

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

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)

\_\_\_\_\_ Кочубей-Литвиненко О.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Ковбаса В.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 181 «Харчові технології»  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів

на тему: «Удосконалення технології помадних цукерок зниженої калорійності та глікемічності за рахунок часткової заміни цукру інноваційним харчовим волокном - полідекстозою»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ТХ-2-4М

\_\_\_\_\_ Польських Марія Анатоліївна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Кохан Олена Олександрівна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цьому дипломному проекті немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів

Освітній ступінь «Магістр»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів»

( назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач**

**кафедри** \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **З А В Д А Н Н Я**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Польських Марії Анатоліївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Удосконалення технології помадних цукерок зниженої калорійності та глікемічності за рахунок часткової заміни цукру інноваційним харчовим волокном - полідекстрозою»

керівник роботи Кохан Олена Олександрівна, к.т.н., доцент,

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 26 ” 10 2020 року № 872 кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01 лютого 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1) Провести аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури щодо властивостей полідекстрози та її застосування при виготовленні цукерок кристалічної структури;

2) Дослідити вплив полідекстрози на показники якості напівфабрикатів та готових неглазурованих помадних цукерок на стадіях їх виготовлення та в процесі зберігання;

3) Визначити оптимальний рецептурний склад цукерок з полідекстрозою;

4) Встановити раціональний спосіб формування цукерок з полідекстрозою;

5) Дослідити зміни зразків цукерок під час зберігання не пакованими та пакованими способом «в перекрутку» та «флоу-пак»;

6) Розрахувати харчову та енергетичну цінність (калорійність) розробленого виробу.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на роботу. Зміст. Анотація Вступ; 1. Перспективи використання полідекстрози при виробництві неглазурованих помадних цукерок; 2. Об'єкти і методи досліджень; 3. Дослідження впливу полідекстрози на технологічний процес та якість цукерок кристалічної структури; 4. Технологічні розрахунки; 5. Соціально-економічна ефективність виготовлення помадних цукерок з використанням полідекстрози; Загальний висновок; Список використаної літератури; Додатки \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Апаратурно – технологічна схема – 1 аркуш формату А4

План цеху – 1 аркуш формату А4

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Літературний пошук і підготовка аналітичного огляду по темі дослідження	14-17.11.2020 (10%)	виконано
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методик визначення показників якості та статичної обробки отриманих результатів	20-24.11.2020 (20%)	виконано
3.	Дослідити вплив полідекстрози на показники якості напівфабрикатів та готових неглазурованих помадних цукерок на стадіях їх виготовлення та в процесі зберігання	27.11-1.12.2020 (25%)	виконано
4.	Експериментальні дослідження ефективності використання полідекстрози у виробництві цукерок	04-15.12.2020 (35%)	виконано
5.	Технологічні розрахунки	18-19.12.2020 (50%)	виконано
<b>1 – а атестація</b>		<b>19.12.2019(50%)</b>	
6.	Дослідження параметрів приготування цукерок кристалічної структури з використанням полідекстрози	20-27.12.2020(53%)	виконано
7.	Розрахунок соціально – економічної ефективності роботи	10.01.2021(75%)	виконано
8.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи і подання їх на кафедру	15.01.2021(85%)	виконано
<b>2 – а атестація</b>		<b>29.01.2021(85%)</b>	
9.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	01.02.2021(100)	виконано
10.	Отримання зовнішньої рецензії та підготовка до захисту в ЕК	06-13.02.2021	виконано
11.	Захист роботи в ЕК	Згідно з графіком	виконано

Здобувач \_\_\_\_\_ Польських М.А.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Кохан О.О.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Польських Марія Анатоліївна. Удосконалення технології помадних цукерок зниженої калорійності та глікемічності за рахунок часткової заміни цукру інноваційним харчовим волокном - полідекстозою.**

Магістерська робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології», освітньо-професійною програмою «Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів». Національний університет харчових технологій, Київ 2021.

Робота присвячена дослідженню можливості часткової заміни в рецептурі помадних цукерок традиційного цукру білого кристалічного (сахарози) на низькокалорійне інноваційне харчове волокно полідекстозу.

Метою досліджень є встановлення можливості отримання цукерок кристалічної структури з частковою заміною цукру білого кристалічного полідекстозою та її впливу на параметри процесу помадоутворення, формування виробів, збереження якості помадних цукерок під час зберігання.

Для досягнення поставленої мети були використані стандартні сенсорні, фізико-хімічні, структурно-механічні методи досліджень, а також застосований рентгеноструктурний аналіз та проведені дослідження сорбційних властивостей зразків цукерок, виконані з використанням сучасних приладів та комп'ютерних технологій.

В роботі досліджено вплив часткової заміни цукру полідекстозою на процес помадоутворення; підібрані режими приготування помадного сиропу та його рецептурні інгредієнти з метою отримання дрібнокристалічної помадної маси зі зниженою часткою цукру. Досліджено вплив полідекстози на технологічні операції виробництва помадних цукерок. Розроблені рецептури та технологічні інструкції на низькокалорійні помадні цукерки «Ноктюрн», що затверджені асоціацією «Укркондпром». Розрахована калорійність та показник глікемічності розроблених цукерок. Проведено прогнозування поведінки виробів під час зберігання. Досліджено вплив пакувальних матеріалів на уповільнення процесу висихання розроблених цукерок.

Робота викладена на 102 сторінках, містить 43 таблиці та 22 рисунка, містить додатки.

**Ключові слова:** помадна маса, полідекстоза, кристалізація, структурно-механічні властивості, структуроутворення, пакування, термін зберігання, показник глікемічності, калорійність.

## ANNOTATION

### **Polskykh Mariia. Improving the technology of low-calorie and glycemic fondant candies by partially replacing sugar with an innovative dietary fiber - polydextrose.**

Master's thesis for a master's degree in specialty 181 "Food Technology", educational and professional program "Technology of bread, confectionery, pasta and food concentrates." National University of Food Technologies, Kyiv 2021.

The work is devoted to the study of the possibility of partial replacement in the recipe of fondant candies of traditional white crystalline sugar (sucrose) with low-calorie innovative dietary fiber polydextrose.

The aim of the research is to establish the possibility of obtaining candies of crystalline structure with partial replacement of white crystalline sugar by polydextrose and its influence on the parameters of the process of lipstick formation, product formation, maintaining the quality of fondant candies during storage.

To achieve this goal, standard sensory, physicochemical, structural and mechanical research methods were used, as well as X-ray diffraction analysis and studies of social authorities of exemplary candies made using modern devices and computer technology.

The influence of partial replacement of sugar by polydextrose on the process of lipstick formation is investigated in the work; selected modes of preparation of fondant syrup and its prescription ingredients in order to obtain a fine-crystalline fondant mass with a reduced sugar content. The influence of polydextrose on technological operations of fondant candy production is investigated. Recipes and technological instructions for low-calorie fondant candies "Nocturne", approved by the association "Ukrkondprom", have been developed. Their caloric content and glycemic index are calculated. The prediction of the behavior of the developed candies during storage is carried out. The influence of packaging materials on slowing down the drying process of the developed candies has been studied.

The work is presented on 102 pages, contains 43 tables and 22 figures, contains additional elements.

**Key words:** fondant mass, polydextrose, crystallization, structural and mechanical properties, structure formation, packaging, shelf life, glycemic index, caloric content.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 Перспективи використання полідекстрази при виробництві неглазурованих помадних цукерок.....	9
1.1 Виробництво помадних цукерок.....	10
1.2 Полідекстроза – загальна характеристика.....	12
1.3 Полідекстроза як харчове волокно.....	17
1.4 Технологічні властивості полідекстрази.....	20
1.5 Застосування полідекстрази в різних категоріях харчових продуктів.....	21
Висновки до розділу.....	27
РОЗДІЛ 2 Об’єкти і методи досліджень.....	28
2.1 Характеристика об’єктів дослідження.....	28
2.2 Характеристика цукеркових мас.....	39
2.3 Методи досліджень.....	40
2.4 Методи визначення показників якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції.....	42
2.4.1 Визначення органолептичних показників якості і оцінка якості готової продукції за комплексним показником.....	42
2.4.2 Визначення масової частки вологи прискореним методом.....	42
2.4.3 Визначення масової частки сухих речовин напівфабрикатів та готових виробів.....	42
2.4.4 Визначення масової частки редукуючих речовин фериціанідним методом.....	44
2.4.5 Методика визначення показника усихання.....	46
2.4.6 Метод визначення черствіння помадних цукерок за допомогою порошкового дифрактометра “ДРОН УМ – 1”.....	46
2.4.7 Визначення сорбційних властивостей цукерок.....	47
2.4.8 Визначення показника активності води.....	48
2.4.9 Визначення структурно-механічних властивостей готової продукції.....	49
2.4.10 Розрахунок енергетичної цінності та показника глікемічності помадних цукерок.....	50

2.4.11 Оптимізація процесу виробництва помадних цукерок з частковою заміною цукру на полідекстрозу .....	51
Висновки до розділу.....	56
РОЗДІЛ 3 Дослідження можливості використання полідекстрази для зниження цукровмісту неглазурованих помадних цукерок.....	57
3.1 Розробка рецептурної композиції помадних цукерок з частковою заміною цукру.....	57
3.2 Проведення оптимізації рецептурного складу низькокалорійних помадних цукерок «Ноктюрн».....	60
3.3 Дослідження якості цукерок згідно вимог стандарту.....	63
3.4 Дослідження поведінки цукерок зі зниженою калорійністю та глікемічністю під час зберігання.....	65
3.5. Соціальний ефект виробництва досліджуваних цукерок.....	72
Висновки до розділу.....	76
РОЗДІЛ 4 Технологічні розрахунки.....	77
4.1 Розроблення рецептури та апаратурно-технологічної схеми виробництва низькокалорійних помадних цукерок.....	77
4.2 Розрахунок потужності потоково-механізованої лінії виробництва низькокалорійних помадних цукерок «Ноктюрн».....	83
4.3 Розрахунок витрат сировини.....	84
4.4. Розрахунок напівфабрикатів.....	84
4.5. Розрахунок потреби в допоміжних пакувальних матеріалах і тарі.....	85
4.6.Розрахунок площі складських приміщень.....	86
4.7 Підбір та розрахунок основного технологічного обладнання.....	88
Висновки до розділу.....	88
РОЗДІЛ 5 Соціально-економічна ефективність виготовлення низькокалорійних помадних цукерок з частковою заміною цукру на полідекстрозу.....	89
Висновки до розділу.....	95
Загальні висновки.....	96
Список використаної літератури.....	98
Додатки.....	102

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Кондитерські вироби є звичною і досить популярною продукцією для споживачів в усьому світі. В Україні, одним із ключових драйверів розвитку і зростання продажів цієї категорії є впровадження інноваційних продуктів з новими властивостями, смаками, ароматами, текстурами, формами і упаковками. Досить широкий попит має, зокрема, група помадних цукерок.

Головними компонентами помадних цукерок є цукрова або молочна помади до складу яких входить натуральна сировина: цукор, патока, молочні продукти, какао порошок, що дозволяє стверджувати, що ця група кондитерських виробів може споживатися різними людьми не залежно від віку, починаючи з малюків та закінчуючи людьми похилого віку, особливо це стосується неглазурованих помадних цукерок, які у своєму складі не містять компонентів, які б не були рекомендованими дітям молодшого віку або від яких у малечі могли б виникнути небажані наслідки зі здоров'ям.

Для того щоб виріб набув популярності серед широкої аудиторії споживачів, він має задовольнити всі вимоги та забаганки покупця, а можливо і перевершити його очікування. Саме тому продукту необхідно мати певні відмінності від своїх попередників, зберегти якісні органолептичні показники протягом всього терміну реалізації продукту та нести не лише смакове задоволення від споживання продукту, а й здійснювати оздоровчий вплив на організм людини.

Пропонується удосконалити асортимент помадних цукерок за рахунок часкової заміни цукру білого кристалічного на полідекстрозу, таким чином зменшити калорійність та глікемічність даного виду цукерок. Полідекстроза – полісахарид, що синтезують вакуумною поліконденсацією глюкози з додаванням сорбіту та лимонної кислоти. Використання даної речовини дозволяє істотно зменшити енергетичну цінність виробів. Калорійність полідекстрази становить 1 Ккал/г, що складає 25 % калорійності традиційного для виробництва кондитерських виробів цукру білого кристалічного. Полідекстроза, подібно до інших олігосахаридів, при її споживанні не викликає карієсу, практично не призводить до росту рівня глюкози крові, має пребіотичний ефект, поступово зброджується організмом, за рахунок чого має високу її переносимість. Всі ці властивості зумовлюють широке використання полідекстрази у різних харчових продуктах [13].

Основна частина полідекстрази виробляється в Китаї, також деяка кількість в Данії, безпосередньо в Україну її імпортують. В основному її використовують в харчовій промисловості, зокрема, відоме успішне її використання в кондитерській галузі, як заміник цукру, при виробництві низькокалорійного шоколаду, карамелі, мармеладних виробів, різних

груп борошняних кондитерських виробів, також в молочній та м'ясній галузях харчової промисловості.

**Мета і задачі досліджень.** Метою науково-дослідної роботи було дослідження можливості зниження калорійності помадних цукерок за рахунок часткової заміни цукру білого кристалічного полідекстозою; впливу полідекстози на процеси помадоутворення та структуроутворення корпусів помадних цукерок, що формуються способом відливання в силіконові форми; дослідження зміни показників якості готових неглазурованих помадних цукерок під час їх зберігання.

**Об'єкт дослідження** – технологія помадних цукерок.

**Предмет дослідження** – помадні цукерки виготовлені на основі цукру білого кристалічного з частковою заміною його на інноваційне харчове волокно - полідекстозу.

## РОЗДІЛ 1

### 1 Перспективи використання полідекстрази при виробництві помадних цукерок

Зайва вага або ожиріння через надмірне вживання нездорової їжі та поширення малорухливого способу життя стають зростаючою проблемою здоров'я людей у всьому світі. Населення все більше й більше занепокоюється наслідками вживання висококалорійних продуктів, такими як поява діабету 2-го типу та поширення серцево-судинних захворювань. Тому споживачі шукають змін у своєму раціоні та способі життя, щоб уникнути виникнення зайвої ваги. Саме це і є рушійною силою до зростання попиту на здорові харчові продукти. У цьому контексті скорочення споживання цукру серед населення світу є критичним фактором боротьби з ожирінням [9].

У зв'язку з цим директиви ВООЗ зазначають, що цукор не повинен становити більше ніж 10% добової калорійності раціону сучасної людини.

Оптимальним способом зменшення споживання цукру споживачами є вдосконалення технологій харчових продуктів зі зниженим цукровмістом. Цього можна досягти двома способами: частково або повністю замінити цукор в рецептурі або зменшити кількість цукру в продукті. Як правило, заміщення цукру вимагає використання як альтернативних цукрозамінників, так і використання різноманітних наповнювачів в поєднанні з підсолоджувачами [10].

Серед широкого асортименту кондитерських виробів великою популярністю користуються помадні цукерки. У зв'язку з тим, що основним їх компонентом є сахароза, яка є джерелом «пустих калорій», серед споживачів зростає зацікавленість до кондитерських виробів категорії «light» або «sugar free». Однак зниження вмісту цукру білого кристалічного у помадних цукерках є складним завданням, оскільки цукор не тільки забезпечує бажаний солодкий смак виробу, але й виконує головну роль в утворенні дрібнокристалічної структури, що властива якісній помадній масі.

Отже після детального аналізу літературних джерел і пошуку альтернативи для повної або часткової заміни цукру білого кристалічного в технології помадних цукерок, було знайдено і вирішено досліджувати інноваційне харчове волокно - полідекстрозу, в якості часткового заміника цукру в даній технології, так як аналогів на вітчизняному та закордонному ринку виявлено не було.

Численні дослідження останніх десятиліть показують величезну роль харчових волокон у харчуванні людини, що зробило їх дуже перспективними інгредієнтами для використання в рецептурах різних харчових продуктів. До групи харчових волокон відносяться в основному речовини вуглеводної природи - резистентні полісахариди і олігосахариди. Предметом наших досліджень виступає одне з таких речовин - полідекстроза.

Полідекстроза (PDX, E1200) була розроблена як низькокалорійний наповнювач для заміни в рецептурах харчових продуктів жиру, цукру або крохмалю. Її отримують термічною полімеризацією глюкози з використанням сорбіту (10%) і органічної кислоти, такої як лимонна кислота (1%), як каталізатор. Полідекстроза являє собою складну розгалужену молекулу і містить широкий спектр глікозидних зв'язків, які, отже, стійкі до гідролізу. Всі можливі глікозидні зв'язку присутні, причому переважають 1,6. Молекула полідекстроза має середня молекулярна вага 2000. Сьогодні полідекстроза завоювала величезну популярність у всьому світі. Вона дозволена до вживання в 20 країнах [11].

### **1.1 Виробництво помадних цукерок**

Помадні цукерки готують на основі напівфабрикату - помади, вводячи в неї смакові та ароматичні компоненти рецептури. Помада – це продукт кристалізації цукрози з її пересичених цукрово-патокових або цукрово-патоково-молочних сиропів. Вона являє собою гетерогенну систему, яка складається з трьох фаз: твердої, рідкої, газоподібної [3].

Тверда фаза представлена різними за розміром кристалами цукрози. Рідка фаза - фізично однорідна, але за хімічним складом складна фаза, яка складається з декількох компонентів. Склад рідкої фази залежить від рецептури помади, але переважно представляє собою розчин цукрози, глюкози, фруктози, мальтози, декстринів та невеликої кількості продуктів розкладу цукрів [3].

Газоподібна фаза представлена у вигляді бульбашок повітря, які утворились в результаті інтенсивного перемішування сиропу в помадозбивальних машинах. Газоподібна фаза не відіграє будь-якої ролі у властивостях помадних мас, тим більш що при темперуванні усе повітря видаляється [3].

Основний вплив на консистенцію та якість помади здійснюють співвідношення між твердою та рідкою фазами та хімічний склад рідкої фази. Від останнього залежать розчинність цукрози в рідкій фазі та її в'язкість [3].

Кристали твердої фази помади знаходяться в оточенні рідкої фази, яку можна назвати міжкристальним сиропом. Останній внаслідок різних розмірів кристалів та безперервного видалення вологи, вміст якої в помаді знаходиться в межах від 9 до 12%, є пересиченим розчином цукрози. Це підтверджується багатьма дослідженнями на противагу існуючій думці, що рідка фаза є насиченим розчином [3].

За законом Генрі, розчинність речовини пропорційна пружності пари, а остання залежить від розміру частинок. Таким чином, розчин, насичений відносно дрібних кристалів, є пересиченим відносно більш крупних. Дрібні кристали мають більшу розчинність, ніж крупні. Якщо кристали різного розміру знаходяться в зв'язку з насиченим розчином, то більш крупні будуть самовільно рости, за рахунок розчинення більш дрібних [3].

В готовій помаді вміст рідкої фази повинний бути в межах 40-45%, твердої - 60-65%, а розмір кристалів не перевищувати 20 мкм. Однак, це співвідношення, як і полідисперсний склад кристалів, не постійний та залежить від багатьох факторів: ступеня пересичення помадного сиропу та в'язкості, які в свою чергу обумовлюються вмістом цукрози, рецептурним складом сиропу, його [3].

В увареному помадному сиропі міститься 78-85 % цукрози при температурі 122°C коефіцієнт розчинності її дорівнює  $Ho=7,33$ . При вказаних вихідних даних в помадному сиропі на 1 частину води приходиться 6,5-8,5 частин цукрози [3].

Відомо, що процес кристалізації можливий лише в пересиченому розчині. Для отримання помади необхідно створити такі умови, при яких би відбувалось утворення центрів кристалізації та їх ріст. В чистому водяному розчині цукрози утворення кристалів спостерігається при досягненні ступеня пересичення  $\alpha \geq 1,3$ . Патока, яка знаходиться в розчині, розширює метастабільну зону, тобто збільшують стійкість цукрози в розчині. Відповідно, в цукрово – патоковому сиропі утворення центрів кристалізації починається при досягненні ступеня пересичення  $\alpha > 1,3$  [1].

Для збільшення ступеня пересичення сиропу до величини, при якій самовільно утворюються центри кристалізації, його охолоджують в помадозбивальних машинах при інтенсивному перемішуванні [1].

Якість готової помади залежить не тільки від співвідношення твердої та рідкої фази, але і розмірів кристаліків твердої фази. Тому в помадозбиванні важливе значення має перша стадія процесу кристалізації. Чим більше їх виникне в одиниці об'єму за певний час, тим більше сумарна поверхня кристалізації і тим дрібніше будуть утворені кристали [1].

Процес кристалізації цукрози при охолодженні сиропу в кристалізаторах є нестационарним і супроводжується складними тепловими процесами і фізико – хімічними перетвореннями. В помадозбивальних машинах безперервно змінюються гідродинамічні умови, які визначаються зміною температури, ступеня пересичення та в'язкості сиропу, які в свою чергу впливають на зміну теплофізичних властивостей сиропу, його теплоємність, температуро-провідність тощо [12].

При темперуванні у помадних масах можливий процес рекристалізації. Помадні маси є високодисперсними системами, в яких початковий розмір кристалів має величину приблизно до  $10^{-2}$  мм.

Такі системи мають надлишок вільної поверхневої енергії, термодинамічно нестійкі та прагнуть зменшити дисперсність частинок шляхом коагуляції або переконденсації – переходу речовини дисперсної фази від малих до більш крупних частинок через дисперсне середовище.

В дисперсійних системах з різним агрегатним станом речовини з кристалічною дисперсною фазою відбувається процес рекристалізації.

Центри кристалізації в пересиченому розчині утворюються не одночасно, тому в готовій помаді кристали полідисперсні та мають різну розчинність. Рідка фаза помади є пересиченою для крупних кристалів та ненасиченою для дуже дрібних. Це викликає самочинний процес розчинення частини дрібних кристалів і ріст більш великих.

Перегрів помадної маси збільшує процес рекристалізації, збільшує розчинність цукрози, що призводить до зменшення вмісту твердої фази за рахунок розчинення найбільш дрібних кристалів. Якість помадної маси при цьому погіршується.

Структурування помадних цукерок зумовлено процесом кристалізації цукрози. Структура цих цукерок залежить від вихідного стану цукеркової маси і технологічних параметрів кристалізації.

В помадних масах, які містять готові кристали цукрози, цей процес відбувається легко та швидко і залежить від швидкості охолодження маси. За мірою охолодження за рахунок теплообміну з оточуючим повітрям в камері вистоювання відбувається подальший ріст кристалів, зменшення вмісту рідкої фази, зрощення окремих кристалів.

В початковий період, після відливання маси в крохмальні форми, процес кристалізації найбільш інтенсивно відбувається на зовнішніх шарах, а потім за мірою охолодження корпуса розповсюджується на всю його масу. Тому помадні цукерки відрізняються однорідною суцільною кристалічною структурою. [12].

## **1.2 Полідекстро́за – загальна характеристика**

Полідекстро́за була вперше отримана в кінці 60-х років ХХ століття, завдяки низці наукових досліджень американського вченого доктора Х. Реннхарда, який проводив дослідження для медико-фармацевтичної корпорації Pfizer Inc в області потенціалу використання різних полісахаридів в якості некалорійних заміників цукру і для часткової заміни жиру, борошна і крохмалю при створенні так званих «полегшених» («Light») продуктів. До початку промислового використання, як і всі новорозроблені харчові добавки, полідекстро́за проходила обширні випробування безпеки, які підтвердили можливість її застосування практично у всіх харчових продуктах. Об'єднаний комітет експертів по харчовим добавкам ФАО / ВООЗ відніс полідекстро́зу до добавок, для яких не встановлюється допустиме добове дозування (ADI «not specified») [14].

За хімічною структурою полідекстро́за являє собою полісахарид, що складається із залишків глюкози, які з'єднані між собою всіма видами глікозидних зв'язків з переважанням 1,6 зв'язків (рис. 1.1)

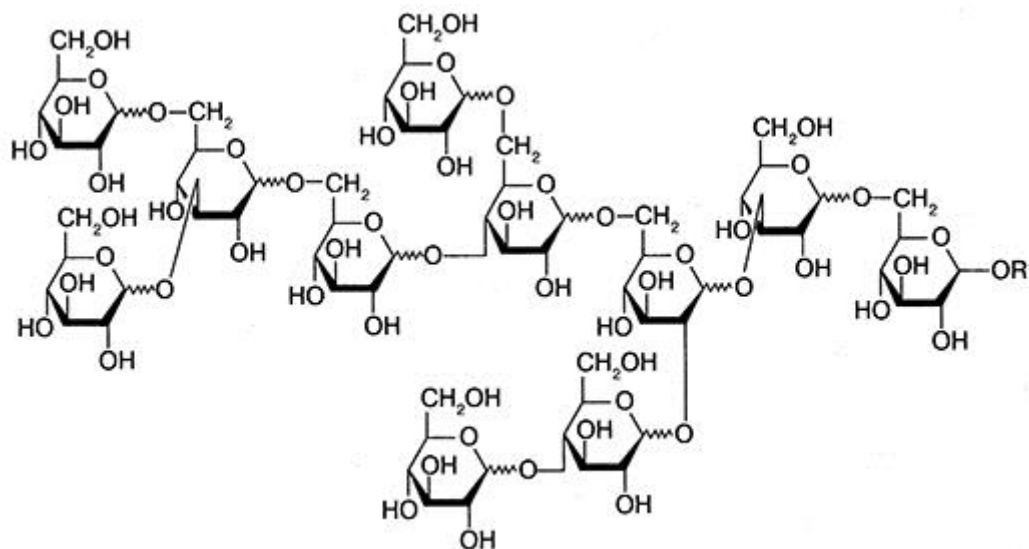


Рис. 1.1 Будова молекули полідекстрози

Така будова визначає вкрай високу ступінь розгалуження молекули полідекстрози, яка в свою чергу обумовлює її унікальні властивості - як технологічні, так і фізіологічні.

Полідекстро́за – аморфний полімер, частково зв'язаний продукт каталітичної конденсації розплавленої суміші приблизно 90% D-глюкози, 10% сорбіту та 1% лимонної або 0,1% фосфорної кислоти, причому в структурі полімеру домінуючим є 1,6 глікозидний зв'язок, хоча можлива наявність зв'язків інших типів. Глюкозу сплавляють у вакуумі з невеликою кількістю сорбіту та лимонної кислоти і конденсують. Конденсат знебарвлюють, нейтралізують та піддають розпилювальному сушінню.

Отриманий продукт – порошок від білого до жовтуватого кольору, без запаху, з ледь солодким смаком і може містити в незначній кількості вільну глюкозу, сорбіт та D-ангідроглюкозу (левоглюкозан) [23].

Вперше полідекстро́за була виготовлена в 1995 році в Китаї, компанією яка сьогодні має назву Henan Tailijie Biotech Co., Ltd.

Tailijie - провідна компанія з виробництва харчових інгредієнтів в Китаї. Вона була першим виробником полідекстрози в Азії, яка поставляє її більш 25 років. Сьогодні компанія застосовує свій досвід для обслуговування клієнтів і спільнот від продуктів харчування і напоїв до фармацевтичних препаратів в різних країнах.

Tailijie володіє заводом потужністю 15 000 тонн, що спеціалізуються на виробництві полідекстрози в провінції Хенань. Крім того, компанія має понад 200 співробітників по всьому Китаю, які обслуговують виробників продуктів харчування і напоїв, підприємства громадського харчування, торговців і роздрібних продавців харчових інгредієнтів та продуктів харчування.

Henan Tailijie Biotech Co., Ltd має центр досліджень і розробок світового рівня, який оснащений більш ніж 30 комплектами обладнання, може підтримувати різні ідеї, від лабораторних випробувань до пілотних випробувань, індустріалізації і, врешті-решт, застосування за різними рецептурами продуктів харчування і напоїв. Це не тільки виробник, а й стратегічний партнер різних коледжів, університетів, інститутів і лабораторій.

Компанія є одним з ключових учасників, які допомагають стандартизованій і комерційній полідекстрози як «харчовим добавкам» на китайському ринку. Також брала участь у створенні національного стандарту полідекстрози за останні кілька років. Патент ZL03126106.X - одне з досягнень Tailijie.

Таблиця 1.1 - Характеристика полідекстрози компанії Henan Tailijie Biotech Co., Ltd

TAILIJIE® полідекстроза						
	Тип II	Тип II – Покра- щений	Тип III	Тип IV	Тип V	
					V - нормальний	V - вишуканий
Зовнішній вигляд	Злегка жовтува тий порошок	Кремове- біла пудра	Чисто білий порошок	Жовтуватий Гранульо- ваний	Темно- жовта рідина	Солом'яна рідина
Смак	Кисло- солодки й присмак	М'який кисло- солодкий присмак	Злегка солодкий, сторонній смак відсутній	Трохи кислий і солодкий	Злегка солодкуватий	
Розмір частинок, мм	0,250- 0,177	0,250- 0,177	0.177-0,125	0,841- 0,400	-	
Темпера- тура плавлення	Початок 135-140 ° C		Початок 110-128 ° C	Початок 135- 140 ° C	≥50 ° C	
Розчин- ність	80%		92%	80%	70%	
Значення рН	2,5-3,5	4,0-6,0	5,0-6,0	2,5-3,5	2,5-3,5	5,0-6,0
Застосува- ння	Напої, молочні продукти, оздоровчого призначення, печиво, шоколад, заморожені продукти, м'ясні продукти, закуски тощо.		Цукерки, йогурти, пудинги, суміші, таблетки, випічку тощо.	Продукти харчування, міцні напої тощо.	Молочні продукти, пиво, жовте вино тощо.	Варення, морозиво, напої, тістечка, йогурти, вина тощо.

Також виробництво пропонує різні харчові волокна, в тому числі полідекстрозу, інулін, резистентний декстрин, фруктоолігосахариди, вершки без денного раціону і мальтоолігосахарид.

Оскільки компанія є одним з перших гравців на азіатському ринку, так як є професійним виробником полідекстрози, який більше 25 років постачає продукцію багатьом відомими компаніями (таким як Danisco), її клієнти знаходяться в усьому світі, наприклад, в США, Великобританії, Кореї, Єгипті, Австралії, Малайзії і т.д. Вироблені продукти також були схвалені як продукти, які не потребують перевірки протягом 3 років в Кореї. Підтверджуючими документами, є сертифікати ISO9001, ISO14001, ISO22000, GT/B 28001, НАССР, BRC, KOSHER, HALAL і ін., [32].

Компанія Danisco Sweeteners випускає полідекстрозу декількох видів під загальною торговою маркою Litesse®, яка вигідно відрізняється від інших комерційних препаратів тим, що проходить додаткові стадії очистки, які видаляють кислуватий і гіркуватий присмак, властивий неочищеній полідекстрозі. Тому Litesse® не вимагає при застосуванні додаткової стадії нейтралізації і надає чистий нейтральний смак без стороннього відтінку. Крім того, додаткове очищення повністю звільняє полідекстрозу Litesse® від домішок, здатних викликати прогіркання жирів. Полідекстроза Litesse® пропонується в якості двох основних різновидів комерційних препаратів - Litesse® і Litesse Ultra. Вдосконалений тип Litesse Ultra характеризується, повною відсутністю реакції Майяра. (табл 1.2)

Таблиця 1.2 - Характеристика полідекстрози Litesse і Litesse Ultra Danisco Sweeteners

Найменування	Опис/ Властивості
<p>ЛАЙТЕСС (Litesse® Powder)</p>	<p>Полідекстроза FCC з покращеними властивостями – порошкоподібна.</p> <p>Опис: полімер конденсації безладно з'єднаних залишків D-глюкози з деякою кількістю залишків сорбіту на кінцях ланцюгів і відповідної кислоти. Являє собою порошок від білого до кремового кольору без запаху.</p> <p>Застосування: підходить для виробництва різних харчових продуктів і напоїв, а саме: хлібобулочних виробів (борошняних кондитерських і пікантних); напоїв; кондитерських виробів; молочних продуктів; БАР; заморожених десертів і морозива; поживних батончиків і т.д.</p> <p>Лайтесс (Litesse® Powder) також підходить для виробництва продуктів, технологічний процес яких передбачає протікання реакції Майяра.</p>

Продовження таблиці 1.2 - Характеристика полідекстрази Litesse і Litesse Ultra Danisco Sweeteners

Найменування	Опис/ Властивості
	<p>Переваги: збагачення харчовими волокнами і пребіотиками, що забезпечують здоровий стан органів шлунково-кишкового тракту; використовується для заміни цукру і жиру, покращуючи органолептичні характеристики продукції; ідеально підходить для розробки низькокалорійних продуктів, а також з пониженим вмістом цукру і без додавання цукру; має низький глікемічний індекс і метаболізується без участі інсуліну; технологічна перевага, може використовуватися в продуктах різного агрегатного стану при незначній зміні параметрів виробництва.</p>
<p>ЛАЙТЕСС (Litesse® Ultra™ Powder)</p>	<p>Очищена полідекстроза FCC.</p> <p>Опис: Лайтесс (Litesse® Ultra™ Powder) - полімер конденсації безладно з'єднаних залишків D-глюкози з деякою кількістю залишків сорбіту на кінцях ланцюгів і відповідної кислоти. Являє собою білий порошок майже без запаху з солодкуватим смаком.</p> <p>Застосування: підходить для виробництва різних харчових продуктів і напоїв, а саме: хлібобулочних виробів (борошняних кондитерських і пікантних); напоїв; кондитерських виробів; молочних продуктів; БАР; заморожених десертів і морозива; поживних батончиків і т.д. Лайтесс (Litesse® Ultra™ Powder) не бере участі в реакції Майяра.</p> <p>Переваги: збагачення харчовими волокнами і пребіотиками, що забезпечують здоровий стан органів шлунково-кишкового тракту; використовується для заміни цукру і жиру, покращуючи органолептичні характеристики продукції; ідеально підходить для розробки низькокалорійних продуктів, а також з пониженим вмістом цукру і без додавання цукру; має низький глікемічний індекс і метаболізується без участі інсуліну; технологічна перевага, може використовуватися в продуктах різного агрегатного стану при незначній зміні параметрів виробництва.</p>

Наукові дослідження показали, що полідекстроза - вуглевод спеціального призначення, який забезпечує широкий спектр фізіологічних переваг. Полідекстроза засвоюється аналогічно дієтичній клітковині, надає тривалу пребіотичну дію і не дає

глікемічного навантаження. Крім того, полідекстроза володіє унікальними характеристиками переносимості.

Таким чином, полідекстроза дозволяє виробникам харчових продуктів підвищувати харчову цінність виробів, а також вказувати в заявах про користь для здоров'я, широкий діапазон бажаних властивостей (знежирені, без цукру, збагачені клітковиною, пребіотичної дії, з низьким глікемічним індексом) [33].

Вище згадувалося, що початок широкого промислового використання полідекстрози як наповнювача доводиться на 80-ті роки. Її енергетична цінність становить всього 1 ккал/г, тобто в 4 рази менше, ніж у цукру, і в 9 разів менше, ніж у жиру. Популярності полідекстроза у харчових технологів сприяло і те, що вона є поліфункціональним інгредієнтом, який виконує різноманітні технологічні задачі в різних категоріях продуктів, і при цьому забезпечує при створенні низькокалорійного продукту смак і текстуру, що не відрізняються від традиційного продукту. Деякі фізико-хімічні властивості полідекстрози наведені в табл. 1.3

Таблиця 1.3 – Фізико-хімічні властивості полідекстрози

Формула	$(C_6H_{12}O_6)_x$
Молекулярна маса	182-5000
Середній ступінь поляризації	DP=12
Зовнішній вигляд	Білий порошок без запаху
Структура	Аморфна
Розчинність у воді	80 г/100 г води при 20°C
Розчинність в етиловому спирті	Розчинна
Теплота розчинення	+ 8 ккал/г*
Солодкість	Практично відсутня
Примітка: для порівняння теплота розчинення сахарози – 4 ккал/г	

### 1.3 Полідекстроза як харчове волокно

Полідекстроза проявляє властивості резистентних олігосахаридів і резистентних полісахаридів, хоча середня ступінь полімеризації (див. табл. 1) дозволяє віднести її швидше до полісахаридів. До харчових волокон її дозволяють віднести такі властивості, як стійкість до розщеплення у шлунку і тонкому кишечнику, збільшення вмісту кишечника, скорочення часу транзиту через кишечник і здатність знижувати рівень глюкози і холестерину в крові, тобто полідекстроза відповідає так званому фізіологічному визначенню харчове волокно [14]. Даний підхід до визначення харчове волокно не тільки з хімічної, але і з фізіологічної точки зору в останні роки отримує все більшу підтримку в різних країнах. Наприклад, в Японії

протягом більше як 10 років полідекстроза застосовується в харчових продуктах як джерело харчових волокон, підставою для цього служть офіційно прийняте в цій країні визначення харчових волокон: «Харчовими волокнами є компоненти їжі, що не піддаються гідролізу травними ферментами людини». Концепція визначення харчових волокон з точки зору фізіологічної функціональності знайшла відображення у визначенні харчових волокон, American Association of Cereal Chemists.

За сукупністю проявляємих властивостей полідекстроза офіційно визнана як харчове волокно в таких країнах, як США, Бельгія, Китай, Японія, Корея, Польща, Фінляндія та ін.

Як всі харчові волокна полідекстроза не розщеплюються і не всмоктуються в шлунку і тонкому кишечнику. Досягаючи товстого кишечника вона зброджується кишковою мікрофлорою з утворенням летких жирних кислот, які всмоктуються в товстій кишці і являються єдиним джерелом енергії, що одержується організмом при утилізації полідекстрози. Саме цей шлях метаболізму визначає низьку калорійність полідекстрози – 1 ккал/г. При цьому показано що полідекстроза стимулює зростання біфідобактерій, так як володіє пребіотичним ефектом, що проявляється вже при дозуванні 4г/добу.

Крім не високої енергетичної цінності, полідекстроза характеризується низьким значенням глікемічного індексу, вона практично не впливає на рівень глюкози в крові і засвоюватися незалежно від інсуліну. Таким чином вона може споживатися людьми, які страждають на цукровий діабет [14].

Одним з основних перешкод при заміні цукру на цукрові спирти і незасвоєвані вуглеводи, в тому числі пребіотичної дії є рівень переносимості таких інгредієнтів, оскільки багато з інгредієнтів мають виражену послаблюючу дію і взагалі можуть викликати неприємні відчуття в кишечнику. Такі небажані ефекти пов'язані, зокрема, з тим з якою швидкістю відбувається зброджування пребіотика в товстому кишечнику. Полідекстроза на відміну від інших пребіотиків зброджується поступово, що зумовлює не тільки її кращу переносимість, але і позитивний вплив на стан кишечника і організму в цілому.

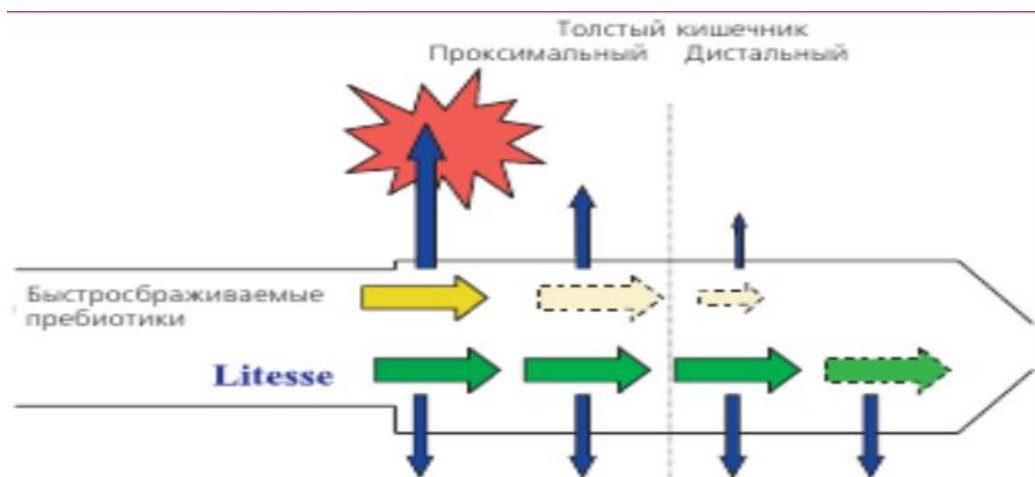


Рис.1.2 Схема процесів, що протікають в кишечнику при швидкому і повільному збродженні пребіотиків

На рис. 1.2 схематично представлені процеси, які відбуваються при швидкому або повільному зброджуванні субстрату в товстому кишечнику.

Якщо швидкість бродіння завелика, то субстрат вуглецевої природи швидко виснажується, і поступово (в дистальному відділі кишечника) починають превалювати процеси утилізації білка - процеси гниття. Як наслідок утворюється шкідливі амонійні продукти протеолізу (біогенні аміни), які негативно впливають на стан товстого кишечника. Такому швидкому бродінню в кишечнику піддаються швидкокорозчинні пребіотики оліго- і полісахариди. При цьому стимулюється активне газоутворення, що викликає неприємні відчуття в кишечнику [14].

Тому рівень переносимості таких пребіотиків, як правило не дуже високий, наприклад, для інсуліну він встановлений на рівні близько 30 г/добу.

При поступовому зброджуванні субстрату, що характерно при утилізації полідекстрози, процес протікає інакше. Оскільки полідекстроза має високорозгалужену структуру, вона являє собою менш доступний субстрат для мікрофлори, в порівнянні з іншими пребіотичними волокнами і утилізуються тому поступово і досить рівномірно аж до дистального відділу, а не тільки в верхніх відділах товстого кишечника. В кількісному вираженні це позначається на рівні переносимості полідекстрози, становить 90 г/добу. Відзначено, що навіть при одноразовому прийомі 50 г полідекстрози не відбувається небажаних явищ з боку шлунково-кишкового тракту.

Поступовий тип зброджування полідекстрози обумовлює і інші аспекти її корисного впливу в кишечнику, які надають їй переваги в порівнянні з іншими харчовими волокнами. Сукупність таких характеристик робить полідекстрозу без перебільшення унікальним інгредієнтом серед пребіотичних волокон.

#### 1.4 Технологічні властивості полідекстрази

Незаперечні переваги полідекстрази як харчового інгредієнта засновані не тільки на її фізіологічних властивостях, але і на технологічних параметрах, що дозволяють застосовувати її практично у всіх категоріях харчових продуктів.

При заміні цукру чи жиру при створенні низькокалорійних продуктів солодкість застосовуваного наповнювача є одним з основних параметрів, що визначають обґрунтованість її використання. Полідекстроза володіє оптимальним для наповнювача нейтральним смаком, незважаючи на те, що її функціональні властивості дуже близькі до сахарози. Завдяки відсутності солодкості полідекстроза може замінювати висококалорійні інгредієнти у всіх продуктах, а якщо при цьому потрібна компенсація солодкості, то вона може успішно поєднуватися як з поліолами і фруктозою, так і з інтенсивними підсолоджувачами [14].

Теплота розчинення полідекстрази - позитивна величина, вона при розчиненні не володіє, «охолоджуючим» ефектом. Завдяки цій властивості вона усуває «охолоджуючий» ефект поліолів, при спільному використанні з ними, і сприяє тому що низькокалорійні продукти мають профіль і сприйняття солодкості такі ж як і традиційних продуктів на цукрі.

Полідекстроза має більшу розчинність порівняно з поліолами і сахарозою. Полідекстроза пропонується не тільки як порошкоподібна речовина, а й у гранульованій формі, яка розчиняється швидше.

Полідекстроза може служити вологоутримуючим агентом оскільки зв'язує воду і знижує її активність в продукті. Завдяки цій властивості вона перешкоджає втраті вологи в продукті і сприяє збереженню м'якої текстури і свіжості.

Розчини полідекстрази поведуться як ньютонівські рідини і володіють дещо більшою в'язкістю в порівнянні з розчинами сахарози і сорбіту.

Ця властивість позитивно впливає на текстуру і відчуття в роті продукту із застосуванням полідекстрази.

Температура плавлення порошкоподібної полідекстрази становить 110°C при швидкому охолодженні нижче цієї температури вона переходить у склоподібний аморфний стан, що характеризується тендітною і ламкою структурою. Ця властивість сприяє тому, що ряду продуктів вона надає хрусткі властивості і забезпечує їх збереження. При цьому полідекстроза будучи сумішшю високорозгалужених молекул різної молекулярної маси не кристалізується сама і запобігає кристалізації цукрів і поліолів, які присутні в харчовому продукті [14].

Полідекстроза - відмінний кріопротектор, що підтримує структуру замороженого продукту при зберіганні, вона запобігає кристалізації цукру і ретроградації крохмалю,

збільшує точку плавлення суміші завдяки тому, що цей показник у неї найвищий в порівнянні з поліолами, моно- і дисахаридами.

При використанні в рецептурах морозива полідекстроза менше в порівнянні з іншими інгредієнтами знижує криоскопічну температуру, яка безпосередньо визначає приємну вершкову текстуру морозива.

### 1.5 Застосування полідекстрози в різних категоріях харчових продуктів

Полідекстроза - універсальний інгредієнт який може бути використаний в рецептурі практично будь-якого продукту. Перераховані вище технологічні властивості коротко описують яким чином можна максимально підмітити переваги, які вона надає технологу.

В низькокалорійному шоколаді полідекстроза застосовується в поєднанні з поліолами, коригуючи охолоджувальний ефект, яким володіють більшість поліолів, і надає м'яку однорідну текстуру, яку важко досягти при використанні інгредієнтів з низькою розчинністю, що надають виробу піщаного смаку. Полідекстроза добре переносить традиційне коншування, тому не потрібно спеціальної технологічної адаптації рецептури [14].



Рис. 1.3 Батончик Kit Kat від Nestle з пониженим вмістом вуглеводів, виготовлений із застосуванням Litesse Ultra

Поєднання високої розчинності і високої в'язкості дозволяє виготовляти тверду і м'яку карамель без цукру чудової якості. Полідекстроза не кристалізується при низьких температурах і високих концентраціях та запобігає кристалізації цукру і поліолів. Її функція в даній категорії продуктів близька до функції глюкозного сиропу, але принципова відмінність полягає в тому, що полідекстроза знижує калорійність продукту. Хоча в даній категорії продуктів для повної заміни цукру добре зарекомендували себе деякі поліоли проте за допомогою полідекстрози можна вирішити технологічні труднощі, які вирішити тільки при застосуванні поліолів не вдасться: збільшення в'язкості розплавленої карамельної маси,

полегшення ведення технологічного процесу, зниження кристалоутворення деяких поліолів (ізомальту) і деякі інші [14].

Полідекстроза може бути джерелом харчових волокон для збагачення напоїв. Принциповою відмінністю від інших розчинних волокон є те, що вона стабільна в кислому середовищі, не збільшує в'язкість напоїв, хоча має здатність надавати додаткове «тіло».

Узагальнення функціональних властивостей полідекстрози і приклади використання цих своїх властивостей у різних категоріях продуктів, представлені у табл. 1.4

Таблиця 1.4 - Застосування полідекстрози у виробництві різних продуктів

Властивості	Технологічні переваги	Можливе використання
Позитивне тепло розчинення	Відсутність охолоджувального ефекту	Всі види кондитерських виробів і в тому числі шоколад
Замінник жиру	Знижує утворення клейковинного каркасу, сприяє наданню «пісочної» структури	Борошняні кондитерські вироби,
Джерело сухих речовин без солодксті	Збільшення в'язкості, покращення стійкості в автоматичній обробці, часткова заміна жиру	Спреди, борошняні кондитерські вироби, заправки для салатів
Зволожувач	Збільшення термінів зберігання, запобігання перерозподілу вологи, збереження свіжості.	Випічка, начинки, кондитерські вироби
Вологоутримуючий агент	Заповнення сухих речовин без надання солодкості, збереження вологи	Зернові батончики, інші продукт готові до споживання.
Пониження точки замерзання	Надання більш м'якої текстури, покращення автоматичної обробки	Морозиво – тверде і м'яке, заморожені десерти
Кріопротектор	Зниження негативної дії льоду, покращення стабільності при заморожуванні/розморожуванні	Заморожене тісто, м'ясні продукти
Стабілізація тіста	Подовження термінів зберігання, запобігання перерозподілу вологи, збереження свіжості	Випічка з начинками, заморожене тісто
Антикристалізатор	Зменшення пластичної деформації	Льодяники і деякі види цукерок
Відсутність солодкості	Можливість використання всіх вище перерахованих властивостей, без надання додаткової небажаної солодкості	Випічка і

В Україні також є розробки низькокалорійних харчових продуктів з використанням цього харчового волокна. В НУХТ було розроблено низькокалорійний кисломолочний

продукт із застосуванням полідекстрози. Встановлено, що оптимальною дозою внесення полідекстрози є 2 - 3% до загальної маси продукту, що забезпечує утворення міцного згустку, зменшує час сквашування та продовжує термін придатності готового продукту.

В Таврійському державному агротехнологічному університеті науковцями було запропоновано удосконалення технології виробництва і підвищення якості двошарового мармеладу з плодово-ягідної сировини на крохмальних сиропях.

В результаті досліджень встановлено, що заміна глюкози, патоки і половини цукру в рецептурі желейного шару дозволяє отримати драгли з необхідними структурними властивостями. При повній заміні всіх цукристих компонентів на крохмальні сиропи спостерігається зниження міцності драглю на пектині на 36%, а на агарі – на 45%. Показано, що повна заміна всіх цукристих компонентів сиропами супроводжується зниженням в 1,8 разів в'язкості мармеладних мас на пектині і збільшенням в 2,5 рази – на агарі.

На підставі оптимізації технологічних параметрів приготування збивних мас на пектині при використанні фруктози з полідекстрозою рекомендовано зниження температури збивання на 10 °С, що дозволяє скоротити тривалість збивання на 4 хв. Встановлено, що використання крохмальних сиропів у поєднанні з полідекстрозою, а також фруктози з полідекстрозою знижує інтенсивність збільшення сухих речовин при зберіганні в 3,2 рази, сприяє збереженню якості двошарового мармеладу, оскільки сповільнюється зацукрювання виробів при зберіганні і їх органолептичні і структурні характеристики не погіршуються протягом усього нормативного терміну зберігання [15].

Вченими Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ) Іюргачовою К.Г та Аветісян К.В була обґрунтована можливість підвищення якості двошарового мармеладу і розширення асортименту желейних виробів на різних драглеутворювачах за рахунок використання крохмальних сиропів, фруктози та полідекстрози.

Використання крохмальних сиропів в поєднанні з полідекстрозою, а також фруктози з полідекстрозою сприяє кращому збереженню якості двошарового мармеладу протягом усього нормативного терміну зберігання, сповільненню зацукрювання виробів при зберіганні.

Запропоновані вироби характеризуються пребіотичним ефектом та більш низькою швидкістю розщеплення вуглеводів.

Інновація пройшла промислові випробування в умовах підприємств ЗАТ ВО «Конті» і ЗАТ«Одесакондитер» [16].

Науковцями Київського національного торговельно-економічного університету спільно з університетом культури і мистецтв були представлені наукові розробки в технології желюваних десертів з підвищеною харчовою цінністю за рахунок використання

низькоетерифікованого пектину, цитрату кальцію та полідекстрази, як джерел харчових волокон та нутрієнтів.

За контроль обрано жельований десерт "Пташине молоко", виготовлений за традиційною технологією. У традиційній рецептурі десерту "Пташине молоко" желатин було замінено на низькоетерифікований яблучний пектин, а також додано цитрат кальцію та полідекстразу.

Розроблені десерти з додаванням низькоетерифікованого пектину, цитрату кальцію та полідекстрази мають високу органолептичну оцінку, підвищений вміст харчових волокон, мінеральних речовин, порівняно з традиційним десертом. Розроблена продукція може бути рекомендована для людей, які проживають на екологічно забруднених територіях, які працюють на шкідливих виробництвах та для всіх верств населення [17].

Науковцями Московського національного університету харчових технологій було досліджено застосування полідекстрази для збагачення цукрового та затяжного печива. Так як полідекстроза відноситься до розчинних харчових волокон і має коефіцієнт енергетичної цінності 1ккал/г. Введення полідекстрази в рецептуру цукрового печива забезпечує два технологічних ефекти: збагачення харчовими волокнами і зниження калорійності. З цією метою досліджували можливість часткової заміни рецептурного кількості цукру на препарати полідекстроза «Litesse» і «Litesse Ultra», що відрізняються вмістом редуруючих цукрів за рахунок різного ступеня очищення. Досліджували вплив цих препаратів на зміну пружної і пластичної деформації тіста, фізико-хімічні та органолептичні показники цукрового печива.

За результатами досліджень реологічних властивостей цукрового тіста з додаванням полідекстрази був встановлений ефект достовірного збільшення пластичної - на 23-29% і зменшення пружної - на 7-13% деформації тіста, причому величина цих змін залежить від ступеня очищення препарату полідекстрази.

З урахуванням сукупності показників якості печива, обраний препарат «Litesse Ultra» з дозуванням 10г / 150г печива.

Отримане печиво містить 7% полідекстрази, що дозволяє позиціонувати його як виріб, збагачений харчовими волокнами.

Встановлено, що заміна 5% борошна полідекстразою (5г / 150г печива) достовірно покращує якість цукрового печива. Більш високий вміст ПД в рецептурному складі цукрового печива негативно відбивається на якісних показниках готових виробів [33].

Також були проведені дослідження зі застосуванням комбінацій полідекстрази з іншими джерелами корисних речовин, зокрема застосування полідекстрази в комбінації з лактитом, оптимальним є співвідношення 1 частина ПД до 3 частин лактиту, що покращує

показники якості цукрового печива і значно зменшує його енергетичну цінність, тому що дозволяє замінити більше 35% цукру в традиційній рецептурі.

Здійснено вибір виду і джерела харчових волокон для зтяжного печива функціонального призначення, в якості яких використані борошно обойне пшеничне, комерційні препарати полідекстрази і комплекс харчових волокон цукрових буряків - препарат «FIBREX-595»; досліджено вплив комбінації цих видів харчових волокон на реологічні властивості тіста і якість зтяжного печива; встановлено, що використання обойного пшеничного борошна в комбінації з 5% полідекстрази, незалежно від ступеня її очищення, супроводжується зниженням на 30% щільності і збільшенням на 10% намокаємості зтяжного печива, що дозволяє підвищити рівень заміни пшеничного борошна вищого сорту на обойне [34].

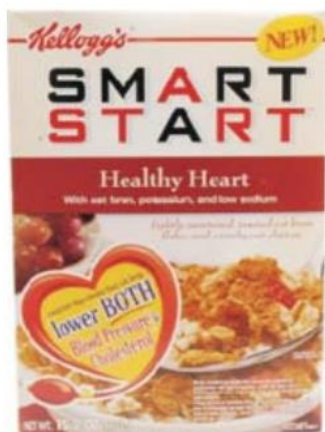


Рис. 1.4 Зерновий сніданок від Kellogg's із застосуванням полідекстрази у якості наповнювача та джерела харчових волокон та спред від Unilever з застосуванням полідекстрази як текстуратора та джерела харчових волокон

Низькокалорійні продукти, зокрема продукти з пониженим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів і з підвищеним вмістом харчових волокон, повинні відіграти вагому роль у вирішенні проблем незбалансованості за калорійністю раціону сучасної людини. Однак для успішного вирішення цієї задачі необхідно не просто розробити такі рецептури, але і забезпечити їх максимальну привабливість для споживача, вибір якого заснований завжди не тільки на корисних для здоров'я характеристиках продукту, але і на приємних органолептичних відчуттях. Їжа повинна бути не тільки джерелом поживних та корисних речовин, а і доставляти задоволення - цей основний принцип створення харчових продуктів завжди буде актуальним. В цьому плані полідекстроза Litesse® надає практично необмежені можливості для розробки продуктів, що володіють додатковою користю з точки зору здорового харчування та збереження смаку і текстури традиційного продукту, що має попит у споживачів [14].

У 2014 році науковцем Артемом Антоненком була розроблена і представлена технологія соусів "Конте" і "Мажор" підвищеної біологічної цінності, за контрольні зразки обрано соуси основні – білий та молочний.

За розробленою технологією в соусах емульсійного типу "Конте" і "Мажор" повністю замінено пшеничне борошно на композиційну суміш (КС) із використанням ДБЖ (добавка білково-жирова), гуміарабіку та полідекстрази. Як наповнювач до соусу "Конте" також додано овочеve пюре [18].

Згідно даних літератури знайдено рекомендовані дози полідекстрази для введення в продукти:

- Оздоровчі продукти. Водорозчинні харчові волокна вкорстовуються в якості допоміжних компонентів або як основний компонент оздоровчих продуктів харчування, найбільш зручними формами є порошки, гранули або таблетки. Рекомендована кількість введення до складу продуктів: 30% - 90%.

- Хлібобулочні вироби. Їжа з високим вмістом волокон є важливим джерелом поповнення організму водорозчинних харчових волокон. Водорозчинні харчові волокна додають в борошно, макаронні вироби, продукти швидкого приготування, різні вироби кулінарії (кекси, торти та ін.). Рекомендована кількість введення до складу продуктів: 5% - 20%.

- М'ясні продукти. Водорозчинні харчові волокна додають в ковбаси, шинку, сандвічі, сушені м'ясні порошки, фарш, отримуючи оздоровчі м'ясні продукти з високим вмістом білків, волокон і низьким вмістом жиру, натрію і калорій. Рекомендована кількість введення до складу продуктів: 2.5% -3%.

- Молочні продукти. Водорозчинні харчові волокна додають в молоко, соєве молоко, кефір та інші молочні продукти, роблячи їх більш поживними і повноцінними. Рекомендована кількість введення до складу продуктів: 1% -5%.

- Напої. Безалкогольні напої. Додаючи водорозчинні харчові волокна, можна виготовляти різні напої з високим вмістом волокон. Рекомендована кількість введення до складу продуктів: 1% -3%. Алкогольні напої. Горілка, тинктура, лікер, пиво з додаванням харчових волокон володіють оздоровчим ефектом. Рекомендована кількість введення до складу продуктів: 3% -6%.

- Прправи та спеції. Соєвий соус, оцет і ароматна есенція з додаванням водорозчинних харчових волокон стають більш смачними і поживними. Рекомендована кількість введення до складу продуктів: 10% -15%.

- Заморожені продукти. Водорозчинні харчові волокна можна додавати в морозиво, желе та інші заморожені продукти для збереження належного об'єму і приємного смаку. Рекомендована кількість введення до складу продуктів: 1% -5% [19].

За рахунок того, що полідекстроза має низьку калорійність, ефективно попереджає гіпертонію, діабет, знижує рівень холестерину в крові, виводить з організму людини токсини на сьогодні вона успішно використовується в широкому спектрі продуктів, серед яких хлібобулочні вироби, напої, кондитерські вироби (шоколад, мармелад, карамель) та заморожені десерти. На вітчизняному ринку представлені такі імпортовані харчові продукти з полідекстрозою: високобілкове печиво «PRIMEBAR», протеїнові вафлі, шоколадні батончики «Atkins», протеїнові батончики «Protein Cake Bites», низькокалорійний шоколад «Red». З метою розширення асортименту низькокалорійних кондитерських виробів доцільно провести серію досліджень з використанням цього харчового волокна у технології помадних цукерок.

### **Висновки до розділу**

1. Встановлено, що на світовому ринку зростає попит так звані «полегшені» («Light») продукти, до складу яких входять полісахариди в якості некалорійних заміників цукру і для часткової заміни жиру, борошна і крохмалю.

2. Розглянуті основні технологічні операції виробництва помадних корпусів цукерок та вплив рецептурних компонентів та технологічних параметрів на якість цукерок з помадними корпусами.

3. Розглянуті основні технологічні властивості полідекстрози з точки зору можливості та доцільності їх використання при виробництві цукерок кристалічної структури.

4. Розглянуті основні технологічні властивості полідекстрози, досвід її використання в технологіях різних харчових продуктів.

5. Аналітичний огляд літературних джерел показав, що помадні цукерки мають великий попит серед населення. З метою розширення асортименту цього виду цукерок доцільно проводити дослідження та встановлення можливості заміни цукру білого кристалічного на інноваційне харчове волокно - полідекстрозу.

## РОЗДІЛ 2

### 2 Об'єкти і методи досліджень

#### 2.1. Характеристика об'єктів дослідження

Об'єктами досліджень були помадні цукерки за ДСТУ 4135-2014 «Цукерки» Загальні технічні умови [25].

При проведенні лабораторних досліджень використовували наступну сировину:

- цукор білий кристалічний за ДСТУ 4623:2006;
- патоку крохмальну за ДСТУ 4498:2005;
- воду питну згідно Гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10);
- полідекстрозу за заключенням державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02-03/36783;
- масло вершкове за ДСТУ 4399:2005;
- какао-порошок за ДСТУ 4391:2005;
- карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ) (згідно з сертифікатом відповідності);
- коньяк за ДСТУ 4700:2006.

#### Цукор білий кристалічний

Цукор білий – це харчовий продукт, який являє собою очищену і кристалізовану сахарозу у вигляді окремих кристалів (кристалічний цукор) або окремих кусків (пресований цукор).

Цукор являє собою популярний компонент, який міститься не тільки в кондитерських виробках.

Важливою властивістю будь-якого продукту є його калорійність. Цукор білий містить 99% вуглеводів. Ця речовина володіє рядом корисних властивостей:

- забезпечення повноцінного кровообігу;
- нормалізація функціонування спинного і головного мозку;
- профілактика тромбоутворення і зниження ризику формування бляшок на судинах;
- зменшення ймовірності ураження суглобових поверхонь;
- знешкодження токсичних речовин, що допомагає функціонуванню печінки.

Хімічний склад речовини не містить вітаміни. Характерні властивості обумовлені наявністю глюкози та фруктози, які є моносахаридами. Користь цих елементів полягає в підтримці органами адекватного кровообігу, роботи клітин печінки і мозку.

Недотримання рекомендованої норми вживання може завдати шкоди здоров'ю:

- викликає залежність - фахівці підкреслюють, що солодкий вуглевод можна віднести до наркотичних засобів, до яких організм звикає.
- створює відчуття голоду і сприяє набору зайвої ваги - сахарид є швидким вуглеводом, який сприяє появі неприродного відчуття голоду.
- негативно впливає на мозок – шкода полягає у підвищенні ризику розвитку серцево-судинних патологій. Наслідки можуть полягати у виникненні інсульту.
- викликає цукровий діабет - відсутність контролю над кількістю споживаних швидких вуглеводів супроводжується ймовірністю розвитку ожиріння та цукрового діабету.
- послаблює імунітет - передбачається підвищення ризику розвитку хронічної форми кандидозу, який також вказує на зниження функціонування імунної системи.
- викликає захворювання серцево-судинної системи - відзначається підвищенням ймовірності інфаркту і дистрофії м'язів серця.
- руйнує зуби - шкода полягає в згубному впливі на емаль зубів, яка зтоншується.
- призводить до раннього старіння шкіри - епідерміс поступово втрачає свої властивості, наприклад, еластичність і блиск.
- погіршує зір - надмірне вживання кондитерських страв і борошняних виробів завдає шкоди здоров'ю.
- призводить до гормонального дисбалансу - надмірне вживання солодких продуктів при супутньому малорухливому способі життя призводить до гормонального збою внаслідок ожиріння. Доведено, що жирова тканина може синтезувати жіночі статеві гормони – естрогени [35].

Цукор білий кристалічний має відповідати вимогам ДСТУ 4623:2006 – Цукор білий. Технічні умови [26].

Таблиця 2.1 - Показники якості цукру білого кристалічного [26].

Назва показника	Характеристика та норма для цукру білого кристалічного
<i>Органолептичні показники</i>	
Зовнішній вигляд	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок, для цукру третьої і четвертої категорій допускають жовтуватий відтінок. Кристалічний цукор повинен бути сипким, без грудочок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають грудочки, що розпадаються у разі легкого натискання.

Продовження таблиці 2.1 - Показники якості цукру білого кристалічного [26].

Назва показника	Характеристика та норма для цукру білого кристалічного			
Запах і смак	Солодкий без сторонніх запаху і присмаку, як в сухому цукрі, так і в його водному розчині, для цукру четвертої категорії допускають слабкий запах меляси.			
Чистота розчину	Розчин цукру повинен бути прозорим, без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають опалесценцію. Для цукрової пудри не визначають.			
<i>Фізико-хімічні показники</i>				
Значення за категоріями кристалічного цукру				
Масова частка сахарози (поляризація), %, не менше ніж	I	II	III	I V
	99,7	99,7	99,61	99,5
Масова частка редукуючих речовин (в перерахуванні на суху речовину), %, не більше ніж	0,04	0,04	0,05	0,065
Масова частка вологи, %, не більше ніж:				
кристалічного цукру	0,1	0,1	0,14	0,15
Масова частка золи (в перерахуванні на суху речовину), не більше ніж:				
%	0,027	0,04	0,04	0,05
Кольоровість, не більше ніж:				
- одиниць ICUMSA	45,0	60,0	104,0	195,0
- балів	6	8	-	-
умовних одиниць	-	-	0,8	1,5
Масова частка феромагнітних домішок, %, не більше ніж	0,0003			
Величина окремих часток феромагнітних домішок, в найбільшому лінійному ви мірі, мм, не більше ніж	0,5			

## Патока крохмальна

Патока крохмальна являє собою в'язкий, солодкий майже безбарвний сироп, що не кристалізується. Патоку отримують шляхом неповного гідролізу кукурудзяного або картопляного крохмалю. Вона містить мінімум 78% сухих речовин [2].

Основна властивість крохмальної патоки – солодкість. Так як простого чисельного показника, що характеризує цей параметр, не існує, широко використовується поняття декстрозного еквівалента DE (масової частки редукуючих речовин). Цей параметр описує сумарний вміст різних цукрів, однак при цьому одному і тому ж значенню декстрозного еквівалента можуть відповідати патоки різного складу, з різним вмістом цукрів та істотно відрізняються один від одного як за солодощі, так і за іншими характеристиками [2].

Патока сприяє створенню відповідної структури і зовнішнього вигляду продукту. Може широко використовуватися в поєднанні з сахарозою при консервуванні продуктів. В'язкість - одне з найважливіших фізичних властивостей патоки, залежне від щільності, декстрозного еквівалента і температури. В'язкість зменшується в міру збільшення DE і температури, але збільшується з щільністю. Температура кипіння водних розчинів патоки збільшується з підвищенням концентрації патоки в розчині і змінюється в залежності від тиску. В'язкість патоки залежить від вмісту сухих речовин і від температури [2].

Таблиця 2.2 - В'язкість патоки в залежності від вмісту сухих речовин при температурі 20-21° [36].

Кількість сухих речовин в патоці, %	В'язкість, пуаз
82	537
80,75	376
80,03	225,5
79,8	97,9
78,75	87,2

Таблиця 2.3 - Зміна в'язкості патоки різної щільності в залежності від температури [36].

Кількість сухих речовин патоки, %	В'язкість, пуаз при температурі, ° C				
	15,6	26,7	37,8	48,9	60
77,65	363,7	92,5	29,7	13,0	6
79,35	1193,3	242,0	67,6	23,5	10
81,10	3288,0	572,4	159,6	50,7	19,4
82,82	-	2161,4	484,4	132,7	41,2

Патока крохмальна має відповідати вимогам ДСТУ 4498:2005 – Патока крохмальна. Технічні умови [27].

Таблиця 2.4 – Показники якості патоки крохмальної [27].

Назва показника	Характеристика та норма крохмальної патоки
<i>Органолептичні показники</i>	
Зовнішній вигляд	Густа в'язка рідина. Допустима незначна опалесценція. Льодяник, отриманий в наслідок варіння карамельної проби, повинен бути прозорий.
Колір	Від безбарвного до блідо-жовтого
Прозорість	Прозора. Допустима опалесценція.
Смак і запах	Властивий патоці без стороннього смаку і запаху.
<i>Фізико-хімічні показники</i>	
Масова частка сухих речовин, %, не менше ніж	78,0
Масова частка золи, %, не більше	0,40
Кислотність, не більше ніж: -кукурудзяної патоки чи інших видів зернового крохмалю	12
Температура карамельної проби, °C, не менше ніж	155
Вміст діоксиду сірки, мг/кг, не більше ніж:	40
Величина рН, не менше ніж	4,6
Наявність вільних мінеральних кислот	Не допустима
Наявність сторонніх механічних домішок	Не допустима

#### Масло вершкове

Масло вершкове — молочний продукт, який виробляється шляхом збивання свіжого або кислого молока, вершків чи перетворення високожирних вершків [28].

Масло вершкове — масло, вироблене з вершків та/або продуктів переробки молока, яке має специфічний притаманний йому смак, запах та пластичну консистенцію за температури  $(12 \pm 2)^\circ\text{C}$ , з вмістом молочного жиру не меншим ніж 61,5%, що становить однорідну емульсію типу «вода в жирі».

Вершкове масло також називають коров'ячим жиром [28].

Масло складається з молочного жиру та мікроскопічних часток води і молочних білків. Вершкове масло виготовляється тільки з коров'ячого молока або продуктів його переробки і призначене для безпосереднього вживання в їжу чи кулінарних цілей. Воно не містить жодних спеціальних харчових добавок [28].

Вершкове масло, залежно від масової частки жиру, поділяють на групи:

- Екстра (частка жиру: 80-85 %);
- Селянське (частка жиру: 72,5-79,9 %);
- Бутербродне (частка жиру: 61,5-72,4 %);
- Пряжене (частка жиру: не менше 99 %) [28].

Залежно від технологічних особливостей та органолептичних показників вершкове масло поділяється на такі види:

- Солодковершкове;
- Солоне солодковершкове;
- Кисловершкове;
- Солоне кисло вершкове [28].

Солодковершкове масло виробляють з натуральних пастеризованих вершків, а кисловершкове — з пастеризованих вершків, сквашених чистими культурами молочнокислих бактерій. Солоне масло виробляють з додаванням кухонної солі [28].

Строки зберігання вершкового масла: за температури не вищої ніж 6°C для масла у моноліті — 10 діб, для топленого масла у транспортній тарі — 15 діб, під час зберігання вершкового масла у спожитковому пакуванні — не більше 3 діб [28].

Зазвичай масло має блідо-жовтий колір, але він може бути від темно-жовтого до майже білого. Колір масла залежить від способу харчування тварини і у промисловому виробництві його часто коригують за допомогою харчових фарбників, зазвичай ними є аннато або каротин. Також до масла додають вітаміни. При застосуванні вітаміну А масова його частка становить не більше ніж 10 мг/кг, бета-каротину — не більше ніж 3 мг/кг, екстракту аннато — не більше ніж 10 мг/кг [28].

Масло вершкове має відповідати вмогам ДСТУ 4399:2005 – Масло вершкове. Технічні умови [28].

Таблиця 2.5 – Показники якості масла вершкового [28].

Назва показника	Характеристика та норма масла вершкового	
<i>Органолептичні показники</i>		
Смак і запах	Чистий, добре виражений вершк вий з присмак м пастеризації.	
Консистенція та зовнішній вигляд	Однорідна, пластична, щільна, поверхня розрізі блискуча або слабкоблискуча, суха. Дозволено: недостатньо щільна і пластична, поверхня на розрізі злегка матова з наявністю поодиноких дрібних крапель вологи розміром до 1 мм	
Колір	Від світло-жовтого до жовтого, однорідний за всією масою.	
<i>Фізико-хімічні показники</i>		
Вміст води, %, не більше		25,0
Вміст жиру, %, не менше		72,5
Кислотність плазми, °Т, не більше		3

### Полідекстроза

Полідекстроза – аморфний полімер, частково в'язаний продукт каталітичної конденсації розплавленої суміші приблизно 90% D-глюкози, 10% сорбіту та 1% лимонної або 0,1% фосфорної кислоти, причому в структурі полімеру домінуючим є 1,6 глікозидний зв'язок, хоча можлива наявність зв'язків інших типів. Глюкозу сплавляють у вакуумі з невеликою кількістю сорбіту та лимонної кислоти і конденсують. Конденсат знебарвлюють, нейтралізують та піддають розпилювальному сушінню. Отриманий продукт – порошок від білого до жовтуватого кольору, без запаху, з ледь солодким смаком і може містити в незначній кількості вільну глюкозу, сорбіт та D-ангідроглюкозу (левоглюкозан) [24].

Полідекстроза може використовуватися як харчова добавка і як джерело розчинних харчових волокон. Полідекстроза виявляє властивості резистентних олігосахаридів і резистентних полісахаридів, хоч середній ступінь полімеризації дозволяє її віднести скоріше до полісахаридів. До харчових волокон її дозволяють віднести такі властивості, як стійкість до розчеплення в шлунку і тонкому кишечнику, збільшення об'єму вмісту кишечника, зменшення часу транзиту через кишечник и здатність знижувати рівень глюкози і холестерину в крові, що відповідає так званому фізіологічному визначенню харчових волокон [24].

Для досліджень була використана полідекстроза виготовлена в Китаї, імпортер в Україні компанія «Феліцата», яка пройшла тестування згідно стандарту на полідекстрозу та отримала сертифікат аналізу.

Таблиця 2.6 - Дані сертифікату аналізу

Назва продукту	Полідекстроза	Серія №	20200705
Дата виробництва	09 липня 2020 р	Кількість	600 кг
Термін придатності	08 липня 2022 р	Дата тестування	22 червня 2020 р
Тест відповідає	GBT 25541-2010		
Показник		Стандарт	Результат
Зовнішній вигляд		Білий або жовтуватий порошок	Відповідає
Втрати при всиханні, мас. %		≤ 4,0	1,31
Зола, %		≤ 0,3	0,078
Ph (10% водний розчин), мас. %		4,0-6,0	4,8
1,6-ангідрат-а-глюкоза, мас. % (при висушуванні)		≤ 4,0	1,30
Декстроза та сорбіт, мас. % (при висушуванні)		≤ 6,0	4,79
Аналіз (при висушуванні), %		≥ 90,0	93,78
5-гідроксиметилфурфура (без золи), мас. %		≤ 0,1	0,036
Свинець (як Pb), мг/кг		≤ 0,5	< 0,02
Миш'як (As) мг/кг		≤ 0,25	< 0,04
Загальна кількість бактерій, КУО/г		≤ 1000	< 10
Дріжджі та цвіль, КУО/г		≤ 10	< 10
Коліформи, тпрп/г		≤ 0,3	0,3
Сальмонелла		Не виявлено	Відповідає

#### Какао-порошок

Какао- порошок - це корисний продукт, який був відомий ще древнім цивілізаціям. До його складу входить велика кількість вітамінів і антиоксидантів, необхідних організму людини для життєдіяльності. Какао-порошок виробляють з насіння какао-дерев, що ростуть в тропічних зонах.

У складі какао представлені вітаміни групи В, бета каротин, вітаміни А, Е, РР. Воно також містить рослинний білок, вуглеводи і жири, органічні кислоти, насичені жирні кислоти і мінерали: калій, залізо, кальцій, магній, сірка, фосфор, цинк, хлор, мідь, марганець, фтор.

Продукти з вмістом какао підвищують тонус і покращують настрій, завдяки здатності виробляти в організмі людини ендорфіни, так звані гормони щастя.

Какао – калорійний продукт, але не призводить до ожиріння, тому що при вживанні навіть маленької порції какао здатне дати людині відчуття ситості. У какао міститься дуже багато білків, жирних кислот, які сприятливо регулюють кількість холестерину в крові людини. Какао-порошок містить клітковину, вітаміни, найважливіший з яких – фолієва

кислота. У какао-порошку дуже багато цинку і заліза, цей продукт є передовим з утримання даних мінералів. Какао-порошок містить пурини, які беруть активну участь у синтезі білків живої тканини, ферментів. Оздоровча доза какао-порошку або чорного шоколаду на добу визначається, як 20 грамів – 100 грамів. Алкалоїди (теобромін і кофеїн), що містяться в зернах какао, надають збудливу дію на нервову систему і м'яз серця, тому какао порошок не слід вживати при захворюваннях серцево-судинної і нервової систем, особливо хворим дітям. У какао є флавоноїди, які мають властивості антиоксидантів, захищають організм від впливу вільних радикалів, а також стимулюють діяльність системи кровообігу. Какао містить антиоксидант флаванол, який покращує продуктивність роботи мозку. Флаванол нормалізує тиск і покращує мозковий кровообіг [37].

Какао-порошок має відповідати вимогам ДСТУ 4391:2005 – Какао-порошок. Загальні технічні умови [29].

Таблиця 2.7 – Показники якості какао-порошку [29].

Назва показника	Характеристика та норма какао-порошку	
<i>Органолептичні показники</i>		
Зовнішній вигляд	Порошок від світло-коричневого до темно-коричневого кольору, не допускається тьмянний сірий відтінок.	
Смак та запах	Властивий даному продукту, без сторонніх присмаків та запахів	
<i>Фізико-хімічні показники</i>		
Масова частка вологи, %, не більше, в т.ч. під час зберігання упакованого какао-порошку більше ніж місяць:		7,5
Масова частка жиру, %, не більше		± 3,0.
Дисперсність— кількість мілких фракцій не менше, %		90,0
Показник рН, не більше		7,1
Масова частка золи не більше, %:		
— в какао-порошку, не обробленому вуглекислими лугами		6,0
— в какао-порошку, обробленому вуглекислими лугами		9,0
Масова частка золи, нерозчинної в розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 % не більше, %		0,2
Масова частка феродомішок (частки не більше 0,3 мм в найбільшому лінійному вимірі) не більше, %		0,0003

## Коньяк

Коньяки України, залежно від термінів витримки, поділяють на ординарні та марочні.

*Ординарні коньяки України* виготовляють із коньячних спиртів, витриманих від 3 до 5 років у дубових бочках або емальованих резервуарах із дубовими клепами в закритих приміщеннях за температури від 15° С до 25° С та вологості повітря (75-85) %, і поділяють на:

- коньяки України «три зірочки» - із коньячних спиртів, витриманих не менше 3-х років;
- коньяки України «чотири зірочки» - із коньячних спиртів середнього віку не менше 4-х років;
- коньяки України «п'ять зірочок» - із коньячних спиртів середнього віку не менше 5-ти років.

Ординарні коньяки України «три зірочки», «чотири зірочки», «п'ять зірочок» можуть мати власну назву.

*Марочні коньяки України* виготовляють із коньячних спиртів, витриманих у дубових бочках, середнього віку не менше 6 років і поділяють на такі групи:

- коньяки України витримані «КВ» - із коньячних спиртів середнього віку не менше 6 років;
- коньяки України витримані вищої якості (КВВЯ) - із коньячних спиртів середнього віку не менше 8 років;
- коньяки України старі «КС» - із коньячних спиртів середнього віку не менше 10 років;
- коньяки України дуже старі «ДС» - із коньячних спиртів середнього віку не менше 20 років;
- коньяки України колекційні - спеціально відібрані марочні коньяки, які пройшли післяку-пажний відпочинок та додатково витримані у дубовій тарі не менше 3 років.

Марочні коньяки України повинні мати власну назву.

Залежно від напрямку використання коньяки України поділяють на:

- коньяки України, що реалізують у пляшках;
- ординарні оброблені коньяки України, призначені для відвантажування з метою розливу на інших підприємствах;
- ординарні оброблені коньяки України для промислового перероблення [30].

Свою назву напій отримав від французького містечка Коньяк (Cognac), з яким його пов'язує історичне минуле. Експерти стверджують, що крім приємного запаху і смаку, якими коньяк завоював серця знавців елітних напоїв, коньяк багатий біологічно активними речовинами, що благотворно впливають на організм. Настоянки з коньяку служать

відмінним засобом проти кашлю, можуть допомогти вивести камені з нирок, зменшують головний та зубний біль, також нормалізує тиск, є ефективним при застуді та зміцнює імунітет вцілому [38].

Коньяк має відповідати вмогам ДСТУ 4700:2006 – Коньяки України. Технічні умови [29].

Таблиця 2.8 – Показники якості коньяку [30].

Назва показника	Характеристика та норма какао-порошку		
<i>Органолептичні показники</i>			
Прозорість	Прозорі, з блиском, без сторонніх включень		
Колір	Ординарні - від світло-золотистого до світло-коричневого з золотистим відтінком. Марочні і колекційні - від золотистого до темно-янтарного		
Смак і букет	Характерні для коньяків України конкретної назви, без сторонніх тонів		
<i>Фізико-хімічні показники</i>			
<i>Ординарні коньяки України</i>	Три зірочки	Чотири зірочки	П'ять зірочок
Об'ємна частка етилового спирту %	40	40-41	40-42
Масова концентрація цукрів, у перерахунку на інверт-ний, г/дм <sup>3</sup>	10-15	10-15	10-15
Масова концентрація метилового спирту в перерахунку на безводний спирт, г/дм <sup>3</sup> , не більше ніж	1,0	1,0	1,0
Примітка 1. Для кожної назви коньяку України об'ємна частка етилового спирту, масова концентрація цукрів і термін витримки спиртів коньячних встановлюються технологічними інструкціями.			
Примітка 2. Дозволено відхил від норм:			
- за об'ємною часткою етилового спирту у пляшках - $\pm 0,3$ %;			
- за масовою концентрацією цукрів - $\pm 2,0$ г/дм <sup>3</sup> ;			
- за об'ємною часткою етилового спирту для ординарних коньяків України, призначених для відвантажування з метою розливу на інших підприємствах та коньяків України, які реалізуються для промислового переробляння - від 0 % до плюс 0,3 %.			

## Карбоксиметилцелюлоза

Карбоксиметилцелюлоза (харчова добавка E466) - безбарвна аморфна речовина, слабка кислота, за своєю хімічною природою є високополімерним іонним електролітом. Карбоксиметилцелюлозу одержують в результаті реакції монохлороцтової кислоти з алколцеллюлозою, яку, в свою чергу, отримують з целюлози і каустичної соди. Карбоксиметилцелюлоза може бути генетично модифікована. Вона добре розчиняється у воді, не має запаху і зовсім не отруйна. Карбоксиметилцелюлоза абсолютно не схильна до розпаду при яскравому світлі, не розчиняється в рослинних і тваринних жирах.

Харчова добавка E466 використовується як стабілізатор консистенції, загущувач, засіб для капсулювання. Основна властивість карбоксиметилцелюлози - це здатність до формування дуже вузького колоїдного розчину, яка не втрачає своїх властивостей протягом тривалого часу.

Застосовується в якості згущувача при виготовленні морозива, сирних мас, майонезів; як регулятор консистенції в десертах, желе, кремах і пастах; в оболонках для риби, м'яса, та в кондитерських виробах [39].

## Вода питна

Вода питна згідно Гігієнічних вимог до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10)

## 2.2 Характеристика цукеркових мас

Цукерки представляють собою різноманітну за асортиментом групу кондитерських виробів, що виготовляються на цукровій основі і характеризуються різноманітністю складу, зовнішнього вигляду та смаку.

Питома вага цукерок в загальному виробництві кондитерських виробів становить 12-15%.

Завдяки різноманітності основних типів цукеркових мас і можливості їх комбінування асортимент цукерок дуже великий. Широкий асортимент цукерок і різноманітність сировини, що переробляється обумовлюють різноманіття технологічних процесів.

Основними процесами виробництва цукерок є: приготування цукеркових мас; формування цукерок (виготовлення корпусів); глазурування цукерок; загортання, розфасовка і упаковка.

Відповідно до чинної документації на цукерки – ДСТУ 4135:2014 в таблиці 2.9 наведено характеристику помадної цукеркової маси, що використовують для виготовлення цукерок.

Таблиця 2.9 - Характеристика помадних цукеркових мас

Назва цукеркової маси	Характеристика
Помадна	Дрібнокристалічна маса, виготовлена з цукру і патоки, з додаванням або без додавання молока, фруктово-ягідної чи іншої сировини.

Цукерки мають відповідати вимогам ДСТУ 4135:2014 – Цукерки. Загальні технічні умови [25].

Таблиця 2.10 – Показники якості помадних цукерок умови [25].

Назва показника	Характеристика			
<i>Органолептичні показники</i>				
Смак і запах	Характерний конкретній назві цукерок, без стороннього присмаку та запаху			
Зовнішній вигляд	Цукерки неглазуровані повинні мати суху нелипку поверхню. На поверхні неглазурованих цукерок, що їх виробляють на потоково-механізованих лініях формуванням у крохмаль, допускаються сліди крохмалю.			
Форма	Прямокутна, продовгувата			
<i>Фізико-хімічні показники</i>				
Назва корпусів	Масова частка вологи, %, не більше	Масова частка розчинних вуглеводів (загального цукру в перерахунку на сахарозу), % не більше	Масова частка жиру, %, не менше	Масова частка редукувальних речовин, %, не більше
Помадні	16	-	-	16

### 2.3 Методи досліджень

Експериментальна частина роботи проводилась у лабораторних умовах кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій, лабораторії Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського Національної академії наук України, у відділі синтезу дослідження сорбентів Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України;

Блок-схема проведення досліджень наведена на рис. 2.1.

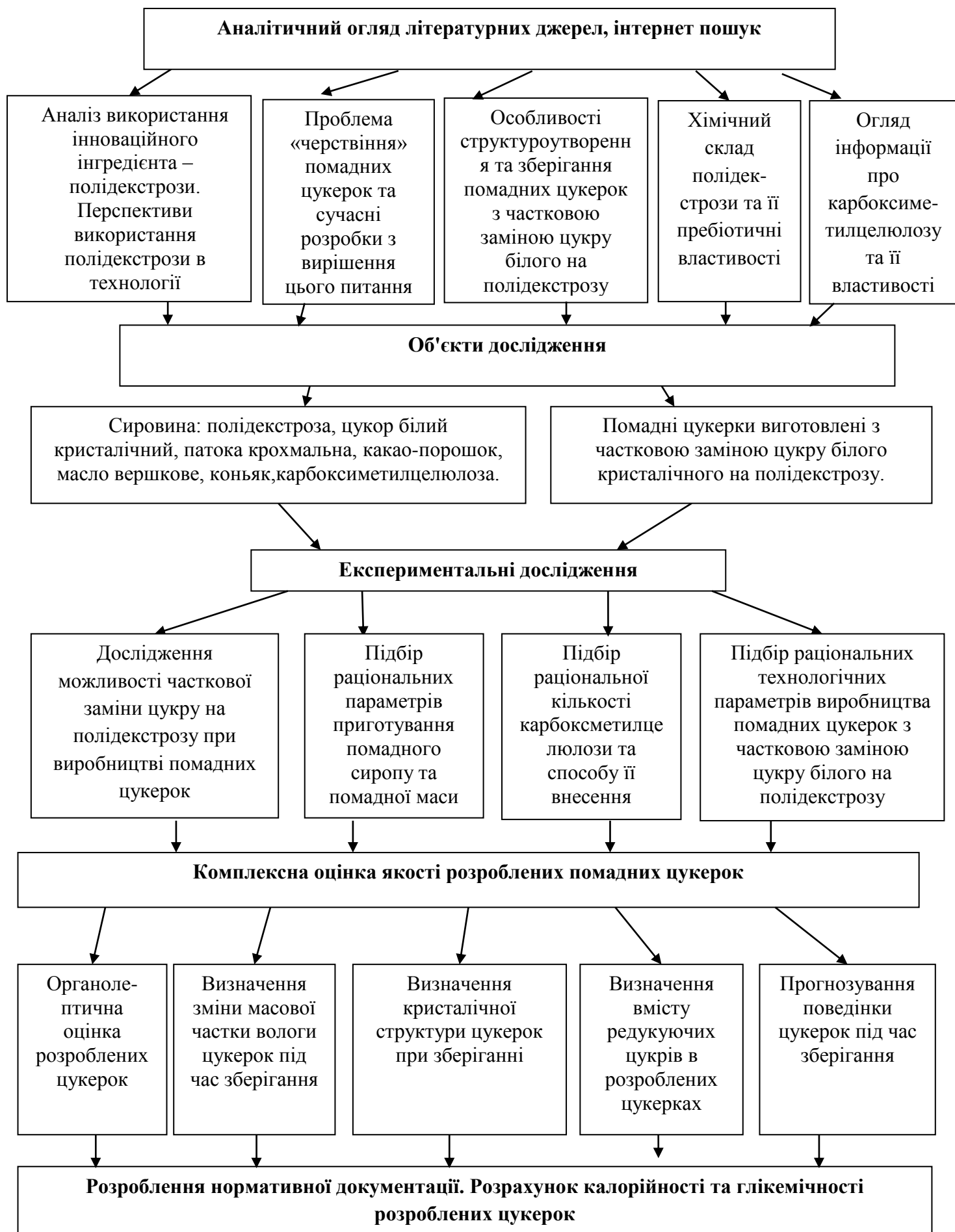


Рис. 2.1 – Блок-схема досліджень

## 2.4 Методи визначення показників якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції

### 2.4.1 Визначення органолептичних показників якості і оцінка якості готової продукції за комплексним показником

Органолептичні показники визначали методом сенсорного аналізу за 5-ти бальною шкалою за методикою Делфі. Показники базового зразка  $P_1^{\circ}$ , наведені у державних стандартах, мають відповідати найкращим значенням готового продукту. Органолептичні показники прийнято визначати за п'ятибальною шкалою за умови: 5 балів – оцінка «відмінно»; 4 бали – оцінка «добре»; 3 бали – «задовільно»; менше 3 – «незадовільно».

В оцінюванні органолептичних показників брали участь 6...8 експертів (викладачі, аспіранти, магістранти НУХТ). В зразках помадних цукерок визначали такі органолептичні показники: смак і запах ( $P_1$ ), форма ( $P_2$ ), зовнішній вигляд ( $P_3$ ), колір ( $P_4$ ), консистенція ( $P_5$ ).

Для визначення комплексного показника якості ( $K_0$ ) визначали коефіцієнти вагомості ( $M_i$ ) кожного показника з урахуванням основних принципів кваліметрії,  $\sum_{i=0,1}^n M_i = 1,0$ , тобто  $M_1 +$

$M_2 + M_3 + M_4 + M_5 = 1.0$ . Розрахунки проводили за формулою [3]:

$$K_0 = M_1 \frac{P_1}{P_1^{\circ}} + M_2 \frac{P_2}{P_2^{\circ}} + M_3 \frac{P_3}{P_3^{\circ}} + M_4 \frac{P_4}{P_4^{\circ}} + M_5 \frac{P_5}{P_5^{\circ}} \quad (2.1)$$

### 2.4.2 Визначення масової частки вологи прискореним методом

Наважку дослідних зразків та підготовленого піску у співвідношенні 1: 25 поміщають у попередньо висушені бюкси. Завантажені бюкси сушать у сушильній шафі при температурі 130-145°C протягом 40– 50 хвилин, охолоджують в ексикаторі 20 –120 хвилин і зважують на технічних терезах.

Масову частку вологи  $W\%$ , розраховують за формулою:

$$W = \frac{g_1 - g_2}{g_1 - g_3} \cdot 100\%, \quad (2.2)$$

де  $g_1$ ,  $g_2$  та  $g_3$  - маса бюкси, відповідно, з наважкою до і після висушування та порожньої, г [2].

### 2.4.3 Визначення масової частки сухих речовин напівфабрикатів та готових виробів

Масова частка вологи помади залежить від її призначення та від способу формування цукерок. Масова частка вологи помади, яка використовується для виробництва більшості помадних цукерок лежить в межах 9-11%. Визначають за допомогою рефрактометра масову частку сухих речовин в 50% розчині цукрової помади з врахуванням поправок.

Для приготування 50 %-ого розчину на технічних вагах зважують 5 г цукрової помади (перед цим її подрібнивши) у бюксі або скляному стаканчику зі скляною паличкою, додають градуйованою піпеткою 5 см<sup>3</sup> дистильованої води і розчиняють наважку при підігріванні на водяній бані (температура води не вища 70° С). Після охолодження розчину бюкс зважують, додають необхідну кількість води (поки маса розчину не буде 10 г). Потім краплю розчину наносять скляною паличкою на призму рефрактометра і за шкалою визначають масову частку сухих речовин у розчині.

Масову частку сухих речовин у помадній масі (без поправки на температуру, патоку та інвертний сироп) розраховують за формулою

$$X = \frac{n \cdot b}{g} \quad (2.3)$$

де  $n$  — відлік за процентною шкалою рефрактометра при температурі 20° С, %;  $b$  — маса розчину наважки, г;  $g$  — маса наважки, г.

Коефіцієнт заломлення розчину речовини залежить від температури; при відхиленні температури розчину від температури 20° С необхідно врахувати температурну поправку, визначивши її за довідниковими таблицями [3].

Якщо температура вища 20° С, величину поправки треба додати, а якщо нижча — відняти зі знайденої кількості сухих речовин.

До складу цукрової помади, окрім цукрози входять речовини (патока, інвертний сироп), які мають інші коефіцієнти заломлення, що спотворюють покази рефрактометра, тому необхідно враховувати відповідні поправки. Для стандартної карамельної патоки рефрактометричний показник сухих речовин на 2,6 % вищий від справжнього вмісту сухих речовин [3].

Сухі речовини патоки завищують рефрактометричний показник сухих речовин у виробках, які містять патоку. Для інвертного сиропу рефрактометричний показник сухих речовин на 2 % нижчий від справжнього їх вмісту. Інвертний сироп, що додається в помаду та утворюється в процесі приготування, занижує дійсне значення масової частки сухих речовин.

Для визначення масової частки сухих речовин цукрової помади, яку готують лише на патоці або з додаванням інвертного сиропу, знаходять загальну поправку до кількості видимих сухих речовин, які визначають рефрактометром. Вона дорівнює алгебраїчній сумі двох поправок. Поправку додають до знайденого за допомогою рефрактометра проценту сухих речовин. Для визначення масової частки вологи помади необхідно відняти від 100 % вміст сухих речовин у помаді, знайдений за рефрактометром, з урахуванням поправок на температуру та сухі речовини патоки й інвертного сиропу [3].

#### 2.4.4 Визначення масової частки редукуючих речовин фериціанідним методом

Метод ґрунтується на взаємодії редукуючих цукрів, що містяться в розчині, з іоном заліза (III), взятим у надлишку. Надлишок  $\text{Fe}^{3+}$  відтитровують стандартним розчином інвертного цукру або глюкози за наявності метиленового синього. Гексаціаноферат (III) калію у лужному середовищі відновлюється в гексаціаноферат (II) калію. Синє забарвлення, властиве метиленовому синьому, зникає в той момент, коли в розчині з'являється надмірна крапля розчину редукуючого цукру. При цьому метиленовий синій переходить у лейкосполуку.

У результаті реакції нерозчинних у воді сполук не утворюється, що є перевагою фериціанідного методу. За цього методу кінець титрування спостерігається виразніше, ніж методу титрування лужного розчину міді.

Визначенню передуює холостий дослід, який проводять для кожної свіжо виготовленої порції лужного розчину фериціаніду, але не раніше, ніж через добу після його приготування.

**Під час холостого досліді** встановлюють об'єм стандартного розчину інвертного цукру (або глюкози), еквівалентний  $25 \text{ см}^3$ , і лужного розчину фериціаніду. У конічну колбу піпеткою відміряють  $25 \text{ см}^3$  лужного розчину фериціаніду і з бюретки із зігнутим кінчиком вносять  $10 \text{ см}^3$  стандартного розчину інвертного цукру (глюкози). Вміст колби нагрівають до кипіння протягом 3,0 — 3,5 хв і кип'ять 1 хв. Початком кипіння вважають появу перших пухирців.

Потім у колбу вносять три краплі розчину метиленового синього і, не перериваючи кипіння, дотитровують краплинами з тієї самої бюретки тим самим стандартним розчином інвертного цукру (глюкози) до зникнення синього забарвлення.

Після закінчення титрування за бюреткою відміряють загальний об'єм стандартного розчину інвертного цукру (глюкози)  $V_0$ , витрачений на взаємодію з  $25 \text{ см}^3$  лужного розчину фериціаніду:  $10 \text{ см}^3$ , внесених у реакційну колбу, і об'єм, який використано на дотитрування. Отримане значення  $V_0$  використовують надалі у розрахунках.

Масову частку редукуючих речовин можна встановити двома способами: безпосереднім розчиненням наважки в реакційній колбі та приготуванням витяжки з наважки об'єкта дослідження [3].

**Визначення масової частки редукуючих речовин без приготування розчину наважки.** Якщо в об'єкті дослідження немає не цукрів, що заважають, у реакційну колбу можна вносити безпосередньо наважку, не готуючи з неї водної витяжки. Аналіз з безпосереднім внесенням наважки потребує менше часу, оскільки не проводиться операція приготування водної витяжки з об'єкта дослідження.

Об'єкт дослідження подрібнюють у ступці. Масу наважки аналізованого об'єкта, г, обчислюють за формулою:

$$M = \frac{1,6}{\Pi} \quad (2.4)$$

де,  $\Pi$  — передбачуваний максимальна масова частка редукуючих речовин в об'єкті дослідження, %.

Наважку беруть з точністю до  $\pm 0,001$  г. Цю наважку зважують на торзійних вагах на аркуші паперу, разом з яким її вносять у конічну колбу міст-кістю  $100 \text{ см}^3$ . У колбу з наважкою підливають  $10 \text{ см}^3$  води та після розчинення наважки піпеткою відміряють  $25 \text{ см}^3$  лужного розчину фериціаніду. Колбу із вмістом нагрівають до кипіння протягом  $3,0\text{—}3,5$  хв і кип'ятять 1 хв, вводять три краплі розчину метиленового синього і дотитровують, як зазначено для холостого досліду.

Масову частку редукуючих речовин,  $X$ , %, розраховують за формулою:

$$X = \frac{1,6(V_0 \cdot V_1) \cdot K}{m \cdot 100} \cdot 100 \quad (2.5)$$

де,  $1,6$  — маса інвертного цукру в  $1 \text{ см}^3$  стандартного розчину інвертного цукру або глюкози, мг;

$V_0$  — об'єм стандартного розчину інвертного цукру або глюкози, витраченого на титрування  $25 \text{ см}^3$  лужного розчину фериціаніду за холостого досліду,  $\text{см}^3$ ;

$V_1$  — об'єм стандартного розчину інвертного цукру, який використано на дотитрування лужного розчину фериціаніду з введеною наважкою,  $\text{см}^3$ ;

$K$  — поправочний коефіцієнт, що враховує часткове окиснення сахарози;

$100$  — коефіцієнт переведення масової частки у відсотки;

$m$  — маса наважки об'єкта дослідження, г;

$1000$  — коефіцієнт перерахунку міліграмів інвертного цукру у грами [3].

Значення поправочного коефіцієнта залежить від співвідношення масових часток редукуючих речовин і загального цукру в об'єкті дослідження:

Масова частка редукуючих речовин, % до загального цукру	$K$
5—10	0,91
10—15	0,93
15—20	0,94
20—30	0,95
30—40	0,97
40—60	0,98

#### 2.4.5 Методика визначення показника усихання

Усихання – це зменшення маси зразка в результаті випаровування водяної пари з аналізованого продукту. Для визначення усихання проводять зважуванням свіжеприготовленого продукту і лишають на певний проміжок часу на зберігання, після чого зразок знову зважують.

Усихання  $U$ , % розраховують за формулою:

$$y = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% , \quad (2.6)$$

де  $m_1$ - маса свіжеприготовленого продукту,

$m_2$  - маса продукту, що зберігався певний проміжок часу [3].

#### 2.4.6 Метод визначення черствіння помадних цукерок за допомогою порошкового дифрактометра “ДРОН УМ – 1”

Найбільш поширеними методами отримання порошкових дифракційних картин є рентгенівські зйомки: в камері Дебая-Шеррер-Хелла, в камері Гінье і зйомка за допомогою порошкового дифрактометра. У порошкових дифрактометрів, дифраговані промені фіксуються лічильниками, з якими пов'язане електронно – реєструючий пристрій. В основі роботи дифрактометра “ДРОН УМ-1” лежить отримання повної або часткової рентгенограми шляхом сканування зразка по куту  $\theta$  між площиною зразка і первинним потоком. При цьому для реєстрації інтенсивності дифрагованого променя лічильник повинен повернутися на кут  $2\theta$  по відношенню до первинного потоку (рис. 2.2) Стандартні сучасні дифрактометри дозволяють отримувати порошкову рентгенограму в інтервалі кутів від  $6-8^\circ$  до  $140-160^\circ$  з кроком  $0,01 - 0,005^\circ$ . Завдання розрахунку міжплощинних відстаней та оцінки інтенсивностей рефлексів, відбитих від певних атомних площин у кристалі, при зйомці в дифрактометрі вирішується скануванням дифрагованих променів при зміні кута  $\theta$ .

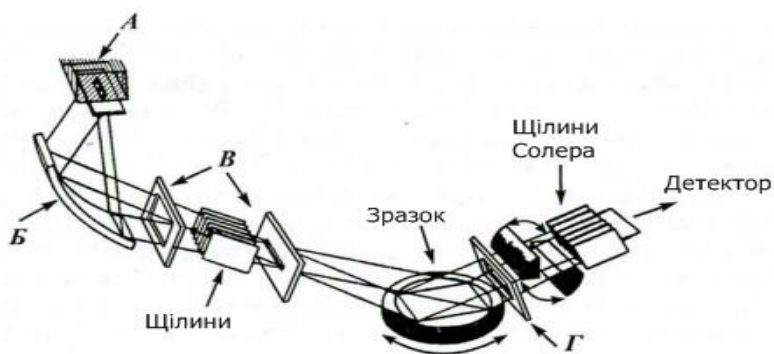


Рис. 2.2 - Оптична схема порошкового рентгеновського дифрактометра: А – рентгенівська трубка, Б – монохроматор, В – обмежувальні щілини, Г – приймальна щілина.

Для рентгенографічної зйомки в дифрактометрі зазвичай використовують плоский препарат. Це порошок, нанесений на поверхню спеціальної кювети. Зразок може являти собою і зріз масивного полікристалічного агрегату. Оптимальний розмір часток  $\sim 0,001 - 0,0001$  мм. Порушення плоскої поверхні зразка можуть привести до розширення дифракційних піків, їх зміщення і спотворення результатів.

Кювету (діаметр - 25 мм) вставляють у обертову приставку. При обертанні зразка підвищується відтворюваність рентгенограми внаслідок того, що більше число систем атомних площин виявляється у відбиваючому положенні. Перед цим в кювету рівномірно наносять порошок досліджувану речовину (0,1 г) і пресують її. Товщина препарату визначається світлосилою приладу. При зйомці неорганічних кристалів звичайна товщина зразка 0,2 - 0,4 мм. За рахунок пресування у зразку може виникнути текстура, тобто закономірна укладання одинично орієнтованих по площинах спайності або гранях кристалів. Вона не є перешкодою для вимірювання положень дифракційних максимумів. Однак, у випадку кристалів з досить досконалою спайністю текстурування може виявитися настільки сильним, що на рентгенограмі залишаться тільки рефлекси, відповідні площинам, паралельних спайності (так звані базальні рефлекси). Відділення (бета) - хвиль в порошкових дифрактометрах здійснюється як за допомогою рентгенівських фільтрів, так і з використанням монохроматорів [4].

#### 2.4.7 Визначення сорбційних властивостей цукерок

Зняття ізотерм адсорбції водяних парів здійснювалося ваговим методом на вакуумній установці з пружинними кварцовими вагами Мак-Бена. Схема установки дана на малюнку 2.3

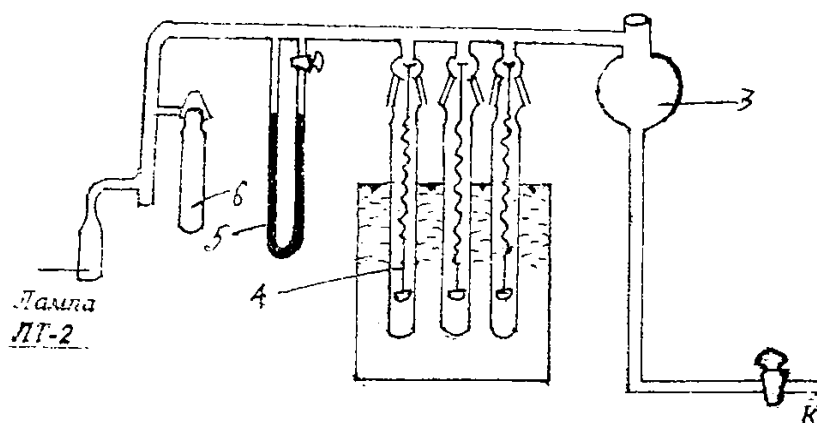


Рис 2.3 - Схема вакуумної установки

Вакуумна частина складається з форвакуумного масляного насоса для попередньої відкачки (1) і пастки для виморожування парів ртуті (3).

Вимірювальна частина складається з наступних основних деталей: десяти сорбційних труб (4), U-подібного манометра зі ртуттю (5) для вимірювання тиску адсорбтива в установці, пробірки з адсорбтивом (6), ємності для парів адсорбтива. У вимірювальній частині установки впаяна лампа ЛТ-2 для контролю ступеня відкачки. Вимірювання розрядження в установці проводилося на вакууметрі ВТ-2А.

Для спостереження за зміною розтягування пружинних ваг з навішуванням в процесі адсорбції використовувалися катетометри з ціною поділки 0,01 мм. Застосовувалися в роботі кварцові пружинні ваги калібровані за допомогою катетометра ретельно вивіреними важками і давали лінійне розтягнення від 25 до 50 мм на 0,01 г ваги. В окремих випадках, коли було потрібно збільшення точності, застосовувалися ще більш чутливі спіралі.

Зняття ізотерм проводилося таким чином. Зразки в кількості 50-60 мг поміщалися в скляні чашечки, які підвішувалися на нитках зі скла з орієнтирами до відкаліброваним спіралям і завантажувалися потім в адсорбційні труби установки. Відразу ж після цього починалася відкачка установки форвакуумним масляним насосом. Відкачування проводилася при 20°C протягом 1 години. Потім відкачка припинялася і адсорбційні труби поміщалися в водяній термостат з температурою 20°C.

При зневодненні зразків відбувалося деяка зміна їх ваги, в зв'язку з чим проводили кожен раз перерахунок навішування з урахуванням втрат ваги при десорбції.

З дозованої пробірки з адсорбтивом невелика доза його пару випускається в вимірювальну частину установки і після встановлення адсорбційної рівноваги, про що судили з припинення розтягування пружин, здійснювали замір лінійного розтягування пружинних ваг за допомогою катетометра. Рівноважний тиск адсорбтива вимірювався ртутним манометром.

Також знімалася десорбційна гілка ізотерми, для чого адсорбтив невеликими порціями відводився з вимірювальної частини установки в пробірку з адсорбтивом за допомогою виморожування дуже холодною водою.

Ізотерми представлялися графічно як  $a = f(P / P_s)$ , де  $a$  - величина адсорбції в м<sup>3</sup>/г,  $P$  /  $P_s$  - відносний тиск парів адсорбтива [5].

#### **2.4.8 Визначення показника активності води**

Швидкість зміни показників якості (мікробіологічних і низки фізико-хімічних) під час зберігання залежить не лише від кількісного вмісту вологи, а й від її стану — доступності для розвитку мікроорганізмів, а також для перебігу низки процесів, і прогнозується показником, який називають *активністю води*.

Активність води  $a_w$  (доступність усіх молекул води) визначається відношенням тиску водяної пари над продуктом  $p$  до тиску пари над чистою водою  $p_0$  за однакової температури:

$$a_w = \frac{p}{p_0} = \frac{PBB}{100}, \quad (2.7)$$

$$PBB = 100a_w, \quad (2.8)$$

де  $p$  — тиск водяної пари в системі над виробом;  $p_0$  — тиск пари над водою; PBB — рівноважна відносна вологість у стані рівноваги, за якої виріб не поглинає і не віддає вологу в атмосферу, % [2].

Активність води визначити на електронному вимірювачі активності води «LabMaster-aw neo» компанії Novasina AG (Швейцарія). Це прилад вказує значення активності води  $a_w$  після досягнення рівноваги тиску пари в системі. При цьому фугітивність виражається як співвідношення тиску пари води у матеріалі до тиску пари над чистою водою [2]. Активність води характеризує енергетичний статус води в системі і визначається як співвідношення тиску парів води над продуктом до тиску парів над чистою водою при однаковій температурі в системах, що знаходяться в рівноважному стані.

#### 2.4.9 Визначення структурно-механічних властивостей готової продукції

Визначення структурно-механічних властивостей корпусів цукерок проводили на Структурометрі СТ-1. Принцип його роботи полягає у вимірюванні дії нерухомого інструмента на зразок, переміщуваний столиком за заданим законом. Структурометр складається з блока керування, вимірювальної голівки, штанги та робочого інструменту (рис. 2.4).

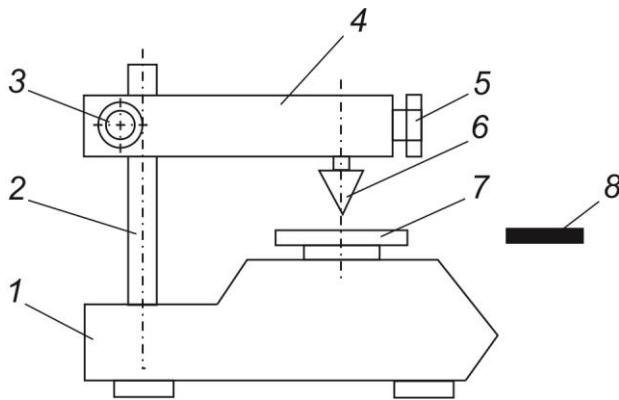


Рис. 2.4. Електронний структурометр С-1:

1 – блок керування; 2 – вертикальна штанга; 3, 5 – гвинти; 4 – вимірювальна голівка; 6 – змінний робочий інструмент; 7 – столик; 8 – буюкса зі зразком

Пластичну міцність визначають у такий спосіб. Зразок встановлюють на столик за допомогою функціональної кнопки  $\uparrow$ , піднімають столик угору так, щоб зразок був впритул посунений до конуса. Задають **режим 6** і такі параметри: швидкість переміщення столика вгору  $V = 65$  мм/хв; глибини занурення інструмента  $H = 7$  мм;

тривалість занурення конуса  $\tau = 10$  с.

Після натискання кнопки “Старт” столик рухається із заданою швидкістю. Відлік переміщення починається з моменту руху. Після того як переміщення досягне заданого значення  $H$ , столик зупиниться. Дасться короткий звуковий сигнал. Починається відлік

паузи. Через час  $\tau$  стіл починає рухатися вниз з максимальною швидкістю у вихідне положення. На індикатор виводиться значення максимального зусилля під час руху столика вгору та значення максимального зусилля під час руху столика вниз.

Пластичну міцність  $P$ , Па, розраховують за формулою

$$P = K \frac{F}{h^2}, \quad (2.9)$$

де  $K$  — константа приладу, яка залежить від кута у вершині конуса (див. табл. 2.5.5);  $F$  — максимальне зусилля під час руху столика вгору, Н;  $h$  — переміщення столика, м. [2].

#### 2.4.10 Розрахунок енергетичної цінності та показника глікемічності помадних цукерок

Енергетична цінність харчового продукту - це показник, що характеризує кількість енергії, вивільненої з хімічних сполук, які входять до складу продукту, у процесі біологічного окислення їх в організмі, використаної для забезпечення фізіологічних функцій організму.

Показник енергетичної цінності наводять у розрахунку на 100 г їстівної частини харчового продукту.

Енергію, що надходить в організм людини з харчових продуктів, прийнято виражати в кілокалоріях(ккал) або в системі СІ в кілоджоулях(кДж):

1 ккал = 4,184кДж. Встановлено, що у разі окислення 1 г жиру організм людини одержує 9 ккал (37,7 кДж); 1 г білка або 1 г вуглеводів – 4 ккал (16,7).

Енергетичну цінність харчового продукту розраховують за формулою :

$$E_{\text{ц}} = (4,0 \cdot \text{Б} + 9,0 \cdot \text{Ж} + 4,0 \cdot \text{В}) \cdot \frac{\text{СР}_{\text{пр}}}{\text{СР}_{\text{к}}} \quad (2.10)$$

де Б,Ж,В – кількість відповідно білків, жирів і вуглеводів у 100 г продукту;

4,0;9,0;4,0 - коефіцієнти їх енергетичної цінності відповідно;

$\text{СР}_{\text{пр}}$  = сухі речовини готового виробу;  $\text{СР}_{\text{к}}$  – сума витрат сухих речовин компонентів [2].

У НУХТ разом із КНТЕУ розроблено методику визначення глікемічності розрахунковим методом, за яким глікемічність харчових продуктів визначають за показником глікемічності.

Спосіб визначення показника глікемічності (ПГ) харчового продукту передбачає визначення кількості вуглеводного компонента  $x_i$  в 100 г готового продукту та визначення одиниць глікемічності кожного вуглеводного інгредієнта - це добуток ГІ кожного вуглеводу на його кількість у 100 г продукту –  $a_i x_i$  та подальшого складання добутку по кожному вуглеводу. Показник глікемічності, од., розраховують за формулою :

$$ПГ = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n \quad (2.11)$$

де  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  – глікемічний індекс вуглеводів;  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  - кількість відповідних вуглеводів у 100 г готового продукту [2].

#### **2.4.11 Оптимізація процесу виробництва помадних цукерок з частковою заміною цукру на полідекстрозу**

Технологічний процес або технологічну операцію можна подати у вигляді параметричної схеми. Процеси, що відбуваються у технології галузі, характеризуються змінними ( $X, Y, Z, U$ ), між якими існують причинно-наслідкові зв'язки. Змінні, що відіграють роль причин, називаються вхідними, а змінні, що відображають наслідки причин – вихідними. Вхідні змінні (фактори) є керівними ( $X_1, \dots, X_n$ ) та збурювальними ( $Z_1, \dots, Z_n$ ). Вихідні змінні є керованими ( $Y_1, \dots, Y_n$ ) та параметрами стану ( $U_1, \dots, U_n$ ). Оптимізувальні фактори обираються серед керівних, а критерій оптимальності серед керованих [20].

Рівнем фактора називають певне значення фактора, що фіксуватиметься при проведенні експерименту. Середнє значення цих факторів називається нульовим рівнем, який визначає деяку точку факторного простору (позначається  $X_i0$ ). Введемо ще одне поняття – інтервал варіювання (позначається  $\Delta X_i$  або  $li$ ). Це таке значення фактору в натуральних одиницях, додавання якого до нульового рівня дасть верхній, а віднімання – нижній рівень фактору. [20].

При виконанні експерименту правильний вибір нульових рівнів (центра експерименту) і інтервалів варіювання факторів має вирішальне значення для достовірності математичної моделі. Звичайно інтервал варіювання вибирається на основі апріорної (відомої раніше) інформації. Певні відомості про нульові рівні і інтервали їх варіювання можна отримати на етапі попереднього експерименту [20].

У кодованому виразі верхні і нижні рівні факторів позначаються як "+1" та "-1".

Експеримент, в якому реалізуються всі можливі поєднання рівнів факторів, називається повним факторним експериментом (ПФЕ). Якщо кожен фактор змінюється на двох рівнях, то маємо експеримент типу ПФЕ  $2^n$ . Для двох факторів ( $n = 2$ ) число дослідів  $N = 2^2 = 4$

№ п/п	Тип експерименту			Фактори			
				X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
1.	ПФЕ 2 <sup>4</sup>	ПФЕ 2 <sup>3</sup>	ПФЕ 2 <sup>2</sup>	+1	+1	+1	+1
2.				-1	+1	+1	+1
3.				+1	-1	+1	+1
4.				-1	-1	+1	+1
5.			+1	+1	-1	+1	
6.			-1	+1	-1	+1	
7.			+1	-1	-1	+1	
8.			-1	-1	-1	+1	
9.		+1	+1	+1	-1		
10.		-1	+1	+1	-1		
11.		+1	-1	+1	-1		
12.		-1	-1	+1	-1		
13.		+1	+1	-1	-1		
14.		-1	+1	-1	-1		
15.		+1	-1	-1	-1		
16.		-1	-1	-1	-1		

Рис.2.5 Організація матриць планування ПФЕ від 2<sup>2</sup> до 2<sup>4</sup>

Якщо здійснювати планування експерименту для трьох факторів, тоді матриця ПФЕ 2<sup>3</sup> Зматиме вісім дослідів  $N = 2^3 = 8$ , для  $n = 4$   $N = 2^4 = 16$ .

Опрацюванню експериментальних даних статистичними методами має за мету встановлення математичної моделі процесу і використання останньої для побудови програми "крутого сходження". Реалізація експерименту за програмою "крутого сходження" дає можливість визначити оптимальні параметри процесу. Опрацювання експериментальних даних полягає в оцінці дисперсії відтворюваності даних (в оцінці похибки досліду), розрахунку коефіцієнтів рівняння регресії, перевірці суттєвості коефіцієнтів регресії та перевірці адекватності рівняння регресії. Після остаточного визначення математичної моделі процесу розраховується програма "крутого сходження". Для опрацювання експериментальні дані всіх дослідів зручно звести у таблиці [20].

№ до сліду	Матриця експерименту			Значення критерію оптимальності u-го досліду $Y_{ук}$				Середнє значення критерію оптимальності $\bar{Y}_u$	Відхилення критерію оптимальності від $\bar{Y}_u$ ( $\bar{Y}_u - Y_{ук}$ ) ( $\alpha_u$ )				Квадрат відхилення критерію оптимальності від $\bar{Y}_u$ ( $\alpha_u^n$ )				$\Sigma \alpha_u^2$	$S_u^2$	
									Відхилення критерію оптимальності від $\bar{Y}_u$ ( $\alpha_u$ )		Квадрат відхилення критерію оптимальності від $\bar{Y}_u$ ( $\alpha_u^n$ )								
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	$\bar{Y}_u$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_1^2$	$\alpha_2^2$	$\alpha_3^2$	$\alpha_4^2$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	17	18	19	
1																			
2																			
3																			

Рис. 2.6 Зведені результати дослідів та їх опрацювання

### 1. Визначення оцінки дисперсії відтворюваності даних (похибки досліду).

Похибка досліду оцінюється за паралельними дослідами. Перед розрахунком похибки досліду треба переконатися, що розсіювання дослідів в кожній точці факторного простору не перевищує певної величини. З цією метою потрібно розрахувати полінійні дисперсії  $S_u^2$  і перевірити їх однорідність. Розрахунок проводиться за формулою:

$$S_u^2 = \frac{1}{m-1} \sum (Y_u - Y_{uk})^2 \quad (2.12)$$

де  $Y_u$  – середнє значення за паралельними дослідами  $u$ -ї лінії матриці планування;

$k$  – номер повторності дослідів ( $k = 1 \dots m$ ).

Перевірити однорідність дисперсії  $S_u^2$  можна за критерієм Кохрена. Його значення розраховують за формулою:

де  $S_u$  – максимальне значення лінійних дисперсій;

$$G_p = \frac{S_u \max}{\sum_{u=1}^N S_u^2} \quad (2.13)$$

$\sum_{u=1}^N S_u^2$  – сума всіх дисперсій по  $N$  лініях матриці планування [20].

Якщо виконується умова  $G_p < G_T$  то гіпотеза про однорідність дисперсії приймається, отже, похибка є незначною.  $G_T$  знаходять за таблицею для числа ступенів свободи  $f_1 = m - 1$  і  $f_2 = N$  та рівня суттєвості  $q$ . У технологічних розрахунках приймається 5%-й рівень суттєвості ( $q = 0,05$ ).

При виконанні умови полінійні дисперсії усереднюються за формулою

$$S_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N S_u^2 = \frac{1}{N(m-1)} \sum_{u=1}^N \sum_{k=1}^m (Y_u - Y_{uk}) \quad (2.14)$$

де  $N(m-1) = f_0$  – число ступенів свободи [20].

Неоднорідні дисперсії усереднювати не можна. Якщо умова не виконується, то одним із рішень може бути збільшення кількості паралельних дослідів, тобто ще раз чи кілька разів реалізується матриця планування експерименту. Можна також вилучити із зведених результатів ті, які з певних причин суттєво відрізняються від середніх. Якщо це не дає результату, то слід змінити метод контролю вихідної величини ( $Y$ ), збільшивши його точність [20].

2. Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії Коефіцієнти розраховуються за формулою:

$$B_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N X_{iu} Y_{un} \quad (2.15)$$

### 3. Оцінка суттєвості коефіцієнтів регресії

Очевидно, що різні фактори по-різному впливають на критерій оптимальності. Оцінку цього впливу здійснюють за критерієм Стюдента, який розраховується за формулою: [20]

$$t_{ip} = \frac{|b_i|}{S_{b_i}} \quad (2.16)$$

де  $|b_i|$  – абсолютне значення  $i$ -го коефіцієнту регресії;

$S_{b_i}$  – середньоквадратичне відхилення  $b_i$ , для визначення якого спочатку розраховують дисперсію коефіцієнтів регресії  $S_{b_i}^2$  за формулою: [20]

$$S_{b_i}^2 = \frac{S_0^2}{N} \quad (2.17)$$

Коефіцієнт вважається суттєвим, якщо виконується умова: [25]

$$t_{ip} > t_m \quad (2.18)$$

де  $t_m$  – табличне значення критерію Стюдента, яке знаходять за числом ступенів свободи  $f_0$  і рівнем суттєвості  $q$  [20].

Якщо для якогось коефіцієнта умова не виконується, то відповідний фактор можна визнати несуттєвим і вилучити його з рівняння регресії. Але слід пам'ятати, що причина цього може полягати в невдалому виборі інтервалу варіювання – він дуже малий. Тому більш правильно було б повторити експеримент за інших рівнів факторів. Після вилучення несуттєвих коефіцієнтів переходять до оцінки адекватності одержаної математичної моделі [20].

### 4. Перевірка адекватності рівняння регресії

Придатність лінійного рівняння регресії для розв'язання задачі пошуку області оптимуму перевіряється за критерієм Фішера ( $F_p$ ), який розраховується за формулою:

$$F_p = \frac{S_{ad}^2}{S_0^2} \quad (2.19)$$

де  $S_{ad}^2$  – дисперсія адекватності [20].

Рівняння вважається адекватним, якщо виконується співвідношення

$$F_p < F_t \quad (2.20)$$

де  $F_t$  – табличне значення критерію Фішера для ступенів свободи  $f_{ad} = N - 1$ ,  $f_0 = N(n-1)$  і заданого рівня суттєвості  $q$ ,

де  $n$  – число факторів,  $N$  – число дослідів [20].

Якщо співвідношення не виконується, то при неадекватній лінійній моделі найчастіше приймають рішення про зменшення інтервалів варіювання факторів і повторення експерименту. Існують і інші рішення, які можуть прийматися в цьому випадку [20].

Якщо умова виконується, то лінійний поліном можна використати для пошуку області оптимуму об'єкта дослідження [20].

### 5. Розрахунок програми „крутого сходження”.

Для виконання розрахунку програми “крутого сходження” зручно використати таблицю [20].

#### Вибір базового фактора

Фактор, для якого добуток коефіцієнтів регресії на інтервал варіювання є максимальним або мінімальним, називається базовим: [20]

$$(\min) \max(b_i \lambda_i) = a \quad (2.21)$$

Найменування	Фактори		
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
Нульовий рівень X <sub>1 0</sub>	X <sub>1</sub> <sup>0</sup>	X <sub>2</sub> <sup>0</sup>	X <sub>3</sub> <sup>0</sup>
Інтервал варіювання λ <sub>i</sub>	λ <sub>1</sub>	λ <sub>2</sub>	λ <sub>3</sub>
Коефіцієнт b <sub>i</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>
Добуток b <sub>i</sub> λ <sub>i</sub>	b <sub>1</sub> λ <sub>1</sub>	Розрахунок b <sub>2</sub> λ <sub>2</sub> = max = a	b <sub>3</sub> λ <sub>3</sub>
Інтервал h <sub>i</sub> при зміні базового фактору на h <sub>a</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>a</sub> = h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>
Заокруглений крок крутого сходження	....	....	....

Рис.2.7 Вихідні дані і результати розрахунку програми «крутого сходження»

#### Вибір базового фактора

Фактор, для якого добуток коефіцієнтів регресії на інтервал варіювання є максимальним або мінімальним, називається базовим:

$$(\min) \max(b_i \lambda_i) = a \quad (2.22)$$

#### Вибір кроку ( інтервалу) крутого сходження

Для базового фактора вибирають інтервал крутого сходження h<sub>a</sub>. Його вибирають, виходячи з досвіду технолога або на підставі раніше відомої інформації. Рекомендується цей крок обрати меншим, ніж в ПФЕ 2n [20].

Інтервал крутого сходження для всіх інших факторів h<sub>i</sub> обраховують, виходячи з вибраного інтервалу крутого сходження для базового фактора за формулою:

$$h_i = \frac{b_i \lambda_i}{a} h_a \quad (2.23)$$

Коефіцієнти b<sub>i</sub> у виразі беруть з відповідними знаками, крок крутого сходження (інтервал h<sub>i</sub>) округлюють [20].

Враховуючи вибрані кроки сходження, записують програму крутого сходження додаванням до нульового рівня кожного із факторів свого інтервалу варіювання [20].

Номер досліджу	Круте сходження			Критерій оптимальності	
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y_1$	$Y_2$
9	$X_1^0$	$X_2^0$	$X_3^0$		
10	$X_1^0+h_i$	$X_2^0+h_a$	$X_3^0+h_3$		
11	$X_1^0+2h_i$	$X_2^0+2h_a$	$X_3^0+2h_3$		
12	$X_1^0+3h_i$	$X_2^0+3h_a$	$X_3^0+3h_3$		
13	$X_1^0+4h_i$	$X_2^0+4h_a$	$X_3^0+4h_3$		
14	$X_1^0+5h_i$	$X_2^0+5h_a$	$X_3^0+5h_3$		

Рис.2.8 Програма крутого сходження

### Висновки до розділу

1. Обрано та охарактеризовано об'єкти досліджень. Розроблено блок-схему досліджень.
2. Підібрано методики для визначення якості сировини, напівфабрикатів та готових виробів.
3. Підібрано методики для передбачення поведінки цукерок під час зберігання.
4. Описано методику проведення оптимізації процесу виробництва помадних цукерок.

## РОЗДІЛ 3

### Дослідження можливості використання полідекстрази для зниження цукровмісту неглазурованих помадних цукерок

#### 3.1 Розробка рецептурної композиції помадних цукерок з частковою заміною цукру полідекстразою

Науковий інтерес представляє дослідження можливості застосування полідекстрази при виробництві помадних цукерок, в яких основним інгредієнтом виступає сахароза, що виконує роль не тільки смакового компонента, як носія солодкого смаку, але і безпосередньо є основним структуроутворювачем цього виду цукерок. Помадні цукерки користуються великою популярністю у споживачів за рахунок поєднання високих органолептичних властивостей і доступної ціни. Основою цукеркової маси є помадна маса, яка має дрібнокристалічну структуру, отриману при кристалізації сахарози з помадні сиропу при певних умовах, створених на стадії помадоутворення. З огляду на те, що кристалізація сахарози можлива лише з пересичених розчинів, було цікаво дослідити можливість часткової заміни сахарози на полідекстрази.

Метою досліджень було встановлення максимально можливої кількості цукру, що може бути замінена полідекстразою в рецептурі помадних цукерок без погіршення якості виробів.

Для прогнозування поведінки полідекстрази при заміни нею цукру білого кристалічного доцільно було вивчити її основні технологічні властивості. З аналізу літературних джерел нами було зроблено узагальнену таблицю (табл.3.1) для порівняння властивостей цукру білого кристалічного (сахарози) з полідекстразою (ПД).

Таблиця 3.1 - Основні технологічні властивості досліджуваних вуглеводів

Назва вуглеводу	Розчинність при 20°C,%	Глікемічний індекс, %	Калорійність, ккал/г	Температура плавлення, °C	Солодкість, од.
Сахароза	69,0	68,0	4,0	180,0	1,00
Полідекстроза	80,0	8,0	1,0	110,0	0,10

Враховуючи те, що полідекстроза не здатна самостійно утворити кристалічну структуру, нами було проведено серію досліджень для з'ясування впливу різної кількості внесеної полідекстрази, що вносилася на заміну цукру в рецептурі виробів, на процес кристалізації сахарози при виробництві помадних цукерок. В рецептурі цукерок змінювали частину цукру білого кристалічного на полідекстразу в кількості від 5 до 30 % до

рецептурної кількості цукру з перерахунком по сухим речовинам. Оскільки полідекстроза має гарну розчинність (80 % при 20°C) запропоновано її вносити на стадії приготування рецептурної суміші, попередньо змішаною із сахарозою. Результати досліджень наведені у табл 3.2.

Таблиця 3.2 - Вплив полідекстрази на якість помадної маси

Дозування полідекстрази, %	Температура уварювання помадного сиропу, °C	Тривалість структуроутворення, хв	Характеристика помадної маси
5	117	9	дрібнокристалічна
10	117	8	дрібнокристалічна
15	120	7	дрібнокристалічна
20	120	7	дрібнокристалічна, відчувається менша солодкість виробу
25	120	5	дрібнокристалічна, відчувається менша солодкість виробу
30	120	10	напіваморфна

Згідно даних представлених у таблиці 3.2 максимальна кількість заміни сахарози на полідекстрозу без погіршення консистенції помадних цукерок становить 25 % до рецептурної маси цукру. При дозуванні полідекстрази в кількості більше 15 % була відмічена необхідність корегування режиму уварювання помадного сиропу, так як зі збільшенням частки високорозчинної полідекстрази для отримання перенасиченого розчину сахарози необхідно збільшувати температуру уварювання помадного сиропу. Відсутність кристалізації помадної маси при внесенні полідекстрази в кількості більше 25 % можна пояснити тим, що при зменшенні кількості цукру в системі ускладнюється процес помадоутворення, самочинної кристалізації не відбувається і виробу не мають притаманної класичній помаді дрібнокристалічної структури, що в подальшому унеможливило структуроутворення такої помадної маси в формах і отримання якісних помадних корпусів.

З метою збільшення кількості полідекстрази (ПД) в рецептурі помадних цукерок нами було запропоновано додатково вносити в рецептуру виробів структуроутворювач карбоксиметилцелюлозу (КМЦ), що виступає в якості вологозв'язувального агента і слугує

для регулювання ступеня насичення помадного сиропу та збільшення його в'язкості. Враховуючи досвід використання КМЦ у технології цукерок [2], було здійснено її дозування у кількості 0,05 % до сумарної маси сахарози та полідекстрази. Шляхом серії експериментів встановлено, що КМЦ доцільно вносити в гідратованому вигляді на стадії темперування. Експериментально був підібраний раціональний гідромодуль для гідратації карбоксиметилцелюлози, що дорівнює 30. Даний технологічний захід дозволив збільшити максимальне дозування полідекстрази до 30 % на заміну цукру білого кристалічного без погіршення структури помадних цукерок.

Окрім карбоксиметилцелюлози до складу помадної цукеркової маси на стадії темперування запропоновано вносити какао-порошок. Цей компонент, за рахунок високих водопоглинаючої та вологозв'язуючої здатності, пришвидшує процес структуроутворення помадних цукерок в силіконових формах, подовжує термін зберігання виробів та надає їм приємного смаку, запаху та кольору, за рахунок чого не має необхідності додаткового внесення барвників та ароматизаторів в рецептуру виробу. Раціональне дозування цього рецептурного інгредієнту було встановлено на основі дегустаційної оцінки виробів та з врахуванням його впливу на стадію структуроутворення виробів, воно становить 6,0 % до загальної маси внесених сахарози та полідекстрази.

Відомо [6], що внесення до складу помадної маси жирового компоненту частково сприяє уповільненню процесу «черствіння» цукерок. Запропоновано в якості жирового компонента вводити вершкове масло з високим відсотком молочного жиру в кількості 8 % до маси цукрової помади, що в свою чергу надає виробам приємного молочного смаку та сприяє покращенню процесу формування виробів способом відливання за рахунок зменшення в'язкості маси.

В наших дослідженнях зразки помадних цукерок формувалися в силіконові форми і протягом операції вистоювання цукерок в формах досліджувалася зміна їх пластичної міцності, що наведена на рис. 3.1. В якості контрольного зразка була рецептура помадних цукерок з рецептурною кількістю цукру.

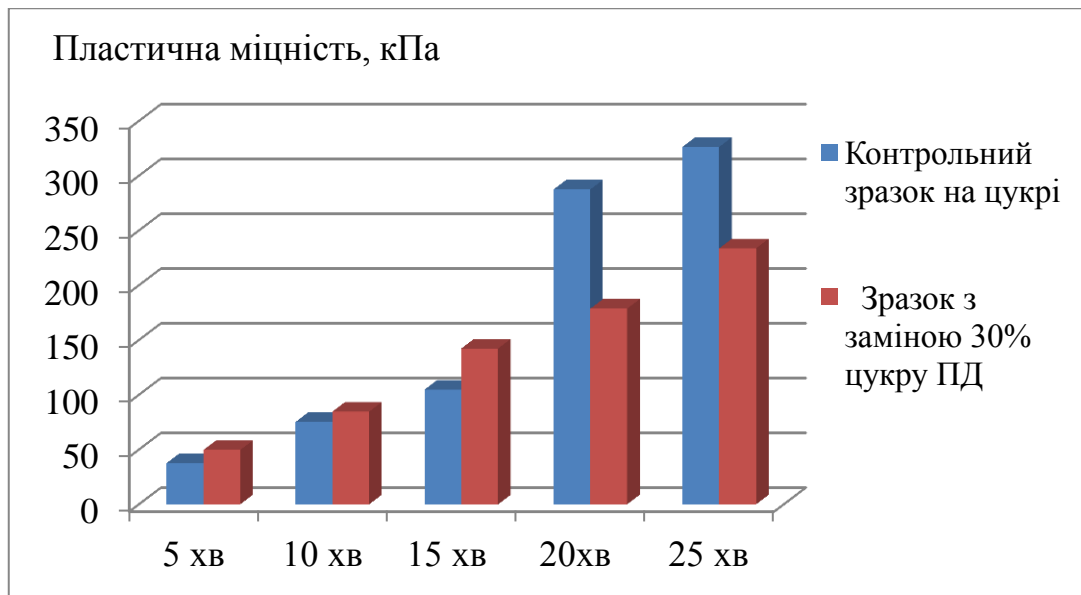


Рис.3.1 - Зміна пластичної міцності зразків помадних цукерок під час вистоювання корпусів в силіконових формах

На початковому етапі вистоювання тривалістю до 15 хв корпуси цукерок з частковою заміною цукру полідекстрозою мали дещо більшу пластичну міцність, ніж зразки, що виготовлені на класичній цукровій помаді. А вже після 20 і 25 хв вистоювання значення пластичної міцності в контрольному зразку були на 38 % та 28 %, відповідно, більше ніж в зразку з полідекстрозою. На нашу думку, ще пов'язано з тим, що на початковому етапі формування в'язкості цукеркової маси у зразках з полідекстрозою та КМЦ була незначно вищою і структуроутворення під час їх охолодження відбувалося більш інтенсивно, ніж в контрольному зразку. Під час подальшого вистоювання в контрольному зразку відбувається встановлення рівноваги між твердою та рідкою фазами помади в бік збільшення твердої, що представлена дрібними кристалами сахарози. В зразку з полідекстрозою та КМЦ під час охолодження корпусів відбувається значне збільшення в'язкості рідкої фази помади і відбувається фіксація утворених кристалів сахарози нею, що унеможливорює викристалізацію нових кристалів і збільшення частки твердої фази. Після остаточного вистоювання всі досліджувані зразки добре структурувалися, виймалися з форм і зберігали свою початкову форму протягом всього терміну зберігання, але зразки з полідекстрозою володіли приємною м'якою консистенцією, а контрольний зразок був більш твердішим.

### 3.2. Проведення оптимізації рецептурного складу низькокалорійних помадних цукерок «Ноктюрн»

Для забезпечення необхідних органолептичних показників цукерок кристалічної структури було проведено визначення оптимального співвідношення полідекстрози, какао-порошку та температури уварювання помадного сиропу шляхом використання

математичного методу багатofакторного планування експерименту [20]. За критерій оптимізації був вибраний комплексний показник якості готових цукерок, що враховує органолептичні показники отриманих зразків ( $Y = 1.0$ ).

Розрахунок оптимізації процесу виробництва низькокалорійних помадних цукерок з частковою заміною цукру на полідекстрозу був проведений на ЕОМ у комп'ютерному класі кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ (див. Додаток В)

При аналізі виготовлення помади за оптимізаційні фактори було вибрано:

$X_1$  – кількість полідекстрози, г;

$X_2$  – кількість какао-порошку, г;

$X_3$  – температура уварювання помадного сиропу, °С.

В таблиці 3.3 наведено параметри діапазону факторного простору.

Таблиця 3.3 – Діапазони факторного простору

Показники	Фактори		
	$X_1(G_{\text{полідекстрози}})$	$X_2(G_{\text{какао}})$	$X_3(T)$
Верхній рівень $X_i^+$	35,0	8,0	124
Нижній рівень $X_i^-$	25,0	4,0	116
Інтервал варіювання $\Delta_i$	5,0	2,0	4
Нульовий рівень $X_i^0$	30,0	6,0	120

Кількість рівнів=2

Кількість факторів=3

Кількість повторів =2

#### Оптимальні результати:

Критерій Кохрена(розр)=0,6667

Критерій Кохрена (табл)=0,9985

**Дисперсія однорідна, оскільки  $G_t > G_p$**

Усереднена дисперсія = 0,0002

Рівняння регресії:  $Y = 0,9212 + (-0,045 * X_1) + (0,0162 * X_2) + (0,02 * X_3)$

Критерій Стьюдента (табл) =2,31

Критерій Стьюдента (розр): 9 **фактор суттєвий**

3,24 **фактор суттєвий**

4 **фактор суттєвий**

Середньоквадратичне відхилення =0,005

Дисперсія адекватності = 0,0006

Критерій Фішера (табл) = 3,01

Критерій Фішера(розр) = 3

**Оскільки  $F_p < F_t$ , рівняння адекватне.**

	X1	X2	X3	Y1	Y2
№1	+1	+1	+1	0,92	0,92
№2	+1	-1	+1	0,9	0,89
№3	-1	+1	+1	0,99	1.0
№4	-1	-1	+1	0,96	0,95
№5	+1	+1	-1	0,85	0,87
№6	+1	-1	-1	<b>0,85</b>	0,81
№7	-1	+1	-1	0,97	0,98
№8	-1	-1	-1	0,95	0,93

### Розрахунок програми крутого сходження

	X1	X2	X3
Нульовий рівень	30	6	120
Інтервал варіювання	5	2	4

X3 приймається за базовий фактор, оскільки для нього добуток коефіцієнта регресії на інтервал варіювання максимальний: 0,04

Крок крутого сходження для базового фактора =0:

Таблиця 3.4 - Програма крутого сходження

	X1	X2	X3
<b>№9</b>	<b>29</b>	<b>6,4</b>	<b>120,5</b>
№10	28	6,8	121
№11	27	7,2	121,5
№12	26	7,6	122
№13	25	8	122,5

За програмою «Крутого сходження», отримано оптимальне внесення полідекстрози, какао-порошку та температура уварювання, які становлять 29,0 г, 6,4 г, 120,5° С відповідно.

Критерій оптимальності – комплексний показник якості, що враховує органолептичні показники, дорівнює 0,85, тобто відмінно, тому дані результати дослідження були використані в подальшому при розробленні рецептури низькокалорійних цукерок «Ноктюрн» та розроблення технологічної інструкції. (Додаток А)

### 3.3 Дослідження якості цукерок згідно вимог стандарту

Основною метою було дослідження можливості зниження калорійності помадних цукерок за рахунок часткової заміни цукру білого кристалічного полідекстозою; впливу полідекстози на процеси помадоутворення та структуроутворення корпусів помадних цукерок, що формуються способом відливання в силіконові форми; дослідження зміни показників якості готових неглазурованих помадних цукерок під час їх зберігання.

Була проведена серія дослідів по визначенню зміни органолептичних, фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей цукерок, що зберігалися не пакованими (для інтенсифікації видалення вологи з корпусів).

Згідно стандарту ДСТУ 4135:2014 «Цукерки» регламентуються чотири основних органолептичних показника: смак, запах, форма, зовнішній вигляд.

Досліджувані зразки отриманих цукерок були проаналізовані на відповідність їх якості вимогам нормативної документації [24]. В таблицях 3.3 та 3.4 наведені органолептичні та фізико-хімічні показники помадних цукерок.

Таблиця 3.5 - Органолептичні показники помадних цукерок

Зразок	Характеристика			
	Смак	Запах	Зовнішній вигляд	Форма
Вимоги згідно ДСТУ 4135:2014 «Цукерки»	Характерні конкретній назві цукерок, без стороннього присмаку та запаху		Цукерки неглазуровані повинні мати суху, не липку поверхню	Різноманітна
Контрольний зразок	Солодкий, без стороннього присмаку та запаху		Суха, не липка поверхня	Круга, сферична
Зразок з заміною 30 % цукру полідекстозою	Менш солодкий, шоколадний, молочний, без стороннього присмаку та запаху		Суха, не липка поверхня	Круга, сферична

Таблиця 3.6 - Фізико-хімічні показники помадних цукерок

Зразки цукерок	Масова частка	
	вологи, %	редуючих речовин, %
Вимоги до помадних цукерок згідно ДСТУ 4135-2014 «Цукерки»	не більше 16,0	Не більше 14
Контрольний зразок	9,5±0,5	6±0,5
Зразок з заміною 30 % цукру полідекстозою	9,0±0,5	12,5±0,5

За органолептичними та фізико-хімічними показниками досліджувані зразки помадних цукерок повністю відповідають вимогам діючого стандарту. Але слід відмітити, в зразку з полідекстрозою масова частка редукуючих речовин в два рази більше ніж в контрольному зразку. Наявність редукуючих речовин в помадних цукерках, в основному, обумовлений внесенням в їх рецептуру такого інгредієнту як патока. В зразку з полідекстрозою збільшений вміст редукуючих речовин, на нашу думку, пов'язаний з способом отримання полідекстрази шляхом кислотно-каталізуючої полімеризації глюкози та сорбітолу, при якому цей наповнювач може містити незначну частину функціональних груп глюкози, що вступають в реакцію відновлення [7]. Збільшена кількість редукуючих речовин не погіршує якість виробів, але потребує досліджень поведінки цукерок під час зберігання.

Масова частка вологи в досліджуваних зразках знаходиться в допустимих межах і практично однакова. Однак, показник масової частки вологи в харчовому продукті не завжди дозволяє об'єктивно охарактеризувати її вплив на фізико-хімічні та мікробіологічні процеси, що можуть відбуватися в продукті під час його зберігання. Здатність води брати участь в низці процесів, що протікають при зберіганні виробів, а також їх інтенсивність, залежить від співвідношення вільної та зв'язаної вологи і можуть бути охарактеризовані таким показником, як активність води.

Відомо, що існує кілька основних факторів, що впливають на значення активності води в продукті. Серед них є основний, який характерний для наших досліджуваних систем, це наявність і кількість гідрофільних речовин і вологоутримуючих компонентів. Ці речовини взаємодіють з водою в системі і утворюють нові іонні і водневі зв'язки, тим самим зменшуючи кількість доступної води в продукті.

Враховуючи, що під час зберігання помадних цукерок, виготовлених на цукрі, відбувається інтенсивний процес десорбції, було необхідно дослідити та встановити вплив полідекстрази та КМЦ на показник активності води в досліджуваних зразках цукерок для прогнозування їх поведінки при зберіганні.

Результати досліджень наведені на рис. 3.2.

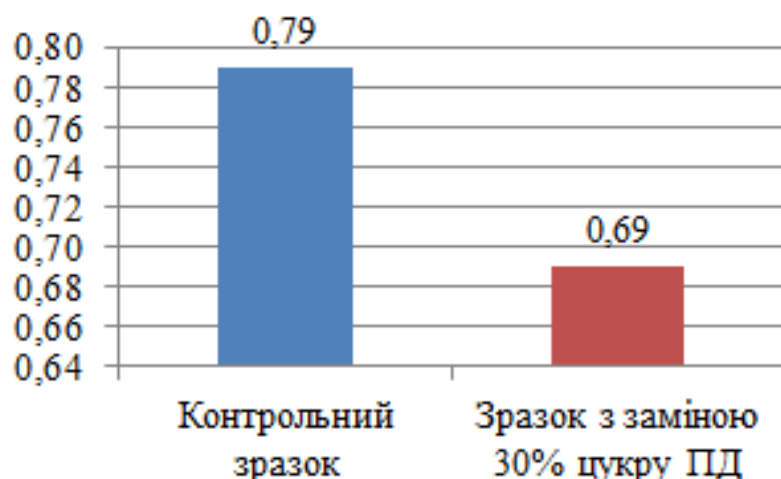


Рис.3.2 Активність води в досліджуваних зразках помадних цукерок

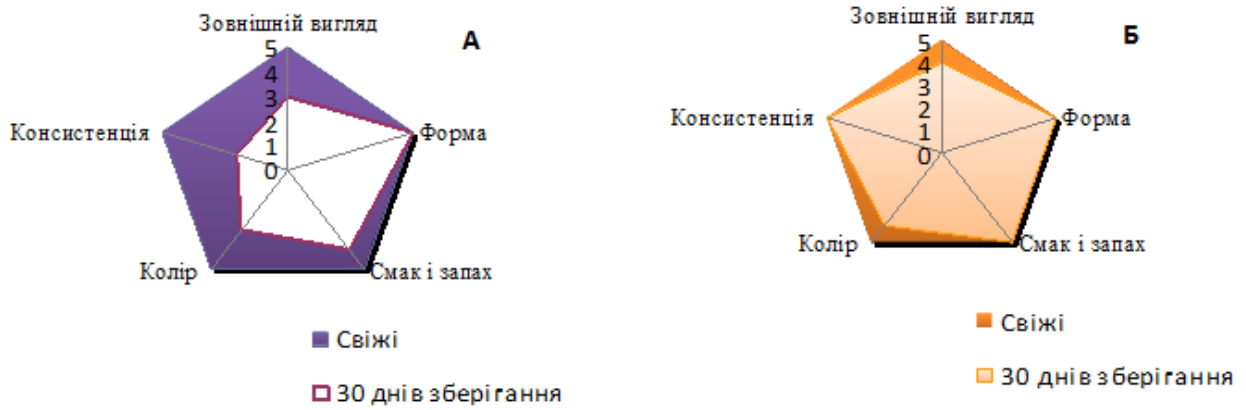
При визначенні впливу складу рецептурних компонентів на активність води у досліджуваних зразках встановлено, що у помадних цукерках із заміною сахарози на 30 % полідекстрази даний показник знижується на 12,7%. Це пояснюється тим, що полідекстроза та карбоксиметилцелюлоза збільшують кількість енергетичних зв'язків в продукті і зменшують кількість незв'язаної води, тим самим, зменшується показник активності води. Результати цих досліджень дозволяють прогнозувати уповільнення черствіння цукерок з частковою заміною цукру полідекстразою.

Тому наступний етап був присвячений дослідженням поведінки виробів під час зберігання. Так як вироби пропонується виготовляти неглазурованими, щоб розширити аудиторію майбутніх споживачів виробів, то питання збереження якості помадних цукерок під час зберігання потребує відповідних досліджень.

### **3.4 Дослідження поведінки цукерок зі зниженою калорійністю та глікемічністю під час зберігання**

Була проведена серія дослідів по визначенню зміни органолептичних та фізико-хімічних властивостей цукерок, що зберігалися не пакованими (для інтенсифікації видалення вологи з корпусів).

На рис. 3.3 наведені профілографи зміни органолептичних показників контрольного зразка неглазурованих помадних цукерок та зразка з заміною 30% цукру полідекстразою в день виготовлення та після 30 діб зберігання непакованими.



Встановлено, що в зразку з частковою заміною цукру полідекстозою при зберіганні їх протягом 30 діб майже не погіршуються органолептичні показники. Консистенція виробів залишається м'якою, тоді як в контрольному зразку консистенція стає занадто твердою.

Для підтвердження позитивного впливу полідекстози та карбоксиметилцелюлози на уповільнення черствіння помадних цукерок нами було проведено визначення показника усихання неглазурованих помадних цукерок, що зберігалися не пакованими протягом 6 тижнів зберігання. Результати дослідження представлені на рис. 3.4.

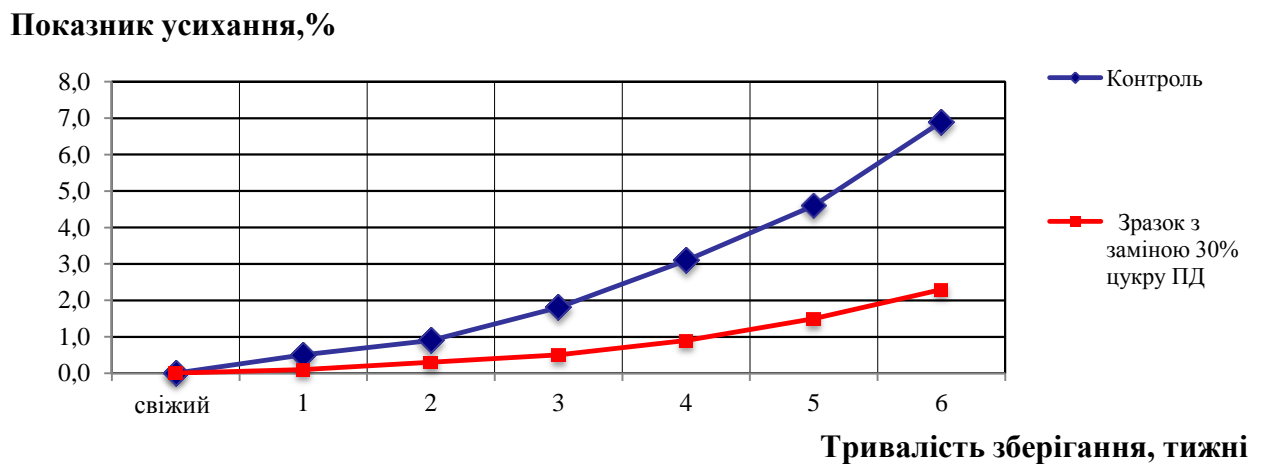


Рис.3.4 - Графік усихання помадних цукерок при зберіганні протягом 6 тижнів непакованими

При дослідженні показника усихання помадних цукерок при зберіганні їх непакованими було встановлено, що видалення вологи зразком із частковою заміною цукру полідекстозою відбувається значно повільніше порівняно із контрольним зразком на сахарозі. Після зберігання виробів протягом 6 тижнів непакованими показник усихання для

зразка із полідекстозою був на 67 % нижчим порівняно із цим значенням у контрольному зразку. Це можна пояснюється тим, що у складі досліджуваного зразка присутні вологоутримуючі агенти полідекстроза та карбоксиметилцелюлоза, які знижують показник активності води в цьому зразку, тим самим сповільнюють процес видалення вологи та сприяють збереженню свіжості зразка протягом більшого терміну.

Видалення вологи з корпусів цукерок супроводжується зміною рівноваги між рідкою і твердою фазами помадної маси у бік збільшення твердої фази, що призводить до збільшення міцності корпусів цукерок і часткового погіршення їх якості. Тому нами були проведені дослідження зміни пластичної міцності досліджуваних помадних цукерок під час зберігання (рис. 3.5).

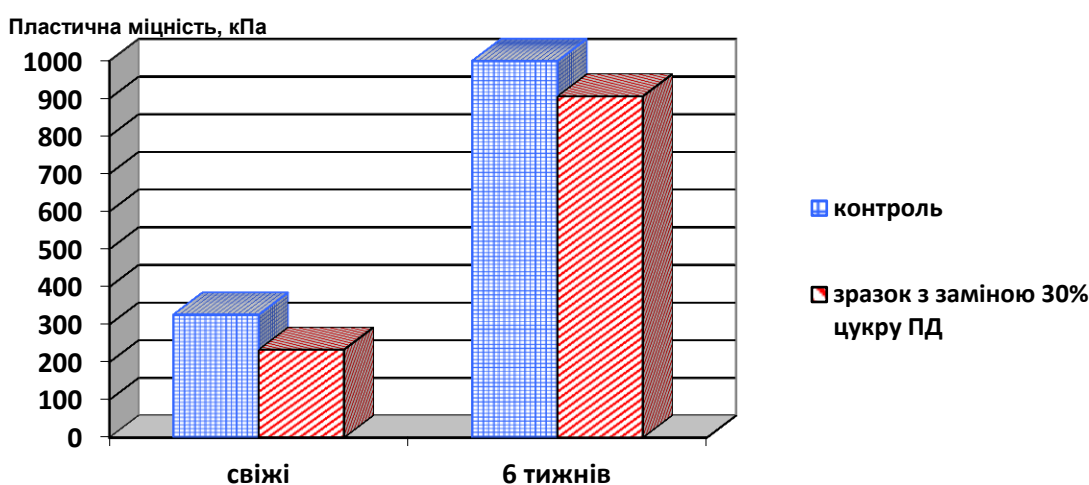


Рис. 3.5 – Зміна пластичної міцності помадних цукерок під час зберігання не пакованими

Спостерігаємо, що під час зберігання пластична міцність збільшується в двох досліджуваних зразках, але після 6 тижнів зберігання в зразку з ПД її значення буде нижчим за контрольний зразок, що, напевно, пов'язане зі зниженням інтенсивності видалення вологи з рідкої фази, за рахунок збільшення частки зв'язаної вологи в ній.

З метою прогнозування поведінки зразків під час зберігання, а також для встановлення раціонального способу пакування помадних цукерок зі зниженою часткою цукру були проведені дослідження по визначенню сорбційно-десорбційних властивостей цих цукерок.

Перед дослідженням цукерок, нами були проведені дослідження сорбційно-десорбційних властивостей самої полідекстрази, що входить до складу цукерок зі зменшеним вмістом сахарози.

За допомогою приладу Мак-Бена були отримані криві сорції-десорбції цукру білого кристалічного (сахарози) та полідекстрази (Рис.3.6). Ці криві демонструють залежність між вмістом вологи в продукті та активністю води.

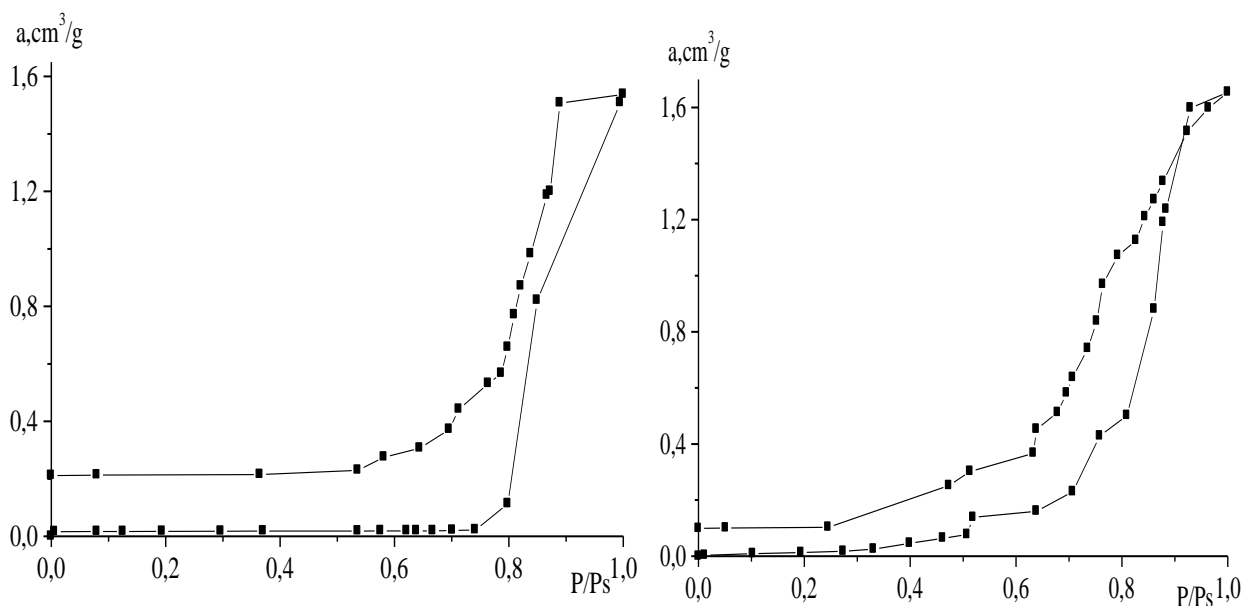


Рис.3.6 - Графіки сорбції ( $a_w = 0,0-1,0$ ) та десорбції ( $a_w = 1,0-0,0$ ) води:  
а) сахароза; б) полідекстроза

Результати цих досліджень зведені до таблиці 3.5

Таблиця 3.6 – Вологовміст досліджуваних вуглеводів

Назва вуглеводу	Кількість адсорбованої води $a$ , $\text{cm}^3/\text{г CP}$		
	I зона ( $a_w = 0 - 0,25$ )	II зона ( $a_w = 0,25 - 0,75$ )	III зона ( $a_w = 0,75 - 1,0$ )
	Крива сорбції		
Сахароза	0,016	0,022	1,537
Полідекстроза	0,015	0,429	1,654
	Крива десорбції		
Сахароза	0,211	0,531	1,537
Полідекстроза	0,103	0,838	1,654

Аналіз отриманих даних показує, що адсорбція парів води пропорційно залежить від тиску і величина адсорбції закономірно збільшується із його збільшенням. Швидкість сорбції суттєво зростає в інтервалі  $a_w = 0,25-0,75$ . Завдяки різній швидкості сорбції цукри здатні приєднати різну кількість води за максимально можливого тиску адсорбтиву ( $P/P_s - 1,0$ ). Так, сахароза приєднує  $1,537 \text{ cm}^3/\text{г CP}$ , полідекстроза –  $1,654 \text{ cm}^3/\text{г CP}$ , що лише на 7% вище значення сахарози.

Нами були отримані ізотерми сорції – десорбції і готових зразків помадних цукерок (Рис.3.7).

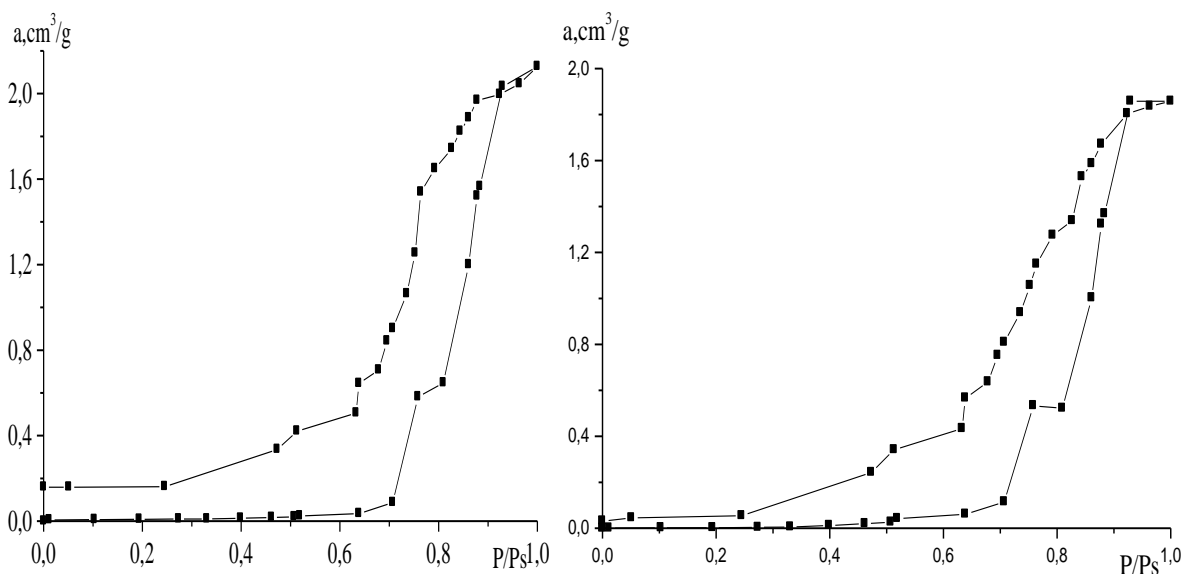


Рис.3.7 - Графіки сорбції ( $a_w = 0,0-1,0$ ) та десорбції ( $a_w = 1,0-0,0$ ) води помадних цукерок : а) контрольний зразок; б) зразок з заміною 30% цукру ПД

З їх аналізу встановлено, що досліджувані зразки мають майже подібну адсорбційну структуру, бо їх адсорбційні криві співпадають за формою.

Таблиця 3.7 – Вологовміст досліджуваних зразків цукерок

Назва зразка	Кількість адсорбованої води $a$ , $\text{cm}^3/\text{г CP}$		
	I зона ( $a_w = 0 - 0,25$ )	II зона ( $a_w = 0,25 - 0,75$ )	III зона ( $a_w = 0,75 - 1,0$ )
	Сорбція		
Контрольний зразок	0,010	0,581	2,126
Зразок з заміною 30% цукру ПД	0,004	0,533	1,858
	Десорбція		
Контрольний зразок	0,031	1,254	2,126
Зразок з заміною 30% цукру ПД	0,159	1,056	1,858

Аналіз отриманих даних показує, що швидкість сорбції суттєво зростає в інтервалі  $a_w = 0,25-0,75$  і зразки мають практично однакові значення вологовмісту при  $a_w=0,75$ , за максимально можливого тиску адсорбтиву ( $P/P_s - 1,0$ ) контрольний зразок приєднує  $2,126 \text{ cm}^3/\text{г CP}$ , зразок з полідекстрозою -  $1,858 \text{ cm}^3/\text{г CP}$ . Отримані дані свідчать, що обидва зразки при їх зберіганні за умов, що наведені в нормативній документації ( $\phi$  повітря не вище 75%) будуть намагатися наблизитися до значення рівноважної вологості (5,81% для контрольного зразка та 5,33 % для зразка з ПД), яке є нижчим масової частки води виробів, а отже для цукерок буде притаманне явище десорбції.

З метою збереження їх якості під час зберігання пропонується використовувати сучасні способи пакування. Тому наступним етапом наших досліджень було дослідження зміни

показників якості помадних цукерок з частковою заміною цукру полідекстрозою при різних способах пакування. Для цього спостерігали за змінами, що відбуваються в непакованих зразках, пакованих способом “в перекрутку” та пакованих герметичним способом “флоу-пак”. При зберіганні помадних цукерок під час видалення вологи зі зразків цукерок відбувається зменшення кількості рідкої фази та збільшення кількості твердої фази, яка представляє собою кристали сахарози. При зберіганні цукерок кристалічної структури збільшуються розміри кристалів твердої фази, вони відчуюються на смак і погіршують органолептичні властивості виробів [23].

Визначення кристалічності було проведено за допомогою рентгенографічного методу. Дифрактограми, зняті при опроміненні цукрози та полідекстрози представлені на рис. 3.8, а також дифрактограми досліджуваних зразків помадних цукерок свіжих, та після зберігання протягом 1 місяця непакованими, пакованими «в перекрутку» та пакованими «флоу-пак» наведені на рис.3.9 , а їх розшифровка представлена в таблиці 3.8

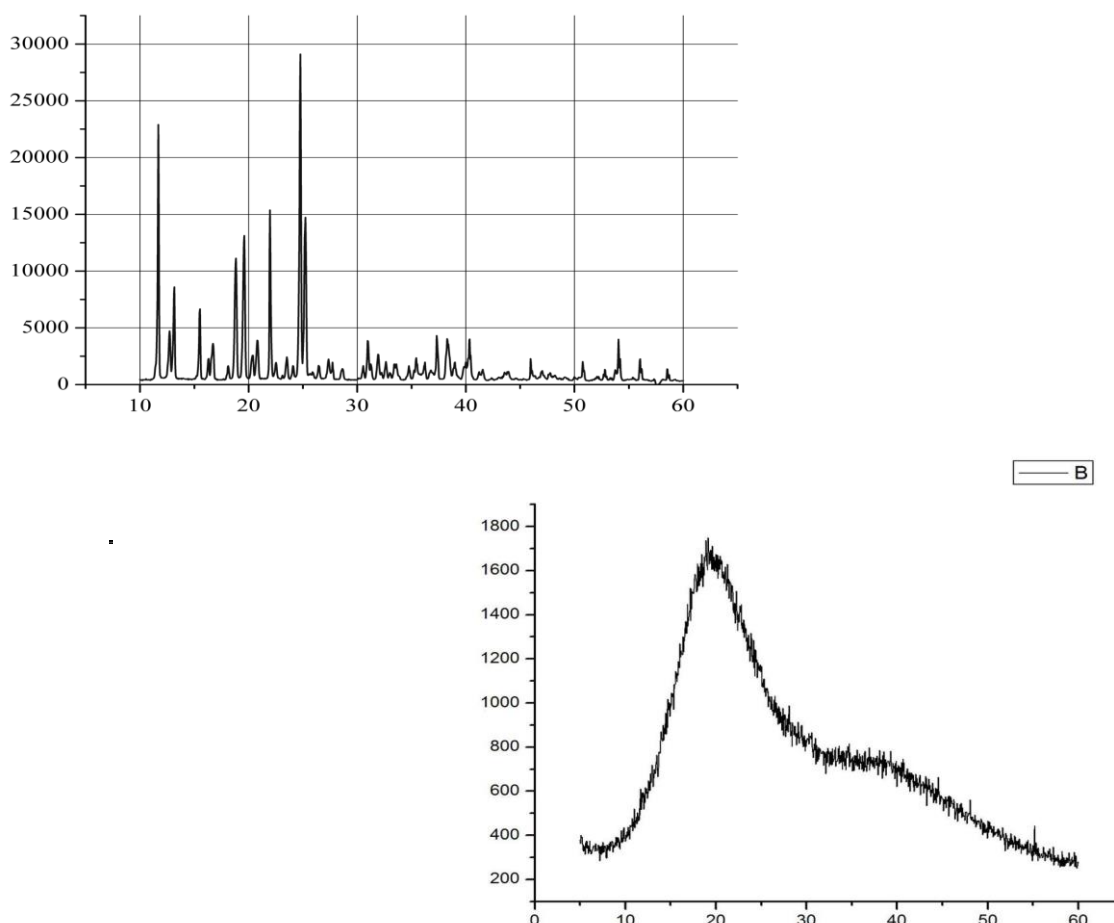
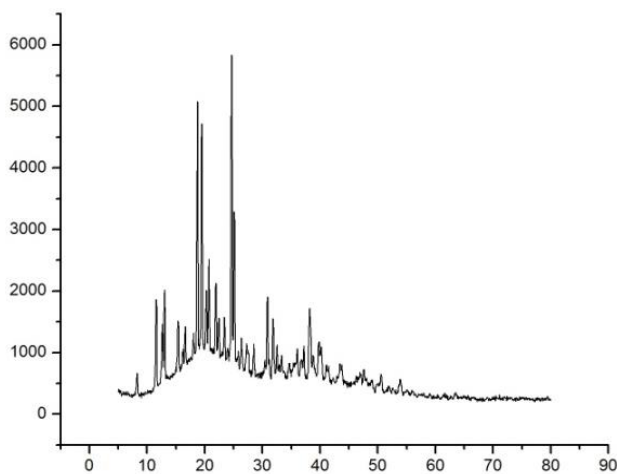
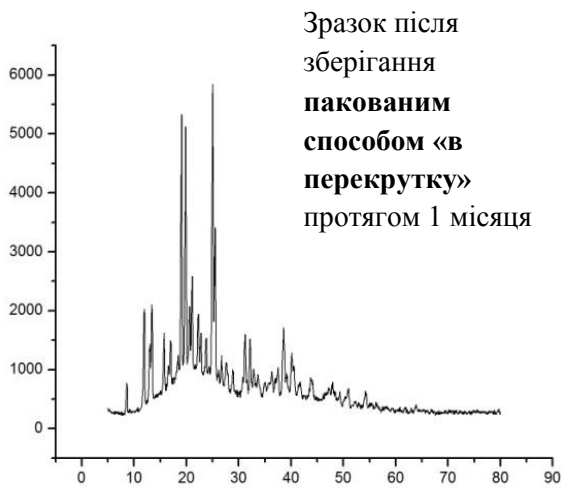
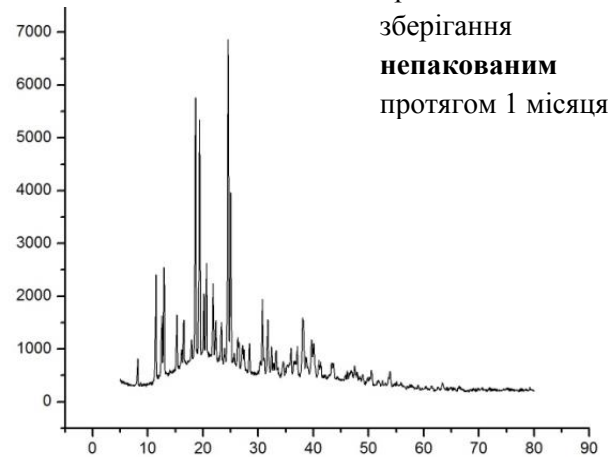


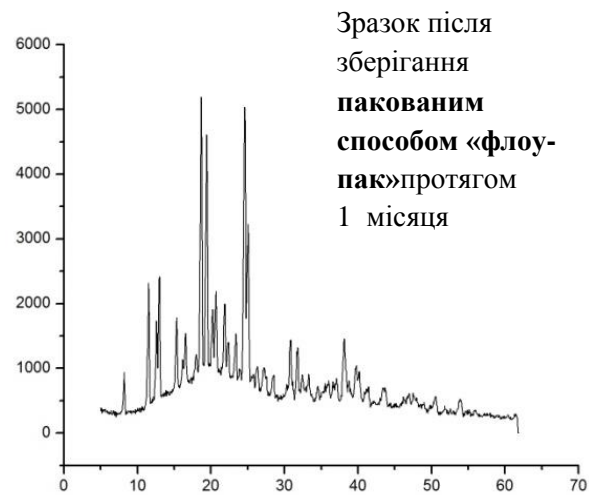
Рис.3.8 - Дифрактограми сахарози та полідекстрози



Зразок після зберігання **непакованим** протягом 1 місяця



Зразок після зберігання **пакованим способом «в перекрутку»** протягом 1 місяця



Зразок після зберігання **пакованим способом «флоу-пак»** протягом 1 місяця

Рис.3.9 - Дифрактограми зразка помадних цукерок з 30% заміною цукру полідекстрозою

Таблиця 3.8 - Інтенсивність піків при зміні кутів дифракції

Інтенсивність піків, в межах кута дифракції 0-40	Помадні цукерки з заміною 30% цукру ПД			
	Свіжі	Непаковані	Паковані способом «в перекрутку»	Паковані способом «флоу-пак»
<b>12</b>	1900	2200	<b>2000</b>	2300
<b>13</b>	2000	2500	<b>2100</b>	2400
<b>18</b>	5000	5700	5300	<b>5100</b>
<b>19</b>	4700	5300	5100	<b>4600</b>
<b>20</b>	2500	2600	2500	<b>1950</b>
<b>24</b>	5800	6800	<b>4800</b>	5000
<b>25</b>	3200	3900	5800	<b>3200</b>
<b>30</b>	1900	1900	<b>900</b>	1400
<b>38</b>	1700	1600	1700	<b>1450</b>

Порівнюючи дифрактограми свіжевиготовленого зразку та зразку непакованого після 1 місяця зберігання спостерігаємо незначне збільшення інтенсивності піків практично при всіх кутах дифракцій, що притаманні сахарозі, що свідчить про збільшення кристалічності твердої фази помади. При аналізі дифрактограм зразків, які зберігалися пакованими різними способами спостерігається не така інтенсивна зміна скристалічності зразків. Разом з тим, у зразку, який зберігався пакованим способом «флоу-пак» при кутах дифракції 18, 20, 38 спостерігається незначне зменшення інтенсивності піків, що можна пояснити тим, що відбувається перерозподіл вологи в рідкій фазі помади і, напевно, відбувається часткове розчинення існуючих кристалів помади. Проведені дослідження доводять необхідність пакування помадних цукерок. Раціонально це робити герметичним способом «флоу-пак», за рахунок чого виріб довше зберігає свою якість та свіжість.

На основі проведених досліджень була розроблена та затверджена рецептура та технологічна інструкція на неглазуровані помадні цукерки «Ноктюрн» (Додаток А), а новизна отриманих результатів захищена патентом України на корисну модель (Додаток Б).

### 3.5 Соціальний ефект виробництва досліджуваних цукерок

При виготовленні нового продукту важливе значення має не лише смакові властивості продукту, але й корисність від споживання. Тому наступним кроком нашої роботи було проведення розрахунків енергетичної цінності цукерок «Ноктюрн» [40].

Таблиця 3.10 - Розрахунок енергетичної цінності класичної помади на цукрозі

Найменування сировини	Вміст в 100 г цукерок	Вміст в 100 г, г					
		білків		жирів		вуглеводів	
		сировини	продукту	сировини	продукту	сировини	продукту
Сахароза	88,4	-	-	-	-	99,8	88,22
Патока	10,6	-	-	0,3	0,03	43,2	4,58
Лимонна кислота	0,4	-	-	-	-	-	-
Всього		-		0,03		92,8	

$$E_{\text{ц}} = (9,0 \cdot 0,03 + 4,0 \cdot 92,8) \frac{91,7}{94,3} = 360 \text{ ккал/100 г продукту}$$

Таблиця 3.11 - Розрахунок енергетичної цінності цукерок «Ноктюрн»

Назва сировини	Кількість сировини в 100 г продукту	Вміст в 100 г, г									
		Білки, г		Жири, г		Вуглеводи, г					
						МДС		Крохмаль		Харочі волокна	
		сировини	продукту	сировини	продукту	сировини	продукту	сировини	продукту	сировини	продукту
Цукор	52,44	-	-	-	-	99,8	52,3	-	-	-	-
Полідекстроза	22,47	-	-	-	-	-	-	-	-	90,0	20,2
Патока	9,37	-	-	0,3	0,03	43,3	4,1	35	3,3	-	-
Какао-порошок	4,50	24,2	1,1	17,5	0,8	3,5	0,2	24,4	1,1	5,5	0,3
Масло вершкове	7,50	0,5	0,04	82,5	6,2	0,8	0,06	-	-	-	-
Карбоксиметил-целюлоза	0,038	4,0	0,002	-	-	-	-	76,0	0,03	-	-
<b>Сума</b>			<b>1,14</b>		<b>7,03</b>		<b>56,66</b>		<b>4,33</b>		<b>20,5</b>

$$EЦ = (4,0 \cdot 1,14 + 9,0 \cdot 7,03 + 3,8 \cdot 56,66 + 4,1 \cdot 4,33 + 1,0 \cdot 20,55) \frac{90,0}{91,8} =$$

$$= 311 \text{ ккал/100 г продукту}$$

Отримавши результати енергетичної цінності, можна стверджувати, що цукерки «Ноктюрн» мають кращий вплив на організм людини, оскільки калорійність їх нижча: - класична помада - 360 ккал, «Ноктюрн» - 311 ккал.

Але, не зважаючи на свої переваги, не всі можуть споживати дані цукерки. До них відносяться хворі на цукровий діабет. Оскільки до складу досліджуваних цукерок входять цукри із різним глікемічним індексом, тому доцільно розрахувати показник глікемічності кожного, для можливості надання рекомендацій до вживання.

Таблиця 3.12 - Визначення показників глікемічності класичної помади [40].

Сировина	Витрати сировини на 100 г цукерок	Вміст вуглеводів								
		Глюкоза (ГІ=100%)		Цукроза (ГІ=60%)		Мальтоза (ГІ=105%)		Декстрини (ГІ=91%)		
		сировини	продукту	сировини	продукту	сировини	продукту	сировини	продукту	
Цукор білий кристалічний	88,4	-	-	99,8	88,2	-	-	-	-	
Патока	10,6	15,1	1,6	-	-	28,1	3,0	35,1	3,7	
Всього			<b>1,6</b>		<b>88,2</b>		<b>3,0</b>		<b>3,7</b>	
<b>ПГ = 1 · 1,6 + 0,6 · 88,2 + 1,05 · 3,0 + 0,91 · 3,7 = 65,1 од.</b>										

Таблиця 3.13 - Визначення показників глікемічності цукерок «Ноктюрн» [40].

Сировина	Витрати сировини на 100 г цукерок	Вміст вуглеводів											
		Глюкоза (ГІ=100%)		Сахароза (ГІ=68%)		Мальтоза (ГІ=105%)		Крохмаль (ГІ=70%)		Декстрини (ГІ=91%)		Полідекстроза (ГІ=8%)	
		У 100 г											
		сировини	продукту	сировини	продукту	сировини	продукту	сировини	продукту	сировини	продукту	сировини	продукту
Цукор білий	52,44	-	-	99,80	52,34	-	-	-	-	-	-	-	-
Полідекстроза	22,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,57	4,85
Патока	9,37	15,10	1,41	-	-	28,1	2,63	-	-	35,10	3,29	-	-
Какао-порошок	4,50	1,0	0,045	-	-	-	-	7,0	0,315	-	-	-	-
Всього			<b>1,46</b>		<b>52,34</b>		<b>2,63</b>		<b>0,315</b>		<b>3,29</b>		<b>4,85</b>
$ПГ = 1,0 \cdot 1,46 + 0,68 \cdot 52,34 + 1,05 \cdot 2,63 + 0,7 \cdot 0,315 + 0,91 \cdot 3,29 + 0,08 \cdot 4,85 = 43,4 \text{ од.}$													

Важливим завданням роботи було встановлення соціального ефекту виробництва досліджуваних цукерок. При розрахунку калорійності розробленого зразка помадних цукерок було встановлено, що він має калорійність на 14 % меншу за контрольний зразок. Розрахунок показника глікемічності розроблених цукерок виявив, що він становить 43,4 од., що на 33 % менше цього показника контрольного зразка (рис. 3.5 та рис. 3.6).

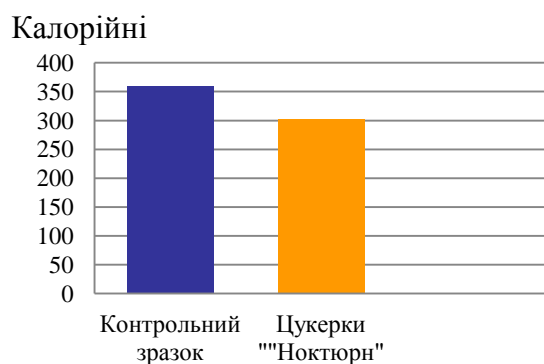


Рис. 3.5- Калорійність зразків помадних цукерок

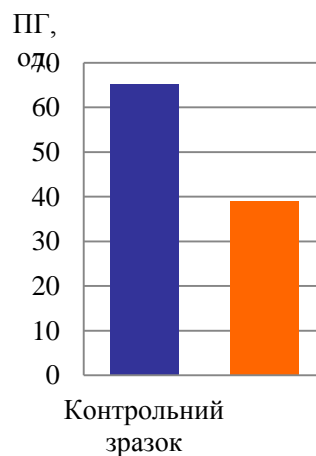


Рис. 3.6 – Значення показника глікемічності зразків помадних цукерок

Таким чином, встановлена можливість виготовлення помадних цукерок традиційної консистенції, але зі зниженою калорійністю і глікемічністю, збільшеним терміном зберігання за рахунок використання популярного нині наповнювача - полідекстрази.

## Висновки до розділу

1. Встановлено раціональне дозування інноваційного харчового волокна –полідекстрази на часткову заміну цукру в рецептурі помадних цукерок в кількості 30% від загальної маси цукру. Доведена доцільність внесення гідроколоїду карбоксиметилцелюлози на стадії темперування цукеркової помадної маси для збільшення частки ПД в рецептурі.
2. Визначені раціональні технологічні параметри процесу приготування помадного сиропу, стадії помадоутворення, формування та вистоювання зразків цукерок зі зниженим вмістом цукру.
3. Проведена оцінка якості готових зразків цукерок за показниками, що регламентуються стандартом. Визначений показник активності води розроблених зразків помадних цукерок.
4. Визначені сорбційні характеристики зразків цукерок з метою прогнозування їх поведінки в процесі зберігання.
5. Досліджено зміни зразків цукерок під час їх зберігання не пакованими та пакованими різними способами.
6. Розроблено нормативну документацію на помадні цукерки з частковою заміною цукру полідекстразою.
7. Розрахунковим шляхом встановлено, що калорійність розроблених цукерок знижується на 14 % в порівнянні з контрольним зразком, а показник глікемічності цукерок становить 43,4 од., що дозволяє позиціонувати їх, як солодоці з низьким показником глікемічності (ПГ < 55 од.).

## РОЗДІЛ 4

### Технологічні розрахунки

#### 4.1 Розроблення рецептури та апаратурно-технологічної схеми виробництва низькокалорійних помадних цукерок з частковою заміною цукру на полідекстрозу

За результатами досліджень була розроблена рецептура помадних цукерок «Ноктюрн» (табл. 4.1.)

Таблиця 4.1. - Рецептура помадних цукерок «Ноктюрн»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	<i><b>Витрати сировини, кг</b></i>			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
<b>Рецептура цукерок</b>		<b>На 1000,00 кг</b>			
Цукрова помада	89,00	900,72	801,64	900,72	801,64
Какао-порошок	95,00	44,80	42,56	44,80	42,56
Масло вершкове	84,00	74,67	62,72	74,67	62,72
Коньяк	-	7,47	-	7,47	-
Карбоксиметилцелюлоза	90,00	0,37	0,34	0,37	0,34
<i>Всього</i>	-	1028,03	907,26	1028,03	907,26
Вихід	90,00	1000	900	1000	900
<b>Рецептура цукрової помади</b>		<b>На 900,72 кг</b>			
Цукор білий кристалічний	99,85	580,29	579,42	522,68	521,90
Полідекстроза	96,00	248,69	238,75	224,01	215,05
Патока крохмальна	78,00	103,62	80,83	93,34	72,81
Всього	-	932,61	898,99	840,03	809,74
Вихід	89,00	1000	890	900,72	801,64
<b>Зведена рецептура</b>					
Цукор	99,85	522,68	521,9	524,39	523,60
Полідекстроза	96,00	224,01	215,05	224,74	215,75
Патока	78,00	93,34	72,81	93,65	73,05
Какао-порошок	95,00	44,8	42,56	44,95	42,70
Масло вершкове	84,00	74,67	62,72	74,91	62,92
Коньяк	-	7,47	-	7,49	-
Карбоксиметилцелюлоза	90,00	0,37	0,34	0,38	0,34
Всього	-	967,34	915,38	970,51	918,37
Вихід	90,00	1000,00	900,00	1000,00	900,00

Технологічна схема виробництва помадних цукерок складається з таких основних стадій :

1. Підготування сировини (додаткова операція - набухання карбоксиметилцелюлози) та напівфабрикатів до виробництва;
2. Приготування цукрово-полідекстро-патокового сиропу;

3. Приготування цукрової помади;
4. Приготування помадної цукеркової маси;
5. Формування та структуроутворення цукерок;
6. Загортання, фасування, пакування готової продукції.

Апаратурно-технологічна схема виробництва низькокалорійних неглазурованих помадних цукерок представлена на рис. 4.1.

### **Підготовка сировини до виробництва**

Вся сировина для виробництва цукерок «Ноктюрн» повинна відповідати вимогам діючих стандартів та технічних умов, а також повинна підлягати підготовці згідно “Технологічної інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва” та “Інструкції по попередженню попадання сторонніх предметів у продукцію” з дотриманням санітарних норм та правил [22].

*Цукор білий кристалічний* – зберігається у тканинних силосах місткістю 45 тон. Перед подачею на виробництво його просіюють на просіювачі (1) з діаметром отворів 2-3 мм.

*Полідекстро́за* – зберігається у мішках масою по 25 кг. Перед подачею на виробництво її просіюють на просіювачі (1) з діаметром отворів 2-3 мм.

*Патока крохмальна* – для полегшення транспортування патоки на виробництво потрібно зменшити її в'язкість. Для цього здійснюють її підігрівання у збірнику (9) до температури 40°C. Перед подачею на виробництво, проходячи через ванну-фільтр (10), патоку проціджують та очищають від феродомішок.

*Масло вершкове* – зберігається в ящиках, у холодильній камері при температурі 2-4°C. Перед подачею на виробництво, його ретельно оглядають і в разі забруднення чи наявності плісняви зачищають на спеціальних столах з дюралюмінію. Зачищене вершкове масло пластифікують перед надходженням на лінію [22].

*Какао-порошок* – перед подачею на виробництво просіюється через просіювач (1) з отворами діаметром 2-3 мм та вмонтованими магнітами для вловлення феродомішок.

*Коньяк* – рідкі ароматизатори перед використанням проціджують крізь сито з отворами розміром не більше 0,5 мм або крізь подвійний шар марлі.

*Карбоксиметилцелюлоза* - надходить на виробництво в поліетиленових пакетах. Перед подачею на виробництво її просіюють на просіювачі (1), видаляють металодомішки. Перед використанням КМЦ з'єднують з водою у співвідношенні 1:30 і залишають на 30 хв для гідратації КМЦ [22].

### **Приготування цукрово-полідекстрозо-патокового сиропу**

Попередньо просіяні цукор білий кристалічний, полідекстроза, проціджена патока, та підготовлена вода завантажуються у змішувач сироповарильної станції ШСА-1 (18). Помадний сироп уварюється до вмісту сухих речовин 90 - 93%. Кінцева температура уварювання сиропу 117-120°. Уварений сироп являється ненасиченим по відношенню до сахарози. Для того, щоб в сиропі пройшов процес кристалізації, його потрібно перевести в перенасичений стан. Уварений сироп проходить через паровідокремлювач і подається у помадозбивальну машину ШАЕ-800 (19).

### **Приготування цукрової помади**

Приготування помади безперервним способом здійснюється в шнековій помадозбивальній машині ШАЕ-800 (19). Уварений сироп потрапляє на сітку приймальної воронки збивальної машини, з якої стікає у вигляді тонких струменів. У збивальній машині сироп обдається повітрям, за рахунок чого охолоджується та частково зневоднюється. При охолодженні розчинність сахарози в сиропі різко знижується і він із ненасиченого переходить у пересичений стан. В помадозбивальній машині відбувається кристалізація сахарози та утворення помади.

### **Приготування помадної цукеркової маси**

Виходячи із збивальної машини помадна маса з температурою 55-80°C надходить у темперувальну машину (20), куди додають решту рецептурних компонентів та смако-ароматичні речовини.

### **Формування та структуроутворення цукерок**

Маючи на виході температуру 70-80° цукеркова маса за допомогою насоса подається у приймальні воронки відливального агрегату «Вінклер і Дюннебир» (22), які підігріваються за допомогою водяної сорочки. Відбувається відливання маси в жорсткі форми і структуроутворення корпусів цукерок.

Агрегат складається з ланцюгового транспортера (з двох нескінченних ланцюгів), на якому кріпляться полікарбоніві формотримачі (кожна рама розміром 920x280x40 мм включає 108 форм з силікону); відливальних головок (діаметри поршнів 18 мм для відливання оболонки, 12 мм для відливання наповнювача); холодильної шафи; пневматичних виштовхувачів; сітчастого транспортера, пересувної ванни для відливальних головок.

У порівнянні з відливанням в крохмаль безкрохмальне відливання має ряд переваг:

- Цех не забруднюється крохмальним пилом;
- Поліпшується зовнішній вигляд і смакові якості цукерок в зв'язку з тим, що на поверхні корпусів повністю відсутні частки крохмалю;

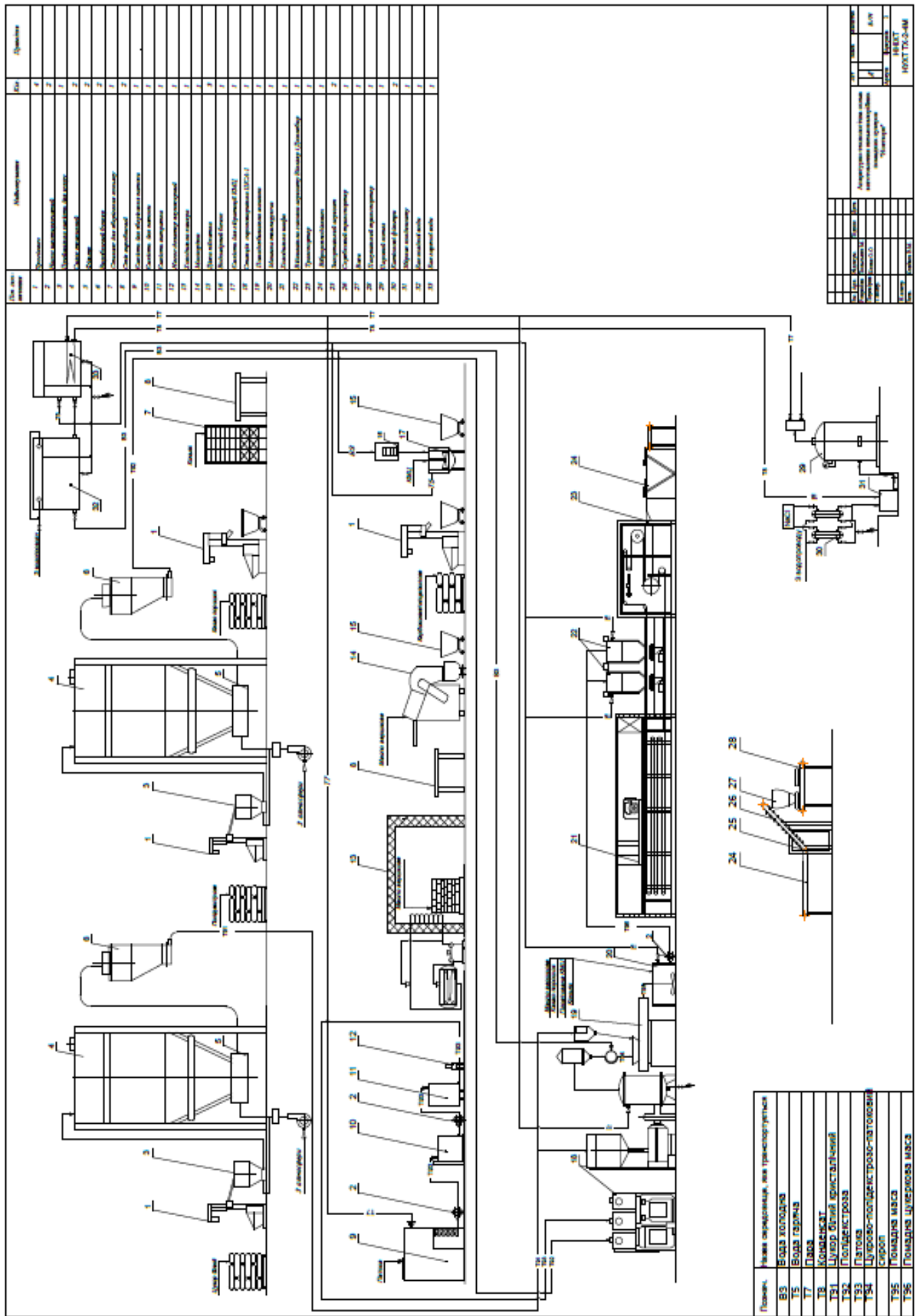
- Значно скорочується кількість відходів у вигляді деформованих корпусів цукерок.
- Зменшується кількість браку при глазуруванні.

### **Загортання, фасування, пакування готової продукції**

Після структуроутворення цукеркові корпуси спеціальним механізмом виштовхуються з форм, і подаються на вібророзподільвач (24), де з повздовжніх рядів групуються в один ряд. Далі ряди транспортером передаються на загортальний пакувальний автомат (25), де цукерки загортаються герметичним способом «флоу-пак». Загорнуті цукерки скребковим транспортером (26) подаються на ваги (27) і пакувальний транспортер (28).

Загорнуті цукерки пакують в короба з гофрованого картону. Волога гофротари повинна бути не більше 12%.

Пакування та маркування цукерок здійснюється згідно з чинною нормативною документацією.



№ п/п	Наименование	Единица	Количество
1	Холодильник	шт	1
2	Водяной насос	шт	1
3	Водяной насос	шт	1
4	Водяной насос	шт	1
5	Водяной насос	шт	1
6	Водяной насос	шт	1
7	Водяной насос	шт	1
8	Водяной насос	шт	1
9	Водяной насос	шт	1
10	Водяной насос	шт	1
11	Водяной насос	шт	1
12	Водяной насос	шт	1
13	Водяной насос	шт	1
14	Водяной насос	шт	1
15	Водяной насос	шт	1
16	Водяной насос	шт	1
17	Водяной насос	шт	1
18	Водяной насос	шт	1
19	Водяной насос	шт	1
20	Водяной насос	шт	1
21	Водяной насос	шт	1
22	Водяной насос	шт	1
23	Водяной насос	шт	1
24	Водяной насос	шт	1
25	Водяной насос	шт	1
26	Водяной насос	шт	1
27	Водяной насос	шт	1
28	Водяной насос	шт	1
29	Водяной насос	шт	1
30	Водяной насос	шт	1
31	Водяной насос	шт	1
32	Водяной насос	шт	1
33	Водяной насос	шт	1
34	Водяной насос	шт	1
35	Водяной насос	шт	1
36	Водяной насос	шт	1
37	Водяной насос	шт	1

Помеч.	Наименование, как транспортируется
B3	Вода холодная
T5	Вода горячая
T7	Пар
T8	Конденсат
T21	Ледяной блок, кристаллизованный
T24	Подэлектроз
T33	Паточка
T34	Циркуляционный насос-паточка
T35	Сироп
T36	Помидоры
T37	Помидоры

№ п/п	Наименование	Единица	Количество
1	Водяной насос	шт	1
2	Водяной насос	шт	1
3	Водяной насос	шт	1
4	Водяной насос	шт	1
5	Водяной насос	шт	1
6	Водяной насос	шт	1
7	Водяной насос	шт	1
8	Водяной насос	шт	1
9	Водяной насос	шт	1
10	Водяной насос	шт	1
11	Водяной насос	шт	1
12	Водяной насос	шт	1
13	Водяной насос	шт	1
14	Водяной насос	шт	1
15	Водяной насос	шт	1
16	Водяной насос	шт	1
17	Водяной насос	шт	1
18	Водяной насос	шт	1
19	Водяной насос	шт	1
20	Водяной насос	шт	1
21	Водяной насос	шт	1
22	Водяной насос	шт	1
23	Водяной насос	шт	1
24	Водяной насос	шт	1
25	Водяной насос	шт	1
26	Водяной насос	шт	1
27	Водяной насос	шт	1
28	Водяной насос	шт	1
29	Водяной насос	шт	1
30	Водяной насос	шт	1
31	Водяной насос	шт	1
32	Водяной насос	шт	1
33	Водяной насос	шт	1
34	Водяной насос	шт	1
35	Водяной насос	шт	1
36	Водяной насос	шт	1
37	Водяной насос	шт	1



## 4.2 Розрахунок потужності потоково-механізованої лінії виробництва помадних цукерок

Вихідні параметри:

Таблиця 4.1. - Рецептатура помадних цукерок «Ноктюрн»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	<i>Витрати сировини, кг</i>			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Цукрова помада	89,00	900,72	801,64	900,72	801,64
Какао-порошок	95,00	44,80	42,56	44,80	42,56
Масло вершкове	84,00	74,67	62,72	74,67	62,72
Коньяк	-	7,47	-	7,47	-
Карбоксиметилцелюлоза	90,00	0,37	0,34	0,37	0,34
<i>Всього</i>	-	1028,03	907,26	1028,03	907,26
Вихід	90,00	1000	900	1000	900
Рецептура цукрової помади		На 900,72 кг			
Цукор білий кристалічний	99,85	580,29	579,42	522,68	521,90
Полідекстроза	96,00	248,69	238,75	224,01	215,05
Патока крохмальна	78,00	103,62	80,83	93,34	72,81
Всього	-	932,61	898,99	840,03	809,74
Вихід	89,00	1000	890	900,72	801,64
<i>Зведена рецептура</i>					
Цукор білий кристалічний	99,85	522,68	521,9	524,39	523,60
Полідекстроза	96,00	224,01	215,05	224,74	215,75
Патока	78,00	93,34	72,81	93,65	73,05
Какао-порошок	95,00	44,8	42,56	44,95	42,70
Масло вершкове	84,00	74,67	62,72	74,91	62,92
Коньяк	-	7,47	-	7,49	-
Карбоксиметилцелюлоза	90,00	0,37	0,34	0,38	0,34
Всього	-	967,34	915,38	970,51	918,37
Вихід	90,00	1000,00	900,00	1000,00	900,00

Основним технологічним обладнанням для виробництва помадних цукерок є цукерковідливальна машина «Вінклер і Дюннебер».

Продуктивність обладнання для виробництва цукерок, визначається за формулою 4.1 [21]:

$$G = \frac{60 \cdot m \cdot n \cdot k_c \cdot c}{a}, \text{ кг/год} \quad (4.1)$$

де  $m$  - кількість мундштуків ,шт;

$n$  - кількість відливів за хвилину;

$k_c$ - коефіцієнт, який враховує зворотні відходи(0,95);

$c$ - поправковий коефіцієнт на вид корпусів (1,0);

$a$ - кількість корпусів цукерок в 1 кг.

Приймаємо, що підприємство працює у дві зміни по 11,5 год, тоді розрахунок потужності потоково-механізованої лінії з виробництва низькокалорійних неглазурованих помадних цукерок «Ноктюрн», буде мати вигляд [21]:

$$\Pi = \frac{60 \cdot 50 \cdot 36 \cdot 0,95 \cdot 1,0}{65} = 1578,46 \text{ кг/год}$$

$$P_{зм} = 1578,46 \cdot 11,5 \cdot 0,95 = 17,2 \text{ т /зм}$$

$$P_{доб} = 17,2 \cdot 2 = 34,4 \text{ т/доб}$$

$$P_{рік} = 34,4 \cdot 244 = 8393,6 \text{ т/рік}$$

#### 4.3 Розрахунок витрат сировини

Розрахунок витрат основної та додаткової сировини проводиться згідно змінної потужності лінії. Згідно з цими даним маємо наступний розрахунок витрат сировини за зміну, добу, рік [21].

Таблиця 4.2 - Розрахунок витрат сировини

Сировина	Цукерки «Ноктюрн»		Всього по лінії	
	На 1т, кг	На зміну на 17,2 т, кг	На добу, кг	На рік, т
Цукор білий	524,39	9019,51	18039,02	4401,52
Полідекстроза	224,74	3865,53	7731,06	1886,38
Патока	93,65	1610,78	3221,56	786,06
Какао-порошок	44,95	773,14	1546,28	37,29
Масло вершкове	74,91	1288,45	2576,90	628,76
Коньяк	7,49	128,83	257,66	62,87
Карбоксиметилцелюлоза	0,38	6,54	13,08	3,19

Ці розрахунки будуть використані для розрахунку техніко-економічних показників ефективності запропонованої технології низькокалорійних неглазурованих помадних цукерок.

#### 4.4. Розрахунок напівфабрикатів

Розрахунок напівфабрикатів необхідно вести для підбору обладнання, яке потрібне для виробництва напівфабрикатів, їх транспортування та визначення кількості місткостей для їх проміжного зберігання [21].

При виробництві низькокалорійних помадних цукерок «Ноктюрн» використовують такі напівфабрикати:

- Рецептурна суміш для сиропу;

- Сироп;
- Помадна маса;
- Гідратована КМЦ;
- Цукеркова маса

Таблиця 4.3 - Рецептурна суміш цукерок «Ноктюрн»

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	У натурі, кг	У сухих речовинах, кг
Цукор білий кристалічний	99,85	522,68	521,90
Полідекстроза	96,0	224,01	215,05
Патока крохмальна	78,0	93,34	72,81
Вода	-	149,34	-
Всього	81,85	989,37	809,76

Розрахунок вмісту сухих речовин в рецептурній суміші:

$$989,37 \text{ кг} - 100 \%$$

$$809,76 \text{ кг} - x \%,$$

$$x = 81,85 \%$$

Знаходимо кількість помадного сиропу, що отримується з рецептурної суміші, масова частка сухих речовин помадного сиропу - 89%:

$$989,37 \cdot 81,85 = x \cdot 89,0$$

$$x = 909,88 \text{ кг}$$

Таблиця 4.4 - Розрахунок напівфабрикатів для цукерок «Ноктюрн»

Назва напівфабрикату	Витрати н/ф, кг	
	на 1 т виробів	за зміну на 17,2 т
Рецептурна суміш	989,37	17017,16
Помадний сироп	909,86	15649,59
Гідратована КМЦ	11,47	197,28
Помадна маса	900,72	15492,38
Цукеркова маса	1028,03	17682,12

#### 4.5. Розрахунок потреби в допоміжних пакувальних матеріалах і тарі

До допоміжних матеріалів у кондитерському виробництві належать матеріали, що йдуть на обгортання і пакування кондитерських виробів: папір, фольга, клей, стрічка клейова, пропіленова обгортка, картон, етикетки тощо [8].

Витрати цих матеріалів і тари розраховують за чинними нормами для кожного виробу кондитерських виробів згідно із «Нормами технологічного проектування підприємств кондитерської промисловості».

Таблиця 4.5 - Розрахунок потреби в пакувальних матеріалах і тарі при виробництві помадних цукерок

Допоміжні матеріали	Одиниці вимірювання	«Ноктюрн»		Всього	
		На 1т продукції,кг	За зміну на 17,2 т , кг	За добу, кг	За рік, т
Поліпропіленова обгортка	кг	65	1118,00	2236,00	545,58
Етикетка	кг	2,4	41,28	82,56	20,15
Гумована стрічка	кг	1,3	22,36	44,72	10,91
Короб*	шт./кг	91 / 91	1565,20	3130,40	763,82

#### 4.6.Розрахунок площі складських приміщень

##### Розрахунок складів сировини у разі безтарного зберігання

Кількість силосів,  $N$ , шт для зберігання сипкої продукції визначають за формулою:

$$N = \frac{M_c \cdot n}{Q}, \quad (4.2)$$

де  $M_c$  — добові витрати сировини, т;

$n$  — термін зберігання сировини на підприємстві, діб ( для цукру  $n$  не менше 15);

$Q$  — місткість силосу(бункеру), кг (48 т).

Кількість силосів для зберігання цукру розраховуємо за формулою (4.2):

$$N = \frac{18,04 \cdot 15}{48} = 5,64 \text{ шт}$$

Приймаємо розрахункову кількість силосів - 6 і проектуємо один додатковий.

Кількість силосів для зберігання полідекстрази розраховуємо за формулою (4.2):

$$N = \frac{7,73 \cdot 15}{48} = 2,42 \text{ шт}$$

Приймаємо розрахункову кількість силосів - 3 і проектуємо один додатковий.

Для зберігання патоки на підприємстві встановлюють баки. Вони можуть бути підземними та наземними, циліндричної або призматичної форми, запас патоки має бути на 45 діб роботи підприємства [8].

Необхідний об'єм ( $V, \text{м}^3$ ) ємкості для зберігання патоки знаходять за формулою:

$$V = \frac{Q_{\text{доб}} \cdot 45}{(\gamma \cdot K)}, \quad (4.3)$$

де  $Q_{\text{доб}}$  - добовий запас , т

$\gamma$  - питома вага патоки ( $\gamma=1,41\text{т/м}^3$ )

$K$  - коефіцієнт заповнення ( $K=0,8$ )

$$V = \frac{3,22 \cdot 45}{1,41 \cdot 0,8} = 128,46 \text{ м}^3$$

Таблиця 4.6 - Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Сировина	Добові витрати, кг	Термін зберігання, діб	Підлягає зберіганню на складі, т	Площа для зберігання 1т/м <sup>2</sup>	Необхідна площа складу, м <sup>2</sup>
Склад для зберігання основної сировини					
Какао-порошок	1546,28	30	46,39	0,67	31,08
КМЦ	13,08	30	0,39	1,27	0,50
<b>Всього</b>					31,58
Холодний склад зберігання сировини, що швидко псується					
Масло вершкове	2576,90	15	38,65	1,4	54,11
Склад зберігання смако-ароматичних речовин					
Коньяк	257,66	30	7,73	0,6	46,38

### Розрахунок складів для тари та пакувальних матеріалів

Таблиця 4.7 - Розрахунок складу допоміжних матеріалів

Допоміжні матеріали	Добові витрати, кг	Термін зберігання, діб	Підлягає зберіганню на складі, т	Площа зберігання на 1т, м <sup>2</sup>	Необхідна площа складу, м <sup>2</sup>
Поліпропіленова обгортка	2236,00	30	67,08	0,75	50,31
Етикетка	82,56	30	2,48	1,25	3,10
Гумована стрічка	44,72	30	1,34	0,75	1,01
Короб*	3130,40	30	93,91	1,5	5,87
<b>Всього</b>	-	-	164,81	-	60,29

### Розрахунок складу готової продукції

Таблиця 4.8 - Розрахунок складу готової продукції

Назва виробу	Виробництво за добу, т	Термін зберігання, діб	Підлягає зберіганню на складі, т	Площа зберігання на 1т, м <sup>2</sup>	Необхідна площа складу, м <sup>2</sup>
«Ноктюрн»	34,4	5	172,0	1,5	258,0
Площа експедиції					51,6
<b>Всього</b>					323,6

Площу експедиції приймають у розмірі 20 % від площі складу готової продукції, але не менше 36 м<sup>2</sup> – 50 м<sup>2</sup>.

$$258,0 \cdot 0,2 = 51,6 \text{ м}^2$$

Разом з тим в експедиції визначають підсобно-виробничі приміщення для: диспетчера - 4 м<sup>2</sup> на одного працівника; комірників готової продукції - 4 м<sup>2</sup> на одного працівника; вантажників - 6 м<sup>2</sup> на одного працівника.

Тому загальна площа складу для зберігання готової продукції та експедиції становить:

$$258,0 + 51,6 + 4 + 4 + 6 = 323,6 \text{ м}^2$$

#### 4.7 Підбір та розрахунок основного технологічного обладнання

Таблиця 4.9 - Розрахунок та підбір технологічного обладнання

Виробничий процес	Змінний виробіток, кг	Назва	Потужність обладнання кг/зміну	Габаритні розміри	Кількість	
					Розрахункова	Прийнята
Зберігання цукру	9019,51	Таканинний силос Trevira SPTFI021	54000	7700x4000	5,64	7
Зберігання полідекстрази	3865,53	Таканинний силос Trevira SPTFI021	54000	7700x4000	2,42	4
Просіювання цукру	9019,51	Просіювач «ПЦ-1600»	18400	1424x740x1965	0,49	1
Пластифікація масла	1288,45	Маслорізка МРМ	5750	1660x1200x1600	0,22	1
Уварювання сиропу	15649,59	Сироповарильна станція ШСА-1	20000	1000x2200	0,8	1
Збивання помадної маси	15492,38	Помадозбивальна машина ШАЕ -800	9200	3220x730x1445	1,7	2
Темперування помади	17682,12	Темперуюча машина TS-14	13800	3380x3475x2595	1,3	2
Формування готового виробу	17200	Формуючий агрегат Вінклер і Дюннебир	17200	6500x2650x1800	1,0	1
Пакування цукерок	17200,00	Горизонтальна пакувальна машина способом «флоу-пак» ALD 450X	20700	4020x820x1450	0,83	1

Отримані розрахунки будуть використовуватися для виконання креслення цеху з виробництва низькокалорійних помадних цукерок «Ноктюрні» та проведення розрахунку соціально-економічної ефективності виготовлення низькокалорійних помадних цукерок з частковою заміною цукру на полідекстразу.

## РОЗДІЛ 5

### Соціально-економічна ефективність виготовлення помадних цукерок з частковою заміною цукру на полідекстрозу

Метою магістерської роботи було дослідження можливості зниження калорійності помадних цукерок за рахунок часткової заміни цукру білого кристалічного полідекстрозою, які б можна рекомендувати як для дітей так і для дорослих, які переймаються питанням здорового, збалансованого харчування та контролюють масу тіла.

Отримані цукерки з полідекстрозою є «полегшеними», так як вона засвоюється аналогічно дієтичній клітковині, надає тривалу пребіотичну дію, не дає глікемічного навантаження, та має унікальні характеристики переносимості.

Головною метою обліку собівартості є встановлення ціни одиниці продукції, повне і достовірне визначення фактичних витрат, пов'язаних з виробництвом і збутом продукції, відповідно зменшення та контроль використання матеріальних, трудових і грошових ресурсів. Дані обліку витрат використовують для прийняття більш виважених рішень з питань ведення бізнесу, для аналізу виконання заданих показників, дослідження результатів діяльності підприємства. Саме тому необхідно здійснювати економічний аналіз, порівняння планових і звітних даних за складом і класифікацією витрат.

Ефективність підприємства залежить від рівня собівартості продукції та кон'юнктури ринку.

Собівартість продукції - виражені в грошовій формі сукупні витрати на підготовку і випуск продукції (робіт, послуг). Собівартість характеризує ефективність всього процесу виробництва на підприємстві, оскільки в ній відображаються рівень організації виробничого процесу, технічний рівень, продуктивність праці та ін. Чим краще працює підприємство, ефективно використовує виробничі ресурси, тим нижча собівартість продукції (робіт, послуг) [41].

При обчисленні собівартості продукції важливе значення має визначення складу витрат, які в неї включаються. Як відомо, витрати підприємства відшкодовуються за рахунок двох власних джерел: собівартості і прибутку. Тому питання про склад витрат, які включаються у собівартість, є питання їх розмежування між зазначеними джерелами відшкодування. Загальний принцип цього розмежування полягає в тому, що через собівартість повинні відшкодовуватися витрати підприємства, що забезпечують просте відтворення усіх факторів виробництва; предметів, засобів праці, робочої сили і природних ресурсів.

Важлива роль у забезпеченні оптимального рівня собівартості належить аналізу, головна мета якого - виявлення можливості раціональнішого використання виробничих

ресурсів, зменшення витрат на виробництво, реалізацію і забезпечення зростання прибутку. Для виробництва цукерок «Ноктюрн» існують всі умови для їх виготовлення, крім того на ці продукти передбачається великий попит.

*Стаття 1. Розрахунок витрат на сировину і матеріали*

Стаття «Сировина та матеріали» включає в себе: вартість сировини та основних матеріалів, які входять до складу продукції, що виготовляється; вартість допоміжних матеріалів, що використовуються при виготовленні продукції у виробничому процесі і пакування продукції (якщо пакування відповідно до встановленого технологічного процесу проводиться у процесі виробництва продукції (цехах) до здавання її на склад готової продукції.

Таблиця 5.1 - Розрахунок вартості сировини на виробництво 1000 кг цукерок «Ноктюрн»

Вид сировини	Одиниця виміру	Норми витрат на 1 т виробу	Ціна одиниці сировини, грн.	Сума, грн.
Цукор білий	кг	524,39	22,0	11 536,58
Полідекстроза	кг	224,74	82,0	18 424,68
Патока	кг	93,65	23,0	2 153,95
Какао-порошок	кг	44,95	88,0	3 955,60
Масло вершкове	кг	74,91	143,0	10 712,13
Коньяк	кг	7,49	260,0	1 947,40
Карбоксиметилцелюлоза	кг	0,38	105,0	39,90
<b>Разом витрат на сировину</b>				<b>39 770,24</b>
<b>Пакувальні матеріали</b>				
Поліпропіленова обгортка	кг	65	29,0	1885,00
Етикетка	кг	2,4	18,0	43,20
Гумована стрічка	кг	1,3	290,0	377,00
Короб*	кг	91	2,0	182,00
<b>Разом пакувальні матеріали</b>		-	-	<b>2487, 20</b>
Транспортно-заготівельні витрати				<b>2112,87</b>
<b>Всього по статті</b>				<b>44 370,31</b>

*Транспортно-заготівельні витрати на 1 т:*

$$(39770,24 + 2487,20) \cdot 0,05 = 2112,87$$

*Стаття 2. Розрахунок витрат на водопостачання та електроенергію на технологічні потреби*

Стаття включає в себе витрати на ресурси, що безпосередньо використовується в процесі виробництва продукції.

Таблиця 5.2 -Розрахунок витрат на водопостачання та електроенергію

№ п/п	Види палива	Норми витрат на 1 т. продукції	Ціна за одиницю, грн.	Вартість на 1 т. продукції, грн..
1.	Електроенергія	380	1,68	638,4
2.	Водозабезпечення	106,0	22,0	2332,0
	<b>Всього</b>			<b>2970,4</b>

### Стаття 3. Основна заробітна плата

Стаття "Основна заробітна плата" включає в себе витрати на виплату основної заробітної плати робітників, обчисленої згідно з прийнятими підприємством системами оплати праці, у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників, зайнятих виробництвом продукції.

Заробітна плата робітників, що приймають участь у виробництві відповідної продукції, безпосередньо відноситься на собівартість цієї продукції.

Погодинна форма оплати праці використовується при виробництві продукції на поточних лініях, ділянках при виконанні робіт по регламентованим режимом виробництва тощо. Фонд основної заробітної плати визначається, виходячи з прийнятих на підприємстві годинних тарифних ставок, розміщення робочих на лініях здійснюється відповідно технологічного процесу, при обліку кількості змін роботи обладнання і тривалості зміни. Тривалість даного зміни визначається технологічним процесом і встановлюється на рівні 12 годин [42].

Змінність роботи обладнання визначається технологією виробництва і обсягами виробництва продукції. Явочна чисельність робітників у зміну розраховується як добуток змінної чисельності та кількості змін на добу.

Таблиця 5.3- Розрахунок трудових витрат на виробництво 1 т продукції [31].

Професія	Кількість робітників на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Тривалість зміни, год.	Тарифний фонд заробітної плати за зміну, грн.
Оператор підготовки сировини	1	3	38,00	12	456,0
Оператор приготування напівфабрикату	1	4	38,00	12	456,0

Продовження таблиці 5.3- Розрахунок трудових витрат на виробництво 1 т продукції [31].

Професія	Кількість робітників на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Тривалість зміни, год.	Тарифний фонд заробітної плати за зміну, грн.
Оператор дозування компонентів	2	4	35,00	12	840,0
Оператор формувального агрегату	1	4	38,00	12	456,0
Працівник лінії	2	3	30,00	12	720,0
Майстер лінії	1	5	48,00	12	576,0
Укладальник-пакувальник	4	3	35,00	12	1680,0
Приймальник-здавальник продукції	1	3	30,00	12	360,0
Всього					<b>5544,00</b>

Витрати по заробітній платі (ЗП) на 1 т продукції складають [31].

$$S_3 = \frac{S_2}{N} \quad (5.1)$$

де N - норма виробітку продукції за зміну, т; τ зміни;

S<sub>2</sub> - витрати по ЗП на зміну, грн.

$$S_3 = 5544 / 17,2 = 322,33 \text{ грн.}$$

#### *Стаття 4. Розрахунок додаткової заробітної плати*

До додаткової заробітної плати відносяться виплати виробничому персоналу підприємства, нараховані за працю понад установлені норми, за трудові успіхи, і винахідливість і за особливі умови праці.

Вона включає доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені законодавством, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань, оплату відпусток і іншого невідпрацьованого часу [31].

Розмір доплат складає 95%

$$ДЗП = 322,33 \cdot 0,95 = 306,21 \text{ грн.}$$

$$\Sigma ЗП = 322,33 + 306,21 = 628,54 \text{ грн.}$$

#### *Стаття 5. Нарахування на заробітну плату*

Згідно законодавства єдиний соціальний внесок (єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування) становить 22 % від фонду оплати праці [31].

$$НЗП = 628,54 \cdot 0,22 = 138,28 \text{ грн.}$$

*Стаття 6. Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування*

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання відносяться тільки на ту продукцію, яка виготовляється на цьому обладнанні. Розподіл витрат на утримання і експлуатацію устаткування за видами продукції відбувається за допомогою бази розподілу (годин праці, заробітної плати, обсягу діяльності, ваги продукції в структурі виробництва), яка прийнята підприємством [31].

Для розрахунку витрат на утримання і експлуатацію обладнання їх розмір приймаємо на рівні 70% від суми основної заробітної плати робітників.

$$\text{УЕО} = 322,33 \cdot 0,7 = 225,63$$

*Стаття 7. Розрахунок загальновиробничих витрат*

Загальновиробничі витрати кожного цеху включаються до собівартості продукції, що виготовляється тільки цим цехом.

За відсутністю заводських даних загальновиробничі витрати можна приймати в розмірі 70% від основної заробітної плати робітників [30].

$$\text{ЗВ} = 322,33 \cdot 0,7 = 225,63$$

*Стаття 8. Розрахунок адміністративних витрат*

Адміністративні витрати включають загальні комерційні витрати на обслуговування та управління підприємством:

— витрати, пов'язані з управлінням підприємством (винагорода та витрати на матеріально-технічне забезпечення керівного персоналу підприємства, придбання літератури, оплата відряджень, участь у семінарах, придбання ліцензій тощо);

— витрати на утримання та обслуговування основних засобів та інших матеріальних основних фондів (вартість палива, енергоносіїв, оплата праці працівників служби, амортизаційні відрахування, витрати на пожежу та охорону тощо), які мають загальне призначення;

— витрати на утримання виробничого процесу;

— витрати, пов'язані з професійною підготовкою чи перепідготовкою працівників апарату управління;

— Інші витрати [30].

Розмір адміністративних витрат приймаємо в розмірі 10 % від виробничої собівартості.

$$\text{АВ} = 48\,558,79 \cdot 0,1 = 4855,88$$

*Стаття 9. Розрахунок витрат на збут*

Витрати, що входять до цієї статті калькуляції, безпосередньо відносяться на певний вид продукції. У разі неможливості їх визначення, вони можуть відноситися на кожен вид продукції у розмірі 9% від виробничої собівартості [31].

$$B_3 = 48\,558,79 \cdot 0,09 = 4370,29$$

Таблиця 5.4 – Планова калькуляція 1 т цукерок «Ноктюрн» на 2020 рік

№ п/п	Статті калькуляції	Витрати на 1т,грн.
1	Сировина та пакувальні матеріали	44 370,31
2	Електроенергія та водозабезпечення	2970,4
3	Основна заробітна плата	322,33
4	Додаткова заробітна плата	306,21
5	Нарахування на заробітну плату	138,28
6	Утримання та експлуатація устаткування	225,63
7	Загальновиробничі витрати	225,63
8	<b>Виробнича собівартість</b>	<b>48 558,79</b>
9	Адміністративні витрати	4855,88
10	Витрати на збут	4370,29
	<b>Повні витрати</b>	<b>57 784,96</b>

Відпускна ціна продукції підприємства включає: виробничу собівартість, визначені адміністративні витрати, витрати на збут, норму прибутку [31].

$$Ц = BC + Ba + B_3 + П \quad (5.2)$$

де:  $Ц$  — ціна;

$BC$  — виробнича собівартість продукції;

$Ba$  — адміністративні витрати;

$B_3$  — витрати на збут;

$П$  — сума прибутку;

$$Ц = 48\,558,79 + 4855,88 + 4370,29 + 5778,50 = 63563,46 \text{ грн.}$$

Суму прибутку визначають за формулою

$$П = \frac{P \times (BC + Ba + B_3)}{100} \quad (5.3)$$

де  $P$  — рівень рентабельності, що планується підприємством (або встановлюється законодавчо). Приймаємо 10%.

$$П = 10 \cdot 57\,784,96 / 100 = 5778,50$$

Витрати на 1 грн. продукції, грн.:

$$V_{1\text{грн}} = \text{Повні витрати} / Ц \quad (5.4)$$

$$V_{\text{грн}} = 57\,784,96 / 63563,46 = 0,91 \text{ грн}$$

Також враховується ПДВ. Ставка податку складає 20%

$$\text{ПДВ} = \text{Ц} \cdot 0,2 = 63563,46 \cdot 0,2 = 12\,712,69 \text{ грн}$$

Відпускна ціна підприємства складає

$$\text{ВЦ} = \text{Ц} + \text{ПДВ} = 63563,46 + 12\,712,69 = 76\,276,15 \text{ грн}$$

Відпускна ціна за 1 кг складає 76,28 грн.

При торгівельній націнці 15%

$$\text{ТЦ} = 76,28 \cdot 1,15 = 87,72 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.5 - Розрахунок відпускної ціни, грн. за 1 тону

№ п/п	Показники	Цукерки «Ноктюрн»
1.	Виробнича собівартість	48 558,79
2.	Адміністративні витрати	4855,88
3.	Витрати на збут	4370,29
4.	Повні витрати	57 784,96
5.	Рентабельність, %	10
6.	Прибуток	5778,50
7.	Відпускна ціна підприємства (ціна без ПДВ )	63563,46
8.	ПДВ (при ставці податку 20%)	12 712,69
9.	Відпускна ціна	76 276,15
10.	Відпускна ціна за 1 шт., грн.	76,28
11.	Торгівельна націнка, %	15
12.	Роздрібна ціна 1 кг виробу	87,72

**Висновок:** Під час виконання даної роботи були проведені розрахунки витрат , прибутку, витрати на одну гривню та ціни цукерок «Ноктюрн»

Здійснивши детальний аналіз вітчизняного ринку неглазурованих помадних цукерок було встановлено, що середня ціна на даний вид продукту становить 80 - 90 гривень / кг.

Згідно розрахунків роздрібна ціна низькокалорійних цукерок «Ноктюрн» складає 87,72 грн, що дає змогу вказати про високу конкурентоспроможність даних цукерок. Також слід зауважити, що помадні цукерки «Ноктюрн» є низькокалорійними, мають підвищену харчову цінність та є функціональним продуктом, так як здійснюють оздоровчу дію на організм людини.

## Загальні висновки

1. Аналіз стану виробництва кондитерської галузі показав, що неглазуровані помадні цукерки користуються великим попитом у споживачів, а враховуючи те, що у світі набирають популярності вироби зі статусом низькокалорійного та низькоглікемічного харчового продукту, доцільно шукати шляхи зниження цукровмісту кондитерських виробів.

2. Встановлено, що одним із шляхів зниження цукровмісту при виробництві помадних цукерок, де основним процесом утворення кристалічної структури виробів є самочинна кристалізація, може бути повна чи часткова заміна цукру на низькокалорійні цукрозамінники чи низькокалорійні наповнювачі.

3. Провівши детальний огляд літературних джерел було встановлено, що помадні цукерки мають великий попит серед населення. З метою розширення асортименту цього виду цукерок для різних груп споживачів, особливо для людей, що контролюють масу тіла та дотримуються збалансованого харчування, було доцільно проводити дослідження щодо можливості часткової заміни цукру білого кристалічного на інноваційне харчове волокно – полідекстрозу, в якості часткового заміника цукру в технології помадних цукерок, так як аналогів на вітчизняному та закордонному ринку виявлено не було.

4. Розроблено блок-схему досліджень та підібрані методики по визначенню якості сировини, напівфабрикатів та готових цукерок.

5. Встановлена оптимальна кількість полідекстрози та какао-порошку, а також гідромодуль карбоксиметилцелюлози для забезпечення найкращих органолептичних показників.

6. Визначені раціональні технологічні параметри процесів уварювання, помадоутворення, темперування, формування та вистоювання низькокалорійних помадних цукерок.

7. Встановлено, що раціональним способом формування низькокалорійних помадних цукерок «Ноктюрн» є метод відливання цукеркової помадної маси в силіконові форми.

8. Визначені сорбційні характеристики зразків цукерок з метою прогнозування їх поведінки в процесі зберігання.

9. Досліджено зміни зразків цукерок під час їх зберігання не пакованими та пакованими різними способами.

10. Розрахунковим шляхом встановлено, що калорійність розроблених цукерок знижується на 14 % в порівнянні з контрольним зразком, а показник глікемічності цукерок становить 43,4 од., що дозволяє позиціонувати їх, як солодощі з низьким показником глікемічності ( $ПГ < 55$  од.).

11. Розроблена рецептура та технологічна інструкція на низькокалорійні помадні цукерки «Ноктюрн». Вироби були представлені на дегустацію в ТК Асоціації «Укркондпром» та була затверджена нормативна документація на розроблений виріб.

12. При розрахунку соціально-економічної ефективності виготовлення низькокалорійних помадних цукерок «Ноктюрн» матимуть розрібну ціну 87,72 грн/кг, що дає змогу вказати про високу конкурентоспроможність даних цукерок. Також слід зауважити, що помадні цукерки «Ноктюрн» є низькокалорійними, мають підвищену харчову цінність та є функціональним продуктом, так як здійснюють оздоровчу дію на організм людини.

## Список використаної літератури

1. Румянцева, В.В. Технология кондитерского производства: / В.В. Румянцева. – Орел: Орел ГТУ, 2009. –141 с.
2. Полумбрик М.О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини : підруч./ М.О. Полумбрик .-К.:Академперіодика,2011.-486 с
3. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів:лабораторний практикум/ А.М. Дорохович, Ковбаса В.М. – К: Інкос,2015.- 632 с.
4. Хейкер Д.М., Зевин Л.С. Рентгеновская дифрактометрия / Д.М. Хейкер, Л.С. Зевин – М.:«Мир», 1985 г.- 365 с./Рамазанова Г.М Исследование структуры кристаллов рентгеновскими лучами / Открытый урок. Режим доступа: <http://xn--i1abbnckbmcl9fb.xn1ai/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/417892/>
5. Грег, С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Грег, К. Синг. – М.: Мир, 1984. – 306 с./ Дубинин, М.М. Адсорбция и пористость / М.М. Дубинин – М.: Наука, 1976. –360 с.
6. Конфеты / М. М. Истомина, Т. А. Соколовская, М. А. Талейсник и др. — М. : Пищ. пром-сть, 1979. — 293 с.
7. Pat. № 313, 940 United States, Int. Cl A23L 1/00; REDUCED POLYDEXTROSE. G. Wayne Borden; Raymond C. Glowaky; Russell J. Hausman; Constantine Sklavounos; Harry O. Tobiassen; Assignee: Cultor Food Science, Cultor, Ltd. № US005601863A4; Filed: Sep. 28, 1994; Date of Patent: Feb. 11, 1997. - 9p.
8. Олейникова А.Я. Проектирование кондитерских предприятий: учебник для студентов высших учебных заведений обучающихся по специальности «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий» / А.Я. Олейникова, Г.О. Магомедов –2-е изд.,разшир. и дополн.- СПб.: ГИОРД, 2005.-412с
9. Torrico Damir D., Tam Jennifer, Fuentes Sigfredo, Gonzalez Viejo Claudia, Dunshea Frank R. D-Tagatose as a Sucrose Substitute and Its Effect on the Physico-Chemical Properties and Acceptability of Strawberry-Flavored Yogurt. Foods.2019.№ 8. P.1-18. DOI:10.3390/foods80702561
10. Di Monaco Rossella, Miele Nicoletta Antonella, K Cabisida Erliza, Cavella Silvana. Strategies to reduce sugars in food. Current Opinion in Food Science. 2018. № 19. P. 92-97. DOI.org/10.1016/j.cofs.2018.03.008
11. Мир продуктов октябрь 2019. Перспективы использования полидекстрозы в технологии помадных конфет; Е.А. Кохан, доцент, О.С. Онофрийчук, аспирант, М.А. Польских, магистрант,Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина

12. Дорохович А.М. Цукри, оцінка їх якості та використання при виробництві кондитерських виробів спеціального призначення/ А.М. Дорохович, О.О. Кохан// Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: Міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного Університету харчових технологій. – К.: НУХТ, 2014. – с.

13. Можливості зниження калорійності помадних цукерок за рахунок використання полідекстрази О.С. Онофрійчук, М.А. Польських, Л.О. Опалінська, О.О. Кохан; НУХТ, Київ, Україна

14. Пищевые ингредиенты XXI века. Полидекстроза – многофункциональный углевод для создания низкокалорийных и обогащенных продуктов. Обзор свойств на прмере Litesse® - ингредиента Danisco Sweeteners. О.Г. Шубина

15. Підвищення якості двошарового мармеладу з використанням крохмальних сиропів Корж А.А., Григоренко О.В. Таврійський державний агротехнологічний університет

16. Регулирование качества желеиногo мармелада с измененным углеводным составом. Е.Г. Иоргачева, К.В. Аветисян. Восточно-Европейский журнал передовых технологий ISSN 1729-3774

17. Технологія жельованих десертів з підвищеною харчовою цінністю. Антоненко А.В., Бобось О.Л., Михайлик В.С. Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education 2016

18. Якість та безпечність соусів підвищеної харчової цінності. А.Антоненко. Проблеми безпечності товарів. 2014р. / Режим доступу: <http://tr.knute.edu.ua/files/2014/17/20.pdf> .

19. Полидекстроза Применение и рекомендуемые количества для введения в продукты ООО «ВИРУД РУС» | [www.foodingredients.ru](http://www.foodingredients.ru) | Режим доступу : <https://wirud.ru/wp-content/uploads/2017/10/article-polydextrose.pdf>

20. Юрчак В. Г. Методи оптимізації процесів виробництва борошняних, кондитерських виробів та харчо концентратів. Методичні рекомендації до вивчення дисципліни та виконання контрольної роботи для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології»/ Віра Гаврилівна Юрчак. – Київ: НУХТ, 2019. – 23 с.

21. Методичні рекомендації до виконання магістерської роботи для студентів спеціальності 181 «Харчові технології», спеціалізації «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів» денної та заочної форми навчання/ В.І. Дробот, А.М. Дорохович, В.М. Ковбаса, В.Г. Юрчак, А.М. Куц. –К.: НУХТ, 2016. – 40 с.

22. Технологічні інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва, по виробництву цукерок, ірису та шоколаду – К: ЗАТ «Укркондитер», 1997р. – 385с.

23. Гавва, О. О. Удосконалення технологій неглазурованих цукерок з метою подовження терміну їх зберігання : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / НУХТ. - К., 2006. - 20 с.

24. Нутриціологія, дієтологія, проблеми харчування. Використання полідекстрази як функціонального інгредієнту для розробки кисломолочного продукту. Гойко І.Ю., Студзінська М. О., НУХТ., м.Київ

25. Цукерки. Загальні технічні умови: ДСТУ 4135-2014. – [Чинний від 2015 – 01 – 01]. – К. : Держстандарт України, 2015. – 24 с. – (Національний стандарт України)

26. Цукор білий кристалічний. Технічні умови. ДСТУ 4623-2006. – [Чинний від 29.06.2006]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 18 с. – (Національний стандарт України).

27. Патока крохмальна. Технічні умови. ДСТУ 4498:2005. – [Чинний від 28.12.2005]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 12 с. – (Національний стандарт України).

28. Масло вершкове. Технічні умови. ДСТУ 4399:2005 – [Чинний від 2006 – 07– 01]. – К. : Держстандарт України, 2006. – 15 с. – (Національний стандарт України)

29. Какао-порошок. Загальні технічні умови. ДСТУ 4391:2005. – [Чинний від 14. 04. 2005]. – К: Держстандарт України, 2006. – 3 с. – (Національний стандарт України).

30. Коньяки України. Технічні умови. ДСТУ 4700:2006. – [Чинний від 17.10. 2007]. – К.: Держстандарт України, 2007. – 3 с. - (Національний стандарт України).

31. Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Розрахунок собівартості продукції на підприємствах хлібопекарської промисловості» для студентів спеціальності 6.091701 денної та заочної форми навчання/ Т.Л Мостенська , М.П. Сичевський, Т.В. Рибачук-Ярова, Т.М. Крупська.-К.: НУХТ,2008. – 25с.

32. Nenan Tailijie Biotech Co.,Ltd !. Polydextrose [Електронний ресурс] / Nenan Tailijie Biotech Co.,Ltd ! – Режим доступу до ресурсу: <https://www.tailijie.net/products/Polydextrose.html>.

33. Ингредиенты для пищевой промышленности ООО "АРОМА ФУД". Полидекстроза - пребиотик, растворимые пищевые волокна. [Електронний ресурс] / Ингредиенты для пищевой промышленности ООО "АРОМА ФУД" // 2003-2021 – Режим доступу до ресурсу: <http://aromafood.ru/shop/folder/prebiotik>.

34. Применение полидекстрозы для обогащения сахарного печенья [Электронный ресурс] // «Московский государственный университет пищевых производств» – Режим доступа до ресурсу: <https://refdb.ru/look/2299805-p2.html>.

35. Цукор: користь і шкода, склад, скільки цукру можна вживати в день. [Электронный ресурс] // Woman`s World / Жіночий журнал. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://w2w.com.ua/cykor-korist-i-shkoda-sklad-skilki-cykry-mojna-vjivati-v-den/>.

36. Глюкоза, фруктоза, цукор пісок і інвертний цукор [Электронный ресурс] // Baker group.. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://uk.baker-group.net/raw-materials-and-semi-finished-products/raw-materials-and-ingredients/7999-glucose-fructose-sugar-and-invert-sugar-ck.html>.

37. Користь і лікувальні властивості какао [Электронный ресурс] // Ukrainian Women's Magazine. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <http://uwm.com.ua/node/2474>.

38. 8 ЛІКУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНЬЯКУ [Электронный ресурс] // Центр Сімейної Медицини. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.centrmed.com/info/blog/37178/>.

39. E466 – Карбоксиметилцеллюлоза [Электронный ресурс] // Добавкам.нет. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://dobavkam.net/additives/e466>.

40. Скурихина И.М. и проф., д-ра мед. наук Волгарева М.Н. — 2-е изд., перераб. и доп. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро - и микро - элементов, органических кислот и углеводов [Электронный ресурс] / Скурихина И.М. и проф., д-ра мед. наук Волгарева М.Н. — 2-е изд., перераб. и доп // Агропромиздат. – 1987. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.twirpx.com/file/37396/>.

41. Собівартість продукції [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.

42. Форми та системи оплати праці [Электронный ресурс] // Вороная Наталія, податкові експерти Білова Наталя, Чернишова Наталія. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <https://i.factor.ua/ukr/journals/nibu/2016/june/issue-50/article-18968.html>.

## **Додатки**

ПОГОДЖЕНО:

Голова СГДК



О.В. Балдинюк

«12» грудня 2019 р

РЕЦЕПТУРА

---

**ЦУКЕРКИ ПОМАДНІ «НОКТЮРН»**

ДСТУ 4135

РЦ 18 Україна 36858620 - 139 - К -2019

---

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі Асоціації «УКРКОНДПРОМ»


Протокол № 4 від «12» грудня 2019 р.

Термін введення з «12» грудня 2019 р.

Виробляється відповідно до Технологічної інструкції «Технологічна інструкція по виробництву помадних цукерок «Ноктюрн» (ТІ 18 Україна 36858620- 10 -2019)

Розроблено **Національним університетом харчових технологій**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
**Ректор НУХТ**  
  
\_\_\_\_\_ **А.І.Українець**  
\_\_\_\_\_ 2019 р

**ПОГОДЖЕНО:**  
**Голова СГДК**  
  
\_\_\_\_\_ **О.В. Балдинюк**  
\_\_\_\_\_ «12» грудня 2019 р.

## ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

по виробництву  
цукерок помадних “Ноктюрн”

ТІ 18 Україна 36858620- *10* -2019

Рекомендована до затвердження Спеціалізованою галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі Асоціації «УКРКОНДПРОМ»

Протокол № *7* від « 12 » грудня 2019 р.

Термін введення з « 12 » грудня 2019 р.

Розроблена спеціалістами Національного університету харчових технологій. Ця технологічна інструкція не може бути використана іншими підприємствами без дозволу розробника.

Розроблено **Національним університетом харчових технологій**

Патент України на корисну модель



(11) **143084**

(19) **UA**

(51) МПК (2020.01)  
**A23G 3/00**

---

(21) Номер заявки: **u 2020 00539** (72) Винахідники:  
(22) Дата подання заявки: **29.01.2020**  
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.07.2020**  
(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.07.2020, Бюл. № 13**

(73) Власник:

---

(54) Назва корисної моделі:

**ПОМАДНА МАСА ЗІ ЗНИЖЕНОЮ КАЛОРІЙНІСТЮ**

---

(57) Формула корисної моделі:

Помадна маса зі зниженою калорійністю, що складається із цукру білого кристалічного і патоки крохмальної, яка **відрізняється** тим, що додатково введено полідекстрозу, вологоутримуючий агент, жировий компонент та какао-порошок, у такому співвідношенні компонентів, мас. %:

цукор білий кристалічний	52,0-65,0
полідекстроза	14,0-24,0
патока крохмальна	8,0-11,0
какао-порошок	3,25-7,75
жировий компонент	2,0-12,0
вологоутримуючий агент	0,25-0,75.

**Розрахунок оптимізації процесу виробництва низькокалорійних помадних цукерок «Ноктюрн»**

Кількість рівнів = 2 Кількість факторів = 3

Кількість повторів = 2

Розраховано  
06.11.2020**Отримані результати:**

Критерій Кохрена (розр) = 0,6667

Критерій Кохрена (табл) = 0,9985

Дисперсія однорідна, оскільки  $Gt > Gr$ 

Усереднена дисперсія = 0,0002

Рівняння регресії:  $Y = 0,9212 + (-0,045 * X1) + (0,0162 * X2) + (0,02 * X3)$ 

Критерій Стюдента (табл) = 2,31

Критерій Стюдента (розр.): 9

**фактор суттєвий**

Середньокв. відхилення = 0,005

3,24

**фактор суттєвий**

Дисперсія адекватності = 0,0006

4

**фактор суттєвий**

Критерій Фішера (табл) = 3,01

Критерій Фішера (розр) = 3

Оскільки  $Fp < Ft$ , рівняння адекватне

	X1	X2	X3	Y1	Y2
№1	+1	+1	+1	0,92	0,92
№2	+1	-1	+1	0,9	0,89
№3	-1	+1	+1	0,99	1,0
№4	-1	-1	+1	0,96	0,95
№5	+1	+1	-1	0,85	0,87
№6	+1	-1	-1	0,85	0,81
№7	-1	+1	-1	0,97	0,98
№8	-1	-1	-1	0,95	0,93

**Розрахунок програми крутого сходження**

	X1	X2	X3
Нульовий рівень	30	6	120
Інтервал варіювання	5	2	4

**X3** приймається за базовий фактор, оскільки для нього добуток коефіцієнта регресії на інтервал варіювання максимальний: **0,04**

Крок крутого сходження для базового фактора = 0,4

**Програма крутого сходження**

	X1	X2	X3
№9	29	6,4	120,5
№10	28	6,8	121
№11	27	7,2	121,5
№12	26	7,6	122
№13	25	8	122,5



# ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИДЕКСТРОЗЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПОМАДНЫХ КОНФЕТ

## Снижение калорийности кондитерских изделий

Проблема снижения калорийности пищевых продуктов остается в современном мире очень актуальной и насущной. Сегодня в питании потребителя доминирующей является тенденция к потреблению низкокалорийных пищевых продуктов, поскольку избыточный вес тела, ожирение и связанные с ними заболевания встречаются все чаще, что связано с гиподинамическим способом жизни современных людей

**Т**акие сахаросодержащие продукты как кондитерские изделия, а именно конфеты, характеризуются как источник большого количества легкоусвояемых углеводов, и отнести их к группе низкокалорийных продуктов не приходится. Потребление кондитерских изделий является пищевой привычкой для многих потребителей и источником положительных эмоций одновременно. Учитывая это обстоятельство, возникает необходимость поиска новых видов сырья для замены в рецептурах кондитерских изделий высококалорийных традиционных углеводов. Многочисленные исследования последних десятилетий показывают огромную роль пищевых волокон в питании человека, что сделало их весьма перспективными ингредиентами для использования в рецептурах различных пищевых продуктов. К группе пищевых волокон относятся в основном вещества углеводной природы - резистентные полисахариды и олигосахариды. Предметом наших исследований выступает одно из таких веществ - полидекстроза.

Полидекстроза (PDX, E1200) была разработана как низкокалорийный наполнитель для замены в рецептурах пищевых продуктов жира, сахара или крахмала. Ее получают термической полимеризацией глюкозы с использованием сорбита (10%) и органической кислоты, такой как лимонная кислота (1%), в качестве катализатора. Полидекстроза представляет собой сложную разветвленную молекулу и содержит широкий спектр гликозидных связей, которые, следовательно, устойчивы к гидролизу. Все возможные гликозидные связи присутствуют, причем преобладают 1,6. Молекула полидекстрозы имеет средний молекулярный вес 2000 [1].

Сегодня полидекстроза завоевала огромную популярность во всем мире. Она разрешена к употреблению в 20 странах. Полидекстроза содержит около 90% пищевых волокон, следовательно, имеет очень низкий гликемический индекс. Ее калорийность составляет около 1 ккал/г, что составляет 25% калорийности традиционного для производства кондитерских

изделий сахара белого кристаллического. Таким образом, использование полидекстрозы позволяет существенно уменьшить энергетическую ценность изделий с ней. Полидекстроза, подобно другим олигосахаридам, при ее потреблении не вызывает кариеса, практически не приводит к росту уровня глюкозы крови, имеет пребиотический эффект [2]. Клинические исследования по ее влиянию на желудочно-кишечную толерантность показали, что полидекстроза хорошо переносится, поскольку обладает высокой молекулярной массой, низким осмотическим потенциалом и низкой скоростью ферментации. Было продемонстрировано, что ее средний слабительный порог составляет 90 г / сутки, и допускается однократная доза в размере 50 г. Недавние публикации подтверждают идею о том, что применение полидекстрозы может снизить порцию пищи, возможно, за счет усиления чувства сытости при употреблении пищевого продукта, имеющего в составе это инновационное пищевое волокно [3].

Все перечисленные выше физиологические свойства полидекстрозы обуславливают широкое ее использование в различных пищевых продуктах сниженной калорийности. Известно успешное использование полидекстрозы при производстве низкокалорийного шоколада, карамели, мармеладных изделий, различных групп мучных кондитерских изделий. Она используется, главным образом, в качестве заменителя сахарозы в качестве несладкого наполнителя, обеспечивая при этом сохранение текстуры и структуры продукта, характерной для традиционного. Является источником сухих веществ для продуктов, что производятся с низким содержанием сахара. Полидекстроза используется в качестве увлажнителя для продления свежести хлебобулочных изделий и зерновых батончиков, а также и для снижения температуры замерзания в замороженных молочных десертах. Этот наполнитель используется в начинках для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий из-за его стабильности и хорошей влагоудерживающей способности, что позволяет предотвратить или значительно уменьшить миграцию влаги из начинки в выпеченную заготовку. Его так же можно использовать в твердых и жевательных конфетах с низким содержанием сахара, глазури, топпингах и других пищевых продуктах, за счет чего возможно снижение количества модифицированного пищевого крахмала, муки, сахара, что способствует снижению гликемической нагрузки таких продуктов на организм потребителя. Полидекстроза является миметиком жиров и это ее свойство используется при производстве мороженого, мучных кондитерских изделий со сниженным содержанием жира [4].

Учитывая такую многофункциональность полидекстрозы в технологическом аспекте в совокупности с функциональными свойствами делают ее перспективным ингредиентом и для различных групп пищевых продуктов, в частности кондитерских изделий.

Научный интерес представляет исследование возможности применения полидекстрозы при производстве помадных конфет, в которых основным ингредиентом выступает сахароза, выполняющая роль не только вкусового компонента, как носителя сладкого вкуса, но и непосредственно являющаяся основным структурообразователем этого вида конфет. Помадные конфеты пользуются большой популярностью у потребителей за счет сочетания высоких органолептических свойств и доступной цены. Основой конфетной массы является помадная масса, которая имеет мелкокристаллическую структуру, полученную при кристаллизации сахарозы из помадного сиропа при определенных условиях, созданных на стадии помадообразования. Учитывая тот фактор, что кристаллизация сахарозы возможна лишь из пересыщенных растворов, было интересно исследовать возможность частичной замены сахарозы

на полидекстрозу. Для выяснения это нами была проведена серия исследований по определению влияния различного количества полидекстрозы, вносимого на замену рецептурного количества сахара, на процесс кристаллизации сахарозы при производстве помадных конфет. В наших исследованиях, в рецептуре помадных конфет на основе сахарной помады заменяли часть сахара белого кристаллического на полидекстрозу в количествах от 5 до 30% к рецептурному количеству сахара с пересчетом по сухим веществам. Исследовали ее влияние на процесс кристаллизации полуфабриката – помады из помадного сиропа и на процесс структурообразования корпусов помадных конфет в формах. Внесение полидекстрозы предусматривалось на стадии приготовления рецептурной смеси, а так как полидекстроза очень хорошо растворяется (при температуре 20оС растворимость составляет 80%), этот способ не требует дополнительных технологических мероприятий по ее внесению в состав изделия. Была установлена возможность максимальной замены 25% сахара белого кристаллического полидекстрозой без ухудшения консистенции помадных конфет с сохранением мелкокристаллической структуры, свойственной классической сахарной помаде. При увеличении дозировки полидекстрозы более 25% наблюдалось отсутствие процесса кристаллизации помадной массы. Это возможно объяснить тем, что раствор полидекстрозы имеет более высокую вязкость, чем раствор сахарозы и раствор патоки, глюкозного сиропа при аналогичных концентрациях, а повышение вязкости системы будет препятствовать процессу кристаллизации сахарозы с раствора. Также была установлена необходимость корректировки режима уваривания помадного сиропа, так как с увеличением доли полидекстрозы нужно было увеличивать температуру уваривания сиропа, что, опять же, связано с высокой растворимостью самой полидекстрозы. И для того чтобы получить пересыщенный раствор, необходимо проводить уваривание до больших температур. Изучение влияния полидекстрозы на процесс структурообразования корпусов в формах показал, что существенной разницы в режимах формирования корпуса с контрольным образцом не наблюдалось, лишь незначительно увеличивалась длительность структурообразования корпусов с дозировкой полидекстрозы более 20%. Так же, было определено положительное влияние полидекстрозы на сохранность свежести образцов помадных конфет в сравнении с контрольным образцом, который очень быстро терял влагу, и за счет этого снижалось качество изделий, в первую очередь консистенция массы – она становилась грубокристаллической и твердой. В образцах с полидекстрозой удаление влаги с изделий происходило не так интенсивно, как в контрольном образце.

Таким образом, установлена возможность изготовления помадных конфет традиционной консистенции, но с пониженной калорийностью, увеличенным сроком хранения и повышенной физиологической ценностью за счет использования популярного ныне наполнителя – полидекстрозы.

*Е.А. Кохан, доцент, О.С. Онофрийчук, аспирант,  
М.А. Польских, магистрант,  
Национальный университет пищевых технологий,  
Киев, Украина*

#### Список использованной литературы:

1. Confectionery Science and Technology / Hartel, Richard W., von Elbe, Joachim H., Hofberger, Randy © Springer International Publishing AG, 2018 – p.536.
2. The influence of ingredients on product stability and shelf life /N.W.G. Young, G.R. O'Sullivan Food and Beverage Stability and Shelf Life, 2011
3. Health Benefits of Prebiotic Fibers /Diederick Meyer // Advances in Food and Nutrition Research, 2015.
4. Carbohydrate Nutrition, Dietary Fiber, Bulking Agents, and Fat Mimetics James N. BeMiller, Carbohydrate Chemistry for Food Scientists (Third Edition), 2019.

Міністерство освіти і науки України  
24-та секція за фаховим напрямом  
«Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології»  
Наукової ради Міністерства освіти і науки України  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

---



**VIII МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**"Наукові проблеми харчових технологій та  
промислової біотехнології в контексті  
євроінтеграції"**

**ПРОГРАМА ТА ТЕЗИ МАТЕРІАЛІВ**

*5-6 листопада 2019 р.*

**Присвячена 135-річчю  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**КИЇВ НУХТ 2019**

## 19. МОЖЛИВОСТІ ЗНИЖЕННЯ КАЛОРИЙНОСТІ ПОМАДНИХ ЦУКЕРОК ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІДЕКСТРОЗИ

О.С.Онофрійчук, М.А. Польський, Л.О. Опалівська, О.О. Котан

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Проблема зниження калорійності харчових продуктів залишається в сучасному світі конче актуальною та нагальною. Сьогодні в харчуванні домінуючою стає тенденція до споживання низькокалорійних харчових продуктів, оскільки надлишкова вага тіла, ожиріння та пов'язані з ними захворювання зустрічаються все частіше. Такі цукровмісні продукти як кондитерські вироби, а саме цукерки, характеризуються як джерело великої кількості легкозасвоєваних вуглеводів. Ця обставина обумовлює необхідність пошуку нових видів сировини для заміни в рецептурах виробів висококалорійних традиційних вуглеводів. Дослідження показують величезну роль харчових волокон в харчуванні людини, зробили їх вельми перспективними інгредієнтами для використання в рецептурах різноманітних продуктів. До групи харчових волокон відносяться в основному речовини вуглеводної природи – резистентні полісахариди та олігосахариди. Предметом наших досліджень виступає одна із таких речовин – це полідекстроза. Полідекстроза (E 1200) - інноваційне харчове волокно, що отримують шляхом синтезу з глюкози або глюкози з додаванням сорбіту (10%) і лимонної кислоти (1%) [1]. Сьогодні полідекстроза завоювала величезну популярність у всьому світі. Вона дозволена до вживання у 20 країнах. Використання полідекстрози дозволяє істотно зменшити енергетичну цінність виробів. Калорійність полідекстрози становить 1 ккал/г, що складає 25 % калорійності традиційного для виробництва кондитерських виробів цукру білого кристалічного. Полідекстроза, подібно до інших олігосахаридів, при її споживанні не викликає карієсу, практично не призводить до росту рівня глюкози крові, має пребіотичний ефект [1]. Всі ці властивості зумовлюють

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

---

86

**Міжнародна наукова  
конференція молодих  
учених, аспірантів і  
студентів**

**"Наукові здобутки  
молоді – вирішенню  
проблем харчування  
людства у ХХІ  
столітті"**

**2–3 квітня 2020 р.**

**Частина 1**

---

**Київ НУХТ 2020**

## **Застосування полідекстрази в технології неглазурованих помадних цукерок**

**Марія Польських, Лілія Опалівська, Оксана Онофрійчук**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** В сучасному харчуванні людства домінуючою стає тенденція до споживання низькокалорійних харчових продуктів, оскільки надлишкова вага тіла, ожиріння та пов'язані з ними супутні захворювання зустрічаються все частіше. Такі цукровмісні продукти як кондитерські вироби, а саме цукерки, характеризуються як джерело великої кількості легкозасвоюваних вуглеводів. Ця обставина обумовлює необхідність пошуку нових видів сировини для заміни в рецептурах виробів висококалорійних традиційних вуглеводів.

**Матеріали і методи.** Матеріалом для дослідження стало низькокалорійне інноваційне волокно - полідекстроза, що зараз широко використовується в технології харчової продукції зниженої калорійності; неглазуровані помадні цукерки з частковою заміною сахарози на полідекстрозу. Для дослідження якості напівфабрикатів та готових виробів використовувати загальноприйняті органолептичні та фізико-хімічні методи.

**Результати.** Перспектива дослідження можливості використання полідекстрази в технології помадних цукерок обумовлена фізіологічними властивостями цього інноваційного волокна. Калорійність полідекстрази становить 1 ккал/г, що складає 25 % калорійності традиційного для виробництва кондитерських виробів цукру білого кристалічного. Полідекстроза, подібно до інших олігосахаридів, при її споживанні не викликає карієсу, практично не призводить до росту рівня глюкози крові, має пребіотичний ефект [1]. Відомий успішний досвід її використання в виробництві борошняних кондитерських виробів, шоколаду та цукристих виробів драгледоподібної консистенції (мармеладу, желейних цукерок). В технології ж помадних цукерок про застосування полідекстрази не знайдено інформації з літературних джерел. Враховуючи той факт, що отримання помадної маси відбувається шляхом самочинної кристалізації сахарози з помадного розчину, було вирішено провести серію досліджень по заміні частини цукру в рецептурі помадних цукерок на полідекстрозу з встановленням можливості зникнення їх калорійності зі збереженням дрібнокристалічної структури виробів.

рецептурі помадних цукерок замінювали частину цукру білого кристалічного на полідекстрозу в кількостях від 5 до 25% до рецептурної кількості цукру з перерахунком на сухі речовини. Була встановлена можливість максимальної заміни 20% цукру полідекстрозою без погіршення консистенції помадних цукерок, зразки свіжевиготовлених виробів мали дрібнокристалічну структуру. При збільшенні дозування полідекстрази спостерігалася відсутність процесу кристалізації помадної маси. Також була встановлена необхідність корегування режиму уварювання помадного сиропу, так як зі збільшенням частки полідекстрази потрібно було збільшувати температуру уварювання сиропу. Також встановлено позитивний вплив полідекстрази на гальмування процесу черствіння помадних цукерок з нею в порівнянні з контрольним зразком.

**Висновки.** Встановлено можливість виготовлення помадних цукерок традиційної консистенції, але зі зниженою калорійністю, за рахунок використання полідекстрази.

### **Література**

Confectionery Science and Technology / Hartel, Richard W., von Elbe, Joachim H., Hofberger, Randy- © Springer International Publishing AG, 2018 – p.536.



**საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია**  
**INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE**  
**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**



**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF GEORGIA**



**SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION OF GEORGIA -  
GRANT FR 17\_353**



**AKAKI TSERETELI STATE UNIVERSITY**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE**

**ACTUAL PROBLEMS AND MODERN TECHNOLOGIES OF  
FOOD PRODUCTS PRODUCTION**

**COLLECTION OF WORKS**

**KUTAISI**  
**2020**  
**20-21 February**

# Разработка низкокалорийных помадных конфет с использованием полидекстрозы

Онофрийчук О. С., Кохан Е. А., Польских М. А.

Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина

*В статье рассмотрена возможность снижения калорийности кондитерских изделий, в частности помадных конфет, за счет снижения содержания в них сахара. Особое внимание уделено характеристике пищевого волокна – полидекстрозы, приводятся ее технологические и физиологические свойства. Обобщается практический опыт использования полидекстрозы при производстве низкокалорийных кондитерских изделий. Показаны результаты исследования возможности частичной замены сахара на полидекстрозу при производстве помадных конфет.*

Снижение калорийности пищевых продуктов остается в современном мире является очень актуальным направлением. Сегодня в питании потребителя доминирующей является тенденция к потреблению низкокалорийных пищевых продуктов, поскольку избыточный вес тела, ожирение и связанные с ними заболевания встречаются все чаще, что связано с гиподинамическим способом жизни современных людей. Такие сахаросодержащие продукты как кондитерские изделия, а именно конфеты, характеризуются как источник большого количества легкоусвояемых углеводов,

отнести их к группе низкокалорийных продуктов не приходится. Потребление кондитерских изделий является пищевой привычкой для многих потребителей и источником положительных эмоций одновременно. Учитывая это обстоятельство, возникает необходимость поиска новых видов сырья для замены в рецептурах кондитерских изделий высококалорийных традиционных углеводов. Многочисленные исследования последних десятилетий показывают огромную роль пищевых волокон в питании человека, что сделало их весьма перспективными ингредиентами для

использования в рецептурах различных пищевых продуктов. К группе пищевых волокон относятся в основном вещества углеводной природы - резистентные полисахариды и олигосахариды. Предметом наших исследований выступает одно из таких веществ – полидекстроза.

Полидекстроза (PDX, E1200) была разработана как низкокалорийный наполнитель для замены в рецептурах пищевых продуктов жира, сахара или крахмала. Ее получают термической полимеризацией глюкозы с использованием сорбита (10 %) и органической кислоты, такой как лимонная кислота (1%), в качестве катализатора. Полидекстроза представляет собой сложную разветвленную молекулу и содержит широкий спектр

гликозидных связей, которые, следовательно, устойчивы к гидролизу. Все возможные гликозидные связи присутствуют, причем преобладают 1,6. Молекула полидекстрозы имеет средний молекулярный вес 2000 [1].

Сегодня полидекстроза завоевала огромную популярность во всем мире. Она разрешена к употреблению в 20 странах. Полидекстроза содержит около 90% пищевых волокон, следовательно, имеет очень низкий гликемический индекс. Ее калорийность составляет около 1 ккал/г, что составляет 25% калорийности традиционного для производства кондитерских изделий сахара белого кристаллического. Таким образом, использование полидекстрозы позволяет существенно уменьшить энергетическую ценность изделий с ней. Полидекстроза, подобно другим олигосахаридам, при ее потреблении не вызывает кариеса, практически не приводит к росту уровня глюкозы крови, имеет пребиотический эффект [2]. Клинические исследования по ее влиянию на желудочно-кишечную толерантность показали, что полидекстроза хорошо переносится, поскольку обладает высокой молекулярной массой, низким осмотическим потенциалом и низкой скоростью ферментации. Было продемонстрировано, что ее средний слабительный порог составляет 90 г / день, и допускается однократная доза в размере 50 г. Недавние публикации подтверждают идею о том, что применение полидекстрозы может снизить порцию пищи, возможно, за счет усиления чувства сытости при употреблении пищевого продукта, имеющего в составе это инновационное пищевое волокно [3].

Все перечисленные выше физиологические свойства полидекстрозы обуславливают широкое ее использование в различных пищевых продуктах сниженной калорийности. Известно успешное использование полидекстрозы при производстве низкокалорийного шоколада, карамели, мармеладных изделий, различных групп мучных кондитерских изделий. Она используется, главным образом, в качестве заменителя сахарозы в качестве несладкого наполнителя, обеспечивая при этом сохранение текстуры и структуры продукта, характерной для традиционного. Является источником сухих веществ для продуктов, что производятся с низким содержанием сахара. Полидекстроза используется в качестве увлажнителя для продления свежести хлебобулочных изделий и зерновых батончиков, а так же и для снижения температуры замерзания в замороженных молочных десертах. Этот наполнитель используется в начинках для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий из-за его стабильности и хорошей влагоудерживающей способности, что позволяет предотвратить или значительно уменьшить миграцию влаги из начинки в выпеченную заготовку. Его так же можно использовать в твердых и жевательных конфетах с низким содержанием сахара, глазурах, топпингах и других пищевых продуктах, за счет чего возможно снижение количества модифицированного

пищевого крахмала, муки, сахара, что способствует снижению гликемической нагрузки таких продуктов на организм потребителя. Полидекстроза является миметиком жиров и это ее свойство используется при производстве мороженого, мучных кондитерских изделий со сниженным содержанием жира [4].

Учитывая такую многофункциональность полидекстрозы в технологическом аспекте в совокупности с функциональными свойствами делают ее перспективным ингредиентом и для различных групп пищевых продуктов, в частности кондитерских изделий.

Научный интерес представляет исследование возможности применения полидекстрозы при производстве помадных конфет, в которых основным ингредиентом выступает сахароза, выполняющая роль не только вкусового компонента, как носителя сладкого вкуса, но и непосредственно являющаяся основным структурообразователем этого вида конфет. Помадные конфеты пользуются большой популярностью у потребителей за счет сочетания высоких органолептических свойств и доступной цены. Основой конфетной массы является помадная масса, которая имеет мелкокристаллическую структуру, полученную при кристаллизации сахарозы из помадного сиропа при определенных условиях, созданных на стадии помадообразования. Учитывая тот фактор, что кристаллизация сахарозы возможна лишь из пересыщенных растворов, было интересно исследовать возможность частичной замены сахарозы на полидекстрозу. Для выяснения это нами была проведена серия исследований по определению влияния различного количества полидекстрозы, вносимого на замену рецептурного количества сахара, на процесс кристаллизации сахарозы при производстве помадных конфет. В наших исследованиях, в рецептуре помадных конфет на основе сахарной помады заменяли часть сахара белого кристаллического на полидекстрозу в количествах от 5 до 30% к рецептурному количеству сахара с пересчетом по сухим веществам. Исследовали ее влияние на процесс кристаллизации полуфабриката – помады из помадного сиропа и на процесс структурообразования корпусов помадных конфет в формах. Внесение полидекстрозы предусматривалось на стадии приготовления рецептурной смеси, а так как полидекстроза очень хорошо растворяется (при температуре 20оС растворимость составляет 80%), этот способ не требует дополнительных технологических мероприятий по ее внесению в состав изделия. Была установлена возможность максимальной замены 25% сахара белого кристаллического полидекстрозой без ухудшения консистенции помадных конфет с сохранением мелкокристаллической структуры, свойственной классической сахарной помаде. При увеличении дозировки полидекстрозы более 25% наблюдалось отсутствие процесса кристаллизации помадной

массы. Это возможно объяснить тем, что раствор полидекстрозы имеет более высокую вязкость, чем раствор сахарозы и раствор патоки, глюкозного сиропа при аналогичных концентрациях, а повышение вязкости системы будет препятствовать процессу кристаллизации сахарозы с раствора. Также была установлена необходимость корректировки режима уваривания помадного сиропа, так как с увеличением доли полидекстрозы нужно было увеличивать температуру уваривания сиропа, что, опять же, связано с высокой растворимостью самой полидекстрозы. И для того чтобы получить пересыщенный раствор, необходимо проводить уваривание до больших температур. Изучение влияния полидекстрозы на процесс структурообразования корпусов в формах показал, что существенной разницы в режимах формования корпуса с контрольным образцом не наблюдалось, лишь незначительно увеличивалась длительность структурообразования корпусов с дозировкой полидекстрозы более 20%. Так же, было определено положительное влияние полидекстрозы на сохранность свежести образцов помадных конфет в сравнении с контрольным образцом, который очень быстро терял влагу, и за счет этого снижалось качество изделий, в первую очередь консистенция массы – она становилась грубокристаллической и твердой. В образцах с полидекстрозой удаление влаги с изделий происходило не так интенсивно, как в контрольном образце.

Таким образом, установлена возможность изготовления помадных конфет традиционной консистенции, но с пониженной калорийностью, увеличенным сроком хранения и повышенной физиологической ценностью за счет использования популярного ныне наполнителя – полидекстрозы.

#### Литература

Confectionery Science and Technology / Hartel, Richard W., von Elbe, Joachim H., Hofberger, Randy- © Springer International Publishing AG, 2018 – p.536.

The influence of ingredients on product stability and shelf life /N.W.G. Young, G.R. O’Sullivan Food and Beverage Stability and Shelf Life, 2011

Health Benefits of Prebiotic Fibers /Diederick Meyer // Advances in Food and Nutrition Research, 2015

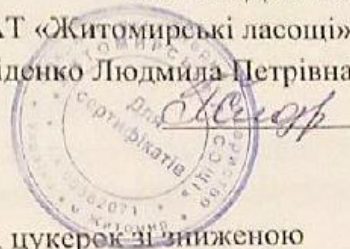
Carbohydrate Nutrition, Dietary Fiber, Bulking Agents, and Fat Mimetics James N. BeMiller, Carbohydrate Chemistry for Food Scientists (Third Edition), 2019.

The development of low-calorie fondant sweets using polydextrose O. Onofriichuk, O. Kokhan, M. Polskikh National University of Food Technology, Kiev, Ukraine Summary

The article considers the possibility of reducing the calorie content of confectionery products, in particular fondant sweets, by reducing the sugar content in them. Particular attention is paid to the characteristic of dietary fiber - polydextrose; its technological and physiological

properties are given. The practical experience of using polydextrose in the production of low-calorie confectionery is summarized. The results of the study of the possibility of partial replacement of sugar with polydextrose in the production of fondant sweets are shown.

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Головний технолог ЗАТ «Житомирські ласощі»  
Сіденко Людмила Петрівна



АКТ  
про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок зі зниженою  
глікемічністю та калорійністю  
«Тагантіні» та «Ноктюрн»

Нами, комісією у складі : головний технолог Сіденко Л.П., інженер-технолог ВТВ Ярошинська Н.А., начальник служби якості Головецька Н.В., к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С., магістранти Польських М.А., Опалінська Л.О., Грицайова А.О. було випущено дослідно-промислову партію помадних цукерок на основі цукрів тагатози і фруктози або з додаванням полідекстрози у кількості 100 кг. Цукерки представлені двома рецептурами:

- помадні цукерки «Тагантіні» з тагатоною, фруктоною та чорносмородиноним підваром;
- помадні цукерки «Ноктюрн» з цукром білим кристалічним, полідекстроною та какао-порошком.

Рецептура помадних цукерок наведена в таблицях 1-2

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Тагантіні» - цукрів тагатози та фруктози на заміну цукру білого кристалічного, в рецептурі цукерок «Ноктюрн» - зменшення кількості цукру білого кристалічного на 30% за рахунок використання харчового волокна полідекстрози.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу , після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.
2. У процесі передреалізаційного зберігання і наступної реалізації цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної або часткової заміни сахарози в рецептурному складі помадних цукерок.
2. Нові вироби заслуговують позиціонування як «вироби із зменшеною енергетичною цінністю» та «вироби зі зниженою глікемічністю».

Таблиця 2. Рецептūra помадних цукерок «Ноктюрн»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок		На 1000,00 кг			
Цукрова помада	89	900,72	801,64	900,72	801,64
Какао-порошок	95	44,80	42,56	44,80	42,56
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,67	62,72
Коньяк	-	7,47	-	7,47	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,37	0,34
Всього	-	1028,03	907,26	1028,03	907,26
Вихід	90	1000	900	1000	900
Рецептура цукрової помади		На 900,72 кг			
Цукор білий кристалічний	99,85	580,29	579,42	522,68	521,90
Полідекстроза	96	248,69	238,75	224,01	215,05
Патока крохмальна	78	103,62	80,83	93,34	72,81
Всього	-	932,61	898,99	840,03	809,74
Вихід	89	100	890	900,72	801,64
Зведена рецептура					
Цукор	99,85	522,68	521,9	524,39	523,60
Полідекстроза	96	224,01	215,05	224,74	215,75
Патока	78	93,34	72,81	93,65	73,05
Какао-порошок	95	44,8	42,56	44,95	42,70
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,91	62,92
Коньяк	-	7,47	-	7,49	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,38	0,34
Всього	-	967,34	915,38	970,51	918,37
Вихід	90	1000	900	1000	900

Підписи членів комісії:

Головний технолог  
 Інженер-технолог ВТВ  
 Начальник служби якості  
 Доцент НУХТ  
 Аспірант НУХТ  
 Магістрант НУХТ  
 Магістрант НУХТ  
 Магістрант НУХТ

*[Handwritten signatures]*

Сіденко Л.П.  
 Ярошинська Н.А.  
 Головецька Н.В.  
 Кохан О.О.  
 Онофрійчук О.С.  
 Польських М.А.  
 Опалінська Л.О.  
 Грицайова А.О.

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет харчових технологій



ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. ректора НУХТ

В.Л. Яровий

2020р.

АКТ

впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і дисертаційних робіт у навчальний процес вищих навчальних закладів

Замовник Національний університет харчових технологій  
(найменування організації, установи)

Яровий В.Л.

(П.І.Б. керівника)

Дійсним актом підтверджується, що результати: науково-дослідної роботи «Розроблення та вдосконалення технології кондитерських виробів подовженого терміну зберігання на основі використання нових функціональних інгредієнтів», що виконувалася відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідної роботи «Розробка інноваційних технологій кондитерських виробів спеціального, оздоровчого та дієтичного призначення» (Державний реєстраційний номер 0117u003717 (чинний до 09.22))

виконаної на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів  
(найменування кафедри)

виконуваної з 22.02.20 по 10.11.20  
(термін виконання)

впроваджені на кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів

Вид впроваджених результатів: технологія цукристих кондитерських виробів

Форма впровадження: лекційні, лабораторні заняття та магістерські роботи

Новизна результатів науково-дослідних робіт: Розроблено технологію помадних цукерок зі зниженою калорійністю та глікемічністю із частковою заміною рецептури виробів сахарози на інноваційне харчове волокно - полідекстрозу.

Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР: «Технології кондитерських виробів», «Інноваційні технології борошняних, кондитерських виробів та харчоконцентратів»

Соціальний і науково-технічний ефект: розроблені неглазуровані помадні цукерки із частковою заміною сахарози на полідекстрозу мають знижений показник глікемічності, знижену калорійність і можуть рекомендуватися до вживання споживачам, які контролюють калорійність свого раціону та дітям.

Керівник НДР

Leh' (О.О. Кохан)

« 10 » листопада 2020 р.

Виконавці

Онофрійчук О.С. ОС

Польських М.А. Польських

Опалінська Л.О. Опалінська

Грицайова А.О. Грицайова

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор підприємства  
СОК «Чиста Флора»  
Стовп'юк Микола  
Михайлович

29 січня 2021 р.



### АКТ

про випуск дослідно-промислової партії помадних цукерок зі зниженою глікемічністю та калорійністю «Тагантіні» та «Ноктюрн»

Нами, комісією у складі : директор Стовп'юк М.М., технолог Гоянюк М.М., \_\_\_\_\_, к.т.н., доц. Кохан О.О., аспірант НУХТ Онофрійчук О.С., магістранти Польських М.А., Опалінська Л.О., Грицайова А.О. було випущено дослідно-промислову партію помадних цукерок на основі цукрів тагатози і фруктози або з додаванням полідекстрози у кількості 100 кг. Цукерки представлені двома рецептурами:

- помадні цукерки «Тагантіні» з тагатоною, фруктоною та чорносмородиноним підваром;
- помадні цукерки «Ноктюрн» з цукром білим кристалічним, полідекстроною та какао-порошком.

Рецептура помадних цукерок наведена в таблицях 1-2

Особливістю технології є використання в рецептурі цукерок «Тагантіні» - цукрів тагатози та фруктози на заміну цукру білого кристалічного, в рецептурі цукерок «Ноктюрн» - зменшення кількості цукру білого кристалічного на 30% за рахунок використання харчового волокна полідекстрози.

Комісія вважає необхідним відмітити наступне :

1. Помадна маса добре відливалася, мала необхідні реологічні показники під час транспортування між етапами технологічного процесу , після охолодження помадні цукерки добре виймалися із форм.
2. У процесі передреалізаційного зберігання і наступної реалізації цукерки зберігали свою форму, не прилипали до обгортки.

Комісія робить наступні висновки :

1. Результати органолептичної оцінки готових виробів і досліджень фізико-хімічних показників їх якості підтверджують позитивний ефект повної або часткової заміни сахарози в рецептурному складі помадних цукерок.

2. Нові вироби заслуговують позиціонування як «вироби із зменшеною енергетичною цінністю» та «вироби зі зниженою глікемічністю».
3. Розроблення асортименту помадних цукерок з цукрами тагатоною, фруктозою та харчовим волокном полідекстрозою дозволить розширити спектр споживачів даної продукції за рахунок осіб хворих на цукровий діабет, споживачів які контролюють масу тіла та дітей.
4. Використання ягідного підвару та какао-порошку дозволить розширити асортимент помадних цукерок, надаючи їм привабливі смако-ароматичні властивості та колір без використання штучних ароматизаторів та барвників.
5. Рекомендовано впровадити технологію помадних цукерок зі зниженою глікемічністю та енергетичною цінністю у виробничу практику.

Таблиця 1. Рецептатура помадних цукерок «Тагантіні»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
<b>Рецептура цукерок</b>					
На 1000,00 кг					
Помадна маса	89,0	923,66	822,06	923,66	822,06
Підварка чорносмородинова	72,0	75,19	51,88	75,19	51,88
Молочний жир	99,0	18,89	18,70	18,89	18,70
Кислота лимонна	91,2	3,76	3,42	3,76	3,42
Всього	-	1021,50	896,06	1021,50	896,06
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,00
<b>Рецептура цукрової помади</b>					
На 923,26 кг					
Тагатоza	98,50	835,73	823,19	759,90	748,50
Фруктоза	99,10	89,73	88,92	81,59	80,85
Патока крохмальна	78,00	90,37	70,49	82,17	64,09
Всього	-	1015,83	982,6	917,79	893,44
Вихід	89,00	1000,00	890,00	909,26	809,24
<b>Зведена рецептатура</b>					
Тагатоza	98,50	759,90	748,50	762,95	751,51
Фруктоза	99,10	81,59	80,85	81,91	81,17
Патока крохмальна	78,00	82,17	64,09	82,5	64,35
Підварка чорносмородинова	69,00	75,19	51,88	75,49	52,01
Молочний жир	99,00	18,89	18,70	18,96	18,77
Лимонна кислота	91,20	3,76	3,42	3,78	3,45
Всього	-	1021,50	964,02	1025,59	971,26
Вихід	89,50	1000,00	895,00	1000,00	895,0

Таблиця 2. Рецептатура помадних цукерок «Ноктюрн»

Назва сировини та напівфабрикатів	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг			
		На 1 т напівфабрикату		на напівфабрикат для 1 т незагорнутої готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах	В натурі	В сухих речовинах
1	2	3	4	5	6
Рецептура цукерок					
На 1000,00 кг					
Цукрова помада	89	900,72	801,64	900,72	801,64
Какао-порошок	95	44,80	42,56	44,80	42,56
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,67	62,72
Коньяк	-	7,47	-	7,47	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,37	0,34
Всього	-	1028,03	907,26	1028,03	907,26
Вихід	90	1000	900	1000	900
Рецептура цукрової помади					
На 900,72 кг					
Цукор білий кристалічний	99,85	580,29	579,42	522,68	521,90
Полідекстроза	96	248,69	238,75	224,01	215,05
Патока крохмальна	78	103,62	80,83	93,34	72,81
Всього	-	932,61	898,99	840,03	809,74
Вихід	89	100	890	900,72	801,64
Зведена рецептатура					
Цукор	99,85	522,68	521,9	524,39	523,60
Полідекстроза	96	224,01	215,05	224,74	215,75
Патока	78	93,34	72,81	93,65	73,05
Какао-порошок	95	44,8	42,56	44,95	42,70
Масло вершкове	84	74,67	62,72	74,91	62,92
Коньяк	-	7,47	-	7,49	-
Карбоксиметилцелюлоза	90	0,37	0,34	0,38	0,34
Всього	-	967,34	915,38	970,51	918,37
Вихід	90	1000	900	1000	900

Підписи членів комісії:

Директор

Технолог

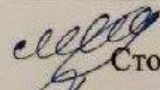
Доцент НУХТ

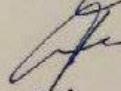
Аспірант НУХТ


Магістрант НУХТ


Магістрант НУХТ

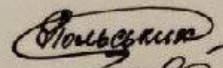
Магістрант НУХТ

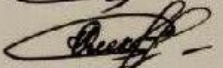

 Стовп'юк М.М.

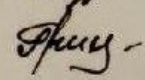

 Гоянюк М.М.


 Кохан О.О.


 Онофрійчук О.С.


 Польських М.А.


 Опалінська Л.О.


 Грицайова А.О.