

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут імені акад. І. С. Гулого
Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»
Директор інституту
_____ Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Олександр ГАВВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Інжиніринг фармацевтичних та біотехнологічних виробництв»

на тему: Удосконалення процесу і обладнання для уварювання желейних мас для виготовлення вітамінізованих цукерок продуктивністю 150 кг/год

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ОФ-2-6М

_____ Зуєва Тетяна Романівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ Чепелюк Олена Олександрівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____ Євген Шатерніков
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувачка Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавала і не одержувала недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І. С. Гулого
Кафедра машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Інжиніринг фармацевтичних
та біотехнологічних виробництв
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри **МАХФВ**

Олександр ГАВВА
“ ___ ” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Зусвої Тетяни Романівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення процесу та обладнання для уварювання желейних мас для виготовлення вітамінізованих цукерок продуктивністю 150кг/ год

керівник роботи Чепелюк О. О. доцент, кандидат технічних наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “01” жовтня 2024 р. №859-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 09.12.2024

3. Вихідні дані до роботи Продуктивність варильного котла 150 кг/год; частота обертання мішалки 48 об/хв; густина продукту 1340 кг/м³.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Анотація (українською та англійською мовами); Огляд способів виробництва та обладнання для виготовлення желейних цукерок; Об'єкти і методи досліджень; Результати моделювання; Розрахунки варильного котла; Висновки; Список використаної літератури; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Креслення: Загальний вид варильного котла; креслення мішалки; лінія виробництва вітамінізованих желейних цукерок.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 02.10.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Розділи пояснювальної записки		
1	Вступ	03.10.2024	виконано
2	Огляд способів виробництва та обладнання для виготовлення желейних цукерок	10.10.2024	виконано
3	Опис технологічного процесу виготовлення желейних цукерок та апаратурно-технологічної схеми	20.10.2024	виконано
4	Розрахунок та підбір обладнання для уварювання желейної маси	08.11.2024	виконано
5	Моделювання в програмі SOLIDWORKS	15.11.2024	виконано
6	Охорона праці та захист довкілля	20.11.2024	виконано
7	Висновки	25.11.2024	виконано
8	Список використаних джерел	01.12.2024	виконано
9	Презентація та креслення	07.12.2024	виконано

Здобувач

(підпис)

Тетяна ЗУЄВА

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Олена ЧЕПЕЛЮК

(прізвище та ініціали)

Анотація

Зуєва Тетяна Романівна

Магістерська робота «Удосконалення процесу та обладнання для уварювання желейних мас для виготовлення вітамінізованих цукерок продуктивністю 150кг/год».

Вступ. Магістерська робота присвячена вдосконаленню процесу та обладнання для уварювання желейних мас з метою виробництва вітамінізованих цукерок продуктивністю 150 кг/год. Створення функціональних харчових продуктів, зокрема желейних вітамінів, є актуальним завданням сучасного ринку. Такі продукти забезпечують організм важливими поживними речовинами, зберігаючи їх стабільність і біологічну цінність. Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу, забезпечення стабільної якості продукції та оптимізація використання ресурсів.

Матеріали і методи. У роботі досліджено процес уварювання желейної маси на основі желатину з використанням сучасного обладнання. Проаналізовано властивості основної та допоміжної сировини, включаючи фруктові пюре та вітамінні добавки. Розроблено рецептуру желейної маси, яка враховує оптимальні пропорції компонентів. Для аналізу процесу застосовано експериментальний підхід з використанням моделі уварювального обладнання. Розрахунки виконано на основі нормативних вимог до виробництва харчових продуктів, зокрема вітамінізованих цукерок.

Результати і обговорення. На основі аналізу технологічного процесу встановлено оптимальні параметри уварювання, які забезпечують якість готового продукту. Розрахунки показали, що продуктивність обладнання відповідає заявленим вимогам (150 кг/год), забезпечуючи стабільне уварювання желейної маси з мінімальними втратами поживних речовин. Запропоновано модернізацію обладнання, що дозволяє рівномірно розподіляти теплове навантаження, підвищуючи енергоефективність і зменшуючи втрати під час уварювання.

Висновок. Наукова цінність роботи полягає у встановленні залежностей між параметрами уварювання та якістю готових желейних цукерок. Практична значущість включає вдосконалення процесу виробництва та забезпечення високої якості функціональних продуктів. Розроблені рекомендації дозволяють знизити енерговитрати, покращити стабільність вітамінів і підвищити конкурентоспроможність готової продукції.

Ключові слова: желейні цукерки, уварювання, вітамінізовані продукти, технологічне обладнання, продуктивність.

Abstract

Zuieva Tetiana

Master's thesis: "Improvement of the Process and Equipment for Cooking Jelly Masses for the Production of Vitaminized Candies with a Capacity of 150 kg/h"

Introduction. The master's thesis focuses on improving the process and equipment for cooking jelly masses aimed at producing vitaminized candies with a capacity of 150 kg/h. The development of functional food products, particularly jelly-based vitamins, is a pressing challenge in today's market. These products supply essential nutrients to the body while preserving their stability and biological value. The goal of the research is to enhance the efficiency of the technological process, ensure stable product quality, and optimize resource utilization.

Materials and methods. The study investigates the process of cooking jelly mass based on gelatin using modern equipment. The properties of the primary and auxiliary raw materials, including fruit purees and vitamin additives, were analyzed. A jelly mass recipe with optimal ingredient proportions was developed. An experimental approach using a cooking equipment model was applied to analyze the process. Calculations were performed based on regulatory requirements for the production of food products, particularly vitaminized candies.

Results and discussion. Based on the analysis of the technological process, optimal cooking parameters were established to ensure the quality of the final product. Calculations showed that the equipment's productivity meets the stated requirements (150 kg/h), providing stable cooking of the jelly mass with minimal nutrient loss. Equipment modernization was proposed to ensure uniform heat distribution, improving energy efficiency and reducing losses during the cooking process.

Conclusion. The scientific significance of the study lies in establishing dependencies between cooking parameters and the quality of the final jelly candies. The practical significance includes the improvement of the production process and ensuring high-quality functional products. The developed recommendations allow for reducing energy costs, improving vitamin stability, and increasing the competitiveness of the final product.

Keywords: *jelly candies, cooking, vitaminized products, technological equipment, productivity.*

ЗМІСТ

ВСТУП	8
Розділ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	11
1.1. Кондитерські вироби функціонального призначення на желейній основі	11
1.2. Аналіз сучасних способів виробництва та обладнання для виготовлення желейних цукерок	22
1.2.1. Обладнання для виготовлення желейних цукерок	23
1.2.1.1. Обладнання для уварювання желейних мас	25
1.2.2. Інновації в виробництві желейних цукерок	35
1.3. Переваги та недоліки класичних технологій виробництва желейних цукерок	37
1.4. Обґрунтування обраного виду харчової продукції та способів її виробництва	40
Висновок за розділом	43
Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	44
2.1. Характеристика основної та допоміжної сировини для виробництва желейних цукерок, її харчова та біологічна цінність	44
2.2. Опис технологічного процесу виробництва желейних цукерок та апаратурно-технологічної схеми	47
2.2.1. Опис технологічного процесу виготовлення вітамінізованих желейних цукерок	47
2.2.2. Рецептūra желейного формового мармеладу на желатині	50
2.2.3. Опис апаратурно-технологічної схеми	51
2.3. Розрахунок та підбір обладнання для уварювання желейної маси	55

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зюєва Т.Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	230640.MP.02.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 6

2.3.1. Конструктивний розрахунок	55
2.3.2. Енергетичний розрахунок	56
2.3.3. Тепловий розрахунок	58
Висновок за розділом	60
Розділ 3. МОДЕЛЮВАННЯ В ПОГРАМІ SOLIDWORKS	61
3.1. Вихідні данні для моделювання	61
3.2. Результати моделювання	61
Висновок за розділом	70
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ	71
4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві з виготовлення желейних кондитерських виробів	71
4.2 Визначення критичних точок впливу діяльності підприємства на навколишнє середовище	75
Висновок за розділом	79
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	81
ДОДАТКИ	86

Розділ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Кондитерські вироби функціонального призначення на желейній основі

Кондитерська продукція функціонального призначення є важливим сегментом харчової промисловості, який поєднує смакові якості з користю для здоров'я. Така продукція розробляється з урахуванням сучасних потреб споживачів, зокрема підтримки здорового способу життя, профілактики захворювань та покращення загального самопочуття.

Весь асортимент цих виробів можна класифікувати за численними різноманітними критеріями: за функціональним спрямуванням, за складом фізіологічно активних харчових інгредієнтів тощо. Водночас найбільш зручним підходом вважається поділ за традиційними класами продукції:

1) Цукристі кондитерські вироби: шоколад і продукти на основі какао; мармеладно-пастильні вироби; карамель; цукерки; ірис; драже; халва та східні солодоші.

2) Борошняні кондитерські вироби: печиво; пряники; галети; крекери; вафлі; торти; тістечка; кекси; рулети [1].

Попит на желейні цукерки постійно зростає завдяки їхнім численним перевагам. Висока доступність, унікальні структурно-механічні та органолептичні властивості, а також специфічна студнеподібна структура забезпечують легку засвоюваність цього продукту. Крім того, порівняно низька енергетична цінність (близько 1250 Дж на 100 г) вирізняє желейні цукерки серед інших кондитерських виробів. Завдяки цим характеристикам, вони є перспективною основою для створення продуктів функціонального призначення [2].

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зюєва Т.Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Розділ 1	230640.MP.02.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 11

Кондитерські вироби відзначаються складним хімічним складом і різноманітними властивостями, що формують загальну якість продукту. Особливе значення у визначенні якості мають фізичні властивості, які найкраще характеризують окремі аспекти продукту. До них належать реологічні характеристики, що залежать від біологічного та хімічного складу (рецептури), внутрішньої структури виробу та технології його виготовлення.

Для желейних мас основною реологічною характеристикою є ефективна в'язкість студнів (корпусів цукерок), яка визначається їхньою пластичною міцністю (межою міцності). Ця властивість є ключовою для забезпечення необхідної текстури та стійкості продукту, що впливає як на його споживчі якості, так і на технологічні особливості виробництва [3].

Контроль в'язкості є критично важливим для процесів формування корпусів цукерок, особливо при використанні способу формування видавлюванням, який наразі є найбільш поширеним. Значні коливання в'язкості під час відливання можуть порушити технологічний цикл, спричинити нерівномірний розподіл маси в крохмальних формах, а у крайньому випадку – призвести до передчасного желювання маси в каналах цукерковідливної машини.

Контроль пластичної міцності, у свою чергу, дозволяє точно визначити оптимальну тривалість вистоювання корпусів. Цей параметр є ключовим для забезпечення формоутримуючої здатності та органолептичних характеристик готових виробів. Крім того, аналіз змін пластичної міцності корпусів під час зберігання дозволяє оцінити перебіг таких процесів, як висихання, зацукровування тощо.

Процес виробництва желейних цукерок можна описати як послідовний технологічний потік, що включає ряд етапів, які поступово перетворюють вихідну сировину та напівфабрикати на готовий продукт. Загальна структурна схема цього процесу представлена на рисунку 1.1.

Включення додаткових операцій у технологічний процес виробництва желейних цукерок спрямоване, головним чином, на досягнення характерних відмінних ознак окремих видів цих виробів.



Рисунок 1.1 – Структурна схема процесу виробництва желейних цукерок

Аналіз сучасної технології виробництва показує, що основними напрямками її модернізації є [3, 4]:

- 1) Використання цукрозамінників для зниження енергетичної цінності продукції та створення виробів дієтичного призначення.
- 2) Додавання до рецептури штучно синтезованих і натуральних фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів (переважно рослинного походження), що дозволяє підвищити харчову цінність, надати виробам лікувальні, лікувально-профілактичні та функціональні властивості [3].

3) Застосування сучасних, маловідходних і енергоефективних методів комплексної переробки сировини, які сприяють зниженню втрат біологічно активних речовин, скороченню тривалості технологічного циклу та зниженню собівартості готової продукції.

4) Впровадження перспективних інструментальних методів технохімічного контролю, що забезпечують оперативність, точність і відтворюваність вимірювань, дозволяють контролювати технологічні характеристики напівфабрикатів і покращувати якість готової продукції [4].

5) Використання сучасних способів упаковки та інноваційних пакувальних матеріалів, що підвищують стабільність якісних характеристик виробів протягом терміну зберігання, а також покращують їх споживчу привабливість.

Такий підхід до модернізації виробництва дозволяє відповідати зростаючим вимогам ринку та задовольняти потреби сучасного споживача. Згідно з ДСТУ 52349-2005, при використанні в якості фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів відомих біологічно активних добавок (БАД), з урахуванням рекомендованих доз, експертиза харчового функціонального продукту, що їх містить, може проводитися без необхідності додаткової оцінки їхньої ефективності в експерименті.

Важливо зазначити, що желейні цукерки мають специфічні структурно-механічні властивості, які забезпечують можливість введення до їх рецептури різноманітних фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів. Завдяки цим властивостям зберігається стабільність біологічно активних речовин (БАР), що дозволяє підтримувати їх вміст на заявленому рівні протягом усього терміну придатності. Це також знижує потребу в додатковому закладанні інгредієнтів для компенсації потенційних втрат, оптимізуючи рецептуру виробів.

Збагачені кондитерські вироби на основі желейних мас можна класифікувати на три основні групи залежно від видів використаних фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів:

1) Вироби, збагачені штучно синтезованими вітамінами, полівітамінами, мінералами та вітамінно-мінеральними преміксами, а також вітаміноподібними сполуками [1].

2) Вироби, збагачені пре- і пробіотиками, а також вторинними продуктами і відходами мікробіологічних та біотехнологічних виробництв [5].

3) Вироби, збагачені добавками рослинного походження (рідше тваринного), а також вторинними сировинними ресурсами харчових і сільськогосподарських виробництв [5].

Перша група збагачених кондитерських виробів наразі є найбільш поширеною. Це пояснюється широким асортиментом доступних добавок, їх високою технологічністю, мінімальним впливом на собівартість і органолептичні показники готового продукту завдяки низьким дозам внесення.

Премікси представляють собою гомогенну суміш вітамінів і мінеральних речовин (зокрема кальцію, заліза та інших макро- і мікроелементів), склад і співвідношення яких адаптовані для збагачення продуктів відповідно до фізіологічних потреб організму людини. При їх розробці враховуються особливості структури харчування та рівень забезпеченості мікронутрієнтами різних груп населення [6, 7].

Носіями в преміксах зазвичай є відносно інертні харчові речовини. Вибір конкретного носія залежить від природи основного компонента збагачуваного продукту, а також від міркувань, пов'язаних із збереженням властивостей продукту, зручністю внесення та змішування.

Введення преміксів в технологічний процес сприяє підвищенню харчової цінності продукту, при цьому споживчі властивості, мікробіологічні

показники і термін зберігання виробів зазвичай залишаються незмінними.

Вітчизняний ринок преміксів і вітамінних препаратів представлений рядом великих виробників, які налагодили виробництво добавок, спеціально розроблених для застосування в різних видах харчових продуктів. Для таких преміксів визначені оптимальні рівні внесення та перезакладання, що значно спрощує процес їх інтеграції в виробництво [7, 8].

«Премікси для кондитерських виробів підібрані за складом, носіями в них зазвичай є цукрова пудра, а вітаміни використовуються у вигляді спеціальних водорозчинних форм, стабільність яких при технологічній обробці максимальна» [8].

Для розробки рецептури та технології виробництва мармеладно-пастильних виробів як джерело заліза використовувалися спеціально розроблені вітамінно-мінеральні премікси Валетек-1 та Валетек-5, а також амоній-залізо (III) дегідроцитрат коричневий водний (E381). Під час досліджень були визначені оптимальні рецептурні дози добавок, які містять не більше 30 % рекомендованої добової норми заліза, не погіршують органолептичні показники готових виробів, а також визначений оптимальний спосіб їх внесення [9].

ТОВ «Артлайф» налагодило виробництво лінійки цукерок, збагачених вітамінами А, С, В9, В3, Е, а також мікроелементами — йодом, селеном, кальцієм, магнієм, фосфором, цинком, хромом, пантогематогеном, антоціанами, лютеїном та іншими, з різноманітними смаками: апельсина, ананаса, ківі, вишні та полуниці [10].

Асортимент желейних виробів, збагачених пре- та пробіотиками, наразі менший, але цей напрямок активно розвивається.

У роботі [11] пропонується для отримання мармеладу з унікальними органолептичними характеристиками та широким спектром вітамінної активності додавати в рецептуру водяний екстракт (СР = 2 %) суміші чаю чорного байхового, чаю зеленого байхового, листя чорної смородини, квіток

календули, яблук, квіток гібіскуса, шкірки апельсина та плодів папайї, а також препаратів з біомаси мікроміцетів *Montirella nantahalensis*, *Montirella elongate*, *Montirella alpine*, *reticulata*, *Saprolegina parasitica* [11].

Розроблено технологічний процес виробництва желейних цукерок, які мають комплексний вплив на організм людини, особливо в екологічно несприятливих районах. Такий ефект досягається шляхом додаткового внесення в процес уварювання желейної маси різноманітних інгредієнтів. Зокрема, використовуються білкові компоненти (казеїн, білок, виділений з дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, соєвий білок) та лікувально-профілактичні композиції, які включають відварну моркву, морквяний сік, сульфат заліза II, глутамат натрію, глутамат магнію, кальцій, пектин з буряка, сік буряка та відварений буряк [12].

Як підсолоджуючий компонент використовується сироп з вуглеводів або багатоатомних спиртів, що дозволяє знижувати калорійність продукту та покращувати його функціональні властивості.

Останнім часом спостерігається зростання інтересу до вітамінних препаратів на основі рослинної сировини, що пояснюється їх високою фізіологічною активністю. У таких препаратах вітаміни представлені комплексами біологічно активних ізомерів, що мають різну функціональну спрямованість, що забезпечує більш широкий спектр дії і синергізм. Природні вітамінні комплекси є стереоспецифічними для людського організму, який історично адаптований до них. Крім того, вони, як правило, більш стабільні порівняно з індивідуальними синтетичними вітамінами.

Не випадково, частка лікарських препаратів природного походження, що застосовуються в сучасній медицині, складає близько 30 % [7].

Перспективи розвитку цього напрямку є надзвичайно широкими і майже не обмеженими. З величезного різноманіття видів рослин людина використовує лише незначну частину як джерела біологічно активних речовин (БАР). Ще більш обмежений видовий склад промислової вітамінної

рослинної сировини. Основною причиною цієї ситуації є недостатнє вивчення хімічного складу більшості рослинної сировини, а також коливання вмісту основних БАР, що залежать від часу збору, умов зростання, зберігання та переробки.

До того ж існує підвищена складність розробки раціональних способів внесення рослинних напівфабрикатів в рецептури кондитерських виробів у порівнянні з синтетичними вітамінами [7, 11].

При використанні рослинної сировини важливо особливо увагу звертати на її безпеку, зокрема щодо наявності токсичних елементів, пестицидів, отруйних речовин, радіонуклідів та інших шкідливих компонентів [8, 11].

Відходи харчової промисловості та сільського господарства (жом буряка, яблучні та виноградні вижимки, кошики соняшнику, горобиний шрот та інші) також є значним резервом сировини, багаті на біологічно активні речовини (БАР), для кондитерської промисловості. Це відкриває нові можливості для ефективного використання вторинних ресурсів, що дозволяє не тільки знижувати витрати на сировину, а й сприяти зменшенню відходів та покращенню екологічної ситуації.

Сьогодні цей напрямок активно розвивається, і на кондитерському ринку України з'являється все більше продуктів з поліпшеними якісними характеристиками та підвищеною харчовою цінністю.

В Україні були розроблені експериментальні та промислові сушильні установки для отримання багатокomпонентних порошкоподібних харчових напівфабрикатів з рослинної сировини, що знайшли широке застосування в кондитерській промисловості. За останній час було розроблено та впроваджено в виробництво десятки нових видів харчових напівфабрикатів на основі фруктів, овочів, лікарсько-технічної сировини, а також кондитерських виробів на їх основі.

Значні досягнення були зроблені в напрямку створення нових видів пастильно-мармеладних виробів. Для заміни синтетичних барвників в желейному мармеладі було запропоновано використовувати концентрати екстрактів ягідних вижимок. Це дозволило збільшити антиоксидантну активність мармеладу в 2-3 рази [11].

Розроблено технологію виробництва фруктово-желейного мармеладу функціонального призначення, виготовленого на агарі або желатині, з використанням фруктози або стевії, а також цілих або деформованих ягід та пюре журавлини, чорної смородини, чорниці, брусниці, яблук, малини, полуниці. Крім того, запропоновано новий прогресивний спосіб формування та упаковки мармеладу за допомогою вакуумного шприца безперервної дії, що дозволяє упакувати продукт в металізовану плівку методом «флоу-пак». Цей метод забезпечує високу продуктивність (500–10,000 кг/год) при мінімальних витратах на виробництво, оскільки ліквідується стадія сушки, скорочується тривалість вистоювання і охолодження.

Фруктово-овочевий мармелад на фруктозі, виготовлений із використанням яблучно-гарбузового, яблучно-морквяного та яблучно-гарбузово-морквяного пюре, має покращені смакові та поживні властивості. Він виробляється без додавання синтетичних барвників та ароматизаторів, що робить продукт більш природним та корисним для споживачів [13].

З метою раціонального використання цукрового буряка та максимального збереження його цінних компонентів, була розроблена ефективна технологія глибокої переробки цього продукту в напівфабрикати. Це дозволяє отримувати харчові продукти з підвищеною харчовою цінністю завдяки високому вмісту харчових волокон, мікро- та макроелементів, вітамінів і білків. Крім того, такі продукти мають низький вміст цукру і собівартість, що робить їх економічно вигідними для виробництва.

Співробітниками Одеського технологічного інституту харчової промисловості ім. М.В. Ломоносова було запропоновано цікавий підхід до

виробництва мармеладу. Зокрема, при уварюванні желевної маси пропонується додавати водну суспензію шпинату в кількості 1-2 % до маси готового продукту. Часточки шпинату мають розмір від 50 до 300 мкм, а концентрація сухих речовин коливається між 17-21 %. Цей метод дозволяє підвищити антиоксидантну активність, харчову цінність продукту, відмовитись від синтетичних барвників, знизити енергетичну цінність мармеладу, а також вдвічі збільшити термін зберігання готового виробу.

Також пропонується використовувати для приготування мармеладу на пектині концентровану коньячну барду з масовою часткою сухих речовин (СР) 35 %. Вона додається в кількості 100-125 г на 1 кг готової продукції. Це дозволяє розширити сировинну базу кондитерської промисловості та підвищити харчову цінність виробів. Коньячна барда містить велику кількість корисних речовин, таких як органічні кислоти (переважно винна), вітаміни, макро- та мікроелементи, що робить її цінним джерелом біологічно активних речовин. Мармелад, виготовлений за такою технологією, за своїми органолептичними характеристиками дуже схожий на мармелад, який готують із більш дорогого концентрованого виноградного соку [14].

У дослідженнях, наведених в [15], для покращення якісних характеристик желевного мармеладу і продовження його терміну зберігання запропоновано використовувати обліпиховий концентрат. Цей концентрат отримують шляхом пресування плодів обліпихи з подальшим вилученням не менше 15 мг каротиноїдів, уварюванням соку при температурі 42–44 °С до масової частки сухих речовин (СР) від 38 до 64 % і витримкою при температурі 10–45 °С протягом 10–30 діб.

Таке додавання в кількості 3–6 % від загальної маси продукту значно покращує властивості мармеладу, надаючи йому високі комплексоутворюючі здатності по відношенню до іонів свинцю, а також забезпечуючи високий вміст вітамінів: 14 мг% вітаміну С і 0,6 мг% вітаміну Е. Ці компоненти також

сприяють значному збільшенню терміну зберігання мармеладу до трьох місяців, що є важливим для збереження якості та харчової цінності продукту.

Дослідження, наведеного в [3, 11], показують, що застосування CO₂-екстрактів і водних екстрактів CO₂-шротів пряно-ароматичних трав може значно підвищити якісні характеристики желейного мармеладу функціонального призначення. Запропоновано вводити водні екстракти на стадії приготування агар-цукрово-патокового сиропу в якості розчинника цукру, а CO₂-екстракти — на стадії охолодження мармеладної маси. Такий підхід дозволяє досягти кількох важливих результатів:

1) Підвищення харчової цінності мармеладу завдяки додатковим корисним компонентам, що містяться в екстрактах.

2) Одержання мармеладу з приємними специфічними органолептичними характеристиками (смак, запах), які підвищують його споживчу привабливість.

3) Зниження адгезійних властивостей мармеладу, що покращує його текстуру та робить продукт більш зручним у використанні.

4) Виключення використання синтетичних смако-ароматичних речовин, що підвищує натуральність продукту і відповідає вимогам сучасних тенденцій до здорового харчування.

Розробка, яка включає введення в мармеладну масу підварки з моркви та сиропу з плодів шипшини при охолодженні разом з лимонною кислотою і ароматизаторами, дозволяє досягти кількох важливих результатів [7, 8]:

1) Підвищення антиоксидантної активності мармеладу, що робить його більш корисним для здоров'я завдяки наявності біологічно активних речовин.

2) Покращення харчової цінності завдяки додатковим корисним компонентам, що містяться в моркві та плодах шипшини, таких як вітаміни, мінерали та антиоксиданти.

3) Оригінальні органолептичні характеристики мармеладу, що дозволяють створити продукт із приємними смаковими і ароматичними властивостями.

Крім того, важливою перевагою є відмова від синтетичних смако-ароматичних і фарбувальних речовин, що підвищує натуральність продукту і відповідає на вимоги сучасних споживачів до здорового харчування.

Енергоєфективні і безвідходні технології також знижують собівартість готових виробів, що робить їх більш доступними для широкого кола споживачів і сприяє стійкості та економічній ефективності виробництва.

1.2. Аналіз сучасних способів виробництва та обладнання для виготовлення желейних цукерок

Желейні цукерки – це кондитерські вироби желеподібної структури, що відрізняються приємним кисло-солодким смаком і еластичною консистенцією. Для збереження товарного вигляду та якості під час зберігання і транспортування, поверхню желейних цукерок можуть покривати цукром, шоколадною глазур'ю або іншими захисними шарами. Це запобігає зволоженню виробів, яке може статися через наявність значної кількості редукуючих цукрів (глюкози, фруктози) у складі, що мають високу гігроскопічність.

Залежно від сировини, що використовується як желювальний компонент, желейні цукерки поділяють на:

- 1) Фруктово-ягідні – виготовляються на основі фруктово-ягідного пюре;
- 2) Желейні – базуються на використанні желювальних речовин (пектин, агар, желатин тощо);
- 3) Желейно-фруктові – поєднують желювальні речовини з фруктово-ягідним пюре.

За методами формування желейні цукерки можна класифікувати наступним чином:

- 1) Формові – отримуються шляхом заливання желейної маси у жорсткі або відштамповані у сипучому матеріалі форми;
- 2) Пластові – формуються шляхом заливання желейної маси в тару, після чого вирізаються на окремі порції;
- 3) Різьблені – формуються як суцільний пласт із подальшим різанням на окремі вироби [16].

Желейні цукерки виготовляють шляхом поєднання гідроколоїдів (желатин, агар-агар, пектин або крохмаль) з цукром, сиропами, барвниками, ароматизаторами та іншими добавками. Основні етапи процесу включають:

- 1) Приготування желейної маси: змішування інгредієнтів, їх нагрівання до досягнення однорідної структури. Температура залежить від типу використаного гідроколоїду.
- 2) Дозування та формування: желейна маса розливається у форми або відливається на конвеєрі, використовуючи спеціальне обладнання.
- 3) Охолодження та стабілізація: продукти охолоджуються до твердіння желейної маси.
- 4) Додаткова обробка: глазурування, посипання цукром, нанесення воскових покриттів для блиску.
- 5) Пакування: готові вироби пакують у харчову упаковку.

1.2.1. Обладнання для виготовлення желейних цукерок

Обладнання для виробництва желейних цукерок поділяється на кілька основних категорій залежно від етапів технологічного процесу. Кожен вид обладнання відіграє ключову роль у забезпеченні високої якості кінцевого продукту.

1. Котли для приготування желейної маси

Варильні котли з мішалками: забезпечують рівномірне змішування інгредієнтів і нагрівання до потрібної температури. Оснащуються датчиками температури та автоматичними системами контролю.

Вакуумні варильні апарати: використовуються для швидкого випарювання вологи при зниженій температурі, що дозволяє зберегти термочутливі компоненти, такі як ароматизатори чи вітаміни.

2. Дозувальне та формувальне обладнання

Дозувальні машини: автоматично розливають желейну масу у форми, забезпечуючи точність ваги кожної цукерки. Такі машини можуть налаштовуватися на багат шарові або різнокольорові цукерки.

Обладнання для формування в крохмальні форми: спеціальні пристрої, які створюють порожнини в крохмальному шарі, куди заливається гаряча желейна маса. Після охолодження маса застигає, і форму знімають.

Роторні формувальні машини: використовуються для виготовлення цукерок із точною формою. Вони особливо популярні для продукції з силіконовими або металевими формами.

3. Охолоджувальні системи

Конвеєрні охолоджувачі: дозволяють поступово охолоджувати желейні цукерки після формування. Оснащені вентиляторними установками для рівномірного розподілу повітря.

Охолоджувальні камери: використовуються для стабілізації продукту при великих обсягах виробництва. Забезпечують контроль вологості та температури.

4. Обладнання для додаткової обробки

Машини для глазурування: застосовуються для нанесення шарів шоколаду або інших покриттів на готові цукерки. Такі машини часто оснащені системами для охолодження покриття.

Установки для посипання: дозволяють рівномірно наносити цукор, цукрову пудру, кислоту або інші порошкові покриття.

Машини для нанесення воскових покриттів: використовуються для надання цукеркам блиску та створення захисного шару, що покращує зовнішній вигляд і продовжує термін зберігання.

5. Пакувальні машини

Автоматичні пакувальні лінії: забезпечують швидке та гігієнічне пакування продукції в індивідуальні обгортки або групові упаковки. Можуть працювати з різними типами матеріалів: целофаном, поліетиленом, папером.

Вакуумні пакувальні машини: застосовуються для тривалого зберігання, запобігаючи контакту продукту з повітрям і вологою.

6. Інтегровані виробничі лінії

Це комплексні системи, які об'єднують всі етапи виробництва: від приготування маси до пакування. Вони автоматизують процес, забезпечують високу продуктивність і точність роботи, що особливо важливо для великих обсягів виробництва.

7. Допоміжне обладнання

Системи водопідготовки: використовуються для очищення води, яка є основним компонентом у технології виготовлення желейних мас.

Фільтрувальне обладнання: для забезпечення чистоти сировини та усунення сторонніх часток.

Конвеєрні стрічки: для транспортування продукту між різними етапами виробництва.

1.2.1.1. Обладнання для уварювання желейних мас

Обладнання для уварювання желейних мас відіграє ключову роль у виробництві желейних цукерок, забезпечуючи оптимальні умови для випарювання вологи, рівномірного нагрівання та досягнення потрібної консистенції продукту. До такого обладнання належать кілька типів, кожен із яких має свої особливості [17].

1. Відкриті варильні котли.

Використовуються для невеликих виробництв або традиційних методів уварювання. Оснащуються мішалками, що запобігають пригоранню маси.

Переваги: простота конструкції, універсальність.

Недоліки: нерівномірний нагрів, підвищене споживання енергії.

На рисунку 1.2 показаний варильний котел марки 28-А місткістю 150 л з механічною мішалкою. Котел складається з мідної напівсферичної чаші 3 з мідною обичайкою 18. Чаша поміщена в сталеву парову сорочку 4 і з'єднана з нею на прокладці за допомогою фланців і болтів. Котел встановлений на двох чавунних стійках 1. Пара для підігріву підводиться через вентиль 20. Конденсат відводиться через вентиль 6 у нижній частині парової сорочки, спуск конденсату – через кран 7.

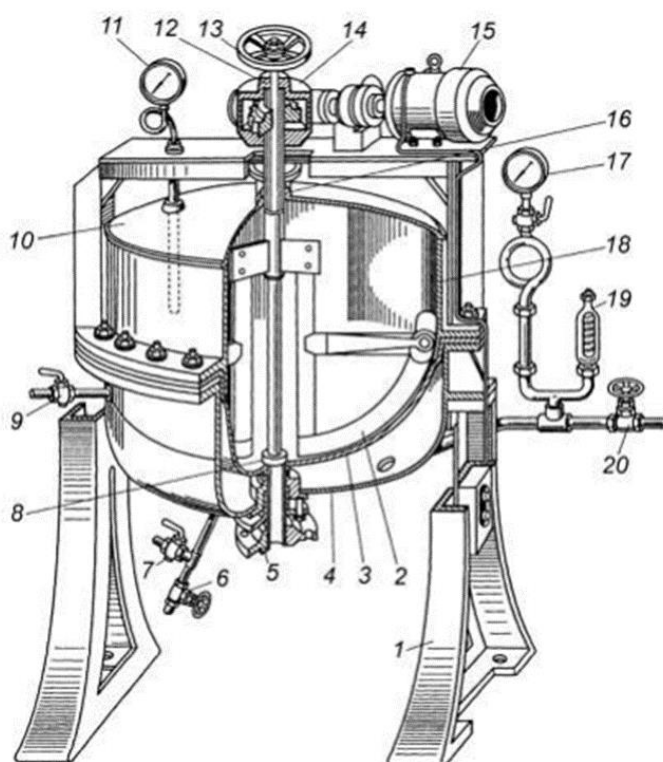


Рисунок 1.2. - Варильний котел 28-А [17] :

1 - стійка; 2 - якірна мішалка; 3 - чаша; 4 - парова сорочка; 5 - штуцер; 6 - вентиль; 7 - кран; 8 - клапан спуску конденсату; 9 - кран спуску повітря; 10 -

кришка котла; 11 - манометричний термометр; 12 - гвинт; 13 - маховичок; 14-редуктор черв'ячний; 15 - електродвигун; 16 - штуцер; 17 - манометр; 18-обичайка; 19 - запобіжний клапан; 20 - вентиль пари.

До котла приєднується конденсатовідвідник. Котел має кришку 10 з люком для завантаження і огляду та штуцером 16 для відводу вторинної пари. Під час варіння маса в чаші перемішується якірною мішалкою 2, що приводиться у рух від електродвигуна 15 через черв'ячний редуктор 14.

У нижній частині котла для зливу готової маси розташований штуцер 5, який під час варіння перекривається клапаном 8. При розвантаженні котла отвір штуцера відкривається шляхом підняття клапана 8 нагору за допомогою вертикального гвинта 12 з маховичком 13. Котел оснащений манометром 17, запобіжним клапаном 19, манометричним термометром 11 і краном для спуску повітря 9.

2. Вакуум-випарні апарати

Забезпечують випаровування вологи при знижених температурах завдяки створенню вакууму. Вакуум дозволяє зберегти термочутливі компоненти, такі як ароматизатори, барвники та вітаміни. Використовуються в промислових масштабах для великих обсягів виробництва.

Переваги: швидке уварювання, збереження якості сировини, енергоефективність.

Універсальний варильний вакуум-апарат М-184 (рисунок 1.3) з автоматичним розвантаженням складається із двох котлів: верхнього, двостінного 7 і нижнього приймального 26, розташованих один над одним.

Верхній котел служить для уварювання маси (при атмосферному тиску) і являє собою напівсферичну мідну чашу, укладену в чавунну парову сорочку, у яку через вентиль 17 подається грюча пара. Конденсат відводиться через патрубок 5. Під час уварювання маса в чаші перемішується

якірною мішалкою 19, привод якої здійснюється від електродвигуна 6 через пасову передачу 8 і конічний редуктор 11.

Чаша верхнього котла закрита кришкою 10 з приймальною воронкою і штуцерами для завантаження та відводу вторинної пари. Через штуцер 20, що закривається клапаном 19, уварена маса зливається у нижній котел. Клапан 19 відкривається за допомогою вертикального штока, пов'язаного із пневматичним клапаном 12. Перед зливом маси в нижній котел 26 його притискають до кришки 3 верхнього казана за допомогою ножної педалі.

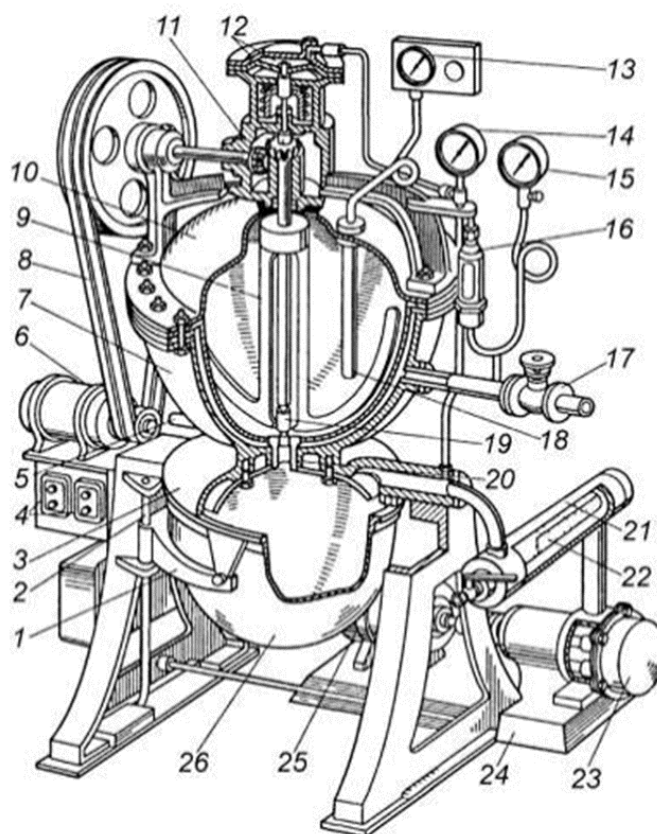


Рисунок 1.3 - Універсальний варильний вакуум-апарат М-184 [17]:

1 - поворотна вилка; 2 - вісь; 3 - кришка; 4 - кнопкова станція; 5 - патрубок; 6, 23 - електродвигун; 7 - верхній котел; 8 - клинопасова передача; 9 - мішалка якірна; 10 - кришка; 11 - конічний редуктор; 12 - пневмоклапан; 13 - манометричний термометр; 14 - вакуумметр; 15 - манометр; 16 - запобіжний клапан; 17 - вентиль; 18 - термобалон термометра; 19 - клапан; 20 - штуцер; 21 - конденсатор; 22 - труба; 23 - вакуум-насос; 24 - плита; 25 - електродвигун вакуум-насоса; 26 - нижній котел.

Нижній котел являє собою мідну посудину з напівсферичним днищем. Цапфи цього котла вільно лежать у гніздах поворотної вилки 1, яка знаходиться на осі 2, укріпленій на лівій стійці станини. По закінченню процесу уварювання вилка 1 з нижнім котлом 26 повертається навколо осі і нижній котел виводиться з-під кришки 3 для розвантаження. Кришка 3 має два оглядові вікна для спостереження за процесом зливу маси з верхнього казана.

Апарат постачений манометричним термометром 13, манометром 15, вакуумметром 14, запобіжним клапаном 16 і має кнопкове керування 4 електродвигунами 6 і 23. Вбудований в даний апарат малогабаритний ротаційний мокро-повітряний водокільцевий вакуум-насос 23, відкачуючи через конденсатор 21 повітряно-водяну суміш, створює розрідження у нижньому котлі і у пневматичному клапані 12, який відкриває отвір для зливу маси в нижній казан 26. При цьому завдяки розрідженню прискорюється зливання маси в казан і відбувається процес інтенсивного самовипару, що веде до додаткового видалення вологи з маси, яка відсмоктується з верхнього котла в нижній. За рахунок самовипару вологи температура маси значно знижується. Вакуум-насос 23 змонтований на окремій плиті 24, укріпленій на стійках апарата, і приводиться у рух від електродвигуна 25. Конденсатор 21 являє собою трубу, приєднану одним кінцем до кришки 3 трубою 20 апарата, а іншим – до насоса. В середині конденсатора через трубу 22 з отворами підводиться холодна вода, яка витікає тонкими струмками і створює водяну завісу, конденсуючи вторинну пару.

При роботі апарата у верхній котел завантажують компоненти суміші або попередньо приготовану суміш кондитерської маси, що уварюється, включають пару і мішалку.

Контроль над температурою маси проводиться за контактним манометричним термометром 13, термобалон 18 якого занурений у масу, що

уварюється. Як тільки її температура досягне необхідного значення, автоматично включаються пропускний клапан 12 зливу маси в нижній котел, електродвигун ротаційного вакуум-насоса і подача води в конденсатор. Коли уварена маса повністю зіллється у нижній котел, зупиняють вакуум-насос, закривають вентиль подачі води в конденсатор і здійснюють вивантаження увареної маси.

3. Змієвикові варильні апарати

Сировина циркулює через систему змієвиків, які нагріваються паром. Забезпечують рівномірний і швидкий нагрів маси.

Особливість: зручність у регулюванні температурного режиму.

Переваги: компактність, висока продуктивність, ефективний теплообмін.

Апарат (рис. 1.4) з ручним вивантаженням маси складається із трьох частин: гріючої I, випарної II і сепаратора-пастки III. Гріюча і випарна частини з'єднані між собою трубопроводом. Пастку встановлюють на трубопроводі, що з'єднує випарну камеру з конденсатором змішування і вакуум-насосом.

Гріюча частина I являє собою циліндричний сталевий корпус 4 з привареним до нього штампованим сталевим днищем у нижній частині і знімною кришкою 6.

Всередині корпуса змонтований мідний змієвик 5, який має два ряди витків, послідовно з'єднаних між собою. Нижній кінець змієвика приєднується до трубопроводу від сиропного плунжерного насоса, що живить вакуум-апарат, а верхній – до сполучного трубопроводу 10, що йде у випарну частину вакуум-апарата, яка, у свою чергу, з'єднується трубопроводом з конденсатором змішування поршневого мокро-повітряного вакуум-насоса.

У верхній частині корпуса 4 гріючої частини апарата розташований штуцер для подачі пари; на кришці змонтовані манометр 7, запобіжний

клапан 8, кран 9 для випуску повітря. У днище апарата встановлений штуцер 2 для подачі сиропу, штуцер 1 для спуску конденсату і кран 3 для продувки апарата.

Випарна частина II вакуум-апарата складається із двох сталевих обичайок (верхньої 23 і нижньої 22) та нижнього сталевго конуса 17, з'єднаних між собою фланцями і відкидними болтами. Між обичайками поміщена конусна мідна чаша 20, горловина якої перекривається клапаном 18. Конусна чаша, порожнина верхньої обичайки і сферична стальва кришка утворюють верхню вакуум-камеру місткістю 140 л.

Для запобігання застигання маси, що уварюється, на стінках конусної чаші 20 з зовнішньої сторони змонтований змієвик 21, у якому циркулює гріюча пара, що подається через трубу 14. Верхній внутрішній клапан 18, який відкривається і закривається за допомогою рукоятки 12, служить для забезпечення безперервності процесу уварювання (при вивантаженні готової маси він перекритий) і для випуску з верхньої камери в нижній прийомний конус кондитерської маси, що накопичується під час розвантаження апарата.

На верхній обичайці вакуум-камери з боку робочого місця змонтований вакуумметр 25 для контролю над розрідженням. Нижній сталевий конус 17 вакуум-камери для запобігання застигання підготовленої до вивантаження карамельної маси на 3/4 висоти обмивається парою, що подається у парову сорочку 16 по трубі 14. Повітря із сорочки 16 випускається через повітряний кран, а готова уварена маса – через зовнішній клапан 15 з рукояткою. За виходом маси можна спостерігати через оглядові скельця 19 у нижній прийомній частині вакуум-камери. Для сполучення верхньої вакуум-камери з нижнім приймачем і нижнього приймача з атмосферою передбачена труба із кранами 11 і 13.

Випарну частину вакуум-апарата кріплять на тягах до стелі або на кронштейнах до стіни. Апарати цього типу зручні для установки в потокових

лініях і не вимагають спорудження спеціальних майданчиків для монтажу гріючої частини.

Крім того, гріюча частина разом з плунжерним сиропним насосом і мокро-повітряним вакуум-насосом може бути встановлена на деякій відстані від випарної частини вакуум-апарата або в іншому приміщенні, що забезпечує кращий санітарний стан цеху.

Сепаратор-пастка III призначений для затримування часток кондитерської маси, що виносяться вторинною парою. Він являє собою циліндричну сталеву посудину 28 із плоскою кришкою і перегородкою 27 всередині, розташованою напроти вхідного патрубку. Затримані частки карамельної маси видаляються через нижній патрубок пастки із краном 29 для наступної переробки.

Вихідна суміш з видаткового бака плунжерним насосом безупинно нагнітається у змійовик апарата під тиском 0,4 МПа. Одночасно в корпус гріючої частини апарата через верхній штуцер подається пара. У паровому просторі апарата гріюча пара обмиває змійовик 5 і конденсується. Конденсат безупинно видаляється через штуцер 1 у конденсатовідвідник.

Тиск гріючої пари контролюється манометром 7, при збільшенні тиску пари понад припустимого спрацьовує запобіжний клапан 8. Суміш для уварювання, що поступає у здвоєний змійовик, піднімається спочатку по витках внутрішнього змійовика, потім переходить по вертикальній сполучній трубі в нижній виток зовнішнього змійовика і рухається далі нагору по його витках. З верхнього витка зовнішнього змійовика ірисна маса переходить по сполучному трубопроводу 10 у вакуум-камеру апарата, у якій за допомогою конденсатора змішування створюється розрідження, підтримуване поршнеvim мокро-повітряним вакуум-насосом, приєднаним до вакуум-камери.

Маса, одержана в результаті уварювання вихідної суміші в змійовику, безупинно надходить у вакуум-камеру, при цьому процес уварювання маси

до кінцевої вологості 1,5...2,5% відбувається завдяки інтенсивному самовипару вологи в розрідженому просторі.

Вторинна пара, яка виділяється з суміші при її уварюванні, і повітря, що підсмоктується, при періодичному розвантаженні вакуум-камери, спрямовуються з вакуум-камери по трубопроводу 26 через пастку 28 у конденсатор змішування, куди безупинно подається охолоджувальна вода. Вторинна пара охолоджується і конденсується. Вторинна пара, яка поступає у конденсатор, займає значний об'єм: 1 кг пари займає до 10 м³ об'єму; при перетворенні пари у воду 1 кг води займає об'єм близько 1 л. Через таке різке скорочення об'єму і створюється розрідження у конденсаторі та вакуум-камері. Мокро-повітряна суміш, що утворюється у конденсаторі, відкачується з нього вакуум-насосом, завдяки чому постійно підтримується розрідження у конденсаторі та вакуум-камері. Розташований у сферичній кришці вакуум-камери відбійник 24 перешкоджає винесенню кондитерської маси в конденсатор. По мірі накопичування готової маси у вакуум-камері її періодично, через кожні дві хвилини, вивантажують, не порушуючи безперервності процесу уварювання.

Для вивантаження готової маси, що скопилася у нижньому конусі 17 вакуум-камери при закритому верхньому клапану 18, відкривають нижній клапан 15 і одночасно з'єднують нижній конус із атмосферою, відкриваючи повітряний кран 13.

Після вивантаження готової маси закривають нижній клапан 15 і кран 13, потім перед відкриванням верхнього клапана 18 вирівнюють тиск в обох частинах вакуум-камери, для чого при закритому нижньому клапані 15 відкривають кран 11, що з'єднує верхню і нижню частини камери. Після цього закривають кран 11, відкривають верхній клапан 18, і процес уварювання триває з використанням повного об'єму обох частин вакуум-камери.

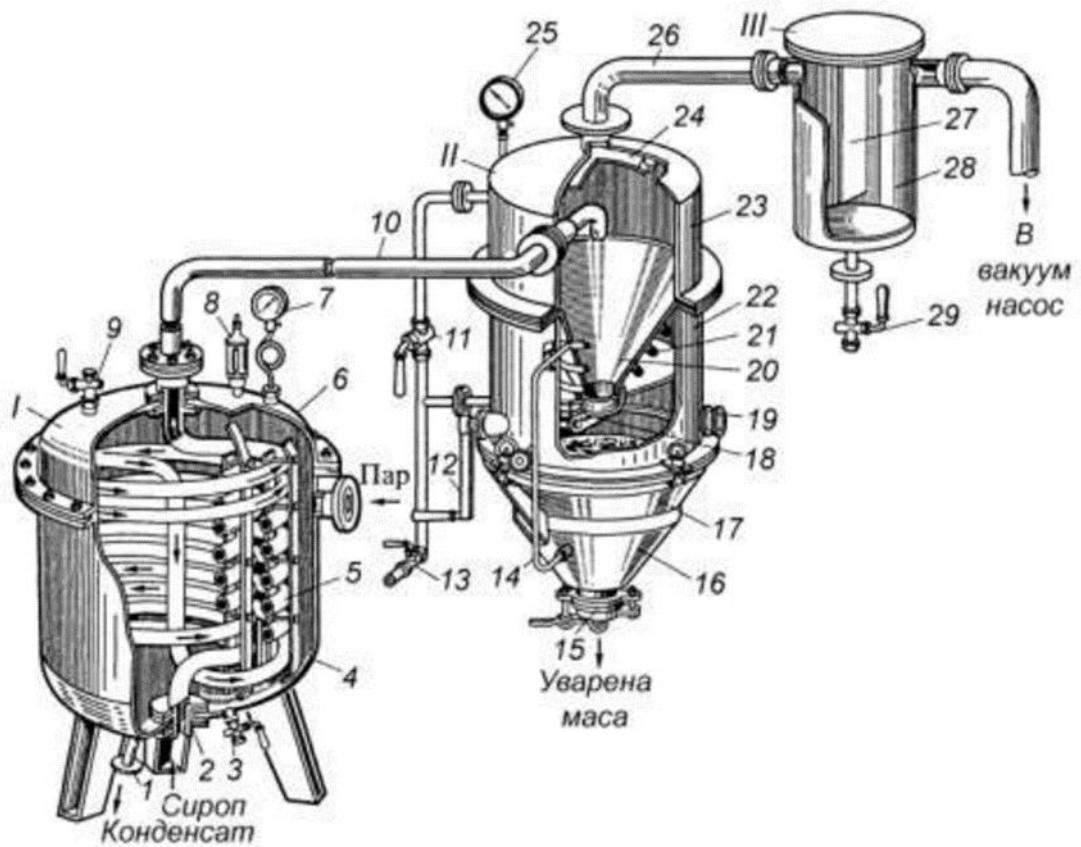


Рисунок 1.4. - Уніфікований змієвиковий вакуум-апарат 33-А [17]:

1 - штуцер спуску конденсату; 2 - штуцер подачі сиропу; 3 - кран продувки апарата; 4 - корпус; 5 - змієвик; 6 - кришка; 7 - манометр; 8 - запобіжний клапан; 9 - кран випуску повітря; 10 - сполучна труба; 11, 13 - кран; 12 - рукоятка; 14 - труба; 15 - зовнішній клапан; 16 - парова сорочка; 17 - конус; 18 - клапан; 19 - оглядове вікно; 20 - мідна чаша; 21 - змієвик; 22, 23 - обичайки; 24 - кришка; 25 - вакуумметр; 26 - трубопровід; 27 - перегородка; 28 - корпус пастки; 29 - кран.

Випускають два типорозміри уніфікованого апарата 33-А, які різняться між собою лише площею поверхні теплообміну змієвиків і висотою нагрівальної частини. Продуктивність цих апаратів становить відповідно 500 і 1000 кг/год. кондитерської маси.

1.2.2. Інновації в виробництві желейних цукерок

Робота [18] присвячена розробці технології виготовлення желейного мармеладу спеціального споживання, що відповідає сучасним тенденціям здорового харчування. Одним із ключових аспектів є використання пектину та каррагенану як основних гелеутворювачів, що забезпечує продукту придатність для вегетаріанців і веганів, а також покращує його текстуру та стабільність при зберіганні. Для зниження калорійності та глікемічного індексу застосовуються сучасні цукрозаамінники, зокрема лактитол і фруктоза, а також їх суміш, яка дозволяє досягти оптимального балансу смаку, солодкості й енергетичної цінності. Це особливо важливо для людей із діабетом та тих, хто контролює споживання цукру.

Іншим інноваційним рішенням є часткова заміна лимонної кислоти аскорбіновою кислотою в кількості 25–50%, що збагачує продукт вітаміном С, покращує його антиоксидантні властивості та підвищує імунomodуючий потенціал. Окрім того, в технології передбачено використання сухого та нативного молока, яке забезпечує збагачення мармеладу кальцієм, що сприяє зміцненню кісток і профілактиці остеопорозу. Таким чином, створений мармелад має знижену калорійність і глікемічність, збагачений корисними речовинами та відповідає вимогам сучасного ринку дієтичних і функціональних продуктів, орієнтованих на споживачів, які прагнуть до здорового харчування.

Робота [19] зосереджена на розробці науково-технічної документації для виробництва діабетичних кондитерських виробів, зокрема желейних цукерок та мармеладу, на основі желатину та фруктози. У дослідженні було детально вивчено вплив рН води і ступінь дисперсності желатину на його здатність до набухання, що є критично важливим для отримання якісних желейних мас. Також встановлено, що при використанні фруктози як основного підсолоджувача, желейні маси можна відливати в крохмальні

форми за температури на 15–20 °С нижчої, ніж для мас на основі сахарози. Це сприяє збереженню текстури, зниженню енергетичних витрат і підвищенню якості кінцевого продукту. Завдяки таким інноваціям було створено технологію, яка дозволяє отримати солодощі, придатні для споживання людьми з діабетом, забезпечуючи низький глікемічний індекс і високі органолептичні характеристики продукту.

Робота [20] спрямована на удосконалення технології виробництва двошарового желейного мармеладу з використанням крохмальних сиропів, що дозволяє підвищити якість продукту та розширити асортимент желейних виробів. У дослідженні було науково обґрунтовано вибір крохмальних сиропів для приготування мармеладу, базуючись на аналізі їхнього вуглеводного профілю, технологічних властивостей та особливостей рецептур желейних мас на агарі та пектині.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень показали вплив крохмальних сиропів на реологічні й структурно-механічні властивості желейних та піноподібних мас, які використовуються для формування двошарового мармеладу. Зокрема, було визначено, що заміна понад 50% цукру крохмальними сиропами або фруктозою є можливою за умови використання полідекстрази, яка ефективно регулює структуру желейного та збивного шару.

Ця технологія дозволяє створювати нові види мармеладу зі зниженою кількістю цукру, поліпшеною текстурою та високими органолептичними характеристиками, що відповідають сучасним вимогам ринку до здорових і якісних кондитерських виробів.

1.3. Переваги та недоліки класичних технологій виробництва желейних цукерок

До переваг класичних технологій виробництва желейних цукерок з додаванням вітамінів належать [21]:

1) Функціональність продукту- желейні цукерки є ідеальною основою для збагачення вітамінами, мінералами, антиоксидантами та іншими біологічно активними речовинами. Це дозволяє створювати функціональні солодощі, що позитивно впливають на здоров'я.

2) Дієтичні властивості - залежно від рецептури, такі цукерки можуть бути низькокалорійними, а також містити натуральні підсолоджувачі, наприклад фруктозу чи стевію, що робить їх привабливими для людей, які слідкують за вагою або мають обмеження щодо вживання цукру.

3) Тривалий термін придатності - завдяки желеподібній структурі та правильній упаковці желейні цукерки можуть зберігати свої властивості протягом 12-18 місяців, що вигідно як для виробників, так і для споживачів.

4) Різноманітність форм та кольорів - завдяки сучасним технологіям формування можливо створювати цукерки різних форм, які привертають увагу як дітей, так і дорослих. Додаткове використання натуральних барвників на основі овочів, фруктів або ягід підвищує їхню привабливість.

5) Збалансований склад - збагачені вітамінними комплексами, ці цукерки є джерелом важливих мікроелементів та речовин, таких як вітаміни С, Е, групи В, залізо, кальцій тощо, що сприяють підтримці імунітету та загальному зміцненню організму.

6) Використання натуральних компонентів - Виробництво желейних цукерок із додаванням фруктових та овочевих пюре, соків або екстрактів знижує потребу в синтетичних барвниках, ароматизаторах і покращувачах, що робить продукт безпечним для здоров'я.

7) Простота технології - технологія виготовлення желейних цукерок є порівняно простою, що сприяє її широкому впровадженню як у великих виробництвах, так і в малих підприємствах.

8) Економічна вигода - використання доступної місцевої рослинної сировини, наприклад, яблучного чи гарбузового пюре, знижує собівартість виробництва та забезпечує продукту конкурентоспроможність.

9) Позитивний вплив на організм - використання желеутворювачів, таких як пектин, агар або желатин, забезпечує надходження до організму корисних харчових волокон, які підтримують роботу шлунково-кишкового тракту та сприяють детоксикації.

10) Можливість інновацій - виробництво желейних цукерок із додаванням вітамінів відкриває широкі перспективи для розробки нових продуктів із додатковими функціональними властивостями, такими як підвищена антиоксидантна активність або імуномодуюча дія.

Ці переваги роблять желейні цукерки з додаванням вітамінів не лише популярними серед споживачів, але й перспективним напрямком у кондитерській галузі, орієнтованим на створення корисних та інноваційних продуктів.

До недоліків класичних технологій виробництва желейних цукерок можна віднести:

1) Одноманітність смакових характеристик - багато класичних желейних цукерок мають подібний смак, що може знижувати їхню привабливість для вибагливих споживачів.

2) Низька біологічна цінність – у класичних желейних цукерках зазвичай міститься недостатня кількість вітамінів, мінералів та інших біологічно активних речовин, що знижує їхню поживну цінність і функціональність.

3) Одноманітність асортименту - асортимент желейних цукерок обмежений, особливо в частині інноваційних продуктів із підвищеною харчовою цінністю або унікальними смаковими поєднаннями.

4) Високий вміст сахарози - більшість класичних рецептів передбачають використання значної кількості сахарози, що робить цукерки не рекомендованими для людей із цукровим діабетом або тих, хто дотримується дієти.

5) Використання штучних добавок - для підвищення яскравості, тривалого зберігання та поліпшення смакових характеристик використовуються штучні барвники, ароматизатори, консерванти та стабілізатори, які не додають жодної біологічної або харчової цінності, а іноді можуть викликати алергічні реакції.

6) Відсутність лікувально-профілактичних властивостей - желейні цукерки класичної рецептури не мають лікувально-профілактичної дії, що обмежує їхнє використання як функціонального харчового продукту.

7) Сировинні обмеження - дефіцит натуральних компонентів високої якості, таких як яблучне чи ягідне пюре з високими желеутворювальними властивостями, обмежує можливості виробництва цукерок за класичними технологіями.

8) Втрати желеутворювальних речовин - при виробництві желейних цукерок значна частина желеутворювачів (агар, пектин, желатин) може втрачати свої властивості через вплив температури або інших технологічних факторів.

9) Обмеження у споживанні для певних груп населення - через високий вміст цукру та наявність штучних добавок, ці цукерки можуть бути непридатними для дітей, людей похилого віку або осіб із певними захворюваннями.

Основним недоліком у сучасному виробництві желе є використання великої кількості штучних барвників, ароматизаторів, смакових речовин,

стабілізуючих, драглеутворювальних речовин, які не несуть жодної біологічної і харчової цінності [22].

Рекомендації для вирішення недоліків:

1) Заміна синтетичних добавок натуральними інгредієнтами - використання натуральних барвників (екстрактів з овочів, фруктів) та ароматизаторів підвищить безпечність і привабливість продукту.

2) Збагачення вітамінами та мінералами - додавання вітамінів групи В, С, D, кальцію, магнію, та інших елементів створить функціональні желейні цукерки для різних категорій споживачів.

3) Зниження вмісту цукру - заміна частини сахарози на натуральні підсолоджувачі, такі як фруктоза, стевія або ізомальт, допоможе створити продукт для діабетиків та тих, хто контролює рівень цукру в раціоні.

4) Удосконалення технологічних процесів - впровадження енергоефективних технологій, наприклад, низькотемпературного варіння, зменшить втрати корисних компонентів.

5) Розширення асортименту - розробка нових смакових комбінацій, форм та текстур дозволить задовольнити потреби різних сегментів ринку.

6) Додавання рослинної сировини - використання екстрактів, соків та пюре з плодів та овочів (гарбуза, моркви, шпинату) сприятиме підвищенню харчової цінності та створенню екологічного продукту.

Ці заходи дозволять покращити якість желейних цукерок, підвищити їхню популярність серед споживачів і зміцнити позиції на ринку.

1.4. Обґрунтування обраного виду харчової продукції та способів її виробництва

Іноземні дослідження вказують на значний вплив різних рослинних добавок на реологічні характеристики желейних виробів, зокрема мармеладу, що розширює можливості для поліпшення смакових та функціональних

властивостей продуктів. Наприклад, було проведено дослідження мармеладу з додаванням лимонного пюре, в якому цукрозу замінили на тагатозу або ізомальтулозу, що дозволяє знизити калорійність виробу та зробити його більш корисним для споживачів, які дотримуються дієти з обмеженням споживання цукру. Також розглядали мармелад з пюре з шипшини, який відрізняється високим вмістом вітамінів і антиоксидантів, що сприяє підвищенню біологічної цінності продукту. Інші варіанти включають додавання пюре із фісташок у мармелад на пектині, що дозволяє збагатити продукт корисними жирами, білками та мінералами.

Українські дослідження також акцентують увагу на використанні різних цукрозамінників у виробництві мармеладу на пектині. Зокрема, вивчалися структурно-механічні характеристики мармеладу для людей з цукровим діабетом, з додаванням таких заміників як стевія, ізомальт або сукралоза. Це дозволяє створювати більш здорові та безпечні продукти для спеціального харчування. Важливим аспектом досліджень є також вивчення властивостей пектину, який має пружно-пластичні характеристики завдяки своїм молекулярним спіралеподібним структурами, що забезпечують особливу текстуру мармеладу. На відміну від пектину, агар володіє слабшими еластичними властивостями, що потребує коригування технології для досягнення оптимальної консистенції та смаку мармеладу [23].

Ці дослідження підкреслюють важливість пошуку нових сировинних компонентів і технологій для виробництва желейних цукерок з поліпшеними функціональними властивостями, що відповідають сучасним вимогам до здорового харчування та дієтології.

Впровадження нових напрямів у виробництві функціональних продуктів на основі традиційних харчових середовищ має великий потенціал для розвитку харчової промисловості, зокрема у виробництві желейних виробів. Вперше тиксотропні властивості були вивчені у 1923 році німецькими вченими, які визначили можливість перетворення гелю в золь за

допомогою механічної дії при сталих температурах. З того часу тиксотропія стала важливим феноменом у колоїдній хімії, хоча механізми, що лежать в її основі, ще не повністю вивчені, і загальна модель для опису різних аспектів тиксотропії не розроблена [24].

У технології харчових продуктів тиксотропія має обмежене застосування, хоча багато продуктів, зокрема мармелад і желейні цукерки, можна класифікувати як тиксотропні. Ці продукти мають драгледоподібну структуру, і процес їх виробництва включає перехід маси з зольного стану в гель. Під час формування та обробки мармеладної маси в процесі її уварювання та сушіння відбуваються зміни консистенції, які вимагають коригування структури з гелю в золь. У таких ситуаціях важливим є використання тиксотропних властивостей для забезпечення правильної консистенції маси для подальшого формування продукту [24].

Дослідження, проведені Матяс Д.С., показали, що драглі з сахарозою мають більшу міцність порівняно з драглями на глюкозі та фруктозі. Зокрема, для драглів агару та к-каррагінану з глюкозою модуль миттєвої пружності був меншим на 23% і 10% відповідно, а з фруктозою — на 46% і 37%. Це свідчить про важливість вибору оптимальних рецептурних компонентів для забезпечення необхідної міцності і пружності в желейних виробках.

Використання натуральних соків з м'якоттю лікарських рослин і яблучного пектинового концентрату відкриває нові можливості для виробництва желейних продуктів з функціональними властивостями. Наприклад, введення пектину, антоціанів, фенольних і інших біологічно активних речовин дозволяє створювати продукти з антимуtagenними або генопротекторними властивостями, що значно підвищує їх біологічну цінність. Це дає можливість розширити асортимент функціональних харчових продуктів і задовольнити потреби споживачів, які шукають здорові альтернативи традиційним солодощам [25].

Отже, розвиток тиксотропії у виробництві желейних цукерок та інших харчових виробів відкриває нові перспективи для створення продуктів з поліпшеними органолептичними та функціональними властивостями, що дозволяє відповідати на сучасні вимоги до здорового харчування.

Висновок за розділом. Проведений аналіз сучасного стану виробництва функціональних харчових продуктів та їх впливу на життєдіяльність людини показав значну доцільність розробки та виробництва нових збагачених кондитерських виробів. Враховуючи поточні тенденції на ринку здорового харчування, функціональні продукти, зокрема збагачені вітамінами та іншими біологічно активними речовинами, мають великий потенціал для масового споживання. Розроблені продукти, зокрема желейні цукерки з додаванням вітамінів та природних добавок, можуть стати ефективним способом збагачення раціону, що не потребує значних змін в існуючому виробничому процесі та додаткового обладнання. Це дозволяє знизити витрати на виробництво та сприяти розвитку більш здорових і корисних кондитерських виробів для широкого кола споживачів.

Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТНА

2.1. Характеристика основної та допоміжної сировини для виробництва желейних цукерок, її харчова та біологічна цінність

Для виробництва желейних цукерок використовуються різноманітні компоненти, які забезпечують їх смакові та текстурні характеристики. Основна сировина включає компоненти, що формують структуру та консистенцію продукту, а допоміжні інгредієнти надають цукеркам необхідні смакові та харчові властивості, збагачують їх біологічною цінністю.

1. Основна сировина

1.1. Цукор (сахароза) є основним джерелом енергії для желейних цукерок. Він забезпечує солодкість, необхідну для гармонійного смаку продукту, і є важливим компонентом для утворення гелю разом із желуючими агентами (пектином, агаром, желатином). Цукор також сприяє стабільності структури та зберіганню вологи, що впливає на текстуру готового виробу.

У розчинах сахароза є сильним дегідратором, тобто забирає воду від інших речовин. Температура кипіння розчинів цукру зростає при підвищенні їх концентрації [26].

Вчені [27] дослідили вплив цукру та цукрозамінників на сорбційно-десорбційні властивості мармеладу, та виявили, що за зберігання мармеладу на фруктозі та суміші лактитол+фруктоза не буде відбуватися процес зацукрювання. При зберіганні мармеладу на цукрі та лактитолі буде втрата води до встановлення рівноважної вологості, тобто відбуватиметься черствіння мармеладу [27].

Харчова цінність: Джерело калорій. 100 г цукру містять 400 калорій.

Біологічна цінність: має високу енергетичну цінність, але не містить

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зюєва Т.Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Розділ 2	230640.MP.02.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 44

вітамінів або мінералів.

1.2 Желатин

Желатин є одним з основних гелеутворюючих агентів у виробництві желейних цукерок. Це білок, отриманий шляхом гідролізу колагену, що міститься в тваринних тканинах, і здатний утворювати гель при охолодженні.

Харчова цінність: 100 г желатину містять близько 355 калорій, 85 г білка, 0 г вуглеводів і жирів.

Біологічна цінність: Багатий на амінокислоти, особливо гліцин, пролін, які позитивно впливають на шкіру, суглоби та знижують рівень запалення в організмі [28].

1.3 Пектин

Пектин — природний полісахарид, що використовується для створення желейної консистенції. Він зазвичай отримується з яблук або цитрусових і є важливим інгредієнтом у виробництві мармеладу та желейних цукерок.

Харчова цінність: 100 г пектину містять близько 77 калорій і є хорошим джерелом харчових волокон.

Біологічна цінність: Пектин допомагає нормалізувати рівень холестерину, підтримує здоров'я шлунково-кишкового тракту, сприяє детоксикації організму та підтримує здоров'я серця [29].

1.4 Агар-агар

Агар-агар — це гелеутворюючий агент, який отримують із червоних водоростей. Він часто використовується в без желатинових рецептах для отримання стійких до температури желейних продуктів. Агар не має калорій та є рослинним замінником желатину.

Харчова цінність: 100 г агар-агару містять приблизно 378 калорій, але основним компонентом є клітковина, яка не засвоюється організмом.

Біологічна цінність: агар-агар допомагає покращити перистальтику кишечника, оскільки він є чудовим джерелом клітковини, і підтримує здоров'я шлунково-кишкового тракту [30].

2. Допоміжна сировина

2.1 Фрукти та ягоди (пюре, соки)

Фрукти та ягоди є важливими компонентами для надання желейним цукеркам природного смаку та аромату. Вони можуть бути представлені у вигляді пюре, соку чи концентрату. Фрукти, такі як яблука, апельсини, чорниці, вишні, додають вітаміни, мінерали, а також антиоксиданти.

Харчова цінність: Фрукти є хорошим джерелом вітамінів (особливо вітаміну С і вітамінів групи В), мінералів (калій, кальцій, магній), а також харчових волокон.

Біологічна цінність: Завдяки високому вмісту антиоксидантів, фрукти і ягоди підтримують імунну систему, покращують метаболізм, сприяють здоров'ю шкіри та очей.

2.2 Вітаміни та біологічно активні добавки

Збагачення желейних цукерок вітамінами (А, С, Е, D, В-комплекс), мінералами (кальцій, магній, цинк), амінокислотами та іншими біологічно активними речовинами дозволяє значно підвищити їх харчову цінність. Вітамін С, наприклад, додається для підтримки імунної системи, а кальцій — для зміцнення кісток.

Харчова цінність: Вітаміни та мінерали важливі для забезпечення нормальної роботи організму, зокрема для метаболічних процесів, здоров'я шкіри, нервової системи і кісток.

Біологічна цінність: Вітамін С — потужний антиоксидант, допомагає боротися із запальними процесами. Кальцій підтримує здоров'я кісток і зубів, а цинк сприяє регенерації тканин [31].

2.3 Натуральні підсолоджувачі (тагатоza, ізомальт)

Натуральні підсолоджувачі використовуються для зниження енергетичної цінності цукерок, зберігаючи їх солодкість. Тагатоza і ізомальтулоза є альтернативами звичайному цукру, вони мають низький глікемічний індекс, що робить їх підходящими для людей із цукровим

діабетом.

Харчова цінність: Тагатоза і ізомальт мають менший вміст калорій (приблизно 50% від калорійності цукру) та не підвищують рівень глюкози в крові.

Біологічна цінність: Ці підсолоджувачі позитивно впливають на метаболізм, знижують ризик розвитку карієсу та допомагають у контролі ваги [32].

2.4 Стабілізатори та загусники (камеді, ксантанова камедь)

Стабілізатори і загусники допомагають зберігати стабільність текстури та запобігають відокремленню рідких фаз. Камеді, ксантанова камедь використовуються для поліпшення консистенції та текстури продукту.

Харчова цінність: Камеді та ксантанова камедь є природними волокнами, які можуть мати незначну кількість калорій, але переважно вони не засвоюються організмом.

Біологічна цінність: Вони можуть позитивно впливати на перистальтику кишечника та покращувати процеси травлення завдяки вмісту клітковини [33].

2.2. Опис технологічного процесу виробництва желейних цукерок та апаратурно-технологічної схеми

2.2.1. Опис технологічного процесу виготовлення вітамінізованих желейних цукерок

Підготування сировини.

Сировина, яка йде на приготування желейних цукерок на желатині, має задовольняти вимоги діючої НТД і підготовлюватися до виробництва згідно з «Технологічною інструкцією по підготовці сировини і напівфабрикатів до виробництва» і «Інструкції по попередженню попадання сторонніх предметів в готову продукцію».

Набухання і розчинення желатину

Для приготування цукеркової маси використовують желатин, набухлий у воді, або розчин желатину у воді. Для набухання желатину на кожен вагову частину його беруть 2 вагові частини води.

У разі використання набухлого желатину, останній готують порційно (для кожної партії мармеладної маси) в окремих невеликих ємкостях. В ємкість відважують желатин, заливають потрібною кількістю води, швидко і ретельно перемішують і залишають для набухання протягом 0,5 – 1,5 год. Тривалість набухання желатину залежить від його гранулометричного складу.

Для приготування мармеладної маси можна використовувати також розчин желатину у воді. В цьому разі в місткість з обігрівом і мішалкою завантажують желатин і воду, ретельно перемішують і залишають на 0,5 – 1,5 години для набухання желатину. По закінченні процесу набухання желатину вмикають обігрів та мішалку і розчиняють желатин. При цьому кількість обертів мішалки не повинна перевищувати 60 об/хв. Температура розчину ($62,5 \pm 2,5$) °С, вміст сухих речовин в розчині не більше 35%.

Для набухання і розчинення желатину може бути використана як вода, так і фруктові сировини (пюре, соки). При цьому фруктові сировини, як і вода, у 2-х кратній кількості по відношенню до желатину.

Уварювання фруктово-цукрово-патокового сиропу

Уварювання сиропу здійснюють у відкритому варильному котлі. При уварюванні сиропу, цукор-пісок і патоку завантажують безпосередньо у котел. Фруктову частину додають в кінці уварювання. Уварювання здійснюють з тиском пари ($0,3 \pm 0,1$) МПа. Готовий фруктово-цукрово-патоковий сироп має містити (87 ± 2) % сухих речовин, а уварювання сиропу здійснюють до (57 ± 2) % вмісту сухих речовин.

Приготування желевної маси

Приготування мармеладної маси здійснюють шляхом змішування

фруктово-цукрово-патокового сиропу з розчином желатину у воді, або желатином, набухлим у воді.

У першому випадку в темперувальну машину завантажують фруктоворо-цукрово-патоковий сироп і розчин желатину у воді і перемішують протягом 2 – 5 хв. Потім додають 50%-ний розчин лимонної кислоти, ароматизатор і барвник і ретельно перемішують. У процесі перемішування мармеладна маса не повинна насичуватися повітрям.

У другому випадку в темперувальну машину завантажують сироп і набухлий у воді желатин. Масу ретельно перемішують до повного розчинення в сиропі набухлого желатину. Потім додають 50%-вий розчин кислоти, ароматизатор і барвник і перемішують, не допускаючи при цьому насичення маси повітрям.

Готовність маси перевіряють за вмістом сухих речовин за допомогою рефрактометра. Одержану мармеладну масу з вмістом сухих речовин (79 ± 1) % порційно перекачують у лійку відливальної машини. Температура готової мармеладної маси ($77,5 + 2,5$) °С.

Формування і структуроутворення

Формування желеино-фруктової маси на желатині здійснюється шляхом відливання її в силіконові форми. Процес структуроутворення маси здійснюється в охолоджувальній шафі за температури ($10 + 2$) °С протягом 25 – 50 хв.

У разі відсутності охолоджувальної шафи тривалість процесу збільшується залежно від температури навколишнього повітря до 2 – 4 год. Після закінчення процесу структуроутворення вироби направляють на глясування.

Глянсування

Обробку поверхні мармеладу воско-жировою сумішшю здійснюють у дражувальних котлах або глясувальних барабанах безперервної дії.

Кінець операції визначають при появі рівномірного блиску на поверхні

мармеладу. Готовий мармелад направляють на пакування.

Пакування, маркування, транспортування і зберігання мармеладу

Пакування, маркування, транспортування і зберігання готового мармеладу здійснюють згідно з діючою НТД.

2.2.2. Рецептūra желеїного формового мармеладу на желатині

Мармелад «Веселий ведмедик»

Форма виробів – у формі ведмедиків, поверхня оброблена жиро-восковою сумішшю. Мармелад має кисло–солодкий смак і чітко виражений аромат. В 1 кг міститься не менше 400 шт. Вологість 21% (+3%; –1 %).

Вихідні дані наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Вихідні дані для виробництва мармеладу «Веселий ведмедик»

Найменування сировини і напівфабрикатів	Вміст сухих речовин, %	Витрата сировини, кг			
		на завантаження		на 1т готової продукції	
		в натурі	в сухих речовинах	в натурі	в сухих речовинах
Цукор білий кристалічний	99,85	550,12	549,29	615,55	614,63
Сік яблучно-гарбузовий	10,00	357,48	35,75	400,00	40,00
Желатин	84,00	91,51	56,87	75,75	63,63
Патока	78,00	89,37	69,71	100,00	78,00
Кислота лимонна	98,00	5,5	5,39	6,15	6,03
Жиро-воскова суміш	100,00	3,00	3,00	3,36	3,36
Всього	-	1096,98	720,01	1200,81	805,65
Вихід	79,00	893,70	706,02	1000,0	790,00

2.2.3. Опис апаратурно-технологічної схеми

На виробничій лінії [34] можна виробляти желейні цукерки на основі желатину або пектину, а також 3D-желейні цукерки. Депозитор при зміні в ньому форм також може бути використаний для виробництва ірисок методом відсаджування.

Вся лінія складається з системи приготування желейної маси періодичної дії 1, системи дозування та змішування FCA 2, багатофункціонального відсаджувача цукерок з охолоджувальним тунелем 3, машини для нанесення цукрової глазури 4 або масляного покриття (опціонально).

Система приготування желейної маси періодичної дії 1 (рис.2.1) забезпечує подачу, варіння і змішування сировини для виробництва всіх типів желейних цукерок (на основі пектину, желатину, агар-агару, крохмалю, гуміарабіку тощо). Всі її компоненти виготовлені з корозійностійкої сталі AISI 304. Система компактна і має модульну конструкцію з централізованим підключенням до комунікацій (пара, повітря, вода, електрика), що забезпечує короткий час запуску.



Рис. 2.1. - Система приготування желейної маси [34]

Система приготування желевної маси складається з: варильного котла для розчинення цукру, варильного котла для розчинення желатину/пектину; буферної місткості; змішувального баку; насоса; труб, клапанів та рами; баку для приготування гарячої води 200 л і насосу; шафи управління.

В системі дозування та змішування компонентів, які надають смак, колір і кислотність (FCA) 2, використано насос шнекового типу, що приводиться в дію загальним агрегатом зі змінною швидкістю для впорскування рідких добавок (ароматизаторів, барвників і кислот). Добавки ретельно перемішуються в попередньо приготованій масі за допомогою вбудованого змішувача з корозійностійкої сталі. Точне дозування в системі FCA гарантує, що кінцевий продукт завжди буде стабільної і високої якості. Система є компактною і повністю автоматичною.

Секція відсаджування та охолодження 3 складається з депозитора (відсаджувача) із сервоприводом, керованого серводвигуном, конвеєрної системи для транспортування прес-форми, кондиціонера, розвантажувального конвеєра, пристрою для зняття форми, розпилювача мастила для прес-форми і тунелю охолодження.



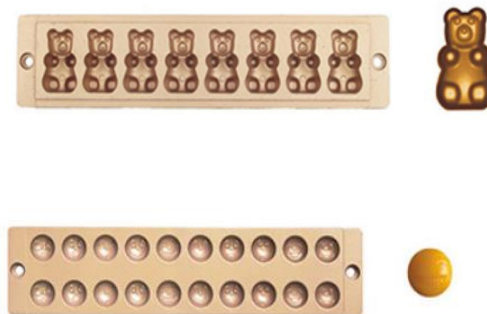
Рис. 2.2. Дозатор та змішувач FCA [34]

Секція відсаджування та охолодження 3 складається з депозитора (відсаджувача) із сервоприводом, керованого серводвигуном, конвеєрної системи для транспортування прес-форми, кондиціонера, розвантажувального конвеєра, пристрою для зняття форми, розпилювача мастила для прес-форми і тунелю охолодження.

Багатофункціональний відсаджувач цукерок має сервопривід, всі компоненти якого встановлені на машині (знизу), а не на відсаджувальній головці. Унікальна конструкція є компактною та простою, що може зменшити інерцію руху та вагу відсаджувальної головки, таким чином, вона може досягти вищої швидкості, щоб максимізувати вихідну потужність. Машина не має гідравліки, що дозволяє уникнути ризику витоку масла на продукцію.



а



б

Рис. 2.3 - Багатоцільовий відсаджувач (а) з формами (б) [34]

Трьохосьове сервоуправління забезпечує повний контроль над процесом відсаджування.

Використовуються 2D або 3D форми алюмінієві з тефлоновим покриттям або кремнієві розміром 320×74мм.



Рис. 2.4. - Тунель для охолодження [34]

Машина для нанесення цукрової глазурі (рис.5) має такі технічні характеристики:

Потужність двигуна: 1,5 кВт

Внутрішній діаметр барабана: 800 мм

Зовнішній діаметр барабана: 945 мм

Габаритні розміри: 1550×1120×1540мм



Рис. 2.5. - Машина для нанесення цукрової глазурі [34]

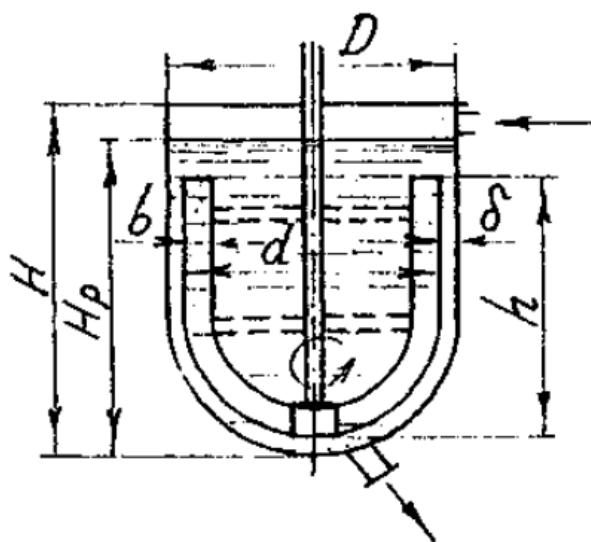
Програмований логічний контролер і сенсорний екран забезпечують повне управління процесом – від керування рецептурою до реагування на аварійні сигнали. Використовується програмне забезпечення SIEMENS або Mitsubishi.

2.3. Розрахунок та підбір обладнання для уварювання желевної маси

Вихідні дані:

Внутрішній діаметр котла $D = 800$ мм

Висота котла $H = 600$ мм



$$\frac{H_p}{H} = 0,75 - 0,85;$$

$$\frac{h}{H} = 0,56;$$

$$\frac{b}{d} = 0,07;$$

$$\delta = 25 - 40.$$

Рисунок 2.6. – Співвідношення розмірів для якірного типу мішалки [35]

2.3.1. Конструктивний розрахунок

Висота рідини в апараті $H_p = H \cdot 0,8 = 600 \cdot 0,8 = 480$ мм

Висота якірної мішалки: $h = H \cdot 0,56 = 600 \cdot 0,56 = 336$ мм

Відстань від внутрішньої стінки котла до мішалки приймаємо $\delta = 30$ мм

Діаметр мішалки $d = D - 2 \cdot \delta = 800 - 2 \cdot 30 = 740$ мм

Ширина лопаті мішалки $b = d \cdot 0,07 = 740 \cdot 0,07 = 51,8 = 52$ мм

За даними [36] варильний котел 28-А має наступні технічні характеристики:

Корисний об'єм $V = 150$ л

Площа поверхні нагріву $F = 0,65$ м²

Робочий тиск пари $P = 0,6$ МПа

Об'єм простору, що займає пара $V_{п} = 70$ л

Витрата гріючої пари $G_{п} = 100$ кг/год

Частота обертання мішалки $n = 48$ об/хв

Потужність електродвигуна приводу мішалки $P_{м} = 1$ кВт

2.3.2. Енергетичний розрахунок

Продуктивність варильного котла (в кг/год) як апарату періодичної дії визначається за формулою:

$$П = \frac{60G}{t_z + t_o + t_p} = \frac{60 \cdot 201}{5 + 70 + 5} = 150,75 \text{ (кг/ год)}$$

де G - кількість завантаженого в казан продукту, кг;

$t_z = 5$ - час завантаження продукту в к, хв;

$t_o = 70$ - час обробки (нагрівання, розчинення, уварювання) продукту, хв;

$t_p = 5$ - час розвантаження, хв.

Кількість продукту, що завантажується в котел (в кг), визначається за робочою місткістю сферичної частини котла:

$$G = \rho V = 1340 \cdot 0,15 = 201 \text{ (кг)}$$

де $\rho = 1340$ - густина продукту, кг/м³;

$V = 0,150$ - місткість котла, м³.

При проектуванні апарата необхідний для даного обсягу продукту радіус сфери (м) знаходять із формули об'єму напівсфери :

$$R_1 = \sqrt[3]{\frac{3V}{2\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 0,15}{2 \cdot 3,14}} = 0,415 \text{ (м)}$$

Радіус напівсфери визначається виходячи з відомої площі поверхні нагрівання F (м):

$$R_2 = \sqrt{\frac{0,65}{2 \cdot 3,14}} = 0,322(\text{м})$$

Потужність електродвигуна, що витрачається на привід мішалки апарату розраховують за формулою:

$$N = \frac{N1 + N2}{\eta} = \frac{0,502 + 0,165}{0,85} = 0,78(\text{кВт})$$

де $N1$ - потужність, що витрачається на обертання прямокутної лопаті мішалки, кВт;

$N2$ - потужність, що витрачається на обертання радіальної лопаті мішалки, кВт;

$\eta = 0,85$ - ККД передач приводу мішалки.

Потужність, що витрачається на привід прямокутної лопаті мішалки, визначають за формулою (кВт):

$$N1 = K \frac{z \cdot h \cdot \omega^3}{408\eta_1} (R^4 - r^4) = 2000 \cdot \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 5,024^3}{408 \cdot 0,7} (0,37^4 - 0,318^4) = 0,502(\text{кВт})$$

де K - коефіцієнт опору середовища, що залежить від щільності і в'язкості маси (наприклад, для цукрових розчинів $K \approx 2000$);

$z = 2$ - число лопатей мішалки;

$h = 0,336$ - висота лопаті, м;

ω - кутова швидкість обертання лопатей, рад/с

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 48}{30} = 5,024(\text{рад/с})$$

$n = 48$ – частота обертання мішалки, об/хв);

$R = 0,37$ - радіус найбільшої окружності, що описується лопатою, м;

$r = 0,318$ - радіус найменшого кола, що описується лопатою, м;

$\eta_1 = 0,7$ - ККД лопатей (приймається рівним 0,6 - 0,8).

Потужність, що витрачається на привод радіальної лопаті мішалки, можна визначити за формулою (кВт):

$$N_2 = 0,01\psi\left(\frac{\rho}{g}\right)n^3(d_n^5 - d_e^5) =$$

$$= 0,01 \cdot 2 \left(\frac{1340}{9,81}\right) 0,8^3 (0,74^5 - 0,636^5) = 0,165(\text{кВт})$$

де $\rho = 1340$ - щільність маси, що уварюється, кг/м³;

$g = 9,81$ - прискорення вільного падіння, м/с²;

$R_1 = 0,37$ - найбільший радіус лопаті, м;

$r_1 = 0,318$ - найменший радіус лопаті, м;

2.3.3. Тепловий розрахунок

Визначаємо площу поверхні нагріву котла (в м²):

$$F = \frac{Q_{\text{кор}}}{k\Delta T\tau}$$

де $Q_{\text{кор}}$ - витрата корисного тепла в апараті, Дж.

$$Q_{\text{кор}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Витрата корисного тепла на нагрівання:

$$Q_1 = Q_1^c + Q_1^n + Q_1^e$$

де Q_1^c - витрата корисного тепла на нагрівання цукру;

$$Q_1^c = G_{\text{сах}} \cdot c_{\text{сах}} (T_{\text{к}}^c - T_{\text{н}}^c) = 550,12 \cdot 1181(90 - 20) = 45479(\text{кДж})$$

$c_{\text{сах}}$ - питома теплоємність цукру, Дж/(кг К);

$$c_{\text{сах}} = 1000 + 7,25 \cdot T = 1000 + 7,25 \cdot 25 = 1181 \text{ Дж}/(\text{кг К});$$

Q_1^n - витрата корисного тепла на нагрівання патоки;

$$Q_1^n = G_{\text{пат}} \cdot c_{\text{пат}} (T_{\text{к}}^n - T_{\text{н}}^n) = 89,37 \cdot 2031(90 - 55) = 6353(\text{кДж})$$

$c_{\text{пат}}$ - питома теплоємність патоки, Дж/(кг К);

$$c_{\text{нат}} = 1714 + 5,76 \cdot T = 1714 + 5,76 \cdot 55 = 2031 \text{ Дж/(кг·К)};$$

Q_1^6 - витрата корисного тепла на нагрівання води;

$$Q_1^6 = G_{\text{вод}} \cdot c_{\text{вод}} (T_k^6 - T_n^6) = 357,48 \cdot 4190 (90 - 80) = 14978 \text{ (кДж)}$$

$$Q_1 = 45479 + 6353 + 14978 = 66810 \text{ (кДж)}$$

Витрата корисного тепла на розчинення:

$$Q_2 = G_{\text{сах}} \cdot q_k = 550,12 \cdot 4190 = 2305 \text{ (кДж)},$$

де q_k - прихована теплота кристалізації 1 кг продукту ($q_k = 4190 \text{ Дж/кг}$).

Витрата корисного тепла на випарювання $Q_3 = D_2 r$

де D_2 - кількість вологи, що випаровується.

Тепло при зміні концентрації визначається шляхом спільного вирішення рівнянь балансу сухих речовин $G_{\text{св}} = G_1 a_1 = G_2 a_2$ та матеріального балансу $G_1 = G_2 + D_2$.

Тут $G_{\text{св}}$ - кількість сухих речовин у продукті;

G_1 - кількість продукту, що підлягає випаруванню ($G_1 = G = 201 \text{ кг}$);

$G_2 = 150 \text{ кг}$ - кількість випареного (кінцевого) продукту;

a_1 - початковий вміст (концентрація) сухих речовин у продукті ($a_1 = 79\%$);

a_2 - кінцевий вміст сухих речовин у продукті ($a_2 = 87\%$ 0,87 частки од.).

$$\text{Отже, } D_2 = G_1 - G_2; G_2 = \frac{G_1 a_1}{a_2}; D_2 = G_1 - \frac{G_1 a_1}{a_2} = G_1 \left(1 - \frac{a_1}{a_2}\right) = 201 \left(1 - \frac{0,79}{0,87}\right) = 18,1 \text{ (кг)}$$

Прихована теплота випаровування $r = 2230 \text{ кДж/кг}$.

$$Q_3 = D_2 r = 18,1 \cdot 2230 = 40340 \text{ (кДж)}$$

$$Q_{\text{кор}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 66810 + 2305 + 40340 = 109455 \text{ (кДж)}.$$

Середній коефіцієнт теплопередачі $k_{\text{сер}} = 1620 \text{ Вт/(м·К)}$.

Середня різниця температур теплоносія та середовища, що сприймає тепло:

$$\Delta T = \frac{(T_1 - T_1') + (T_2 - T_2')}{2}$$

де T_1 - початкова температура теплоносія ($T_1 = 130 \text{ }^\circ\text{C}$);

T_2 - кінцева температура теплоносія ($T_2 = 115 \text{ }^\circ\text{C}$);

T_1' - початкова температура продукту ($T_1' = 50 \text{ }^\circ\text{C}$);

T_2' - кінцева температура продукту ($T_2' = 90 \text{ }^\circ\text{C}$)

$$\Delta T = \frac{(T_1 - T_1') + (T_2 - T_2')}{2} = \frac{(130 - 50) + (115 - 90)}{2} = 52,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{Q_{\text{кор}}}{k_{\text{сер}} \Delta T \tau} = \frac{109455 \cdot 10^3}{1620 \cdot 52,5 \cdot 33 \cdot 60} = 0,649 = 0,65$$

Висновок за розділом. У розділі детально охарактеризовано основну та допоміжну сировину для виробництва желейних цукерок. Розглянуто її харчову та біологічну цінність, акцентовано увагу на властивостях сировини, що впливають на якість готової продукції.

Описано технологічний процес виробництва желейних цукерок та апаратурно-технологічну схему. Встановлено, що основними етапами є підготовка сировини, приготування желейної маси, її формування та охолодження. Запропонована рецептура желейного формового мармеладу на основі желатину враховує оптимальні співвідношення компонентів для забезпечення високих органолептичних характеристик і поживної цінності продукції.

Проведено розрахунок і підібрано технологічне обладнання для уварювання желейної маси. Обґрунтовано вибір обладнання, що забезпечує необхідну продуктивність (150 кг/год), енергоефективність та відповідність сучасним вимогам до якості й безпеки харчових продуктів.

Розділ 3. МОДЕЛЮВАННЯ В ПОГРАМІ SOLIDWORKS

3.1. Вихідні дані для моделювання

Вихідні дані:

Внутрішній діаметр котла $D = 800$ мм

Висота котла $H = 550$ мм

Висота рідини в апараті $H_r = 480$ мм

Висота якірної мішалки: $h = 336$ мм

Відстань від внутрішньої стінки котла до мішалки приймаємо $\delta = 30$ мм

Діаметр мішалки $d = 740$ мм

Ширина лопаті мішалки $b = 52$ мм

Діаметр валу мішалки $d_v = 20$ мм

Густина яблучного соку = 1000 кг/м³

Питома теплоємність соку = 4200 Дж/(кг К)

Густина розчиненого желатину (при 60 градусах) = 1150 кг/м³

Питома теплоємність соку = 3600 Дж/(кг К)

3.2. Результати моделювання

За результатами розрахунків було спроектовано модель варильного котла, а також досліджено процес перемішування желатину та яблучного соку при різних швидкостях обертання мішалки.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зюєва Т.Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Розділ 3	230640.MP.02.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 61

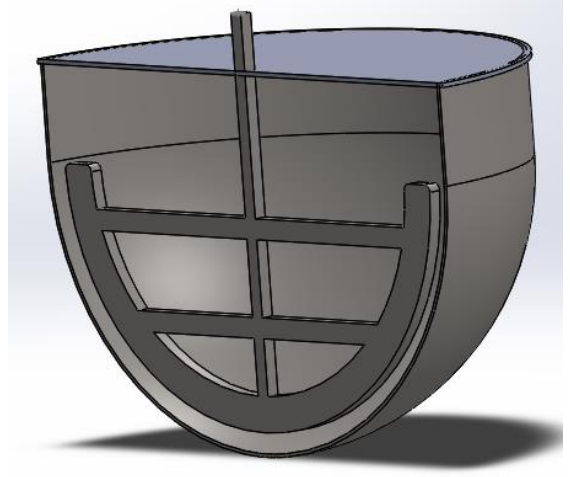
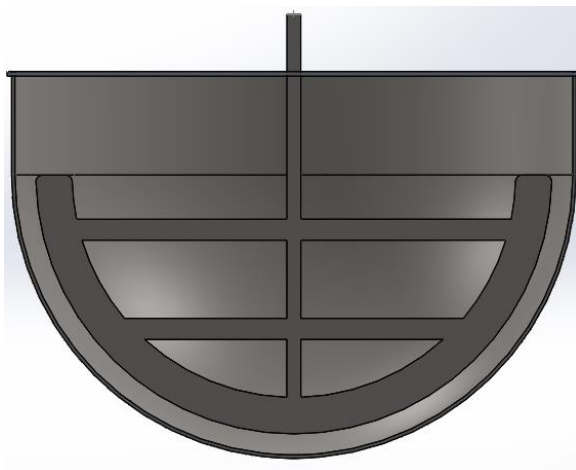


Рис. 3.1. – Спрощена модель варильного котла

1) Дослідження процесу перемішування суміші при швидкості обертання мішалки $\omega = 5 \text{ рад/с} = 48 \text{ об/хв}$.

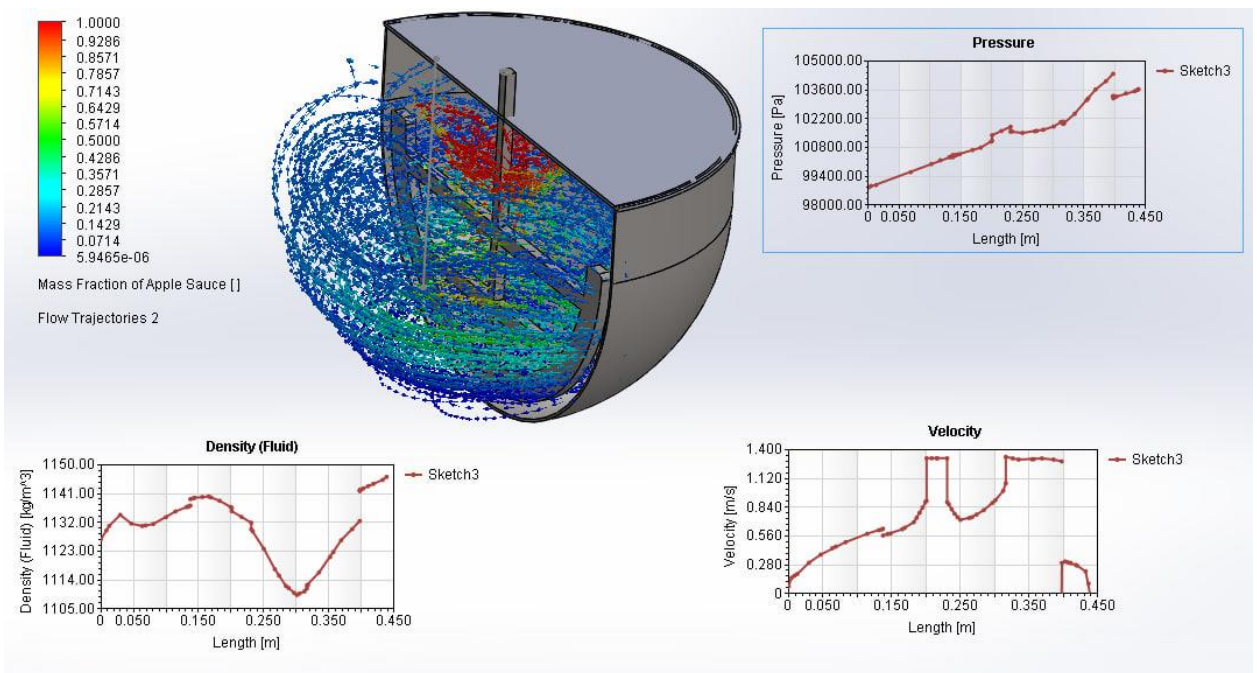


Рис. 3.2 – Результати моделювання процесу перемішування при $\omega = 5 \text{ рад/с}$

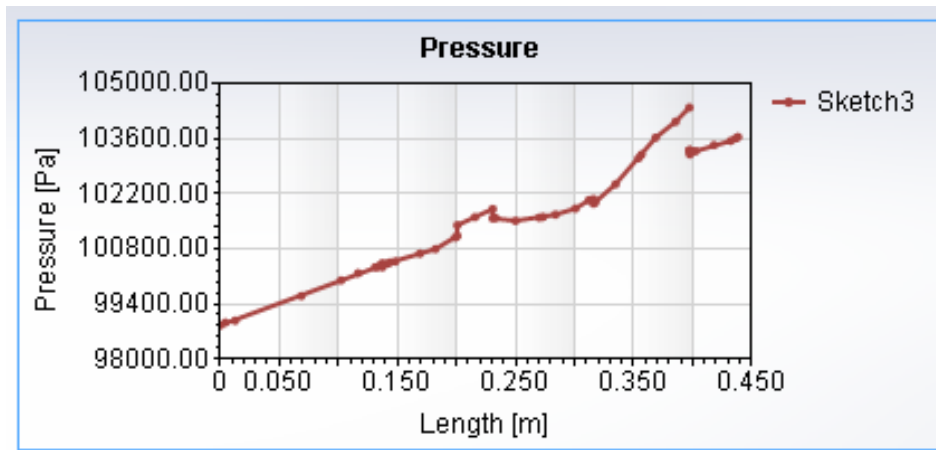


Рис. 3.3. - Графік тиску (Pressure)

Тиск поступово зростає й досягає максимуму в районі 105,000 Па на кінці (довжина ≈ 0.45 м). Зростання тиску може бути пов'язане зі збільшенням гідродинамічного опору через перемішування або наявність зони високої густини суміші в певних ділянках. Невеликий лінійний характер зростання тиску свідчить про те, що система має стабільний характер опору без різких змін.

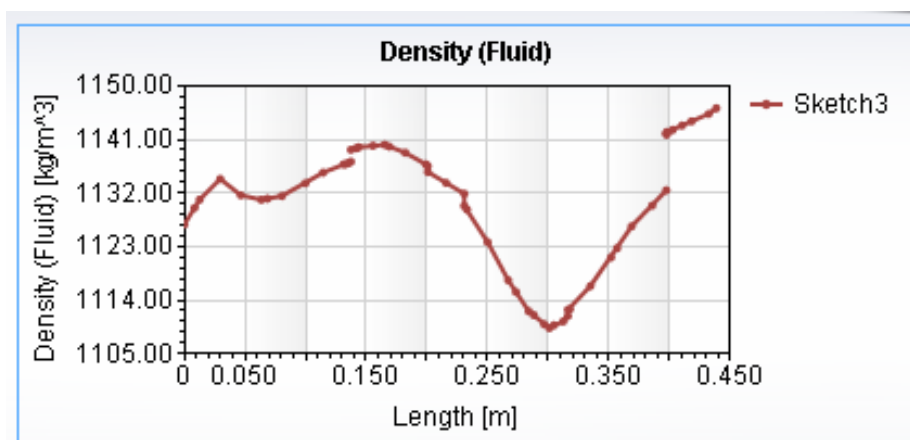


Рис. 3.4 -Графік густини рідини (Density)

Видно коливання густини вздовж довжини, що може бути спричинено нерівномірним змішуванням чи локальними змінами концентрації. Локальні піки густини можуть відображати зони, де концентрація яблучного соку або розчину желатину більша. Підвищення густини до кінця може свідчити про поступове вирівнювання суміші в системі.

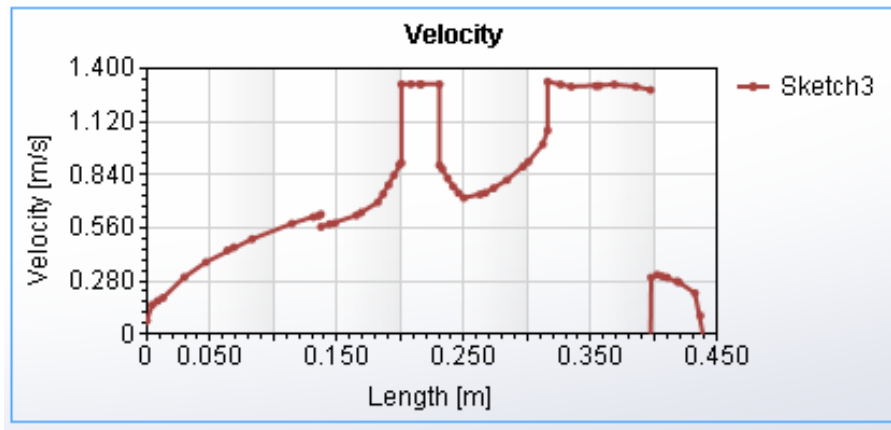


Рис. 3.5. - Графік швидкості (Velocity)

Швидкість змінюється нерівномірно, з різкими стрибками, що свідчить про наявність турбулентного потоку або локальних зон інтенсивного перемішування. Спад швидкості наприкінці може відображати стабілізацію потоку. Така поведінка швидкості свідчить про те, що в системі є неоднорідності потоку, що впливають на ефективність змішування.

Висновок: Зростання тиску уздовж довжини є поступовим, що свідчить про стабільний процес. Коливання густини вказують на зони нерівномірного змішування, але на кінці вона наближається до стабільного значення. Зони змін швидкості демонструють наявність турбулентного потоку й локальних областей активного змішування.

2) Дослідження процесу перемішування суміші при швидкості обертання мішалки $\omega = 2,1 \text{ рад/с} = 20 \text{ об/хв}$.

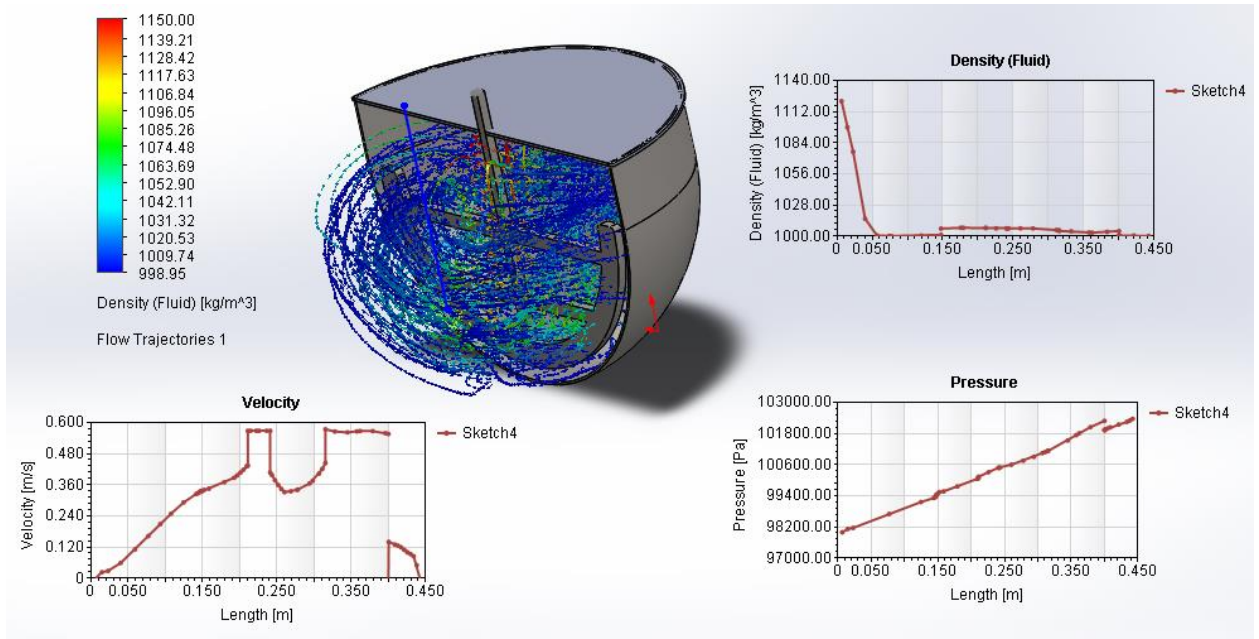


Рис. 3.6. - Результати моделювання процесу перемішування при $w = 2,1$ рад/с

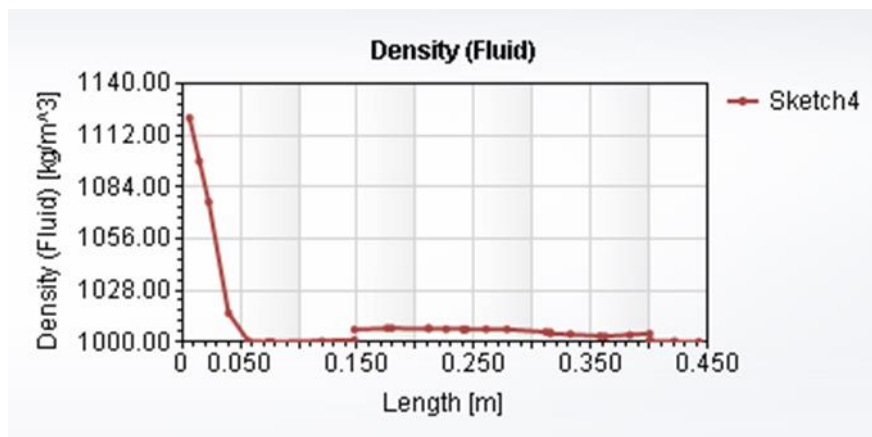


Рис. 3.7. - Графік густини рідини (Density)

Початкове значення густини на початку (довжина ≈ 0 м): $\approx 1,114$ кг/м³.

Густина швидко падає на початковій ділянці (довжина ≈ 0.1 м), досягаючи значення $\approx 1,028$ кг/м³. Далі густина залишається стабільною на рівні $\approx 1,028$ кг/м³ до кінця (довжина ≈ 0.45 м). Різде падіння густини на початку може свідчити про розбавлення більш густої фази (можливо, желатину) менш густим компонентом (яблучним соком). Стабілізація густини після 0.1 м вказує на те, що перемішування у цій зоні досягає певної рівноваги.

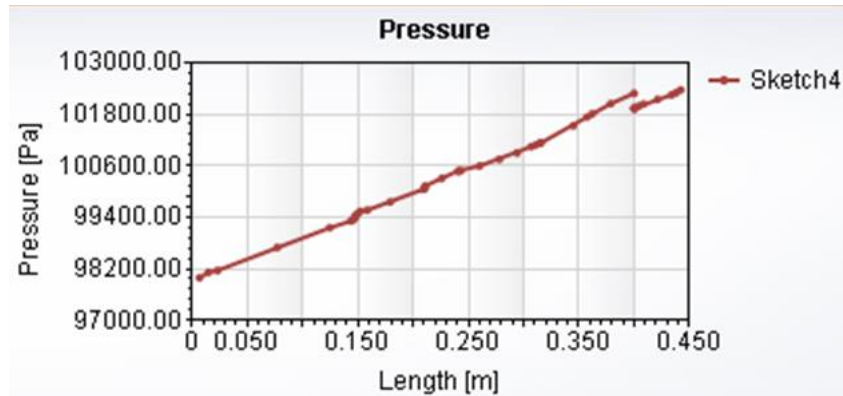


Рис. 3.8. – Графік тиску (Pressure)

Лінійне зростання тиску свідчить про стабільний гідродинамічний процес. Відсутність різких змін чи піків говорить про те, що система працює в сталому режимі без значних турбулентних впливів.

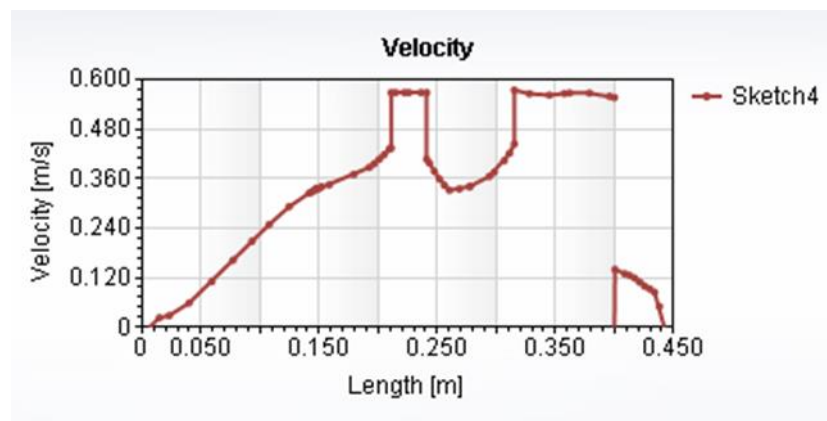


Рис. 3.9. -Графік швидкості (Velocity):

Швидкість зростає до ≈ 0.55 м/с у зоні ≈ 0.25 м. Далі на графіку видно короткий спад (до ≈ 0.38 м/с), а потім повторне зростання до ≈ 0.48 м/с. Нерівномірність швидкості (піки й спади) може бути пов'язана з локальними зонами турбулентності або зміною напрямку потоку.

Висновок: Швидке падіння на початку та стабілізація до кінця свідчать про ефективне перемішування у початковій зоні. Поступове зростання тиску підтверджує, що система працює у стабільному режимі без надмірного

гідродинамічного опору. Нерівномірність швидкості демонструє наявність турбулентних зон, але загалом система досить ефективно змішує компоненти.

3) Дослідження процесу перемішування суміші при швидкості обертання мішалки $\omega = 6,28 \text{ рад/с} = 60 \text{ об/хв}$.

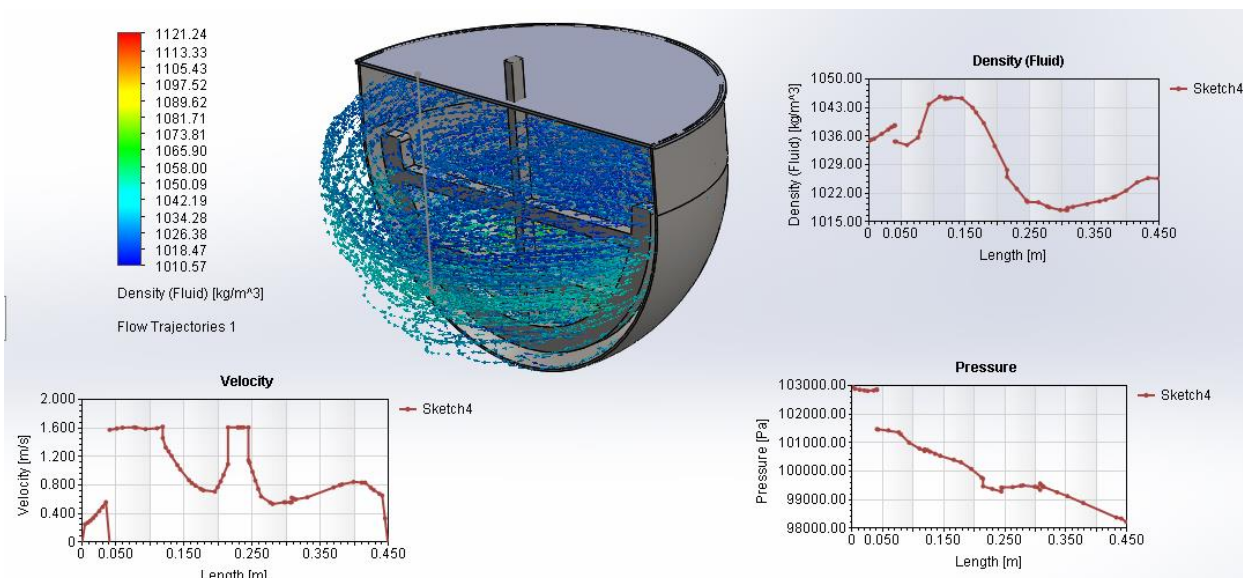


Рис. 3.10.- Результати моделювання процесу перемішування при $\omega=6,28 \text{ рад/с}$

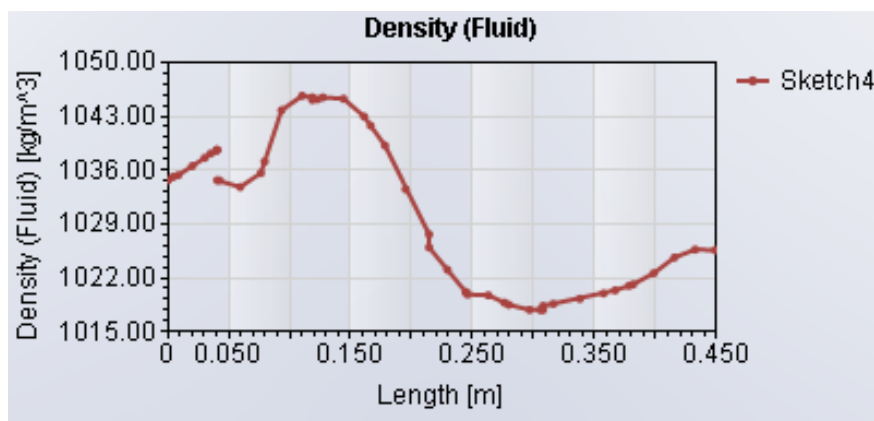


Рис. 3.11.- Графік зміни густини рідини (Density):

Підвищення густини на початку може свідчити про зони концентрації розчину желатину через недостатнє змішування. Падіння густини після 0.15м - це наслідок розбавлення більш густих зон рідиною меншої густини (яблучним соком). Стабілізація густини наприкінці ($\approx 1,028 \text{ кг/м}^3$) вказує на досягнення однорідності суміші в зоні виходу.

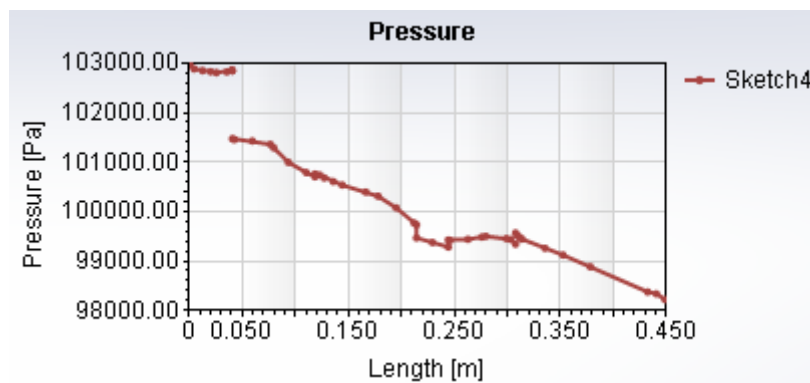


Рис. 3.12.- Графік тиску (Pressure):

Падіння тиску може бути пов'язане зі зниженням гідродинамічного опору через зменшення турбулентності або ефективне перемішування компонентів. Стабілізація на кінцевій ділянці вказує на рівномірний потік у зоні виходу.

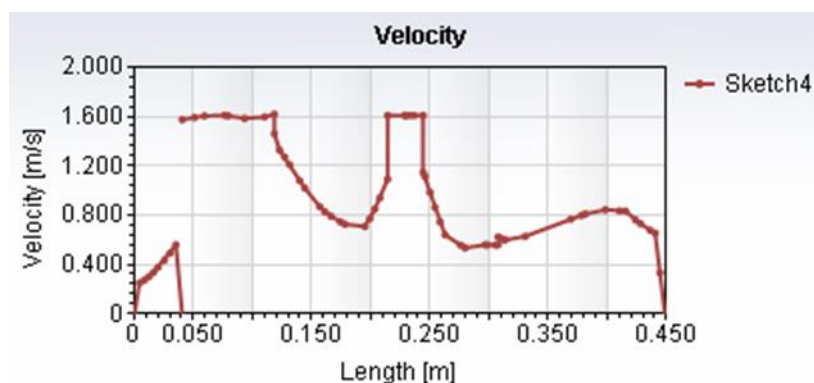


Рис. 3.13. – Графік швидкості потоку (Velocity)

Різкі зміни швидкості вказують на турбулентність потоку, особливо в першій зоні змішування. Повторний пік у середній зоні (≈ 0.25 м) може бути пов'язаний із впливом геометрії обладнання або додатковою турбулентною дією. Спад швидкості до кінця вказує на вихід рідини з активної зони змішування.

Висновок: Початковий ріст і падіння густини свідчать про початкову нерівномірність перемішування компонентів. До кінця процесу

густина стабілізується, що вказує на досягнення однорідності. Падіння тиску свідчить про зниження гідродинамічного опору в системі й поступову стабілізацію процесу. Система працює в ефективному режимі, без різких змін чи піків. Зони піків швидкості вказують на наявність активних зон змішування з турбулентним характером потоку.

Висновок за розділом. У процесі дослідження моделювання перемішування суміші яблучного соку з розчином желатину в SolidWorks було проаналізовано три варіанти сценаріїв змішування. Основними параметрами для оцінки ефективності стали густина, тиск і швидкість потоку в системі.

У всіх трьох варіантах спостерігається початкова нерівномірність розподілу густини, пов'язана із зональним характером перемішування. Варіант 3 демонструє найбільш стабільний розподіл густини наприкінці процесу, що вказує на краще вирівнювання суміші.

У всіх трьох випадках тиск поступово змінюється, але лише у варіанті 3 спостерігається плавне падіння без значних піків або нестабільностей. Стабілізація тиску в кінці говорить про стабільний потік і відсутність зайвих втрат енергії.

У варіанті 1 і 2 швидкість характеризується різкими піками, що може свідчити про локальні турбулентності або нерівномірність перемішування. Варіант 3 має більш рівномірний розподіл швидкості, хоча піки також присутні. Це може бути наслідком оптимального балансу між турбулентністю та стабільністю потоку.

Порівняння результатів моделювання перемішування.

Перший варіант: відображає базовий процес, але коливання густини та швидкості є досить значними, що вказує на зони нерівномірного перемішування. Енергетичні витрати через високі піки швидкості можуть бути вищими, ніж оптимально.

Другий варіант: покращений розподіл густини, але спостерігається надмірний спад тиску й деякі коливання швидкості, що вказує на не зовсім оптимальний характер потоку.

Третій варіант: найкращий результат за всіма параметрами: швидке стабілізування густини, рівномірне зменшення тиску, оптимальний розподіл швидкості (інтенсивний, але без надлишкових піків). Це забезпечує ефективне змішування з мінімальними втратами енергії.

Третій варіант - найкращий результат за всіма параметрами: швидке стабілізування густини, рівномірне зменшення тиску, оптимальний розподіл швидкості (інтенсивний, але без надлишкових піків). Цей варіант можна рекомендувати для впровадження в реальному процесі виробництва як найбільш енергоефективний та ефективний за якістю перемішування.

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ

4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві з виготовлення желейних кондитерських виробів

На підприємстві з виготовлення желейних кондитерських виробів, як і на будь-якому харчовому виробництві, особливу увагу слід приділяти вимогам охорони праці.

Керівництво підприємства має бути активним у впровадженні ефективної системи управління охороною праці. Усі структурні підрозділи повинні співпрацювати для розробки і реалізації заходів, спрямованих на забезпечення відповідності виробничих умов вимогам безпеки, гігієни праці та збереження здоров'я працівників.

Директор підприємства повинен безпосередньо займатися впровадженням та підтримкою ефективної системи охорони праці, що включає:

1. Проведення регулярних оцінок потенційних ризиків на виробництві.
2. Ідентифікацію та усунення джерел небезпеки або мінімізацію їх впливу.
3. Навчання працівників і підвищення їх обізнаності в галузі охорони праці.
4. Проведення регулярних інспекцій і внутрішніх аудитів для контролю виконання вимог безпеки.

На підприємстві повинна бути створена спеціальна служба охорони праці, яка підпорядковується безпосередньо директору. Служба охорони праці займається контролем за дотриманням вимог безпеки та забезпечує виконання всіх заходів, що дозволяють уникнути травматизму і професійних захворювань. Серед основних функцій служби охорони праці:

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зюєва Т.Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Розділ 4	230640.MP.02.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 71

1) Методичне та організаційне керівництво: Розробка політики охорони праці, а також контроль за виконанням технічних інструкцій.

2) Превентивна діяльність: Визначення потенційних загроз і вжиття заходів для їх усунення.

3) Навчання працівників: Проведення інструктажів і тренінгів для всього персоналу, щоб кожен знав, як діяти в разі надзвичайних ситуацій або аварій.

4) Моніторинг та контроль: Проводити регулярні перевірки на відповідність нормам безпеки.

Інженер з охорони праці є головною посадовою особою, що відповідає за забезпечення дотримання всіх вимог охорони праці на підприємстві. Він виконує наступні функції:

1) Організує контроль за дотриманням норм безпеки.

2) Визначає ризики на виробництві і розробляє заходи для їх мінімізації.

3) Проводить інструктажі та навчання для персоналу з метою підвищення обізнаності щодо правил безпеки.

4) Відповідає за своєчасне проведення перевірок технічних засобів, обладнання та умов праці.

Для досягнення максимального результату в охороні праці важлива тісна співпраця служби охорони праці з іншими підрозділами підприємства: виробничими відділами, службою якості, технічними службами та кадровими підрозділами. Це дозволяє забезпечити всебічну підтримку для дотримання вимог безпеки та своєчасне реагування на можливі проблеми.

Оцінка ефективності системи охорони праці повинна проводитися регулярно, що дозволяє вчасно виявляти недоліки та підвищувати рівень безпеки. Для цього важливо проводити моніторинг стану охорони праці, аналізувати виробничий травматизм і захворювання, вивчати причини інцидентів і розробляти на їх основі покращення процедур і норм [37].

Спеціаліст з охорони праці на підприємстві має здійснювати проведення вступного інструктажу з охорони праці для нових працівників, щоб забезпечити їх належну підготовку до роботи в умовах дотримання всіх норм безпеки. Він гарантує, що працівники підприємства строго дотримуються правил, стандартів, норм, положень, інструкцій та інших нормативних актів, що регулюють охорону праці. Крім того, спеціаліст відповідає за проведення розслідувань нещасних випадків, професійних захворювань та аварій, а також за облік та аналіз таких інцидентів з метою виявлення причин і запобігання їх повторенню.

Керівники виробничих дільниць на підприємстві несуть відповідальність за створення здорових і безпечних умов праці на робочих місцях. Вони повинні забезпечувати виконання правил і норм охорони праці, проводити інструктажі на робочих місцях, вести облік інструментів та обладнання, контролювати технічний стан машин і устаткування. Всі ці заходи повинні відповідати законодавчим актам і нормативним документам, а також наказам і розпорядженням керівництва підприємства і спеціаліста з охорони праці.

Керівництво підприємства має приділяти велику увагу питанням охорони праці, адже від цього залежить безпека працівників і ефективність роботи підприємства. Проте на підприємствах з виробництва желейних кондитерських виробів можуть виникати проблеми, зокрема, через застаріле обладнання, відсутність належного контролю за мікрокліматом у виробничих приміщеннях, недостатнє освітлення та використання неавтоматизованих технологічних ліній. Унаслідок цього може спостерігатися високий рівень травматизму та нещасних випадків на виробництві.

Для вирішення цих проблем у майбутньому необхідно проводити постійний аналіз стану охорони праці та надавати рекомендації щодо усунення виявлених недоліків. Потрібно удосконалювати систему управління охороною праці, а також розробляти та впроваджувати нові або оновлені

засоби аварійної сигналізації та освітлення в виробничих приміщеннях. Усі ці заходи сприятимуть зниженню виробничих ризиків та покращенню безпеки праці.

Особливу увагу слід приділити навчанням і допуску до роботи операторів, які працюють із технологічним обладнанням для виробництва желейних цукерок функціонального призначення. Для цього до роботи допускаються лише особи, які досягли 18-річного віку і пройшли спеціальне навчання з обслуговування та безпечної експлуатації відповідних агрегатів. Також працівники повинні пройти перевірку знань з питань охорони праці, що підтверджується відповідним посвідченням. Це дозволяє гарантувати, що працівники володіють необхідними знаннями та навичками для безпечного виконання своїх обов'язків на виробництві [38].

Машиністи (оператори), які обслуговують обладнання для виробництва желейних цукерок функціонального призначення, повинні мати відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки. Це є важливою умовою, адже правильне і безпечне поводження з електричними системами та обладнанням є критичним для уникнення нещасних випадків та забезпечення безперебійної роботи виробництва. Знання правил електробезпеки допомагає працівникам оперативно реагувати на потенційні небезпеки, своєчасно вживаючи необхідних заходів безпеки.

Перед початком роботи обов'язковим є чітке визначення меж робочої зони, яке здійснюється у співпраці з безпосереднім керівником. Це дозволяє уникнути випадків потрапляння сторонніх осіб на територію, де проводяться небезпечні технологічні процеси. Важливо строго дотримуватись цих меж, щоб забезпечити безпеку як працівників, так і тих, хто знаходиться поблизу виробничого процесу.

Працівники повинні переконатися, що на них є відповідний спецодяг, який не має пошкоджень або елементів, що можуть потрапити в рухомі частини обладнання. Це суттєво знижує ймовірність нещасних випадків,

таких як травми, що можуть бути спричинені застряганням одягу в механізмах.

Також важливою є вимога щодо стану здоров'я працівника перед початком роботи. Розпочинати роботу заборонено, якщо працівник знаходиться у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння. Крім того, робота не допускається, якщо працівник перебуває у хворобливому або стомленому стані, оскільки це може негативно вплинути на його здатність безпечно виконувати свої обов'язки.

Палити можна тільки в спеціально відведених для цього місцях, що гарантує безпеку виробничого середовища та запобігає виникненню пожежонебезпечних ситуацій. Використання несправного інструменту чи сторонніх предметів у роботі категорично забороняється, оскільки це може призвести до нещасних випадків або поломки обладнання [38].

4.2 Визначення критичних точок впливу діяльності підприємства на навколишнє середовище

Діяльність кондитерських фабрик дійсно може мати значний вплив на екологію, і це стосується не тільки безпосереднього виробництва, але й використання природних ресурсів, утилізації відходів та управління хімічними компонентами. Проблеми, пов'язані з цими аспектами, можна поділити на кілька ключових напрямів:

1) Використання природних ресурсів. Виробництво кондитерських виробів вимагає значної кількості сировини, включаючи воду, енергію, цукор, какао, молоко, олію тощо. Неефективне використання цих ресурсів може спричинити їх марнування, що негативно впливає на навколишнє середовище. Наприклад, вода є однією з основних витратних одиниць на виробництві, і її надмірне використання або забруднення може призвести до локального дефіциту води та погіршення екологічної ситуації в регіоні.

2) Утилізація відходів. Кондитерські фабрики продукують різноманітні відходи, зокрема обрізки тіста, пакувальні матеріали, залишки сировини і навіть невідповідні або дефектні продукти. Це може мати негативний вплив на екологію, якщо відходи не утилізуються належним чином. Наприклад, відходи, які не підлягають переробці або зберігаються на звалищах, можуть забруднювати ґрунти і воду. Важливо забезпечити ефективну переробку відходів і розробити системи для вторинного використання матеріалів, щоб знизити обсяг відходів і зменшити навантаження на навколишнє середовище.

3) Використання хімічних речовин. Виробництво кондитерських виробів включає використання різних хімічних добавок, таких як барвники, ароматизатори, стабілізатори, консерванти та інші хімічні речовини. Неконтрольоване або надмірне використання цих добавок може призвести до забруднення навколишнього середовища. Вони можуть потрапляти у воду чи ґрунт, забруднюючи екосистему та загрожуючи здоров'ю людей і тварин. Тому важливо, щоб на фабриках використовувалися тільки безпечні та екологічно чисті інгредієнти, які відповідають нормативам і стандартам безпеки.

4) Енергія та викиди парникових газів. Виробництво кондитерських виробів потребує великих енергетичних витрат, зокрема для процесів, пов'язаних з випіканням, охолодженням і пакуванням. Якщо енергетичні ресурси не використовуються ефективно або джерела енергії не є екологічно чистими, це може спричинити надмірні викиди парникових газів, що погіршує проблему змін клімату. Використання відновлювальних джерел енергії та впровадження енергозберігаючих технологій допоможе знизити негативний вплив на клімат.

5) Стічні води, що утворюються на кондитерських фабриках внаслідок миття обладнання, інвентарю та інших технологічних процесів, можуть містити значну кількість органічних речовин, жирів, цукру,

барвників, ароматизаторів, а також хімічних добавок, що використовуються для виготовлення продукції. Ці стічні води, потрапляючи у природні водні ресурси без належної обробки, можуть спричинити серйозне забруднення довкілля, порушити екосистему та нанести шкоду флорі та фауні водних об'єктів. «Хімічні речовини, які можуть бути у складі стічних речовин. вод можна видаляти хімічним шляхом, тобто. нейтралізуючи їх дією лугів чи кислот» [39].

Очищення виробничого середовища на кондитерських фабриках є важливим етапом у забезпеченні екологічної безпеки та підтриманні здорових умов праці.

1. Механічне очищення від зважених частинок та сухого залишку. Механічний метод очищення передбачає використання різних фільтраційних систем для видалення зважених часток, що можуть бути присутніми у стічних водах та виробничих відходах. На підприємствах, де виробляються желейні цукерки та інші кондитерські вироби, процеси просіювання, транспортування та подрібнення цукру можуть супроводжуватися утворенням органічного пилу. Для цього застосовуються фільтраційні установки, які ефективно очищають повітря від дрібних частинок, що можуть впливати на здоров'я працівників та забруднювати виробниче середовище.

2. Вентиляція та аспіраційне відділення. Для видалення органічного пилу, що утворюється під час роботи з цукровими матеріалами, використовуються системи вентиляції та аспірації. Спеціальні аспіраційні установки забезпечують ефективне видалення пилу із повітря, що дозволяє зберігати чистоту в виробничих приміщеннях. Це також є важливим для запобігання забрудненню повітря та зниження ризику захворювань дихальних шляхів у працівників.

3. Використання циклонів.

Циклони – це ефективні апарати, які використовуються для очищення повітря від великих часток пилу. Вони встановлюються на силосах та в

аспіраційних системах, де вони здійснюють відцентрову очистку повітря. В процесі очищення пил виводиться з потоку повітря, що дозволяє знизити рівень забруднення та забезпечити здорові умови праці.

4. Управління відходами

На виробничих підприємствах з виготовлення кондитерських виробів утворюється ряд відходів:

Відпрацьовані матеріали – залишки сировини або продукції, які не відповідають стандартам якості, а також брак. Зазвичай брак може бути повторно використаний у виробництві, що знижує витрати та забезпечує ефективніше використання ресурсів.

Ганчір'я та пакувальні матеріали – використані тканини, упаковки та інші матеріали, що утворюються в ході технологічного процесу. Їхнє спалювання суворо заборонено через можливий негативний вплив на довкілля та здоров'я людей. Натомість ці відходи повинні збиратися для подальшої утилізації чи переробки.

5. Вивезення відходів та їх утилізація

Побутові відходи, такі як залишки їжі, пластикові або паперові упаковки, накопичуються в спеціальних сміттєзбірниках і вивозяться в спеціалізовані місця для утилізації. Важливо, щоб ці відходи не потрапляли в навколишнє середовище і оброблялися відповідно до екологічних норм.

6. Переробка та повторне використання

Для забезпечення сталого виробництва на підприємствах можуть бути впроваджені програми з переробки відходів, що дозволяють зменшити кількість виробничих відходів. Повторне використання матеріалів (наприклад, пакувальних матеріалів або браку) допомагає зменшити потребу в нових ресурсах, а також знижує витрати на утилізацію.

7. Контроль та моніторинг екологічної ситуації

Важливим етапом є постійний моніторинг стану забруднення повітря, води та ґрунту на підприємстві. Це дозволяє своєчасно виявляти порушення екологічних стандартів та вживати необхідних заходів для їх усунення.

Управління відходами та очищення виробничого середовища є ключовими аспектами для зменшення негативного впливу кондитерських фабрик на екологію. Правильна утилізація відходів та ефективне очищення повітря й води допомагають зберігати навколишнє середовище, а також покращують умови праці для співробітників підприємства.

Висновок за розділом. У розділі було проведено детальний аналіз стану охорони праці та впливу виробництва желейних кондитерських виробів на довкілля. Встановлено, що однією з основних вимог для операторів та машиністів на підприємствах, які працюють з обслуговуванням обладнання для виробництва функціональних желейних цукерок, є наявність відповідної кваліфікаційної групи з електробезпеки. Це необхідно для забезпечення безпечної та ефективної роботи з електричними системами, що є важливим аспектом у збереженні здоров'я працівників та безпеки виробництва.

Щодо екологічного впливу виробництва, було виявлено кілька ключових аспектів: використання ресурсів, обробка відходів, використання хімічних речовин, енергоефективність, стан водоочищення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розробка інноваційних функціональних харчових продуктів, таких як желейні вітаміни, є важливим напрямом сучасного харчового виробництва. Ці продукти поєднують зручність споживання, привабливий смак та здатність забезпечувати організм необхідними поживними речовинами, що робить їх популярними серед споживачів різного віку.

Особливу увагу в роботі було приділено вдосконаленню процесу уварювання желейної маси, оскільки цей етап є ключовим для забезпечення якісних характеристик готового продукту. Проведений аналіз сировини, технологічного процесу та обладнання дозволив розробити рекомендації щодо оптимізації параметрів уварювання, таких як температура, тривалість і умови перемішування.

Розрахунки підтвердили ефективність підбраного обладнання, яке забезпечує продуктивність у 150 кг/год. Установка відповідає сучасним вимогам енергоефективності та якості, що дозволяє мінімізувати втрати вітамінів і зберегти корисні властивості функціональних інгредієнтів.

Желейні вітаміни, виготовлені за вдосконаленою технологією, збагачуються не лише традиційними компонентами (вітаміни А, С, D, E), але й натуральними добавками, такими як фруктові соки, які підвищують біологічну цінність і покращують смакові властивості. Встановлені оптимальні співвідношення інгредієнтів забезпечують стабільність і якість кінцевого продукту, що підтверджено розрахунками та аналізом.

Результати роботи демонструють перспективність удосконаленої технології та використаного обладнання для виробництва функціональних желейних продуктів. Це дозволяє створювати продукцію з високою доданою вартістю, яка відповідає вимогам сучасного ринку та сприяє зміцненню здоров'я споживачів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зюєва Т.Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Загальні висновки	230640.MP.02.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 80

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Динаміка обсягів реалізованої продукції України. Сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Баляс В. П. Вплив фізичних характеристик на структуру харчових продуктів / В. П. Баляс, М. М. Жеплінська //Збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки у вирішенні питань виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства". - К.: НУБіП України, 2017. С. 304-306.
3. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів: Навчальний посібник / За заг. ред. проф. Лисюк Г.М. Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. 464 с.
4. A.C. Sato Rheology of Mixed Pectin Solutions/ Sato A.C., Oliveira P.R., Cunha R.L. // Food Biophysics. 2008. №1. С.100–109.
5. Мостова Л.М. Технологія харчових продуктів функціонального призначення: Харків, 2013. 450 с.
6. Пересічний М. І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова. К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. 718 с.
7. Verschuren P.M. Functional Foods: Scientific and Global Perspectives / P.M. Verschuren // British Journal of Nutrition. 2012. №88, Suppl. 2. P. 125-130.
8. Сірохман І., Завгородня В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення Київ: «Центр учбової літератури», 2017. 544 с.
9. Roberfroid M.B. Concepts in Functional Foods: The Case of Inulin and Oligofructose/ M.B. Roberfroid // Journal of Nutrition. 1999. Is. 29. 1398-1401.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Зюєва Т.Р.	<i>Назва, додаткова назва</i> Список літератури	230640.MP.02.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 81

10. Здорове харчування: практичні рекомендації; монографія / Л.М. Тележенко, Н.А. Дзюба, М.А. Кашкано.: Херсон: Олді-плюс, 2018. 200 с.

11. Roberfroid M.B. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: A review comparing their physiological effects. Critical reviews in food science and nutrition. 1993. Is. 33. P. 103-4

12. Германюк Я. Л. Дієтичне харчування при ожирінні та цукровому діабеті / Я. Л. Германюк, П. О. Карпенко, М. І. Пересічний. К.: Київ. держ. торг.- екон. ун-т, 1997. 352 с.

13. Roberfroid M.B. Concepts and strategy of functional food science: the European perspective / M.B. Roberfroid // American Journal of Clinical Nutrition. 2000. Vol. 71. № 6. S. 1660-1664.

14. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. У 2-х ч. Ч.1: монографія / О.І. Черевко, М.І. Пересічний, С.М. Пересічна та ін.; за ред. О.І. Черевка, М.І. Пересічного; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. 4-те вид., переробл. та допов. Харків: ХДУХТ, 2017. 962 с.

15. Траверсе Г.М. Основи лікувального харчування дітей раннього віку/ Г.М. Траверсе, С.М.Цвіренко, О.В. Горішна. Полтава : Верстка, 2003. 156 с.

16. Лейн,Т.Е. 5 простых способов обогащения соков и сокосодержащих напитков / Т.Е. Лейн // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. - 2004. - № 2. - С. 30-31.

17. Обладнання для виготовлення цукристих кондитерських виробів типу ірису. Методичні вказівки для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» –Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020 - 24 с.

18. Соловйова, О. Л. Удосконалення технології желейного мармеладу спеціального споживання [Електронний ресурс] : автор. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Соловйова Оксана Леонідівна ; Національний університет

харчових технологій. – Київ, 2011. – 20 с. – Режим доступу до Електронного архіву Національного університету харчових технологій :

<http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/1948>

19. Дорохович, А. М. Використання желатину та цукрозамінників у виробництві желейних діабетичних цукерок та мармеладу / А. М. Дорохович, Є. І. Ковалевська, В. М. Яценко // Наукові праці Українського державного університету харчових технологій. – 2001. – № 9. – С. 62–64.

20. Аветісян, К. В. Удосконалення технології двошарового желейного мармеладу з використанням крохмальних сиропів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Аветісян Карине Валерівна ; Одеська національна академія харчових технологій. – Одеса, 2015. – 23 с.

21. Сучасні тенденції розроблення збагачених кондитерських виробів функціонального призначення //

<http://cde.nuft.edu.ua/mod/book/view.php?id=176136>

22. Магомедов Г.О., Дем'яник М.П., Плотнікова В.Є., Шевякова Т.А., Магомедов М.Г., Плотнікова І.В. // Патент RU 2737671 // Спосіб отримання желейного мармеладу без цукру.

23. Шматченко Н.В. // Дисертація «Удосконалення технології мармеладу желейно-фруктового з використанням плодово-овочевих кріодобавок // <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/34165>

24. Дорохович А.М. // Тиксотропія як унікальний феномен колоїдної хімії, доцільність та можливість її застосування в технології кондитерських виробів//http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/32493/1/t_amd_tufkh.pdf

25. Матяс Д.С. // Удосконалення технології мармеладу желейнофруктового з пониженим цукровмістом // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук 2019р.

26. Цукор, патока. *StudFiles*.

URL: <https://studfile.net/preview/5585169/page:2/>

27. Ковбаса В.М. Юрчак В.Г. Камбулова Ю.В. Кохан О.О. Михонік Л.А. // ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОРГАНІЧНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ // <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/65.113.pdf>

28. . Желатин харчовий. *Systopt*. URL: <https://www.systopt.com.ua/item-zhelatyn?srsId=AfmBOooIxnQ0RCfWf-gmJoTGMKcYo-JtQO2nGKJubMC3kZk4xwIhMvUv>

29. Пектин яблучний середньо-швидкої садки(міцність гелю:150), 100г. Pomelochi–інтернет-магазин для кондитерів.

URL: <https://pomelochi.com/pektin-yabluchniy-100g/>

30. Агар-агар. Таблиця Калорійності.

URL: <https://www.tablycjakalorijnosti.com.ua/stravy/ahar-ahar>

31. Мережа аптек D.S. - онлайн аптека з доставкою ліків в Україні.

URL: <https://apteka-ds.com.ua/blog-item/bady-vidminnist-vid-likiv-koryst-ta-mozhlyva-shkoda-dlia-zdorovia>

32. Дорохович В. В. // Дослідження впливу традиційних та нетрадиційних цукрозамінників на формування структури тістових мас і готових кексів для хворих на цукровий діабет. //

<https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/0a517814-6082-4be8-a1d4-e0ad4a2b74b6/content>

33. Властивості ксантанової камеді та застосування в медицині - Знання - Новини. Китайська харчова добавка, ковбасна оболонка, постачальники промислової ксантанової камеді, виробники, фабрика - ALCHEMIST.

URL: <https://ua.ingredientfood.com/news/properties-of-xanthan-gum-and-application-in-m-65052867.html>

34. Gummy Making Machines - Confectionery Production Line Solution and Machinery | iSweetech. *Confectionery Production Line Solution and Machinery* | iSweetech. URL: <https://www.isweetech.com/gummy-making-machines/>

35. Методичні вказівки до виконання практичних занять з навчальної дисципліни «Техніка і технологія мінізаводів» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання. /Укл. Лепетова Г.Л., Яцук А.Л. – Кам'янське: ДДТУ, 2017р., 47с.

36. Мороз В.К. Курсовое и дипломное проектирование по курсу «Эксплуатация оборудования предприятий пищевой промышленности»/ В.К. Мороз. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 200 с.

37. Технологія продуктів харчування функціонального харчування монографія / [Пересічний М.І. та інші за ред. М.І. Пересічного]. К.: КНТЕУ, 2012. 718 с.

38. Правила безпеки для кондитерського виробництва. К.: Основа, 1997. 322с.

39. Закон України «Про відходи».

URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/187/98>