

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

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок
та косметичних засобів**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту ННІХТ
_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«__» червня 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри ТЖХТ
_____ Тамара НОСЕНКО
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«__» червня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**
зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Хімічна технологія
на тему: Удосконалення технології отримання цукрогліцеридів

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХТ-4-13
_____ МИТРОПАН Каріна Вікторівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник БІЛА Галина Миколаївна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____
(підпис)

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент _____
(підпис)

_____ Віра ІЩЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач (ка) _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічна технологія

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Митропан Каріна Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології отримання цукрогліцеридів

керівник роботи Біла Галина Миколаївна, к.х.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “15”квітня 2024 року № 296-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи продуктивність виробництва цукрогліцеридів становить 1000 кг/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, технологічна частина, техніко-економічне обґрунтування, організація контролю якості продукції, екологічна безпека, охорона праці, висновки, список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 3. Креслення апарату (загальний вигляд), формат аркушу А1

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------------------|--|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Технологічна частина | Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ | 13. 05.2024 | 31.05.2024 |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____ 16 квітня 2024 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|----|--|-------------------------------|----------|
| 1 | ВСТУП | 13.05.2024 | |
| 2 | РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 14.05.2024-16. 05.2024 | |
| 3 | РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 17. 05.2024-20. 05.2024 | |
| 4 | РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ | 21. 05.2024-23. 05.2024 | |
| 5 | РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ | 24. 05.2024-25. 05.2024 | |
| 6 | РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 24.05.2024-27.05.2024 | |
| 7 | РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ | 25.05.2024-29.05.2024 | |
| 8 | ВИСНОВКИ | 30.05.2024-31. 05.2024 | |
| 9 | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 02. 05.2024-30. 05.2024 | |
| 10 | ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА | 13. 05.2024-19. 05.2024 | |
| 11 | ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА | 20. 05.2024-28. 05.2024 | |
| 12 | ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР | 03.06.2024-07.06.2024 | |
| | | | |

Здобувач _____
(підпис)

Каріна МИТРОПАН _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____
(підпис)

Галина БІЛА _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Каріна МИТРОПАН. Удосконалення технології отримання цукрогліцеридів.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 69 С., 8 РИС., 28 ТАБЛ., 1 ДОДАТКИ, 45 ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.

Темою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології отримання цукрогліцеридів. В ході роботи було проведено літературний аналіз та узагальнено інформацію про технологію отримання харчової добавки. У першому розділі описано фізико-хімічні властивості харчової добавки Е474, сфери її застосування у різних галузях промисловості, вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини, дозвіл на використання у країнах світу.

У технологічній частині розглянуто основні компоненти для виготовлення цукрогліцеридів: цукор, лляна олія та кукурудзяна олія, диметилформамід та етилат натрію. Описано їх склад, фізико-хімічні властивості та зображено хімічні формули.

Складено матеріальний баланс отримання цукрогліцеридів 1000 кг/добу на основі літературних джерел та розраховано тепловий баланс стадії сушіння.

Здійснено підбір обладнання для виготовлення харчової добавки та описано його характеристику та принцип роботи. Розроблено та графічно зображено принципову технологічну та апаратурно-технологічну схеми цукрогліцеридів.

Розроблено розрахунки та креслення основного апарату для отримання харчової добавки Е474. Проведено техніко-економічне обґрунтування з якого зроблено висновок, що харчова добавка є економічно вигідною у галузях її застосування. Наведено організацію контролю якості цукрогліцеридів, охорону праці та екологічну частину розроблення харчової добавки (цукрогліцеридів).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЦУКРОГЛІЦЕРИДИ, ЕМУЛЬГАТОРИ, СТАБІЛІЗАТОРИ, ХАРЧОВА ДОБАВКА Е474, ЛЛЯНА ОЛІЯ, КУКУРУДЗЯНА ОЛІЯ, ОЦТОВА КИСЛОТА, ДИМЕТИЛФОРМАМІД, ЕТИЛАТ НАТРІЮ, ЕТИЛОВИЙ СПИРТ.

ABSTRACT

Karina MYTROPAN. Improvement of the technology of obtaining sucroglycerides.

EXPLANATORY NOTE: 69 P., 8 FIGURES, 28 TABLES, 1 APPENDICES, 45 LITERARY SOURCES.

The topic of the qualification work is the technology of obtaining 1000 kg/day of sugar glycerides from linseed and corn oil. In the course of the work, a literature analysis was carried out and information about the technology of food additive production was summarized. The first chapter describes the physicochemical properties of the E474 additive, its areas of application in various industries, the impact on the environment and human health, and approval in the countries of the world.

The main components for the production of sucroglycerides are considered in the technological part: sugar, linseed oil and corn oil, dimethylformamide and sodium ethylate. Their composition, physical and chemical properties are described, and chemical formulas are depicted. The material balance for obtaining 1000 kg/day of sugar glycerides was drawn up based on literary sources and the heat balance of the drying stage was calculated. The selection of equipment for the production of food additives was carried out and its characteristics and principle of operation were described. The basic technological and equipment-technological scheme of sucroglycerides was developed and graphically depicted. Calculations and drawings of the main apparatus for obtaining food additive E474 have been developed. A technical and economic substantiation was conducted, from which it was concluded that the food additive is economically beneficial in the fields of its application. The organization of quality control of sucroglycerides, labor protection and the ecological part of the development of a food additive (sucroglycerides) are presented.

KEY WORDS: SUCROGLYCERIDES, EMULSIFIERS, STABILIZERS, FOOD ADDITIVE E474, LINEN OIL, CORN OIL, ACETIC ACID, DIMETHYL FORMAMIDE, SODIUM ETHYLATE, ETHYL ALCOHOL.

ВСТУП

Харчові добавки – це природні або синтетичні речовини, які вводяться у харчові продукти для надання їм певних властивостей, але не використовуються в якості їжі. Використання харчових добавок може бути спрямоване для поліпшення зовнішнього вигляду і смаку продукту, збереження якості під час його зберігання або прискорення термінів виробництва харчових продуктів. За останнє десятиліття кількість харчових добавок, які використовуються в харчовій промисловості, різко зросла. Наявність харчових добавок у продуктах, як правило, має бути зазначено на упаковці, етикетці, пляшці, упаковці тощо, які використовуються в розділі нормативних документів. Харчові добавки можуть маркуватися як окрема речовина або за назвою групи. У Європейському Союзі прийнято позначати харчові добавки у вигляді індексів Е з трьох- або чотиризначним числом, яке замінює назву харчової добавки.

Цукрогліцериди відомі як харчова добавка Е474, схвалена в Європейському Союзі для використання в якості емульгатора та стабілізатора масляно-водних емульсій у багатьох харчових продуктах відповідно до Директиви 95/2/ЕС щодо харчових добавок. У харчовій промисловості вони часто використовуються як речовини, що регулюють консистенцію продуктів, а саме емульгатори, стабілізатори, згущувачі тощо.

Актуальність теми цукрогліцеридів полягає в їхньому значенні як харчових добавок, вплив на здоров'я людини та роль у різноманітних галузях промисловості таких, як харчова, косметична та фармацевтична.

В деяких країнах світу цукрогліцериди є забороненою харчовою добавкою, але деякі дослідження показали, що вони можуть мати позитивний вплив на здоров'я людини: протизапальні та антиоксиданті дії.

| | | | | | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------|---------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Митропан К.В | Назва, додаткова назва ВСТУП | ННІХТ.ХТ-3-14.024.161.005.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | | Інд. змін. | Дата видання 16.04.2024 | Мова ua | Аркуш 5/69 |

Зі сторони екологічних аспектів деякі цукрогліцериди можуть бути вироблені з вторинних матеріалів, що може зменшити негативний вплив на довкілля, а також зменшити витрати на виробництво.

Метою роботи є удосконалення технології отримання цукрогліцеридів.

Об'єктом дослідження є технологія отримання цукрогліцеридів.

Предметом дослідження є цукрогліцериди з лляної та кукурудзяної олії.

Завданням кваліфікаційної роботи є:

- 1) розглянути основні положення про цукрогліцериди, їх фізико-хімічні властивості та застосування у харчовій промисловості;
- 2) ознайомитись з методами оцінки якості цукрогліцеридів та впливом на довкілля і здоров'я людини;
- 3) охарактеризувати вихідні речовини для отримання харчової добавки, описати їх властивості та навести хімічні формули;
- 4) розробити принципову технологічну, апаратурно-технологічні схеми та креслення основного апарату в форматі А1;
- 5) провести розрахунок матеріального, теплового балансу та розрахунок основного апарату;
- 6) підібрати основне обладнання для виробництва цукрогліцеридів та навести принцип роботи кожного обладнання;
- 7) провести техніко-економічне обґрунтування: собівартість, рівень рентабельності на світовому ринку, норми витрат сировини, матеріалів та енергії для виробництва цукрогліцеридів;
- 8) описати варіанти контролю безпеки та якості готової продукції.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| РЕФЕРАТ..... | 5 |
| ВСТУП..... | 7 |
| РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 8 |
| 1.1. Загальні відомості про цукрогліцериди (E474)..... | 8 |
| 1.2. Фізичні та хімічні властивості цукрогліцеридів..... | 10 |
| 1.3. Застосування цукрогліцеридів, як емульгатора у різних галузях промисловості..... | 11 |
| 1.4. Вплив цукрогліцеридів на навколишнє середовище та здоров'я людини..... | 15 |
| 1.5. Дозвіл на використання харчової добавки E474 у різних країнах світу..... | 16 |
| РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | 17 |
| 2.1. Характеристика вихідної сировини..... | 17 |
| 2.2. Матеріальний баланс виробництва цукрогліцеридів..... | 21 |
| 2.3. Тепловий баланс виробництва..... | 32 |
| 2.4. Опис принципової технологічної схеми..... | 35 |
| 2.5. Підбір обладнання для виробництва цукрогліцеридів..... | 39 |
| 2.6. Розрахунок центрифуги зі шнеком для вивантаження осаду..... | 40 |
| 2.7. Опис апаратурно-технологічної схеми..... | 43 |
| РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ..... | 47 |
| РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ..... | 52 |
| РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ..... | 57 |
| ВИСНОВКИ..... | 62 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 64 |
| ДОДАТКИ..... | 69 |

| | | | | | | |
|---|---|--|--|-----------------------------------|-------------------|----------------------|
| <i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ | <i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М. | <i>Вид документа</i> Пояснювальна записка | <i>Статус документа</i> | | | |
| Власник документа НУХТ | <i>Розробник документа</i> Митропан К.В | <i>Назва, додаткова назва</i> ЗМІСТ | <i>ННІХТ.ХТ-3-14.024.161.007.КР.ПЗ</i> | | | |
| | <i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т. | | <i>Інд. змін.</i> | <i>Дата видання</i> 16.04.2024 | <i>Мова</i> ua | <i>Аркуш</i> 7/69 |

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальні відомості про цукрогліцериди (E474)

Цукрогліцериди є харчовою добавкою E474, яка дозволена у Європейському парламенті для використання в якості емульгатора і стабілізатора олійно-водних емульсій у ряді харчових продуктів і контролюється Директивою 95/2/ЄС про харчові добавки [1,16].

У харчовій промисловості цукрогліцериди часто використовуються як емульгатори, які допомагають зберігати стабільність та однорідність продуктів. Вони додаються до різних продуктів, таких як масла, соуси, десерти та інші продукти харчування, для покращення їх текстури та консистенції. Цукрогліцериди можуть також використовуватися як антикорозійні агенти для покриття фруктів та овочів, щоб зберегти їх свіжість [30].

Харчова добавка E474 – відноситься до стабілізаторів і емульгаторів синтетичного походження, використовується в технологічних цілях у процесі виробництва харчових продуктів. Це суміш моно- та диестерів сахарози та їстівних жирних кислот з моно-, ди- та тригліцеридами (гліцеридами) олії чи жиру подібних до добавки E473 [18]. (рис.1.1).

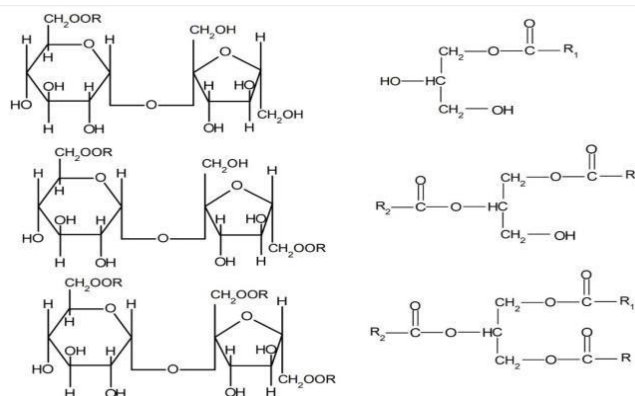


Рис. 1.1. Хімічна будова цукрогліцеридів

| | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--|---------------------------------|----------------------------|------------|---------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Митропан К.В | Назва, додаткова назва РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | ННІХТ.ХТ-3-14.024.161.008.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | | Інд. змін. | Дата видання 16.04.2024 | Мова ua | Аркуш 8/69 |

Емульгатори (E500 – E599) – це речовини, що сприяють створенню або збереженню гомогенної суміші двох або більше фаз у харчових продуктах, наприклад, води та олії і сприяють рівномірному розподілу жирів. Емульгатори вносяться до продукту у дрібнодисперсному стані (розчини, колоїдні розчини, емульсії). Одночасно в продукт може вводиться декілька емульгаторів. При цьому сукупна концентрація їх не повинна перевищувати найменшої межі її концентрації, встановленої для одного з компонентів суміші. Ця група добавок використовується переважно у виробництві маргаринів, кулінарних жирів, майонезі, кондитерських та хлібобулочних виробів [21].

В Україні є небезпечними такі емульгатори, як: E501 (карбонат калію) використовують при виробництві деяких безалкогольних напоїв, E503 (карбонат та гідрокарбонат амонію) використовується як розпушувач тіста при випічці. Дуже небезпечні добавки: E510 (хлорид амонію), E513 (сульфатна кислота), E527 (гідроксид амонію) негативно впливають на печінку та викликають розлади шлунку [19].

Стабілізатори (E400 – E499) – це харчові добавки, які дозволяють зберігати однорідну суміш двох або більше компонентів, що не змішуються між собою. За своєю функціональною дією стабілізатори займають проміжне положення між емульгаторами та згущувачами, оскільки ефект стабілізації може бути досягнутий внаслідок як адсорбції їхніх молекул на межі поділу фаз, так і збільшення в'язкості дисперсійного середовища. Від емульгаторів вони відрізняються меншою поверхневою активністю, що зумовлено хімічною будовою їхніх молекул. При цьому гідрофільні групи стабілізаторів розташовані переважно рівномірно по всій довжині молекули, що певним чином впливає на характер формування топології колоїдної системи на межі поділу фаз [30].

1.2. Фізичні та хімічні властивості харчової добавки E474

В залежності від використаної сировини ззовні цукрогліцериди можуть виглядати як напівтверда маса або білий (або майже білий) порошок без запаху. Вони помірно розчинні в етанолі, диметилформаміді (ДМФА), гліколі, гексані, петролейному ефірі, обмежено розчинні у спиртах і майже нерозчинні у холодній воді. Термічна стійкість цукрогліцеридів залежить від масової частки цукрової частини, а їхні емульгуючі властивості визначаються ступенем естерифікації молекули вуглеводневого фрагменту. Цукрогліцериди, дозволені для використання в харчових продуктах, мають містити приблизно 40% естерів сахарози і приблизно 40% гліцеридів. Функціональні властивості отриманої суміші визначаються вихідним тригліцеридом. Як правило, їх використовують у вигляді пасти, яку диспергують у жировій фазі продукту або розтоплюють для отримання попередньої емульсії [26].

Сахароза є багатоатомним спиртом, здатним утворювати естери з жирними кислотами і перетворюватися на поверхнево- активні речовини. Довжина карбонового ланцюга і ступінь насиченості жирних кислот, які реагують з гідроксильними групами цукрози, також впливають на властивості естерів сахарози. Моноацильовані похідні сахарози (моноестери) виявляють високу поверхневу активність і значною мірою знижують поверхневий натяг на межі фаз жир/вода, отже вони є чудовими емульгаторами систем «олія у воді». Ди- і триестери сахарози виявляють менші гідрофільні властивості за рахунок зменшення кількості вільних гідроксильних груп у молекулі сахарози. Гідрофільні властивості поліестерів сахарози ще нижчі, ніж у ди- і триестерів, тому бажано зменшити вміст цих сполук при одержанні цукрогліцеридів [28].

Отже, при одержанні цукрогліцеридів слід застосовувати умови, за яких вміст у продукті моно- і диестерифікованих похідних сахарози буде найбільшим. Одержують цукрогліцериди шляхом естерифікації цукрів

різними видами харчових жирів або олій. Додаток E474 має у складі звичайні харчові компоненти такі як: цукор і жир або жирні кислоти, проте складність їх одержання не дозволяє вважати ефіри ідеальними агентами, що емульгують.

Естерифікація цукрогліцеридів – це хімічний процес, в результаті якого до гліцерину приєднуються жирні кислоти через естерний зв'язок. Суміш гліцерину та жирних кислот, які можуть бути отримані з рослинних або тваринних джерел, змішують разом у відповідних пропорціях. Часто для поліпшення реакції використовують кислотні або лужні каталізатори [19].

Під впливом тепла та каталізатора відбувається хімічна реакція між гліцеином та жирними кислотами. В результаті чого здатні утворюватися естерні зв'язки, утворюючи цукрогліцериди. Для того, щоб отримати чистий продукт суміш цукрогліцеридів очищають від залишкових реагентів, каталізаторів та інших домішок. Чистий продукт формують у відповідні контейнери для подальшого використання у виробництві харчових продуктів. Естерифікація цукрогліцеридів дозволяє отримати різноманітні продукти з різними фізичними та хімічними властивостями, які знаходять застосування в харчовій промисловості та інших галузях [3,19].

1.3. Застосування цукрогліцеридів, як емульгатора у різних галузях промисловості

Найбільший попит на застосування цукрогліцеридів має харчова промисловість. Менш розповсюдженим є косметична та фармацевтична галузь. В харчовій промисловості цукрогліцериди більш відомі як емульгатори, тому їх можна виявити в таких об'єктах застосування як: маргарини, майонези та інші емульговані соуси, жири для випічки, хліб та хлібобулочні вироби, кондитерські вироби, жувальна гумка, розчинна кава, сухе молоко, супи швидкого приготування та інші сухі продукти, ароматизатори. Дія емульгаторів багатостороння, вони відповідальні за

взаємний розподіл двох фаз, що не змішуються, за консистенцію харчового продукту, його пластичні властивості, в'язкість і відчуття наповненості в роті («mouth-feeling»). Намазуваність маргарину, пластичність тіста, жувальної гумки, збитість морозива визначаються диспергуючою дією емульгаторів [1]. Взаємодія емульгаторів з білками борошна зміцнює клейковину, що при виробництві хлібобулочних виробів призводить до збільшення питомого об'єму, поліпшення пористості, структури м'якуша, уповільнення черствіння.

У маргарині стабілізуючу дію емульгаторів на поверхню розділу фаз і вплив на процес кристалізації жиру визначають термін придатності, розбризкування при нагріванні та органолептичні властивості [11].

У виробництві шоколаду, шоколадної глазури добавка емульгатора знижує в'язкість шоколадних мас, покращує їх плинність рахунок впливу кристалізацію какао-масла. Добавка емульгаторів до сухого молока, сухих вершків, супів дозволяє зменшити розмір жирових кульок, що прискорює та полегшує розведення сухих продуктів у воді [1,11].

Емульгатори застосовують для рівномірного розподілу нерозчинних у воді ароматизаторів, ефірних олій, екстрактів прянощів у напоях та харчових продуктах. Крім того, добавка E474 може міститися у термічно обробленому м'ясі, птиці та продуктах дичини на цілих шматочках або розрізах, десертах на основі яєць (наприклад, заварний крем), соусах, дієтичних продуктах медичного призначення, у тому числі продуктах для немовлят і дітей молодшого віку, продуктах для зниження ваги. До прикладів застосування цукрогліцеридів у харчовій промисловості можна віднести:

- Майонез. При виробництві майонезу найчастіше використовуються різні комбінації емульгаторів, що дозволяють при їх низькій витраті отримати високостійкі емульсії. У виробництві майонезів як емульгатори використовують природні харчові поверхнево-активні речовини (ПАР). Як правило, природні ПАР є білково-ліпідними комплексами з різним складом

як високо-, так і низькомолекулярних емульгуючих речовин. У нашій країні як основні емульгуючі компоненти використовуються такі різновиди яєчних продуктів: яєчний порошок, продукт гранульований яєчний, яєчний жовток сухий. Вміст яєчних продуктів у майонезі залежно від рецептури коливається від 2 до 6 %. Але не завжди використовують саме ці продукти через великий вміст холестерину та ризик сальмонели, тому іноді їх заміняють на цукрогліцериди, щоб зробити схожий на майонез продукт, але вільний від холестерину [11,16].

- Сирний соус. З метою збільшення терміну зберігання, сирний соус стерилізують. При стерилізації виникають проблеми такі, як втрата кольору та нестабільність. Щоб уникнути цього до соусу додають цукрогліцериди, вони покращують емульсію, стабільність зберігання та кольору [16].

- Морозиво. Це емульсія насичена газом, яка вимагає високоефективних емульгаторів для досягнення високої якості. Цукрогліцериди допомагають знизити поверхневий натяг рідкого морозива, тим самим зменшити розмір жирових кульок при умовах гомогенізації [16].

Цукрогліцериди є класом емульгаторів, які також застосовуються у косметичній промисловості, але менш розповсюджено. Вони виробляються з гліцерину і жирних кислот або цукрів, що робить їх біорозкладними і безпечними для шкіри. До прикладів застосування цукрогліцеридів у косметиці можна віднести:

- Зволожувальні засоби. Цукрогліцериди допомагають утримувати вологу у шкірі, що робить їх ідеальними для використання у зволожувальних кремах, лосьйонах і сироватках [37].

- Креми і лосьйони. Використовуються як емульгатори, які допомагають змішувати масло та воду, утворюючи стабільну емульсію. Це важливо для забезпечення рівномірної текстури і тривалого збереження продукту [37].

- Засоби для догляду за волоссям. Додаються у шампуні, кондиціонери та маски для волосся, де вони допомагають зволожувати та покращувати текстуру волосся, роблячи його м'якшим і гладкішим [37].

- Засоби для очищення обличчя. Цукрогліцериди допомагають видаляти забруднення та макіяж з поверхні шкіри, не пересушуючи її, що робить їх ідеальними для використання в м'яких очищаючих засобах [37]. Сонцезахисні засоби. Додаються у сонцезахисні креми та лосьйони для покращення текстури продукту і рівномірного розподілу активних інгредієнтів по шкірі [37].

- Антивікові засоби. Використовуються у складі кремів і сироваток, спрямованих на зменшення ознак старіння шкіри, таких як зморшки і втрата пружності, завдяки своїм зволожувальним і пом'якшувальним властивостям [37].

Цукрогліцериди також знаходять застосування у фармацевтичній промисловості завдяки своїм унікальним властивостям. Вони часто використовуються як емульгатори в рідких лікарських формах, таких як сиропи та суспензії. А також допомагають змішувати гідрофільні та ліпофільні компоненти, забезпечуючи стабільність препарату. До прикладів застосування цукрогліцеридів у фармацевтичній промисловості можна віднести:

- Мазі та креми. У місцевих лікарських засобах, таких як мазі та креми, цукрогліцериди використовуються для створення відповідної консистенції і поліпшення проникнення активних речовин через шкіру.

- Таблетки. У виробництві таблеток цукрогліцериди можуть використовуватися як допоміжні речовини для поліпшення текстури, збільшення стабільності та забезпечення рівномірного вивільнення активних інгредієнтів.

- Супозиторії. Вони також застосовуються у супозиторіях як базові компоненти для забезпечення відповідної твердості та швидкого розчинення при кімнатній температурі.

- Капсули. У м'яких і твердих желатинових капсулах цукрогліцериди можуть використовуватися для поліпшення стабільності вмісту і забезпечення належного розподілу активних речовин.

- Офтальмологічні препарати. У формулах для очей цукрогліцериди можуть використовуватися для поліпшення зволожувальних властивостей і забезпечення комфортного використання без подразнення. Загалом, цукрогліцериди є універсальними інгредієнтами, які покращують властивості багатьох продуктів у різних галузях промисловості, забезпечуючи їх ефективність, стабільність і безпечність [29].

1.4. Вплив цукрогліцеридів на навколишнє середовище та здоров'я людини

Цукрогліцериди – це добавка відома як E474. Вони є солями чи ефірами бурштинової кислоти, яка є природним продуктом метаболізму в організмі людини. Вони широко використовуються в харчовій промисловості як стабілізатори, згущувачі та емульгатори. Зазвичай цукрогліцериди додаються до продуктів для поліпшення їхньої стабільності та тривалості зберігання. Вони можуть бути знайдені в різних продуктах, таких як напої, кондитерські вироби, м'ясні вироби та інші. Загалом цукрогліцериди вважаються безпечними для споживання в розумних кількостях і їх використання суворо контролюється урядовими організаціями з охорони здоров'я та харчової безпеки. Однак деякі люди можуть мати індивідуальну непереносимість до цієї добавки, тому важливо бути уважним до вмісту цукрогліцеридів у продуктах, особливо якщо у людини є алергії або чутливість шлунку до харчових добавок [16,19].

Вплив добавки E474 на навколишнє середовище може бути пов'язане з їх виробництвом, використанням та утилізацією. Процес виробництва цукрогліцеридів може включати використання хімічних речовин і енергії, що може призводити до викидів в атмосферу і забруднення водних та ґрунтових ресурсів. Деякі виробничі процеси можуть споживати великі обсяги води. При використанні цукрогліцеридів у харчовій промисловості та інших галузях

може виникати забруднення навколишнього середовища внаслідок викидів в атмосферу, відходів або обробки їх водних розчинів. Відходи, що містять цукрогліцериди, можуть потрапляти в довкілля при неправильній утилізації або обробці. Якщо вони присутні у високих концентраціях, це може впливати на водні екосистеми та ґрунт [42].

1.5. Дозвіл на використання харчової добавки E474 в різних країнах світу

Цукрогліцериди дозволені у більшості країн світу при дотриманні встановлених норм та обмежень, так як не мають дуже шкідливого впливу на організм, але мають протипоказання. На сьогодні немає даних щодо країн, де харчова добавка E474 повністю заборонена. Однак регулювання використання харчових добавок може варіюватися в залежності від країни або регіону, оскільки різні країни мають свої власні норми та правила щодо харчових добавок [16].

- Європа. В Європі використання харчових добавок, таких як емульгатори, обмежується Європейським Союзом, а законодавство публікується в Європейському Парламенті та Раді Директив № 95/2/ЄС про харчові добавки, крім барвників та підсолоджувачів (ОВ L61, 18.3.1995) від 20 лютого 1995 року. Відповідно до цієї директиви, усі цукрогліцериди реєструються під номером E474.

- Україна. В Україні на даний момент немає даних щодо дозволу для використання харчової добавки E474.

- Канада. У Канаді цукрогліцериди затверджені в нестандартних кондитерських виробках (ІМА Canada Gazette 14-02-2004).

- Японія. В Японії цукрогліцериди затверджені в харчових продуктах і використовуються в Японії понад 50 років (JAFA, 1959).

- США. В США цукрогліцери́ди дозволені для використання в харчових продуктах, оскільки вони визнані безпечними відповідно до стандартів FDA (Food and Drug Administration).

- Австралія та Нова Зеландія. Ці країни дозволяють використання E474 в харчових продуктах, слідуючи стандартам, встановленим спільним управлінням FSANZ (Food Standards Australia New Zealand).

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика вихідної сировини

Цукор або сахароза є багатоатомним спиртом, який має вісім гідроксильних груп, три з яких є первинними (CH₂OH) і п'ять вторинними. Він є продуктом щоденного вживання і у вирішенні продовольчої проблеми відіграє особливу роль. Також цукор використовується як сировина в харчовій промисловості. Для виробництва цукрогліцеридів пропонується використовувати сировину вітчизняного виробництва, що не тільки зменшить залежність виробництва від іноземних постачальників, а й підтримає вітчизняного виробника. Відомо, що джерелом цукру в Україні є цукровий буряк або цукрова тростина. Цукор виробляється в кількості 6 млн. тон і споживається не тільки всередині країни, а й експортується закордон. При виробництві цукрогліцеридів забезпечується використання цукру-рафінаду з вмістом сахарози 99,9% з метою зменшення утворення можливих побічних продуктів [45].

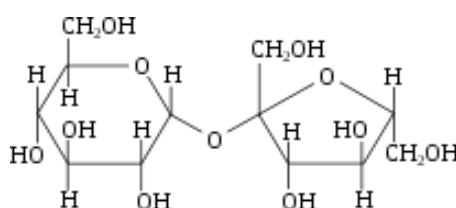


Рис. 2.1. Структурна формула цукру

Фізичні та хімічні властивості: Густина – 1,5879 г/см³ (15° С). Кристали сахарози добре розчинні у воді (179 г на 100 г при 0° С і 487 г при 100° С), малорозчинні у спиртах (1,2 г на 100 г при 20° С), не розчинні в діетиловому ефірі. Сахароза кристалізується без води у вигляді великих кристалів. Він піддається гідролізу під дією кислот і ферменту сахарози.

| | | | | | | |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|------------|----------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Митропан К.В. | Назва, додаткова назва РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | ННІХТ.ХТ-3-14.024.161.018.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | | Інд. змін. | Дата видання 16.04.2024 | Мова ua | Аркуш 18/69 |

В результаті гідролізу він розкладається на прості вуглеводи з утворенням молекул глюкози і молекул фруктози. Сахароза є невідновлюючим сахаридом і не реагує з реактивами Толленса і Фелінга. Молекули сахарози не можуть існувати у відкритому вигляді, тому сахароза не має властивостей альдегідів і кетонів [45].

Ляна олія – це рослинна олія, яка виготовляється шляхом вижимання з насіння льону. Вона відома своїми корисними властивостями, такими як високий вміст омега-3 жирних кислот, антиоксидантів і вітамінів. Ляна олія має широке застосування в кулінарії, виготовленні косметичних засобів, лікарській промисловості та інших галузях. Вона часто використовується як заміна інших рослинних олій у харчовій промисловості через свої корисні властивості. Наразі Україна є одним з найбільших виробників ляної олії у світі. Вона посідає значне місце на світовому ринку з виробництва цього продукту. Має великі площі земель, підходящих для вирощування льону, що створює сприятливі умови для розвитку ляної промисловості в країні [45].

Фізичні та хімічні властивості: Ляна олія має характерний аромат, як легкий, горіховий або деревний та має гіркий присмак. Фізико-хімічні властивості ляної олії залежать від місця вирощування льону. Густина при 15° С має 0.930-0.938 кг/м³, температура застигання від 8 до 27° С, йодне число 165-192, кислотне число 0.55-3.5, число омилення 186-195 [32].

Кукурудзяна олія – жирна рослинна олія, яку отримують із зерен кукурудзи. Складається з 99% тригліцеридів, з них 59% поліненасичених жирних кислот, 24% мононенасичених жирних кислот, 13% насичених жирних кислот. Поліненасичені жирні кислоти – це переважно ліолева кислота (омега-6 жирні кислоти) з невеликою кількістю ліолевої кислоти (олія вечірньої примули). Кукурудзяна олія містить значну кількість убіхінону та велику кількість альфа- та гамма- токоферолу (вітамін Е), які захищають її від оксидативної нестабільності [43].

Фізичні та хімічні властивості: Кукурудзяна олія має приємні запах і смак. Колір – від світло-жовтого до червонувато-коричневого. Густина при 10° С – 924 кг/м³. Температура застигання – від 10 до 15° С. Кінематична в'язкість (при 20° С) – 60,6·10⁻⁶ м²/сек. Показник заломлення (при 20° С) – 1,471-1,473. Йодне число – з 117 – 123 [44].

Порівняльна характеристика жирно-кислотного складу лляної та кукурудзяної олії наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Жирно-кислотний склад лляної та кукурудзяної олії

| Жирні кислоти | Відсоток (%) вмісту | |
|----------------------|---------------------|------------------|
| | Лляна олія | Кукурудзяна олія |
| α-Ліноленова кислота | 50-60 | 0,5-1,5 |
| Лінолева кислота | 15-25 | 39,4-65,6 |
| Олеїнова кислота | 15-20 | 20,0-42,2 |
| Пальмітинова кислота | до 10 | 8,6-16,5 |
| Стеаринова кислота | до 10 | макс. 3,3 |
| Арахінова | - | макс. 0,8 |
| Ейкозенова | - | макс. 0,5 |
| Бегенова | - | макс. 0,8 |

З таблиці видно, що жирно-кислотний склад обох олій доповнюють одна одну, що дозволить збільшити і вихід цільового продукту [32,43].

Етанол – це етиловий спирт, отриманий ректифікацією спиртової браги або спирту-сирця. Містить 4,5% води, оскільки при перегонці утворює з водою азеотропну суміш. Звичайною ректифікацією неможливо отримати спирт міцніше 95,6% по масі (97,1% за об'ємом) [16].

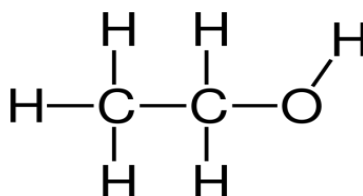


Рис. 2.2. Структурна формула етанолу

Фізико-хімічні властивості: у звичайних умовах є безбарвною, легкою рідиною з характерним запахом і солодкувато-пекучий смаком. Густина етилового спирту 0,7905 г/см³ при 20° С, він легше води. Є хорошим розчинником багатьох органічних речовин і деяких неорганічних солей. Типовий представник одноатомних спиртів. Горючий. Легко спалахує.

Етилат натрію – хімічна сполука, натрію та етилового спирту з формулою C₂H₅ONa, безбарвні або жовтуваті кристали, що реагують з водою.

Фізико-хімічні властивості: отримують шляхом нейтралізації оцтової кислоти з карбонатом натрію, має такі властивості: рН 7,5–9,0; розчинний у воді та етанолі (95%) [19].

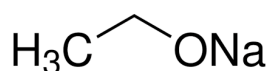


Рис. 2.3. Структурна формула етилату натрію

Диметилформамід (ДМФА) – органічна сполука з формулою (CH₃)₂NCH, широко використовується як розчинник органічних сполук.

Фізико-хімічні властивості: безбарвна досить в'язка рідина зі слабким специфічним «рибним» запахом через наявність продукту розкладу – диметиламіну. Температура кипіння приблизно 153°С з частковим розкладанням, тому з метою зменшення токсичних домішок у кінцевому продукті режим видалення розчинника передбачає умови зниженого тиску. ДМФА подразнює слизові оболонки і шкірні покриви. Проникаючи в організм, уражає печінку і нирки. Отруєння можливі в результаті прийому речовини усередину, його всмоктування з поверхні шкіри або вдиханні парів. Орієнтовна смертельна доза 10 г. ГДК в повітрі робочої зони N, N – диметилформаміду – 10 мг/м³ [19].

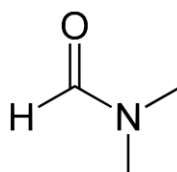


Рис. 2.4. Структурна формула ДМФА

Кислота оцтова являється одноосновною карбоною кислотою з формулою CH_3COOH . За звичайних умов є прозорою рідиною із різким запахом. Отримують окисненням ацетальдегіду за наявності магнію ацетату (кобальту ацетату або купрум ацетату) або рідкофазним окисненням бутану.

Фізико-хімічні властивості: рН 2,4 (1М водний розчин), рН 2,9 (0,1 М водний розчин), рН 3,4 (0,01М водний розчин); Т кип. – 118 °С; константа дисоціації $\text{pK}_a = 4,76$; $T_{\text{спал.}} = 57^\circ\text{C}$ (у відкритій посудині); $T_{\text{пл.}} = 17^\circ\text{C}$; показник заломлення $n_{20D} = 1,3718$. Густина – 1,045. Змішується з етанолом, гліцерином, етером, водою та жирними оліями. Взаємодіє з речовинами лужного походження. Кислота оцтова широко використовується у фармацевтичній та харчовій промисловості [16].

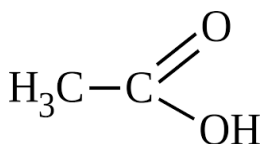


Рис. 2.5. Структурна формула оцтової кислоти

Оцтова кислота необмежено змішується з водою, утворює значну кількість азеотропних сумішей із органічними розчинниками такими, як: гексан, октан, циклогексан, бензен, толуен, етил бензен, стирен, піридин, тетрахлорометан, хлоробензен, нітроетан.

2.2. Матеріальний баланс виробництва цукрогліцеридів

Розрахунок виробництва проводиться на 1000 кг/добу цукрогліцеридів. На першій стадії у реактор подається цукор, ляна та кукурудзяна олія у співвідношенні 1:1, диметилформамід (ДМФА) та етилат натрію. З урахуванням того, що маса цукру складає 973 кг, можемо розрахувати молярні маси вихідних речовин та масу олій, враховуючи те, що співвідношення молей цукру до молей олії складає 2:1.

1. Стадія розчинення

$$M(\text{цукор}) = 342 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{лляна олія}) = 567 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{кукурудзяна олія}) = 563 \text{ г/моль};$$

Так, як лляна та кукурудзяна олія складаються з стеаринової та лінолевої, то вираховуємо середню молярну масу з відсотковим вмістом цих кислот.

$$M_{\text{сер.}}(\text{жирні кислоти}) = (902-567-20-9)/3 = 179,3 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{лляна олія}) = (973/342) \cdot 567/2 = 806,5 \text{ кг};$$

$$m(\text{кукурудзяна олія}) = (973/342) \cdot 563/2 = 801 \text{ кг};$$

$$m(\text{лляна } 50\% : \text{кукурудзяна } 50\%) = (806,5+801)/2 = 803,7 \text{ кг};$$

Обчислимо маси ДМФА та етилат натрію:

$$m(\text{ДМФА}) = (1800/154) \cdot 973 = 11372,72 \text{ кг};$$

$$m(\text{етилат натрію}) = (12/157) \cdot 973 = 75,8 \text{ кг};$$

Для знаходження маси утворених продуктів треба розрахувати молі та визначити ступені конверсії деяких речовин. Ступінь конверсії цукру – 0,7; олії – 0,95.

$$m(\text{залишок цукру}) = 973 \cdot (1-0,7) = 292 \text{ кг};$$

$$m(\text{залишок олії}) = 803,7 \cdot (1-0,95) = 40,3 \text{ кг};$$

$$m(\text{естери цукрози}) = ((973-292)/342) \cdot (342+179,3-18) = 1002,18 \text{ кг};$$

$$n(\text{задіяні кислоти}) = 1002,18/(342+179,3-18) = 2,00 \text{ моль};$$

$$n(\text{кислот, що залишилися}) = ((803,7-40,3)/(567 \cdot 3)) - 2,00 = 2,05 \text{ моль};$$

$$M(\text{моногліцериди}) = 353,33 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{дигліцериди}) = 614,67 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{гліцерину}) = 92,09 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{гліцерину, що прореагував}) = 10\% = 0,1;$$

$$m(\text{гліцерин}) = ((803,7-40,3)/567) \cdot 92,09 \cdot 0,1 = 12,44 \text{ кг};$$

$$n(\text{гліцерину}) = 12,44/92,09 = 0,13 \text{ моль};$$

$$n(\text{гліцеринового фрагменту}) = ((803,7-40,3)/567) - 0,13 = 1,22 \text{ моль};$$

$$n(\text{моногліцериди}) = 1,22 \cdot 2 - 2,05 = 0,39 \text{ моль};$$

$$n(\text{дигліцериди}) = 1,22 - 0,39 = 0,83 \text{ моль};$$

m (моногліцериди) = $0,39 \cdot 353,33 = 106,05$ кг;

m (дигліцериди) = $0,83 \cdot 614,67 = 326,53$ кг.

Матеріальний баланс стадії розчинення наведений в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Матеріальний баланс стадії розчинення

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|--------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Цукор | 973 | Естери цукрози | 1002,18 |
| Лляна олія та кукурудзяна олія | 803,7 | Моногліцериди | 106,05 |
| Етилат натрію | 75,8 | Дигліцериди | 326,53 |
| ДМФА | 11372,72 | Цукор залишок | 292 |
| | | Олія залишок | 40,3 |
| | | ДМФА | 11372,72 |
| | | Етилат натрію | 75,8 |
| | | Гліцерин | 12,44 |
| Всього | 13228,02 | Всього | 13228,02 |

2. Стадія нейтралізації

Для стадії нейтралізації необхідно розрахувати молярні маси вихідних речовин та отриманих продуктів реакції та знайти масу кислоти, враховуючи те, що за даними молей кислоти удвічі більше, ніж молей етилату натрію, тому кислоту беруть у надлишку 10%.

M (етилат натрію) = 68,05 г/моль;

M (CH₃COOH) = 60,05 г/моль;

M (етиловий спирт) = 46,06 г/моль;

M (CO₂) = 44,01 г/моль;

n (етилат натрію) = $75,8/68,05 = 1,11$ моль;

n (етиловий спирт) = n (етилат натрію) = 1,11 моль;

n (ацетат натрію) = $1,11 \cdot 2 = 2,22$ моль;

n (CH₃COOH) = $1,11 \cdot 2 + 0,11 = 2,33$ моль;

m (CH₃COOH) = $60,05 \cdot 2,33 = 139,9$ кг;

$m(\text{CH}_3\text{COOH за реакцією}) = 60,05 \cdot 2,22 = 133,31 \text{ кг};$

$m(\text{CH}_3\text{COOH надлишок}) = 139,9 - 133,31 = 6,59 \text{ кг};$

$m(\text{ацетат натрію}) = 82,03 \cdot 2,22 = 162,1 \text{ кг};$

$m(\text{етиловий спирт}) = 46,061,11 = 47,01 \text{ кг}.$

Таблиця 2.3

Матеріальний баланс стадії нейтралізації

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|----------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Естери цукрози | 1002,18 | Естери цукрози | 1002,18 |
| Моногліцериди | 106,05 | Моногліцериди | 106,05 |
| Дигліцериди | 326,53 | Дигліцериди | 326,53 |
| Залишок цукру | 292,00 | Залишок цукру | 292,00 |
| Залишок олії | 40,30 | Залишок олії | 40,30 |
| ДМФА | 11372,72 | ДМФА | 11372,72 |
| Етилат натрію | 75,80 | Ацетат натрію | 162,10 |
| Гліцерин | 12,44 | Гліцерин | 12,44 |
| Оцтова кислота | 139,9 | Залишок оцтової к-ти | 6,59 |
| | | Етиловий спирт | 47,01 |
| Всього | 13367,92 | Всього | 13367,92 |

3. Стадія випаровування (стадія конденсації)

На стадії випаровування максимальна кількість ДМФА, яку можна випарити – 90%.

$m(\text{ДМФА}) = 11372,72 \cdot 0,9 = 10235,44 \text{ кг}.$

Таблиця 2.4

Матеріальний баланс стадії випаровування

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|----------------|----------|----------------|----------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Естери цукрози | 1002,18 | Естери цукрози | 1002,18 |
| Моногліцериди | 106,05 | Моногліцериди | 106,05 |
| Дигліцериди | 326,53 | Дигліцериди | 326,53 |
| Залишок цукру | 292 | Залишок цукру | 292 |
| Залишок олії | 40,3 | Залишок олії | 40,3 |
| Етиловий спирт | 47,01 | Етиловий спирт | 47,01 |
| Гліцерин | 12,44 | Гліцерин | 12,44 |

Продовження таблиці 2.4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| Ацетат натрію | 162,1 | Ацетат натрію | 162,1 |
| Оцтова кислота | 6,59 | Оцтова кислота (залишок) | 6,59 |
| ДМФА | 11372,72 | -випарений | 10235,44 |
| | | -залишок | 1137,28 |
| Всього | 13367,92 | Всього | 13367,92 |

Додаткова стадія конденсації: На стадії випаровування ми накопичуємо пари оцтової кислоти та води, з яких можна отримати оцтову кислоту концентрації 10%.

$$m(\text{CH}_3\text{COOH пари}) = 90 \text{ кг}$$

$$m(\text{H}_2\text{O пари}) = 10 \text{ кг}$$

Таблиця 2.5

Додаткова стадія конденсації

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| Оцтова кислота (пари) | 90 | Оцтова кислота (пари) | 90 |
| Водяна пара | 10 | Водяна пара | 10 |
| Всього | 100 | Всього | 100 |

4. Стадія екстракції

Для цієї стадії було обрано етанол, маса якого складає:

$$m(\text{етанол}) = 500/154 \cdot 973 = 3159,09 \text{ кг.}$$

Таблиця 2.6

Матеріальний баланс стадії екстракції

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Естери цукрози | 1002,18 | Естери цукрози | 1002,18 |
| Моногліцериди | 106,05 | Моногліцериди | 106,05 |
| Дигліцериди | 326,53 | Дигліцериди | 326,53 |
| Залишок цукру | 292 | Залишок цукру | 292 |
| Залишок олії | 40,3 | Залишок олії | 40,3 |
| ДМФА | 1137,28 | ДМФА | 1137,28 |
| Гліцерин | 12,44 | Гліцерин | 12,44 |
| Ацетат натрію | 162,1 | Ацетат натрію | 162,1 |
| Етанол | 3159,09 | Етанол | 3159,09 |
| Всього | 6237,97 | Всього | 6237,97 |

5. Стадія I фільтрування

На стадії I фільтрування потрібно розрахувати вологість осаду (10% від маси ацетату натрію), кількість розчиненого у спирті ДМФА та гліцерину, а також відсоток нерозчиненого у спирті цукру та олії.

$$m (\text{ вологий осад}) = 162,1 \cdot 0,1 = 16,21 \text{ кг};$$

$$m (\text{ ДМФА у спирті}) = 1137,28 / (1137,28 + 12,44 + 3159,09) = 0,26 \text{ кг};$$

$$m (\text{ гліцерин у спирті}) = 12,44 / (1137,28 + 12,44 + 3159,09) = 0,002 \text{ кг};$$

$$m (\text{ спирт в осаді}) = 16,21 / (1 - 0,26 - 0,002) = 12,48 \text{ кг};$$

$$m (\text{ ДМФА в осаді}) = 12,48 \cdot 0,26 = 3,24 \text{ кг};$$

$$m (\text{ гліцерин в осаді}) = 16,21 \cdot 0,002 = 0,03 \text{ кг};$$

Відсоток нерозчинного цукру – 60% , а олії – 20% :

$$m (\text{ нерозчинний цукор}) = 292 \cdot 0,6 = 175,2 \text{ кг};$$

$$m (\text{ нерозчинна олія}) = 40,03 \cdot 0,2 = 8,06 \text{ кг}.$$

На даній стадії втрати складають – 2%.

Таблиця 2.7

Матеріальний баланс стадії I фільтрування

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Естери цукрози | 1002,18 | Осад: | 361,11 |
| Моногліцериди | 10,05 | -спирт | 12,48 |
| Дигліцериди | 326,53 | -гліцерин | 0,03 |
| Залишок цукру | 292 | -цукор | 175,2 |
| Залишок олії | 40,3 | -олія | 8,06 |
| | | -ацетат натрію | 162,1 |
| | | -ДМФА | 3,24 |
| ДМФА | 1137,28 | Фільтрат: | 5752,25 |
| Гліцерин | 12,44 | -гліцерин | 12,14 |
| Ацетат натрію | 162,1 | -естери цукрози | 980,99 |
| Етанол | 3159,09 | -моногліцериди | 102,97 |
| | | -дигліцериди | 318,56 |
| | | -цукор | 114,1 |
| | | -олія | 29,9 |
| | | -спирт | 3082,59 |
| | | -ДМФА | 1111 |
| | | Втрати | 124,61 |
| Всього | 6237,97 | Всього | 6237,97 |

6. Стадія I кристалізації

На стадії першої кристалізації втрати становлять 1%.

m (естери цукрози в осаді) = $980,99 \cdot 0,8(1-0,01) = 821,25$ кг;

m (моногліцериди в осаді) = $102,97 \cdot 0,7(1-0,01) = 71,3$ кг;

m (дигліцериди в осаді) = $318,56 \cdot 0,8(1-0,01) = 306,3$ кг

m (цукор, що залишився в р-ні) = $(3082,59 \cdot (1-0,01)/0,8)/100 \cdot 1,2 = 45,77$ кг;

m (цукор в осаді) = $(114,1-45,77) \cdot (1-0,01) = 67,6$ кг;

m (олія в осаді) = $29,9 \cdot 0,95(1-0,01) = 34,46$ кг.

Таблиця 2.8

Матеріальний баланс стадії I кристалізації

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|-----------------|----------------|--------------------|----------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Фільтрат: | 6237,97 | Осад: | 1894,85 |
| -ДМФА | 1111,00 | -ДМФА | 1,38 |
| -гліцерин | 12,14 | -естери цукрози | 821,25 |
| -естери цукрози | 980,99 | -моногліцериди | 71,30 |
| -моногліцериди | 102,97 | -дигліцериди | 306,30 |
| -дигліцериди | 318,56 | -цукор | 45,77 |
| -цукор | 114,10 | -олія | 34,46 |
| -олія | 29,90 | -спирт | 614,39 |
| -спирт | 3082,59 | Рідина над осадом: | 4063,16 |
| | | -ДМФА | 1108,59 |
| | | -гліцерин | 12,02 |
| | | -естери цукрози | 216,63 |
| | | -моногліцериди | 31,9 |
| | | -дигліцериди | 81,35 |
| | | -цукор | 46,52 |
| | | -олія | 2,17 |
| | | -спирт | 2563,98 |
| | | <i>Втрати</i> | <i>40,20</i> |
| Всього | 6237,97 | Всього | 6237,97 |

7. Стадія II фільтрування

На цій стадії відсоток нерозчиненого цукру складає – 60% , олії – 20%.

Втрати на цьому етапі складають – 2%.

m (нерозчинний цукор) = $292 \cdot 0,6 = 175,2$ кг;

m (нерозчинна олія) = $40,3 \cdot 0,2 = 8,06$ кг.

Таблиця 2.9

Матеріальний баланс для стадії II фільтрування

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|----------------|----------------|---|----------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Естери цукрози | 813,05 | Осад: -олія -цукор | 47,07 |
| Моногліцериди | 70,6 | | 6,73 |
| Дигліцериди | 303,24 | | 40,34 |
| Залишок цукру | 45,32 | Фільтрат: -моногліцериди | 1980,43 |
| Залишок олії | 34,12 | | 69,2 |
| ДМФА | 1,37 | -дигліцериди -естери цукрози -спирт -ДМФА -цукор -олія | 297,18 |
| Етанол | 757,77 | | 796,79 |
| | | | 742,62 |
| | | | 1,35 |
| | | | 36,44 |
| | | 36,85 | |
| | | <i>Втрати</i> | 45,04 |
| Всього | 2025,47 | Всього | 2025,47 |

8. Стадія II кристалізації

На даній стадії втрати становлять – 1%.

m (естери цукрози в осаді) = $796,79 \cdot 0,9(1-0,01) = 709,93$ кг;

m (моногліцериди цукрози в осаді) = $69,2 \cdot 0,8(1-0,01) = 54,8$ кг;

m (дигліцериди в осаді) = $297,18 \cdot 0,9(1-0,01) = 264,78$ кг;

m (спирт в осаді) = $742,62 \cdot 0,21(1-0,01) = 147,03$ кг;

$m(\text{цукор в осаді}) = ((28,44 \cdot (1 - 0,01) / 0,8)) / 100 \cdot 1,2 = 16,21 \text{ кг};$

$m(\text{цукор в розчині}) = ((28,44 - 16,21) / 0,8) / 100 \cdot 1,2 = 12,03 \text{ кг};$

$m(\text{олія в осаді}) = 28,85 \cdot 0,95 \cdot (1 - 0,01) = 27,13 \text{ кг};$

$m(\text{ДМФА в осаді}) = 1,35 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,01) = 0,66 \text{ кг}.$

Таблиця 2.10

Матеріальний баланс стадії II кристалізації

| Дані приходу | | Дані виходу | |
|-----------------|----------------|--------------------|----------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Фільтрат: | 1980,43 | Осад: | 1220,46 |
| -естери цукрози | 796,79 | -естери цукрози | 709,93 |
| -моногліцериди | 69,20 | -моногліцериди | 54,8 |
| -дигліцериди | 297,18 | -дигліцериди | 264,7 |
| -спирт | 742,62 | -спирт | 147,03 |
| -ДМФА | 1,35 | -ДМФА | 0,66 |
| -цукор | 36,44 | -цукор | 16,21 |
| -олія | 36,85 | -олія | 27,13 |
| | | Рідина над осадом: | 743,35 |
| | | -естери цукрози | 86,86 |
| | | -моногліцериди | 14,4 |
| | | -дигліцериди | 32,48 |
| | | -спирт | 594,97 |
| | | -ДМФА | 0,69 |
| | | -цукор | 12,23 |
| | | -олія | 1,72 |
| | | <i>Втрати</i> | <i>10,6</i> |
| Всього | 1980,43 | Всього | 1980,43 |

9. Стадія центрифугування

На даній стадії витрати дорівнюють 2%.

Таблиця 2.11

Матеріальний баланс стадії центрифугування

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Осад: | 1220,46 | Осад: | 1196,04 |
| -естери цукрози | 709,93 | -естери цукрози | 695,75 |
| -моногліцериди | 54,8 | -моногліцериди | 53,7 |
| -дигліцериди | 264,7 | -дигліцериди | 269,4 |
| -спирт | 147,03 | -спирт | 144,08 |
| -ДМФА | 0,66 | -ДМФА | 0,65 |
| -цукор | 16,21 | -цукор | 15,88 |
| -олія | 27,13 | -олія | 26,58 |
| Рідина над осадом: | 759,97 | Рідина над осадом: | 759,97 |
| -естери цукрози | 86,86 | -естери цукрози | 86,86 |
| -моногліцериди | 14,4 | -моногліцериди | 14,4 |
| -дигліцериди | 32,48 | -дигліцериди | 32,48 |
| -спирт | 594,97 | -спирт | 594,97 |
| -ДМФА | 0,69 | -ДМФА | 0,69 |
| -цукор | 12,23 | -цукор | 12,23 |
| -олія | 1,72 | -олія | 1,72 |
| | | <i>Втрати</i> | 23,45 |
| Всього | 1979,46 | Всього | 1979,46 |

10. Стадія сушіння

На стадії сушіння втрати – 5%.

Таблиця 2.12

Матеріальний баланс стадії сушіння

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Естери цукрози | 695,75 | Естери цукрози | 660,96 |
| Моногліцериди | 53,7 | Моногліцериди | 51,03 |
| Дигліцериди | 259,4 | Дигліцериди | 246,43 |
| Спирт | 144,08 | Спирт: | 144,08 |
| | | -випарений | 143,39 |
| | | -залишок | 0,69 |
| ДМФА | 0,65 | ДМФА | 0,61 |
| Цукор | 15,88 | Цукор | 15,08 |
| Олія | 26,58 | Олія | 25,2 |
| | | <i>Втрати</i> | 53,61 |
| Всього | 1196,04 | Всього | 1196,04 |

Таблиця 2.13

Матеріальний баланс стадії фасування

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|----------------|-------------|----------------|-------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Естери цукрози | 660,96 | Естери цукрози | 660,96 |
| Моногліцериди | 51,03 | Моногліцериди | 51,03 |
| Дигліцериди | 246,43 | Дигліцериди | 246,43 |
| Залишок спирту | 0,69 | Залишок спирту | 0,69 |
| ДМФА | 0,61 | ДМФА | 0,61 |
| Цукор | 15,08 | Цукор | 15,08 |
| Олія | 25,2 | Олія | 25,2 |
| Всього | 1000 | Всього | 1000 |

Таблиця 2.14

Зведений математичний баланс виробництва цукрогліцеридів

| ПРИХІД | | ВИТРАТА | |
|----------------------------------|-----------------|---|-----------------------------|
| Речовина | Маса, кг | Речовина | Маса, кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Цукор | 973 | Естери цукрози -продукт -втрачено | 1002,18 660,96 341,22 |
| Ляна олія та кукурудзяна олія | 803,7 | Моногліцериди -продукт -втрачено | 106,05 51,03 55,02 |
| Етилат натрію | 75,8 | Дигліцериди -продукт -втрачено | 326,53 246,43 80,1 |
| ДМФА | 11372,72 | Цукор (продукт) -втрачено | 15,08 276,92 |
| Спирт | 3159,09 | Олія (продукт) -втрачено | 25,2 15,1 |
| Оцтова кислота | 139,9 | ДМФА (продукт) - на переробку | 0,61 11372,72 |
| | | Спирт (продукт) -на переробку | 3158,4 0,69 |
| | | Ацетат натрію | 162,1 |
| | | Етиловий спирт (нейтралізація) | 47,01 |
| | | <i>Втрати</i> | <i>317,92</i> |
| Всього | 16527,01 | Всього | 16527,01 |

2.3. Тепловий баланс стадії сушіння

Вихідні дані:

- Продуктивність сушарки по вологому матеріалу: $G_1=300$ кг/год;
- Вміст води в продукті:
 - початковий: $w_1=12\%$
 - кінцевий: $w_2=5\%$
- Температура продукту, що надходить в сушильну камеру: $\theta_1=38^\circ \text{C}$;
- Температура продукту, що виходить з сушильної камери: $\theta_2=55^\circ \text{C}$;
- Відносна вологість свіжого повітря: $f_0=70\%$;
- Питома теплоємність абсолютно сухого матеріалу: $c_{с.м.}=1330$ Дж/(кг·К);
- Температура зовнішнього повітря: $t_0=20^\circ \text{C}$;
- Температура відпрацьованого повітря: $t_2=75^\circ \text{C}$;
- Температура повітря після калорифера: $t_1=113^\circ \text{C}$;
- Напруження об'єму камери сушарки по волозі: $A=100$ кг/(м³ · год).

Матеріальний розрахунок

1.1. Масова витрата видаленої води W

$$W = G_1 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} = 300 \cdot \frac{12 - 5}{100 - 5} = 22,10 \text{ кг/год} = 0,0061 \text{ кг/с} \quad (2.1)$$

1.2. Продуктивність сушарки по сухому продукту G_2

$$G_2 = G_1 \frac{100 - w_1}{100 - w_2} = 300 \cdot \frac{100 - 12}{100 - 5} = 277,89 \text{ кг/год} = 0,077 \text{ кг/с} \quad (2.2)$$

1.3. Перевірка по витраті видаленої води W (2.3)

$$W = G_1 - G_2 = 300 - 277,89 = 22,11 \text{ кг/год} = 0,0061 \text{ кг/с}$$

Використовуючи 1-х діаграму Рамзіна для вологого повітря (рис.2.6), визначаємо початковий x_0 і кінцевий x_1 вміст вологого повітря, а також характерні ентальпії. На перетині ліній знаходимо точку А, що характеризує початковий стан зовнішнього повітря. З точки А, опустивши перпендикуляр на вісь x , знаходимо значення $x_0 = 0,02$ кг/кг. Через точку А, опустивши перпендикуляр на вісь x , знаходимо значення. Через точку А проходить лінія постійної ентальпії (ізоентальпа) $l_0=24$ кДж/кг. З точки А, піднявшись по перпендикуляру до перетину з ізотермою $t_1=113^\circ \text{C}$, знаходимо точку В, що

характеризує стан повітря на виході з калорифера перед подачею в сушильну камеру. Від точки В рухаємось вниз по ізоентальпі $l_1=35$ кДж/кг до перетину з ізотермою $t_2=75^\circ\text{C}$, отримавши точку С. З точки С, опустивши перпендикуляр на вісь x , знаходимо значення $x_1=0,024$ кг/кг.

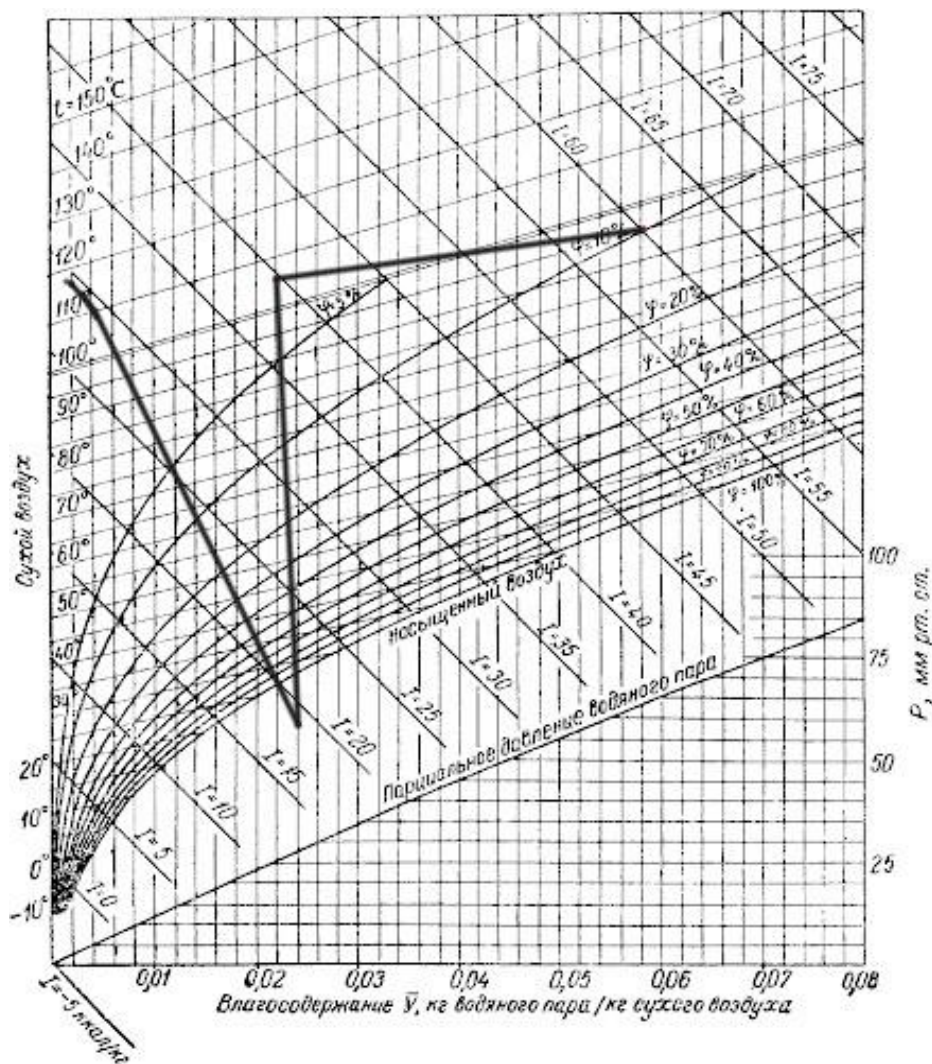


Рис. 2.6. Діаграма Рамзіна

Визначаємо теоретичну питому витрату повітря ℓ_0 в сушарці:

$$\ell_0 = \frac{1}{x_1 - x_0} = \frac{1}{0,024 - 0,02} = 82,39 \text{ кг/кг} \quad (2.4)$$

Розраховуємо теоретичну абсолютну витрату повітря в сушарці

$$L = \ell_0 \cdot W = 82,39 \cdot 0,0061 = 0,50 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 1800 \text{ кг/год} \quad (2.5)$$

Тепловий розрахунок

Складаємо тепловий баланс для сушильної камери.

$$L \cdot l_1 + G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 = L \cdot l_2 + G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 + Q_n \quad (2.6)$$

де Q_n – теплові втрати, що приймаємо за 5% від тепла, що надійшло з гарячим повітрям.

$$Q_n = 0,05 \cdot L \cdot L_1 = 0,05 \cdot 0,50 \cdot 35 = 0,875 \text{ кВт}; \quad (2.7)$$

$Q_1 = 38^\circ\text{C}$ – температура продукту, що надходить в сушильну камеру;

$Q_2 = 55^\circ\text{C}$ – температура продукту, що виходить із сушильної камери.

Визначаємо значення теплоємностей для цукрогліцеридів:

$c_1 = 1298 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$;

$c_2 = 1330 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$.

Визначаємо втрати тепла на сушіння у сушильній камері та теплову поправку із рівняння теплового балансу:

$$L \cdot l_2 - L \cdot l_1 = G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + Q_{\text{п}},$$

$$L \cdot (l_2 - l_1) = G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + Q_{\text{п}},$$

$$[L \cdot (l_2 - l_1)] / W = (G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + Q_{\text{п}}) / W,$$

$$G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + Q_{\text{п}} = \sum Q,$$

$$\Delta = \sum Q / W \quad \text{або} \quad l \cdot (l_2 - l_1) = \Delta, \text{ де}$$

$\sum Q$ – алгебраїчна сума абсолютних теплот в сушильній камері, Вт.

Δ – тепла поправка на реальний сушильний процес, кДЖ/кг.

Розраховуємо $\sum Q$:

$$\sum Q = G_2 \cdot c_2 \cdot \theta_2 - G_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 + Q_{\text{п}} \quad (2.8)$$

$$\sum Q = 0,077 \cdot 1,330 \cdot 55 - 0,082 \cdot 1,297 \cdot 38 + 0,875 = 2,4 \text{ кДж/с};$$

Розраховуємо Δ :

$$\Delta = \sum Q / W = 2,4 / 0,0061 = 393,44 \text{ кДж/кг}.$$

Розраховуємо l_2 :

$$l_2 = l_1 + \Delta / l_0 = 35 + (393,44 / 82,39) = 38 \text{ кДж/кг}.$$

Коригуємо витрату повітря на дійсний сушильний процес.

З точки C_1 на перетині ізоентальпи l_2 і ізотерми t_2 . З'єднуємо прямою точки В і C_1 . Маємо ламану лінію ABC_1 , що характеризує дійсний сушильний процес. З точки C_1 , опустивши перпендикуляр на вісь x , визначаємо реальний вологовміст повітря на виході із сушильної камери $x_2 = 0,028$ кг/кг.

Тоді реальна питома витрата повітря визначається :

$$\ell_0 = \frac{1}{x_1 - x_0} = \frac{1}{0,028 - 0,02} = 61,56 \text{ кг/кг.}$$

2.4. Розраховуємо дійсну абсолютну витрату повітря в сушарці:

$$L = \ell \cdot W = 61,56 \cdot 0,0061 = 0,38 \text{ кг/с} = 1368 \text{ кг/год.}$$

2.4. Опис принципово-технологічної схеми

В роботі наведено послідовний опис технологічних стадій для перетворення сировини – лляної та кукурудзяної олії у співвідношенні 1:1 та цукру для утворення готового продукту – цукрогліцериди або добавка E474. На стадії підготовки необхідно зробити наважку вихідних сполук таких, як: цукор – 973 кг, суміш лляної та кукурудзяної олії – 803,7 кг, етилат натрію – 75,8 кг, ДМФА – 11372,72 кг.

На стадії розчинення при температурі 80-85 °С відбувається переетерифікація сахарози жирними кислотами, що містяться в лляній та кукурудзяній оліях, в середовищі ДМФА в присутності етилат натрію. Потім суміш нагрівають і безперервно перемішують упродовж 12 годин до повної однорідності та максимального розчинення компонентів у ДМФА.

Оскільки емульгатор призначений для використання в харчовій і косметичній промисловості, то необхідно максимально ефективно і відповідально підійти до питання його очищення від сторонніх домішок, що утворюються в процесі реакції. Тому до отриманої суміші додають оцтову кислоту в надлишку 10% для нейтралізації решти етилат натрію з утворенням ацетату натрію та етилового спирту. Для запобігання небезпечної ситуації (щоб кислота не почала вилитися з розчину) суміш охолоджують до температури 20-25 °С протягом 1 години, а потім додають кислоту.

Наступний етап найважливіший – випаровування. Під час цієї стадії може випаровуватися приблизно 90% ДМФА, що є важливим ступенем очищення виробленої добавки від токсичних речовин, що утворюються при взаємодії ДМФА з іншими компонентами суміші. Щоб випарувати таку надзвичайно велику кількість розчинника, процес потрібно проводити під тиском. Тому найбільш підходящим пристроєм для цього етапу є вакуумно-випарна установка. Умови реакції: тиск 7 кПа, температура 80 °С, час 4 години. Також випаровують воду і оцтову кислоту, (яка залишилася, що утворилася на попередній стадії), з яких можна отримати додатковий продукт – оцтову кислоту (9-10%). Для цього необхідно пари оцтової кислоти та води пропустити через кожухотрубний теплообмінник для конденсації готової оцтової кислоти. Стадію конденсації проводять при температурі 20-25 °С протягом однієї години. Етап охолодження оцтової кислоти (9-10%) проводиться при таких самих умовах реакції.

Етап охолодження суміші до 40 °С є обов'язковим, оскільки не рекомендується додавати етанол на етапі екстракції до суміші при 80 °С, оскільки розчинник випарується. Охолодження відбувається протягом 1 години при температурі 40 °С, і суміш стає надзвичайно в'язкою. При температурі 40 °С до реакційної маси додають етанол і екстрагують протягом 30 хвилин. Далі все відправляється на перший фільтр.

Фільтрація відбувається при температурі 50 °С протягом 40 хвилин. Основною речовиною, яка піде на наступний етап, є отриманий фільтрат, а нерозчинені залишки ацетату натрію, жиру і сахарози випадають в осад.

Перший етап кристалізації відбувається при температурі 15-20 °С протягом 10 годин, під час якого фільтрат виділяється в осад, який випадає у вигляді кристалів і є цільовим продуктом (суміш ефірів сахарози, моно- і дигліцериди, цукор і олія), а також рідина над осадом, яка містить невеликі кількості ефірів сахарози, моно- і дигліцеридів, ДМФА, гліцерину, спирту та олії з цукром.

Потім суміш нагрівають до 50 °С протягом 1 години для розчинення певної кількості цукру і забезпечення однорідності. Потім все відправляється на другий фільтр. Фільтрація відбувається при температурі 20-25 °С протягом 30 хвилин. Основною речовиною, яка піде на наступну стадію, є отриманий фільтрат, а нерозчинені залишки жиру і сахарози випадають в осад.

Другий етап кристалізації відбувається при температурі 15-20 °С протягом 10 годин, протягом якого фільтрат відокремлюється в осад, який випадає у вигляді кристалів і є цільовим продуктом (суміш ефірів сахарози, моно- та дигліцеридів, цукру та олії), а також рідина над осад, що містить невелику кількість ефірів сахарози, моно- та дигліцеридів, ДМФА, спирту та олії з цукром. Осад направляються на центрифугування.

Центрифугування відбувається при температурі 40-50 °С протягом 6 годин. Упродовж цього часу рідина над осадом відокремлюється від осаду і видаляється, а сам осад переходить на стадію сушіння.

Процес сушіння здійснюється за допомогою потоку гарячого повітря (90-95 °С). Сушка відбувається при температурі 40-50 °С протягом 6 годин. Етанол видаляється з продукту у вигляді пари. Після завершення процесу готова добавка відправляється в збірник для охолодження до кімнатної температури і подальшого фасування.

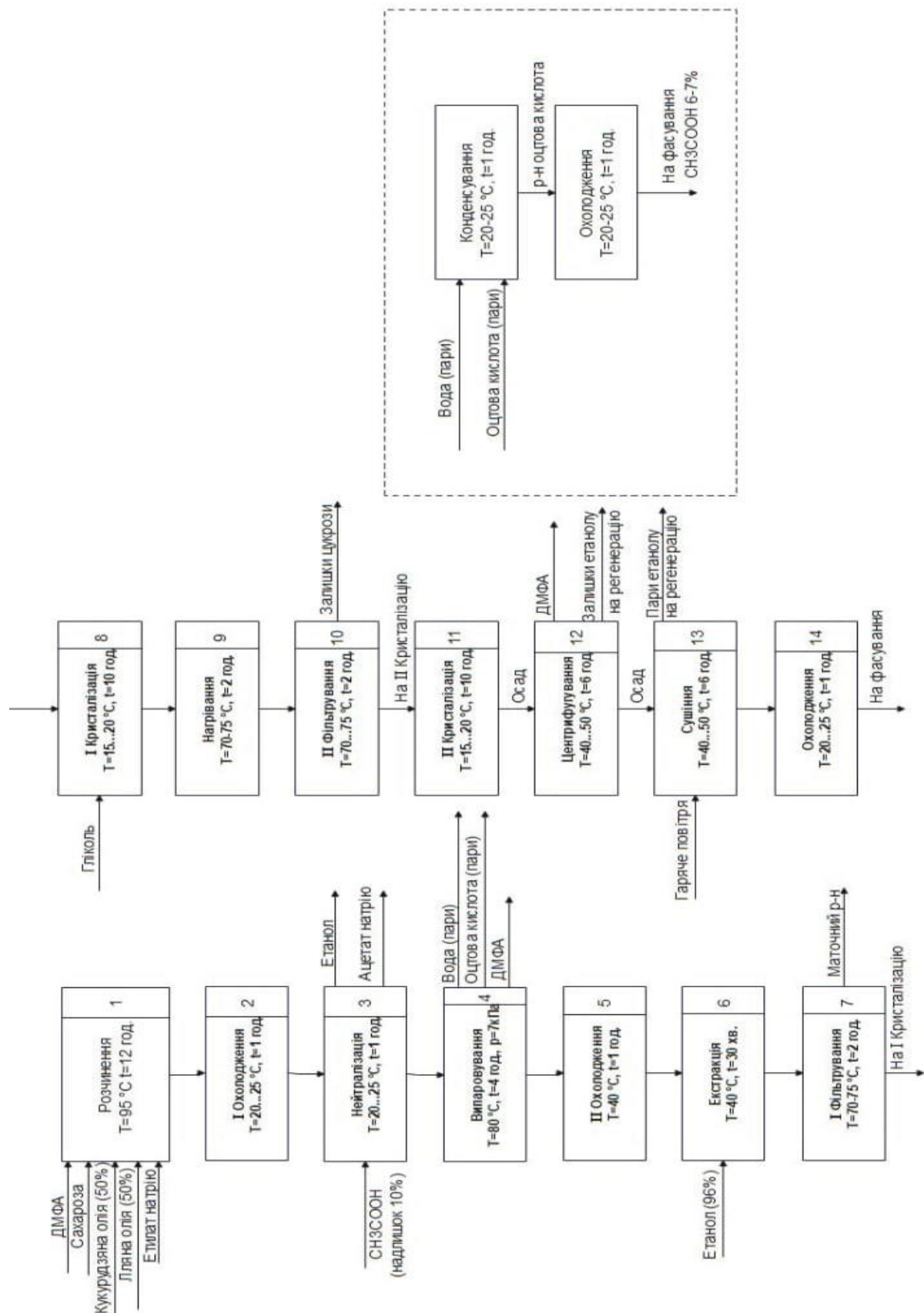


Рис.2.7. Принципова технологічна схема отримання цукрогліцеридів

2.5. Підбір обладнання для виробництва цукрогліцеридів

Ураховуючи специфіку заданої технології виробництва харчової добавки, було підбрано обладнання оперуючись на фізико-хімічні показники вихідної сировини та готового продукту за різних умов проведення реакції, наведене у табл. 2.15 [9,13,17].

Таблиця 2.15

Підбір основного обладнання для виготовлення харчової добавки

| Обладнання | Призначення | Кількість |
|-----------------------------------|--|-----------|
| 1 | 2 | 3 |
| Відцентровий насос | Діє за допомогою відцентрових сил. Використовується при перекачуванні рідких продуктів | 6 |
| Якірна мішалка з рубашкою | Служить для перемішування в'язких рідин при нагріванні; при обертанні лопаті постійно очищають стінки та дно апарата | 2 |
| Теплообмінник «труба в трубі» | Принцип роботи заснований на постійному контакті теплоносія з оброблюваною рідиною, використовується в технологічних системах для нагрівання або охолодження теплоносія з невеликою поверхнею теплообміну. | 1 |
| Чан для нейтралізації з мішалкою | Призначений для нейтралізації певних компонентів суміші оцтовою кислотою | 1 |
| Вакуум-випарна установка | Вакуум-випарні установки застосовуються для згущення продукту. Випарювання проводять при надлишковому тиску і під вакуумом. | 1 |
| Теплообмінник «ванна охолодження» | Використовується в технологічних системах для нагрівання або охолодження в'язких продуктів | 1 |

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Кулачковий насос | В промисловості застосовується для перекачки в'язких рідин та щільних малотекучих пастоподібних речовин | 9 |
| Екстрактор | В промисловості застосовується для екстрагування цільових сполук | 1 |
| Парова сорочка | Для нагріву або охолодження рідких і твердих продуктів за допомогою пари | 2 |
| Кристалізатор «ванна охолодження» | Апарат для виділення твердих речовин під час охолодження розчинів | 2 |
| Центрифуга зі шнековим пристроєм для вивантаження осаду | Для розділення рідинних сумішей або для видалення води з рідких продуктів, а також для вилучення твердих компонентів, таких як осад | 1 |
| Стрічкова сушарка | Для сушіння продуктів шляхом проходження їх через систему гарячого повітря або гарячих газів | 1 |
| Пневматичний насос | Для подачі сухого продукту | 3 |
| Збірник | Для зберігання продукту до моменту його фасування | 2 |
| Кожухотрубний теплообмінник | Для передачі тепла між двома природними середовищами та конденсації рідини | 1 |

2.6. Розрахунок центрифуги зі шнековим пристроєм для вивантаження осаду

Вихідні дані:

продуктивність $G_1=0,1980$ кг/с;

початкова масова концентрація твердих частинок $x_1= 27\%$;

кінцева масова концентрація твердих частинок $x_2= 94\%$;

масовий вологовміст осаду $y= 10\%$;

мінімальний розмір твердих частинок $d_{\min} = 2 \cdot 10^{-6}$ м;

густина твердої фази $\rho = 1573$ кг/м³;

густина рідкої фази $\rho_p = 1000$ кг/м³;

динамічна в'язкість рідини $\mu = 1,1 \cdot 10^{-3}$ Па·с ;

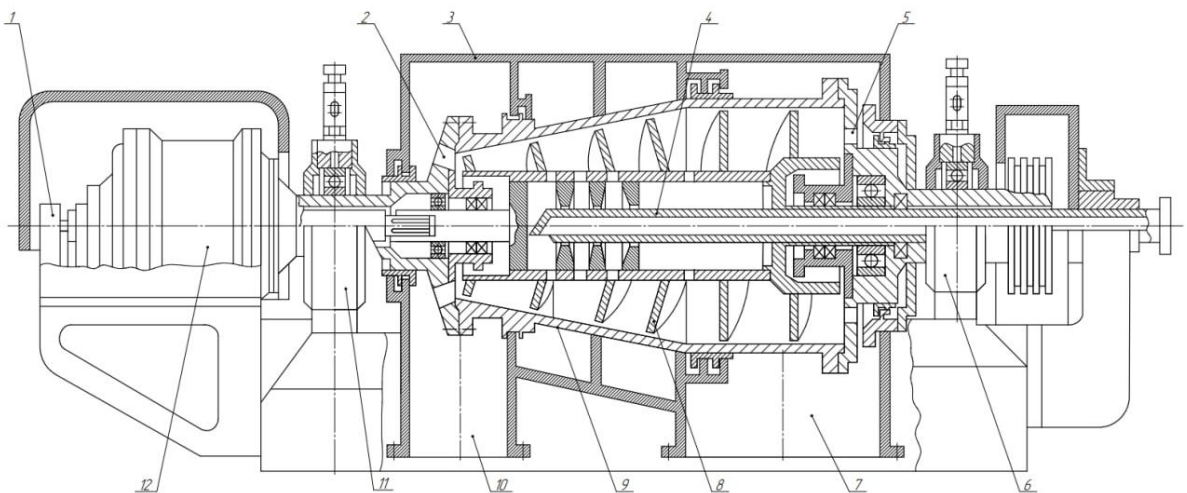
діаметр ротора $D = 0,35$ м;

довжина циліндричної частини ротора $L = 0,47$ м;

частота обертання ротору $n = 2930$ с⁻¹;

радіус зливу $R_1 = 0,14$ м;

Схема центрифуги зі шнековим пристроєм для вивантаження осаду наведена на рисунку 2.8.



1 - захисний пристрій редуктора; 2,5 - вікна вивантаження осаду і зливу фільтра; 3 - кожух; 4 - труба живлення ; 6,11 - опори; 7, 10 - камери відводу фільтра і вивантаження осаду; 8 –шнек; 9 - ротор; 12 - планетарний редуктор

Рис. 2.8. Схема центрифуги зі шнековим пристроєм для вивантаження осаду

Густина суспензії:

$$\rho_p = \frac{p \cdot \rho_p}{p - (p - \rho_p) \cdot x_1} = \frac{1573 \cdot 1000}{1573 - (1573 - 1000) \cdot 0,27} = 1109 \text{ кг/м}^3$$

Густина осаду:

$$\rho_c = \frac{p \cdot \rho_p}{p - (p - \rho_p) \cdot y} = \frac{1573 \cdot 1000}{1000 - (1573 - 1000) \cdot 0,1} = 1669 \text{ кг/м}^3$$

Маса осаду в роторі:

$$m_{oc} = V_p \cdot \varphi \cdot \rho_{oc} = 0,044 \cdot 0,5 \cdot 1669 = 36,7 \text{ кг},$$

де $\varphi = 0,5$.

$$V = 0,785 \cdot (R + R_1)^2 \cdot L \cdot \varphi = 0,785 \cdot (0,35 + 0,14)^2 \cdot 0,5 \cdot 0,47 = 0,044 \text{ м}^3.$$

Маса суспензії:

$$m_c = m_{oc} \cdot \frac{1-y}{x_1} = 36,7 \cdot \frac{1-0,1}{0,27} = 122,3 \text{ кг}$$

Час загрузки:

$$\tau_3 = \frac{m_c \cdot 3600}{G_1 \cdot \rho_c} = \frac{122,3 \cdot 3600}{0,1980 \cdot 1669} = 1332 \text{ с}$$

Маса фільтрату:

$$m_{ж} = m_c \cdot (1 - x_1) = 122,3 \cdot (1 - 0,27) = 89,27 \text{ кг}$$

Внутрішній радіус барабану:

$$R = \frac{D}{2} = \frac{0,35}{2} = 0,175 \text{ м}$$

Середній радіус барабану:

$$r_c = \frac{R + R_1}{2} = \frac{0,175 + 0,14}{2} = 0,1575 \text{ м}$$

Кутова швидкість:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 2930}{30} = 306,83 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Фактор розділення:

$$Fr \frac{\omega^2 \cdot r_c}{g} = \frac{306,83^2 \cdot 0,1575}{9,81} = 1511,5$$

Рівняння для швидкості осадження:

$$\omega = \omega \cdot \frac{D}{2} = 306,83 \cdot \frac{0,35}{2} = \frac{53,7\text{м}}{\text{с}}$$

Тиск фільтрування при центрифугуванні:

$$\square p = \frac{3,14 \cdot V \cdot R \cdot n^2}{F} = \frac{3,14 \cdot 0,9879 \cdot 0,175 \cdot 2930}{481,98} = 0,096 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

де $F = D \cdot L \cdot n = 0,35 \cdot 0,47 \cdot 2930 = 481,98 \text{ м}^2$

Потужність центрифуги в період пуску:

$$N = \frac{m_c \cdot \omega_{oc}}{2 \cdot \tau_3 \cdot 10^3} = \frac{64 \cdot 53,7}{2 \cdot 526 \cdot 10^3} = 175 \text{Вт}$$

N_1 – потужність, що затрачається на надання кінетичної енергії зливу фугата і осаду, викидаємого з барабана:

$$N_1 = \frac{58^2 * [0,053 * (1 + 65^2) * 0,12^2 * 0,762 * 0,14^2]}{100} = 0,12 \text{ кВт};$$

N_2 – потужність, що затрачається на подолання сил тертя між осадом і витками шнека:

$$N_2 = \frac{50^2 * 0,14 * 0,576 * 0,053 * (1 + 65)}{100} * 0,8 = 0,14 \text{ кВт}$$

N_3 – потужність, що затрачається на подолання сил тертя між осадом і витками шнека.

$$N_3 = \frac{3,14 * 50^2 * 0,14^2 * 0,4 * 8 * 0,053 * (1 + 65)}{100} * \sin 11 + 2 * 0,8 * \cos^2$$
$$= 0,81, \text{ кВт}$$

Тоді загальна N_2 :

$$N_2 = 0,3 + 0,14 + 0,81 = 1,5 \text{ кВт}$$

N_3 - потужність, що затрачається на подолання сил тертя барабана об повітря.

$$N_3 = 1,32 * 10 * L * D_p * n, \text{ кВт}$$

L - довжина барабана, м;

D_p - діаметр барабана, м;

n - частота обертання барабана, хв^{-1}

$$N_3 = 1,32 * 10^{-9} * 0,47 * 0,35 * 2930 = 0,362 \text{ кВт}$$

Тоді загальна потужність N_3 дорівнює:

$$N_3 = 2,812 + 2,972 + 0,362 = 6 \text{ кВт}$$

Повна потужність електродвигуна буде:

$$N = 0,12 + 1,5 + 6 = 7,6 \text{ кВт}$$

2.6. Опис апаратурно-технологічної схеми

Апаратурно-технологічну схему для виробництва цукрогліцеридів розроблено на підставі принципової технологічної схеми, матеріального балансу, підбору обладнання, а також літературних джерел та наукових статей

Диметилформамід, лляна і кукурудзяна олія у співвідношенні (1:1) вводяться у реактор **1** з якірною мішалкою і паровою сорочкою для плавлення і реакції. Туди ж відправляють вказані відміряні кількості цукру та етилат натрію. Перемішування до однорідності проводять при постійній температурі протягом 12 годин. Після завершення цієї стадії реакційна маса подається відцентровим насосом **2** у теплообмінник типу «труба в трубі» **3** для охолодження перед стадією нейтралізації. Суміш охолоджують до кімнатної температури протягом 2 год. Охолоджену суміш відцентровим насосом **4** подають у чан для нейтралізації **5**, куди додають оцтову кислоту (надлишок 10%) для нейтралізації етилат натрію. У результаті реакції утворюються ацетат натрію, етиловий спирт і кислота, що не прореагувала.

Продукти реакції подаються насосом **6** до вакуум-випарного апарата **8**, що обладнаний сорочкою, в яку надходить водяна пара. За допомогою насоса **7** продукт рециркулює в установці. Після випаровування основної частини розчинника, оцтової кислоти і води, гарячу і в'язку реакційну масу подають через лопатевий насос **9** для охолодження в теплообмінник «охолоджуюча ванна» **10**, де охолоджується до температури 40° С і за допомогою лопатевого насоса **11** подається в екстрактор **12**.

Реакційну суміш екстрагують спиртом, в якому розчиняють ДМФА і цукор з жиром, які не прореагували і відправляють через лопатевий насос **13** в парову сорочку **14** для подальшого перемішування і підігріву за допомогою гарячої пари. Після години нагрівання суміш подається першим фільтруючим насосом **15** на дисковий фільтр **16**, на фільтруючих елементах залишається ацетат натрію, залишки жиру і цукру.

Отриманий фільтрат подається насосом **17** в «охолоджувальну ванну» кристалізатора **18** для першого осадження цільового продукту у вигляді кристалів. Процес займає 10 годин. Масу охолоджують за допомогою гліколю. За цей час суміш розділяється на осад (кристали цільового продукту) і рідину над осадом. Осад подається насосом **19** для повторного нагрівання і перемішування паром у парову сорочку **20**. ДМФА і цукор розчиняються разом з жиром, що не прореагував, для подальшого зниження вмісту ДМФА в кінцевому продукті і, як в результаті підвищується якість і чистота цільового продукту. Все це через насос **21** подається в «охолоджуючу ванну» кристалізатора **22** для повторного осадження цільового продукту у вигляді кристалів. Процес займає 10 годин. За цей час суміш розділяється на осад (кристали цільового продукту) і рідину над осадом. Осад і фільтрат подаються насосом **23** до центрифуги зі шнековим пристроєм для вивантаження осаду **24** для повного розділення цільового продукту від залишків рідини. Зі шнекового пристрою через пневматичний насос **25** осад подається в стрічкову сушарку **26** з метою зниження вологості за допомогою потоку гарячого повітря і отримання готової харчової добавки E474. Після сушіння цукрогліцериди подаються

пневматичним насосом **28** у збірник **29** для охолодження до кімнатної температури і відправляється на фасування.

Під час стадії випаровування у збірнику накопичуються пари води та оцтової кислоти, з яких можна отримати оцтову кислоту концентрацією 6-7%. Для цього з вакуумно-випарного апарату **8** подаються пари оцтової кислоти та води у кожухотрубний теплообмінник **31** для конденсації розчину оцтової кислоти при температурі 20-25° С упродовж 1 год. у відцентровий насос **32** для перекачування готової оцтової кислоти у збірник **33** для охолодження до кімнатної температури оцту і через відцентровий насос **34** на фасування готової продукції.

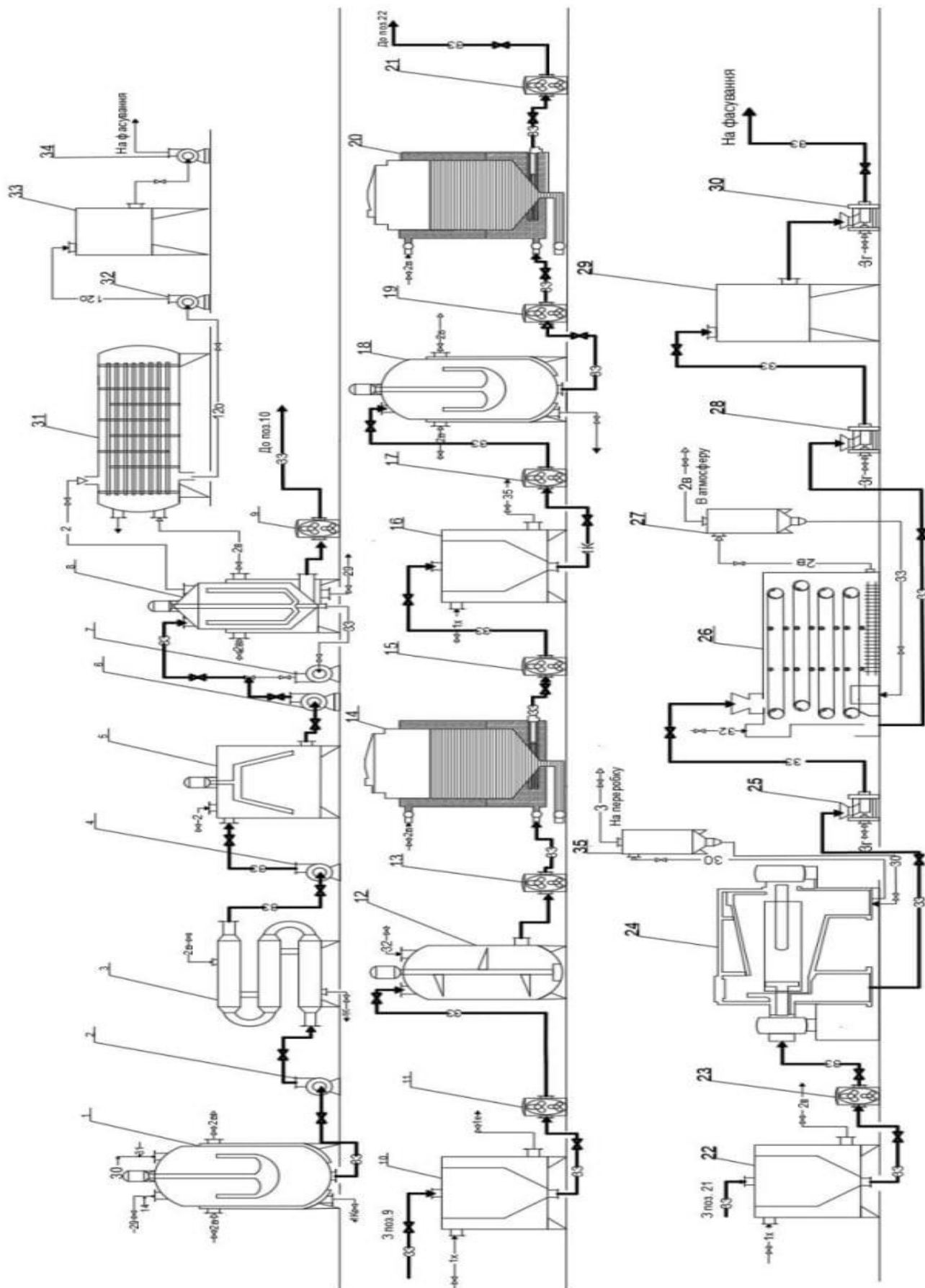


Рис. 2.9. Апаратурно-технологічна схема отримання цукрогліцеридів

РОЗДІЛ ІІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБРІУНТУВАННЯ

Для виробництва цукрогліцеридів було обрано сировину і допоміжні речовини, які наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Сировина та допоміжні речовини для виробництва цукрогліцеридів

| Сировина та основні речовини | Норми витрат на 1 т | Ціна сировини, грн/кг | Вартість сировини та основних матеріалів, грн |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Ляна олія | 806,5 | 418,00 | 337117,00 |
| Кукурудзяна олія | 801 | 120,00 | 96120,00 |
| Цукор | 973 | 28,40 | 27633,00 |
| Диметилформамід | 11372,72 | 43,00 | 489027,00 |
| Етилат натрію | 75,8 | 87,00 | 6595,00 |
| Етиловий спирт (96%) | 3159,09 | 118,00 | 372772,62 |
| Оцтова кислота | 139,9 | 140,00 | 19586,00 |
| Всього | | | 1,348850.62 |

Було проведено розрахунок, з якого собівартість цукрогліцеридів складатиме 1,348850.62 грн/т. Витрати на виробництво і допоміжні матеріали становить 5% від вартості основної сировини – 67442.53 грн.

Повна собівартість виготовлення цукрогліцеридів становить: 1,416293.15 грн. Допоміжні матеріали для упакування готової харчової добавки E474 наведено в таблиці 3.2.

| | | | | | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------|----------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Митропан К.В | Назва, додаткова назва РОЗДІЛ ІІІ | ННІХТ.ХТ-3-14.024.161.049.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБРІУНТУВАННЯ | Інд. змін. | Дата видання 16.04.2024 | Мова ua | Аркуш 49/69 |

Таблиця 3.2

Допоміжні матеріали для упакування готової харчової добавки E474

| Сировина та матеріали | Одиниця виміру | Норми витрат на 1 т | Ціна одиниці сировини, грн | Вартість, грн |
|-----------------------------------|----------------|---------------------|----------------------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| Мішок поліпропіленовий (20 кг) | шт | 50 | 3,15 | 157,50 |
| Шпагат поліпропіленовий (100 м) | шт | 1 | 60 | 60 |
| Етикетка | шт | 50 | 0,08 | 4 |
| Миючі засоби для миття обладнання | кг | 5 | 106 | 530 |
| Всього | | | | 751,50 |

Транспортні витрати на допоміжні матеріали для упакування готової продукції беремо за 5%, тобто 37,50 грн. Отже, витрати становлять – 789 грн/т.

Витрати енергоресурсів, які підприємство витрачає на виробництво 1000 кг цукрогліцеридів наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Витрати енергоресурсів на виробництві цукрогліцеридів

| Енергоресурс | Одиниця вимірювання | Норма витрат, т | Ціна, грн | Вартість, грн |
|----------------|---------------------|-----------------|-----------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Електроенергія | кВт | 200 | 3,09 | 618 |
| Холодна вода | м ³ | 20 | 30,38 | 607,60 |
| Гліколь | м ³ | 1 | 21800 | 21800 |
| Всього | | | | 23025,60 |

Розрахунок заробітної плати працівникам:

Кількість робочих днів – 365 днів (без вихідних і свят).

Робота підприємства ділиться на 2 зміни – денна та нічна.

Робота для змінних працівників складає: денна – 9 год., нічна – 11 год.

Середня кількість годин за рік складає для змінних працівників вдень складає– 2008 год., а уночі – 1642 год.

Мінімальна ставка працівника 1-го тарифного розряду станом на 2024 рік становить 48 грн./год. Посадові ставки для працівників інших тарифних розрядів розраховуємо множенням ставки працівника 1-го тарифного розряду на відповідний коефіцієнт. Основна заробітна плата робітників за одну годину наведена в табл. 3.4.

На виробництві хімічного характеру робітникам заподіяно моральну шкоду при отруєнні токсичними речовинами у розмірі – 25%.

Таблиця 3.4

Заробітна плата робітників за погодинною оплатою

| Професія | Кількість людей на зміну | Тарифний розряд | Ставка, грн/год | Тривалість зміни, год | Заробітна плата, грн/рік |
|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Хімік технолог | 1 | 4 | 244,79 | 9 | 804135,15 |
| Хімік-інженер | 2 | 4 | 60,64 | 9 | 199202,40 |
| Головний інженер | 1 | 6 | 115,41 | 9 | 379121,85 |
| Начальник зміни | 1 | 6 | 54,58 | 11 | 219138,70 |
| Механік | 2 | 4 | 99,1 | 11 | 397886,50 |
| Електронщик | 2 | 4 | 80,84 | 11 | 324572,60 |
| Прибиральник | 2 | 2 | 46,36 | 9 | 152292,60 |
| Вантажник | 3 | 2 | 96,62 | 9 | 317396,70 |
| Всього | | | | | 2,793746.50 |
| За 1 тону виробу | | | | | 27937,46 |

Витрати на утримання та обслуговування обладнання приймаємо у розмірі 200% від основної заробітної плати:

$$27937,46 \times 2 = 55874,92 \text{ грн/т}$$

Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції приймаємо у розмірі 10 % від основної заробітної плати:

$$27937,46 \times 0,1 = 2793,74 \text{ грн/т}$$

Загальновиробничі витрати приймаємо в розмірі 300 % від основної заробітної плати робітників:

$$27937,46 \times 3 = 83812,38 \text{ грн/т}$$

Виробнича собівартість виробництва:

$$1,416293,15+789+23025,60+27937,46+55874,92+2793,74=1526713,27 \text{ грн/т}$$

Сума адміністративних витрат як 3% від виробничої собівартості:

$$1526713,27 \times 0,03 = 45801,40 \text{ грн/т}$$

Витрати на збут як 3,5% від виробничої собівартості:

$$1526713,27 \times 0,035 = 53434,96 \text{ грн/т}$$

Операційні витрати як 1% від виробничої собівартості:

$$1526713,27 \times 0,01 = 15267,13 \text{ грн/т}$$

Повні витрати на виробництво:

$$1526713,27 + 45801,40 + 53434,96 + 15267,13 = 1641216,76 \text{ грн/т}$$

Результати розрахунків по статтям калькуляції наведені у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Результати розрахунків по статтям калькуляції

| № | Статті калькуляції | Витрати на 1т, грн |
|-----|-------------------------------------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Сировина та основні матеріали | 1,348850.62 |
| 2. | Допоміжні матеріали | 751,50 |
| 3. | Енергоресурси | 23025,60 |
| 4. | Основна заробітна плата працівників | 27937,46 |
| 5. | Утримання обладнання | 55874,92 |
| 6. | Витрати на підготовку виробництва | 2793,74 |
| 7. | Загальновиробничі витрати | 83812,38 |
| 8. | Виробнича собівартість | 1526713,27 |
| 9. | Адміністративні витрати | 45801,40 |
| 10. | Операційні витрати | 15267,13 |
| 11. | Витрати на збут | 53434,96 |
| 12. | Повні витрати | 1641216,76 |

Повні витрати на виробництво на весь обсяг виробництва:

$$1641216,76 \times 150,6 = 247167244 \text{ грн.}$$

Так, як 1 т цукрогліцеридів – це 50 одиниць готової продукції, то повна собівартість 1 мішка емульгатора на 20 кг складає:

$$1641216,76 \div 50 = 32824,33 \text{ грн.}$$

Оптова ціна підприємства складається з виробничої собівартості, адміністративних витрат, витрати на збут, суми прибутку.

Визначимо суму прибутку, прийнявши рівень рентабельності, який або планується підприємством, або встановлюється у законодавчому порядку, 10%:

$$\text{Сума прибутку} = \frac{10 \times (1526713,27 + 45801,40 + 53434,96)}{100} = 162594,96 \text{ грн.}$$

Тоді оптова ціна підприємства на 1 т цукрогліцеридів (50 одиниць готової продукції) складає 1833258,2 грн.

Оптова ціна становить: $1526713,27 + 45801,40 + 53434,96 + 162594,96 = 1788544,59$ грн.

Отже, прибуток, який планується отримувати від виробництва харчової добавки E474 становитиме – 162594,96 гривень за 50 одиниць готової продукції. Результати розрахунку відпускної ціни за одиницю готової продукції наведено у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Розрахунок відпускної ціни за одиницю готового товару

| Показники | Вартість, грн |
|------------------------------|---------------|
| 1 | 2 |
| Оптова ціна (без ПДВ) | 1788544,59 |
| ПДВ 25% | 44713,61 |
| Ціна за 50 одиниць | 1833258,2 |
| Ціна за одну одиницю (20 кг) | 36665,10 |

Отже, виходячи з економічних розрахунків відпускна вартість однієї одиниці товару складатиме – 36665,10 грн., прибуток 162594,96 грн., рентабельність – 10%.

РОЗДІЛ ІV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Основною сировиною для виробництва цукрогліцеридів було взято цукор, лляну олію та кукурудзяну олію. За органолептичними показниками цукор має відповідати таким вимогам, які наведено у табл. 4.1 [40,41,42].

Таблиця 4.1

Органолептичні показники цукру

| Назва показника | Характеристика |
|------------------|--|
| 1 | 2 |
| 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. |
| 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 м'яси. |
| Чистота розчину | Розчин цукру повинен бути прозорим або таким, що має слабу опалесценцію без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають опалесценцію. |

За фізико-хімічними нормами цукор має відповідати вимогам наведеним у табл.4.2

| | | | | | | |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|------------|----------------|
| Відповідальна організація НУХТ, каф. ТЖХТ | Технічне узгодження Біла Г.М. | Вид документа Пояснювальна записка | Статус документа | | | |
| Власник документа НУХТ | Розробник документа Митропан К.В. | Назва, додаткова назва РОЗДІЛ ІV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ | ННІХТ.ХТ-3-14.024.161.054.КР.ПЗ | | | |
| | Документ затверджено Носенко Т.Т. | | Інд. змін. | Дата видання 16.04.2024 | Мова ua | Аркуш 54/69 |

Фізико-хімічні показники цукру

| Назва показника | Значення за категоріями кристалічного цукру, сахарози | | | |
|--|---|-------|-------|-------|
| | 1 (екстра) | 2 | 3 | 4 |
| Масова частка сахарози (поляризація), %, не менше ніж | 99,7 | 99,7 | 99,61 | 99,5 |
| Масова частка редукувальних 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 | 0,06 | 0,1 | 0,14 | 0,15 |
| - сахарози для шампанського | - | 0,1 | - | - |
| - цукрової пудри | - | 0,2 | 0,2 | - |
| Масова частка золи (в перерахуванні на суху речовину), не більше ніж: | | | | |
| % | 0,011 | 0,027 | 0,04 | 0,05 |
| балів | 6,0 | 15,0 | - | - |
| Кольоровість в розчині, не більше ніж: | | | | |
| одиниць ICUMSA | 22,5 | 45,0 | 104 | 195 |
| балів | 3 | 6 | - | - |
| умовних одиниць | - | - | 0,8 | 1,5 |

Лляна олія за органолептичними показниками має відповідати вимогам, зазначеним у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Органолептичні показники лляної олії

| Назва показника | Характеристика |
|---------------------------|--|
| Колір при 20° С | Від світло-жовтого до бурштинового. Якісна лляна олія має прозорий або злегка мутний вигляд, без осаду або сторонніх домішок. |
| Прозорість при 20° С | Прозора або злегка мутна. Наявність осаду може свідчити про неякісну очистку або про те, що олія зберігалася неправильно. |
| Консистенція при 15-20° С | Однорідна, без грудочок або осаду. |
| Запах і смак | Запах характерний для лляної олії, з легкими горіховими нотками. Запах повинен бути приємним і натуральним, без сторонніх або хімічних відтінків. Смак характерний, злегка гіркуватий. Лляна олія має специфічний смак, який може бути злегка гіркуватим через високий вміст поліненасичених жирних кислот. Якісна олія не повинна мати сторонніх присмаків, таких як металевий або хімічний. |

За фізико-хімічними показниками лляна олія має відповідати вимогам наведеним в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Фізико-хімічні показники лляної олії

| Назва показника | Норма для лляної олії |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1 | 2 |
| Кислотне число, мг КОН/г, не більше | 4 |
| Перекисне число, ммоль/г, не більше | 10 |
| Йодне число, г I ₂ /100 г | 12 |
| Показник заломлення при 20 °С | 1,479 до 1,486. |
| Густина при 20 °С, г/см ³ | 0,924-0,931 |
| Температура застигання, °С | 15-25 |
| Вміст вологи та летких речовин | 0,2 |
| Вміст неомилюваних речовин | 1-2 |
| Вміст важких металів | Не визначають |

Кукурудзяна олія за органолептичними показниками має відповідати вимогам, наведеним у табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Органолептичні показники кукурудзяної олії

| Назва показника | Характеристика |
|---------------------------|--|
| 1 | 2 |
| Колір при 20 °С | Може варіюватися від світло-жовтого до насиченого жовтого, залежно від способу рафінації та очищення. Має бути прозорою, без осаду та домішок. |
| Прозорість при 20 °С | Має бути прозорою, без осаду та домішок. |
| Консистенція при 15-20 °С | Олія повинна бути рідкою при кімнатній температурі, без ознак застигання або загусання. |
| Запах і смак | Запах олії повинен бути чистим, без сторонніх запахів. Натуральна кукурудзяна олія має легкий, характерний для кукурудзи аромат. Смак кукурудзяної олії повинен бути м'яким, без гіркоти або інших небажаних присмаків. Рафінована олія зазвичай має нейтральний смак, що робить її придатною для кулінарії. |

Фізико-хімічні показники кукурудзяної олії мають відповідати вимогам наведеним у табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Фізико-хімічні показники кукурудзяної олії

| Назва показника | Норма для лляної олії |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1 | 2 |
| Кислотне число, мг КОН/г, не більше | 0,6 |
| Перекисне число, ммоль/г, не більше | 10 |
| Йодне число, г I ₂ /100 г | 103-128 |
| Показник заломлення при 25° С | 1,479 до 1,486. |
| Густина при 25° С, г/см ³ | 0,918-0,924 |
| Температура застигання, °С | 10-20 |
| Вміст води та летких речовин | 0,2 |
| Вміст неомильованих речовин | Не визначають |
| Вміст важких металів | Не визначають |

Ці показники є основними критеріями для оцінки якості цукру, лляної олії, кукурудзяної олії та їх відповідним стандартам. Вони допомагають забезпечити споживачам безпечний і корисний продукт.

Так, як цукрогліцериди мають певні переваги в харчовій галузі, то вони повинні відповідати вимогам контролю якості та пройти належну перевірку.

1) За наявності вологи і як результат побічних процесів при отриманні цукрогліцеридів, крім цільових продуктів переестерифікації, накопичуються продукти гідролізу – калієві солі вищих карбонових кислот (мила), незначна частина яких залишається в готовому продукті у вигляді калієвих солей або вільних жирних кислот після нейтралізації реакцій суміші. Наявність цих домішок у складі добавки E474 впливає на її властивості, тому для оцінки відповідності стандартам якості необхідно вимірювати водневий показник, який повинен бути менше 7, та визначити кислотне число цукрогліцериду [42].

2) Вимірювання рН-показника цукрогліцериду проводять у 5%-му розчині емульгатора. Значення показника рН у межах 6,5–6,8 свідчить про відсутність мила у продукті [42].

3) Кислотне число визначають титриметричним способом. Наважку цукрогліцериду розчиняють і титрують стандартним розчином гідроксиду калій у присутності фенолфталеїну як індикатор. Кислотне число повинне бути менше 6 мг КОН/1 г цукрогліцериду [42].

4) Для поділу цукрогліцеридів на моно-, дигліцериди, а також на моно- та диетери сахарози та їх подальшого кількісного визначення використовують високоефективну рідинну хроматографію зі зворотною фазою та маспектрометричний метод ідентифікації [42].

РОЗДІЛ V. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона навколишнього середовища на підприємстві характеризується комплексом вжитих заходів, спрямованих на запобігання негативному впливу діяльності підприємства на навколишнє середовище, що забезпечує сприятливі та безпечні умови праці [36].

Для охорони навколишнього середовища для підприємства проводяться заходи щодо зниження рівня забруднень, виробленого підприємством:

- Виявлення, оцінка, постійний контроль та обмеження викиду шкідливих елементів в атмосферу.
- розробка нормативно-правових актів та комплексу природоохоронних заходів.

Усі норми та правила екологічної та робочої безпеки мають бути визначені та зафіксовані в документі. Екологічний паспорт містить загальні відомості про підприємство, що використовується сировину, опис технологічних схем виробітку основних видів продукції, схем очищення стічних вод та викидів в атмосферу, їх характеристики після очищення; дані про тверді та інші відходи, а також відомості про наявність у світі технологій, що забезпечують досягнення найкращих показників з охорони природи [42].

На запропонованому підприємстві з виробництва цукрогліцеридів санітарно-гігієнічним умовам праці приділяється значна увага, адже від цих умов залежить здоров'я людини, продуктивність праці.

Характеристика шкідливих речовин, що зустрічаються з виробництва, наведено у таблиці 5.1.

| | | | | | | |
|---|---|---|--|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ | <i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М. | <i>Вид документа</i> Пояснювальна записка | | <i>Статус документа</i> | | |
| <i>Власник документа</i> НУХТ | <i>Розробник документа</i> Митропан К.В | <i>Назва, додаткова назва</i> РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ | <i>ННІХТ.ХТ-3-14.024.161.059.КР.ПЗ</i> | | | |
| | <i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т. | | <i>Інд. змін.</i> | <i>Дата видання</i> 16.04.2024 | <i>Мова</i> ua | <i>Аркуш</i> 59/69 |

Характеристика шкідливих речовин

| Назва речовини | Характеристика речовини | ГДК, мг/м ³ | Клас небезпеки | Особливості дії |
|----------------|---|------------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Гліколь | Густа безбарвна рідина | 5 | 3 | Отруєння |
| Ацетат натрію | Білі кристали зі запахом оцтової кислоти | 5000 | 3 | Хімічні опіки |
| ДМФА | Безбарвна в'язка рідина зі слабким запахом риби | 10 | 4 | Отруєння |

Наявність гліколю у приміщенні небезпечно. Він має відносно низьку леткість при нормальній температурі, пари не мають високої токсичності і становлять небезпеку тільки при хронічному вдиханні. Деяку небезпеку становлять тумани, проте при їхньому вдиханні про небезпеку сигналізують подразнення та кашель. Протиотруту при отруєнні гліколем є етанол і 4-метилпіразол [39].

Також до шкідливих речовин належать пари хімічних речовин, які входять до складу миючих та дезінфекційних засобів. При виконанні роботи потрібно використовувати такий спецодяг: костюм бавовняний, рукавиці бавовняні, черевики, головний убір [39].

При роботі з кислотами та лугами, миючими засобами додатково використовувати такі засоби індивідуального захисту: гумові рукавички, фартух прогумований з нагрудником, респіратор ЗМ 6000 з фільтруючими коробками ЗМ 6057 АВЕ1, або протигази зі шолом-маскою ШМП/ШМ-62У/ фільтр /1-Р3, гумові чоботи, захисні окуляри.

- Виробництво: Процес виробництва цукрогліцеридів може включати використання хімічних речовин і енергії, що може призводити до викидів в атмосферу і забруднення водних та ґрунтових ресурсів. Деякі виробничі процеси можуть споживати великі обсяги води.

- Використання: При використанні цукрогліцеридів у харчовій промисловості та інших галузях може виникати забруднення навколишнього

середовища внаслідок викидів в атмосферу, відходів або обробки їх водних розчинів.

- Утилізація: Відходи, що містять цукрогліцериди, можуть потрапляти в довкілля при неправильній утилізації або обробці. Якщо вони присутні у високих концентраціях, це може впливати на водні екосистеми та ґрунт.

Однак варто зазначити, що інформація про конкретні впливи цукрогліцеридів на навколишнє середовище може бути обмеженою, і багато залежить від конкретних умов виробництва, використання та утилізації [39,42].

ВИСНОВКИ

- 1) У першому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто загальні відомості про цукрогліцериди, їх застосування у харчовій промисловості, фармацевтичній та косметичній, фізико-хімічні властивості, дозволеність в країнах світу, методи оцінювання якості та вплив на навколишнє середовище.
- 2) Основною вихідною сировиною для виробництва цукрогліцеридів було взято лляну та кукурудзяну олію (через дисбаланс складу, оптимальним варіантом є комбінувати кукурудзяну олію з іншими видами рослинних жирів), цукор, етилат натрію та ДМФА. Завдяки розробленій методиці виготовлення, можна отримати якісну харчову добавку.
- 3) Пораховано матеріальний баланс виходячи з якого, можна отримати 1000 кг чистих цукрогліцеридів з втратою – 2% з 16527,01 кг сировини.
- 4) Складено принципово-технологічну та апаратурно-технологічну схему з наведеними стадіями для виробництва емульгатора E474 на основі наукових статей, інформаційних джерел та літератури.
- 5) Розраховано параметри та накреслено центрифугу зі шнековим пристроєм для вивантаження осаду так, як це є основним апаратом для виділення цільового продукту від рідини. Здійснено підбір обладнання для даної технології, наведено принцип роботи кожного апарату, їх недоліки та переваги, а також схематично показано будову кожного з них.
- 6) Розраховано економічну частину: собівартість продукції, заробітна плата для робітників підприємства, енергоресурси, витрати на допоміжні матеріали та транспортні ресурси тощо.
- 7) Описано охорону праці та навколишнього середовища і заходи безпеки на виробництві емульгатора E474. Наявність гліколю, диметилформаміду та ацетат натрію у приміщенні є небезпечним, щоб уникнути токсичності

| | | | | | | |
|---|---|---|--|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ | <i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М. | <i>Вид документа</i> Пояснювальна записка | <i>Статус документа</i> | | | |
| <i>Власник документа</i> НУХТ | <i>Розробник документа</i> Митропан К.В | <i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВКИ | <i>ННІХТ.ХТ-3-14.024.161.062.КР.ПЗ</i> | | | |
| | <i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т. | | <i>Інд. змін.</i> | <i>Дата видання</i> 16.04.2024 | <i>Мова</i> ua | <i>Аркуш</i> 62/69 |

підприємство має застосовувати витяжні шафи, системні вентиляції або біохімічні витяжні системи.

8) Зазначено методи якості та контролю безпеки готової продукції. Для даної технології використовують титриметричний метод, вимірювання рН, високоефективна хроматографія та маспектросетричний метод ідентифікації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Л.В.Донченко. Харчова хімія добавки/ Л.В.Донченко, Н.В.Сокол, Е.В.Щербакова, Е.А.Красноселова//Професійна освіта: вид. 2 – 2019. – с.39-41.
2. Загальні технології харчових виробництв: підруч./ В.А.Домарецький, П.Л.Шиян, М.М.Калакура, Л.Ф.Романенко, Л.М.Хомічак, О.О.Василенко, І.В. Василенко, І.В.Мельник, Л.М.Мельник, - К: Університет «Україна», 2010. – 814 с.
3. Некрасов Б.В. Основи загальної хімії // М.: Хімія. - 1973. - 560 с.
4. Малезик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / Малезик І.Ф., Циганков П.С.. – Київ, 2003. – 400 с.
5. M Scotter. Development of a method for sucrose esters (E473) and sucroglycerides (E474) additives in foods / M Scotter, D Roberts. // Food Standards Agency Aviation House. – 2005. – С. 47.
6. Грицюк О. Емульгатори, як харчові добавки їх властивості та застосування / Грицюк О., Джур Я.Б.. // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – 2010. – С. 340.
7. Л.В.Донченко. Харчова хімія добавки/ Л.В.Донченко, Н.В.Сокол, Е.В.Щербакова, Е.А.Красноселова//Професійна освіта: вид. 2 – 2019. – с.39-41.
8. Технічний аналіз харчових добавок та косметичних продуктів: підручник для спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» / В. І. Воробйова, О. Е. Чигиринець, Т. М. Пилипенко, Л. А. Хрокало, В. Г. Єфімова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. –345 с.

| | | | | | | |
|---|---|--|--|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Відповідальна організація</i> НУХТ, каф. ТЖХТ | <i>Технічне узгодження</i> Біла Г.М. | <i>Вид документа</i> Пояснювальна записка | | <i>Статус документа</i> | | |
| <i>Власник документа</i> НУХТ | <i>Розробник документа</i> Митропан К.В | <i>Назва, додаткова назва</i> СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | <i>ННІХТ.ХТ-3-14.024.161.064.КР.ПЗ</i> | | | |
| | <i>Документ затверджено</i> Носенко Т.Т. | | <i>Інд. змін.</i> | <i>Дата видання</i> 16.04.2024 | <i>Мова</i> ua | <i>Аркуш</i> 64/69 |

9. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування / Малежик І.Ф., Марценюк О.С., Мельник Л.М. –Київ, 2012. – 543 с.
10. Харчові добавки: Тексти лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія" / Уклад.: Гуменюк О.Л. – Чернігів: ЧНТУ, 2014. – 157 с.
11. Ю.О.Ластухін, С.А.Воронов. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. – Львів: Центр Європи, 2006. – 864 с.
12. Черних В. П., Зіменковський Б. С., Гриценко І. С. Органічна хімія: Підруч, для студ, вищ. навч. закл. / За заг. ред. В. П. Черних.— 2-ге вид., випр. і доп.— Х: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2008.— 752 с.
13. Технология пищевых продуктов: Учебник/Под ред. Д-ра техн. наук, проф. А.И.Украинца. – К: Издательский дом «Аскания», 2008. – 736 с.
14. Оцтова кислота. Властивості, використання, виробництво : Моногр. / Я. В. Ластов'як, Н. С. Караман, М. С. Полутаренко, Ю. А. Паздерський; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2004. - 166 с.
15. Складний огляд поживних та аналітичного профілювання сумішей кокосової, лляної, оливкової та соняшникової олій: Національний інститут харчових наук і технологій. Університет сільського господарства, Файсалабад 38000, Пакистан – Рошина Рабаїл, Мухаммед Асім Шаббір, Амна Сахар, Антоній Мечніковський, Марек Келішек, Рана Мухаммад Аділь
16. Ю. Коробка. Методи оцінки якості цукрогліцеридів / Ю. Коробка, О. Подобій, С. Ковальова. // Якість і безпека харчових продуктів: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. – 2019. – С. 206–208.
17. Одержання цукрогліцеридів (Е474) переестерифікацією естерів пальмової олії сахарозою / Подобій О.В., Ковальова С.О., Житнецький І.В., Коробка Ю.В.. // International scientific and practical conference. –2019. – С. 137–140.

18. Юлія Коробка. Технологія одержання цукрогліцеридів (харчова добавка E474) / Юлія Коробка, Ольга Халетій // 85 Ювілейна Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів, студентів "Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем людства у XXI столітті" / Юлія Коробка, Ольга Халетій. – Київ, 2019. – (НУХТ).– (2). – С. 256.

19. Юлія Коробка. Технологія отримання цукрогліцеридів з кокосової олії продуктивністю 1000 кг/добу // Юлія Коробка, Олена Подобій //Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра.

20. Fakir Mohan Sahu. Food Additives - making food taste better and safer. – June 2016.

21. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food on Sucrose esters of fatty acids, E 473 and sucroglycerides, E 474 based on a request from the Commission related to Sucrose Esters of Fatty Acids (E 473).Question number EFSA-Q-2003-139.Adopted on 7 October 2004, Modified on 25 January 2006.

22. Одержання харчової добавки// «Філософський камінь» – 2020. – с.5-32

23. С. Й. Ткаченко. СУШИЛЬНІ ПРОЦЕСИ ТА УСТАНОВКИ / С. Й. Ткаченко, О. Ю. Співак. // Вінниця ВНТУ- 2000. - С. 86.

24. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології для студентів напряму підготовки 6.051301 "Хімічна технологія" денної форми навчання / уклад. О.Г. Макаренко, І.В. Житнецький - К.: НУХТ, 2015. –21с.

25. Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів наук.- допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. – 176 с.

26. Технічний аналіз харчових добавок та косметичних продуктів: підручник для спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» / В. І. Воробйова, О. Е. Чигиринець, Т. М. Пилипенко, Л. А. Хрокало, В. Г. Єфімова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. –345 с.

27. Жири у виробництві харчової продукції: Шильман Л.З. –2017 – 278с.

28. Іваха Т.С. Органічні речовини в житті людини: Навчально-методичний посібник. - К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. – 138 с.

29. Шульга С.І. Органічна хімія. Практикум: Навч. Посіб. – К.: НУХТ, 2007. – 384с.

Посилання на електронні ресурси

30. Стабілізатори E474 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dukan-menu.com/supplement/e474.htm> (дата звернення 29.05.24).

31. Вплив цукрогліцеридів на здоров'я людини [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://drink-drink.ru/e474-saharogliczeridy/> (дата звернення 27.05.2024).

32. Ляна олія, склад та властивості [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу :<https://fitomarket.com.ua/ua/fitoblog/lnjanoe-maslo-sostav-ispolzovanie-polza> (дата звернення 27.05.2024).

33. Вакуумно-випарна установка [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kmbp.com.ua/produksiya/rishennia-dlia-molochnoi-promyslovosti/vakuum-viparni-ustanovki/vakuum-vyparna-ustanovka> (дата звернення 11.06.2024).

34. Шнековий транспортер [Електронний доступ] – Режим доступу до ресурсу:<https://elemash-m.ru/news/princip-raboty-shnekovogo-transportera> (дата звернення 03.06.2024).

35. Теплообмінник типу «труба в трубі» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://pipemastak.com.ua/pipes-heating/yak-pracyuye-teploobminnik-truba-v-trubi-perevagi-i-nedoliki-pristroyu.html> (дата звернення 02.06.2024).

36. Охорона праці на виробництві [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1506-14>(дата звернення 30.05.24).

37. Вплив натуральної косметики на людину [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://rayon.in.ua/news/690349-ozdorovcha-sila-naturalnoi-kosmetiki-dlya-oblichchya-perevagi-i-vpliv-na-shkiru>(дата звернення 07.06.24).

38. Санітарні вимоги [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=4261> (дата звернення 08.06.24).

39. Санітарні вимоги [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=4261> (дата звернення 08.06.24).

40. Контроль якості [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://medchem.nuph.edu.ua/wp-content/uploads> (дата звернення 09.06.24).

41. Контроль якості [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://cde.nuft.edu.ua/pluginfile.php> (дата звернення 10.06.24).

42. Нормативні показники [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uni-cert.ua/wp-content/uploads/2022/01/stattya-mihalko-vahrushev-bezpechnist-kosmetichno%D1%97-produkcz%D1%97.pdf>. (дата звернення 11.06.2024)

43. Кукурудзяна олія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://agromarket.net/ua/news/tips_and_advice/kukuruznoe_maslo_polza_i_vred/ (дата звернення 05.06.02024)

44. Кукурудзяна олія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/8855/oliya-kukurudzyana> (дата звернення 05.06.2024)

45. Жири та гліцериди [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1629/zhiri>(дата звернення 10.06.2024)

Сертифікат учасника



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



ХНТУ

КАФЕДРА ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЕКСПЕРТИЗИ ТА БЕЗПЕКИ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

КАФЕДРА ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЕКСПЕРТИЗИ ТА БЕЗПЕКИ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

СЕРТИФІКАТ

ПІДТВЕРДЖУЄ УЧАСТЬ

Митропан Каріни Вікторівни

В VI ВСЕУКРАЇНСЬКІЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ "СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ХІМІЧНОЇ, ХАРЧОВОЇ ТА ПАРФУМЕРНО-КОСМЕТИЧНОЇ ГАЛУЗЕЙ ПРОМИСЛОВОСТІ"

М. ХЕРСОН
М. ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ
31 ТРАВНЯ 2024 РОКУ



ректор ХНТУ, д.т.н., професор
Олена ЧЕПЕЛЮК

