

**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
мармеладних кондитерських виробів
функціонального призначення**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТ-1-22
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Яна КАРУНА

Керівник: _____ Юрій ЧУРСІНОВ

Рецензент: _____ Євген ДІДОВИЧ

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)

«09» листопада 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Каруні Яні Сергіївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва мармеладних кондитерських виробів функціонального призначення».

Керівник роботи: Чурсінов Юрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2023 року № 3423.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва мармеладних кондитерських виробів збагачених фітодобавками. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд сучасного стану технології кондитерських виробів функціонального призначення. 2 Об'єкти і методи дослідження. 3 Експериментальна частина. 4 Розробка технології мармеладних цукерок функціонального призначення. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Стан питання. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Об'єкти і методи дослідження.
4 Експериментальна частина. 5 Розробка технології мармеладних цукерок.
6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	професор ЧУРСІНОВ Юрій	09.11.2023	08.12.2023
5	професор ЧУРСІНОВ Юрій	09.11.2023	08.12.2023
6	професор ЧУРСІНОВ Юрій	09.11.2023	08.12.2023

7. Дата видачі завдання 09 листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	09.11-10.11.23	виконано
2	Аналітичний огляд сучасного стану технології кондитерських виробів функціонального призначення	13.11-15.11.23	виконано
3	Об'єкти і методи дослідження	16.11-17.11.23	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-22.11.23	виконано
5	Розробка технології мармеладних цукерок функціонального призначення	23.11-28.11.23	виконано
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	29.11-30.11.23	виконано
7	Організаційно-економічна частина	01.12-04.12.23	виконано
8	Загальні висновки та бібліографія	05.12-06.12.23	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	07.12.2023	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Яна КАРУНА
(підпис)

Керівник роботи _____ Юрій ЧУРСІНОВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 91 сторінки друкованого тексту, 24 рисунків та ілюстрацій, 22 таблиці та використано 57 літературних джерел посилань.

Мета роботи - розширити асортимент функціональних кондитерських виробів за рахунок рослинних добавок для підвищення їх харчової цінності.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення кондитерських виробів у вигляді мармеладу з включенням фітодобавок.

Предметом дослідження є аналіз впливу пектину та напівфабрикатів із кропиви на якість, технологічні та функціональні властивості мармеладних цукерок.

Нині одним із найперспективніших шляхів створення ФПХ, здатних комплексно вирішити проблему збагачення продуктів харчування, є використання рослинних добавок. Рослинні добавки є збалансованим природним джерелом вітамінів, незамінних амінокислот, мінеральних речовин і харчових волокон, які навіть у дуже малих кількостях здатні стимулювати організм людини і надавати лікувально-профілактичну дію. Використання рослинних добавок дає змогу кондитерській промисловості розширити сировинну базу завдяки використанню нетрадиційної сировини та частковій або повній відмові від застосування синтетичних ароматизаторів і барвників. Значний внесок у розроблення наукових засад виробництва кондитерських виробів із використанням нетрадиційної сировини зробили багато вітчизняних учених.

Ключові слова: ПЕКТИН, КРОПИВ'ЯНІ НАПІВФАБРИКАТИ, ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПРОДУКТ, МАРМЕЛАДНІ ЦУКЕРКИ, ВИСТОЮВАННЯ, ЯКІСТЬ, ЗБАГАЧЕННЯ, ЗБЕРІГАННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, РОЗРОБКА.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЇ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	10
1.1 Кондитерські вироби з функціональним призначенням на основі мармеладу	10
1.2 Вибір інгредієнтів для підвищення фізіологічної і функціональної цінності цукерок	19
Висновки за розділом	26
2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	28
2.1 Характеристика об'єктів дослідження	28
2.2 Методи дослідження	31
2.2.1 Методика дослідження реологічних властивостей мармеладних мас і розчинів пектину	31
2.2.2 Методика визначення пластичної міцності корпусів цукерок	33
2.3 Методика оцінки органолептичних показників	36
2.4 Оцінка якісних характеристик цукерок під час їх зберігання	37
Висновки за розділом	39
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	40
3.1 Дослідження реологічних властивостей мармеладних мас	40
3.2 Дослідження впливу температури на реологічні властивості мармеладних мас	46
3.3 Дослідження зміни реологічних властивостей мармеладних студнів в процесі вистоювання	48
3.4 Аналіз впливу функціональних інгредієнтів на поверхневі та органолептичні властивості мармеладного желе	53
3.5 Дослідження впливу добавок кропиви, захисних покриттів і способів упаковки на фізико-хімічні показники корпусів цукерок в процесі зберігання	56

Висновки за розділом	64
4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ МАРМЕЛАДНИХ ЦУКЕРОК ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	66
4.1 Розробка технологічної схеми виробництва мармеладних цукерок	66
4.2 Аналіз якісних показників цукерок мармеладних	70
Висновки за розділом	74
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	75
5.1 Розробка карти безпеки праці	75
5.2 Управління відходами при виробництві мармеладних цукерок	77
Висновки за розділом	78
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	79
6.1 Організація проведення дослідження	79
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	80
6.3 Розрахунок вартості дослідження	83
Висновки за розділом	84
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	85
БІБЛІОГРАФІЯ	87

ВСТУП

Наразі в Україні, як і в усьому світі, діє національна програма зміцнення здоров'я, невід'ємною частиною якої є поліпшення структури харчування та якості продуктів. В умовах соціальних змін, фізичних і розумових навантажень, стресових ситуацій і невпевненості в собі, характерних для сучасного суспільства, людина потребує харчування, що містить адекватну кількість мікронутрієнтів. У зв'язку з цим все більш поширеними стають нові категорії продуктів харчування з функціональними властивостями (ФПХ), які відповідають фізіологічним потребам конкретних груп населення та мають спектр лікувально-профілактичних дій [1].

Сектор ФПХ має найвищий оборот на світовому ринку, щорічні темпи зростання якого, за даними різних джерел, становлять щонайменше 10 %. За висновками провідних фахівців, протягом наступних 15 – 20 років частка ринку функціональних продуктів харчування (ФПХ) зросте до 30 % від загального обсягу ринку продуктів харчування [2].

Зазвичай ці продукти виготовляються за допомогою включення функціональних добавок до звичайних харчових продуктів, в тому числі кондитерських виробів, але їх основним недоліком є незбалансованість складу поживних речовин через високу енергетичну цінність.

Наразі одним із найперспективніших шляхів створення ФПХ, здатних комплексно вирішити проблему фортифікації харчових продуктів, є використання рослинних добавок. Рослинні добавки є збалансованим джерелом природних вітамінів, незамінних амінокислот, мінеральних речовин і харчових волокон, які навіть в дуже малих кількостях здатні стимулювати організм людини і чинити лікувально-профілактичну дію. Рослинні добавки дозволяють кондитерській промисловості розширити асортимент сировини, включаючи нетрадиційні компоненти, і частково або повністю відмовитися від використання синтетичних ароматизаторів і барвників. Багато українських науковців внесли значний вклад у

розвиток наукових засад виробництва кондитерських виробів з використанням нетрадиційних видів сировини.

Використання місцевих видів рослин, які мають низьку вартість і широко доступні в регіоні, є перспективним для рослинних добавок. Використання фітодобавок часто не відповідає дієтичним потребам організму при дотриманні рекомендованої добової норми споживання та гарантованого вмісту дієтичних добавок протягом терміну придатності, визначеного в ДСТУ 52349-2005. Ефективним способом в цьому відношенні є комплексне застосування рослинних добавок і індивідуально виділених або синтезованих вітамінів та мінералів, зокрема аскорбінової кислоти (вітаміну С), яка широко використовується в харчовій промисловості як консервант, стабілізатор кольору та регулятор кислотності. Оскільки 60 – 80 % населення України мають дефіцит вітаміну С, пошук шляхів підвищення стабільності аскорбінової кислоти при виробництві та зберіганні харчових продуктів є важливим технічним завданням.

Серед широкого асортименту кондитерських виробів мармелад на основі пектину має низьку переваг (гелеподібна консистенція, низька енергетична цінність порівняно з іншими кондитерськими виробами, стабільність споживчих властивостей під час зберігання, широкий терапевтичний ефект пектину), що робить його ключовим об'єктом для розробки функціональних продуктів харчування.

Враховуючи наведене вище, розробка нового типу мармеладних цукерок з функціональним призначенням, на основі пектину з використанням добавок з місцевої рослинної сировини і аскорбінової кислоти, є відповідною та актуальною задачею.

Метою цього наукового дослідження було розширення асортименту функціональних кондитерських виробів, що мають підвищену харчову цінність, шляхом використання рослинних добавок.

Для досягнення визначеної мети, потрібно вирішити такі основні завдання:

- аргументувати вибір компонентів із функціональною активністю вітаміну С для створення мармеладних цукерок;

- провести аналіз впливу складових рецепту та режимних параметрів на фізико-хімічні характеристики напівфабрикатів для мармеладу;
- розробити рецептуру та технологію виробництва функціональних мармеладних кондитерських виробів, які задовольняють 30-40% добової потреби у вітаміні С;
- дослідити вплив функціональних інгредієнтів, захисних покриттів та способів пакування на якість кондитерських виробів під час зберігання;
- розрахунок кошторису витрат на дослідження.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення мармеладних кондитерських виробів з використанням фітодобавок.

Предметом дослідження є визначення впливу пектину та напівфабрикатів із кропиви на якісні, технологічні та функціональні характеристики мармеладних цукерок.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЇ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

1.1 Кондитерські вироби з функціональним призначенням на основі мармеладу

Загалом, функціональні кондитерські вироби можна класифікувати за кількома різними принципами, включаючи функціональну спрямованість та фізіологічно функціональні харчові компоненти.

Однак вважається більш зручним розподіл за традиційними категоріями продукції:

1) Кондитерські вироби з вмістом цукру включають у себе такі продукти: шоколад та какао-продукти, мармелад і пастилу, карамель, цукерки, ірис, драже, халву і східні солодощі.

2) Кондитерські вироби, в складі яких є борошно: печиво, пряники, галети, крекер, вафлі, торти, тістечка, кекси та рулети.

Сегмент цукеркових кондитерських виробів продемонстрував найбільший ріст у 2022 році, складаючи приблизно 45 % обсягу ринку цукристих кондитерських виробів в натуральному виразі. На першому і другому місцях за обсягом виробництва розташувалися мармеладні або желе (28 % кожен), за ними йшли збивні (25%). Інші категорії, такі як пралінові, асорті, грильяж і батончики, ділили залишковий обсяг ринку зі значним відставанням (6,4 %, 6,4 %, 3,2 % та 3,2 % відповідно) [8].

Попит на мармеладні цукерки постійно зростає завдяки їхній відносній доступності та унікальним структурно-механічним і органолептичним властивостям (зокрема, студнеподібна структура, яка сприяє високій засвоюваності). Порівняно з іншими групами продуктів, мармеладні цукерки відрізняються зниженою енергетичною цінністю (приблизно 1250 Дж на 100 г), це робить їх потенційно перспективною основою для розробки кондитерських виробів з підвищеними функціональними властивостями [11].

Кондитерські вироби мають складний хімічний склад і різноманітні властивості, які складають якість продукції. Найкраще розуміння окремих аспектів якості продукції можна отримати через аналіз різноманітних фізичних або реологічних властивостей, які обумовлені біологічним та хімічним складом (рецептурою), внутрішньою структурою продукту та способом виробництва [12].

Під час створення нових продуктів, зокрема тих, що мають функціональне призначення, важливо акцентувати увагу на керуванні реологічними характеристиками. Систематичний нагляд за технічними властивостями сировини та напівфабрикатів на кожному етапі технологічного процесу дозволяє передбачати та регулювати якість кінцевого продукту.

В останні роки реологічні методи дослідження все частіше використовуються на етапі контролю виробництва з метою об'єктивної оцінки якості продукції. Зокрема, різні механічні властивості, такі як опір різанню ниткою або ножом, проштовхування через отвір, розтяжність і розжовуваність, вимірюються за допомогою інструментальних методів для кількісної оцінки таких важливих показників, як м'якість і твердість. Таким чином, об'єктивність, повторюваність та ефективність вимірювань можна підвищити, поєднуючи сенсорний аналіз з інструментальними методами контролю [12].

Головним реологічним показником мармеладних мас є їхня ефективна в'язкість, а для корпусів цукерок характерна пластична міцність, виражена межею міцності.

Контроль в'язкості виявляється критично важливим у процесах формування корпусів цукерок, зокрема у випадку застосування методу формування видавлюванням, який на даний момент найбільше поширений. Зміна в'язкості в процесі формування може призвести до переривання технологічного циклу, нерівномірного розподілу грудок в крохмальній формі і, в крайньому випадку, передчасного застигання грудок в жолобах цукеркоформувальної машини.

Моніторинг пластичної міцності надає можливість точно налаштувати час вистоювання процесу, і сама пластичність визначає здатність утримувати форму та впливає на органолептичні характеристики цукерок. Важливо відзначити, що

зміни в пластичній міцності корпусів під час зберігання можуть служити показниками процесів, таких як висихання та зацукровування.

«Процес виробництва мармеладних цукерок можна розглядати як технологічний потік, що включає послідовні етапи перетворення вихідної сировини та напівфабрикатів у готовий продукт. Загальна структурна схема виробництва мармеладних цукерок подана на рисунку 1.1. Введення додаткових операцій у цю схему здійснюється, в основному, для досягнення унікальних особливостей конкретних видів мармеладних цукерок» [22].

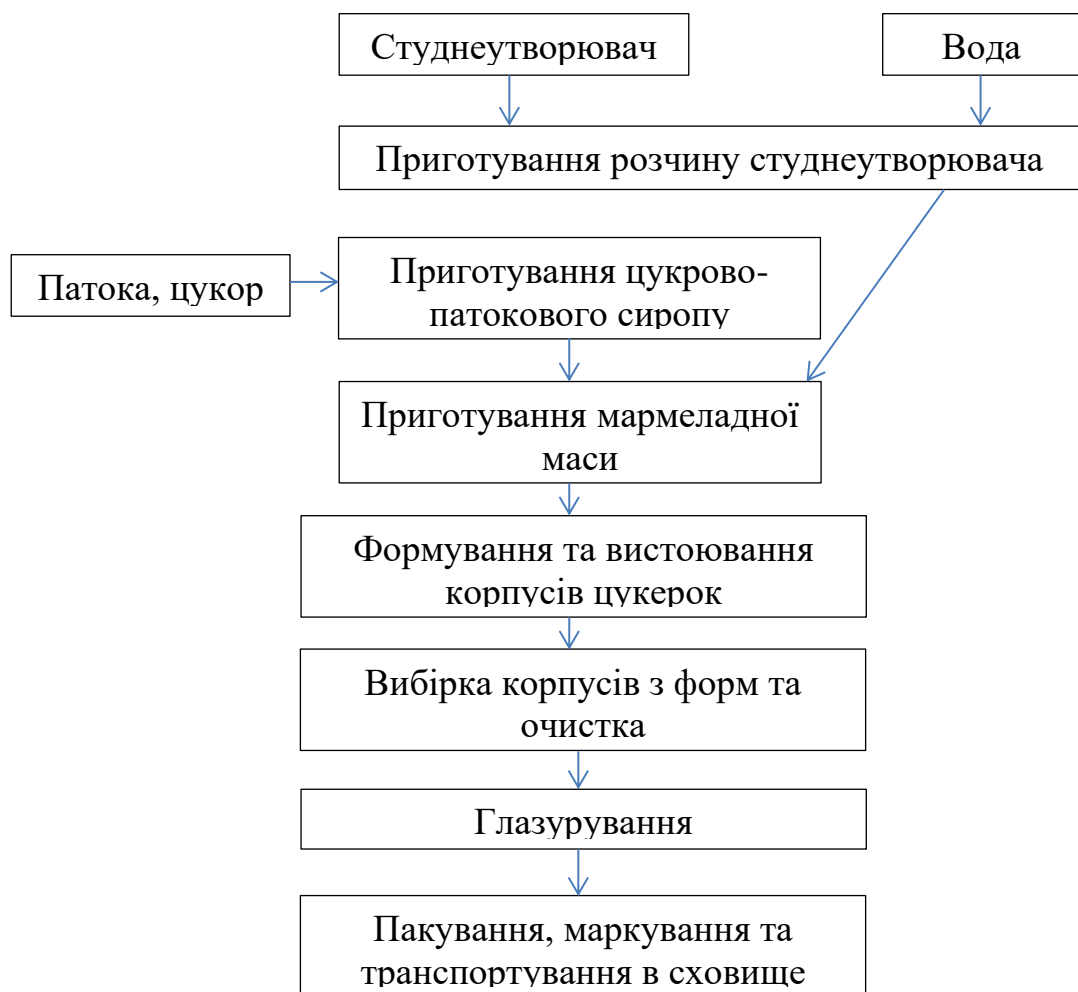


Рисунок 1.1 – Структурна схема виробництва мармеладних цукерок

«Аналіз процесу виробництва мармеладних цукерок показує, що основними напрямками для їх вдосконалення є» [13]:

«1) Використання альтернативних підсолоджувачів з метою зниження калорійності та створення продуктів з дієтичною спрямованістю;

2) Додавання до складу продуктів штучно синтезованих та природних (переважно рослинного походження) фізіологічно активних харчових компонентів з метою підвищення їх харчової цінності та надання лікувальних, лікувально-профілактичних та функціональних властивостей;

3) Сучасні, енерго- і безвідходні методи комплексного перероблення сировини дадуть змогу знизити витрати на сировину, скоротити технологічні цикли і знизити ціни на готову продукцію;

4) Впровадження сучасних інструментальних методів у технічний і хімічний контроль з метою підвищення швидкості та точності вимірювань, контролю роботи технічних параметрів напівфабрикатів і поліпшення якості кінцевого продукту;

5) Використання сучасних методів пакування та пакувальних матеріалів для поліпшення стійкості якісних характеристик продукту впродовж усього терміну придатності та підвищення привабливості продукту для споживачів» [23].

Під час розробки кондитерських виробів функціонального призначення на мармеладній основі слід керуватися такими принципами:

«1) Доповнення продукту мікроелементами, які відсутні або недостатньо представлені;

2) Врахування можливих хімічних взаємодій між концентрованими добавками та інгредієнтами продукту, а також підбір оптимальних комбінацій, лікарських форм і способів введення, спрямованих на мінімізацію втрат функціональних інгредієнтів у процесі виробництва та зберігання кінцевого продукту;

3) Нормативний вміст вітамінів і мінералів у збагачених продуктах перебуває в межах 15 – 50 % від фізіологічної потреби організму в цих мікронутрієнтах за середньодобового споживання кондитерських виробів (з розрахунку на 100 ккал)» [22];

«4) Для перевірки ефективності збагачення продуктів перспективними добавками та нетрадиційними джерелами сировини було протестовано репрезентативну групу, щоб продемонструвати повну безпеку, смакові якості та

засвоюваність, здатність суттєво покращити забезпеченість організму вітамінами та мінералами, а також показники здоров'я, пов'язані з цими мікронутрієнтами» [23].

Однак, відповідно до ДСТУ 52349-2005, у разі використання відомих нутріцевтиків як фізіологічно функціональних інгредієнтів харчових продуктів, функціональні харчові продукти, що їх містять, можуть бути випробувані без додаткової оцінки їх ефективності в експерименті, з урахуванням їх рекомендованих доз.

При цьому важливо відзначити, що характерні структурно-механічні властивості мармеладних цукерок дозволяють внести різноманітні фізіологічно функціональні харчові інгредієнти в їх рецептуру без серйозних обурень щодо збереження біологічно активних речовин (БАР). Це сприяє утриманню їх вмісту на визначеному рівні протягом усього терміну придатності та знижує ризик втрати активних компонентів.

Кондитерські вироби на основі мармеладу, збагачені поживними речовинами, загалом можна розділити на три групи, залежно від типу використовуваного фізіологічного харчового інгредієнта:

- 1) вироби, які містять штучно синтезовані вітаміни, полівітаміни, мінеральні і вітамінно-мінеральні премікси, а також вітаміноподібні сполуки;
- 2) продукти, які містять пре- і пробіотики, а також вторинні продукти і відходи мікробіологічних і біотехнологічних виробництв;
- 3) продукти, які містять добавки рослинного, а в окремих випадках тваринного походження, а також вторинні сировинні ресурси харчового і сільськогосподарського виробництва [23].

Перша група продуктів набула значної популярності. Це стало можливим завдяки розмаїттю доступних добавок, їх високій технологічності, невеликому впливу на собівартість і органолептичні характеристики готового продукту, який обумовлений невеликими дозами введення.

Премікси представляють собою однорідну суміш вітамінів (С, А, D, Е, К, В1, В2, В6, В12, РР, фолієвої кислоти та пантотенової кислоти, біотину) та

мінеральних речовин (кальцію, заліза, інших макро- і мікроелементів), де їх вміст та співвідношення відповідають завданням збагачення та фізіологічним потребам людського організму. Це враховує особливості структури харчування та потреби різних груп населення у цих мікронутрієнтах [9].

У преміксах зазвичай використовують відносно інертні харчові речовини в якості носіїв. Вибір конкретного носія здебільшого визначається природою основного компонента, який збагачує продукт, а також враховує аспекти тривалості зберігання, легкості введення та змішування. Використання преміксів дає змогу підвищити харчову цінність продукту, водночас основні характеристики продукту, як-от споживчі властивості, мікробіологічні показники та термін зберігання, залишаються практично незмінними.

Склад преміксів для цукристих кондитерських виробів зазвичай адаптовано, використовуючи цукрову пудру як носій, а вітаміни представлені у формі спеціальних водорозчинних форм, які володіють максимальною стабільністю під час технологічної обробки [27].

Були розроблені рецептури та технології для виробництва мармеладно-пастильних виробів, які збагачені залізом. Для підвищення вмісту заліза у цих цукерках використовували спеціально розроблені вітамінно-мінеральні премікси, такі як Валетек-1 і Валетек-5, а також амоній-залізо (III) дегідроцитрат коричневий водний (E381). Під час дослідження було визначено оптимальний спосіб дозування шляхом визначення кількості добавки, що не перевищувала 30% від рекомендованої добової норми споживання заліза і не чинила негативного впливу на сенсорні властивості кінцевого продукту. [28].

Фахівці з Харківського інституту громадського харчування пропонують метод виробництва желейного мармеладу, в якому використовуються поліатомні спирти в кількості 0,3 – 0,5 % від загальної маси желе та хлорне залізо III в кількості 0,07 – 0,2 %. Цей підхід дозволяє зменшити витрати яблучного пектину на 15 % та цитрусового на 25 % [30].

Вчені розробили різноманітні методи збагачення кондитерських виробів, включаючи мармеладно-пастильні групи, за допомогою вітамінних преміксів. Для

створення функціональної зефірки «Вітамінізований» було використано препарат «Vitamin Premix H33815», який вводився в кінці процесу збивання зефірної маси. Отриманий продукт забезпечує задоволення потреб організму у мікронутрієнтах при споживанні середньої добової порції (близько 30 г) вітамінів: А – на 36,3 %, С – на 20,7 %, В3 – на 35,1 % і Е – на 40,8 % [31].

ТОВ «Артлайф» впровадило виробництво асортименту цукерок, які містять вітаміни А, С, В9, В3, Е, йод, селен, кальцій, магній, фосфор, цинк, хром, пантогематоген, антоціани, лютеїн та інші. Ці цукерки представлені у смаках апельсина, ананаса, ківі, вишні та полуниці [23].

Асортимент мармеладних виробів, які містять пре- і пробіотики, обмежений, але в наш час спостерігається інтенсивний розвиток цього напрямку.

Останнім часом зростає інтерес до вітамінних препаратів, отриманих із рослинної сировини, через їх вищу фізіологічну активність. У цих препаратах вітаміни подані у вигляді комплексів біологічно активних ізомерів, які мають різні функціональні спрямованості, забезпечуючи більший спектр та синергію їх впливу. Натуральні вітамінні комплекси стереоспецифічні, історично адаптовані до людського організму і загалом більш стабільні, ніж окремі синтетичні вітаміни. Не випадково близько 30 % ліків, які використовують у сучасній медицині, мають природне походження [38].

Майбутні можливості розвитку цього напрямку практично не мають обмежень. З усього різноманіття видів рослин лише невелика частина використовується людиною як харчові добавки. Склад промислових вітамінних видів рослин ще вужчий. Ситуація, що склалася, зумовлена, насамперед, нестачею знань про хімічний склад більшості рослинних матеріалів, коливаннями вмісту ключових БАР залежно від часу збору, умов вирощування, зберігання й переробки, а також ускладненням розроблення раціональних методів додавання в кондитерські вироби напівфабрикатів рослинного походження порівняно із синтетичними вітамінами [38].

Під час використання рослинних матеріалів важливо забезпечити їхню безпеку, оскільки в них можуть бути присутніми токсичні елементи, пестициди, отруйні речовини, радіонукліди та інші небезпечні компоненти [39].

Відходи харчової промисловості та сільського господарства, такі як буряковий жом, яблучні та виноградні вичавки, кошики соняшнику та горобиний шрот, є важливим резервом доступної та багатой на біологічно активні речовини сировини для кондитерської промисловості. Нині спостерігається активний розвиток цього напрямку, і на українському кондитерському ринку один за одним з'являються продукти з поліпшеними якісними характеристиками та підвищеною харчовою цінністю [39].

Уперше в Україні створено дослідно-промислову сушильну установку для виробництва багатокомпонентних порошкоподібних харчових напівфабрикатів із рослинної сировини.

Останніми роками було розроблено та впроваджено у виробництво десятки нових харчових напівфабрикатів на основі фруктів, овочів, лікарських і технічних інгредієнтів, а також кондитерських виробів. Значного прогресу було досягнуто у виробництві нових видів пастили та мармеладу.

Замість використання синтетичних барвників у желейному мармеладі рекомендується використовувати концентрати екстрактів вижимок з ягід. Це призводить до збільшення антиоксидантної активності мармеладу в 2 – 3 рази [40].

Технологія створення функціональних фруктових і желейних мармеладів з використанням цільної або пюрєподібної журавлини, чорної смородини, чорниці, нектарина, яблук і малини, з агаром, желатином, фруктозою та стевією заснована на методі «flow pack», який дає змогу досягти мінімальної продуктивності (від 500 до 1000 кг/год), досягається висока собівартість продукту та спрощується технічний процес, тому що не потрібне сушіння. Продуктивність (500 – 1000 кг/год) і спрощення технологічного процесу, оскільки відпадає необхідність у стадії сушіння [4].

Мармелади на основі фруктози з яблучно-гарбузового, яблучно-морквяного та яблучно-гарбузово-морквяного пюре мають покращені смакові та харчові характеристики та виробляються без використання синтетичних барвників і ароматизаторів [4].

Для раціонального використання цукрових буряків і максимального збереження їхніх цінних компонентів запропоновано ефективні технології глибокої переробки буряків на напівфабрикати з метою одержання поживних, низькосахаристих і недорогих продуктів харчування за рахунок високого вмісту в них харчових волокон, мікро- та макроелементів, вітамінів і білків. При приготуванні фруктових і желейних мармеладів було показано, що бурякову пасту додають разом із кислотою й ароматизатором на стадії охолодження мармеладної маси. Це позитивно позначається на якості мармеладу, оскільки всі поживні речовини пасти зберігаються, а висока масова частка сухих речовин у пасти перешкоджає включенню надлишкової води. Цей спосіб дає змогу знизити вміст харчових волокон у 2,25 рази, кальцію – у 2,9 рази, фосфору – у 1,5 рази, а енергетичну цінність мармеладу – на 23 % [4].

Розроблено технологію безперервного виробництва харчових порошків із рослинної сировини та дистиляційних стоків в осцилювальній вакуумній сушарці-млинку. Поєднання низькотемпературного вакуумного сушіння, подрібнення та інтенсивного перемішування значно скорочує час процесу [4].

Існують розробки щодо внесення до маси мармеладу на агарі відвару з моркви та сиропу з плодів шипшини, що проводиться разом з лимонною кислотою і ароматизаторами під час процесу охолодження. Отриманий мармелад відрізняється високою антиоксидантною активністю, підвищеною харчовою цінністю і оригінальними органолептичними характеристиками [6].

Отже, розширення застосування місцевої рослинної сировини та розробка енергоефективних та екологічно безвідходних технологій дозволять розширити асортимент кондитерських виробів з функціональною спрямованістю. Це також дозволить відмовитись від використання синтетичних смакоароматичних та фарбувальних речовин, а також зменшить собівартість готової продукції [6].

1.2 Вибір інгредієнтів для підвищення фізіологічної і функціональної цінності цукерок

Кропива дводомна є багаторічною трав'яною рослиною, що може досягати висоти до 2 метрів. Вона має довге та тонке повзуче дерев'янисте кореневище і тонке коріння в вузлах. Весь рослинний орган вкритий довгими жорсткими волосками, які мають пекучий ефект, і коротшими простими волосками. У волосках велика кількість кремнію, що надає їм ламкість, і при легкому контакті може виділятися кислота на шкіру (пекучість кропиви пояснюється наявністю мурашиної кислоти і гістаміну в кінчиках волосків). Стебло простояче, чотиригранне, просте, іноді з гілками, які виходять напроти у верхній частині. Листки розташовані супротивно на довгих черешках, мають довгасто-яйцевидну форму, загострену верхівку, і серцеподібну основу, з крупнопільчастим краєм. Квітки дрібні та зелені, групуються в суцвіття, які розташовані в пазухах верхніх листків; жіночі ростуть у пониклих сережках, а чоловічі у простоячих колосках. Плід має яйцеподібну або еліптичну форму та жовтувато-сірий колючий горішок. Квітує з середини червня до вересня, а плоди дозрівають у липні-вересні. Зустрічається на берегах річок, ярах, лісових галявинах, чагарниках, лісах, поруч із житловими зонами і дорогами, виступаючи як бур'ян [8].

Листя кропиви офіційно визначається як лікарська технічна сировина в Україні згідно з ГОСТ 12529-67, тоді як у медичних практиках інших країн використовується коріння та вся рослина в цілому. Досліджено, що відношення між листям, стеблами, квітами та коренями становить 48,0, 28,7, 6,2, 15,0 %, відповідно [8].

Листя кропиви збирають здебільшого в травні та липні. Стебла кропиви зазвичай відрізають і злегка підсушують, перш ніж відокремлювати листя. Сушіння на сонці слід уникати, оскільки воно призводить до знебарвлення сировини і руйнування біологічно активних речовин. При штучному сушінні температура нагріву листя не повинна перевищувати 50 °С. Вміст вологи у висушеній сировині не має перевищувати 14 %. При цьому чорне і коричневе

знебарвлене листя та інші частини рослин не повинні перевищувати 5 %. Інші домішки не повинні перевищувати 2 % для органічних і 1 % для мінеральних. Термін зберігання висушеного листя – два роки [9].

Листя кропиви містить моносахариди, полісахариди, пектинові речовини, клітковину, крохмаль (до 10 %), дубильні речовини (>2 %), хлорофіл (до 5 %), аскорбінову кислоту (до 269 мг%), бета-каротин та інші каротиноїди (до 50 мг%), вітаміни В₁, В₂ і К, мурашину кислоту, щавлева, бурштинова, фумарова, молочна, лимонна, кремнієва, фосфорна, хінова кислоти, флавоноїди (1,5 %), уртицин, ситостерин, ескулін, кумарин (0,85%), алкалоїди, включно з нікотином (не більш як 0,29%), ацетилхолін, гістамін, 5-гідрокситриптамін. Також ідентифіковані як 3,4-діокси-4-оксициннамінова (кавова), 3,5-диметокси-4-оксициннамінова (сінна), хлорогенова, 3-метокси-4-оксициннамінова (ферулова), трансіннаннамінова. Виявлено присутність п'яти ідентифікованих оксикоричних кислот (сумарний вміст 1,5 %) та однієї фенолкарбонової кислоти – 3,4,5-триоксибензойної (галової) [9].

«У листі містяться: зола – 14,40 %; макроелементи (мг/г): К – 34,20, Са – 37,40, Mg – 6,00, Fe – 0,3; мікроелементи (КБН): Mn – 0,31, Cu – 0,80, Zn – 0,50, Co – 0,13, Mo – 248,00, Cr – 0,06, Al – 0,11, Ba – 16, 64, Se – 10,50, Ni – 0,12, Sr – 1,15, Pb – 0,06. В – 97,20 мкг/г» [45].

Водночас більша частина поживних речовин руйнується під час сушіння та зберігання. У таблиці 1.1 наведено хімічний склад сировини з висушених на повітрі органів вегетативних частин кропиви [5].

Завдяки наявності вітаміну С, β-каротину, біофлавоноїдів та інших антиоксидантів, кропива та вироблені з неї напівфабрикати проявляють високу антиоксидантну активність. Значення антиоксидантної активності для водного екстракту складає 0,9–1 г/л [9].

Флавоноїди отримали назву «природні біологічні модифікатори реакцій» завдяки їх здатності змінювати відповідь організму на алергени, віруси і канцерогени. Назва пояснюється їхньою протизапальною, протиалергійною, антивірусною та антиканцерогенною дією. Флавоноїди також захищають від

окислення та пошкодження вільними радикалами. Антиоксидантні властивості флавоноїдів охоплюють ширший спектр, ніж у інших антиоксидантів, таких як вітаміни С і Е, селен і цинк. Флавоноїди мають високу вітамінну активність і діють синергічно з аскорбіновою кислотою.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад дводомної кропиви

Показник	Частина			Корінь
	квітка	листок	стебло	
Вологість, %	8,3	8,7	7,2	7,2
Зольність, %	12,3	14,4	8,3	0,6
Легкогідролізовані полісахариди, %	4,1	5,3 – 6,8	5,5	7,6
Клітковина, %	24,2	27,7	34,9	33,9
Хлорофіли А і В, мг%	20,7	24,1 – 211,3	16,9	10,8
Каротиноїди, мг%	0,3	0,5	0,5	0,5
Вітамін С, мг%	2,7	2,8 – 140,1	2,7	2,7
Дубильні речовини, %	0,5	0,4 – 3,2	0,2	0,9
Флавоноїди, мг%	4,6	4,5	4,6	3,6
Вітамін Р (рутин), мг%	9,5	224,5	4,5	5,3
Амінокислоти, %	-	1,8	-	-
Пектинові речовини, %	-	16,7	-	-
Органічні кислоти, %	-	8,3	-	-
Вітамін К ₁ , мг%	-	218,7	-	-

Двodomна кропива проявляє помірну активність у попередженні мутагенезу і застосовується в складі рослинних зборів з орієнтованою антимуутагенною дією [9].

Активні речовини, переважно вітаміни та залізо, вирівнюють ліпідний обмін в організмі. Препарати кропиви мають виражену кровоспинну дію, яка пов'язана з вітаміном К, що міститься в листі цієї рослини, який активує утворення протромбіну, одного з основних факторів згортання крові в печінці. Однак тільки

свіже листя кропиви має кровоспинну дію (сушене листя не має такого ефекту, навпаки, воно уповільнює процес згортання крові приблизно вдвічі). Крім того, препарати кропиви мають жовчогінну, протизапальну та антианемічну дію, проявляють кровоспинну дію, сприяють відновленню слизових оболонок шлунково-кишкового тракту і мають судинозвужувальну дію. Препарати, які містять екстракт з листя кропиви, є ефективними у випадках дефіциту вітаміну С та авітамінозів [8].

Листя можна використовувати сушене, ціле або подрібнене. Сухий екстракт кропиви входить до складу препарату «Алохол». Рідкий екстракт і відвари застосовуються для лікування кровотеч при захворюваннях різного характеру, таких як кишкові, ниркові, легеневі та інші. У народній медицині також використовують відвар, свіжий сік та сухий порошок з кропиви для аналогічних цілей.

Рада Європи схвалила траву та листя кропиви як природне джерело харчових ароматизаторів [6].

Ряд українських та іноземних компаній виробляють різноманітні напівфабрикати, використовуючи кропиви дводомну.

Вивчено вплив порошоків із кропиви, а також спиртової та масляної пасти в концентрації від 0,5 % до 2,0 % на процес формування структури та вітамінно-мінеральний склад маси для виробництва мармеладу. Зафіксовано позитивний ефект порошоків на підвищення міцності продукту і упродовж процесу його формування. У желе мармеладі, який збагачено на 2 % кропив'яним порошком, вміст калію збільшується в 68,7 разів, кальцію – в 17,3 рази, магнію - в 10,3 рази. Також зафіксовано появу вітамінів С, К, β -каротину, які були відсутні в мармеладі без додатків [7].

Однак у більшості випадків на етапі розроблення технології виробництва рослинних добавок і функціональних кондитерських виробів на їхній основі не вдається забезпечити необхідний вміст біологічно активних речовин (БАР) на рівні, зазначеному в ДСТУ 52349-2005 (у межах 10 – 50 % від добової фізіологічної потреби). При цьому враховується споживання продукту відповідно

до рекомендованої добової норми (на 100 ккал для кондитерських виробів) і гарантований вміст БАР на цьому рівні протягом терміну придатності продукту.

Одним із розв'язань цієї проблеми та ефективною стратегією використання синергетичного ефекту окремих інгредієнтів в одному продукті є використання трав'яних добавок, синтетичних вітамінів та антиоксидантів у рецептурах мармеладних цукерок на основі пектину. Особливе значення в цьому контексті має аскорбінова кислота (вітамін С), яка широко використовується в харчовій промисловості як консервант, стабілізатор кольору та регулятор рН [16].

Повсюдний дефіцит вітаміну С в Україні зумовлений, насамперед, його низькою стабільністю та швидким окисненням у процесі приготування і зберігання. Тому пошук шляхів підвищення стабільності аскорбінової кислоти в харчових продуктах є важливим технічним завданням.

Аскорбінова кислота взаємодіє з вуглеводневим обміном, і її недостаток може порушити процес утилізації глюкози. Вітамін С сприяє окисненню і виведенню холестерину з організму, що заважає розвитку атеросклерозу та знижує рівень холестерину в крові.

Аскорбінова кислота здебільшого всмоктується в тонкому кишечнику після надходження в організм людини з їжею. Концентрація в крові досягає максимуму приблизно через 4 години після прийому. Проте достовірно встановлено, що певна кількість вітаміну С потрапляє в кров через слизову оболонку порожнини рота. Певна кількість аскорбінової кислоти виводиться з організму із сечею (20 – 30 мг/добу) та калом (6 мг/добу).

Фізичні та розумові навантаження, такі як низький тиск, емоційний стрес і м'язова активність, впливають на метаболізм вітамінів в організмі.

Метаболізм аскорбінової кислоти пов'язаний із метаболізмом інших вітамінів, і виявлено синергетичний ефект між вітаміном С і В1, пантотеновою та нікотиною кислотами. Ця взаємодія сприяє ферментативному перетворенню фолієвої кислоти в її активну коферментну форму. Одночасне призначення аскорбінової та фолієвої кислот як лікування пацієнтів із дефіцитом вітаміну С і фолатів сприяє ефективнішому лікуванню виразкової анемії. Аскорбінова кислота

відіграє важливу роль у метаболізмі вітаміну Е і сприяє відновленню окислених молекул токоферолу, що утворюються при взаємодії з реактивними видами кисню. Крім того, аскорбінова кислота сприяє засвоєнню багатьох мінеральних елементів, таких як залізо, відновлюючи тривалентне залізо до двовалентного, полегшуючи його всмоктування в кишечнику і зв'язування з феритином [11].

Аскорбінова кислота виконує важливу роль в утворенні міжклітинних речовин, хряща, дентину та кісток, зокрема в процесі синтезу колагену. Вона сприяє утворенню проколагену та його подальшому переходу в колаген.

Вітамін С грає важливу роль у підтримці природної та набутої імунітету організму в боротьбі з інфекційними захворюваннями. Результати різних експериментів на тваринах свідчать про зниження імунобіологічних реакцій, таких як комплементарна і фагоцитарна активність крові та титр специфічних антитіл, при недостатності вітаміну С. Подібні тенденції було спостережено і серед людей. Виявлено, що епідемії захворювань, таких як грип та простудні захворювання, визначені частково сезонним дефіцитом продуктів, багатих вітамінами С, А та рибофлавіном, а також зі зниженням вмісту цих вітамінів у тривало зберіганих продуктах. Регулярне додаткове вживання вітаміну С, особливо у складі полівітамінних препаратів, сприяє швидшому відновленню при гострому катарі верхніх дихальних шляхів, грипі, ангіні, радикуліті та міозиті. Також спостерігається зниження випадків радикулітів, міозитів, гострих гастроентероколітів і загальної тривалості непрацездатності [11].

Описано різноманітні ефекти вітаміну С, але питання про їх конкретний механізм, специфічні аспекти участі аскорбінової кислоти в цих ефектах та їхню справжню роль у фізіологічних реакціях залишаються невирішеними. Однак очевидно, що аскорбінова кислота відіграє фундаментальну біохімічну і фізіологічну роль, сприяючи нормальному розвитку з'єднувальної тканини, процесам регенерації і загоєння, забезпечуючи стійкість до різних видів стресу, підтримуючи нормальний імунний статус організму та сприяючи процесам кровотворення.

Визначений рівень фізіологічних потреб вітаміну С відрізняється в різних країнах і коливається в межах від 45 до 110 мг на добу. Максимально допустимий рівень споживання цього вітаміну складає 2000 мг на добу. Згідно з методичними рекомендаціями "Норми фізіологічних потреб в енергії і харчових речовинах для різних груп населення України", рекомендована фізіологічна потреба для дорослих становить 90 мг на добу, а для дітей — від 30 до 90 мг на добу. Чинники, які можуть збільшити потребу в цьому вітаміні, включають куріння (збільшує потребу на 1,5 рази), роботу в холодному кліматі, на шкідливих виробництвах, важкі фізичні навантаження, нервово-емоційний стрес, вагітність, годування грудьми, реабілітацію після серйозних захворювань та операцій, а також необхідність підтримання імунної системи організму [12].

Вітамін С не може накопичуватися в організмі, тому важливо постійно отримувати його з їжі. Природні джерела вітаміну С - свіжі фрукти, салати та овочі. Однак аскорбінова кислота чутлива до умов обробки. Подрібнення і перетирання овочів, фруктів і ягід перед тепловою обробкою часто супроводжується значною втратою аскорбінової кислоти. Альфа-аскорбінова кислота піддається оборотному окисленню до дегідроаскорбінової кислоти, причому цей процес прискорюється в нейтральному і лужному середовищі. У кислому середовищі аскорбінова кислота стабільна і витримує нагрівання до 100°C. Окислення посилюється за участю іонів важких металів (наприклад, міді, заліза та срібла) і рослинних оксидаз, але сповільнюється за участю деяких стабілізаторів. У процесі необоротного окислення аскорбінова кислота перетворюється на 2,3-дикетогулонову, щавлеву і треонову кислоти [12].

У харчовій промисловості аскорбінову кислоту використовують переважно для таких цілей [13]:

- 1) Для покращення харчових властивостей продуктів, таких як фруктові соки, соковмісні і водорозчинні напої, лимонади, фруктові та овочеві пюре, сухі сніданки, льодяники, мармелад гумка тощо;

- 2) Стандартизувати кількість вітаміну С в таких продуктах, як фруктові та овочеві соки, пюре і консервовані продукти;

3) Будучи природним антиоксидантом, аскорбінова кислота може використовуватися для забезпечення стабільності продуктів харчування та напоїв. Її можна додавати під час обробки та перед пакуванням для збереження кольору, аромату та поживної цінності продуктів;

4) Аскорбінову кислоту використовують як поліпшувач у хлібопекарському виробництві, її можна додати у свіже борошно для поліпшення його пекарських властивостей. Це, в свою чергу, дозволяє заощадити час, який зазвичай витрачається на дозрівання борошна після помелу, і призводить до збереження ресурсів у розмірі 4 – 8 тижнів;

5) Додавання аскорбінової кислоти в м'ясне виробництво призначене для стабілізації кольору свіжого м'яса і м'ясних продуктів, при цьому зменшується кількість необхідного використання нітритів і, відповідно, знижується вміст нітритів у готовому продукті.

Під час збагачення продуктів вітаміном С, слід враховувати такі технологічні рекомендації [15]:

1) Вносити аскорбінову кислоту на більш пізньому етапі технологічного процесу;

2) Уникати довготривалого термічного впливу (для компенсації можливих втрат розглядайте можливість додаткового введення);

3) Уникати взаємодію з металевими елементами обладнання;

4) Максимально скоротити період, протягом якого продукт знаходиться у контакті з киснем повітря.

Висновки за розділом

На ринку функціональних кондитерських виробів збільшується попит, але пропозиція цукерок цукристої групи з функціональними властивостями відстає. Мармеладні цукерки на пектині можуть стати перспективною основою для розробки таких продуктів, оскільки вони володіють благоприємними структурно-механічними та смаковими характеристиками, а також мають меншу енергетичну

цінність порівняно з іншими цукровими кондитерськими виробами. Використання пектину також сприяє продовженню впливу біологічно активних речовин на організм. Для створення желе чи мармеладних цукерок, спрямованих на посилення вітаміну С, рекомендується використовувати комплексні рослинні добавки на основі листя кропиви дводомної та аскорбінової кислоти. Це дозволяє досягти потрібного вмісту вітаміну та підвищити тривалість його збереження завдяки протекторним властивостям біофлавоноїдів кропиви та мармеладного студня. Використання такого комплексу інгредієнтів у рецептурі мармеладних цукерок може дозволити відмовитися від синтетичних добавок у смаку, ароматі та забарвленні.

2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика об'єктів дослідження

Робота виконана в навчальній лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ та у виробничій лабораторії ТОВ «Кріоліт-Д». Дослідження проводили за схемою, що подана на рисунку 2.1.

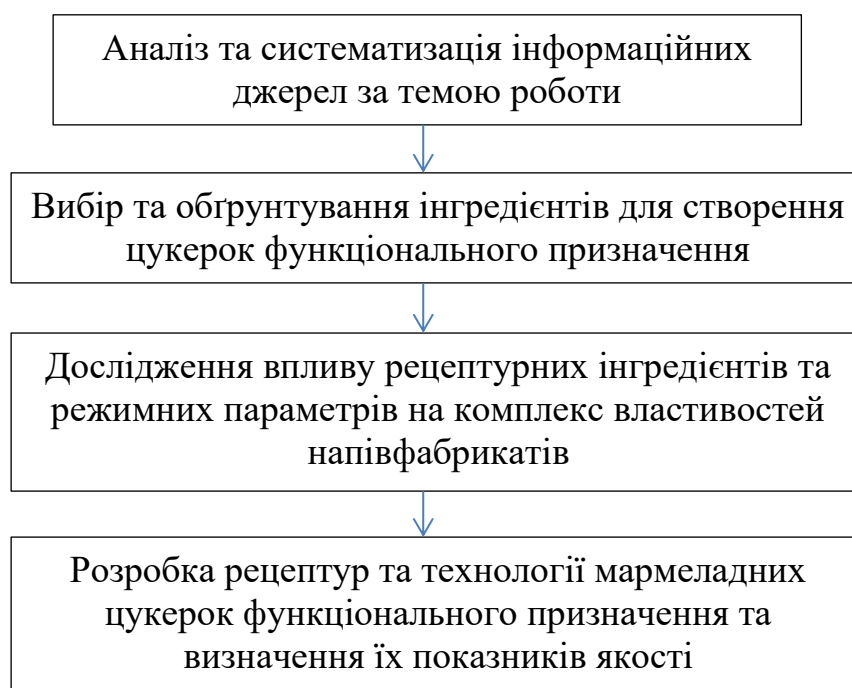


Рисунок 2.1 – Схема проведення експериментальних досліджень

Виготовлення експериментальних зразків напівфабрикатів мармеладу та цукерок проводилося в лабораторних умовах за допомогою спеціальної установки (зображеної на рисунку 2.2).

Для формування желе використовувалися три різновиди пектинів: Uniprestin RG DS, Classic CS 401 та ARC 105. Ці пектини є традиційними і широко використовуються в українській кондитерській промисловості. Вони здатні утворювати стійкі студні за умов присутності цукру при рН в межах 2,5 – 3,5. Висока адгезія цих студнів до молекул кисню, кисле середовище та низький вміст вологи сприяють збереженню біологічно активних речовин (БАР) у

функціональних інгредієнтах протягом всього терміну придатності цукерок, гарантуючи їхній сталій вміст.

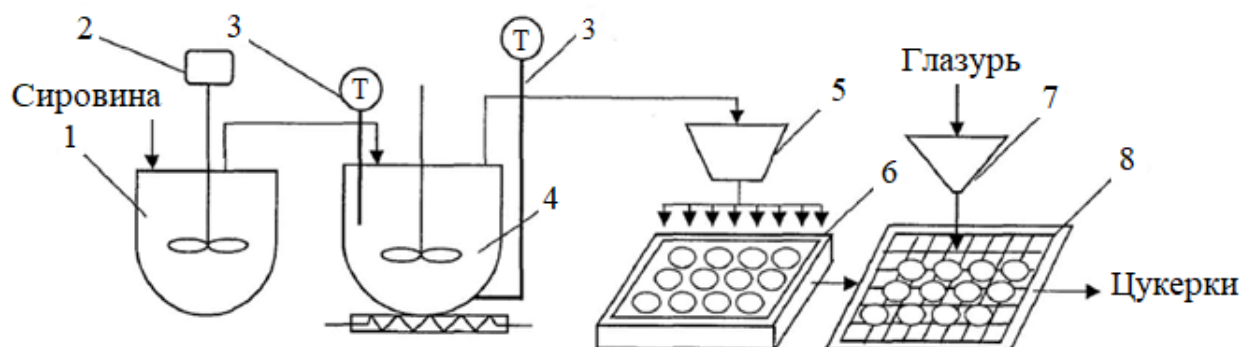


Рисунок 2.2 – Лабораторна установка, призначена для виготовлення мармеладу та мармеладних цукерок

1 – ємність для розчинення пектину; 2 – міксер; 3 – датчик температури; 4 – відкритий варочний котел з мішалкою; 5 – об'ємний дозатор; 6 – лоток з крохмалем; 7 – воронка; 8 – решітчастий стіл.

Основні характеристики якості вибраних пектинів представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика якості пектинів

Показник	Марка пектину		
	Unipectin PG DS	Classic CS 401	APC 105
Міцність геля, (USA-SAG)	150	150	154
Ступінь етерифікації, %	60,1	61,0	59,3
Вміст галактоуронової кислоти, %	> 65	88	> 65
Вологість, %	3,55	4,11	5,76
pH (2 % р-р)	3,2	3,2	3,2
Температура садки, °C	-	-	63
Час желеутворення, с	360 – 380	405	550
Швидкість желе-утворення	Середня	Середня	Дуже повільна
Колір, запах	Світло-бежевий порошок з нейтральним запахом	Світло-бежевий порошок з нейтральним запахом	Блідо-жовтий/коричневий порошок з нейтральним запахом

Вибір пектинів середньої та повільної швидкості утворення желе здійснено з урахуванням особливостей рецептури (з високим вмістом СР – 15 %) желе та необхідності забезпечення достатнього часу для формування цукеркових корпусів під час відливання. Використання пектинів із високою швидкістю утворення желе в цьому випадку може призвести до «передчасного утворення желе».

Для виробництва напівфабрикатів із кропиви в лабораторії використовували порошки різних дисперсій і спиртові екстракти (за ГОСТ 12529-67), отримані з повітряно-сухої подрібненої лікарської сировини листя кропиви. Також використовувався концентрований водний екстракт листя кропиви дводомної. Якісні характеристики добавок із кропиви наведено в таблиці 2.2 [39].

Таблиця 2.2 – Характеристика фізико-хімічних властивостей напівфабрикатів з кропиви

Найменування показника	Порошок кропив'яний (розмір часток 0,14 – 0,25 мм)	Спиртовий екстракт кропив'яний
Зовнішній вигляд, колір, запах	Темно-зелений, трав'янистий	Темно-зелений, трав'янистий
Масова частка СР, %	90,15	1,99
Пектинові речовини, %	7,22	-
Хлорофіли А і В, мг/100 г	32,51	35,41
Каротиноїди, мг/100 г	0,51	0,18
Вітамін С, мг/100 г	3,11	2,91
Дубильні речовини, %	0,52	0,06
Флавоноїди, мг/100 г	4,47	4,56

Зразки розчину пектину готували, додаючи відміряну масу пектину в дистильовану воду при 50°C, енергійно перемішуючи, щоб уникнути утворення грудок, і залишаючи до повного розчинення на 12 годин. Потім розчин знову перемішували і вимірювали в'язкість за фіксованої швидкості деформації 50 с-1 за 25°C. Вибір швидкості деформації визначався характеристиками

вимірювального приладу і технічними параметрами приготування розчину пектину на виробництві.

2.2 Методи дослідження

У роботі застосовували загальноприйняті та спеціальні методи дослідження властивостей сировини, напівфабрикатів і готової продукції.

2.2.1 Методика дослідження реологічних властивостей мармеладних мас і розчинів пектину

Вимірювальна комірка (рис. 2.2) приладу складається з ротора (ISO/ASTM) (рис. 2.2) і нерухомого циліндра (циліндричної посудини), зануреного в ультратермостат, для підтримки постійної температури в процесі вимірювання.

Вибір конкретного ротора (рис. 2.3) зі стандартного набору залежить від властивостей вимірюваного середовища, і температури, величини швидкості деформації в процесі вимірювання і визначається на практиці в ході попередніх випробувань.

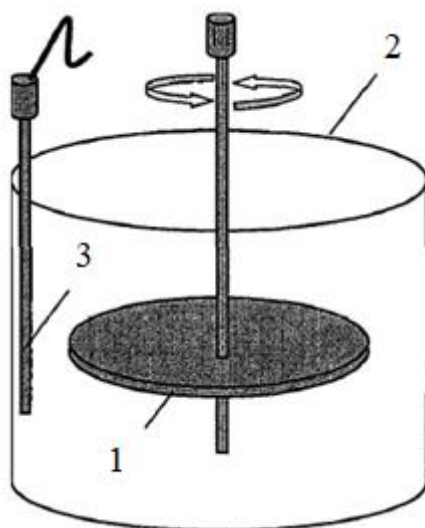


Рисунок 2.2 – Вимірювальна комірка

1 – ротор; 2 – циліндр; 3 – датчик температури.

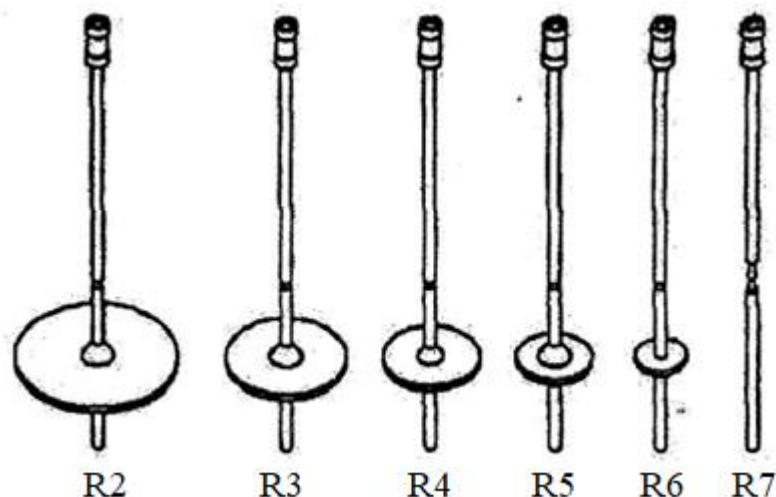


Рисунок 2.3 – Стандартний набір роторів.

1. Підготовка до випробування.

1.1. Проводять відбір проб, об'ємом 400 см^3 в циліндричну посудину діаметром 100 мм.

1.2. Посудину з досліджуваним зразком занурюють в ультратермостат, попередньо розігріту до температури досліджень. Далі в посудину занурюють датчик температури (Pt 100) і витримують при постійному перемішуванні до досягнення температури початку вимірювання ($75 - 100 \text{ }^\circ\text{C}$) з похибкою не більше $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

1.3. Віскозиметр готують відповідно до інструкції з експлуатації.

2. Проведення досліджень.

2.1. За допомогою регульовального гвинта вимірювальну головку приладу опускають вниз, таким чином, щоб ротор приладу занурився в досліджувану масу. Глибина занурення відзначена рисою на роторі.

2.2. Дослідження проводять відповідно до інструкції з експлуатації віскозиметра в режимі контрольованої швидкості зсуву. Управління приладом здійснюють в автоматичному (віддаленому) режимі за допомогою персонального комп'ютера.

2.3. Дослідження повторюють на новій порції досліджуваного зразка по пунктам 1.1 – 2.3.

2.4. Для дослідження при наступній температурі, дослідження повторюють на новій порції досліджуваного зразка по пунктам 1.1 – 2.3, задаючи потрібну температуру дослідження в пункті 1.2.

3. Обробка результатів.

3.1. Обробка і зберігання експериментальних даних здійснюється за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Система автоматично реєструє значення напруження зсуву при фіксованій швидкості деформації в кожній точці вимірювальної процедурні та розраховує відповідне значення ефективності в'язкості. В залежності від рішення оператора експериментальні дані виводяться в табличному або графічному вигляді.

3.2. За результат досліджень приймають середнє арифметичне результатів трьох послідовних визначень. Похибка вимірювання складає $\pm 0,5\%$ від діапазону вимірювання.

2.2.2 Методика визначення пластичної міцності корпусів цукерок

Занурення індентора здійснювалося з постійною швидкістю (0,5 мм/с), а напруження зсуву перебувало за вимірюваним зусиллям, яке необхідно створити (виміряти), щоб здійснити рух із заданою швидкістю. За величиною напруження зсуву, в момент руйнування желе судили про пластичну міцність (межу міцності) корпусів цукерок [18].

Схема приладу представлена на рисунках 2.3 та 2.4

1. Підготовка до досліджень.

1.1. Проводять відбір проб.

1.2. Глазуровані цукерки обережно очищають від покриття.

1.3. Зразки витримують в сухо-повітряному термостаті протягом 60 хв при температурі 25 °С.

1.4. Текстурний аналізатор готують відповідно до інструкції з експлуатації.

1.5. У тримачі приладу закріплюють сферичний індентор з нержавіючої сталі $d = 12,7$ мм (рис. 2.4 а), закручуючи його проти годинникової стрілки.

1.6. Корпус цукерки закріплюють на предметному столику за допомогою затиску (рис. 2.4 б), за допомогою регулятора висоти піднімають столик таким чином, що відстань від поверхні індентора до зразка становила 15 – 20 мм.

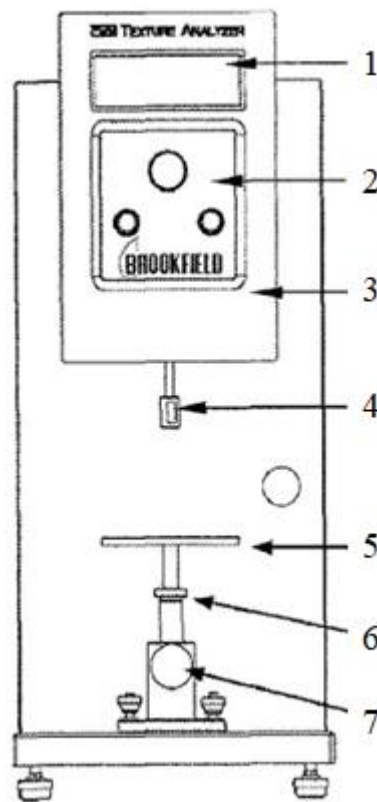


Рисунок 2.3 – Текстурний аналізатор

1 – дисплей; 2 – панель керування; 3 – вимірювальна головка; 4 – кріплення інденторів; 5 – поворотний столик; 6, 7 – регулятор та фіксатор висоти столика.

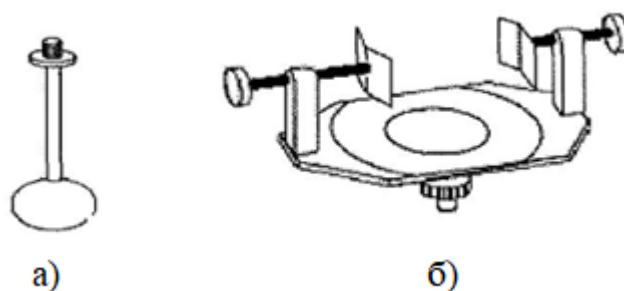


Рисунок 2.4 – Сферичний індентор (а) і затискач (б).

2. Проведення досліджень.

2.1. Дослідження проводять відповідно до інструкції з експлуатації текстурного аналізатора. Управління приладом здійснюють в віддаленому режимі

за допомогою персонального комп'ютера. Для проведення досліджень оператору необхідно розробити і зберегти вимірювальну процедуру, в якій будуть завдані геометричні розміри зразка, режими дослідження.

3. Обробка результатів.

3.1. Обробка і зберігання експериментальних даних здійснюється за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Система в реальному часі реєструє значення навантаження необхідної для занурення індентора на задану глибину і в залежності від рішення оператора експериментальні дані виводяться в табличному або графічному вигляді (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Деформаційні криві

З рисунка 2.5 видно, що після того, як досягнуто поріг спрацювання спускового механізму, зусилля необхідне для продавлювання зразка збільшується до певної межі, після чого нахил кривої зменшується, і зусилля досягає практично постійного значення (плато), поки не відбувається продавлювання поверхні (порушення суцільності желейного студня). У цей момент на кривій відзначається перелом (позитивний пік сили), значення сили прикладеної в цей момент на одиницю площі приймалося за величину пластичної міцності цукеркового корпусу. Після досягнення заданої глибини занурення (на представленому графіку цей момент збігається з досягнення позитивного піку), починається рух

індентора в зворотну сторону. Величина зусилля приймає негативного значення, за рахунок сил адгезійної взаємодії поверхні індентора і зразка, які перешкоджають його підняттю. При цьому в певний момент (негативний пік сили) розривні зусилля перевищують величину адгезійних сил і відбувається відрив індентора від поверхні зразка.

Представлені на рис. 2.5 залежності 1 і 2 наочно демонструють поведінку більш щільних, жорстких матеріалів (зразок 1), нахил кривої і величина позитивного піку сили яких максимальна і більш в'язких, ніжних (зразок 2).

3.2. За результат досліджень приймають середнє арифметичне результатів трьох послідовних визначень. Похибка вимірювання складає $\pm 1\%$ від діапазону вимірювання.

2.3 Методика оцінки органолептичних показників

Дослідження дослідних зразків цукерок проводилося шляхом проведення органолептичної оцінки за бальним методом, з використанням показників якості, визначених у ДСТУ 4570-93. Крім цього, при оцінці враховувались також показники «структура» і "консистенція", які є найбільш суттєвими для мармеладних продуктів.

Дегустацію представлених зразків здійснював колектив дегустаторів ТОВ «Кріоліт-Д», склад якого включав 5 осіб. При цьому враховувались коефіцієнти вагомості (таблиця 2.3), які відображали значущість кожного показника за розробленою п'ятибальною шкалою (таблиця 2.4)

Таблиця 2.3 – Коефіцієнти вагомості

Показник	Коефіцієнт
Смак	5
Запах	4
Структура	4
Консистенція	4
Форма (колір для не глазуrowаних)	3

Розподіл коефіцієнтів вагомості виконувався відповідно до наступних принципів: сумарне значення всіх коефіцієнтів складало 20, щоб забезпечити перетворення п'ятибальної шкали в 100-бальну, незалежно від кількості оцінюваних параметрів; також забезпечувалася можливість вираження сумарних балів у відсотках від оптимальної якості, прийнятої за 100 %.

2.4 Оцінка якісних характеристик цукерок під час їх зберігання

Для визначення змін якісних характеристик і терміну придатності кондитерських виробів у процесі зберігання їх зберігали протягом 30 днів і відбирали проби через рівні проміжки часу.

1. Підготовка до випробування.

1.1. Відбір проб згідно з ДСТУ 5904-94.

1.2. Цукерки розміщують у коробки з гофрованого картону і поміщають у сухий термостат, де забезпечується стійка температура 18 °С і відносна вологість повітря на рівні 55 %.

2. Проведення досліджень.

2.1. Кожні 5 днів здійснюється забір проб, визначається вміст вологи відповідно до ДСТУ 626-2006, а також оцінюється пластична міцність корпусів цукерок за методикою, описаною в розділі 2.2.

Таблиця 2.4 – Шкала органолептичної оцінки мармеладних цукерок

Показник	Характеристика показників				
	5 балів	4 бали	3 бали	2 бали	1 бал
Смак	Яскраво виражений, гармонійний, характерний для даного найменування цукерок, без сторонніх присмаків	Типовий смак, без сторонніх присмаків	Негармонійний смак	Нетиповий смак, наявність слабкого неприємного присмаку	Грубий смак зі сторонніми присмаками лежалих виробів
Запах	Яскраво виражений, гармонійний, характерний для даного найменування цукерок, без сторонніх запахів	Типовий аромат, без сторонніх запахів	Ослаблений аромат	Слабовиражений аромат	Неприємний аромат
Структура	Однорідна, характерна для мармеладу	Однорідна	Однорідна з нетиповими смаковими відчуттями	Неоднорідна (груба), що містить дрібні включення	Неоднорідна, складається з окремих конгломератів
Консистенція	Рівномірна, пружна, ніжна, що тоне в роті	Пружно-пластична (довга), злегка зтяжна	Пружна, злегка ущільнена	Туга (коротка), тендітна	В'язка, липка
Колір	Виражений, рівномірний	Типовий, без включень іншого кольору	Слабовиражений або не гармонійний	Нерівномірний	Нерівномірний з включенням іншого кольору

2.2. Після завершення 30-денного періоду здійснюється відбір проб, проводиться оцінка органолептичних характеристик цукерок відповідно до методу, описаного у розділі 2.3; визначається вміст вологи за ДСТУ 626-2006; оцінюється пластична міцність корпусів цукерок за методикою, представленою в параграфі 2.2; вимірюється вміст вітаміну С згідно з ГОСТ 24556-89; розраховується масова частка шоколадної глазури відповідно до ГОСТ 5897-90 і визначається рН методом потенціометрії.

3. Обробка отриманих даних включає розрахунок середнього арифметичного з трьох послідовних вимірювань.

Висновки за розділом

В даному розділі кваліфікаційної роботи розроблено схему проведення досліджень та методики згідно яких визначалися показники якості напівфабрикатів та готового продукту, також розглянуто матеріально-технічне забезпечення дослідної частини роботи.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження реологічних властивостей мармеладних мас

Для обґрунтування вибору конкретної марки пектину, форми добавки кропиви дводомної і визначення граничних температур формування мармеладних мас, досліджували вплив рецептурних інгредієнтів і режимних параметрів на напруження зсуву і в'язкість маси.

На основі проведених експериментальних досліджень (рис. 3.1 – 3.2) встановлено, що в'язкість мас інтенсивно знижується при збільшенні швидкості деформації до $30 - 35 \text{ c}^{-1}$, після чого залишається майже незмінною, що свідчить про наближення до граничного ступеня руйнування структури.

Аналіз значень граничного напруження зсуву, дозволяє зробити висновок про те, що желейна маса є не структурованою рідиною, а маломіцним твердим тілом.

При фіксованій концентрації пектинів в'язкість мас збільшується в напрямку: Unipectin PG DS > Classic CS 401 > APC 105. Так в'язкість мас на APC 105 вище, ніж на Classic CS 401 в середньому на 13 %, а на Unipectin PG DS на 58 %. При цьому для всіх досліджуваних пектинів при збільшенні концентрації на 0,5 %, в'язкість зростає в середньому на 0,12 Па·с.

Такі відмінності в реологічних властивостях мас можуть бути пов'язані з величиною молекулярної маси і заряду пектинових молекул. Відомо, що за інших рівних умов, в'язкість розчинів пектинів зростає зі збільшенням молекулярної маси і кількості вільних карбоксильних груп [16].

Для підтвердження даного факту досліджували в'язкість 2 %-х пектинових розчинів в дистильованій воді (табл. 3.1.).

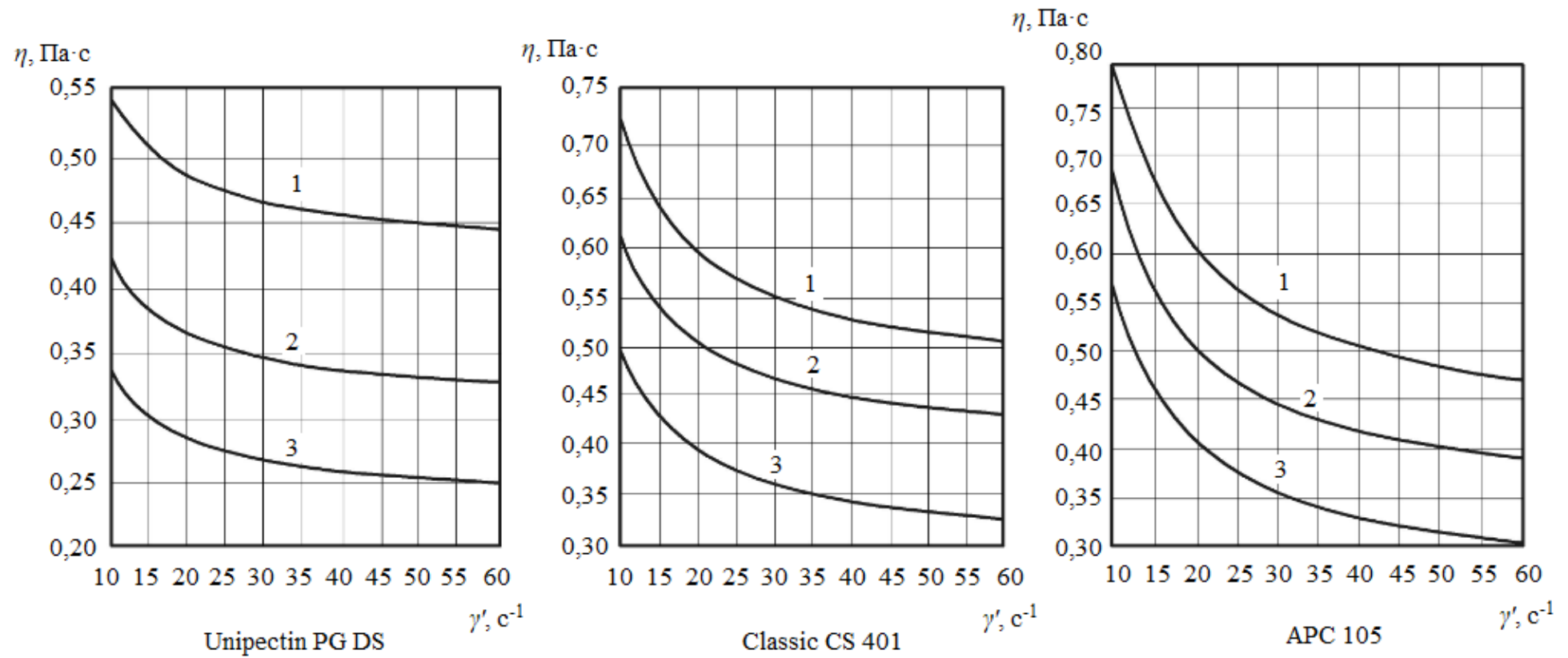


Рисунок 3.1 – Криві в'язкості мармеладних мас при температурі 100 °C і концентрації пектинів:

1 – 2 %; 2 – 1,5%; 3 – 1 %.

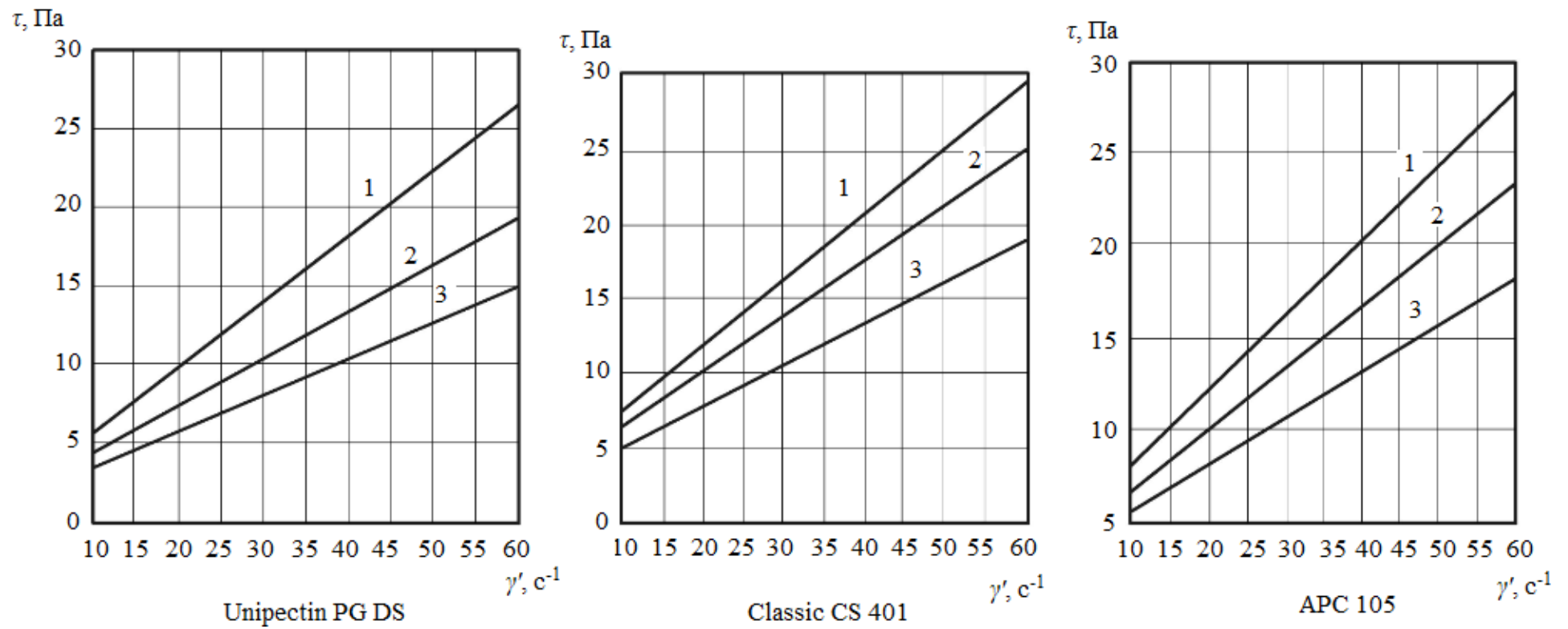


Рисунок 3.2 – Криві течії мармеладних мас при температурі 100 °C і концентрації пектинів:

1 – 2 %; 2 – 1,5%; 3 – 1 %.

Таблиця 3.1 – Значення в'язкості розчинів пектину і ступенів еретифікації

Марка пектину	Ефективна в'язкість, мПа·с	Ступінь еретифікації,%
Unipectin PG DS	77,6	60,1
Classic CS 401	80,0	61,0
APC 105	68,0	59,3

Аналіз даних таблиці 3.1 показує, що по в'язкості розчинів досліджувані пектини розташовані в порядку: Classic CS 401 > Unipectin PG DS > APC 105. Таким чином, отримані дані підтверджують висунуте припущення, а більш висока в'язкість мас на пектині APC 105 може бити пов'язана з більш низьким ступенем еретифікації, який зумовлює його меншу розчинність.

Встановлено, що внесення добавок кропиви призводить до різкого зростання в'язкості і граничного напруження зсуву желейної маси, проте ступінь їх впливу різна (рис. 3.3).

Внесення аскорбінової кислоти (до 0,2 %) не робить помітного впливу на реологічні властивості мармеладних мас.

При використанні порошків підвищення в'язкості маси пов'язано в першу чергу, з двома причинами: появою в однорідній системі дисперсних частинок, розміри яких значно перевищують розміри пектинових макромолекул, за рахунок чого переміщення цих частинок буде ускладнено; поглинання вологи частинками порошку в процесі набухання, що призводить до зростання концентрації студнеутворювача і масової частки розчинних сухих речовин в системі.

Істотний вплив на ступінь збільшення в'язкості має розмір часток порошку і форми внесення. Так, сухий порошок з розмірами частинок 0,14 – 0,2 мм збільшує в'язкість в 2,0 – 2,6 рази (є труднощі з рівномірним розподілом часток порошку у в'язкій желейній масі), гідратований – в 2,2 – 3,0 рази, а гідратований порошок з розміром частин 0,2 – 0,25 мм – в 2,9 – 4,1 рази.

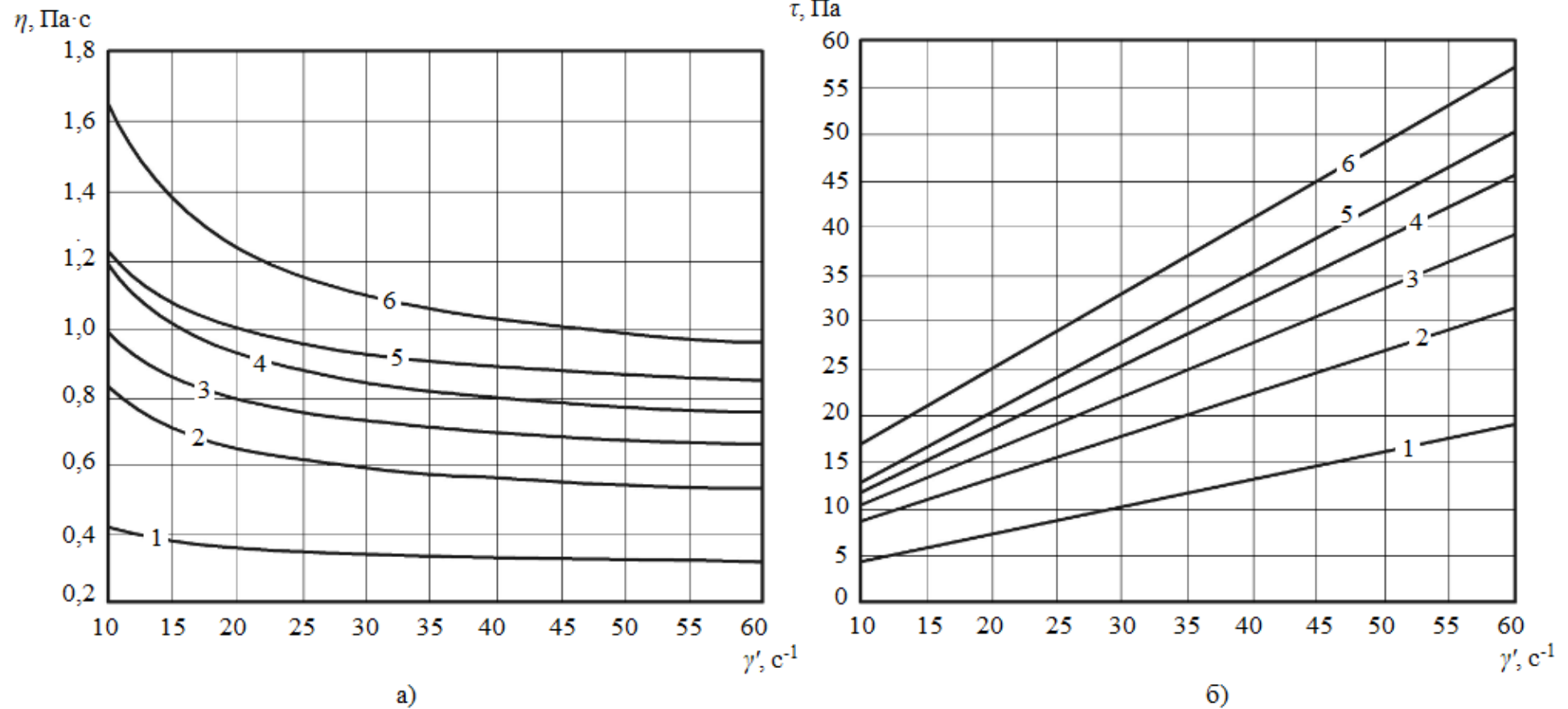


Рисунок 3.3 – Криві в'язкості (а) і течії (б) мармеладних мас при температурі 100 °С: 1 – контроль; 2 – 0,5 % концентрованого водного екстракту; 3 – 1 % спиртового екстракту; 4 – 0,5 % порошку 0,14 – 0,2 мм; 5 – 0,5 % гідратованого порошку 0,14 – 0,2 мм; 6 – 0,5 % гідратованого порошку 0,2 – 0,25 мм

Більш сильний вплив гідратованих порошків може бути пов'язано, крім описаних вище явищ, з відновленням полімерних структур порошку в процесі його гідратації, дисоціацією органічних і амінокислот, котрі здатні брати участь в процесі студнеутворення, що призводить зміцнення структури мас, а відповідно і зростанню в'язкості [32].

Зростання в'язкості мас зі збільшенням розмірів частинок порошку, з одного боку, пояснюється збільшенням розмірів механічних домішок, а з іншого – тим, що при більш глибокому подрібненні рослинної сировини відбувається часткове механічне руйнування структур полісахаридів, а відповідно, знижується ступінь їх впливу на формування просторового каркаса.

Вплив екстрактів на реологічні характеристики мармеладних мас менш виражена і визначається, в першу чергу, природою екстрагента, концентрацією і складом екстрактивних речовин.

При використанні 70 %-го спиртового екстракту в зв'язку з малою концентрацією екстрактивних речовин (8 – 12 %), підвищення в'язкості мармеладних мас в 1,7 – 2,3 рази мабуть обумовлено впливом етанолу на взаємодію пектинових молекул.

Додавання 0,5 % концентрованого водного екстракту збільшує в'язкість маси в 1,5 – 2,0 рази. Так як екстрагентом в даному випадку є вода, можна зробити висновок, що такий вплив пов'язано з присутністю в складі екстракту вуглеводів (моно-, полісахаридів і пектинових речовин), органічних кислот, амінокислот і солей.

Дослідженнями хімічного складу концентрованого водного екстракту кропиви встановлено, що він значно перевершує раніше розглянуті (порошки та спиртової екстракт) за вмістом вітаміну С (на 98 %), біофлавоноїдів (на 65 %), і містить в високих концентраціях макро- і мікроелементи, недолік яких в харчуванні відзначений найбільш гостро: К – 10,9 %, Са – 2,3 %, Mg – 0,74 %, Р – 0,18 %, Fe – 1,76 мг/100 г (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Вміст БАР в концентрованому екстракті

Найменування показника	Результат
Зовнішній вигляд, колір, запах	Темно-коричневий, трав'янистий
Масова частка СР, %	50,44
Пектинові речовини, %	0,7
Хлорофіли А і В, мг/100 г	1740
Каротиноїди, мг/100 г	Не виявлено
Вітамін С, мг/100 г	148,00
Дубильні речовини, %	-
Сумарний вміст флавоноїдів в перерахунку на рутин, мг/100 г	13,00

Відсутність каротиноїдів при цьому пояснюється тим, що вони є жиророзчинними речовинами і не можуть перейти в екстракт при використанні полярних екстрагентів, в даному випадку – води.

3.2 Дослідження впливу температури на реологічні властивості мармеладних мас

У зв'язку з тим, що у виробничих умовах при конкретній рецептурі регулювання більшості технологічних процесів практично може здійснюватись тільки зміною температурного режиму, досліджували вплив температури на реологічні властивості желейної маси.

Відомо, що зі зниженням температури в'язкість розчинів полімерів збільшується. Це може бути пов'язано або з утворенням нових міжмолекулярних зв'язків, або збільшенням числа зв'язків які потрібно подолати при елементарній течії [12, 16].

По швидкості наростання в'язкості і зміни значень в'язкості зруйнованої і не зруйнованої структур можна судити про наближення до граничної температури формування мас (температурі садки), яка може в значній мірі відрізнитися для різних видів пектинів. Встановлення граничної температури є важливим технологічним завданням, так як при механічному впливі (темперування,

формування та ін.) на масу при більш низькій температурі, відбувається розрив їх суцільності внаслідок незворотного руйнування пектинового каркаса, що призводить до зниження його пластичної міцності, погіршення органолептичних показників, нерівномірного розподілу мас в крохмалевих формах та ін.

Аналіз температурних залежностей в'язкості мармеладних мас свідчать про те, що зміцнення їх структури починають при 85 – 90 °С. При досягненні 70 – 75 °С проходить інтенсивніше зростання в'язкості, що свідчить про наближення до стану студнеутворення.

Максимальне напруження зсуву мармеладних мас зростає зі зменшенням температури в інтервалі 90 – 100 °С. При подальшому охолодженні (85 – 90 °С) спостерігається зворотна залежність, що свідчить про зміну структури, що приводить до утворення студню.

Зроблене припущення підтверджується подальшим зростанням граничного напруження зсуву в інтервалі 75 – 80 °С і порушенням суцільності мас при 70 – 75 °С. При узагальненні отриманих даних, встановлені температури початку процесів студнеутворення і садки мармеладних мас (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Значення температур початку процесів студнеутворення і садки мармеладних мас з 1,5 %-м вмістом пектину

Марка пектину	Unipectin PG DS	Classic CS 401	APC 105
Температура початку процесу студнеутворення, °С	85	90	90
Температура садки, °С	75 – 80	80 – 85	80 – 85

Таким чином, встановлено, що в розглянутих варіантах мармеладних мас зшивання окремих ділянок пектинових молекул в єдиний просторовий каркас починається при охолодженні нижче 85 – 90 °С з подальшим його зміцненням і переходом маси в студнеподібний стан. При цьому граничні температури формування досліджуваних мас зменшуються в напрямку Classic CS 401 > APC 105 > Unipectin PG DS.

3.3 Дослідження зміни реологічних властивостей мармеладних студнів в процесі вистоювання

Вид, концентрація пектину і температура повітря в процесі вистоювання оказують значний вплив на перебіг процесу студнеутворення мармеладних мас, тому для визначення режимів процесу вистоювання досліджували зміну пластичної міцності і температури мармеладних студнів на основі досліджуваних пектинів в процесі вистоювання (рис. 3.4, 3.5).

Аналіз експериментальних даних дозволяє зробити висновок про те, що тривалість студнеутворення мармеладних мас при температурі повітря в процесі вистоювання 25 °С становить 50 – 60 хв (до досягнення температури всередині корпусів цукерок 36 – 38 °С), після чого подальше підвищення пластичної міцності або не спостерігається, або швидкість його незначна.

Завершення процесу студнеутворення в даному інтервалі температур може бути пов'язано з наближенням до температурної області конфірмаційного переходу клубок-спіраль, і втрати розчинності пектиновими молекулами [26]. Процес переходу розтягнутий у часі, так як між областю початку спіралізації молекул і областю втрати розчинності існує температурний інтервал, величина якого залежить від будови пектинових молекул, що і обґрунтовує деяке незначне зміцнення структури в окремих випадках при подальшому остиганні (криві 2, рис. 3.4 (б) і (в)).

Температури 36 – 38 °С корпусу цукерок досягають при режимі вистоювання: 22,5 °С за 35 – 40 хв.; 18,5 °С за 28 – 31 хв.; 8 °С за 24 – 26 хв. (рис. 3.6). Залежність часу вистоювання від температури повітря при значеннях останньої нижче 18,5 °С має лінійний характер, а при її підвищенні спостерігається злам кривої і тривалість вистоювання різко зростає (рис. 3.7).

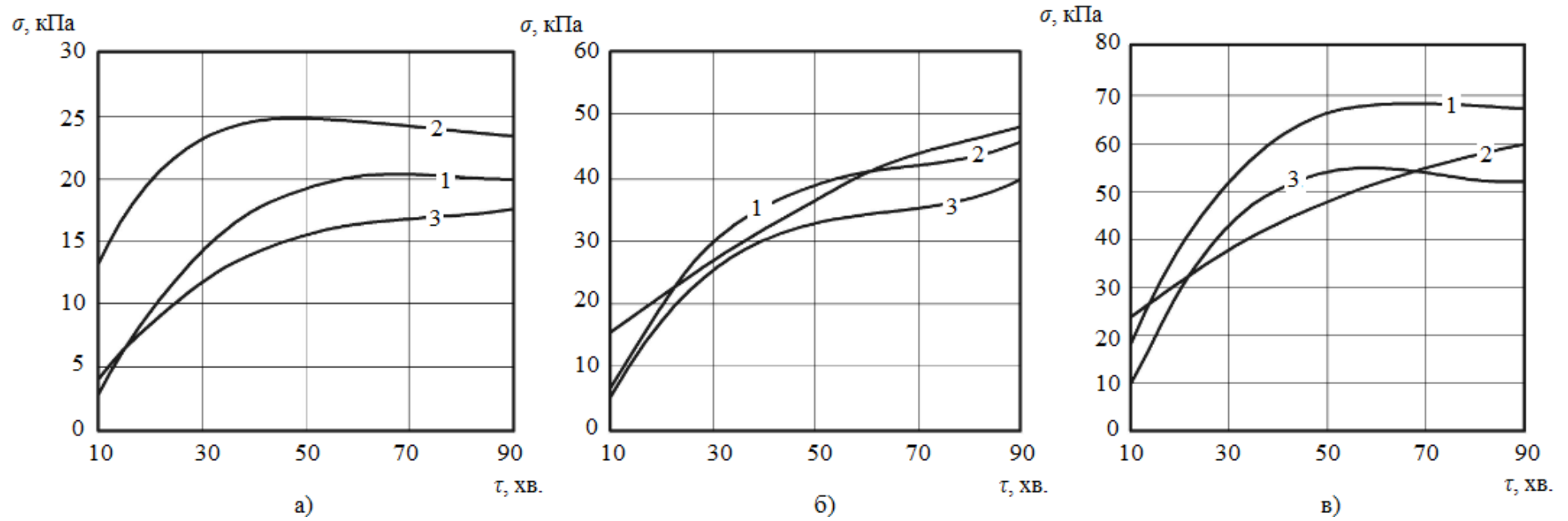


Рисунок 3.4 – Зміна пластичної міцності мармеладних студнів в процесі вистоювання з різним вмістом пектинів (а – 1 %; б – 1,5 %; в – 2 %) при температурі повітря 25 °С: 1 – Unipectin PG DS; 2 – Classic CS 401; 3 – APC 105.

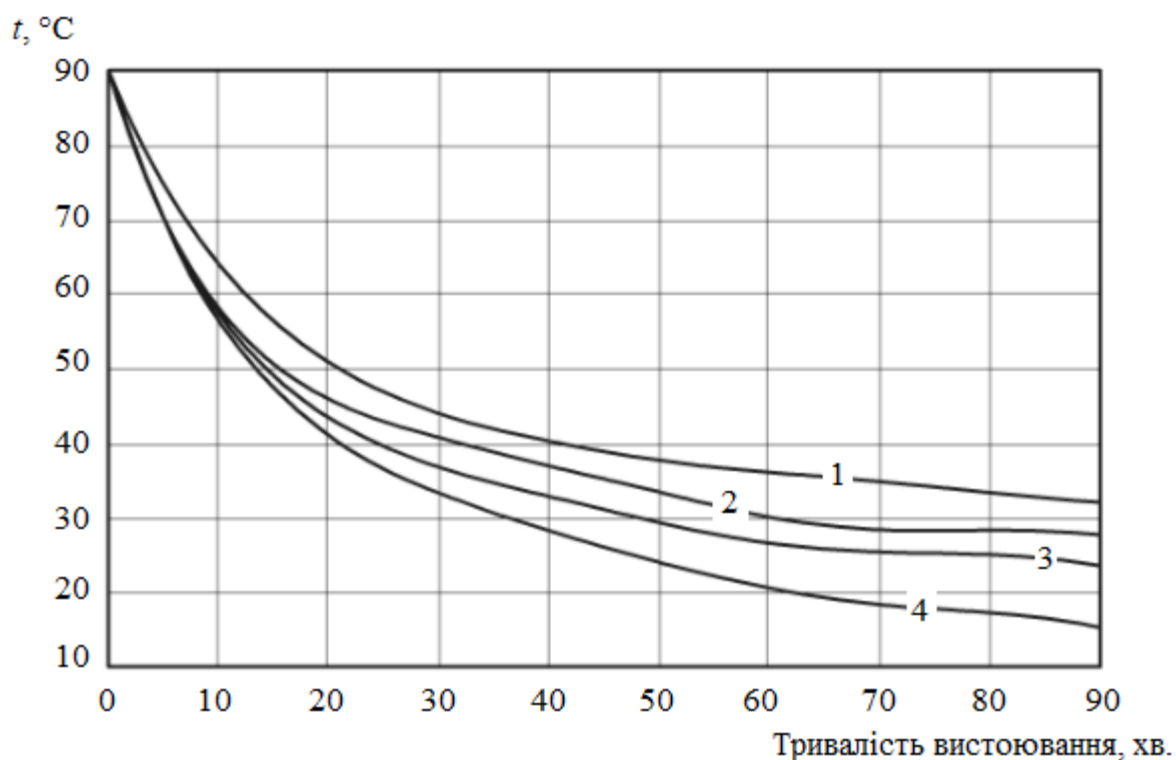


Рисунок 3.5 – Зміна температури корпусів цукерок в процесі вистоювання при температурі повітря, $^\circ\text{C}$: 1 – 8,0; 2 – 18,5; 3 – 22,5; 4 – 25,0.

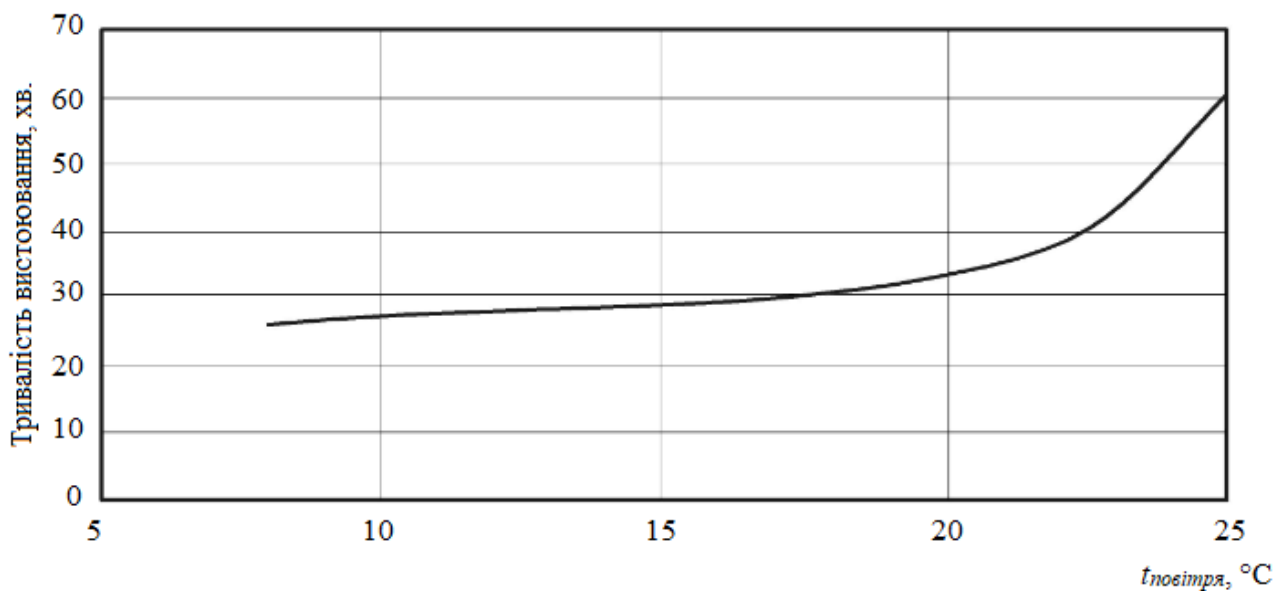


Рисунок 3.6 – Залежність тривалості вистоювання від температури охолоджуючого повітря.

Встановлено, що зміна концентрації пектину в інтервалі 1 – 2 % не робить значного впливу на тривалість процесу студнеутворення, а при збільшенні

концентрації на 0,5 % пластична міцність холодців зростає в середньому на 17,5 кПа (рис. 3.4).

Найменш міцні студні очікувано утворюються на основі пектину APC 105, що пов'язано з більш низьким значенням ступенем еретифікації даної марки пектину, тому за інших рівних умов для досягнення необхідної величини міцності потрібно велика концентрації APC 105.

Поведінка інших пектинів не настільки однозначна. При малих концентраціях (1 %) міцність студні на основі Classic CS 401 найвища, що також узгоджується з його найбільшою молекулярною масою і ступенем еретифікації. Однак у міру підвищення концентрації (1,5 %) міцність студнів на його основі і на основі Unipectin PG DS стають практично рівними, а при збільшенні до 2 % нижче ніж на Unipectin PG DS.

Така зміна пластичної міцності може бути пов'язана з особливостями структури отриманих студнів. Відомо, що міцність холодців зростає по мірі зменшення відстані між нитками просторового каркаса і підвищення рівномірності розмірів і розподілу осередків структури [23].

Таким чином, можна зробити висновок, що в міру збільшення концентрації пектину марки Unipectin PG DS, відбувається утворення більш рівномірної, впорядкованої структури пектинового каркаса, з найменшою відстанню між вузлами сітки, тобто більший ступінь зшивання полімеру, що повністю узгоджується з розглянутими раніше даними по в'язкості мармеладних мас.

Аналіз експериментальних досліджень впливу функціональних інгредієнтів на перебіг процесу студнеутворення мармеладних мас показав, що використання порошку і концентрованого водного екстракту листя кропиви призводить до зниження пластичної міцності студнів на 22 % і 40 % відповідно (рис. 3.10).

Такий вплив порошоків на структурно-механічні властивості мармеладних студнів можна пояснити комплексом причин. По-перше, підвищена в'язкість мармеладних мас при їх введенні ускладнює переорієнтацію пектинових макромолекул і їх агрегатів, як було відзначено раніше. По-друге, частини порошоків розміром 0,14 – 0,2 мм, значно перевищують розміри «отворів» (пор)

пектинової сітки (150 – 700 нм²) [23], і в процесі формування каркаса студня призводять до утворення локальних розширень і звужень сітки (рис. 3.8).

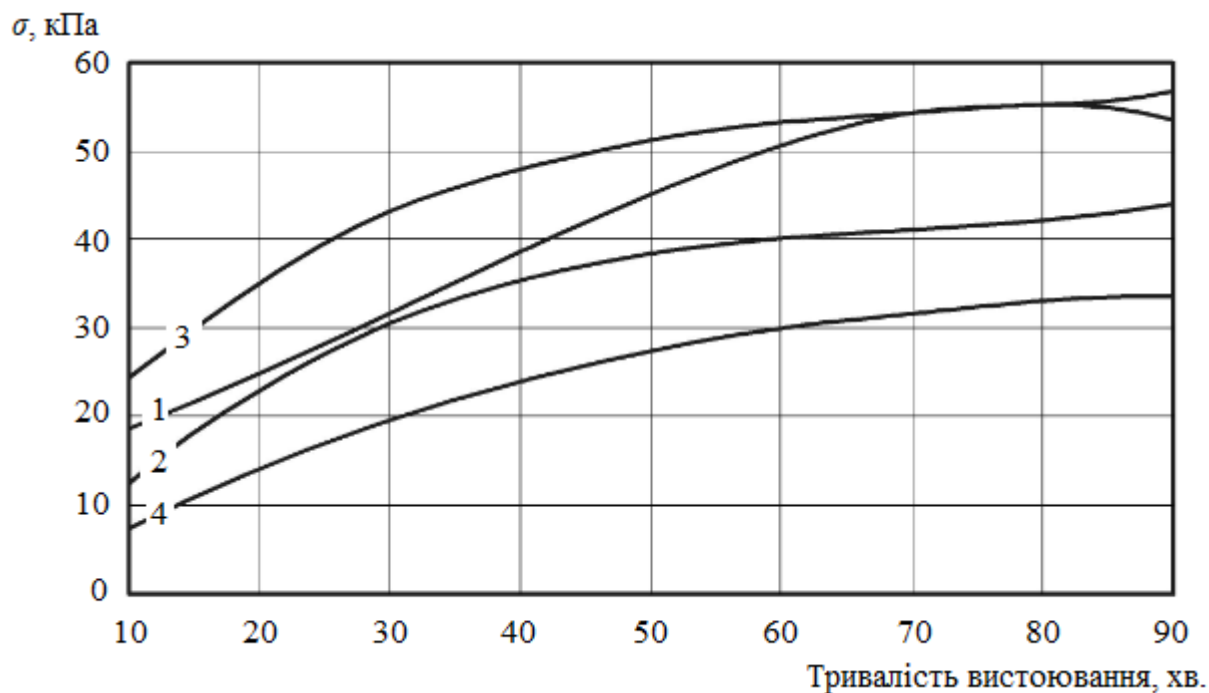


Рисунок 3.7 – Зміна пластичної міцності студнів в процесі вистоювання корпусів цукерок при режимі вистоювання 25 °С:

1 – контроль; 2 – 0,5 % гідратованого порошку 0,14 – 0,2 мм; 3 – 1 % спиртового екстракту; 5 – 0,5 % концентрованого водного екстракту.

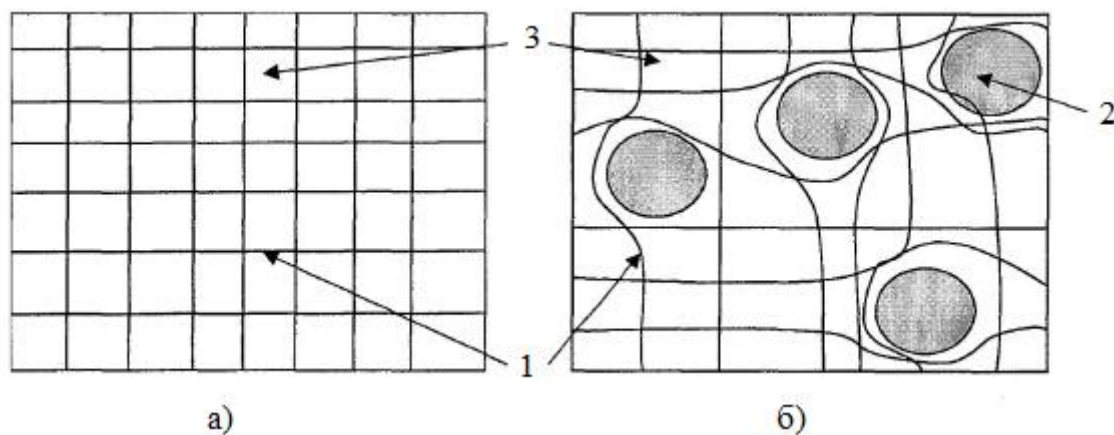


Рисунок 3.8 – Схематичне зображення сітки каркаса пектинового студня без добавок (а) і з порошками кропиви (б): 1 – нитки пектинових молекул; 2 – частки порошоків; 3 – пори.

У комплексі описані явища призводять до утворення нерівномірного просторового каркаса, тим самим знижуючи загальну міцність холодцю. При цьому встановлено, що гідратовані порошки можуть підвищувати міцність мармеладного студня і цей ефект знижується в міру зменшення концентрації. Очевидно, що істотну роль при цьому матиме дисперсність порошоків, вид рослинної сировини і способів підготовки, тому дане питання вимагає більш повних всебічних досліджень [42].

Зниження міцності студня при використанні концентрованого водного екстракту пов'язано, в першу чергу, зі збільшенням молекулярної маси пектину при взаємодії з іонами кальцію, а відповідно зі зміщенням оптимуму студнеутворювальної активності. Таким чином, варіюванням рН мармеладної маси, концентрацією екстракту і студнеутворювача можна домогтися отримання студнів заданої міцності.

Внесення спиртового екстракту призводить до збільшення міцності студню на початковій стадії вистоювання і поступового її вирівнюванню до значень міцності зразків, виготовлених за традиційною рецептурою, до кінця процесу. Даний ефект пов'язаний з дегідратуючими властивостями етанолу і практично повним його випаровуванням на завершальній стадії процесу.

Внесення аскорбінової кислоти (до 0,2 %) не робить значного впливу на перебіг процесу студнеутворення.

3.4 Аналіз впливу функціональних інгредієнтів на поверхневі та органолептичні властивості мармеладного желе

Щоб оцінити доцільність використання функціональних інгредієнтів як ароматизаторів і барвників, було проаналізовано органолептичні властивості цукеркових напівфабрикатів із кропивою та аскорбіновою кислотою (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Органолептичні властивості цукерок, що включають у себе 0,5% фітодобавок і аскорбінову кислоту

Показник	Без добавок	Гідратований порошок (0,14 – 0,2 мм)	Спиртовий екстракт	Концентрований екстракт
Смак	Відповідний даному найменуванню цукерок. Без сторонніх присмаків	Яскраво виражений пряно-трав'янистий присмак, відчувається присутність частин порошку	Слабо виражений, трав'янистий присмак	Яскраво виражений чайно-трав'янистий присмак
Запах	Властивий даному найменуванню цукерок	Виражений, трав'янистий	Властивий даному найменуванню цукерок	Виражений солодкувато-пряний
Колір	Прозорий з легким золотистим відтінком	Непрозорі темно-зелені з помітними рівномірно розподіленими частинами порошку	Прозорі з вираженим золотистим відтінком	Прозорі з яскравим бронзовим відтінком
				
Рекомендовані норми внесення	-	до 1 %	до 5 %	до 5 %

В результаті проведених досліджень встановлено, що розумно включати спиртовий та концентрований водний екстракти кропиви в кількості до 5% від загальної маси желе. Однак у разі збільшення вмісту добавок до 7% спостерігається яскраво виражений смак етанолу, трав'янистий запах, особливо в разі використання спиртових екстрактів, зміна кольору продукту із золотистого на золотисто-зелений і погіршення структури желе. У результаті знижується міцність та еластичність желе, збільшується швидкість необоротної деформації.

При використанні концентрованих екстрактів інтенсивність кольору збільшується, прозорість зменшується, з'являється яскравий пряний смак з ароматичними нотками кропиви. Структура желе стає більш в'язкою, як і при використанні спиртових екстрактів. При цьому аромат продукту залишається практично незмінним.

При збільшенні вмісту порошку до 2% органолептичні властивості значно погіршуються. Смак і запах кондитерського виробу стають більш насиченими трав'янистими нотками, з'являється виражений післясмак, відчуються ефірні олії, що подразнюють слизову оболонку рота. Структура желе стає неоднорідною і забруднюється частинками порошку. Також важливо звернути увагу на дисперсність добавок, оскільки використання порошоків із розміром частинок 0,2 мм і більше може призвести до швидкої деградації смаку й утворення нерівномірної текстури желе.

Додавання аскорбінової кислоти не відзначається помітним впливом на органолептичні характеристики цукерок при концентрації до 0,2 – 0,3 %, після чого спостерігається виражений присмак аскорбінової кислоти.

Отримані дані підтверджують можливість використання кропив'яних напівфабрикатів замість деяких або всіх синтетичних ароматизаторів і барвників. Це збільшить розмаїття мармеладних цукерок і відкриє можливість створення нових смакових поєднань.

При виробництві мармеладних кондитерських виробів вивчення адгезійних явищ дає змогу оцінити потенціал різних способів формування цукеркового тіла. Під час формування мармеладних мас у форми (з використанням крохмалю, силікону або інших матеріалів) адгезійні явища негативно впливають на кінцеву стадію процесу - відділення цукеркового тіла від форми. Тому для успішного відділення необхідно мінімізувати адгезійні напруги.

Аналіз результатів експериментального дослідження показав, що адгезійна напруга желе без добавок становила 1,18 кПа, яка знижувалася при введенні добавки кропиви (рис. 3.9).

Значне зниження напруги спостерігалось при використанні порошку. Зокрема, використання сухого і гідратованого порошку з розміром частинок 0,14 – 0,2 мм у концентрації 0,5% знижувало адгезійну напругу на 55 % і 66 % відповідно.

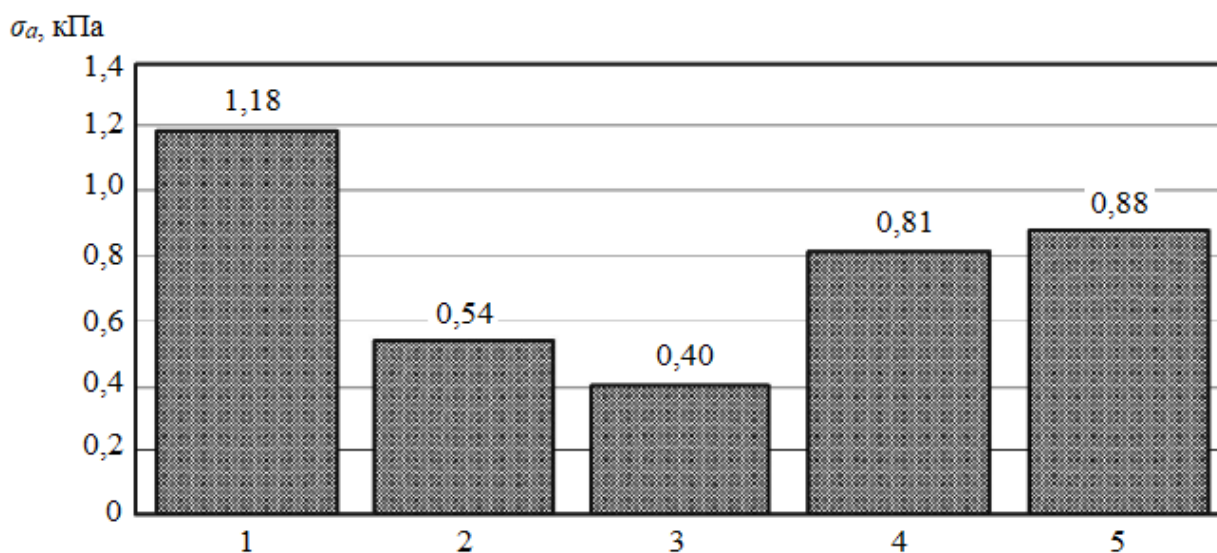


Рисунок 3.9 – Адгезійні напруження желе на поверхнях із нержавіючої сталі: 1 – контроль; 2 – 0,5 % порошок 0,14 – 0,2 мм; 3 – 0,5 % гідратований порошок 0,14 – 0,2 мм; 4 – 1,0 % спиртовий екстракт; 5 – 0,5 % концентрований екстракт.

Введення екстрактів у концентрації 0,5% дозволяє зменшити адгезійне напруження на 32% у разі використання спиртового екстракту та на 26% у випадку концентрованого.

Таким чином, слід зазначити, що включення кропив'яних напівфабрикатів до рецептурного складу дає змогу знизити втрати на етапах формування і витримки, а також полегшити процес очищення корпусу цукерок.

3.5 Дослідження впливу добавок кропиви, захисних покриттів і способів упаковки на фізико-хімічні показники корпусів цукерок в процесі зберігання

Відносно короткі терміни придатності, кондитерських виробів, є основною перешкодою для збільшення об'ємів їх виробництва, тому актуальним завданням

є пошук прийомів, що дозволяють підвищити стабільність якісних характеристик цукерок в процесі зберігання. Тому додатково досліджували вплив шоколадної глазури, способів упаковки і функціональних інгредієнтів на зміну якісних показників цукерок. Упаковку проводили методом двосторонньої перекрутки і за технологією «флоу пак» в металізовані плівки на основі поліпропілену.

При зберіганні мармеладних цукерок, як і у желейно-пастильних виробках протікають два основних процесу: висихання корпусів і кристалізація сахарози, проте характер їх перебігу мало вивчений і залежить від рецептурного складу, технології виробництва, способів упаковки і умов зберігання, тому при розробці нових рецептур необхідно проводити комплексні дослідження зміни якісних характеристик цукерок в процесі зберігання [18].

Мармеладні цукерки містять в своєму складі в середньому 25 – 27 % води. Вона в формі розчину, що містить цукор, патоку, органічні кислоти та інші речовини, в залежності від конкретної рецептури, є дисперсійним середовищем, що заповнює внутрішній простір каркаса желейного студня. Таким чином, мармеладний студень можна віднести до колоїдних продуктів. Основна маса вологи фізико-хімічно пов'язана з сіткою каркаса пектинових молекул і в процесі студнеутворення твердне разом з дисперсною фазою в єдину структуру студень – без утворення видимої межі розділу фаз [18]. При цьому в відносно невеликій кількості представлена також поверхнева адгезійно зв'язана вода, частка якої залежить від рецептури, особливостей технологій виробництва та виду мармеладних виробів.

Аналіз зміни масової частки вологи та пластичної міцності корпусів мармеладних цукерок в процесі зберігання показав, що по закінченню 90 діб в зразках, упакованих методом перекрутки, вологість знижується на 38,2 % і 45,3 % для глазуризованих і неглазуризованих зразків відповідно (рис. 3.10).

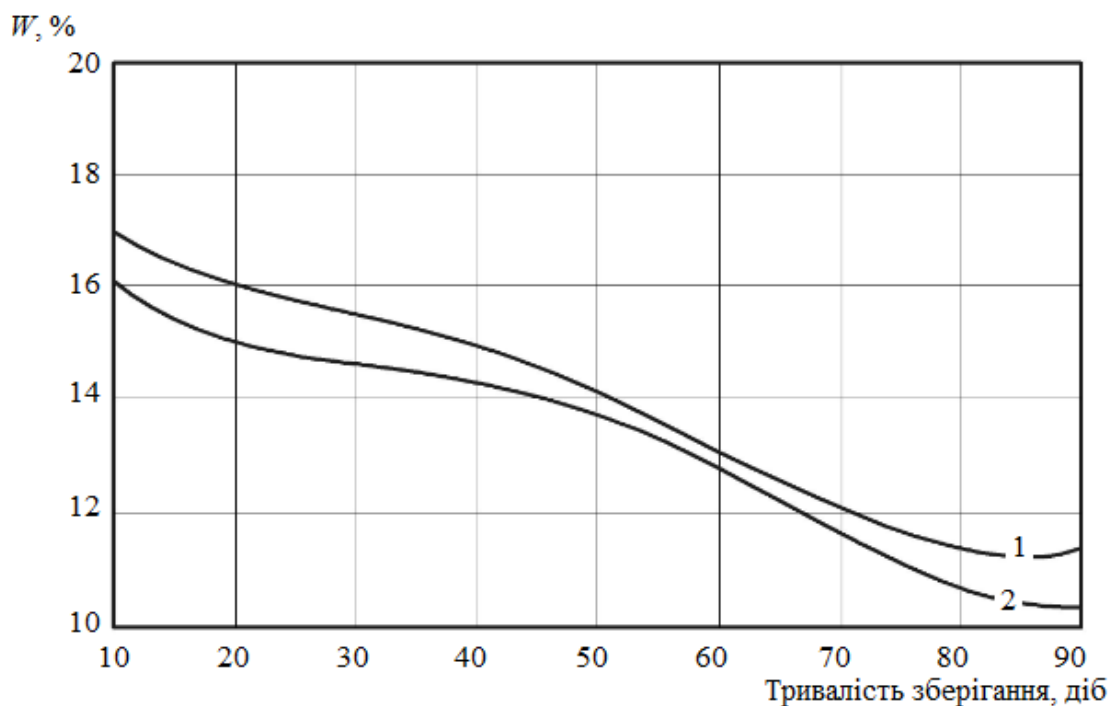


Рисунок 3.10 – Зміна масової частки води глазурованих (1) і не глазурованих (2) мармеладних цукерок.

У зразках неглазурованих на початковому етапі (20 діб) відзначено швидке зниження масової частки води. Що пов'язано з інтенсивним випаровуванням адгезійно пов'язаної води поверхневого шару цукерок. У міру висихання поверхневого шару відбувається збільшення градієнта вологості і в напрямків від внутрішніх шарів до зовнішніх, інтенсифікується процес внутрішньої дифузії. У зневодненому зовнішньому шарі виробів, концентрується велика кількість молекул сахарози, що здатні асоціюватися в центри кристалізації, які потім виростають до видимих кристалів, в результаті чого на поверхні зразків (особливо неглазурованих), утворюється кристалічна скоринка. Момент утворення скоринки і її товщина оказують істотний вплив на швидкість випаровування води. Процеси висихання поверхневого шару і кристалізації сахарози інтенсифікуються з підвищенням температури і зниженням відносної вологості повітря, при цьому розмір кристалів сахарози, а відповідно і товщина коронки збільшуються [18]. Таким чином, процес висихання неглазурованих мармеладних цукерок носить циклічний характер і триває до тих пір, поки не буде досягнуто рівноважне значення масової частки води, характерне для даних умов зберігання. При

цьому тривалість та інтенсивність процесів внутрішньої і зовнішньої дифузії буде в значній мірі залежати від умов зберігання і рецептурного складу.

Крива зміни масової частки вологи цукерок, покритих шоколадною глазур'ю, більш гладка. Кожен з описаних раніше процесів виражений слабше, оскільки глазур ускладнює дифузію вологи з поверхневого шару цукерок в навколишнє середовище високого вмісту жиру (35 %), що веде до зменшення градієнта вологості і зниження швидкості внутрішньої дифузії. Встановлено, що позитивний вплив глазури на стабільність фізико-хімічних і структурно-механічних показників цукерок особливо помітно протягом перших 30 діб зберігання.

Зростання пластичної міцності корпусів цукерок упакованих методом перекрутки на 21,5 % і 41,1 % для глазурованих і неглазурованих зразків відповідно, пояснюється зменшенням товщини прошарки дисперсійного середовища між складовими сітки каркаса холодцю макромолекулами пектину, внаслідок чого відбувається поступове зміцнення структури холодцю (рис. 3.11). При цьому, можливо видавлювання вологи з решітки студня на його поверхню (синерезис), що також може бити причиною повторної інтенсифікації процесу висихання на заключному етапах зберігання (з 50 по 90 добу) (рис. 3.10).

Пластична міцність зразків покриття шоколадною глазур'ю збільшується на 19,6 % менше, так як процеси їх висихання йде менш інтенсивно, і вологість після закінчення строку зберігання залишається на більш високому рівні.

Встановлено, що неглазуровані зразки, упаковані по технології «флоу пак», в перебігу 90 діб зберігання втрачають на 31,4 % вологи менше, ніж упаковані методом двосторонньої перекрутки. Так як герметична упаковка і шар алюмінієвої фольги запобігають десорбції вологи з поверхні корпусів, в навколишнє середовище. При цьому всередині замкнутого об'єму упаковки відносна вологість повітря збільшується, що призводить до уповільнення процесу висихання поверхневого шару і зміщення рівноважної вологості до більш високого значення (рис. 3.12).

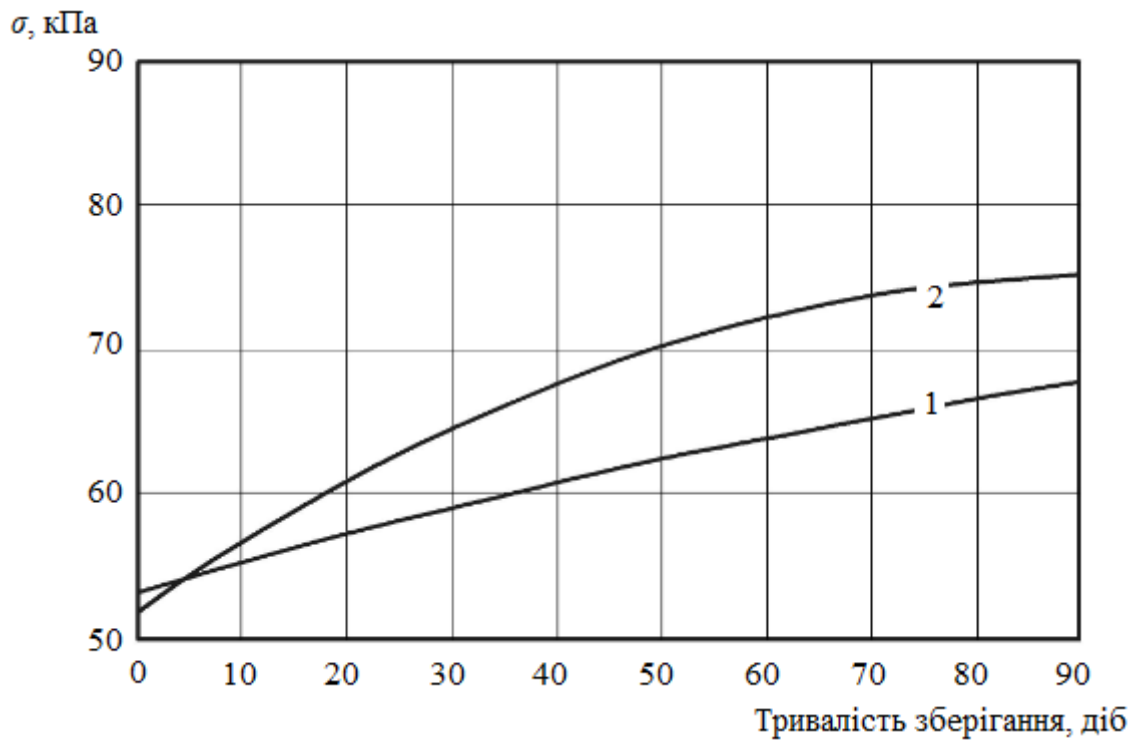


Рисунок 3.11 – Зміна пластичної міцності корпусів глазуrowаних (1) і неглазуrowаних (2) мармеладних цукерок.

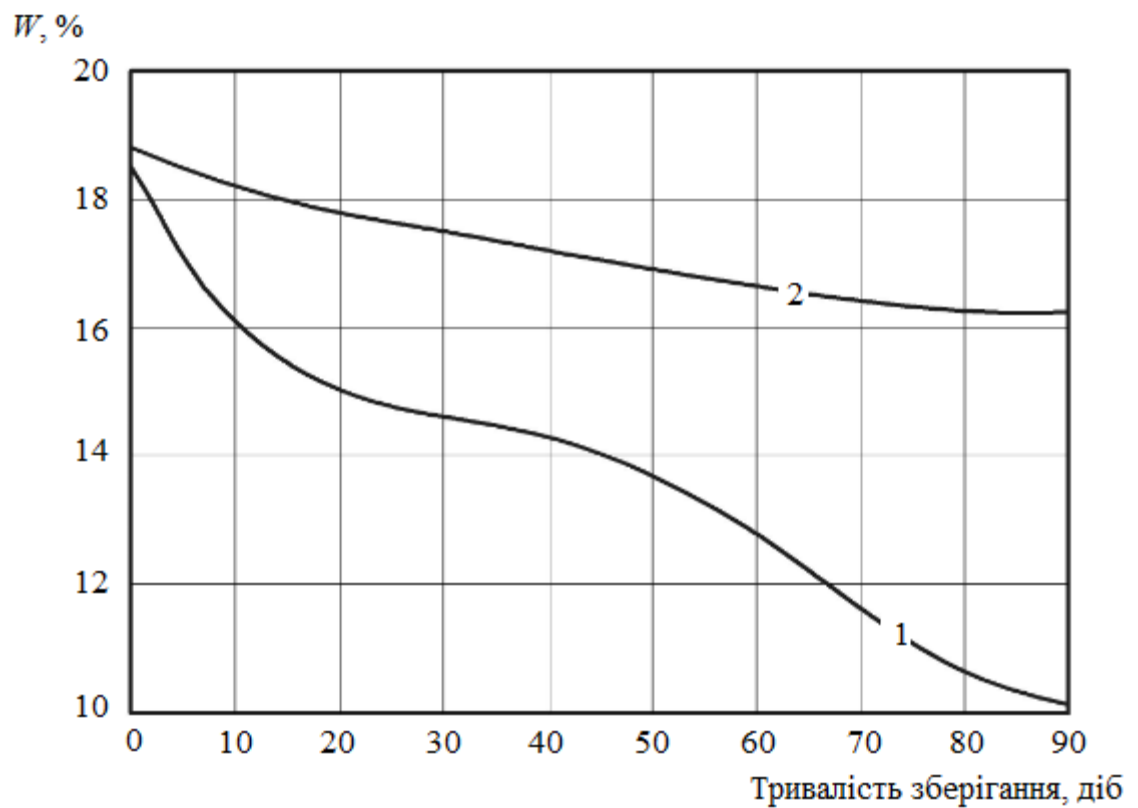


Рисунок 3.12 – Зміна масової частки вологи корпусів цукерок упакованих: 1 – методом перекрутки; 2 – за технологією «флоу пак».

Пластична міцність герметично упакованих зразків зростає менш інтенсивно (на 9,9 %) в порівнянні з упакованими класичним методом (на 41,1 %), що повністю узгоджується з даними зі зміни масової частки вологи (рис. 3.13).

Для перевірки гіпотези про те, що добавки на основі лікарської рослинної сировини можуть бути не тільки функціональними, але й вологоутримуючими агентами, досліджували вплив напівфабрикатів кропиви на процеси висихання корпусів цукерок [23].

Встановлено, що форми добавок, що вносяться оказують істотний вплив на швидкість втрати вологи неглазованими корпусами (рис. 3.14).

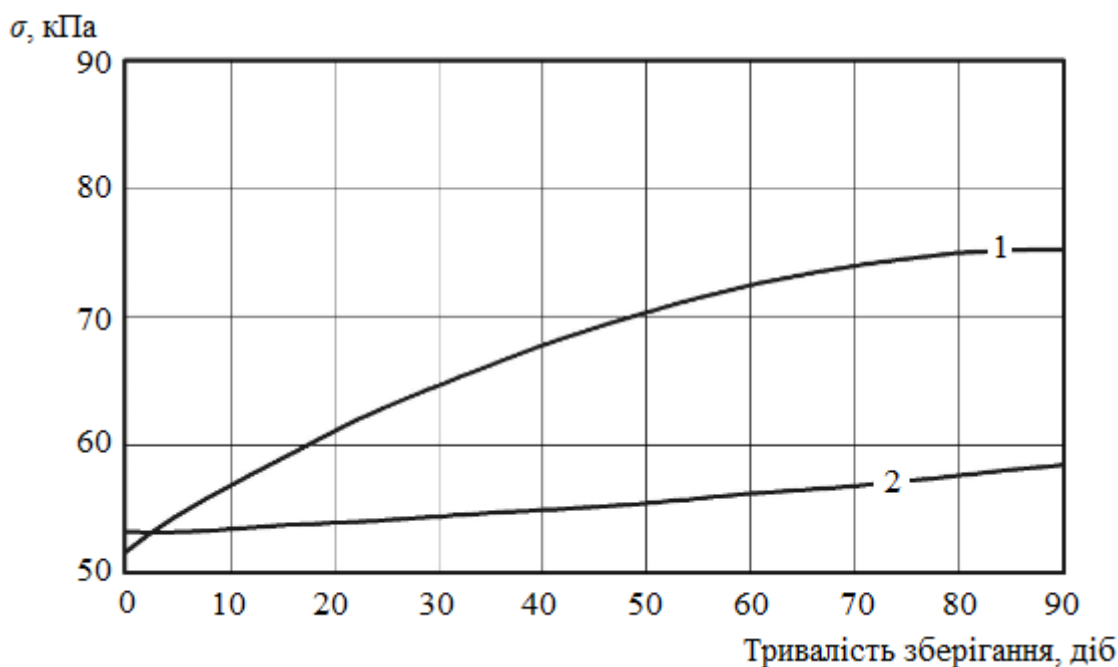


Рисунок 3.13 – Зміна пластичної міцності корпусів мармеладних цукерок, упакованих:

1 – методом перекрутки; 2 – за технологією «флоу пак».

У зразках з додаванням 1 % спиртового екстракту масова частка вологи знижується на 16,75 %; з – 0,5 % гідратованого порошку – на 20,9 %, з – 0,5 % концентрованого екстракту – на 26,7 %.

У разі застосування спиртового екстракту основною діючою речовиною, здатною впливати на процеси висихання є етанол, який володіє вологоутримуючими властивостями.

При використанні гідратованого порошку, його частинки в процесі набухання зв'язують певну кількість води, яка знаходиться в різних станах (сорбційно, капілярно і осматично пов'язаному) і тому видаляється в процесі висихання на різних етапах, що сприяє уповільненню процесу висихання цукеркових корпусів в цілому.

Концентрований водний екстракт не володіє вираженою вологоутримуючою здатністю, що й обумовлює найбільш інтенсивне висихання зразків на його основі.

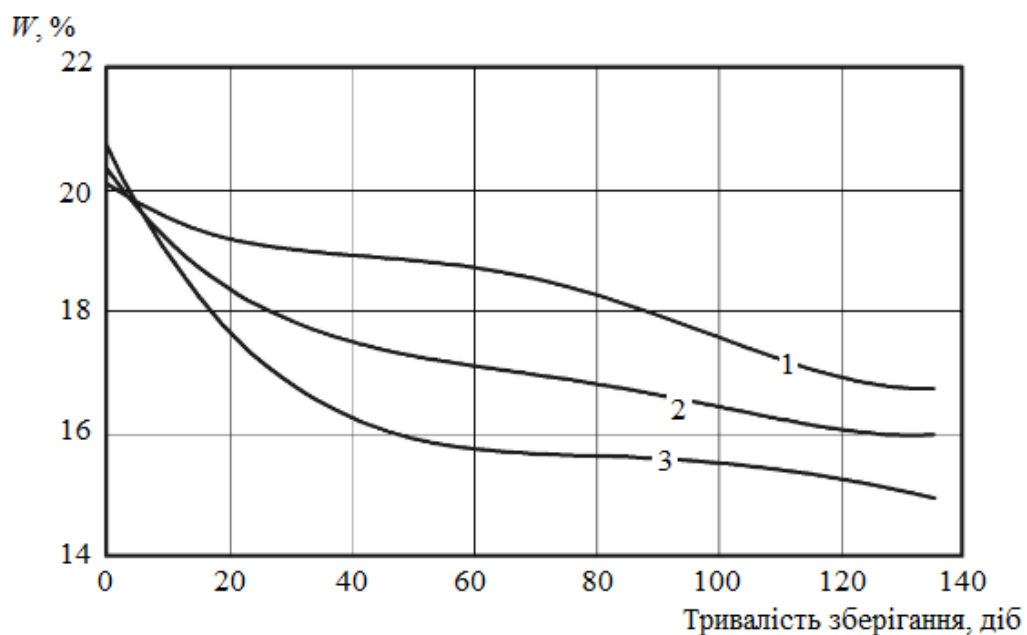


Рисунок 3.14 – Зміна масової частки води корпусів цукерок упакованих за технологією «флоу пак»:

1 – 1 % спиртового екстракту; 2 – 0,5 % гідратованого порошку; 3 – 0,5 % концентрованого екстракту.

Відомо, що чим більш щільну консистенцією має мармелад, тим повільніше йде процес його висихання [18]. Як було відзначено в параграфі 3.4 добавки кропиви оказують різний вплив на процес студнеутворення мармеладних мас,

найбільшою пластичною міцністю володіють зразки зі спиртовим екстрактом, найменшою з концентрованим, що повністю узгоджується з експериментальними даними.

Дослідженнями зміни пластичної міцності корпусів цукерок з добавками кропиви встановлено, що в початковий період (30 діб), коли була відзначена найбільша швидкість висихання, у всіх зразків спостерігається зростання пластичної міцності на 5 – 9 %. У наступні 40 діб, коли процеси втрати вологи уповільнюються, у зразків з екстрактами пластична міцність знижується до початкових значень, а з порошком, навпаки, спостерігається подальше, більш плавне, наростання. На завершальному етапі, пластична міцність зразків зі спиртовим екстрактом знову зростає, з концентрованим залишається приблизно постійною, а з порошком зростання стає більш вираженим. В результаті після закінчення 90 діб до пластична міцність корпусів цукерок з додаванням 0,5 % концентрованого екстракту збільшується на 2,6 %; 1 % спиртового екстракту – на 3,5 %; 0,5 % гідратованого порошку – на 14,1 % (рис. 3.15).

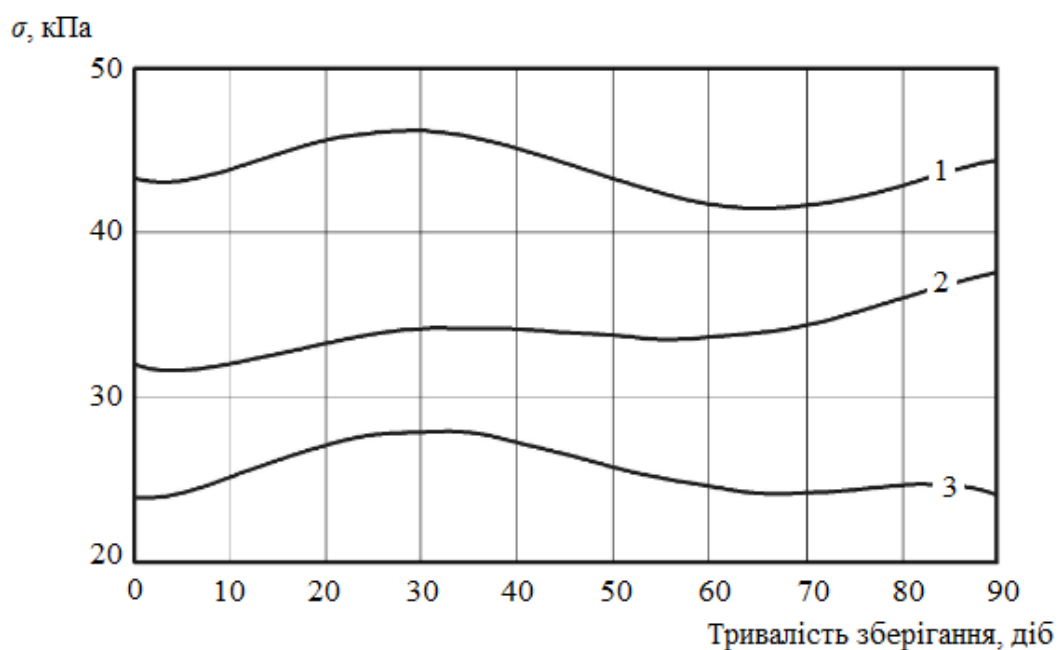


Рисунок 3.15 – Зміна пластичної міцності корпусів цукерок:

1 – з 1 % спиртового екстракту; 2 – з 0,5 % порошку; 3 – з 0,5 % концентрованого екстракту.

Таким чином, використання гідратованих порошоків, не дивлячись на їх вологоутримуючу здатність, призводить до підвищення пластичної міцності корпусу в цукерок, що може бути пов'язано з впливом частинок порошку на структурно-механічні властивості студня. У міру висихання, і пов'язаним з цим зменшенням прошарки дисперсійного середовища між ділянками молекул пектину, відбувається ущільнення просторового каркаса студня, а відповідно і частинок порошку, що призводить до збільшення числа і зростання міцності індивідуальних контактів частинок, як зі структурами пектину, так і між собою. Крім того, частинки порошку, розташовані в поверхневих шарах цукеркового корпусу, можуть виступати в ролі додаткових центрів кристалізації, і сприяти утворенню більш товстої кристалічної кірочки. Описані явища в комплексі можуть викликати загальне зростання міцності желейного студня.

Висновки за розділом

Узагальнюючи отримані дані, можна зробити наступні висновки:

- в рецептурних композиціях мармеладних цукерок з розглянутих марок пектину доцільним є використання Unipectin PG DS, так як і мармеладні маси на його основі мають найменшу в'язкість і температуру садки, що сприяє зниженню енергозатрат в процесах перемішування, транспортування, виливки, запобігання нерівномірного розподілу маси в крохмальних формах і зниження втрат БАР функціональних інгредієнтів;

- зміцнення структури мармеладної маси на основі Unipectin PG DS починається при температурі 85 °С, а гранична температура її формування лежить в інтервалі 75 – 80 °С;

- процес студнеутворення корпусів цукерок завершається при досягненні температури 36 – 38 °С, а його тривалість різко скорочується при зниженні температури повітря нижче 18,5 °С;

- в якості функціонального інгредієнта з розглянутих добавок кропиви для виробництва мармеладних цукерок рекомендується використовувати

концентрований водний екстракт, що володіє високим вмістом БАР, що дозволяє підвищити молекулярну масу використовуваного пектину і відмовитися від використання синтетичних смакоароматичних речовин. При цьому слід також врахувати ряд технологічних переваг екстракту в порівнянні з іншими видами добавок – використання нейтрального екстрагента (води), відсутність консервантів, тривалий строк зберігання (3 роки), значення масової частки вологи близьке до значення в желейній масі;

- для доведення вмісту вітаміну С до рівня 30 % добової фізіологічної потреби доцільно застосування аскорбінової кислоти в концентрації до 0,2 %;

- для підвищення стабільності якісних характеристик мармеладних цукерок в процесі зберігання обґрунтовано застосування шоколадної глазури, герметичної упаковки по технології «флоу пак» в металізовану плівку на основі поліпропілену;

- екстракт кропив'яний дозволяє стабілізувати реологічні характеристики корпусів мармеладних цукерок в процесі зберігання.

4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ МАРМЕЛАДНИХ ЦУКЕРОК ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

4.1 Розробка технологічної схеми виробництва мармеладних цукерок

На підставі аналізу комплексу експериментальних даних та існуючих технологій виготовлення мармеладних цукерок [13] із застосуванням стратегії мінімізації втрат біологічно активних речовин (БАР) в процесі технологічної обробки розроблені методи введення функціональних інгредієнтів, визначені оптимальні режими окремих етапів технологічного циклу та розроблена схема виробництва мармеладних цукерок на основі пектину, які містять концентрований екстракт з листя кропиви та аскорбінову кислоту. Ця схема представлена на рисунку 4.1.

Процес включає наступні етапи: приготування розчину пектину, створення пектин-цукрово-патокового сиропу, варіння мармеладного сиропу, формування корпусів цукерок, охолодження та стояння корпусів, глазурування цукерок, а також охолодження і упакування цукерок.

1. Приготування розчину пектину.

Спосіб отримання розчину пектину найбільш ефективний за допомогою ін'єкційного змішувача (розчинника пектину), який дозволяє безпосередньо вводити сухий пектин у гарячу воду (рис. 4.2).

В розчинник пектину додається вода у кількості, що становить 10 – 15 разів більше від маси пектину, і активується мішалка. Пектин завантажується в бункер автоматичного дозатора, звідки він поетапно потрапляє в зону обертання мішалки. За температури води 80°C і швидкості обертання 1500 об/хв пектин повністю і рівномірно розчиняється за концентрації 5 – 7,5 % (у деяких випадках до 10 %) [21].

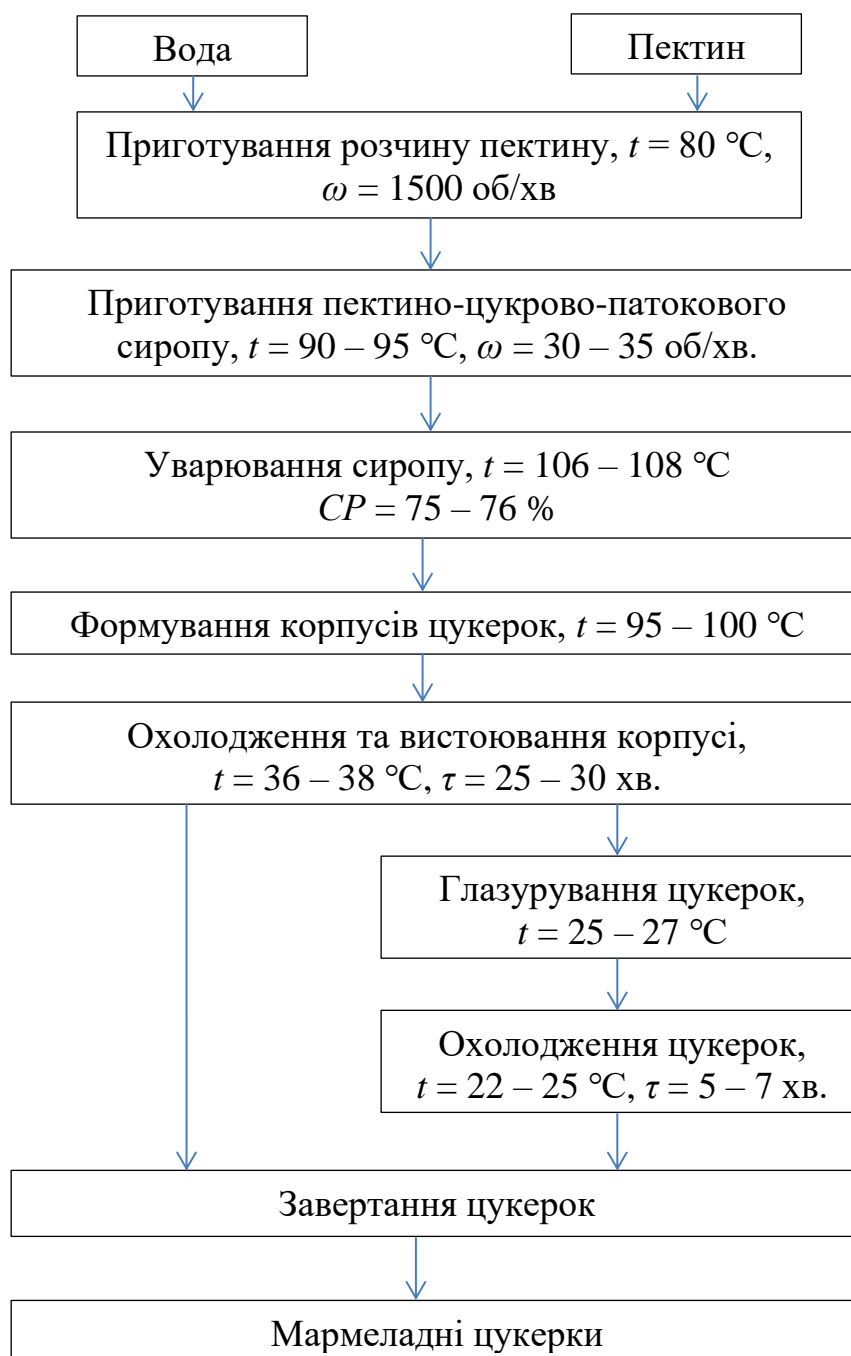


Рисунок 4.1 – Схема виробництва мармеладних цукерок

2, 3. Підготовка пектин-цукрово-патокового сиропу та варіння маси для мармеладу.

До отриманого розчину пектину додається визначена за рецептом кількість цукру, і, при перемішуванні зі швидкістю 30 – 35 обертів на хвилину, розчин доводиться до повного розчинення. Після цього вводиться патока, цитрату

натрію, $1/3$ рецептурної кількості лимонної кислоти і варять при температурі $106 - 108\text{ }^{\circ}\text{C}$ до досягнення вмісту сухих речовин на рівні 76% .

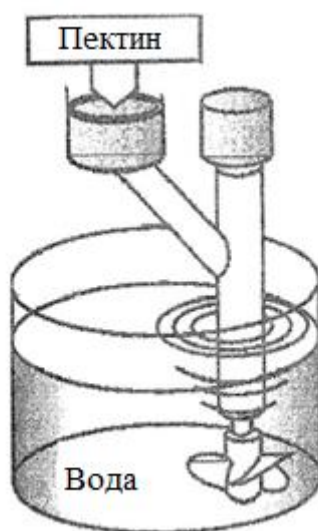


Рисунок 4.2 – Схема ін'єкційного змішувача

4. Формування корпусів цукерок.

Застосовується метод відливання у форми, які покриті крохмаллю. Готова маса з мармеладу, лимонної кислоти, водного розчину аскорбінової кислоти і концентрованого екстракту кропиви надходить у лійку цукерковідливної машини з перемішувальним пристроєм (шнеком). Під час цього процесу температура маси зменшується до $95 - 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, і після цього проводиться її відливання.

5. Охолодження і вистоювання корпусів.

Мармеладна маса, яка заповнює форми, розміщені на лотках, які обпудровані крохмалем, направляється на стадію стояння. Під час цього процесу, при постійному охолодженні повітрям при температурі $8 - 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, утворюється структура мармеладної маси протягом $25 - 30$ хвилин. Після вистоювання корпус цукерок обробляють щіткою для видалення крохмалю і продувають стисненим повітрям під тиском $147 - 343\text{ кПа}$. У випадку виробництва глазурованих цукерок очищені корпуси відправляються на етап глазуровання (6), а у виробництві не глазурованих - на етап завертання (8).

6. Глазурування корпусів цукерок.

Після видалення крохмалю корпус цукерки відправляють на процес глазурування за температури 25-27°C і покривають шоколадною глазур'ю за температури 30 – 32°C.

7. Охолодження глазурованих цукерок.

Цукерки, покриті глазур'ю, піддаються охолодженню холодним повітрям при температурі 8–10 °C протягом 5–7 хвилин. Цей процес призводить до застигання шоколадної глазури, яка набуває твердої структури завдяки кристалізації какао-масла.

8. Обгортання цукерок.

За технологією Flow pack цукерки загортаються в металізовану поліпропіленову плівку товщиною 40 мікрон і запаюються по швах за допомогою холодного зварювання. Такий спосіб пакування не тільки надає продукту яскравого і привабливого зовнішнього вигляду, а й сприяє поліпшенню стабільності якісних характеристик цукерок протягом усього терміну придатності.

Цукерки пакуються, маркуються, транспортуються та зберігаються відповідно до визначень, визначених у Державному стандарті України "Цукерки. Загальні технічні умови".

Головними перевагами цієї технології порівняно з традиційними є скорочення часу виробничого циклу, мінімізація втрат біологічно активних речовин (БАР) функціональних інгредієнтів у процесі перероблення та виробництво кондитерських виробів зі стабільними та заданими якісними характеристиками.

Час виробничого циклу скоротився завдяки зменшенню етапу приготування і варіння сиропу з 4,2 до 0,7 години і відмови від етапу темперування (0,3 години) мармеладних шматочків.

Для розчинення пектину використовується менше води (в співвідношенні 10 – 15:1, на відміну від 25 – 30:1, що характерно для традиційних методів виробництва [15, 19, 20]). Процес розчинення можна інтенсифікувати, підвищуючи швидкість обертання пристроїв до 1500 обертів на хвилину і підігриваючи розчинника (воду) до 80 °C. Такий підхід дозволяє отримати більш

концентрований розчин пектину (7 – 10 %) і скорочує час наступного етапу уварювання желе.

Відомо, що при підвищенні температури та зберіганні сиропів і мас для цукерок відбувається гідроліз сахарози. Швидкість цього процесу значно зростає зі збільшенням тривалості нагрівання в кислому середовищі, що особливо важливо для мармеладних мас, оскільки їх рН розташований у діапазоні від 3 до 5 [18].

Точне дотримання рецептурних співвідношень і виробничих параметрів гарантує, що в'язкість мармеладу під час формування підтримується на рівні 5,4 Па·с, а температура застигання – 75 – 80 °С. Низька в'язкість мармеладної маси ефективно усуває ризик утворення повітряних порожнеч у мармеладному студні під час застигання, що сприяє покращенню зовнішнього вигляду (збереженню прозорості) продуктів та уповільнює процеси окислення біологічно активних речовин. Стабільність технічних властивостей напівфабрикату забезпечує певні якісні характеристики кінцевого продукту, а саме пластичну міцність желе – 40 кПа, вміст вітаміну С – на рівні, що відповідає 30 % добової потреби від рекомендованого споживання, а також високі органічні властивості протягом усього терміну зберігання.

4.2 Аналіз якісних показників цукерок мармеладних

Фізико-хімічні, органічні [43] та мікробіологічні показники кондитерських виробів були проаналізовані під час виробництва та через 4 місяці зберігання з метою оцінки якісних характеристик кондитерських виробів, визначення терміну придатності та аналізу збереження біологічно активних речовин під час виробництва та зберігання.

Сенсорна оцінка зразків проводилася за п'ятибальною шкалою на основі смаку, аромату, форми, структури та консистенції. При цьому враховувалися коефіцієнти вагомості, що відображали значущість кожного окремого показника (рис. 4.3).

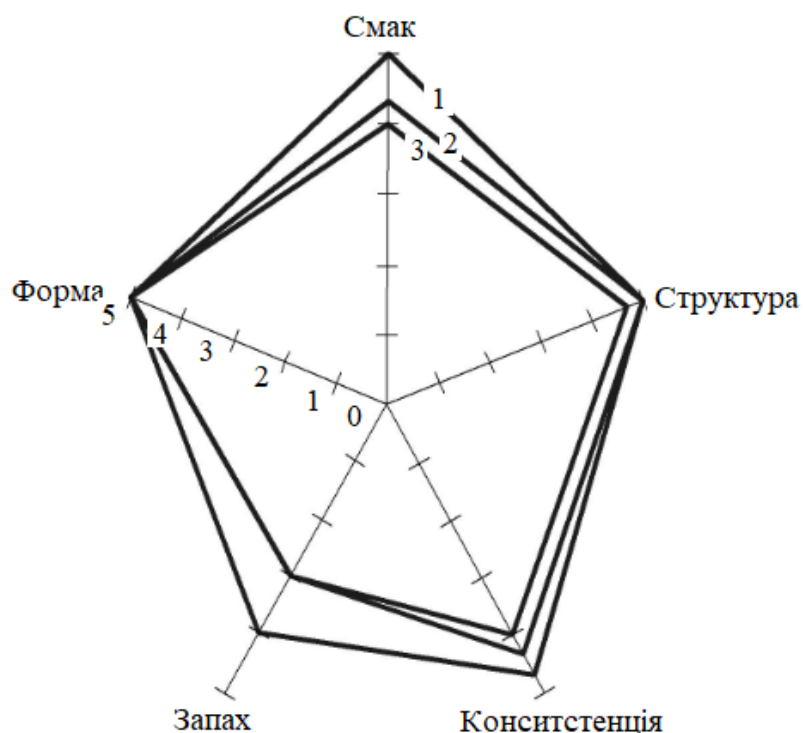


Рисунок 4.3 – Діаграма оцінки органолептичних показників мармеладних цукерок

1 – на момент виготовлення; 2, 3 – після 4 місяців зберігання глазуrowані та не глазуrowані.

На підставі аналізу можна зазначити, що мармеладні цукерки на момент виготовлення відрізняються насиченим та гармонійним смаком, характерним для даного виду цукерок. Вони мають приємний пряний смак сухофруктів і виражений аромат прямих трав, а також однорідну структуру студня, яке розпадається в роті з пружною консистенцією. При розламі цукерки студень виявляється прозорим із виразним бордовим відтінком. Форма цукерок відповідає штампу (продовгуватий паралелепіпед з закругленими кряями), без видимих деформацій. Поверхня глазури є рівною та блискучою. Варто зауважити також загальне зниження приторності цукерок. Комплексний показник якості для глазуrowаних і неглазуrowаних цукерок склав 94,68.

Після чотирьох місяців вираження смаку та запаху цукерок трошки зменшилося, але зберегло гармонійність і цілісність. Структура корпусу цукерки залишилася однорідною, і сенсорними методами тестування не було виявлено

жодних відмінностей. Консистенція однорідна та тверда, без ознак синерезису. Відсутні видимі зміни форми та поверхні виробу, інтенсивність забарвлення тріщин залишається на тому ж рівні. Неглазурований зразок залишається вкритий тонкою цукровою скоринкою. Загальний індекс якості для глазурованих зразків дещо знизився до 85,97, тоді як для неглазурованих зразків – 81,68.

Фізико-хімічні властивості цукерок, виготовлених за використанням наведеної технології, подані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Фізико-хімічні показники цукерок, виготовлених відповідно до запропонованої технології

Показник	На момент виготовлення	Після 4 місяців зберігання	
		Глазуровані	Не глазуровані
Масова частка вологи, %	25,4	23,3	20,9
Масова частка редукуючих речовин, %	37,3	48,7	47,6
Масова частка золи не розчинної в 10 % соляній кислоті, %	0,06	0,06	0,06
Масова частка глазури, %	21,8	21,2	-
рН	3,1	3,2	3,2
Пластична міцність корпусу, кПа	40,4	41,8	45,2

Оцінка якісних параметрів цукерок під час виготовлення і після 135 днів зберігання свідчить про їх відповідність вимогам, встановленим у ДСТУ 4570-93.

Відповідно до аналітичних досліджень щодо вмісту вітаміну С, зафіксованого в момент виготовлення, відмічено втрати на рівні 15,0 %. Через 4 місяці зберігання втрати глазурованих кондитерських виробів становили 4,5 %, а неглазурованих – 6,3 %.

Для дослідження впливу антиоксидантів екстракту кропиви на збереження вітаміну С, були додатково виготовлені цукерки, що містять лише аскорбінову

кислоту, і втрати вітаміну в них становили 27,3 %. Отримані дані свідчать про те, що флавоноїди кропиви та інші антиоксиданти сприяють уповільненню процесу окислення аскорбінової кислоти приблизно в 6 разів.

Отже, загальна величина втрат вітаміну С у мармеладних цукерках, виготовлених за запропонованими рецептурами та технологією, значно менше середньої норми втрат цього вітаміну при виробництві харчових продуктів, яка зазвичай становить від 50 % до 60 % [5].

Ефективне збереження корисних біологічно активних речовин (БАР) у процесі зберігання цукерок забезпечується наступними умовами:

- додавання до складу рецепту компонентів, які сприяють підвищенню стійкості вітаміну С до окислення, зокрема антиоксидантів, які містяться в екстракті кропиви

- захисні властивості мармеладного студня обумовлені здатністю модельних систем до збільшення в'язкості, що призводить до підвищення стійкості аскорбінової кислоти через зменшення рухливості молекул реагентів [14];

- захисні властивості шоколадної глазури та упаковки з металізованої плівки проявляються у запобіганні окисленню вітамінів киснем повітря та запобіганні дифузії вологи в навколишнє середовище.

З урахуванням фактичних втрат вітаміну С та середніх норм втрат інших біологічно активних речовин (БАР), розраховано харчову цінність функціонально призначених мармеладних цукерок після чотирьох місяців зберігання (таблиця 4.2).

Таким чином, функціональні мармеладні кондитерські вироби з екстрактом кропиви та аскорбіновою кислотою, виготовлені за запропонованою технологією, гарантовано містять 30 – 40 % добової потреби організму у вітаміні С при споживанні в рекомендованій добовій нормі протягом визначеного терміну зберігання (на рівні 4-тижневого ДСанПіН 2. (з урахуванням вимог ДСанПіН 3.2.1324-03). При цьому пластична міцність корпусів цукерок залишатиметься в рекомендованому інтервалі 40 – 70 кПа, а масова частка вологи – в інтервалі від

20,9 % до 25,4 %, що свідчить про високу стабільність якісних і споживчих характеристик виробів та гарантує їх високу конкурентоспроможність на споживчому ринку.

Таблиця 4.2 – Харчова цінність функціональних мармеладних цукерок після 4 місяців зберігання.

Найменування показника	Харчова цінність (г/100г продукту)	
	Не глазуровані	Глазуровані
Білки	-	1,2
Жири	0,04	7,6
Вуглеводи	70	70,3
Вміст БАР	В розрахунку на 100 ккал (задоволення норми фізіологічної потреби, %)	
Флавоноїди, в перерахунку на рутин, мг	0,2	0,1
Пектинові речовини, мг	634	420
Вміст хлорофілу, мг	24	16,3
Вміст вітаміну С, мг	36	28,8
Вміст К, мг	136	108
Вміст Са, мг	29	19
Вміст Mg, мг	9	5,6
Вміст Fe, мг	0,02	0,02
Вміст Р, мг	2,2	1,7

Висновки за розділом

Встановлено, що функціональні мармеладні цукерки, збагачені екстрактом кропиви та аскорбіною кислотою, виготовлені за запропонованою технологією, гарантують задовільний вміст вітаміну С на рівні 30 – 40 % від добової потреби організму при споживанні в рекомендованих добових нормах. Пластична міцність корпусів цукерок у такому випадку залишатиметься у рекомендованому діапазоні 40 – 70 кПа, а вміст вологи буде у межах 20,9 – 25,4 %.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці

Під час проведення досліджень показників якості груш та інших харчових продуктів дотримання правил охорони праці стає ключовим аспектом роботи. Лабораторні дослідження в області харчових технологій вимагають уважності, дбайливості та дотримання найвищих стандартів безпеки.

Дослідницькі лабораторії часто використовують різноманітні прилади та обладнання для проведення аналізів. Важливо дотримуватися інструкцій щодо користування цим обладнанням, регулярно перевіряти його стан та вчасно проводити технічне обслуговування.

У лабораторіях можуть використовуватися хімічні речовини, які потребують належної вентиляції та витяжної системи. Важливо не тільки забезпечити свою безпеку, але й запобігти забрудненню навколишнього середовища. Важливо «бути готовими до можливих аварій чи непорозумінь у лабораторії. Знати, де розташована перша допомога та як викликати медичну допомогу в разі потреби» [27].

Оскільки лабораторні дослідження можуть призвести до утворення відходів, важливо правильно видалити їх відповідно до нормативів та стандартів [27].

Під час роботи в лабораторії важливо дотримувати регулярних перерв для відпочинку та відновлення та інших правил, наведених в розробленій картці безпеки праці (рис. 5.1).

Довгі години роботи, особливо над вимірюваннями та аналізами, можуть призвести до втоми, яка може вплинути на точність та безпеку дослідів.

Лабораторії часто використовують прилади, які потребують підключення до електромережі. Важливо дотримуватися правил електробезпеки, уникати зайвих кабелів та розеток, а також регулярно перевіряти обладнання на відповідність стандартам безпеки [27].

Перед початком роботи в лабораторії всі студенти та дослідники повинні пройти навчання з охорони праці та отримати відповідний інструктаж. Це допомагає зрозуміти потенційні ризики та способи їх уникнення.

<p>1. Загальні правила безпеки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Носіть захисний одяг та обладнання, включаючи каску, захисні окуляри або маску, рукавиці та взуття з антиковзаючим покриттям. 2. Дотримуйтесь правил особистої гігієни, зокрема мийте руки перед початком роботи та після роботи з сировиною або харчовими матеріалами. 3. Уникайте роботи самотужки при підйомі важких предметів, завжди допомагайте один одному. 	<p>2. Робота з обладнанням:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перед використанням будь-якого обладнання переконайтесь, що воно працює належним чином та має необхідні заходи безпеки. 2. Дотримуйтесь інструкцій з експлуатації обладнання та не здійснюйте некваліфіковані ремонти чи модифікації. 3. Використовуйте обладнання тільки для призначення, на яке воно придатне, і не перевищуйте його робочі характеристики. 4. Завжди вимикайте обладнання та відключайте його від джерела живлення перед проведенням обслуговування, ремонту або очищення. 								
<p>3. Робота з харчовими матеріалами:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уникайте контакту харчових матеріалів з відкритими ранами або хворобливою шкірою. 2. Зберігайте харчові матеріали в чистих і сухих місцях, захищених від забруднень, включаючи шкідливі речовини, пил та комах. 3. Дотримуйтесь правил гігієни при роботі з харчовими матеріалами, зокрема використовуйте роздільні дошки та інструменти для сирової та готової продукції. 	<p>4. Запобігання пожежам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дотримуйтесь правил пожежної безпеки, зокрема заборони куріння на території цеху та поза визначеними зонами. 2. Зберігайте вогнегасники у доступних місцях та навчіться їх правильно використовувати. 3. Встановіть систему автоматичного пожежогасіння та систему вентиляції, які відповідають вимогам безпеки. 								
<p>5. Надання першої допомоги:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навчіться надавати першу допомогу та знайте місцезнаходження невідкладних медичних заходів. 2. Всі працівники цеху повинні знати номер телефону екстренної медичної допомоги та контактну інформацію медичного персоналу на підприємстві. 	<p>Номери телефонів екстрених служб</p> <p>Номер телефону для всіх видів екстренної допомоги 112</p> <table border="0"> <tr> <td data-bbox="871 1637 999 1760"> <p>Служба пожежної безпеки 101</p> </td> <td data-bbox="1031 1637 1158 1760">  </td> <td data-bbox="1174 1637 1302 1760"> <p>Швидка медична допомога 103</p> </td> <td data-bbox="1334 1637 1461 1760">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="871 1771 999 1895"> <p>Поліція 102</p> </td> <td data-bbox="1031 1771 1158 1895">  </td> <td data-bbox="1174 1771 1302 1895"> <p>Аварійна газова служба 104</p> </td> <td data-bbox="1334 1771 1461 1895">  </td> </tr> </table>	<p>Служба пожежної безпеки 101</p>		<p>Швидка медична допомога 103</p>		<p>Поліція 102</p>		<p>Аварійна газова служба 104</p>	
<p>Служба пожежної безпеки 101</p>		<p>Швидка медична допомога 103</p>							
<p>Поліція 102</p>		<p>Аварійна газова служба 104</p>							

Рисунок 5.1 – Картка безпеки праці для працівників при виробництві мармеладних кондитерських виробів

Лабораторії часто використовують прилади, які потребують підключення до електромережі. Важливо дотримуватися правил електробезпеки, уникати зайвих кабелів та розеток, а також регулярно перевіряти обладнання на відповідність стандартам безпеки.

Перед початком роботи в лабораторії всі студенти та дослідники повинні пройти навчання з охорони праці та отримати відповідний інструктаж. Це допомагає зрозуміти потенційні ризики та способи їх уникнення.

Загалом, охорона праці в лабораторії - це сукупність правил та заходів, які спрямовані на забезпечення безпеки та здоров'я працюючих, а також на підтримання якості та надійності проведених досліджень.

Загалом, дотримання правил охорони праці в лабораторіях є важливою складовою безпечною та результативного наукового дослідження. Виконання цих правил допомагає запобігти травмам, забезпечує точність та надійність досліджень та зберігає навколишнє середовище від забруднення.

5.2 Управління відходами при виробництві мармеладних цукерок

На підприємствах з виробництва мармеладних кондитерських виробів формується значна кількість відходів, таких як шкірки, насіння та інші остачі після віджиму соку. Ефективне управління цими відходами є важливим завданням для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Підприємства повинні розробити системи рециклінгу та вторинної переробки для зменшення кількості відходів, які надходять на смітницю.

Для процесів переробки виробництва мармеладних кондитерських виробів можна використовувати альтернативні джерела енергії, такі як сонячні батареї та вітряні генератори. Це допомагає зменшити споживання природних ресурсів і викиди парникових газів, сприяючи при цьому зменшенню негативного впливу на клімат та навколишнє середовище.

Зменшення використання хімічних добрив і пестицидів є важливою складовою екологічної перспективи на підприємствах з виробництва мармеладних

виробів на фруктовій основі. Важливо дотримуватися інтегрованого підходу до захисту рослин та враховувати альтернативні методи контролю шкідників та хвороб.

Вода є важливим ресурсом для процесів виробництва кондитерських виробів. Підприємства повинні вдосконалити системи обробки стічних вод та використовувати методи очищення для мінімізації викидів забруднених вод у природні резервуари.

Необхідно дотримуватися встановлених стандартів якості та отримувати відповідні сертифікати для харчових продуктів. Це сприяє переконанню споживачів у високій якості продукції та сприяє їхньому вибору на користь екологічно чистих та безпечних товарів [27].

Охорона навколишнього середовища на підприємствах з виробництва кондитерських виробів на мармеладній основі вимагає комплексного підходу і впровадження різноманітних заходів. Зменшення відходів, використання альтернативних джерел енергії, водозбереження та використання біологічно активних речовин є лише деякими з можливих заходів для досягнення екологічно чистої та сталої діяльності підприємств. Спільні зусилля та свідомість щодо проблеми охорони навколишнього середовища є важливими факторами для створення сталого та екологічно чистого виробництва на підприємствах з переробки плодів груш.

Висновки за розділом

В розділі розроблено карту безпеки праці для працівників цеху з виробництва мармеладних кондитерських виробів. Охорона навколишнього середовища на підприємствах з виробництва кондитерських виробів вимагає комплексного підходу і впровадження різноманітних заходів.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Економічні розрахунки були проведені з метою оцінки результатів та виправдання доцільності проекту, спрямованого на обґрунтування технології виробництва функціональних мармеладних кондитерських виробів.

У ході дослідження найбільш витратними статтями бюджету є витрати на організацію дослідження, такі як виготовлення прототипів фітодобавок, електроенергія, амортизація та витрати на персонал. Перелік заходів, які необхідно здійснити, представлено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1	2	3
1-2	Обґрунтування напрямку досліджень	2
2-3	Літературний пошук	18
3-4	Розробка методик та послідовності виконання дослідів	5
4-5	Підготовка дослідних зразків пектинових фітодобавок	2
5-6	Підготовка дослідного устаткування та приладів	23
6-7	Дослідження впливу температури на реологічні властивості мармеладних мас	2
6-8	Дослідження зміни реологічних властивостей в процесі вистоювання	2
6-9	Дослідження впливу функціональних інгредієнтів на органолептичні та якісні показники готових виробів	4
6-10	Дослідження впливу функціональних інгредієнтів на фізико-хімічні показники готових виробів	6
7-11	Обробка матеріалів експериментальних досліджень	1
8-11		1
9-11		3
10-11		2
11-12	Підготовка матеріалу до публікації	5
12-13	Формування демонстраційного матеріалу	4

На рис. 6.1 приведена графічна модель плану проведення досліджень.

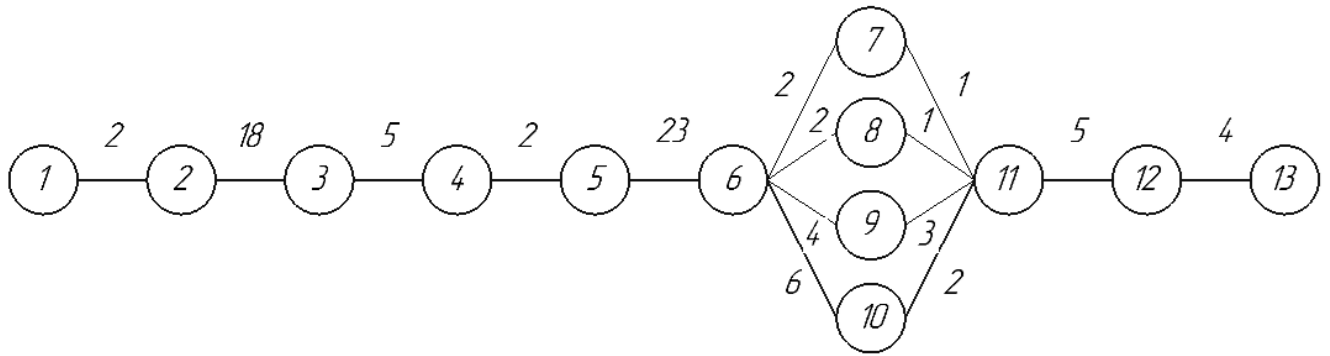


Рисунок 6.1 – Графічна модель плану проведення досліджень

Використовуючи розроблену графічну модель, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-12-13}^1 = 3 + 15 + 3 + 4 + 2 + 25 + 1 + 1 + 5 + 4 = 63;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-11-12-13}^2 = 3 + 15 + 3 + 4 + 2 + 25 + 3 + 1 + 5 + 4 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-11-12-13}^3 = 3 + 15 + 3 + 4 + 2 + 25 + 8 + 3 + 5 + 4 = 72;$$

У нашому випадку критичним є третій шлях з тривалістю в 72 дні.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Желатин, кг	1	250,00	50,00
Фітодобавки пектинові, кг	0,6	650,00	650,00
Всього			700,00

Результати розрахунку заробітної плати учасників досліджень наведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник наукової роботи	8000	47,62	15	714,30
Всього				714,30

Нарахування на заробітну плату складають:

$$H = \frac{714,30 \cdot 22}{100} = 157,15 \text{ грн.}$$

Затрати на електроенергію визначають:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

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).

Затрати енергії на роботу змішувача-підігрівача складають:

$$E_{з.н.} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 1,68 = 14,51 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_{н.к.} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 400 \cdot 1,68 = 544,32 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{заг} = E_{з.п.} + E_{н.к.} = 14,51 + 544,32 = 558,83 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.3)$$

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.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Змішувач-підігрівач	6380,00	10	1	1,75
Персональний комп'ютер	10800,50	24	50	355,08
Всього				356,83

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(714,30 \cdot 80)}{100} = 571,44 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	700,00
Заробітна плата	714,30
Нарахування на заробітну плату	157,15
Електроенергія	558,83
Амортизація	356,83
Накладні витрати	571,44
Всього	3058,55

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і витрати на основні матеріали.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень визначається за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.4)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 3058,55 + \frac{30 \cdot 3058,55}{100} = 3976,11 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3976,11 грн.

Висновки за розділом

Розрахунками було встановлено, що найзначущими складовими витрат під час здійснення дослідження є витрати на основні матеріали та витрати на оплату праці, які складають відповідно 700,00 грн та 714,30 грн. Враховуючи 30 % нормативної рентабельності, загальна вартість проведеного дослідження становить 3976,11 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Науково обґрунтований вибір пектину, напівфабрикатів кропиви дводомної і аскорбінової кислоти для створення нових видів мармеладних цукерок функціонального призначення з вираженою С-вітамінною активністю. Вперше досліджено хімічний склад концентрованого водного екстракту листя кропи і встановлено високий вміст БАР: вітамін С – 148мг/100 г, флавоноїдів – 13 мг/100 г; К – 10,9 %; Са – 2,33 %; Mg – 0,74 %; Р – 0,18 %; Fe – 1,76 мг/100 г.

2. Встановлено, що внесення 0,5 % кропив'яних напівфабрикатів призводить до зростання в'язкості мармеладних мас на 100 – 400 % і зниження пластичної міцності студнів до 44 % в залежності від форми добавки. З урахуванням впливу на органолептичні властивості мармеладних напівфабрикатів встановлені рекомендовані норми внесення: порошоків до 1 %, екстрактів до 5 %, аскорбінової кислоти до 0,2 %. Визначена гранична температура формування мармеладних мас (75 – 85 °С) і завершення процесу студнеутворення (36 – 38 °С).

3. Розроблені рецептури і технологія виробництва мармеладних цукерок, збагачених концентрованим водним екстрактом листя кропиви дводомної і аскорбіновою кислотою, що дозволяють отримувати цукерки із заздальгідь заданими якісними характеристиками, відмовитися від використання синтетичних смакоароматичних і фарбувальних речовин скоротити втрати БАР і тривалість виробничого циклу.

Встановлено оптимальне рецептурне співвідношення досліджуваних інгредієнтів (% мас.): 1,98:1,72:4,43, що дозволяє отримувати мармеладні студні заданої міцності – 40 кПа.

4. Підтверджено вплив дії пектину, екстракту кропиви і аскорбінової кислоти, що полягає в забезпеченні високого збереження БАР в процесі зберігання. За результатами порівняльних досліджень встановлена доцільність упаковки цукерок за технологією «флоу пак» в металізовану плівку з поліпропілену, що дозволяє підвищити стабільність якісних і споживчих характеристик цукерок в процесі зберігання.

5. Розрахунками було встановлено, що найзначущими складовими витрат під час здійснення дослідження є витрати на основні матеріали та витрати на оплату праці, які складають відповідно 700,00 грн та 714,30 грн. Враховуючи 30 % нормативної рентабельності, загальна вартість проведеного дослідження становить 3976,11 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Голікова К.П.. Огляд та аналіз структури споживання продуктів харчування в Україні. Інвестиції: Практика та досвід, 2014, (24), 140-144.
2. Харчування людини / Т.М. Димань, М.М. Барановський та ін. Біла Церква, 2005. 302 с.
3. Герасименко С.С., Герасименко В.С. Статистична характеристика споживання продуктів харчування населенням України. Статистика України, 2013, (2), 28-33.
4. Кравчук Т.В. Натуральні вітамінізовані продукти швидкого приготування. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 44 (2) (2013): 41-45.
5. Ощипок І.М., Онишко Л.Й. Збагачення харчової сировини інгредієнтами для створення продуктів здорового харчування. Вісник ЛТЕУ. Технічні науки 22 (2019): 44-51.
6. Головка Т.М. Наукове обґрунтування технологій продуктів оздоровчого призначення, збагачених на есенціальні мікронутрієнти: дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.18. 16–Технологія харчової продукції. 2019.
7. Гончар Ю., Пукай В. Проблеми створення і виробництва функціональних продуктів." Вісник студентського наукового товариства «ВАТРА» Вінницького торговельно-економічного інституту КНТЕУ. Вінниця: Видавничо (2018): 44.
8. Медведева А. О. Технологія борошняних кондитерських виробів з використанням соєвої пасти : дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2000.
9. Сучасні технології кондитерського виробництва: підручник/ Гайдук О. В., Герлянд Т. М., Дрозіч І. А., Кулалаєва Н. В., Романова Г. М. Київ: ІПТО НАПН України, 2020. 440 с.
10. Демидов І. М., Тимченко В. К. Споживчі властивості харчових жирових продуктів: навчальний посібник. Харків : НТУ ХПІ, 2004. 195 с.

11. Пат. на корисну модель 36829 Україна, МПК А21D 13/08 (2008.01). Спосіб виробництва сирцевих пряників / Козлов Г. Ф., Бондарєва Г. Б. ; власник Одес. нац. акад. харч. технологій. - № u200806600 ; заявл. 15.05.08 ; опубл. 10.11.08, Бюл. № 21.
12. Калакура, М.М. Функціональна десертна продукція. / М.М. Калакура, О.В. Щирська // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: Міжнародна науково-практична конференція, 19 листопада 2013 р., Харків: ХДУХТ. Ч. 1. С. 73–75.
13. Біологічно активні речовини в харчових технологіях : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освітньої спеціальності 181 – «Харчові технології» денної форми здобуття вищої освіти / уклад. О. І. Петрова, А. В. Зюзько, Н. П. Шевчук. Миколаїв: МНАУ, 2023. 72 с.
14. Півоваров О.А. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, В. С. Кошулько. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
15. Верхівкер Я. Г., Мирошніченко О.М.. Розробка параметрів консервування томатних соусів і кетчупів у полімерній тарі. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького 17, № 4 (2015): 32-41.
16. Калакура М.М., Щирська О.В. Інноваційні технології ресторанної десертної продукції. Матеріали II Всеукраїнської науковопрактичної конференції «Здобутки, проблеми та перспективи розвитку готельно-ресторанного та туристичного бізнесу». К.: НУХТ. 2013. С. 13–15.
17. Іванов С. В., Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Технологія оздоровчих харчових продуктів: книга: Київ: РВЦ НУХТ, 2015. 399.
18. Лялик А., Криськова Л., Кравчук Л. Концепція функціональних харчових продуктів. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції, 2017. С. 114–115.

19. Офіційний сайт компанії ТОВ «Кріоліт-Д» в мережі Internet. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ukrslasti.com.ua/>
20. Державні санітарні правила для підприємств (цехів), що виробляють кондитерські вироби з кремом: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 28.08.1997 р. № 262. Законодавство України: база даних / Верхов. Рада України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0262282-97#Text>.
21. СанПін 2.3.23 1324-03 Гігієнічні вимоги до термінів придатності та умов зберігання харчових продуктів.
22. Сучасні технології кондитерського виробництва: підручник. / [Гайдук О. В., Герлянд Т. М., Дрозіч І. А., Кулалаєва Н. В., Романова Г. М.]. – К.: ІНТОНАПН України, 2020. 440 с
23. В.Ф. Петько, О.І. Гапонюк. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв. – К: Центр учбової літератури, 2007. 432с.
24. Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів і продовольчої сировини».
25. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги.
26. Димань Т.М. Безпека продовольчої сировини: підручник / Т.М.Димань, Т.Г.Мазур. К.: ВЦ «Академія». 2011. 520 с.
27. Про охорону праці: Закон України від 14.10.1992 р. № 2695-ХІІ. Законодавство України: база даних / Верхов. Рада України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
28. ДНАОП 15.8-1.14-97 Правила безпеки для кондитерського виробництва.
29. <https://www.promland.com.ua/>.
30. <https://westudents.com.ua/>.
31. <https://medovik.com.ua/ua/statti/virobnitstvo-pryanikiv.html>.
32. https://pidru4niki.com/13111013/tovaroznavstvo/pryanikovi_virobi.

33. Сирохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення. К.: Цент учбової літератури, 2009. 544 с.
34. Сімахіна Г., Науменко Н. Новітні технології оздоровчих продуктів. Товари і ринки. 2015. №1. С. 180–201.
35. A.C. Sato Rheology of Mixed Pectin Solutions [Текст] / Sato A.C., Oliveira P.R., Cunha R.L. // Food Biophysics. – 2008. – №1. – С.100–109.
36. Nesterenko V. B. Reducing the ¹³⁷Cs-load in the organism of «Chernobyl» children with apple-pectin [Текст] / V. B. Nesterenko, A. V. Nesterenko, V. I. Babenko, T. V. Yerkovich, I. V. Babenko // Swiss Medical Weekly. – 2004. – №134. – P. 24–27.
37. Lucas J. EU-funded research y functional foods // British J. Nutrition. 2002., V.88. Suppl. 2.131 – 132
38. Steigman A. All Dietary Fiber is fundamentally functional // Cereal foods world, 2003, vol. 48, 3, p. 128 – 132.
39. Шаззо Р.І. Касьянов Г.І. Функціональні продукти харчування – К.: Колос, 2000 – 247с.
40. Tomomatsu Hideo. Health effects of oligosaccharides.// Food Technology. – 1994. – 48. – №10, pp.61 – 65
41. Verschuren PM Functional Foods: Scientific and Global Perspectives (Summary Report) // British J. Nutrition. 2002. V.88. Suppl.2. 125 – 130.
42. Капрельянц Л.В. Незасвоювані олігосахариди – харчові та функціональні добавки// Харчові інгредієнти: сировина та добавки – 2002 – № 1. с. 5 – 6.
43. Voragen AGJ Technological aspects of functional food related carbohydrates // Trends in Food Science & Technology, 1998, v.9,320 – 327.
44. Jan W., Julie M. Jones. A focus on dietary fiber and whole grains. // Cereal food world. – 2004. № 3. – p 41.
45. Vianen G., Nico de Jongh. Latest generation dietary fibre. // Innovation in foMaod technology. – 2003. №11. – p. 62.
46. Yaeshima T. Benefits of bifidobacteria до human health // Bull. Int. Dairy

Fed. 1996.313:36 – 38с.

47. Buliga GS, Ayling GW, Krawczuk GR та MCGinley EJ Microcrystalline Cellulose Technology in Polysaccharide Association Structures in Food Marcel Decker, Inc., New York, NY, 1998, pp. 169 – 205.

48. Structural and physical properties of dietary fibres. Gullion F., Champ M. Food research international 33. 2000. 233 – 245.

49. Ур'єв Н.В., Талейсник М.А. Харчові дисперсні системи: Фізико-хімічні основи інтенсифікації технологічних процесів. – К: Урожай, 1991. – 296 с.

50. Шапіро М.С., Траїніна Г.Г. Лабораторний контроль у громадському харчуванні. – Харків.: Наука, 2002. – 362 с.

51. Смоляр В. І., Петрашенко Г. І., Голохова О. В. Фортифікація харчових продуктів //Проблеми харчування. 2014. №. 1. С. 29-32.

52. Григоренко О. М. Роль вітамінів у харчуванні людини //Харчова наука і технологія. 2010. №. 3. С. 33-36.

53. Григоренко О. М. Моделювання функціональних харчових продуктів //Харчова наука і технологія. 2013. №. 3. С. 14-18.

54. Сегеда Д.Г., Дашевський В.І. Охорона праці в харчовій промисловості. М. Легка та харчова промисловість. 1983. 344 с.

55. Ворона М. В. Екологічна проблема утилізації відходів в Україні. 2015. № 5 (50). С. 23–26.

56. Ковалишин І. Способи утилізації відходів. Екоінформ. 2011. № 3 (263). С. 10–11.

57. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.