Загальна оцінка	26,1	26,8	24,8	

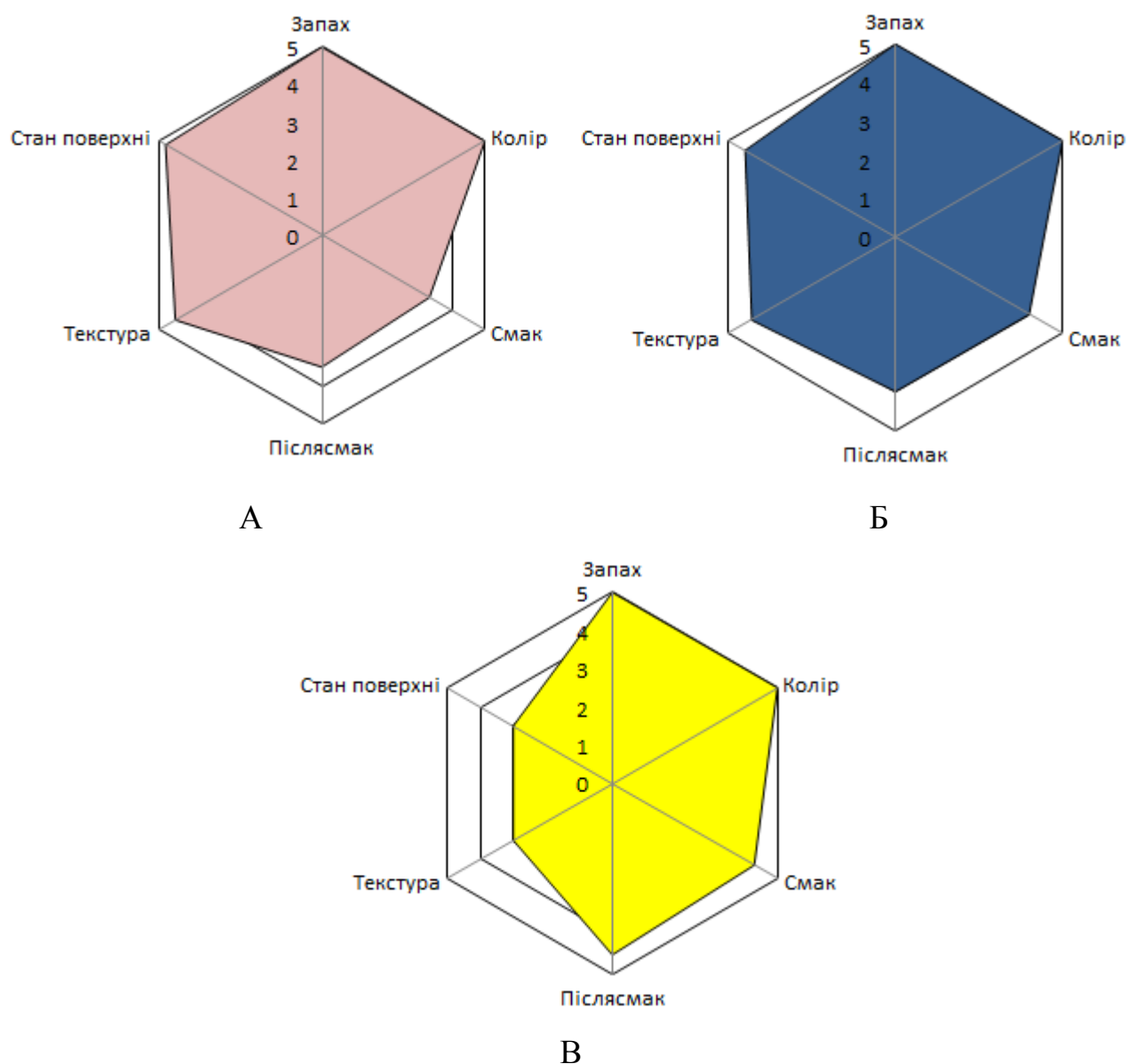


Рисунок 3.2 – Профілограми показників органолептичної оцінки шоколадно-горіхової пасти с додаванням стевіозиду та інуліну:

А – з додаванням стевіозиду та інуліном – 0,2%; Б – з додаванням стевіозидом та інуліном – 0,3%; В – з додаванням стевіозидом та інуліном – 0,4%

Таблиця 3.4 – Органолептична оцінка шоколадно-горіхової пасти зі стевіозидом – 0,04% та інуліном – 0,3%.

Найменування показника	Характеристика	ДСТУ 4135:2021
Запах	Виражений запах ванілі та какао	Відповідає
Колір	Коричневий, ідентичний кольору какао	Відповідає

Продовж.табл.3.4

Смак	Солодкий, відчувається смак какао	Відповідає
Післясмак	Менш тривалий смак солодкого, при цьому довго залишається у роті	Відповідає
Текстура	Щільна, важко наноситься на поверхню	Не відповідає
Стан поверхні	Гладка, матова	Відповідає
Масова частка вологи,%	3,3 %	Не більш ніж 4%
Масова частка жиру,%	37,7	Не менше ніж 21%

За результатами експерименту були зроблені висновки, що з застосуванням інуліну змінюються реологічні властивості пасти, що впливає на подальшу низьку органолептичну оцінку зразку. А саме щільна текстура, що важко наноситься на поверхню, та на тривалий час залишається у роті, що є значним відхиленням від контрольного зразку.

3.2.3 Дослідження впливу фруктози на органолептичні та фізико-хімічні показники шоколадно-горіхової пасти

Сенсорною групою була проведена дегустація та видана органолептична оцінка шоколадно-горіхової пасти на фруктозі (табл.3.5).

Таблиця 3.5 – Органолептична оцінка шоколадно-горіхової пасти зі фруктозою – 28,5%

Найменування показника	Характеристика	ДСТУ 4135:2021
Запах	Виражений запах ванілі та какао	Відповідає
Колір	Коричневий	Відповідає
Смак	Дуже солодкий з ефектом прохолоди, відчувається смак какао	Не відповідає
Післясмак	Тривалий смак солодкого	Відповідає
Текстура	М'яка, масляниста, легко наноситься	Відповідає

Продовж.табл.3.5

Стан поверхні	Гладка, сатинова	Відповідає
Масова частка вологи,%	3,2 %	Не більш ніж 4%
Масова частка жиру,%	38,9	Не менше ніж 21%

Результати експерименту дозволили зробити висновок, що введення суміші фруктози не впливає на фізико-хімічні показники, проте має вплив на органолептичні показники пралінових мас.

3.3 Визначення оптимальних дозувань цукрозамінників

3.3.1 Дослідження впливу цукрозамінників на пластичну міцність шоколадно-горіхових мас

В ході експерименту було вивчено хід змін пластичної міцності (як непрямий показник в'язкості) шоколадно-горіхової маси при заміні цукру на стевіозид – 0,04%, суміш (стевіозид – 0,04% та інулін 0,3%) та фруктози – 28,5%. . Методика визначення описана у п. 2.2.1.3. В якості контролю використовували шоколадно-горіхову пасту, приготовлену за рецептурою (таблиця 2.2). На приладі «Структурометр СТ-1М» визначали пластичну міцність, що характеризується зусиллям, яке необхідне приладу для проникнення тіла пенетрації (конуса) на глибину 5 мм.

Експериментальні дані залежності цукрозамінників на пластичну міцність шоколадно-горіхових мас представлені в таблиці 3.6 і на рисунку 3.3.

Таблиця 3.6 – Вплив цукрозамінників на пластичну міцність шоколадно-горіхових мас

Зразок	Показники приладу	Пластична міцність, Па
Через 5 хвилин		

Продовж.табл.3.6

Контроль	-	-
0,04 % стевіозиду	-	-
Суміш 0,04 % стевіозид та 0,3% - інуліну	-	-
28,5% - фруктози	-	-
Через 10 хвилин		
Контроль	25,6	6737,9
0,04 % стевіозиду	31,3	8238,2
Суміш 0,04 % стевіозиду та 0,3% - інуліну	33,8	8879,4
28,5% - фруктози	32,4	8452,5
Через 15 хвилин		
Контроль	31,8	8439,21
0,04 % стевіозиду	35,2	10384,6
Суміш 0,04 % стевіозиду та 0,3% - інуліну	39,8	11357,1
28,5% - фруктози	37,4	11012,9
Через 20 хвилин		
Контроль	34,8	10169,4
0,04 % стевіозиду	39,5	12213,2
Суміш 0,04 % стевіозиду та 0,3% - інуліну	49,8	13908,6
28,5% - фруктози	42,7	12647,5

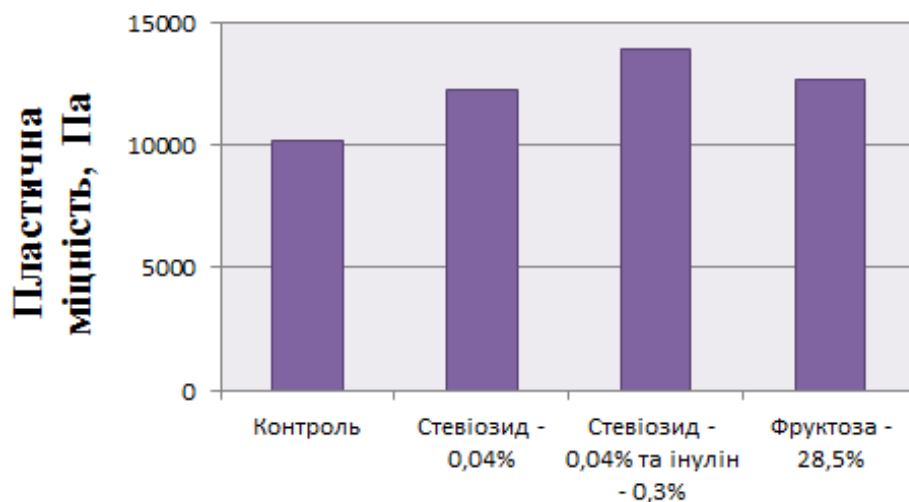


Рисунок 3.3 – Вплив цукрозамінників на пластичну міцність шоколадно-горіхових мас

З наведених експериментальних даних видно, що через 20 хвилин охолодження пластична міцність шоколадно-горіхових мас із заміною цукру на стевіозид – 0,04% та фруктозу – 28,5% збільшується, порівняно з контрольним зразком на 20% та 24,6%. Також у зразка із заміною на суміш стевіозиду – 0,04% та інуліну – 0,3% відзначається збільшення пластичної міцності порівняно з контролем на 36,7%. Отримані дані можна пояснити наступним, пралінові маси відносяться до дисперсних систем, в яких дисперсним середовищем є какао-масло або його замітники, а також дисперсним середовищем можуть бути мікрочастинки цукрового піску, сухого молока, какао-тертого і т.д. І як усі дисперсні системи, ця маса є термодинамічно нестійкою, у зв'язку з тим, що тверда фаза має різну природу.

За результатами проведених експериментів, можна зробити висновок, що при збільшенні кількості цукрозамінників та полідекстрази підвищується в'язкість і, як наслідок, пластична міцність.

3.3.2 Дослідження впливу цукрозамінників на граничну напругу зсуву шоколадно-горіхових мас

Шоколадно-горіхові (пралінові) маси є в'язкопластичні структуровані дисперсні системи, для яких в'язкість є важливою реологічною характеристикою. Непрямим показником в'язкості є гранична напруга зсуву. Тому після приготування пралінових мас із цукрозамінниками було визначено їх граничну напругу зсуву. Дослідження були проведені, як описано у пункті 2.2.2.4.

Результати експерименту наведені у таблиці 3.7 та рисунку 3.4.

Таблиця 3.7 – Вплив цукрозамінників на граничну напругу зсуву шоколадно-горіхових мас

Найменування зразку	Показники приладу	Гранична напруга зсуву, Па
Контроль	55	48,87
0,04 % стевіозиду	56	52,37

Продовж.табл.3.7

Суміш 0,04 % стевіозиду та 0,3% - інуліну	62	56,04
28,5% - фруктози	60	54,69

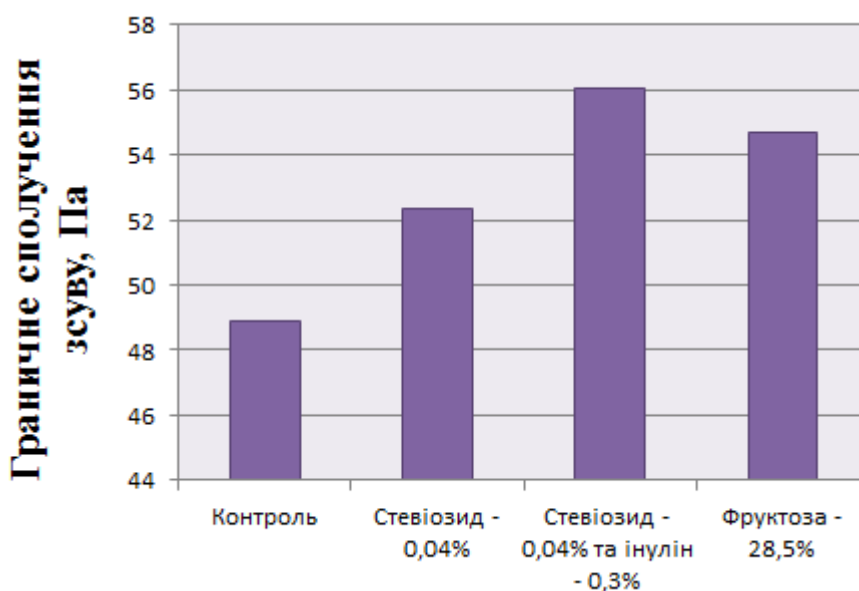


Рисунок 3.4 – Вплив цукроза́мінників на граничне сполучення зсуву шоколадно-горіхових мас

При введенні стевіозиду -0,04% і полідекстрази - 33,3% замість цукру гранична напру́га зсуву дорівнює 48,87 Па, що вище на 7% порівняно з контролем. Так при введенні стевіозиду - 0,04% та інуліну 0,3 % замість цукру гранична напру́га зсуву дорівнює 56,04 Па, що вище на 14,6 % порівняно з контролем. Отже при введенні стевіозиду -0,04% та інуліну - 0,3% замість цукру, в'язкість пралінової маси зростає, але збільшення не перевищує критичних показників граничної напру́ги зсуву 65 Па.

3.3.3 Дослідження впливу різних цукроза́мінників на коефіцієнт розтікання шоколадно-горіхових мас

Так як шоколадно-горіхові маси відливають методом вилівка при температурі 39- 43°C, то одним з основних показників якості є в'язкість, про яку

можна побічно судити за коефіцієнтом розтікання. Наступним етапом роботи було дослідження впливу заміни цукру на стевіозид, інулін та фруктозу, з метою з'ясування, як цукрозамінники вплинуть на в'язкість шоколадно-горіхових мас. Експеримент описаний у п.2.2.2.3.

Таблиця 3.8 – Вплив цукрозамінників на в'язкість шоколадно-горіхових мас

Зразок	В'язкість (За коефіцієнтом розтікання)
Контроль	1,45
0,04 % стевіозиду	1,49
Суміш 0,04 % стевіозиду та 0,3% - інуліну	1,63
28,5% - фруктози	1,52

Як видно з наведених експериментальних даних у табл.3.8 та рис.3.5, при заміні цукру на цукрозамінники спостерігається збільшення в'язкості порівняно з контролем.

Отримані результати показали, що коефіцієнт розтікання у зразка з використанням стевіозиду – 0,04% та інуліну 0,3% становить 1,63, що значно вище, ніж у контролю 1,45. Це показує, що суміш стевіозиду та інуліну збільшує в'язкість пралінових мас сильніше, ніж стевіозид -0,04% та фруктоза – 28,5%.

За результатами проведених досліджень можна сказати, що зі збільшенням вмісту цукрозамінників спостерігалось значне підвищення вмісту води.

Таким чином, встановлено, що висока в'язкість, за рахунок збільшення води, надає пасті зберігаючий щільний пастоподібний стан, який має складнощі в нанесенні на поверхню крекера, та довге відчуття пасти в роті. Отже це пов'язано зі складом, дисперсністю частинок і технологією обробки.

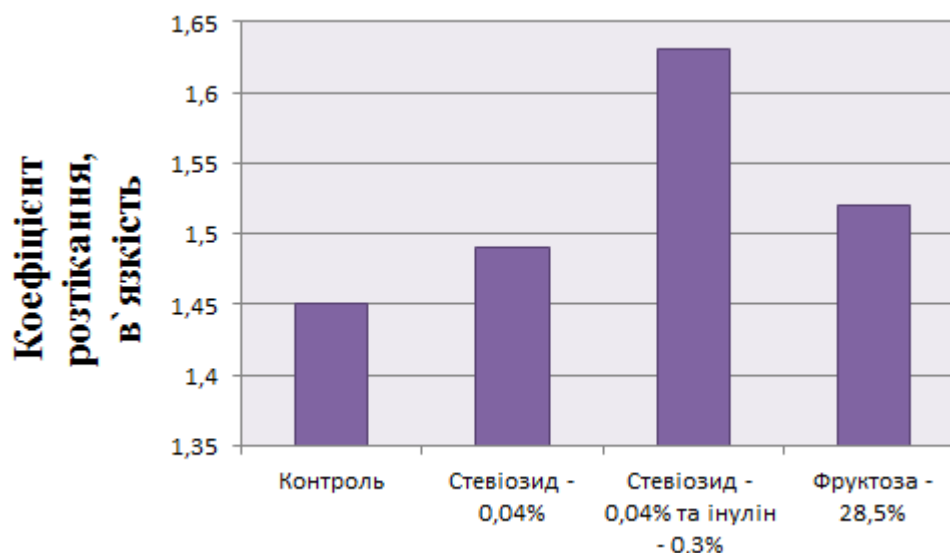


Рисунок 3.5 – Вплив різних цукрозамінників на коефіцієнт розтікання

3.4 Розробка рецептур та технологій виробництва шоколадно-горіхових паст

На підставі науково-обґрунтованих даних розраховувалися рецептури шоколадно-горіхових паст з додаванням стевіозиду – 0,04%, суміші стевіозиду – 0,04% та інуліну – 0,3% та фруктози – 28,5%. Рецептури представлені у таблицях 3.9, 3.10 [12].

Таблиця 3.9 – Рецептúra шоколадно-горіхової пасти зі стевіозидом – 0,04%

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг		в натурі, %
		на 1 т, кг		
		в натурі	в сухих речовинах	
Полідекстроза	95	340,00	323,00	33,3%
Жир рослинний	100	234,20	234,20	23,0%
Ядро горіха фундука смажений тертий	97,5	165,00	160,88	16,2%
Какао-порошок зі зниженим вмістом жиру	95	100,00	95,00	9,8%

Продовж.табл.3.9

Сухе незбиране молоко	96	95,00	91,20	9,3%
Сухе знежирене молоко	96	80,00	76,80	7,8%
Лецитин	100	5,30	5,30	0,5%
Стевіозид	95	0,45	0,43	0,04%
Ванілін	0	0,40	0,00	0,04%
Всього:	-	1020,35	986,80	100,00%
Вихід:		1000,00	967,12	

На рис. 3.6 наведені фото готових виробів, згідно рецептури.



Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд шоколадно-горіхової пасту зі стевіозидом – 0,04%

Таблиця 3.10 – Рецептура шоколадно-горіхової пасту з інуліном та стевіозидом

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг		в натурі, %
		на 1 т, кг		
		в натурі	в сухих речовинах	
Полідекстроза	95	350,00	332,50	34,5%

Продовж.табл.3.10

Жир рослинний	100	234,20	234,20	23,1%
Ядро горіха фундука смажений тертий	97,5	165,00	160,88	16,3%
Какао-порошок зі зниженим вмістом жиру	95	100,00	76,80	9,8%
Сухе знежирене молоко	96	80,00	72,00	7,9%
Сухе незбиране молоко	96	75,00	95,00	7,4%
Лецитин	100	5,30	5,30	0,5%
Інулін	95	3,00	2,85	0,3%
Розріджувач	100	2,00	2,00	0,2%
Стевіозид	95	0,45	0,43	0,04%
Ванілін	0	0,40	0,00	0,04%
Всього:	-	1015,35	981,95	100,00%
Вихід:		1000,00	967,11	

На рис. 3.7 наведені фото готових виробів, згідно рецептури.



Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд ШОП зі стевіозидом – 0,04%
та інуліном – 0,3%

Фруктоза також має низку унікальних властивостей. При її надходженні в організм не відбувається різкого стрибка рівня цукру в крові, оскільки вона не вивільняє в кишківнику гормони, що стимулюють вироблення інсуліну. Незважаючи на це, вона має більш солодкий смак, ніж цукроза, що дозволяє знизити її кількість в рецептурі, а відповідно і зменшити калорійність страви або виробу. Також фруктоза, засвоюючись лише клітинами печінки, може заповнювати запаси глікогену, тим самим сприяючи швидшому відновленню після тривалих фізичних навантажень. У цьому випадку продукти на основі фруктози рекомендуються спортсменам та людям, які ведуть досить активний спосіб життя.

При оптимізації рецептури шоколадно-горіхової пасти кількість цукру було замінено еквівалентною за солодкістю кількістю цукрозамінника. Обчислення було проведено за формулою:

$$P = \frac{C}{K_n}, \quad (3.1)$$

де P – кількість цукрозамінника, кг;

C – кількість цукру, що замінюється, кг;

K_c - ступінь солодкості фруктози, щодо сахарози ($K_n = 1,7$).

Отримана рецептура з використанням фруктози наведена у табл.3.11.

Таблиця 3.11 – Рецептура шоколадно-горіхової пасти зі фруктозою

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг		в натурі, %
		на 1 т, кг		
		в натурі	в сухих речовинах	
Фруктоза	95	291,00	276,45	28,5%
Жир рослинний	100	257,30	257,30	25,2%
Ядро горіха фундука смажений тертий	97,5	165,00	160,88	16,2%

Продовж.табл.3.11

Полідектроза	95	120,00	114,00	11,8%
Какао-порошок зі зниженим вмістом жиру	95	78,30	74,39	7,7%
Сухе незбиране молоко	96	75,00	72,00	7,4%
Сухе знежирене молоко	96	28,00	26,88	2,7%
Лецитин	100	3,00	3,00	0,3%
Розріджувач	100	2,00	2,00	0,2%
Ванілін	0	0,40	0,00	0,04%
Всього:	-	1020,00	986,89	100,0%
Вихід:		1000,00	967,54	

На рис. 3.8 наведено фото готових виробів, згідно рецептури.



Рис. 3.8 – Зовнішній вигляд ШОП з фруктозою – 28,5%

3.5 Опис технологічного процесу виробництва шоколадно-горіхової пасти з додаванням стевіозид

1. Підготовка сировини

Кожну партію сировини, що надходить в переробку, піддають контрольному просіюванню і пропускають через магнітні загородження і зберігають до змішування в тарі, що щільно закривається.

Полідекстрозу і стевіозид просівають через сито з розміром осередків не більше 33 – 36 мкм. Какао-порошок, молоко сухе цільне та знежирене просіюють через сито з розміром осередків не більше 33 – 36 мкм. Лецитин підігривають до температури 45°C. Паста фундука підігривають до 40°C. Пальмову олію розтоплюють у плавильній машині (температура не вище 50°C), потім проціджують через сито з розміром осередків не більше 2 мм. Ароматизатори проціджують через сито з розміром осередків трохи більше 0,5 мм або марлю.

2. Приготування пасти

Спочатку завантажують рослинний жир і пасту фундука в премікс для змішування, зі шнека автоматично подаються сухі компоненти (молокопродукти, какао, полідекстроза, стевіозид). Температура вимішування – 45°C.

Оскільки молокопродукти мають процес детанурації у разі підвищення температур, саме тому їх вводять у останню фазу. Відбувається процес змішування компонентів.

За допомогою насосів маса скачується з преміксу в кульовий млин №1, де відбувається грубе подрібнення шоколадно-горіхової маси (сталеві кульки 9мм). Саме на кульовому млині №1 найчастіше відбувається перегрівання маси, тому щоб не допустити перегрів, ведеться контроль температурних параметрів, а ступінь подрібнення регулюється валом та подачею насоса (температура – 45°C). Наступним етапом є викачування маси з кульового млина №1 в кульовий млин №2 через вібраційне сито.

Вібраційне сито усуває залишки волокон, шкаралупи та інших сторонніх тіл, забезпечуючи тим самим безпеку одержуваного продукту. Обсяг одержуваних частинок – близько 16 мкм, тобто не відчувається при розжовуванні.

Більш тонке подрібнення відбувається в кульовому млині №2 (сталеві кулі 6мм) при температурі 50°C. Для досягнення розміру частинок 16 мкм, який є цільовим середнім розміром частинок, розмір/тиск насоса млина регулюється до

необхідної дисперсності, яку контролюють з використанням аналізатора розміру частинок з лазерною дифракцією (Hogiba, США).

Після цього маса завантажується в ємність для зберігання температурою 45°C – 50°C. Повний цикл подрібнення від завантаження до вивантаження становить – 40 хв.

Шоколадно-горіхова маса виготовлена при температурі 45°C – 50°C та при максимальній швидкості обертання валу кульового млина, й при цьому має відмінні сенсорні характеристики (гладку та блискучу поверхню, однорідної та постійної структури, м'яку консистенцію при плавленні у роті).

3.6 Опис технологічного процесу виробництва шоколадно-горіхової пасти з додаванням стевіозиду та інуліну

1. Підготовка сировини

Кожну партію сировини, що надходить в переробку, піддають контрольному просіюванню і пропускають через магнітні загородження і зберігають до змішування в тарі, що щільно закривається.

Полідекстрозу, стевіозид та інулін просіюють через сито з розміром осередків не більше 33 - 36 мкм. Какао-порошок, молоко сухе цільне та знежирене просіюють через сито з розміром осередків не більше 33 - 36 мкм. Лецитин, розріджувач підігрівають до температури 45°C. Паста фундука підігрівають до 40°C. Пальмову олію розтоплюють у плавильній машині (температура не вище 50°C), потім проціджують через сито з розміром осередків не більше 2 мм. Ароматизатори проціджують через сито з розміром осередків трохи більше 0,5 мм або марлю.

2. Приготування пасти

Спочатку завантажують рослинний жир і пасту фундука в премікс для змішування, зі шнека автоматично подаються сухі компоненти (молокопродукти, какао, полідекстроза, стевіозид та інулін). Температура вимішування – 45°C.

Оскільки молокопродукти мають процес детанурації у разі підвищення температур, саме тому їх вводять у останню фазу. Відбувається процес змішування компонентів.

За допомогою насосів маса скачується з преміксу в кульовий млин №1, де відбувається грубе подрібнення шоколадно-горіхової маси (сталеві кульки 9мм). Саме на кульовому млині №1 найчастіше відбувається перегрівання маси, тому щоб не допустити перегрів, ведеться контроль температурних параметрів, а ступінь подрібнення регулюється валом та подачею насоса (температура – 45°C). Наступним етапом є викачування маси з кульового млина №1 в кульовий млин №2 через вібраційне сито.

Вібраційне сито усуває залишки волокон, шкаралупи та інших сторонніх тіл, забезпечуючи тим самим безпеку одержуваного продукту. Обсяг одержуваних частинок – близько 16 мкм, тобто не відчувається при розжовуванні.

Більш тонке подрібнення відбувається в кульовому млині №2 (сталеві кулі 6мм) при температурі 50°C. Для досягнення розміру частинок 16 мкм, який є цільовим середнім розміром частинок, розмір/тиск насоса млина регулюється до необхідної дисперсності, яку контролюють з використанням аналізатора розміру частинок з лазерною дифракцією (Hogiba, США).

Після цього маса завантажується в ємність для зберігання температурою 45–50°C. Повний цикл подрібнення від завантаження до вивантаження становить – 40 хв.

Шоколадно-горіхова маса виготовлена при температурі 45 – 50°C та при максимальній швидкості обертання валу кульового млина. Технологічна схема виготовлення ШОП зображена на рис.3.9.

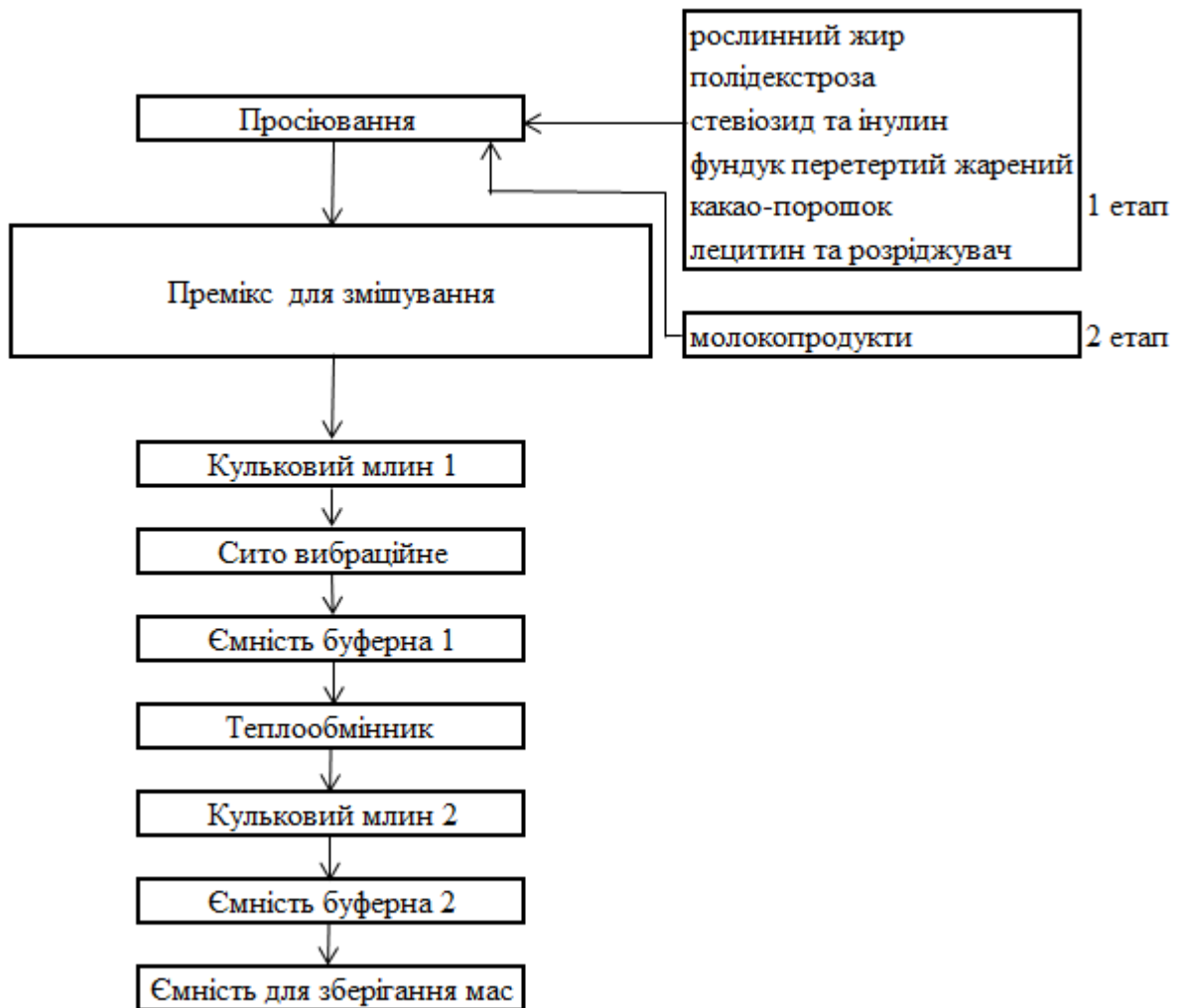


Рисунок – 3.9 Технологічна схема виготовлення шоколадно-горіхової пасти

3.7 Опис технологічного процесу виробництва шоколадно-горіхової пасти з додаванням фруктози

Технологія приготування пасти з додаванням фруктози має декілька важливих критеріїв, а саме температурні режими, швидкість обертання валу кульового млина та послідовність завантаження компонентів.

1. Підготовка сировини

Кожну партію сировини, що надходить в переробку, піддають контрольному просіюванню і пропускають через магнітні загородження і зберігають до змішування в тарі, що щільно закривається.

Полідекстрозу, фруктозу просівають через сито з розміром осередків не більше 33 - 36 мкм. Какао-порошок, молоко сухе цільне та знежирене просіюють

через сито з розміром осередків не більше 33 - 36 мкм. Лецитин, розріджувач підігривають до температури 45°C. Паста фундука підігривають до 40 °С. Рослинну олію розтоплюють у плавильній машині (температура не вище 50 °С), потім проціджують через сито з розміром осередків не більше 2 мм. Ароматизатори проціджують через сито з розміром осередків трохи більше 0,5 мм або марлю.

2. Приготування пасти

На першому етапі завантажують в премікс для змішування рослинний жир (40%), фруктозу (50%), пасту фундука, лецитин і розріджувач. За допомогою насосів маса скачується в кульовий млин №1, де відбувається грубе подрібнення шоколадно-горіхової маси за допомогою сталевих кульок 9мм. На цьому етапі дуже важливо дотримуватися температурних режимів «водяної сорочки» кульового млина. Температура води на вході від +6°C до +9°C, температура води на виході +9°C ...+11°C. Температура маси +40 °С. Тим часом, завантажуються друга частина сировини: рослинний жир 60%, фруктоза 50%, какао та полідекстроза. Також за допомогою насосів друга частина маси скачується до кульового млина №1. Температурні режими не змінюються.

Таким чином відбувається паралельне подрібнення маси та перемішування в преміксі.

Третій етап у премікс вводять молокопродукти. Після чого маса потрапляє в кульовий млин №1, а маса з кульового млина №1 скачується через сито в кульовий млин №2.

Процес подрібнення шоколадно-горіхової пасти на фруктозі відбувається в 3 рази довше, ніж традиційна паста, оскільки потрібно дотримуватися температурних режимів, не допустити перегрівання фруктози в масі. Оскільки нагрівання твердої фруктози призводить до дегідратації та утворення продуктів конденсації.

Для того, щоб не допустимо нагрівання маси, в рецептуру внесені поверхнево-активні речовини (ПАР). Механізм дії ПАР полягає у їх здатності

полегшувати ковзання твердих частинок фруктози, сухого молока та інших рецептурних компонентів у рослинному жирі відносно один одного.

Все більшого поширення знаходять ПАР – ефіри полігліцеролу. Однак було виявлено, що ефіри полігліцеролу в композиції з фосфоліпідними концентратами посилює ефективність дії, що розріджує останніх, що сприятливо позначається на реологічних показниках. Технологічна схема виготовлення ШОП зображена на рис.3.10.

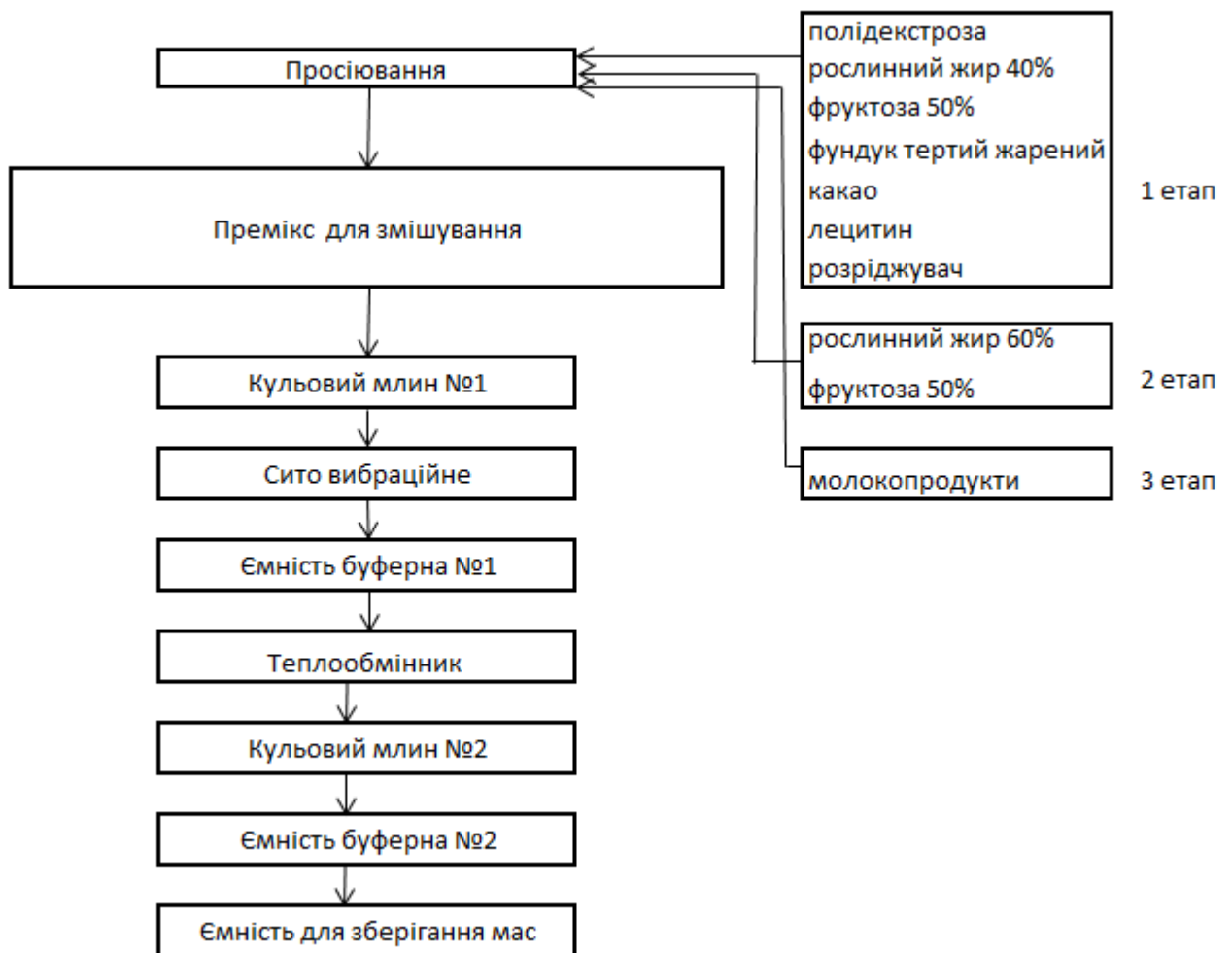


Рис. 3.10 – Технологічна схема виготовлення шоколадно-горіхової пасти з фруктозою

3.8 Дослідження впливу цукрозамінників на енергетичну та харчову цінність шоколадно-горіхових паст

Останнім часом у зв'язку з розширенням асортименту, що виробляється, а також з розробкою та впровадженням нових найменувань, необхідно мати чітке уявлення про склад продуктів харчування, їх харчової та енергетичної цінності.

Розрахунок енергетичної цінності на 100 гр. продукту було визначено за енергетичною цінністю окремих компонентів рецептури. Експеримент описано у п.2.3.

Результати розрахунків енергетичної цінності шоколадно-горіхових паст наведені у таблицях 3.12, 3.13,3.14.

Таблиця 3.12 – Розрахунок енергетичної цінності шоколадно-горіхової пасти зі стевіозидом – 0,04%

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		на 100 г готової продукції		ЕЦ	
		в натурі	в сухих речовинах	Ккал/г	В рец.кільк. ккал
Полідекстроза	95	34	32,3	2,02	68,68
Жир рослинний	100	23,42	23,42	8,99	210,55
Ядро горіха фундука смажений тертий	97,5	16,5	16,08	6,25	103,13
Какао-порошок зі зниженим вмістом жиру	95	10	9,5	3,1	31,70
Сухе незбиране молоко	96	9,5	9,12	4,8	45,60
Сухе знежирене молоко	96	8,0	7,68	3,5	28
Лецитин	100	0,53	0,53	8,5	4,51
Стевіозид	95	0,045	0,042	-	-
Ванілін	-	0,04	-	-	-

Продовж.табл.3.12

Всього:	-	102	98,68	-	492,16
Вихід:	97,7	100	96,71	-	482,5

Таблиця 3.13 – Розрахунок енергетичної цінності шоколадно-горіхової пасти зі суміш стевіозиду та інуліну

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		на 100 г готової продукції		ЕЦ	
		в натурі	в сухих речовинах	Ккал/г	В рец.кільк. ккал
Полідекстроза	95	35	33,25	2	70
Жир рослинний	100	23,42	23,42	8,98	210,5
Ядро горіха фундука смажений третій	97,5	16,5	16,09	6,24	103,1
Какао-порошок зі зниженим вмістом жиру	95	10	7,68	3,1	31,7
Сухе незбиране молоко	96	8	7,20	4,8	38,4
Сухе знежирене молоко	96	7,5	9,5	3,5	26,25
Лецитин	100	0,53	0,53	8,5	4,51
Інулін	95	0,3	0,29	1,83	0,55
Розріджувач	100	0,2	0,2	-	-
Стевіозид	95	0,05	0,04	-	-
Ванілін	-	0,04	-	-	-
Всього:		101,54	98,2	-	485,7
Вихід:	96,7	100	96,71	-	480,9

Таблиця 3.14 – Розрахунок енергетичної цінності шоколадно-горіхової пасти з фруктозою

Назва сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		на 100 г готової продукції		ЕЦ	
		в натурі	в сухих речовинах	Ккал/г	В рец.кільк. ккал
Фруктоза	95	29,1	27,65	3,68	107,09
Жир рослинний	100	25,73	25,73	8,9	231,31
Ядро горіха фундука смажений тертий	97,5	16,5	16,09	6,2	103,13
Полідектроза	95	12	11,4	2,02	24,24
Какао-порошок зі знизеним вмістом жиру	95	7,83	7,44	3,16	24,82
Сухе незбиране молоко	96	7,5	7,2	4,8	36,0
Сухе знежирене молоко	96	2,8	2,69	3,5	9,8
Лецитин	100	0,3	0,3	8,3	2,5
Розріджувач	100	0,2	0,2	-	-
Ванілін	0	0,04	-	-	-
Всього:	-	102,0	98,69	-	538,9
Вихід:	97,1	100,0	96,75	-	528,3

Таблиця 3.15 – Енергетична цінність шоколадно-горіхових паст

Показник	Контроль	Зі стевіозидом - 0,04%	Суміш стевіозид та інулін	З фруктозою
Енергетична цінність, ккал/100 г	527,7	492,1	485,7	538,9

З отриманих даних у таблиці ми бачимо, що у шоколадно-горіхової пасти на стевіозиді та на суміші стевіозиду та інуліну, енергетична цінність нижча, ніж у

контрольного зразка. Та бачимо, що саме заміна цукру на цукрозамінники суттєво призвела до зниження цукроємності шоколадно-горіхових мас.

Висновки до розділу

За результатами проведених експериментів із застосуванням різних цукрозамінників у різному співвідношенні, були зроблені порівняльні висновки для подальшого вибору найбільш вдалого зразка, який має найбільш схожі характеристики за органолептичними та реологічними показниками з контрольним зразком:

1. Вивчено технологічні властивості та хімічний склад цукрозамінників, які дозволили зробити висновок про можливість їх використання при виробництві шоколадно-горіхових паст.

2. Досліджено вплив цукрозамінників на органолептичні, фізико-хімічні та реологічні характеристики пралінових мас.

Встановлено, що зразок із вмістом стевіозиду 0,04% за органолептичними показниками має помірно солодкий смак, відносно зразка із вмістом фруктози 28,5%, який був надзвичайно солодкий з тривалим післясмаком. За реологічними властивостями також найкращі результати серед усіх показав зразок із вмістом стевіозиду 0,04%. Зразок із вмістом інуліну дуже важко наносився на поверхню.

3. Науково-обґрунтовані та розроблені рецептури та технології виробництва шоколадно-горіхових паст із цукрозамінниками.

Встановлено, що процес подрібнення шоколадно-горіхової пасти на фруктозі відбувається в 3 рази довше, ніж зразка на стевіозиді 0,04%, оскільки потрібно дотримуватися температурних режимів, не допускати перегрівання фруктози в масі. Оскільки нагрівання твердої фруктози призводить до дегідратації та утворення продуктів конденсації. Тому доцільно вважати найкращим за всіма отриманими показниками до запуску у виробництво зразок із вмістом стевіозиду 0,04%. Використання в складі пасти інуліну і фруктози вимагає незначного корегування технологічних режимів роботи обладнання.

4. Досліджено показники харчової та енергетичної цінності шоколадно-горіхових паст, доведено, що знизилася кількість легкозасвоюваних вуглеводів.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Організація проведення дослідження

Організація наукової роботи в рамках теми магістерського дослідження включає наступні етапи: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку та тривалості виконання таких робіт, складання мережевого графіка, визначення критичних шляхів, розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень на тему дипломної роботи .

Для проведення науково-дослідної роботи, присвяченої обґрунтуванню технології виробництва шоколадно-горіхової пасти (ШОП) спеціального призначення з використанням цукрозамінників, було використано сітьовий метод планування та управління, на першому етапі якого було складено план організації досліджень, який представлено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – План організації досліджень

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1	2	3
1–2	Вибір напрямку досліджень	3
2–3	Пошук джерел наукової інформації за тематикою досліджень	12
3–4	Розробка та складання плану проведення досліджень	2
4–5	Визначення методик досліджень	6
5–6	Підготовка дослідного матеріалу	3
6–7	Визначення впливу цукрозамінників на технологічні властивості ШОП	9
7–8	Розроблення нових рецептур і технології ШОП з використанням цукрозамінників	2
7–9	Проведення органолептичної оцінки якості дослідних зразків ШОП	3
7–10	Визначення реологічних властивостей з додаванням цукрозамінників	4
7–11	Визначення харчової цінності розроблених ШОП	5

Продовж.табл.4.1

8–12	Обробка результатів експериментальних досліджень	1
9–12		1
10–12		1
11–12		2
12–13	Підготовка демонстраційного матеріалу публічного оприлюднення	8
13–14	Написання публікацій	5

4.1.2 Побудова сітьового графіка

«Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік (рис.4.1). Це графічна модель комплексу робіт, у якій визначається логічний взаємозв'язок між ними з докладною деталізацією»[41].

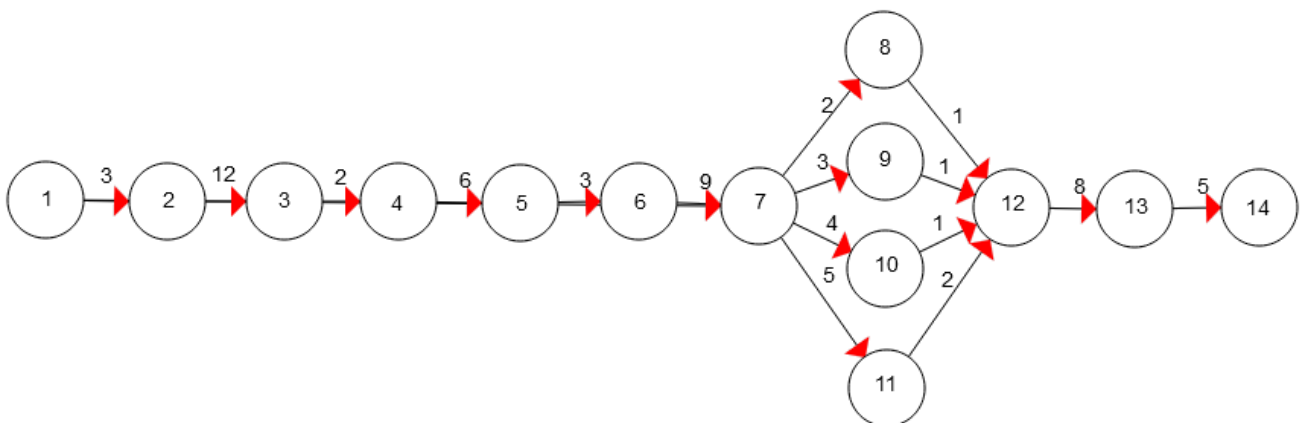


Рисунок 4.1 – Сітьовий графік проведення дослідження

«На основі отриманого сітьового графіка здійснюється подальше планування, оптимізація і керування процесом виконання всіх процесів дослідження. При використанні сітьового графіка є можливість відобразити його чисельно. Використовуючи сітьовий графік, визначаємо всі повні шляхи. Шлях – це тривалість послідовних робіт від початкової до кінцевої події. Для цього складаємо тривалість робіт (t_{ij}):

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14} = 3+12+2+6+3+9+2+1+8+5 = 51 \text{ днів};$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13-14} = 3+12+2+6+3+9+3+1+8+5 = 52 \text{ днів};$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-6-7-10-11-12-13-14} = 3+12+2+6+3+9+4+1+8+5=53\text{днів};$$

$$L^4_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13-14} = 3+12+2+6+3+3+9+5+2+8+5= 55\text{днів};$$

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ($L_{кр}$). У даному випадку критичними є четвертий шлях, тобто $L^4_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13-14}$, він дорівнює 55 днів.

На наступному етапі розраховуємо параметри сітьової моделі:

- ранній термін здійснення події (T_i^p) – це найбільший шлях від початкової події до i -тої.

- пізній термін здійснення події (T_i^n) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої»[16].

Резерв шляху розраховуємо за формулою (4.1):

$$R_i = T_i^n + T_i^p \quad (4.1)$$

де R_i – резерв шляху;

T_i^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_i^p – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку термінів здійснення подій і резервів шляху наведені у табл.4.2.

Таблиця 4.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події T_i^p , дні	Пізній термін здійснення T_i^n , дні	Резерв шляху R_i , дні
1	0	0	0
2	3	3	0
3	15	15	0
4	17	17	0
5	23	23	0
6	26	26	0
7	35	35	0
8	37	40	3

Продовж.табл.4.2

9	38	40	2
10	39	40	1
11	40	40	0
12	42	42	0
13	50	50	0
14	55	55	0

«Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховуємо за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n + T_i^n - t_{ij}, \quad (4.2)$$

де R_{ij}^n – повний резерв часу роботи, днів;

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

Вільний резерв часу роботи – це максимальна кількість часу, на який є можливість збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначаємо по формулі:

$$R_{ij}^B = T_j^p + T_i^p - t_{ij}, \quad (4.3)$$

де R_{ij}^B - вільний резерв часу роботи, днів;

T_i^p – пізній термін здійснення події, днів;

T_j^p - ранній термін здійснення події, днів.

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можемо мати у своєму розпорядженні наявні резерви» [20].

Коефіцієнт напруженості робіт розраховуємо за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (4.4)$$

де L_{maxij} – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

L_{kp} – довжина критичного шляху ($L_{kp}=55$ днів).

Результати розрахунків наведені у табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку повного, вільного резерву та коефіцієнту напруженості

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу R_{ij}^e , дні	Повний резерв часу R_{ij}^n , дні	Коефіцієнт напруженості
1	0	0	0,00
1–2	0	0	0,04
2–3	0	0	0,36
3–4	0	0	0,42
4–5	0	0	0,45
5–6	0	0	0,60
6–7	0	0	0,71
7–8	0	3	0,72
7–9	0	2	0,73
7–10	0	1	0,75
7–11	0	0	0,73
8–12	0	0	0,75
9–12	0	0	0,76
10–12	0	0	0,79
11–12	0	0	0,89
12–13	0	0	1,00
13–14	0	0	0,00

«Використання мережевого планування дає можливість правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сітьового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можемо зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно буде витратити 55 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню»[20]. Однак дані табл.4.3 свідчать про те, що є можливість змінювати в часі календарні терміни окремих видів робіт в разі виникнення необхідності.

4.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

«Витрати, що пов'язані з проведенням досліджень, визначаємо за допомогою кошторису витрат. До таких витрат належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію та накладні витрати»[3].

Витрати на основні та побічні матеріали розраховуємо за формулою:

$$M = m_1 * C_1, \text{ грн} \quad (4.5)$$

де m_1 – кількість витраченого і-го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості основних матеріалів і їх вартість наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Полідекстроза, кг	2,4	180	432,00
Жир рослинний, кг	5,2	110	165,00
Ядро горіха фундука смажений третій, кг	1,5	350	525,00
Какао-порошок. кг	0,84	170	142,8
Сухе незбиране молоко, кг	0,75	120	90,00

Продовж.табл.4.4

Сухе знежирене молоко, кг	0,7	110	77,00
Лецитин, кг	0,05	100	5,00
Стевіозид, кг	0,003	2200	6,6
Фруктоза, кг	0,88	150	132
Інулін, кг	0,009	460	4,14
Розріджувач, кг	0,012	40	0,48
Ванілін, кг	0,004	205	0,82
Всього			1580,84

Заробітна плата працівників, які брали участь у дослідженні, визначалася шляхом множення середньогодинного заробітку працівника на витрачений час. Результати розрахунку наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Виконавець	14000	83,3	16	1332,8

Заробітна плата оподатковується за ставкою 22% єдиного податку. До фонду оплати праці включаються:

$$H = \frac{1332,8 * 22\%}{100} = 293,2 \text{ грн}$$

Витрати на витрачену електроенергію визначаємо за формулою (4.6):

$$E = M * K * T * a, \text{ грн} \quad (4.6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Витрати енергії на мікромлин:

$$E_{\text{мл}} = 1,3 * 0,9 * 16 * 7 = 131,04 \text{ грн}$$

Витрати електроенергії при використанні лабораторних вагів:

$$E_{\text{ваг}} = 0,8 * 0,9 * 8 * 7 = 40,3 \text{ грн}$$

Витрати електроенергії при використанні комп'ютера:

$$E_{\text{комп}} = 0,9 * 0,9 * 72 * 7 = 408,2 \text{ грн}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{мл}} + E_{\text{ваг}} + E_{\text{комп}} = 131,04 + 40,3 + 408,2 = 579,5 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування на устаткування, яке буде використовуватися під час проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi * H * t}{100 * 365}, \text{ грн} \quad (4.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.;

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

$$A_{\text{мл}} = \frac{120000 * 10 * 2}{100 * 365} = 65,8 \text{ грн}$$

$$A_{\text{ваг}} = \frac{4800 * 12,5 * 4}{100 * 365} = 6,6 \text{ грн}$$

$$A_{\text{комп}} = \frac{15000 * 24 * 55}{100 * 365} = 542,4 \text{ грн}$$

Результати розрахунків амортизаційних відрахувань представлені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Результати розрахунків амортизаційних відрахувань

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Мікромлин Caotech B5	120000	10	4	65,8
Ваги лабораторні	4800	12,5	4	6,6
Персональний комп'ютер	15000	24	55	542,4
Всього				614,8

«Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять витрати, що пов'язані із опаленням, освітленням, вентиляцією, ремонтом приміщень та інші господарські витрати. Накладні витрати приймаються на рівні 80% від нарахованої заробітної платні виконавців дослідження»[3]:

$$B = \frac{1332,8 * 80}{100} = 1066,2 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведено в табл.4.7.

Таблиця 4.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1580,84
Заробітна плата	1332,8
Нарахування на заробітну плату	293,2

Продовж.табл.4.7

Електроенергія	579,5
Амортизація	614,8
Накладні витрати	1066,2
Всього	5467,34

За результатами розрахунків кошторису витрат, що наведені у табл.4.7, було встановлено, що найбільшими статтями витрат є основні матеріали і заробітна плата.

4.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому вартість визначаємо на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (4.8)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 5467,34 + \frac{30 * 5467,34}{100} = 7107,5 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 7107,5 грн.

Висновки до розділу 4

Відповідно до плану дослідження будується сітьовий графік, а тривалість критичного шляху розраховується в 55 днів. Тривалість цього критичного шляху не перевищує визначений термін виконання дослідницької роботи, тому складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями видатків за досліджуваний період були основні матеріальні витрати та витрати на заробітну плату, які становили відповідно 1580,84 грн та 1332,80 грн. Загалом з урахуванням нормальної рентабельності 30% вартість проведення досліджень становитиме 7107,50 грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Загальні відомості

На сучасному етапі науково-технічного розвитку в Україні питання стану та умов охорони праці на підприємствах є одним із найбільш актуальних і важливих.

«Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, лікувально-профілактичних та санітарно-гігієнічних заходів та засобів, що спрямовані на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності» [34, 30].

Одним із основних заходів із профілактики та запобігання виробничому травматизму й професійної захворюваності є повна і достатня організація охорони праці, що відповідає усім вимогам нормативно-правових актів.

«Закон України «Про охорону праці» є основним законодавчим актом, який регулює організацію охорони праці на підприємствах. Його дія розповсюджується на усіх юридичних осіб, незалежно від форм власності та виду діяльності, та на фізичних осіб, які використовують найману працю, і на всіх працюючих загалом» [30-32].

«Згідно умов кожного трудового договору, на роботодавця покладено зобов'язання до забезпечення усіх найманих працівників безпечними умовами праці на підприємстві. Службам охорони праці потрібно складати плани робіт на майбутні 1–3 роки, які потім обов'язково повинні бути узгоджені з роботодавцем» [32].

З цією метою власники підприємства забезпечують функціонування системи управління охороною праці, тому що, за законом, безпосередньо вони несуть відповідальність за порушення вимог з охорони праці на підприємстві [45].

«Роботодавець – це власник підприємства, лабораторії, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності і виду діяльності, який

використовує найману працю з працівником.

Працівник – це особа, яка працює на підприємстві, лабораторії, в організації чи установі, що виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором» [38,15]. На рис. 5.1 зображено модель системи комплексного управління охороною праці.



Рисунок 5.1 – Модель системи управління охороною праці

«В обов'язки власника входять розробка та затвердження документів, що повинні встановлювати та регулювати правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства: на будівельних майданчиках, у виробничих приміщеннях, в лабораторіях, на робочих місцях. Усі необхідні інструкції та документація з охорони праці розробляються відповідальними особами підприємства на підставі положень законодавства з охорони праці, типових інструкцій та технологічної документації підприємства з урахуванням його виду і специфіки діяльності» [10,47].

5.2. Дослідження та оцінка стану з охорони праці в експериментальній лабораторії

Експериментальна лабораторія ТОВ «АВК Конфекшенері» м. Дніпро, призначена для проведення експериментів технологами підприємства під час розробки нової продукції.

Головний інженер з охорони праці, призначений керівництвом підприємства, розробляє та контролює ефективну систему управління охороною праці. Він розробляє заходи щодо забезпечення норм безпеки праці, санітарно-гігієнічних норм і лабораторних умов, а також розробляє заходи щодо поліпшення.

Провідний інженер з охорони праці підпорядковується безпосередньо директору з виробництва та генеральному директору підприємства.

Провідний інженер з охорони праці проводить з працівниками вступний інструктаж з охорони праці. В його обов'язки входить забезпечення та ознайомлення працівників з затвердженими правилами, інструкціями та положеннями, та іншими стандартами та нормами, які діють на підприємстві.

Відповідальним за дотримання умов безпеки у експериментальній лабораторії є провідний інженер з охорони праці.

На вході до лабораторії встановлено стенд з охорони праці. Він призначений для постійного інформування працівників про заходи з охорони праці задля запобігання і усунення можливих причин травматизму та професійних захворювань на підприємстві.

Безпосередньо перед допуском на робоче місце провідним інженером проводиться первинний інструктаж з працівниками, що будуть працювати з устаткуванням в лабораторії підприємства. Проведення інструктажів відбувається індивідуально з новим працівником або з групою осіб за потреби. Потім результати проходження первинного інструктажу вносяться в журнал реєстрації інструктажів з охорони праці. Особи, які не вивчили правила експлуатації

лабораторного устаткування та не пройшли первинного інструктажу, до роботи не допускаються.

Таким же чином проводиться повторний інструктаж - безпосередньо з працівником на його робочому місці або з групою працівників, які працюють на устаткуванні в лабораторії. Повторний інструктаж дає можливість провести оцінку вмінь і знань працівників з охорони праці при виконанні робіт з устаткуванням, та для подальшого інформування працівників про правильність виконання робіт та безпечність їх виконання.

«Проведення позапланових інструктажів також відбувається із працівниками безпосередньо на їх робочому місці в лабораторії або в кабінеті провідного інженера з охорони праці. Таким чином позаплановий інструктаж обов'язково здійснюється при впровадженні в дію нових або змінених норм або правил з охорони праці на виробництві, при зміні технологічних процесів, при модернізації устаткування, при заміні інструментів або пристроїв, матеріалів та вихідної сировини, або інших факторів, що можуть впливати на стан охорони праці на підприємстві та безпосередньо в лабораторії.

Проведення цільового інструктажу відбувається при виконанні разових робіт, які не пов'язані з основними обов'язками працівників у лабораторії. Це необхідно при виконанні будь-яких робіт, які оформлюються письмовим дозволом або допуском за виробничої потреби.

Працівники в експериментальній лабораторії забезпечені усіма необхідними засобами індивідуального захисту та в потрібній кількості для того, щоб мати змогу якісно та безпечно працювати з устаткуванням» [42].

В лабораторії є в наявності аптечка з необхідним набором медикаментів та засобів для надання першої медичної допомоги.

На випадок появи пожежі лабораторія забезпечена вуглекислотними вогнегасниками.

Стан промислової санітарії в експериментальній лабораторії ТОВ «АВК Конфекшенері» забезпечується на належному рівні. Лабораторія обладнана рукомийником з милом, водопроводом та каналізацією, має вентиляцією та інші

прилади, призначені для проведення експериментів. В приміщенні є вікна, що забезпечують лабораторію достатньою кількістю світла. Вологе прибирання проводиться два рази кожного робочого дня.

5.3. Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення в експериментальній лабораторії

В робочій зоні під час експлуатації мікрмлинів (рис.5.2) можливий вплив таких шкідливих та небезпечних виробничих факторів, що можуть призвести до травмування або захворювання:

- рухомі частини устаткування (шnekів у завантажувальній воронці, передач, муфт зчеплення тощо);
- підвищена запиленість повітряного середовища (пил цукрової пудри, вафельного листа);
- підвищений рівень статичної електрики, розряд якої може викликати іскроутворення і подальший вибух;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- електричний струм (при відсутності або несправності захисного заземлення чи занулення, ушкодженні ізоляції струмоприймачів);
- підвищені рівні фізичного навантаження. (завантаження мікрмлинів вручну).

Під час аналізу травматизму та професійних захворювань у лабораторії ТОВ «Кондитерська фабрика «АВК» м. Дніпро, на підставі проведених розслідувань нещасних випадків та професійних захворювань, можна зробити висновок, що випадків травматизму та професійних захворювань у цій лабораторії не зафіксовано. Таку ситуацію можливо пояснити тим, що устаткування в лабораторії є досить безпечним при дотриманні всіх необхідних правил використання.



Рисунок 5.2 – Загальний вигляд мікромлина, встановленого в лабораторії на діелектричній підлозі та відповідно заземленим

5.4 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в експериментальній лабораторії

5.4.1 Розрахунок штучного освітлення в експериментальній лабораторії

Для створення безпечних умов праці в експериментальній лабораторії, в якій встановлено мікромлин, для працівників необхідно забезпечити відповідне освітлення. Згідно отриманого завдання від керівника дипломної роботи, необхідно провести розрахунок освітлення у зв'язку з тим, що при розробці і встановленні вентиляції і електромереж в лабораторії були задіяні зовнішні підрядники - сертифіковані компанії. Тому саме проектування та встановлення освітлення було залишене на розсуд відповідних спеціалістів зі штату ТОВ «АВК Конфешенері».

В сучасних умовах в охороні праці виокремлюють наступні види освітлення: природне, штучне та комбіноване.

Природне освітлення – це освітлення приміщень світлом, що проникає через світлові отвори у зовнішніх стінах конструкції. Воно буває бічним, верхнім та комбінованим.

«Штучне освітлення – це освітлення приміщень за допомогою штучних джерел світла. Воно поділяється на робоче, аварійне, охоронне, чергове, загальне, місцеве та комбіноване. Робоче освітлення використовують у всіх приміщеннях та на ділянках відкритих просторів, які призначені для роботи, проходу людей або руху транспорту. Приміщення, які мають зони з різними умовами природного освітлення та з різними режимами роботи, забезпечені роздільним керуванням робочого освітлення»[15]. У випадках припинення електропостачання та за потреби повного завершення усіх процесів, виробництво повинно бути забезпечено аварійним освітленням. В першу чергу воно призначене для забезпечення евакуації працівників або для тимчасового продовження роботи на окремих ділянках у випадку раптового відключення основного освітлення, що може призвести до небезпеки травматизму або порушення технологічного процесу.

Згідно проекту робіт необхідно виконати розрахунки величини освітлення в експериментальній лабораторії, розмір якої становить $8 \times 10 \times 3,5$ м. В сучасних умовах доцільним є використання енергоощадних ламп – люмінесцентного типу – ЛД-80. Кількість ламп – 6 штук.

Розряд виконуваних робіт в приміщенні має наступні характеристики. В експериментальній лабораторії розряд робіт III – висока точність при розмірах об'єкта розрізнення $0,3 \dots 0,5$ мм; контраст високий, фон світлий; підрозряд – в. Згідно[15], норма рівня освітленості становить 200 лк.

Задля зменшення імовірності виникнення нещасних випадків у лабораторних умовах потрібно забезпечити відповідне штучне освітлення, яке буде створювати безпечні умови праці.

Знаходимо індекс приміщення:

$$i = \frac{a*b}{h*(a+b)}, \quad (5.1)$$

де a – ширина приміщення (м);
 b – довжина приміщення (м);
 h – висота підвісу світильників (м).

$$i = \frac{8 \cdot 10}{3,5 \cdot (8 + 10)} = 1,26 ,$$

Коефіцієнт використання світлового потоку буде становити 0,54, коефіцієнт запасу = 1,5. «Коефіцієнт нерівномірності освітленості становить 1,1 (для добре спроектованого приміщення коефіцієнт Y можна брати рівним: 1,15 – для ламп розжарювання; 1,1 – для люмінесцентних ламп). Коефіцієнт відбиття стелі – 70%, стін – 50%, підлоги – 30%. Коефіцієнт запасу враховує зниження освітленості внаслідок можливого забруднення ламп або світильників у процесі їх експлуатації» [15].

Розраховуємо світловий потік світильника:

$$\Phi_{л} = \frac{E_{н} \cdot S \cdot K_{з} \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} , \quad (5.2)$$

де $\Phi_{л}$ – розрахункове значення світлового потоку однієї лампи в кожному світильнику, лм;

$E_{н}$ – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа освітлюваної поверхні, м²;

$K_{з}$ – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт мінімальної освітленості;

N – загальна кількість світильників;

n – кількість ламп у одному світильнику;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi_{л} = \frac{200 \cdot 80 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{6 \cdot 2 \cdot 0,54} = 4074 \text{ лм}$$

Алгоритм розрахункового загального рівномірного освітлення.

«Визначимо світловий потік лампи та загальну кількість світильників за вказаною схемою:

а) визначимо сумарний світловий потік освітлюваної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n * S * K_3 * Z}{\eta}, \quad (5.3)$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

E_n – нормоване значення освітленості, лк;

S – площа підлоги в приміщенні, м²;

K_3 – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{200 * 80 * 1,5 * 1,1}{0,54} = 48888,9 \text{ лм}$$

б) використовуючи $[L/h]$ та h , визначимо максимальну відстань L_{max} між рядами та сусідніми світильниками у ряду:

$$L_{max} = [L/h] * h, \text{ м} \quad (5.4)$$

де $[L/h]$ – числове значення коефіцієнта світильника.

$$L_{max} = 1,4 * 1,9 = 4,9 \text{ м}$$

в) визначимо кількість рядів світильників у приміщенні

$$N_p = \frac{B}{L_{max}}, \quad (5.5)$$

$$N_p = \frac{8}{4,9} = 1,83 \approx 2$$

(результат округляємо до цілого у більшу сторону)

г) визначимо умовну загальну кількість світильників у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата:

$$N^* = \frac{a*b}{L^2_{max}} \quad (5.6)$$

$$N^* = \frac{80}{24,01} = 3,3$$

д) розрахуємо світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi_{л}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{л}}, \text{ лм} \quad (5.7)$$

де $N_{л}$ – загальна кількість ламп у приміщенні, шт.

$$N_{л} = N^* * n ,$$

n – кількість ламп у світильнику.

$$N_{л} = 3,3 * 2 = 6,6 \text{ шт}$$

$$\Phi_{л}^* = \frac{48888,9}{6} = 8148,15 \text{ лм}$$

е) виберемо тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи $\Phi_{л}$ і знайдемо коефіцієнт m (співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи $\Phi_{л}^*$ та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи $\Phi_{л}$):

$$m = \frac{\Phi_{л}^*}{\Phi_{л}}, \quad (5.8)$$

$$m = \frac{8148,15}{4300} = 1,89$$

ж) визначимо оптимальну кількість світильників у приміщенні:

$$N = N^* * m , \quad (5.9)$$

$$N = 3,3 * 1,89 = 6,29$$

з) скоригуємо число світильників та визначимо їх фактичну кількість N_{ϕ} , яка відповідає рівно кількісному розміщенню світильників у кожному ряді.

Визначимо загальну розрахункову освітленість E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп» [31]:

$$E_p = \frac{\Phi_{л} \cdot N_{л} \cdot \eta}{S \cdot K_3 \cdot Z}, \quad (5.10)$$

$$E_p = 8148,15 \cdot 6 \cdot 0,54 / 80 \cdot 1,5 \cdot 1,1 = 200 \text{ лк}$$

к) розрахуємо загальну потужність освітлювальної установки:

$$P_{\Sigma} = N_{л} \cdot P_{л}, \text{ Вт} \quad (5.11)$$

де $P_{л}$ – потужність вибраної стандартної лампи

$$P_{\Sigma} = 6 \cdot 80 = 480 \text{ Вт}$$

Приймаємо 6 світильників лампи типу ЛД, потужністю 80 Вт, світловий потік 8148,15 Лм для освітлення даного приміщення площею 80 м².

Висновки до розділу

Стан охорони праці в експериментальній лабораторії ТОВ «АВК Конфешенері» м. Дніпро з розробки нової продукції можна вважати задовільним.

Перелічено основні ризики виникнення небезпечних ситуацій при роботі з устаткуванням в експериментальній лабораторії.

Проведено розрахунок, що для ефективного освітлення третього розряду робіт в лабораторії потрібно забезпечити 6 шт світильників із лампами типу ЛД, потужністю 80 Вт. Відповідно вони будуть забезпечувати необхідний світловий потік 8148,15 Лм для освітлення цього приміщення площею 80 м².

Таким чином, безпечні умови праці у приміщенні експериментальної лабораторії за критерієм освітленості - виконані.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз можливостей розвитку та подальшого вдосконалення рецептури шоколадних виробів спеціального призначення є багатообіцяючим для промисловості, оскільки сьогодні ця група кондитерських виробів є дуже популярною та легко піддається модифікації рецептури. Саме тому постійна та активна розробка рецептур кондитерських виробів з використанням натуральних цукрозамінників є актуальним напрямком, як для розвитку харчової галузі, так і для підвищення конкурентоздатності сучасного бізнесу.

На основі отриманих результатами проведених експериментів із застосуванням різних цукрозамінників у різному співвідношенні, було зроблено вибір на користь найбільш вдалого зразка із вмістом стевіозиду 0,04%, який має найбільш схожі характеристики за органолептичними та реологічними показниками з контрольним зразком.

Встановлено, що зразок із вмістом стевіозиду 0,04% за органолептичними показниками має помірно солодкий смак, відносно зразка із вмістом фруктози 28,5%, який був надзвичайно солодкий з тривалим післясмаком. За реологічними властивостями також найкращі результати серед усіх показав зразок із вмістом стевіозиду 0,04%.

Встановлено, що процес подрібнення шоколадно-горіхової пасти на фруктозі відбувається в 3 рази довше, ніж зразка на стевіозиді 0,04%, оскільки потрібно дотримуватися температурних режимів, не допускати перегрівання фруктози в масі. Оскільки нагрівання твердої фруктози призводить до дегідратації та утворення продуктів конденсації. Тому доцільно вважати найкращим за всіма отриманими показниками до запуску у виробництво зразок із вмістом стевіозиду 0,04%.

Згідно досліджень показників харчової та енергетичної цінності шоколадно-горіхових паст з використанням цукрозамінників, було встановлено, що знизилася кількість легкозасвоюваних вуглеводів.

Згідно з економічними розрахунками, найбільшими статтями видатків під час проведення досліджень є видатки на основні матеріали та заробітну плату, які становлять відповідно 1580,84 грн та 1332,80 грн. Загальна вартість проведених досліджень буде становити 7107,50 грн., з урахуванням 30% нормативної рентабельності.

Досліджений стан охорони праці в експериментальній лабораторії ТОВ «АВК Конфекшенері» м.Дніпро можна вважати задовільним. З метою поліпшення умов праці було проведено розрахунок ефективного освітлення для приміщення лабораторії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арутюнян Н.С. Лабораторный практикум по химии [Текст]: учеб. пособие для вузов по специальности «Технология жиров»/ Н.С. Арутюнян [и др.]; под ред. Е.А. Арутюнян.-М.: Пищевая промышленность, 1979.-176 с.
2. Баркер, Т. «Хорошие» жиры [Текст] / Т. Баркер // Масла и жиры.- 2001. - № 6. - С. 8-9.
3. Бутинець Ф.Ф. Витрати виробництва та їх класифікація для потреб управління. Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу. 2012. № 1. Вип. 22. С. 11-18.
4. Воскоян, О.С. Научно-практические аспекты производства масложировой промышленности [Текст] / О.С. Воскоян, В.Х. Паронян, Н.М. Скрябина//Хранение и переработка сельхозсырья. - 2001. - № 5. - С. 18.
5. Долинян В.С. Начинки: свойства и применение [Текст]/ В.С. Долинян, З.Г. Скобельская // Кондитерское производство.-2005.-№ 2.- С.- 16 - 17.
6. Дорохович А.Н. Сахарозаменители и подсластители, их преимущества и недостатки с позиции их применения при производстве кондитерских изделий/ А.Н. Дорохович, О.М. Яременко, В.В. Дорохович / [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://docplayer.ru/27964426-Saharozameniteli-i-podslastiteli-ih-preimushchestva-i-nedostatki-s-poziciy-ih-primeneniya-pri-proizvodstve-konditerskix-izdeliy>
7. ДСТУ 4135:2021 Цукерки. Загальні технічні умови. Технічний комітет стандартизації «Продукція кондитерська та харчоконцентратна», 2021. – 5с.
8. ДСТУ 4910:2008 Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин. Технічний комітет стандартизації «Продукція кондитерська та харчоконцентратна», 2008 . – 4с.
9. ДСТУ 5060:2008 Вироби кондитерські. Методи визначання масової частки жиру. Технічний комітет стандартизації «Продукція кондитерська та харчоконцентратна», 2008. – 6с.

10. ДСН 3.3.6.042-99 від 01.12.99.Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.
11. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна [Текст]/ Г.А. Егоров.- М.: Агропромиздат, 1985. - 334 с.
12. Ергашева К.Ж, Тертишний О.О «Розробка рецептури шоколадно – горіхової пасти спеціального призначення з цукрозамінниками». І-а Міжнар. наук.-прак.конф.«Актуальні проблеми хімії та хімічної технології».Київ: НУХТ, 2022. – 123с
13. Єфімов А. С, Скробонська Н. А., Ткач С. М., Сакало О. А. Інсулінотерапія хворих на цукровий діабет. - К.: Здоров'я, 2000. - 248 с.
14. Жаркова И.М, Рудаков О.Б, Полянский К.К.Лецитины в технологиях продуктов питания [Текст]: монография / – Воронеж: ВГУИТ, 2015. – 256 с.
15. Жидецкий В. Ц. Основы охраны праці: Підручник. 5-те вид., доповн. К. : Знання, 2014. 373 с.
16. Загороднюк О. В. Удосконалення прийняття управлінських рішень за допомогою методу сітьового планування. Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер.: Економічні науки. 2014. Вип. 7. №3. С. 9–11.
17. Зубченко А.В. Физико-химических основы технологии кондитерских изделий. [Текст] / А.В. Зубченко. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 1997. – 416 с.
18. Индина И. В. Обращено-фазовая ВЭЖХ в определении подлинности масла какао в составе шоколада //Сорбционные и хроматографические процессы. – 2013, 1, 13. - Вып. 1. - С. 23-31.
19. Исследование среди любителей шоколада. Новости//Кондитерское и хлебопекарное производство.2008. № 4. С. 7.
20. Івченко Н.Б., Целих С.О. Оптимізація мережевої моделі маркетингових досліджень. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2010. № 3. С. 39–42.

21. Корячкина С.Я., Березина Н.А., [и др.] Инновационные технологии хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий : монография / // – 2011. – 264 с.
22. Крахмалева Т.М. Пищевая химия: учебное пособие /Т. М. Крахмалева, Э.Ш. Манеева; Оренбург: ОГУ, 2012. С. 29-44.
23. Куракина А.Н., Красина И.Б., Тарасенко Н.А., Филиппова Е.В. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6-3. – С. 468-472;
24. Куракина А.Н. Функциональные ингредиенты. – 2015. – № 6-5. – С. 428-430/ [Электронный ресурс].- Режим доступа:URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38643> (дата обращения: 14.09.2018).
25. Кутелова Н.П. Товароведение пищевых продуктов [Текст]/ Н.П. Кутелова.-М.: Колос, 1989. - 157 с.
26. Линовская Н.В., Рысева Л.И., Алтунджи К.С. Определяем степень измельчения и гранулометрический состав шоколадных и кондитерских полуфабрикатов методом лазерной дифракции. Кондитерское производство. 2010. № 4. С. 18-19.
27. Минифай Б.У. Шоколад, конфеты, карамель и другие кондитерские изделия. перевод с англ. под общ. научной ред. Т.В. Савенковой - СПб.: Профессия, 2005. - 808 с.
28. Мостова Л.М. Технологія харчових продуктів функціонального призначення /Мостова Л.М., Олійник Н.Ю., Свідко К.В., Лазарева Т.А.// Харків: УПА,2003.443с.
29. Нечаев А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова [и др.]. Под ред. А.П.Нечаева. Издание 2-е, перераб. и испр. - СПб.: «ГИОРД», 2003. – 640с.
30. Організація роботи служби охорони праці на підприємстві [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу:

- <http://oppb.com.ua/articles/organizaciya-roboty-sluzhby-ohorony-praci-na-pidpryyemstvi>.
31. Охорона праці [Електронний ресурс] / доцент кафедри ОПЦБ ІЕЕ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» // – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/08/Binder21.pdf>
 32. Організація роботи служби охорони праці на підприємстві [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://te.dsp.gov.ua/organizatsiya-roboty-sluzhby-ohorony-pratsi-na-pidpryyemstvi/>.
 33. Прохорова А.Т. Реакции токоферолов при самоокислении растительных масел [Текст] / А.Т. Прохорова // Масложировая промышленность, 2005. - № 4. - С. 27 - 29.
 34. Про охорону праці" [Електронний ресурс] // Профспілка працівників освіти і науки України. – 2002. – Режим доступу до ресурсу: <https://pon.org.ua/ohorona-praci/72-zakon-pro-okhoronu-praci.html>.
 35. Рензьева Т.В. Технология кондитерских изделий / Т.В Рензьева, Г.И Назимова, А.С.Марков // Учебное пособие: 5-е издание. – 2020 г. – 66с.
 36. Робертсон А., Тирадо К. (2005). Питание и здоровье в Европе: новая основа для действий/А. Robertson, С. Tirado, Т. Lobstein, С. Knai, JH Jensen, А. Ferro-Luzzi, WPT Ja es // Региональные публикации ВОЗ. Европейская серия. 2005. Вып. 96. 505 с.
 37. Рудаков О.Б. Разработка метода оценки пищевой ценности жиров [Текст]/ О.Б. Рудаков // Масла и жиры. - 2003. - № 9. - С. 9 - 11
 38. Ризики праці на харчовому виробництві [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://oppb.com.ua/news/ryzyku-praci-na-harchovomu-vyrobnyctvi>.
 39. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия. – 2-е изд., испр.и доп. – СПб, 2004.407с.
 40. Салавелис А.Д., Дьяконова А.К. Технология продуктов лечебно-профилактического назначения. Учебное пособие/ Т 38 Одесса: «Optimum».- 2012. – 612 с.

41. Тімінський О. Г. Алгоритм побудови календарно-сітьової моделі проекту з елементами проактивності. Управління проектами та розвиток виробництва. 2008. № 4. С. 31–35.
42. Ткачук К.Н. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К.Н Ткачук, О.В Халі мовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — С.186-198
43. Тютюнников Б.Н. Химия жиров [Текст]: учеб. пособие для вузов/ Б.Н. Тютюнников.-М.: Пищевая промышленность, 1966. - 210 с.
44. Ураїнець А.І, Сімахіна Г.О. Технологія оздоровчих харчових продуктів: курс лекцій. К.:НУХТ.2009.308с.
45. Управління охороною праці та обов'язки роботодавця [Електронний ресурс]. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: <http://profspilkaosvity.org.ua/okhorona-praci/zakon-pro-okhoronu-praci/3organi-zacijaokhoroni-praci/>.
46. Штангеева Н.І, Клименко Л.С. Цукор у харчуванні людини / sugar in human nutrition. Національний університет харчових технологій – стаття. Київ. С. 1-3.
47. Якименко О.П., Губанов Р.О., Богущ Н.М. Основні положення керівних документів, які регламентують діяльність дослідно-випробувальних лабораторій. Науковий вісник УкрНДІПБ. 2012. № 2. С.100–103.
48. European Parliament and Council Directive 94/35/EC of 30 June 1994. <https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Dir94.35.pdf>. Accessed 14 June 2014
49. Goldman, F. 2006. Sugar substitute and bulking agent and chocolate. U.S. Patent Application, Number 20,060,088,637
50. Grabitske HA, Slavin JL (2008) Perspectives in practice low-digestible carbohydrates in practice. J Am Diet Assoc 108:1677–1681
51. Health Canada (2005) http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/addit/sweetenedulcor/polyols_polydextose_factsheet-polyols_polydextose_fiche-eng.php. Accessed 10 May 2014
52. Kruger, C. and Freund, D. 2001. Process for preparing chocolate. U.S. Patent, Number 6,221,422.

53. Livesey G (2003) Health potential of polyols as sugar replacers, with emphasis on low-glycaemic properties. *Nutr Res Rev* 16:163–191
54. Mäkinen KK (2011) Sugar alcohol sweeteners as alternatives to sugar with special consideration of xylitol. *Med Princ Pract* 20:303–320
55. Nuttall, C. 1994. Chocolate filling marketing and other aspects of the confectionery industry worldwide. In *Industrial Chocolate Manufacture and Use* (S.T. Beckett, ed.) pp. 362–385, Blackie Academic and Professional, London, UK
56. Rapaille, A., Gonze, M. and Van der Schueren, F. 1995. Formulating sugarfree chocolate products with maltitol. *Food Technol.* 49(7), 51–54.
57. Regulation (EC) no 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:354:0016:0033:en:PDF>. Accessed 10 June 2014
58. Riesen, A. 1977. Dietetic chocolate composition. U.S. Patent, Number 4,011,349.
59. Takemorie, T., Tsurumi, T., Ito, M. and Kamiwaki, T. 1997. Low calorie 138 filling. U.S. Patent, Number 5,629,040.
60. PRO CONSULTING. АНАЛІТИКА РИНКІВ. ФІНАНСОВИЙ КОНСАЛТИНГ. ПРОГНОЗ ПОКАЗНИКІВ РИНКІВ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ В УКРАЇНІ В 2021-2025 РР. СЕРПЕНЬ 2021.
61. Yaseda, A., & Mochizuki, K. (1992). Behaviour of triglycerides under high pressure. In C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans, & P. Masson (Eds.), *High pressure and biotechnology* (pp. 255e259). Japan: Meiji Seika Kaisha Ltd.