

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Обґрунтування безвідходної технології переробки макухи
соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу
готового продукту**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГХТз-1-19
за спеціальністю 181 "Харчові технології"

_____ Циганков Дмитро Євгенійович
(прізвище та ініціали)

Керівник: _____ Чурсінов Юрій
Олексійович
(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____
_____ (прізвище та ініціали)

Дніпро 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції
Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки
сільськогосподарської продукції
доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

(підпис)

« _____ » _____ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Циганкову Дмитру Євгенійовичу

1. Тема роботи «Обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту».

Керівник роботи Чурсінов Юрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «25» листопада 2020 року № 2956.

2. Строк подання студентом роботи 08 лютого 2021 року

3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання.
2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується переробки насіння соняшника в олію. 3 Нормативно-технологічна документація та правила ведення технологічних процесів на маслоекстракційних заводах. 4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Матеріали та методи досліджень. 3 Дослідницька частина. 4. Охорона праці на маслоекстракційних заводах 5. Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список використаної

літератури. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Матеріали і обладнання для проведення досліджень. 4 Результати експериментальних досліджень. 5 Розрахунок освітлення цеху екстракції. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	Чурсінов Ю.О., професор	25.11.20	08.02.21
4	Кравець В.В., доцент	25.11.20	08.02.21
5	Павленко О.С., доцент	25.11.20	08.02.21

7. Дата видачі завдання 25 листопада 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	25.11-27.11.20	виконано
2	Аналітичний огляд	28.11-.07.12.20	виконано
3	Матеріали та методи досліджень	08.12-10.12.20	виконано
4	Дослідницька частина	11.12-12.01.21	виконано
5	Охорона праці на маслоекстракційних заводах	13.01-20.01.21	виконано
6	Організаційно-економічна частина	21.01-01.01.19	виконано
7	Загальні висновки та список використаної літератури	02.01-07.02.20	виконано

Студент

(підпис)

Д.Є. Циганков

Керівник роботи

(підпис)

Ю.О. Чурсінов

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту»

Дипломна робота магістра: 89 с., 13 рис., 19 табл., 2 додатка, 96 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: соняшникова макуха, соняшникова олія, етиловий спирт.

Метою роботи є обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту.

Методи дослідження: Визначали кінетику процесу екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом.

Розрахунок коефіцієнту внутрішньої дифузії проводили за загальноприйнятою методикою.

Олійність соняшникової макухи визначали за ГОСТ 13979.2-94 Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Метод определения массовой доли жира и экстрактивных веществ.

Перекисне число олії, добутої з олієвмісних продуктів різної лузжистості, визначали за ГОСТ Р 51487-99. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа.

В роботі досліджено кінетику екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом. Розраховано коефіцієнт внутрішньої дифузії при екстрагуванні соняшникової макухи етиловим спиртом. Доведено ефективність екстрагування соняшникової макухи біокаталітичним шляхом. Досліджено вплив тривалості зберігання олієвмісної сировини на якісні показники олії, а саме вміст перекисного числа.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Соняшникова макуха, соняшникова олія, екстракція, етиловий спирт, біокаталітична екстракція, лузжистість, перекисне число.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	8
1.1 Загальна характеристика насіння соняшника сучасної селекції	8
1.2 Особливості пресового способу отримання олії	14
1.2.1 Технологія пресування олії на малотонажних пресових лініях	16
1.3 Особливості процесу екстрагування олії з соняшnikової макухи	20
1.3.1 Обладнання для проведення екстракції олії	26
1.4 Окислювальні процеси в рослинних оліях	31
1.5 Мета і завдання досліджень	33
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
2.1 Характеристика використаної сировини	36
2.2 Проведення попередніх досліджень	37
2.3 Опис лабораторної екстракційної установки	38
2.4 Методика визначення олійності сировини	40
2.5 Методика визначення перекисного числа	43
3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА	46
3.1 Визначення кінетики екстрагування соняшnikової макухи етиловим спиртом	46
3.1.1 Визначення концентрації міцели на кожному з ступенів екстрагування соняшnikової макухи етиловим спиртом	46
3.1.2 Вплив часу екстрагування на олійність соняшnikової макухи	48
3.3 Визначення ефективності екстрагування соняшnikової макухи біокаталітичним шляхом	51

3.4	Визначення впливу тривалості зберігання олієвмісної сировини на зміну показників окислення.....	54
4	ОХОРОНА ПРАЦІ НА МАСЛОЕКСТРАКЦІЙНИХ ЗАВОДАХ	57
4.1	Загальні вимоги охорони праці на маслоекстракційних заводах.....	57
4.2	Вимоги охорони праці перед початком роботи	60
4.3	Вимоги охорони праці під час виконання роботи	61
4.4	Вимоги охорони праці при закінченні роботи	63
4.5	Вимоги охорони праці в надзвичайних ситуаціях.....	63
4.6	Розрахунок освітлення цеху екстракції на маслоекстракційному заводі.....	64
5	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	70
5.1	Організація досліджень	70
5.1.1.	План проведення дослідження.....	70
5.1.2	Побудова сітьового графіка	71
5.1.3	Витрати, пов'язані з проведенням дослідження.....	75
5.2	Розрахунок ціни дослідження	79
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	81
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	83

ВСТУП

Рослинні харчові олії займають значне місце в раціоні збалансованого харчування населення України. Серед рослинних олій в нашій країні провідне місце належить соняшниковій. Це пов'язано з тим, що крім високої енергетичної цінності, до складу соняшnikової олії входять біологічно активні речовини – ненасичені жирні кислоти, в тому числі лінолева (омега-6), фосфоліпіди, жиророзчинні вітаміни і провітаміни.

На жаль, особливістю соняшnikової олії, що виготовляють на малотоннажних пресових лініях, що інтенсивно розвиваються в останні роки, є високий вміст олії в макусі (жмиху) та небажаних домішок, в тому числі продуктів гідролізу триацилгліцеролів і, особливо, продуктів окислення ненасичених жирних кислот, які визначають невисоку якість і низьку стійкість таких олій при подальшому зберіганні.

Беручи до уваги безумовне економічну перевагу малотоннажних пресових ліній, створених і створюваних для переробки насіння соняшника, – таких як, невисокі початкові витрати на їх будівництво та відкриття виробництва, мала енерго- і металоємність, обумовлена спрощеністю застосовуваної технології, близькість виробництва до місць вирощування або зберігання олійного насіння, виключає необхідність створення власних сховищ для сировини, можливість швидкої реалізації або утилізації всіх одержуваних в ході переробки насіння продуктів і відходів – слід очікувати, що частка соняшnikової олії, вироблених на малотоннажних пресових лініях буде збільшуватися.

Вирішенням проблеми вмісту небажаних домішок в олії, яку виробляють вищеназвані підприємства є дослідження і розробка способів очищення соняшnikової олії, з урахуванням умов малотоннажних пресових ліній, які гарантували б отримання олій, що відповідають вимогам на харчову продукцію та здатних до тривалого зберігання.

А вирішенням проблеми високої олійності макухи як відходу малотонажних пресових ліній є розробка безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії. Така технологія дозволить значно збільшити вихід готової продукції, зменшити кількість продукту який потрапляє у дешеві кормові продукти та відходи, зменшити витрати на утилізацію відходів та збільшити економічну складову виробництва соняшnikової олії на малотонажних пресових лініях.

Отже, приймаючи до уваги вищевикладені дані, питання щодо дослідження безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії є доцільним і актуальним на даному етапі розвитку маслоекстракційної галузі України.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Виробництво рослинних олій – одна з провідних галузей харчової промисловості України [1-7]. Основною її продукцією є харчові рослинні олії, що складають разом з іншими харчовими продуктами основу раціонального харчування людини.

Сучасна сировинна база вітчизняної масложирової промисловості представлена насінням трьох олійних рослин – соняшника, сої та ріпаку, щорічний обсяг переробки яких становить близько 3 мільйонів тон.

Насіння інших олійних рослин – льону, конопель, гірчиці, рицини переробляються в відносно невеликих обсягах. Ще менше використання знаходять перспективні джерела рослинних олій – зародки зерна злакових культур, відокремлювані при отриманні борошна і крупи, а також олієвмісні відходи харчових виробництв.

1.1 Загальна характеристика насіння соняшника сучасної селекції

Соняшник – основна олійна культура в Україні. З нього виробляють більше 80 % усіх олій, вироблених в країні. Соняшник належить до ботанічного сімейства Айстрових.

На зберігання і переробку надходять плоди – сім'янки соняшнику, які зазвичай називають насінням, дерев'янистою оболонкою, що не розкривається, в якій містяться воски та воскоподібні речовини, які погіршують товарний вигляд масла. Висока механічна міцність плодової оболонки і відсутність в її складі олії, обумовлюють необхідність її відділення від ядра при добуванні олії. Масова частка оболонки (лушпиння) в середньому становить 20-22%.

У нашій країні культивують більше 50 сортів і гібридів соняшнику, що розрізняються по масовій частці олії в насінні (олійності насіння), жирно-кислотному складу олії і іншим характеристикам [1].

За тривалістю вегетаційного періоду розрізняють ультраскоростиглі сорти і гібриди з вегетаційним періодом 75-79 днів; скоростиглі – 80-83 дні; ранньостиглі – 84-87 днів; середньостиглі – 88-91 день [1].

Як правило, найбільший вміст олії в насінні у середньостиглих сортів і гібридів, трохи вище у них і врожайність, хоча ці відмінності відносно невеликі.

За жирно-кислотним складу розрізняють соняшник лінолевого і олеїнового типів. Соняшник лінолевого типу представлений середньостиглими сортами – Ювілейний-60, Флагман, Фаворит, Лідер, в їх олії до 76 % (від суми всіх жирних кислот) лінолевої кислоти $C_{18:2}$. При врожайності 2,2-2,5 т / га олійність їх насіння становить 50-54 % [1, 7].

До олеїнового типу відносять середньостиглий сорт Первісток, ранньостиглий сорт Круїз, ранньостиглий гібрид Кубанський 341. В їх олії до 92% олеїнової кислоти. При врожайності 2,1-2,9 т / га олійність насіння – 49-50%.

Посіви соняшнику в Україні займають понад 2 млн га, що становить 96% площі всіх олійних культур. Найбільші посівні площі соняшнику в Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Кіровоградській, Луганській, Миколаївській, Одеській, Херсонській і Полтавській областях [1].

Середня врожайність соняшнику в Україні в останні роки становила 16...18 ц/га. Найвища вона в господарствах, де соняшник вирощують за прогресивною технологією, – по 30 ц/га і більше, а в умовах зрошення – 38,7...40 ц/га [2].

Форми культурного однорічного соняшнику ділять на 3 групи:

- 1) гризові – мають великі сім'янки, з відносно невеликим ядром, що обумовлює їх знижену олійність, не мають панцирного шару, а тому легко пошкоджуються гусеницею соняшnikової молі;
- 2) олійні – з більш дрібними сім'янками, що мають панцерний шар;
- 3) межеумки – форми, перехідні між гризовими та олійними [3].

Фізико-хімічні характеристики олії з насіння соняшнику різного типу представлені в табл. 1.1 [7].

Таблиця 1.1. – Фізико-хімічні характеристики олії з соняшнику різних типів

Показники якості	Соняшникова олія з насіння	
	Лінолевого типу	Олеїнового типу
Відносна густина 20/20 ⁰ С	0,918-0,923	0,912-0,915
Коефіцієнт заломлення 25 ⁰ С	1,472-1,746	1,467-1,469
Йодне число, % йоду	118-145	75-90
Число омилення, мг КОН/г	188-184	-
Неомилювані ліпіди, %	0-1,5	0,8-2,0
Жирнокислотний склад триацилгліцеролів, % від суми		
C _{14:0}	0,1-0,2	-
C _{16:0}	5-8	3-5
C _{16:1}	0-0,3	0,1-0,2
C _{18:0}	1,9-7,0	3-5
C _{18:1}	10-13	70-92
C _{18:2}	74-76	2-20
C _{18:3}	0-0,3	-
C _{20:0}	0,2-0,5	0-0,3
C _{20:1}	0-0,5	0-0,2
C _{22:0}	0,4-0,6	0-1,0
C _{22:1}	-	0-0,1
C _{24:0}	0-0,4	0-0,4
Вміст суми стиролів, мг/кг	2440-4550	-
Холестирол, % від суми стиролів	0-0,7	0-0,5

α-токоферол, мг/кг	400-590	94-430
--------------------	---------	--------

Хімічний склад насіння соняшника наведено в табл.1.2 [2]. Насіння соняшнику цінується, серед іншого, за високий вміст вітаміну Е, котрому притаманні протизапальні властивості, а також є сильним антиоксидантом. Містить також вітаміни А, D, В₆ і РР, які відповідають за правильне функціонування нервових клітин, беруть участь у їх відновленні, імунних реакціях і гормональній регуляції.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад насіння соняшника

Компонент	Вміст, %
Білки	20,7
Жири	52,9
Вуглеводи	10,5
Харчові волокна	5
Вода	8
Мінеральні речовини	2,9

У складі білка соняшнику багато незамінних амінокислот – глютамінової, аспарагінової, а також лізину. З білків соняшнику одержують ізоляти, які добавляють у борошно для випікання хліба.

Соняшник – це один з найбільш насичених джерел вітамінів В. Вживання 100 грамів смаженого насіння забезпечує добовою нормою тіаміну (В1), 20% від норми рибофлавіну (В2) і пантотенової кислоти (В5), 64% необхідного піридоксину (В6), а також половиною добової норми фолієвої кислоти (В9) [3].

Вітаміни групи В доповнюються величезною кількістю токоферолу. Для поповнення добової норми його споживання достатньо 50 грам продукту. Токоферол або вітамін Е неймовірно важливий для організму, так як є ключовим антиоксидантом. Такі речовини перешкоджають розвитку раку і підтримують молодість тканин, сповільнюючи процеси старіння.

Мінеральний склад соняшникового насіння не дуже різноманітний, проте дуже насичений. У 100 грамах продукту міститься 81-82% від необхідної кількості магнію і фосфору, 97% норми селену і міді, близько 100% від необхідного обсягу марганцю і 180% — міді. Вміст кальцію (7,8%), заліза (29%) та калію (26%) відносно мало, проте добре заповнюється іншими поширеними продуктами. А за кількістю цинку у насіння соняшнику практично немає альтернатив – 42% [4].

Широкий благотворний вплив на організм має комплекс вітамінів В₁-В₉, в поєднанні з вітамінами Е і РР (нікотинова кислота). Наявність достатньої кількості цих речовин необхідно для ефективного метаболізму, перетворення жирних кислот і якісного ліпідного обміну. Нестача вітамінів групи В, як правило, є причиною багатьох косметичних проблем. Дефіцит погіршує стан волосся, шкіри, нігтів, робить їх ламкими, сухими, вразливими. Діючи разом з насінням і маслом, вітаміни виконують профілактику таких порушень.

Вимоги щодо якості насіння соняшнику, що використовують для продовольчих потреб і виробництва олеїнової кислоти, наведено у таблиці 1.3.

У разі використання насіння соняшнику для виробництва олії показник масової частки олії не є обов'язковим для визначання класу. Норму надано для закладання у договір про постачання в Україні насіння соняшнику для вітчизняних переробних підприємств [5].

Таблиця 1.3 – Вимоги щодо якості насіння соняшнику

Показник	Гранична норма для класу:		
	Перший	Другий	Третій
Вологість, %, не більше ніж	8,0	8,0	8,0
Олійна домішка, %, не більше ніж	3,0	5,0	7,0

Сміттева домішка, %, не більше ніж	1,0	2,0	3,0
Масова частка олії, %, в перерахунку на сухі речовини, не менше ніж	50,0	45,0	40,0
Кислотне число, мг КОН/г, не більше ніж	1,3	2,2	5,0
Зараженість шкідниками зерна	Не дозволено		

Насіння соняшнику незалежно від сфери використання має бути у здоровому стані, без самозігрівання та теплового пошкодження під час сушіння; мати властивий здоровому насінню запах (без затхлого, пліснявого, інших сторонніх запахів); мати нормальний колір відповідно до певних сортових ознак.

У разі невідповідності насіння соняшнику граничній нормі за показником кислотного числа олії його використовують на технічні потреби (на виробництво оліфи тощо).

За згоди зернових складів, інших суб'єктів підприємницької діяльності дозволено постачати насіння соняшнику з вологістю і вмістом олійної та сміттевої домішок вище граничної норми, якщо можливе доведення ними такого насіння до показників якості, зазначених у таблиці 1.3.

Насіння соняшнику, що формують для експортування, має бути у здоровому стані, не зараженим шкідниками зерна й насіння, мати нормальний запах та колір. Вимоги до інших показників якості встановлюють у договорі (контракті) між постачальником і покупцем.

Вміст токсичних елементів, мікотоксинів і пестицидів у насінні соняшнику, що використовують для продовольчих потреб, а також для експортування, не повинен перевищувати допустимих рівнів. Максимально допустимий вміст у насінні соняшнику шкідливих речовин наведено у табл.1.4 [5].

Таблиця 1.4 – Максимально допустимий вміст шкідливих речовин у насінні соняшнику

Показник	Максимально допустимий рівень
----------	-------------------------------

Токсичні елементи, мг/кг:	
свинець	0,5
кадмій	0,1
арсен	0,2

Продовження табл.1.4

ртуть	0,03
мідь	10,0
цинк	50,0
Мікотоксини, мг/кг:	
афлатоксин В1	0,005
зеараленон	1,0
Т-2 токсин	0,1
Радіонукліди, Бк/кг:	
стронцій-90	20,0
цезій-137	50,0

Перелік пестицидів, вміст яких контролюють у насінні соняшнику, залежить від використання їх на конкретній території, та його погоджують зі службами Міністерства охорони здоров'я України [4, 5].

1.2 Особливості пресового способу отримання олії

Рослинні олії отримували ще в глибоку давнину. Мабуть, першими були оливкова і пальмова олії, які легко виділяються з плодів при дуже невеликому зовнішньому тиску. В процесі розвитку технічного прогресу олію стали добувати з плодів і насіння, які віддають його порівняно важко, а також містять відносно невелику її кількість [7, 8].

Уже в середні століття в Західній Європі для збільшення виходу і поліпшення якості олії насіння перед переробкою очищали від сторонніх

домішок, звільняли від плодових або насінних оболонок, а потім піддавали подрібнення з метою зруйнувати тканини насіння, що містять олію.

Подрібнене насіння перед віджиманням з них олії, як правило, попередньо нагрівали, що сприяло більшій і швидшому відділенню олії.

Так склався пресовий спосіб виробництва рослинних олій, принципова послідовність технологічних операцій якого: очищення насіння від домішок, відділення оболонок, подрібнення, гідротермічна обробка, пресування – залишається практично незмінною протягом століть.

Подальший розвиток пресового способу було направлено на вдосконалення технологічного обладнання, як основного – пресів, так і допоміжного. Примітивні важільні преса для віджиму олії поступилися своїм місцем клиновим, клинові преси – витіснили гвинтові. На зміну гвинтовим пресам прийшли досконаліші гідравлічні преси, які, в свою чергу, були замінені безперервно діючими шнековими пресами, що застосовуються сьогодні.

Використання високого тиску, інтенсифікація впливу на пресований матеріал приводили до зміни складу олії і зниження її якості, що зробило обов'язковим подальше очищення олії від домішок різної природи [9-14].

При переробці насіння соняшнику за сучасною технологією процесу отримання масла пресовим способом передують операція руйнування плодової оболонки (лушпиння) і відділення її від олієвмісного ядра, подальше інтенсивне подрібнення ядра (одержання м'ятки), гідротермічна обробка м'ятки (приготування мезги) і потім попередній і остаточний віджим з неї олії.

Варіантом пресового віджиму олії є метод двократного пресування, спочатку з мезги, а потім з макухи в шнековому пресі подвійної дії. Ці дві стадії віджиму олії суміщені, і попередній і остаточний віджим олії здійснюється в одній пресовій установці.

1.2.1 Технологія пресування олії на малотонажних пресових лініях

Технологія переробки насіння соняшнику, що застосовується на малотонажних пресових лініях, істотно спрощена в порівнянні з традиційною технологією [15-18]. За найбільш простою схемою працюють установки, обладнані тільки шнековим пресом.

Операції очищення насіння від домішок, обрушення і відділення плодової оболонки, обов'язкові при переробці насіння соняшнику за традиційною технологією, а також подрібнення і підігрівання подрібненого матеріалу на малотонажних лініях можуть бути виключені.

В цьому випадку в пресуючу камеру шнекового преса надходять ціле необрушене і неподрібнене насіння соняшнику без будь-якої попередньої теплової або гідротермічної обробки.

Типовим представником таких шнекових пресів є олійний прес Т9-МП (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд пресу Т9-МП

Він складається з електродвигуна, пресуючої частини, що включає приймальний бункер для насіння, шнек і пресголовку з зеєрним циліндром для відведення олії і фільтеру з отворами для виходу макухи. Продуктивність пресу 10-25 кг/год насіння. Перед початком пресування пресголовку і

зеєрний циліндр прогривають до 95⁰С електронагрівачем і потім через бункер вручну завантажують насіння.

Аналогічний пристрій і принцип дії мають пшекові преси ПШ-70М, ПШ-70, Ш11М-250, П111М-450, продуктивністю відповідно 70, 250 і 450 кг/год насіння, виготовляються багатьма ремонтно-механічними цехами, а також пресова установка УПМ-1 продуктивністю 120-150 кг/год насіння [13, 14, 19, 20].

Більш складний пристрій має черв'ячний екструдер-прес ЕПЛ-75, який має два паралельно розташованих шнекових вали, що обертаються в одну сторону. На валах розташовані кільця і кулачки спеціального профілю, що сповільнюють просування насіння до виходу з преса. Вали укладені в секційний корпус з нагрівальних-екструзійних і зеєрних секцій, що розташовані по чергово. Насіння в екструдері розігріваються, піддаються віджиманню олії, яка відводиться через щілини зеєрних секцій. Макуха, що виходить з прес-екструдера, гранулюється на встановленій на виході матриці.

Продуктивність екструдера 150 кг на годину насіння, потужність електродвигуна 11 кВт, електронагрівачів - 7 кВт. [13, 14].

Загальним недоліком переробки насіння на розглянутих пресових лініях є низький вихід олії – на рівні 25% при переробці соняшнику з олійністю 48-50%, обумовлений відсутністю попереднього подрібнення насіння і гідротермічної обробки м'ятки - смаженням мезги перед віджиманням, а також малою тривалістю процесу віджиму, обумовленої конструкцією преса.

Особливе значення ці недоліки набувають при переробці насіння соняшнику, в лушпинні якого до 65% целюлози, що утрудняє використання отриманої макухи як кормового продукту для нежуйних тварин і птиці. Висока механічна міцність соняшникового лушпиння на стирання призводить до швидкого зносу робочих органів шнекпреса, а пориста структура лушпиння дуже міцно утримує масло в макусі.

Більш довершеними за конструктивними особливостями є малотоннажні установки для виробництва олії з насіння, так званого контейнерного типу.

Установки контейнерного типу, вироблені в країнах Європи і США, орієнтовані на переробку безлушпинного насіння ріпаку, сої, гірчиці, льону - не потребують при переробці операцій обрушення і відділення лузги, що є обов'язковим при переробці насіння соняшнику [14, 20].

Тому ці установки при переробці насіння соняшнику повинні бути доповнені машинами для обрушення насіння і поділу рушанки на лузгу і ядро. Однією з таких установок є лінія отримання соняшникової олії КМЗ-308 [14]. Лінія включає спрощені операції обрушення і часткове відділення лузги за допомогою повітряного аспіратора. Потім олієвмісний матеріал, з майже таким же високим вмістом лушпиння підігрівається і поступає в прес-екструдер. Продуктивність установки 300 кг / год соняшникового насіння.

Деяку іншу схему має лінія МАПП 400. Тут процес обрушення насіння і відділення лузги суміщений в одній машині, потім олієвмісний матеріал подрібнюється на вальцевих верстатах і м'ятка піддається жаренню в шнекової жаровні, що обігрівається електронагрівальними трубчастими елементами.

Після цього мезга надходить для віджиму в шнековий прес. Фактично у цій схемі в спрощеному вигляді представлені всі основні технологічні операції отримання масла з соняшникового насіння, хоча ефективність цих операцій непорівнянна з операціями на великих підприємствах.

За аналогічною технологією працюють установки Е8-МКА і Е8-МКБ. Розрізняються ці дві установки по способу підведення тепла до жаровні для приготування мезги - в установці Е8-МКА застосовані вогневі жаровні, що працюють на лушпинні, а в установці Е8-МКБ - використовується парова трьохчанова жаровня, яка отримує водяну пару від електропарогенератора.

За аналогічними схемами працюють імпортовані контейнерні установки для переробки насіння безлушпинного типу фірм Ялта (Іспанія), СКЕТ (Німеччина), Фельд і Хан (Німеччина).

Аналогічну, але трохи більш просту установку пропонує італійська фірма Техносервіс (рис. 1.2.) [15].

Контейнерний маслозавод фірми СКЕТ розрахований на переробку 80 90 кг/год необрушеного соняшнику. Насіння надходить на двопарне вальцювання, у якій верхня пара валків, рифлена, дробить насіння, нижня - гладка, розплющує їх. Отримана м'ятка надходить в чанову жаровню, зволожується, підігрівається і висушується до рекомендованої типовою технологією вологості (5-6%) і температури (90-100⁰С) протягом 50 хв і надходить в шнекпрес. Макуха виводиться із преса, а отримане масло відстоюється і потім насосом подається в фільтрпрес. Жаровня преса обігрівається водяною парою з парогенератора.

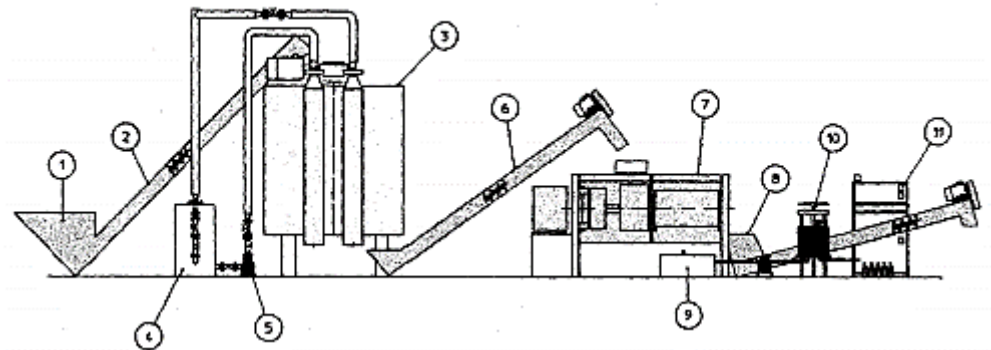


Рисунок 1.2 – Контейнерна установка фірми Техносервіс:

- 1 – завантажувальна воронка, 2 – завантажувальний шнек, 3 – підігрівач, 4 – тепловий генератор, 5 – насос, 6 – шнек завантаження преса, 7 – прес безперервної дії, 8 – шнек розвантаження преса, 9 – збірний чан масла, 10 – фільтр-прес, 11 – щит управління

Технологічна схема контейнерного маслозаводу фірми Фельд і Хан передбачає очистку насіння від металодомішок, подрібнення їх на двопарному вальцюванні, приготування з м'ятки мезги в трьохчановій

жаровні, встановленій над шнековим пресом. Отримане масло відстоюється в баку відстійнику і потім фільтрується на фільтрпресі [15].

Контейнерні лінії дозволяють отримувати дещо більший вихід олії з насіння в порівнянні з установками, що складаються лише з одного шнекового преса.

Загальним недоліком переробки насіння соняшнику на малотоннажних пресових лініях, як найпростіших, так і контейнерного типу, є низький вихід олії з насіння, обумовлений як недосконалістю застосовуваного обладнання, так і виключенням з технологічної схеми ряду обов'язкових для традиційної технології операцій підготовки насіння до віджимання.

Особливе значення ці недоліки набувають при переробці насіння соняшнику, плодова оболонка (лузга) якого містить до 65% целюлози. Висока механічна міцність лушпиння і її властивості до сорбування олії через пористість визначають низьку ефективність віджимання олії і високу олійність одержуваної макухи.

Не менш суттєвим є і те, що при добуванні олії з високолузжистого матеріалу в отриману олію з лушпиння переходять воски, вільні жирні кислоти, продукти окислення ліпідів, а сорбовані тканинами лушпиння з навколишнього середовища пестициди і гербіциди, застосовувані для обробки посівів соняшнику в сільськогосподарській практиці.

Особливості технології отримання масла на малотоннажних пресових лініях визначають необхідність обов'язкового очищення соняшникової олії для доведення їх якості та безпеки до рівня визначеного вимогами нормативної документації на харчові рослинні олії.

1.3 Особливості процесу екстрагування олії з соняшnikової макухи

Екстрагування олії з олійних матеріалів в екстрагент є основною стадією отримання екстракційної олії. Від ефективності вилучення олії

залежить ступінь вилучення одержуваного продукту, його якісні характеристики і собівартість [21-23].

У зв'язку з цим, пошук сучасних, ефективних методів вилучення екстрактивних речовин і їх аналіз представляє величезний як теоретичний, так і практичний інтерес.

Основні проблеми, що виникають при добуванні олії з олійного матеріалу, полягають в наступному: процес екстрагування зазвичай є тривалим, що змушує займатися пошуком методів, що інтенсифікують вихід кінцевого продукту [24-35] і в більшості випадків отримувати результати, які не досяжні при застосовуванні методів (наприклад, пресуванні), які є трудомісткими і витратними [36-40]. У складі речовин, що екстрагуються крім основних компонентів олії міститься ряд компонентів (вільні жирні кислоти, фосфоліпіди і т.п.). У зв'язку з цим виникає завдання – екстрагування має забезпечувати селективність екстрагованих речовин.

Спосіб виробництва рослинної олії екстракцією розчинником з олійної сировини є основним в масложировій промисловості як в нашій країні, так і за кордоном [41]. Залежно від вмісту олії в структурі олійної сировини, може бути використана пряма екстракція для низькоолійних видів сировини (бобів сої) і екстракція в поєднанні з попереднім віджиманням для високоолійних видів сировини (насіння соняшнику, ріпаку, бавовнику) [41-43].

Для проведення екстрагування безпосередньо з крупки, отримують матеріал після попереднього віджиму з подальшим подрібненням [44]. В цьому випадку олія знаходиться на зовнішніх і внутрішніх поверхнях частинок матеріалу і в незруйнованих клітинах, але також і у вторинних структурах, що утворилися при гідротермічній обробці і пресуванні мезги [8].

Швидкість і повнота знежирення матеріалу залежать від стану олії в олійному матеріалі, підготовленому до процесу екстрагування [8, 44].

Вільна олія легко видаляється при хорошому контакті з розчинником, а для видалення зв'язаної олії необхідно проникнення розчинника через

клітинні стінки і вторинні структури, як в прямому, так і зворотному напрямку [8, 45, 46].

Технологія екстракції базується на експериментальних даних і виробничому досвіді, який узагальнює уявлення про вплив різних факторів на процес екстракції [41].

При механічному пресуванні речовини, що містяться в матеріалі добуваються не в повному обсязі (до 70-80% вмісту олії [47]), що вимагає проведення додаткового процесу екстрагування.

Перевагою екстракції з використанням розчинника є більш глибоке витяг (до 95% олії, що міститься в матеріалі). Однак використання розчинника призводить до зниження якості одержуваної олії, пов'язаного з (наявністю небажаних компонентів в кінцевому продукті та додатковими тепловими процесами регенерації розчинників).

В даний час способи отримання олії в маслоекстракційному виробництві, це безперервні великотоннажні виробництва, в яких на стадії екстракції застосовуються способи протиточного занурення і багатоступінчастого протиточного зрошення [20, 48].

У різних галузях промисловості і лабораторних умовах застосовується широке розмаїття методів екстрагування речовин з використанням розчинника, це відомі методи, такі як мацерація, перколяції, Сокслет-екстрагування [49], сучасні інтенсивні методи, такі як надкритична флюїдна екстракція, субкритична екстракція водою і екстракція із застосуванням різних фізичних методів, сприяють інтенсифікації процесу [50-52]. Кожен із зазначених методів має свої переваги і недоліки.

Значимість процесу екстрагування пояснюється його здатністю забезпечити практично вичерпне витяг екстрагованих речовин при невисокій температурі, що є запорукою отримання витягів високого якості. Цим пояснюється інтерес до вивчення і вдосконалення процесу екстрагування у численних дослідників, результати робіт яких викладені і узагальнені в нашій

країні в цілому ряді монографій [53-58], користуються популярністю, у вітчизняному і світовому науковому співтоваристві.

В даний час пильну увагу в дослідженнях процесу екстрагування з розчинником направлено на використання екологічних, енергетично ефективних технологій, які базуються на використанні безпечних видів розчинників [33]. Розробка "зелених технологій" екстрагування на сьогоднішній день є широко обговорюваної тематикою в міждисциплінарних областях хімії, біотехнологій тощо [25, 59-62]

Загальне визначення «зелених технологій» полягає в розробці і застосуванні матеріалів і процесів здатних скоротити або виключити використання небезпечних, шкідливих для людини речовин. дане визначення може бути модифіковано в формулювання: "Зелені технології" засновані на відкриттях і розробках екстракційних процесів, здатних скоротити кількість споживаної енергії, використовувати безпечні альтернативні види розчинників і забезпечувати отримання безпечного високоякісного продукту / екстракту "[33].

Слід зазначити деякі принципи екстракції "зелених технологій", взяті за основу [33]:

- використання альтернативних видів розчинників, що забезпечують техніки безпеки та екологічної процесу;
- скорочення споживаної енергії в процесі екстракції, за рахунок використання енергозберігаючих та інноваційних технологій.

Для організації екстракції широко застосовується циркуляція розчинника або місцели через матеріал, в тому числі використання лабораторних приладів для вичерпної екстракції. Найчастіше використовуються великі гідромодулі, щоб досягти високого виходу масла.

Актуальність же досліджень в області екстракції рослинних олій в виробничих інтересах зберігається. Справа в тому, що цілком автономно розвиваються технології підготовки матеріалу до екстракції: оптимізується структура матеріалу, знижується температура попереднього віджимання

масла, вдається зменшити вміст олії у макухи. Ці зміни викликають необхідність вивчення впливу перерахованих факторів на процес екстракції, характеристики її продуктів.

Також не залишається постійним і положення гексана як єдиного комерційно придатного екстрагента. У сфері бізнесу та виробництва змінюється ставлення до змісту поняття конкурентоспроможності продукту. Більше уваги приділяється безпеці процесу, вивчається можливість впровадження екстракторів невеликої продуктивності. У зв'язку з цим переглядається провідна роль екстракторів зрошення, як більш вибухонебезпечних. На користь екстракторів занурення може говорити зростаючий інтерес до таких інтенсифікує екстракцію впливів як ультразвук [63-67] і мікрохвильове випромінювання [67-68], що застосовуються в суцільній рідкій середовищі. Вплив кипіння розчинника теж досліджено повною мірою [69].

Технології добування масла (крім віджимання) можна розділити на екстракцію органічними розчинниками при умовно атмосферному тиску, екстракцію при високому тиску рідинами в суперкритичному стані і вивільнення масла після ферментативної обробки за допомогою води. Дві останніх категорії технологічно, по необхідним для них умовами, різко відмінні від першої, для якої можна сподіватися на розробку більш-менш універсальної методики необхідної для підбору технологічних параметрів, незважаючи на те, що полярність застосовується розчинника надає сильний вплив на характер і склад продуктів.

Найбільш перспективним конкурентом гексана серед органічних розчинників бачиться етиловий спирт [70]. Зниження гідромодуля є одним з основних завдань етанольної екстракції не тільки тому, що навіть абсолютований спирт програє тут гексану в кращому випадку в 3 рази, але ще й тому, що чим менше гідромодуль при використанні спирту, тим більший вихід олії з місцели досяжний за рахунок її охолодження, що складає одне з найбільш ефектних економічних переваг спиртової екстракції.

У зв'язку з цим бажано отримувати більш концентровані спиртові місцели, ніж зазвичай отримують в разі застосування гексана (25-30%).

Як показує теорія і практика [45], це можливо, хоча олійність шроту при цьому росте. Більш вигідними для цієї мети виявляються екстрактори зрошення. Однак, якщо переглянути ставлення до залишковим змістом масла в шроті, можна домогтися введення спиртової екстракції в практику і, як наслідок, досягнення її кінцевих переваг – отримання екстракційного масла і шроту харчового призначення.

Переваги екстракції олійних культур етиловим спиртом, перераховані раніше, спонукають шукати можливість застосування цього розчинника, потенціал виробництва якого в Україні великий (66 млн. дал / рік в традиційному форматі галузі [70] і 370 тис. тонн / рік по біоетанолу [71]), в першу чергу в технології переробки головного олійної сировини нашої країни - соняшнику.

У зарубіжній літературі відомості про екстракції соняшнику етанолом мізерні [72,73]. З вітчизняних публікацій слід згадати роботу [74], хоча вона і носить загальний характер. Цікавими і важливими представляються результати, опубліковані в [75]. У ній повідомляється, що ректифікованого спиртом екстрагувати промисловий соняшнікова макуха. Була досягнута олійність шроту трохи більше 3-х%, що на 1,0-1,5% вище бажаного результату.

Для комірки з найкращим результатом за олійності був реалізований гідромодуль 16: 1, але при цьому слід врахувати, що проходження розчинника не було організовано за принципом, характерному для сучасних екстракторів зрошення. Початковий результат пробного досвіду піддавався оптимізації в вузьких, не цілком обґрунтованих рамках. Що важливо, в цих же умовах він не був співвіднесений з результатом, отриманим для розчинника, ефективність якого в знежирення не береться сумніву. Чи не була досліджена специфічна риса спиртової екстракції - використовувати не тільки компоненти масла, але і інші екстрактивні речовини, що відомо з [76].

Тим часом на цій підставі вже розглядаються функціональні властивості шротів спиртової екстракції, отриманих за лабораторної методикою знежирення. [77].

Як було показано в [70], принципової різниці з точки зору якості одержуваного масла між ректифікованим і абсолютованим спиртами немає. У джерелі [77] стверджується, що абсолютований етанол призводить до меншою денатурації білків соняшнику, і лише небагато чим гірше екстрагує фенольні сполуки. Важливим аргументом при виборі альтернативного екстрагента на користь абсолютованого етанолу було те, що він при температурі близькій до кипіння необмежено розчиняє в собі олії [78]. Технологічним недоліком можуть бути наслідки його обводнення, але їх пропонується прийняти такими, що вирішуються.

1.3.1 Обладнання для проведення екстракції олії

Екстракція методом послідовного знежирення здійснюється наступними трьома способами:

- занурення матеріалу, що екстрагується, в розчинник, що рухається протитечією. Процес протікає безступенево й в умовах абсолютної протитечії, тобто в умовах, коли розчинник і матеріал, що екстрагується, безупинно пересуваються один щодо іншого. Тому на всьому шляху екстракції концентрація місцели, яку увібрав матеріал, що екстрагується, так і вільно циркулюючої в апараті, плавно падає. При заданих тривалості екстракції й олійності шроту в апаратах, що працюють за способом занурення, важливим є фактор довжини шляху контактування матеріалу, що екстрагується, й розчинника та їхнє кількісне співвідношення.

- ступеневе зрошення розчинником оброблюваного матеріалу, що переміщується протитечією за допомогою якого-небудь конвеєра. Цей процес протікає в умовах відносної протитечії, так як тут безупинно переміщується тільки розчинник, а матеріал, що екстрагується, від початку до кінця може залишатися в спокої в одній і тій же ємності, що переміщається. Концентрація місцели на поверхні частинок змінюється

стрибкоподібно від ступеня до ступеня, а всередині - плавно. Кількість ступенів може бути від 2 до 8, залежно від заданої олійності матеріалу, концентрації місцели й олійності шроту.

– змішаним способом, при цьому процес відтискання олії протікає у дві стадії. На першій стадії шляхом ретельного замочування й перемішування (стадія занурення) матеріалу, що екстрагується, в розчиннику, який рухається прямо за течією, прискорюється перехід у місцелу олії, що виділилася на зовнішніх і внутрішніх поверхнях частинок, що екстрагуються. На другій стадії остаточне знежирення відбувається при ступеневому промиванні (стадія зрошення) олійного матеріалу місцелою і чистим розчинником в умовах вільного току, а іноді й примусового відсмоктування проміжних місцел.

Стрічковий екстрактор МЕЗ (рис. 1.3) являє собою сталевий корпус 1, у верхній частині якого розташовано завантажувальний бункер 3 зі шлюзовим затвором 2, що приводиться у рух від транспортера. У нижній частині стрічки є шибер 4 для регулювання висоти матеріалу на стрічці (0,8-1,2м). Обмежувачі рівня 5 і 6 дозволяють підтримувати певний рівень шару матеріалу (газовий затвор) [19, 20].

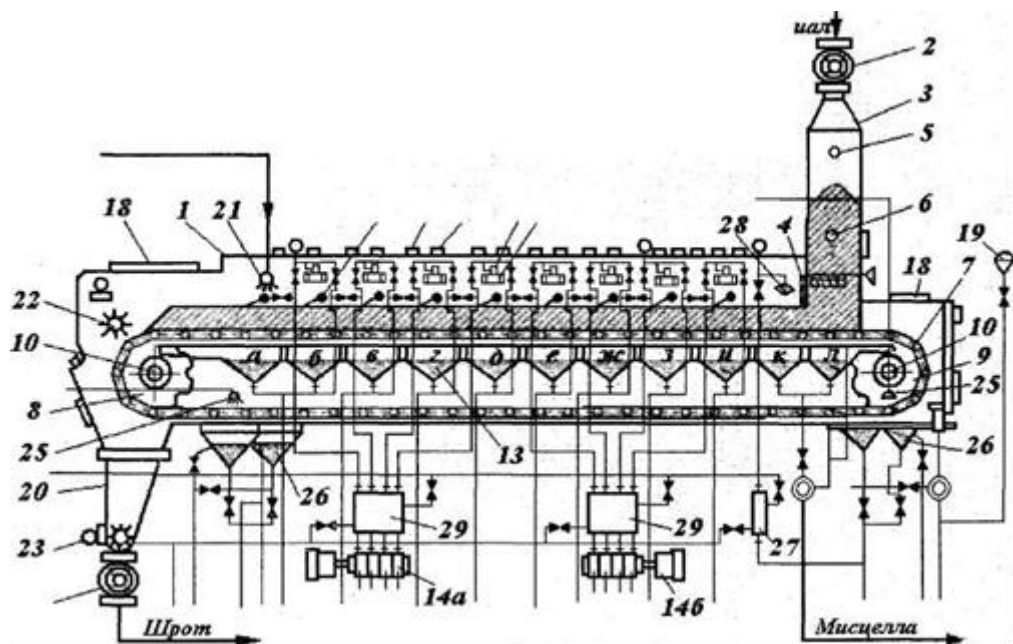


Рисунок 1.3 – Стрічковий екстрактор МЕЗ: 1 - корпус; 2,24 - шлюзові затвори; 3,20 - завантажувальний і розвантажувальний бункери; 4 - шибер; 5,6 - обмежувачі рівня; 7 - стрічковий транспортер; 8,9- зірочки; 10 - осі; 11 - форсунки; 12 - зрошувачі; 13 -міцелозбірники; 14а,б- блоки-насоси; 15 - граблі; 16 - ілюмінатори; 17, 18- люки; 19 - лійка; 21,25 - перфоровані труби; 22 - розпушувач; 23 - шнек; 26 - збірники; 27, 29 - підігрівачі; 28 - зрошувач

Горизонтальний стрічковий транспортер 7, розташовано на зірочках 8 і 9, насаджених на осях 10.Стрічка складається з каркасних рамок з перфорованими пластинами, затягнутими сіткою. Над шаром матеріалу відповідно до числа ступенів розташовані у два ряди форсунки 11 і зрошувачі 12, за допомогою яких розчинник рівномірно розподіляється по всій ширині матеріалу, розташованого на стрічці.

Екстрактор має вісім ступенів рециркуляції міцели, зону для змочування міцною міцелою свіжого матеріалу, що надходить в екстрактор, зону зрошення матеріалу чистим розчинником у кінцевій стадії процесу й зону стоку розчинника із проекстрагованого матеріалу. Під верхнім полотном стрічки розташовані вісім міцелозбірників 13 (б, в, м, д, е, ж, з, і) кожний з яких постачає міцелою відповідні секції блоку насосів 14а й 14б, які у свою чергу постачають розчинником відповідну форсунку. Збірник 13а призначений для стоку промивного бензину, а збірники 13к і 13л служать для прийому промивної міцели й міцели, що перетікає зі збірника 13і. Кожний ступінь екстрактора має зону для часткового стоку розчинника. Верхній шар матеріалу на стрічці розпушується граблями 15, у результаті чого відновлюється його проникність. Для спостереження за процесом і огляду екстрактора, є ілюмінатори 16, люки 17 і 18. Для збору пролітої міцели служить лійка 19. Матеріал, що екстрагується, пройшовши електромагнітний сепаратор, через шлюзовий затвор 2 потрапляє в бункер 3, звідки поступово захоплюється стрічкою екстрактора. Проходячи під форсунками 11 і

зрошувачами 12, матеріал зрошується місцелою спочатку міцною, а потім усе більш слабкої концентрації.

Перед виходом у розвантажувальний бункер 20 матеріал зрошується через перфоровану трубку 21 чистим бензином, що подається насосом з резервуара оборотного розчинника через водоосадник і підігрівач. Знежирений і розпушений розпушувачем 22 матеріал звалюється зі стрічки в бункер 20, а звідти шнеком 23 через шлюзові затвори 24 подається на тостери.

У процесі рециркуляції розчинника ступенями за принципом протитечії кінцева найбільш концентрована місцела перетікає в збірник 13к і через нижню частину останнього виводиться з екстрактора. На кінцевих ділянках стрічка екстрактора зі зворотної сторони промивається чистою місцелою, що подається періодично через перфоровані трубки 25. екстрактори. Розчинник і промивна місцела зі змитими часинками шроту, що накопичуються на днищі, збираються в збірники 26, звідки через підігрівач 27 подаються в хитний зрошувач 28 і потім на шар свіжого матеріалу, де місцела фільтрується. Рециркулююча ступенями місцела підігрівається у групових підігрівачах 29. Продуктивність екстрактора 380 т/добу (у перерахунку на насіння).

Переваги: одержання місцел підвищеної концентрації, що дозволяє знизити співвідношення кількостей розчинника матеріалу, що екстрагується; одержання чистої місцели за рахунок саме фільтрації її через шар матеріалу, що екстрагується.

Недоліки: невисокий коефіцієнт корисного використання геометричного об'єму (не вище 45%) апарата й можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій суміші розчинника й повітря всередині апарата; більше складна комунікація циркуляційної системи розчинника й значна кількість насосів до неї (до 9 штук).

Одноярусний карусельний екстрактор (рис. 1.4) принцип роботи такий же, як у стрічковому (багатоступеневе зрошення шару олійного

матеріалу з фільтрацією рециркулюючої місцели через шар матеріалу, що екстрагується).

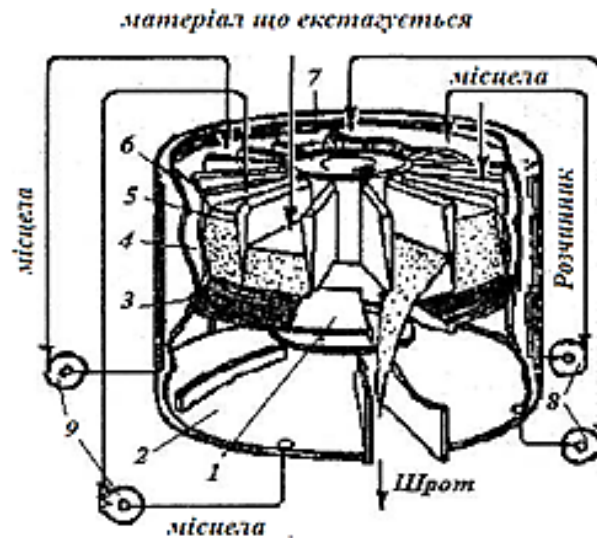


Рисунок 1.4 – Карусельний роторний екстрактор: 1 – відкидне сітчасте днище, 2 днище екстрактора, 3 – сітчасте днище, 4 – корпус ротора, 5 – суцільна стінка, 6 – циліндричний корпус, 7 – робочий ротор, 8, 9 – насоси

Екстрактор – циліндричний апарат 6 з перфорованим днищем 1, над яким переміщується ротор 7 з радіальними перегородками [19, 20]. Під сітчастим днищем розташовується 7 місцелозбірників для стікаючої і місцели, що подається. Передбачено завантажувальні й розвантажувальні пристрої й насоси 8,9 9. Днище екстрактора нерухоме й має зєєрну (щілинну) конструкцію.

Зазор між суміжними зєєрними прутами через певні ділянки переривається особливим переплетінням, що сприяє видаленню із зазору застряглих частинок. Основними частинами ротора є внутрішня 7 і зовнішня 4 обичайки, що утворюють кільцевий простір, який розділено радіальними перегородками на 18 секцій. У поперечному перерізі кожна радіальна перегородка має форму, що звужується донизу, яка запобігає зависанню матеріалу при його вивантаженні із секторного простору ротора.

Вивантаження знежиреного матеріалу роблять через секторний виріз у днищ. За цим вирізом слідує ділянка 1, виконана суцільною, на якій відбувається завантаження вихідного матеріалу для екстракції через бункер, обладнаний мішалкою для запобігання зависанню матеріалу. Завантажувальний бункер обладнано рівнеміром. Вивантаження матеріалу, що екстрагується відбувається через розвантажувальний бункер шнеком, що має регульовану частоту обертання. Під час переміщення ротора матеріал, що екстрагується, зрошується місцелю зростаючої концентрації.

Для кожного ступеня зрошення під сітчастим днищем ротора розташовано сім місцелозбірників, з яких насосами місцела подається на сім ступенів зрошення. Робота насосів відрегульована так, що над матеріалом, що екстрагується, завжди перебуває невеликий шар місцели або розчинника. Так як одна із секцій ротора перебуває під завантаженням матеріалом, який екстрагується, інша під вивантаженням шроту, а дві сусідні з ними секції неробочі, то безпосередньо для екстракції використовується 14 з 18 секцій.

В апаратах багатоступеневого зрошування використовуються переваги вищеописаних методів і виключаються їхні основні недоліки. Для цих апаратів характерні малі кількості розчинника, циркулюючого в системі, високі концентрації місцел при їхній високій чистоті.

1.4 Окислювальні процеси в рослинних оліях

Негативний вплив окислювальних процесів на фізіологічну цінність олій відомо давно [55, 56]. Однак, спроби встановити вплив окремих хімічних речовин в зіпсованих окисленням жирах на їх поживну цінність були зроблені відносно недавно [79, 80].

Спочатку вважали, що однією з основних причин токсичності окислених олій є руйнування вітамінів і, ймовірно, інших необхідних для нормальної життєдіяльності організму речовин [81-83].

Після вказували на те, що окислені жири володіють і прямим токсичною дією, незалежно від руйнування вітамінів [55, 57, 84]. Вивчаючи вплив на організм окислених жирів, багато дослідники відзначали порушення функцій шлунково-кишкового тракту, зниження маси тварин, зменшення тривалості їх життя.

Термічний вплив на жири і масла, яке супроводжується інтенсивними окисними процесами, призводить до посилення їх токсичних властивостей. Продукти глибокого окислення масла надавали несприятливий вплив на жировий обмін [55-57, 85].

При проведенні біологічних дослідження велике методичне утруднення представляє те, що в оліях при окисленні утворюється велика кількість з'єднань, багато з яких не стабільні, і виділити їх в чистому вигляді дуже важко. Тому приходиться досліджувати групи речовин, характеризуються загальними хімічними властивостями, а не індивідуальні сполуки, що утворюються при окисленні масла, небезпечні для здоров'я.

В результаті дії кисню повітря на рослинні олії відбувається накопичення різних продуктів окислення, багато з яких погіршують органолептичні (смак, запах) і технологічні властивості.

Олії, в яких почалися вже окислювальні процеси, мають знижену стійкість при подальшому зберіганні і при кулінарній обробці. Деякі продукти окислення, крім того, ускладнюють переробку олій, яка застосовується для отримання різних видів харчових і навіть технічних продуктів.

В силу зазначених причин збереження олії в окисленому стані і контроль за ступенем окислення жирів є найважливішими завданнями технології жирів.

В основі сучасних уявлень про механізм окислення жирів лежить перекисна теорія Баха-Енглера [59] і теорія ланцюгових реакцій Семенова [86]. Згідно перекисної теорії, початковими продуктами окислення жирів є

нестійкі перекисні сполуки різних типів, здатні при розпаді утворювати ряд більш стабільних продуктів окислення.

Ланцюговий вільно-радикальний механізм окислення включає в себе кілька стадій елементарних реакцій: зародження, продовження, розгалуження і обрив ланцюгів [33, 45, 51].

Причиною виникнення вільних радикалів можуть бути в першу чергу самі молекули кисню, які вже при кімнатній температурі є активними бірадикали, здатними відривати від жирних кислот атоми водню (особливо легко це відбувається з атомами водню що знаходяться в α -положенні до подвійного зв'язку).

Як фактори, що ініціюють радикалоутворення можуть виступати іони металів змінної валентності, які в окисно-відновлюваних реакціях обмінюють один електрон; різні металоорганічні з'єднання; дію тепла, променевої енергії та інших агентів.

Насичені кислоти окислюються повільніше ненасичених. Швидкість окислення ненасичених жирних кислот їх ефірів зростає зі збільшенням в них числа подвійних зв'язків. Швидкість окислення олій зростає зі збільшенням температури. У більшості випадків швидкість їх окислення, як і швидкість інших хімічних реакцій, збільшується в 2-3 рази при збільшенні температури на кожні 10°C [24, 35, 41].

До числа каталізаторів окислення жирів відносять метали змінної валентності і біологічні ініціатори окислення. Присутність деяких металів навіть в дуже невеликих кількостях може в значній мірі прискорювати окислювальному псуванню жирів [21, 33, 37]. За даними деяких авторів [55, 56, 82] метали можуть бути розташовані в порядку спадання каталітичної активності: свинець > мідь > латунь > олово > цинк > залізо > алюміній > нержавіюча сталь > срібло.

1.5 Мета і завдання досліджень

Метою наукових досліджень є обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту.

Об'єкт досліджень – соняшникова макуха, соняшникова олія, етиловий спирт.

Предмет досліджень – технологія виробництва рослинних олій.

Серед завдань дослідження було сформовано наступні:

- 1) визначити концентрацію місцели на кожному з ступенів екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом;
- 2) встановити залежність олійності макухи від часу екстрагування;
- 3) розрахувати коефіцієнт внутрішньої дифузії при екстрагуванні соняшникової макухи етиловим спиртом;
- 4) визначити ефективність екстрагування соняшникової макухи біокаталітичним шляхом;
- 5) встановити вплив тривалості зберігання олієвмісної сировини на зміну показників окислення.

Висновки по розділу. В розділі наведено детальну характеристику насіння соняшника сучасної селекції: проаналізовано середній хімічний склад та описано вимоги державної нормативної документації до якості насіння соняшника, що переробляється на олію.

Також в розділі описано розвиток пресового способу добування олії, розглянуто технологію пресування насіння соняшника на малотонажних пресових лініях. Визначено переваги і недоліки технологічного обладнання і ліній для пресування насіння соняшнику на малотонажних підприємствах.

Надано характеристику екстракційному способу добування рослинної олії. Визначено перспективні шляхи розвитку технологій в напрямку вирішення питання безвідходності та збільшення виходу рослинної олії шляхом екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом та за допомогою використання ферментних препаратів.

Описано схеми найпоширенішого технологічного обладнання для добування рослинних олій, яке використовується на сучасних маслоекстракційних заводах.

Розглянуто основи протікання окислювальних процесів в олієвмісній сировині та визначено фактори впливу на швидкість протікання цих процесів.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика використаної сировини

Макуха, окрім олієвмісної сировини, є високобілковим концентрованим кормом для всіх видів сільськогосподарських тварин, в основному в складі комбікормів. Невелика добавка їх в раціон тварин дає можливість більш ефективно використовувати бідні білком корми (солома, полова, стержні качанів) і коренеплоди.

Соняшникова макуха повинна вироблятися відповідно до вимог ГОСТ 80-96 [87]. За зовнішнім виглядом макуха може бути у вигляді черепашки або подрібненою. Колір макухи від сірого різних відтінків до коричневого різних відтінків. Запах повинен бути властивим соняшниковій макусі без стороннього запаху.

Для проведення дослідження було використано 4 зразки соняшnikової макухи промислового виробництва: три у вигляді гранул та один – у вигляді макухової крупки.

Першим етапом досліджень було визначено основні показники якості сировини, які наведено в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Якісні показники соняшnikової макухи

Зразок	Олійність, %	Вологість, %	Спиртоємність, %	Коеф. пористості	Коеф. фільтрації, см/с
1	18,37	6,01	29,0	0,729	3,356
2	18,37	2,60	29,0	0,729	3,356
3	18,37	2,60	29,0	0,729	3,356
4	25,68	7,28	32,0	0,624	3,183

Як видно з табл. 2.1, використана для дослідження соняшnikова макуха відповідає вимогам чинної нормативної документації [87].

В якості екстрагенту використовували спирт етиловий ректифікований за ДСТУ 4221 [88].

2.2 Проведення попередніх досліджень

На етапі попередніх досліджень в якості екстракційної чарунки була обрана градуйована пробірка об'ємом 20 см^3 (ціна поділки $0,2 \text{ см}^3$) зі шліфом (14/23). Завантаження матеріалу в пробірку – 3-5 г (обсяг макухи не повинен бути більше 10 см^3). Маса наважки при цьому може бути виміряна з точністю використовуваних ваг. Макуха повинна бути попередньо подрібнена.

Розташування матеріалу, якщо планується екстракція за методом занурення, - у дна пробірки, на яке розміщується хибне днище, вирізане з фторопластової стрічки, круглої форми, діаметром трохи меншим внутрішнього діаметра пробірки. У фторопластовому днищі шилом пророблені отвори, в тому числі один з центру через яке протягується ліска, закріплена зі зворотного боку днища за допомогою вузлика. На ліску зверху нанизується при необхідності кружок з фільтрувального паперу по діаметру пробірки.

Хибне днище з фільтру за допомогою шпателя укладається на дно пробірки і через воронку засипається подрібнена макуха (рис. 2.1).

Якщо екстракцію передбачається проводити методом зрошення, то в нижню частину пробірки поміщається фторопластова конструкція, що має 2 ніжки. Висота їх і нижній рівень засипаного матеріалу будуть варіюватися в залежності від величини прийнятого гідромодуля. Стікаючи з шару матеріалу, місцела збирається під фторопластовим днищем.

Така конструкція дозволяє експериментувати з надлишком розчинника, що наближається до нуля.

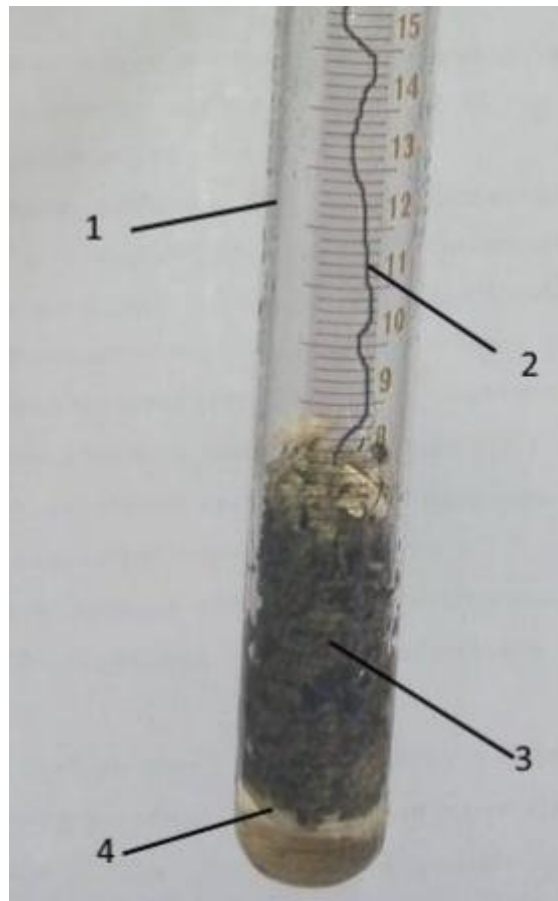


Рисунок 2.1 – Екстракційна чарунка: 1 – пробірка, 2 – ліска, 3 – макуха, 4 – фторопластове хибне днище

Нагрівання здійснюється за допомогою електроплитки, яка передає тепло гліцириновій бані. Контур управління температурою включає також контактний термометр і підсилююче пристрій УКТ-4.

2.3 Опис лабораторної екстракційної установки

Для виконання досліджень було спроектовано і виготовлено стендову установку лабораторного екстрактору, який працює за принципом багаторазового протитечійного ступеневого зрошення, схему якого наведено на рис. 2.1.

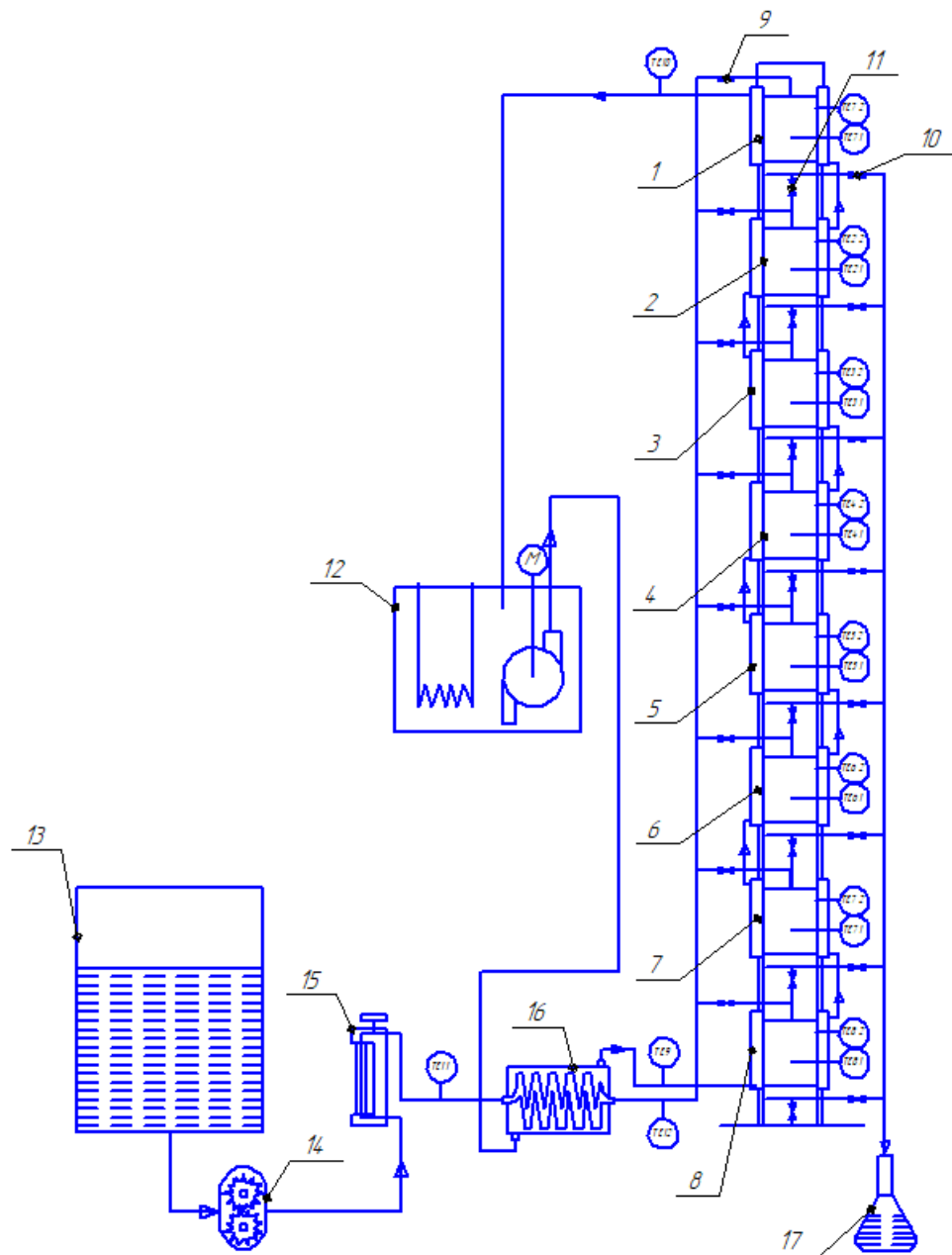


Рисунок 2.1 – Схема лабораторної екстракційної установки:

1, 8 – комірки екстракції, 9 – кран подачі розчинника, 10 – кран зливу місцели, 11 – кран, що з'єднує комірки, 12 – термостат, 13 – ємність для розчинника, 14 – шестерний насос, 15 – ротаметр, 16 – теплообмінник, 17 – ємність для зливу

Установка складається з 8-ми ступенів екстрагування із загальним об'ємом комірок, розрахованим на масу соняшникової макухи в 1000 г. В лабораторному екстракторі передбачено подачу розчинника і збір місцели на

кожному ступені. У днищі кожної комірки є пристрій, який передбачає перетікання місцели до комірки, яка розташована нижче. Для регулювання подачі розчинника, яка забезпечується шестиренним насосом, передбачено ротаметр, діапазон роботи якого складає 0,91–6,39 л/год. Рівномірне розподілення розчиннику по всій площині екстрактору здійснюється за рахунок розподільчих решіток.

У екстракторі передбачено підігрівання розчиннику і макухи за допомогою гарячої води, яка циркулює в системі термостат-теплообмінник-екстрактор.

Температуру води контролюють відповідно у трьох точках: на термостаті (термометр Т1), виході з теплообміннику (термодатчик ТЕ9) та виході з колони екстрактору (термодатчик ТЕ10). У змійовику цього ж теплообміннику здійснюється підігрів розчиннику до температури, яку також контролюють (термодатчики ТЕ11-ТЕ12).

Температуру соняшникової макухи контролюють упродовж всього експерименту за допомогою термодатчиків (від ТЕ1.1, 1.2 до ТЕ8.1, 8.2), які конструктивно розташовано у центрі та периферії кожної комірки. Показання термодатчиків виводять на монітор комп'ютера з побудовою графічної залежності $t=f(\tau)$ по кожному датчику.

2.4 Методика визначення олійності сировини

Метод заснований на витяганні сирого жиру і екстрактивних речовин з подрібненого продукту вичерпною екстракцією за допомогою розчинника при певних умовах в апараті Зайченко [92].

Із середньої проби макухи відбирають близько 50 г продукту і подрібнюють. Подрібнений продукт просівають через сито з отворами діаметром 0,25 мм. Залишок на ситі знову подрібнюють до проходу через вказане сито. Залишок на ситі (лузгу або лушпиння), що важко

подрібнюється, після подрібнення всієї ядрової частини додають до проходу через сито.

У підготовлений патрон беруть наважку аналізованого продукту масою близько 5 г, округляючи результат зважування до третього десяткового знаку. Поверх наважки кладуть шматочок знежиреної вати і підвертають складками вільний край паперу так, щоб закрити вату, що лежить у верхній частині патрона.

На дно екстрактора поміщають два кружка фільтрувального паперу діаметром, рівним внутрішньому діаметру екстрактора. В екстрактор поміщають підготований патрон. Патрон повинен входити в екстрактор вільно, без тертя, так як в протилежному випадку екстракція йде повільно.

Завантажений екстрактор підвішують до холодильника за допомогою двох дротових вушок і приєднують висушену і зважену приймальню колбу, в яку наливають 30-40 см³ ефіру. Екстрактор підвішують так, щоб нижній край його не торкався розчинника, в іншому випадку на стінках екстрактора після закінчення екстракції залишиться частина жиру.

Екстракцію ведуть на водяній бані протягом 4 год для макухи. Після закінчення зазначеного терміну для перевірки повноти екстракції на годинне скло або шліф колби поміщають краплю, що стікає з екстрактора розчинника. Якщо після випаровування ефіру на годинному склі або шліфі колби не залишиться жиру, то екстракцію припиняють.

Колбу переносять на іншу водяну баню, приєднують до апарата для відгону розчинника, відганяють ефір, збираючи його в приймач.

Якщо розчин ефіру після екстракції виявиться каламутним, то його необхідно профільтрувати і фільтр ретельно промити свіжим розчинником. Фільтрацію проводять в попередньо висушену і зважену колбу.

Після закінчення відгону ефіру для видалення слідів розчинника колбу витримують на водяній бані в похилому положенні 5-10 хв, періодично повертаючи її. Далі колбу з олією поміщають в сушильну шафу і сушать при 100-105 ° С до постійної маси.

Перше зважування проводять через 1 год, наступні - через 30 хв.

Масову частку сирого жиру і екстрактивних речовин X , в відсотках обчислюють за формулою:

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

де m - маса випробуваного продукту, г;

m_1 - маса колби з маслом, г;

m_2 - маса порожньої колби, г

Масову частку жиру і екстрактивних речовин в перерахунку на абсолютно суху речовину X_1 у відсотках обчислюють за формулою:

$$X_1 = \frac{X \cdot 100}{100 - W}, \quad (2.2)$$

де X - масова частка сирого жиру і екстрактивних речовин випробуваного продукту при фактичній вологості, %;

W - вологість випробуваного продукту, визначена в наважці подрібненого продукту, взятої одночасно з наважкою для визначення масової частки сирого жиру і екстрактивних речовин, %.

За остаточний результат вимірювання беруть середнє арифметичне результатів двох вимірювань, абсолютна розбіжність між якими не повинна перевищувати 0,4% при довірчій ймовірності 0,95.

Абсолютні розбіжності між результатами вимірювань, отриманими в різних умовах (в різний час, із застосуванням іншої апаратури, в різних лабораторіях) не повинні перевищувати 0,8% при довірчій ймовірності 0,95. Результати обчислюють з точністю до третього десяткового знаку і округлюють до другого десяткового знаку.

2.5 Методика визначення перекисного числа

Перекисне число – кількість таких речовин в пробі, виражене в ммоль активного кисню на 1 кг жиру, які при встановлених умовах визначення окислюють йодистий калій [93].

Метод заснований на реакції взаємодії продуктів окислення рослинних олій та тваринних жирів (перекисів і гідроперекисів) з йодистим калієм в розчині оцтової кислоти і ізооктана або хлороформу з подальшим кількісним визначенням виділився йоду розчином тіосульфату натрію титриметричним методом.

Для визначення лабораторну пробу добре перемішують. При наявності в маслі каламуті або осаду пробу фільтрують при температурі $(20 \pm 5) ^\circ \text{C}$. Випробувану пробу відбирають піпеткою з середини лабораторної проби.

Визначення проводять при штучному освітленні або при розсіяному денному світлі.

Масу наважки продукту, необхідну для визначення, в залежності від передбачуваного значення перекисного числа, визначають за табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Маса наважки продукту і точність зважування

Передбачуване значення перекисного числа, ммоль (0,5O)/кг	Маса наважки продукту, г	Точність зважування, г
От 0 до 6	5,0-2,0	$\pm 0,01$
більше 6 до 10	2,0-1,2	$\pm 0,01$
" 10 до 15	1,2-0,8	$\pm 0,01$
" 15 до 25	0,8-0,5	$\pm 0,001$
" 25 до 45	0,5-0,3	$\pm 0,001$

Наважку продукту масою, обраною відповідно до табл. 2.2, на вагах зважують у конічну колбу. Якщо колбу можна зважити безпосередньо, то наважку продукту зважують в стаканчик. У разі, якщо зважування проводилося в стаканчику, то його разом з навішуванням поміщають в колбу.

У колбу з наважкою доливають 10 см^3 хлороформу, швидко розчиняють пробу, доливають 15 см^3 оцтової кислоти і 1 см^3 50-55%-ого розчину йодистого калію, після чого колбу відразу ж закривають, перемішують вміст протягом 1 хв і залишають на 5 хв в темному місці при температурі $15-25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Доливають в колбу 75 см^3 води, ретельно перемішують і додають розчин крохмалю до появи слабкої однорідної фіолетово-синього забарвлення. Йод, що виділився, титрують розчином тіосульфату натрію до молочно-білого забарвлення, стійкого протягом 5 с, використовуючи розчин молярної концентрації $(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,002 \text{ моль/дм}^3$, якщо передбачуване значення перекисного числа менше $6,0 \text{ ммоль/кг}$.

Якщо передбачуване значення перекисного числа $6,0 \text{ ммоль/кг}$ і більше, після додавання води і перемішування виділився йод титрують розчином молярної концентрації $(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ моль/дм}^3$ до помітного зниження інтенсивності забарвлення розчину. Обережно додають крохмаль до появи слабкої однорідної фіолетово-синього забарвлення. Йод, що залишився, титрують розчином тіосульфату натрію до молочно-білого забарвлення в кінці титрування. Допускається наявність різних відтінків забарвлення відповідно до специфічними особливостями забарвлення випробовуваних олій і жирів.

Контрольне визначення виконують паралельно з основним визначенням. Якщо на контрольне визначення потрібно більше $0,05 \text{ см}^3$ розчину тіосульфату натрію молярної концентрації $0,002 \text{ моль/дм}^3$, перевіряють відповідність реактивів вимогам стандарту і, в разі невідповідності, готують нові реактиви і повторюють визначення.

Обробка результатів. Перекисне число X , ммоль (0,5O) / кг, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{1000 \cdot (V - V_0) \cdot c}{m}, \quad (2.3)$$

де V – обсяг розчину тіосульфату натрію, використаний при визначенні, см³;

V_0 – обсяг розчину тіосульфату натрію, використаний при контрольному визначенні, см³;

c – дійсна концентрація використаного розчину тіосульфату натрію, обчислена з урахуванням поправки до номінальної молярної концентрації, моль/дм³;

m – маса наважки продукту, г.

За результат визначення приймають середньоарифметичне значення результатів двох паралельних визначень.

Обчислення виконують з точністю до другого десяткового знаку з наступним округленням до першого десяткового знаку.

Висновки по розділу. Надано характеристику сировині, а саме соняшникової макухи, що використана в ході досліджень. Визначено основні технологічні показники якості соняшникової макухи. Описано методику проведення попередніх досліджень екстракції соняшникової макухи етиловим спиртом.

Наведено технологічну схему лабораторної установки для проведення процесу екстракції соняшникової макухи етиловим спиртом та описано технологічний процес екстракції.

Описано методики визначення олійності соняшникової макухи та визначення перекисного числа олієвмісної сировини.

3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1 Визначення кінетики екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом

3.1.1 Визначення концентрації міцели на кожному з ступенів екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом

Для дослідження кінетики вилучення соняшникової олії зрошенням макухи етиловим спиртом було проведено чотири експерименти.

Для виконання першого експерименту в екстрактор завантажували гранули макухи (зразок 1) у кількості 125 г на кожен комірчик.

Перед власне екстрагуванням олійний матеріал підігрівали до $t=78\text{ }^{\circ}\text{C}$ впродовж 30 хв. В першому експерименті гідромодуль (співвідношення макуха:етанол) складав 1:4; термін екстрагування – 75 хв; швидкість подачі розчинника 72 мл/хв.

Підігрітий до $t=78\text{ }^{\circ}\text{C}$ етиловий спирт подавали на поверхню, першу комірчик колони екстрактору. Час початку досліджень починався з моменту, коли перша крапля розчинника витікала з екстракційної колони.

Збір міцели з першого ступеню чинився у градуйовану колбу № 1 через зливний кран першої комірчки, термін наповнення – 10 хв (термін екстрагування на першому ступені).

Після цього закривали зливний кран першої комірчки та відкривали кран між першою та другою ступенями. Міцелу відбирали у колбу № 2 через зливний кран другої комірчки протягом 10 хв.

Такий же перебіг екстрагування чинився по іншим коміркам з 3-ої по 8-му; час екстракції коливався в діапазоні (8–15 хв). Після закінчення досліджень екстрактор розвантажували і в кожній пробі визначали концентрацію міцели, а у знежиреному матеріалі – олійність та вологість.

Для виконання другого експерименту гранули соняшникової макухи з початковою вологістю 6,01 % висушили до вологості 2,6 %. Технологічні параметри екстрагування не змінювались.

У третьому експерименті було змінено гідромодуль (1:2) та термін екстрагування подовжили до 90 хв.

Під час четвертого експерименту використано соняшникову макуху у вигляді крупки (зразок 4). Технологічні параметри екстрагування відповідали умовам першого експерименту.

Результати експериментів 1-4 представлено в табл. 3.1, в якій відображено зміну концентрації місцели за ступенями екстрагування.

Таблиця 3.1 – Концентрація місцели за ступенями екстрагування

Ступінь екстракції	Концентрація місцели, %			
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
1	1,94	2,22	2,85	2,74
2	3,16	3,78	5,84	5,19
3	3,39	4,53	7,48	8,02
4	4,23	4,87	8,42	9,12
5	4,60	5,20	9,31	9,58
6	5,25	5,83	10,82	9,68
7	6,83	7,21	11,40	9,72
8	7,94	8,16	11,71	9,84

За даними з табл. 3.1 будемо графічну залежність зміни концентрації місцели від ступеню екстракції, яка наведена на рис. 3.1

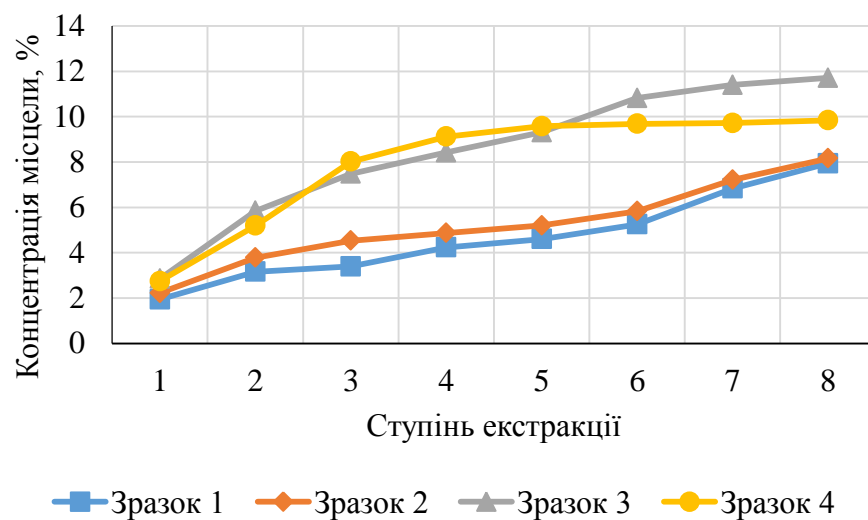


Рисунок 3.1 – Зміна концентрації місцели від ступеню екстракції

Як видно з рис. 3.1, найбільшу кількість олії можна екстрагувати зі зразка 3, тобто 11,71 % при початковому вмісті олії – 18,37 %. Даний показник більше ніж у інших зразках на 16-33 %, що вказує на перспективність використання саме цього режиму екстрагування.

3.1.2 Вплив часу екстрагування на олійність соняшникової макухи

Відповідно до завдань дослідження було визначено залежність між часом екстрагування олії з соняшникової макухи етиловим спиртом та вмістом олії в макусі. Даний показник є дуже важливим для дослідження, адже напряду дозволяє судити про оптимізацію режиму екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом для досягнення найбільшого виходу олії при найбільшій економії ресурсів і часу.

Отримані результати дослідження наведено на рис. 3.2

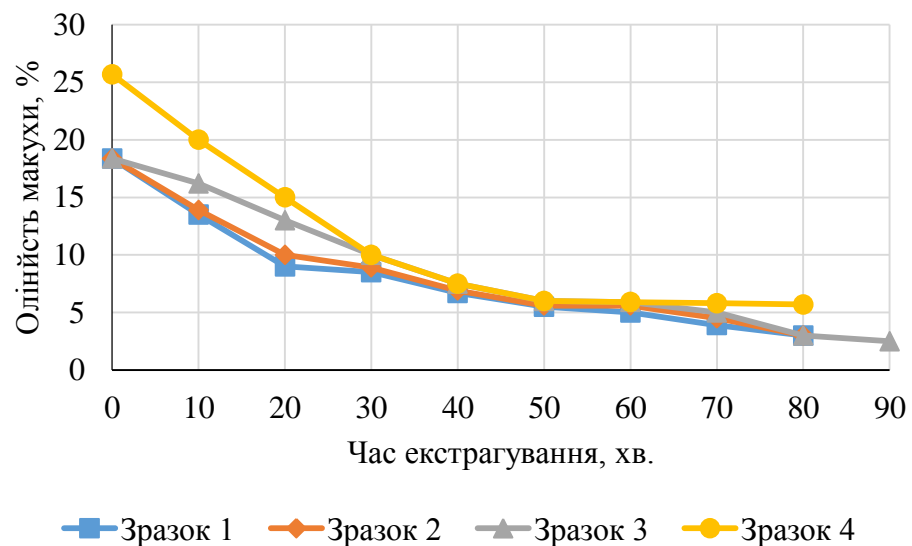


Рисунок 3.2 – Зміна олійності соняшникової макухи залежно від тривалості екстрагування етиловим спиртом

За даними з рис. 3.2 можна зробити висновок про перспективність екстрагування олії з соняшникової макухи етиловим спиртом. Адже використання етилового спирту дозволяє за 80-90 хв знизити олійність

макухи з 18,4 до 2,5 %, а отже отримати додаткові 15,9 % до виходу олії при виробництві.

Також як видно з рис. 3.2 олія краще екстрагується з соняшникової макухи в гранулах, ніж з подрібненої макухи. Зразок №4 за 80 хв. екстрагування знизив свою олійність з 25,7 до 5,7 %, що дає можливість отримати додаткові 20 % олії, але в оброблюваній сировині все ще залишається велика кількість олії.

Отже, за отриманими результатами можна рекомендувати саме гранулювання макухи після пресування та подальшу екстракцію такої олієвмісної сировини протягом 90 хвилин етиловим спиртом. Також залишкові продукти після екстрагування можна використовувати на корм худобі через відсутність в пропонованій технології шкідливих для тварин розчинників на відміну від традиційної технології.

3.2 Розрахунок коефіцієнту внутрішньої дифузії при екстрагуванні соняшникової макухи етиловим спиртом

Відомо [89], що екстрагування рослинних олій чиниться переважно в режимі внутрішньої (молекулярної) дифузії. Для кількісної оцінки швидкості екстрагування соняшникової олії етиловим спиртом доцільним є визначення коефіцієнту внутрішньої дифузії.

Для цього достатньо розглянути зміну середньої за об'ємом олійного матеріалу (макухи) концентрації олії, що вилучається. Для практичних цілей екстракції справедливим є рівняння:

$$\frac{M_i}{M_0} = A \cdot e^{b \cdot \tau}, \quad (3.1)$$

де M_i – залишкова олійність макухи після екстрагування за час τ_i , %;

M_0 – початкова олійність макухи, %;

A і b – константи.

Логарифмування рівняння (3.1) приводить до співвідношення, яке дозволяє на підставі експериментальних даних визначити величину коефіцієнту внутрішньої дифузії:

$$\lg \frac{M_i}{M_0} = \lg A - b \cdot \tau, \quad (3.2)$$

Коефіцієнт (b) в рівнянні (3.2) зв'язаний з коефіцієнтом внутрішньої дифузії (D) складною залежністю [90], на підставі якої складено алгоритм вирішення задачі за допомогою пакету прикладних програм MathCad [91].

Для розрахунку коефіцієнту внутрішньої дифузії у всіх 4-х експериментах побудовано графіки залежності $\lg \frac{M_i}{M_0}$ від часу екстрагування (за даними рис. 3.2).

Одержано прямі лінії загального виду $y = -b \cdot x + a$, які описуються такими рівняннями (3.3-3.6):

$$y = 1,2103 - 0,0821x, R^2 = 0,9742 \quad (3.3)$$

$$y = 1,1863 - 0,0817x, R^2 = 0,9628 \quad (3.4)$$

$$y = 1,2640 - 0,0919x, R^2 = 0,9751 \quad (3.5)$$

$$y = 1,3284 - 0,0832x, R^2 = 0,8772 \quad (3.6)$$

де R^2 – середньоквадратичне відхилення експериментальних даних.

Коефіцієнти внутрішньої дифузії розраховано за допомогою спеціально створеної програми [23] і представлено в табл. 3.2 у порівнянні з коефіцієнтами пористості та фільтрації, які залежать від структури олійного матеріалу.

Таблиця 3.2 – Значення коефіцієнту внутрішньої дифузії соняшникової олії під час спиртової екстракції макухи

Зразок	Коефіцієнт пористості, долі од.	Коефіцієнт фільтрації, см/с	Коефіцієнт внутрішньої дифузії, см ² /с
1	0,729	3,356	$1,54 \cdot 10^{-5}$
2	0,729	3,356	$1,57 \cdot 10^{-5}$
3	0,729	3,356	$1,72 \cdot 10^{-5}$
4	0,624	3,183	$0,70 \cdot 10^{-5}$

Таким чином, чим кращою є структура соняшникової макухи (вище показники пористості та фільтрації), тим вище коефіцієнт внутрішньої дифузії, а, значить, з більшою швидкістю чиниться процес екстрагування і зменшується олійність одержаного шроту (рис. 3.2).

Абсолютне значення коефіцієнту внутрішньої дифузії під час спиртової екстракції гранульованої макухи складає $(1,54-1,72) \cdot 10^{-5}$ см²/с, а для гексанової екстракції він складає $(0,76-0,98) \cdot 10^{-5}$ см²/с [91].

3.3 Визначення ефективності екстрагування соняшникової макухи біокаталітичним шляхом

Для встановлення ефективності екстрагування соняшникової макухи біокаталітичним шляхом варіативними параметрами були: вміст ферментного препарату, тривалість та температура біокаталітичного гідролізу макухи.

В якості біокаталізатора використовувався комплексний ферментний препарат, який має у своєму складі низку гідролаз, зокрема β -глюканазу, α -амілазу, нейтральну протеазу і геміцелюлазу.

Для проведення дослідження було обрано 5 зразків з різною масою додавання ферментного препарату – від 0,2 до 1,0 % до маси макухи. Результати виходу олії наведено на рис. 3.3-3.5.

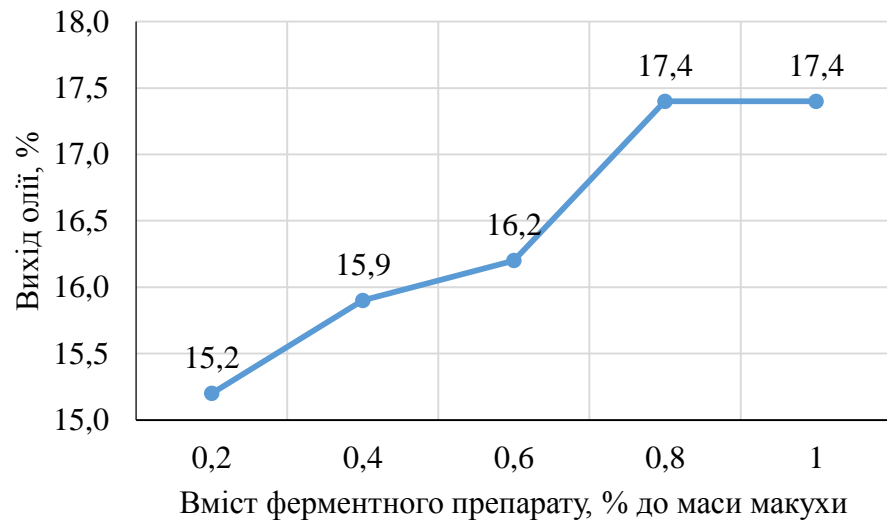


Рисунок 3.3 – Залежність виходу олії з соняшникової макухи від маси доданого ферментного препарату

Як видно з рис. 3.3, при додаванні ферментного препарату масою більше 0,8 % від маси макухи можливо досягти максимального виходу олії, що становить 17,4 %. Додавання ферментного препарату менше 0,8 % від маси макухи значно знижує вихід олії, а саме на 1,2 %. При цьому збільшення маси ферментного препарату також не дає позитивного ефекту. А, отже, оптимальною масою ферментного препарату для підготовки соняшникової макухи до екстрагування є 0,8 % від маси макухи.

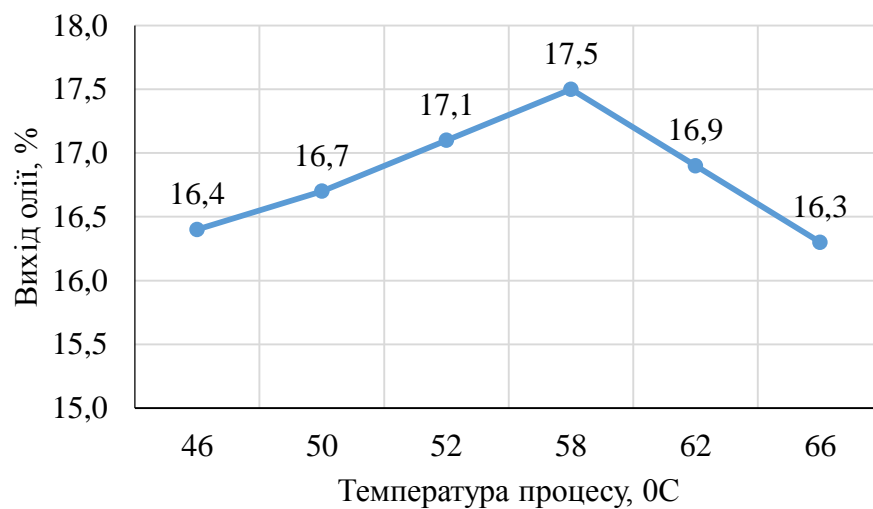


Рисунок 3.4 – Залежність виходу олії від температури гідролізу соняшникової макухи

За даними з рис. 3.4 можна зробити висновок про те, що оптимальною температурою проведення процесу гідролізу соняшникової макухи перед екстрагуванням є температура в діапазоні від 56 до 60 °С. Після гідролізу соняшникової макухи при температурі 58 °С було зафіксовано максимальний вихід олії на рівні 17,5 % при початковому вмісті олії – 18,37 %. Подальше підвищення температури знижує ефективність процесу внаслідок теплової денатурації ферментного комплексу.

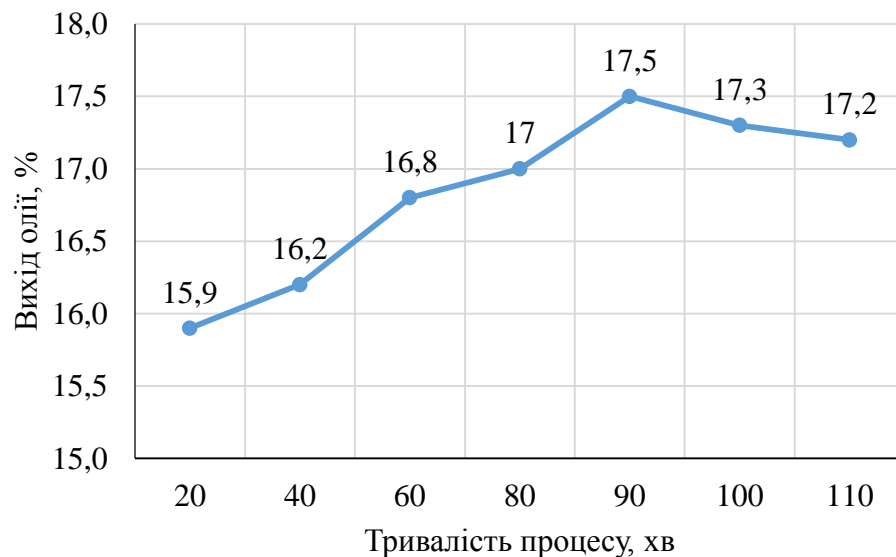


Рисунок 3.5 – Залежність виходу олії від тривалості процесу гідролізу соняшникової макухи

Отримані дані з рис. 3.5 свідчать про те, що найбільшого виходу олії при екстрагуванні соняшникової макухи можливо досягти після попереднього гідролізу ферментативним препаратом тривалістю 90 хв. Подовження тривалості гідролізу макухи та збільшення вмісту біокаталізатора вище оптимальних значень у свою чергу веде до незначного зменшення виходу олії. Це обумовлюється тим, що при вказаних умовах має місце вивільнення гідрофобних фрагментів білків та структурних полісахаридів олійної сировини, які були екрановані в нативному виді. За

рахунок цього підвищується жируотримуюча спроможність макухи, що веде до зменшення виходу цільового продукту.

Отже, враховуючи отримані результати, попередню обробку соняшникової макухи ферментативним препаратом перед екстрагуванням олії можна вважати ефективною. Така підготовка соняшникової макухи при додаванні ферментного препарату в кількості 0,8 % від маси макухи, при температурі 58 °С протягом 90 хв. дозволяють отримати вихід олії на рівні 17,5 %, що на 1,63 % більше, ніж при екстрагуванні без попереднього ферментативного гідролізу.

3.4 Визначення впливу тривалості зберігання олієвмісної сировини на зміну показників окислення

Перекисне число служить кількісним показником присутності первинних продуктів окислення перекисів і гідроперекисів, тобто окислювальних змін, що відбуваються в оліях. За величиною перекисного числа можна судити тільки про початкову стадію окислення ліпідів, на якій утворюються пероксиди і гідропероксиди, що істотно не впливають на органолептичні властивості жиру. За величиною перекисного числа можна судити про свіжість олії задовго до появи неприємного смаку і запаху.

Вплив тривалості зберігання олії на зміну перекисного числа олієвмісного матеріалу з різною лужистістю і накопичення продуктів окислення представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Вплив тривалості зберігання олієвмісного матеріалу на зміну перекисного числа

Лужистість, %	Перекисне число, 0,50 ммоль/кг, олії після зберігання, діб				
	1	7	21	42	60
0	39,23	41,80	42,51	47,65	42,56

5	41,96	42,90	45,24	46,41	57,17
10	46,02	46,02	57,09	59,20	58,42

Продовження табл. 3.3

Лузжистість, %	Перкисне число, 0,50 ммоль/кг, олії після зберігання, діб				
	1	7	21	42	60
15	46,95	50,85	49,14	55,38	58,57
22	65,67	65,52	68,01	69,26	71,05
100	460,98	471,90	641,16	780,00	908,70

Зростання перекисних чисел і накопичення продуктів окислення в оліях, витягнутих з олієвмісних матеріалів з різної лузжистістю, спостерігався і при зберіганні в лабораторних умовах при температурі 20-25 °С, без доступу світла. Після 21 доби зберігання перекисне число ліпідів, витягнутих етиловим спиртом з лузги, зросло до 641,16 0,50 ммоль / кг.

Інтенсивне зростання продуктів окислення і перекисних чисел при зберіганні однозначно свідчить про зниження стійкості соняшникової олії до окислення в міру зростання лузжистості матеріалу, що знежирюється. Мінімальний розвиток окислювальних процесів спостерігали в олії, отриманій з чистого ядра (0 % лузжистості).

Висновки по розділу.

В розділі викладені результати проведених досліджень та їх обговорення. Визначено концентрації місцели на кожному ступені екстракції різних зразків соняшникової макухи етиловим спиртом. Встановлено, що найбільшу кількість олії можна екстрагувати зі гранульованої макухи при гідромодулі розчинника (1:2) та тривалості екстрагування 90 хв. Концентрація місцели в даному досліді була більше, ніж у інших зразках на

16-33 %, що вказує на перспективність використання саме цього режиму екстрагування.

Встановлено, що використання етилового спирту дозволяє за 80-90 хв знизити олійність макухи з 18,4 до 2,5 %, а отже отримати додаткові 15,9 % до виходу олії при виробництві. Також олія краще екстрагується з соняшnikової макухи в гранулах, ніж з подрібненої макухи.

Розраховано значення коефіцієнту внутрішньої дифузії під час спиртової екстракції гранульованої макухи, який складає $(1,54-1,72) \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$. Даний показник перевершує аналогічні дані по гексановій екстракції $(0,76-0,98) \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ майже в два рази, що говорить про більш інтенсивний процес масообміну між соняшnikовою макухою і етиловим спиртом, ніж з гексаном.

Визначено, що попередню обробку соняшnikової макухи ферментативним препаратом перед екстрагуванням олії можна вважати ефективною. Така підготовка соняшnikової макухи при додаванні ферментного препарату в кількості 0,8 % від маси макухи, при температурі 58 °C протягом 90 хв. дозволяють отримати вихід олії на рівні 17,5 %, що на 1,63 % більше, ніж при екстрагуванні без попереднього ферментативного гідролізу.

Зафіксовано інтенсивне зростання продуктів окислення і перекисних чисел при зберіганні, що однозначно свідчить про зниження стійкості соняшnikової олії до окислення в міру зростання лузжистості матеріалу, що знежирюється. Мінімальний розвиток окислювальних процесів спостерігали в олії, отриманій з чистого ядра (0 % лузжистості).

4 ОХОРОНА ПРАЦІ НА МАСЛОЕКСТРАКЦІЙНИХ ЗАВОДАХ

4.1 Загальні вимоги охорони праці на маслоекстракційних заводах

До роботи з випуску рослинних олій методом пресування та екстракції допускаються особи, які досягли 18-річного віку, які пройшли [94]:

- медичний огляд і не мають медичних протипоказань;
- вступний та первинний інструктаж з охорони праці, інструктаж з пожежної та електробезпеки;
- стажування і перевірку знань з питань охорони праці.

Робітник з виробництва рослинних олій методом пресування та екстракції зобов'язаний:

- дотримуватися режиму праці та відпочинку, встановленому законодавством, правилами внутрішнього трудового розпорядку організації, трудової дисципліни, виконувати вимоги охорони праці, правила особистої гігієни;
- дотримуватися вимог пожежної безпеки, знати порядок дій при пожежі, вміти застосовувати первинні засоби пожежогасіння. Курити допускається тільки в спеціально призначених для куріння місцях;
- при проведенні робіт вживати заходів щодо попередження попадання сторонніх предметів в сировину, напівфабрикати і готову продукцію;
- працювати тільки на справному обладнанні;
- не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце;
- утримувати робоче місце в чистоті, не захаращувати його;
- про несправності устаткування, засобів механізації та інших зауваженнях, виявлених в процесі роботи, повідомляти керівництву підприємства, іншим посадовим особам.

Працівник повинен бути забезпечений спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Відповідно до Типових галузевих норм безплатної видачі засобів індивідуального захисту працівникам

харчової промисловості [95], робітникам повинні бути видані такі ЗІЗ, які наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Забезпечення засобами індивідуального захисту робітника на маслоекстракційному заводі

Засіб індивідуального захисту	Строк заміни, міс
Жилет утеплений	12
Халат бавовняний	12
Головний убір	12
Черевики шкіряні на жаростійкій підшві	6
Нарукавники бавовняні	3
Рукавиці трикотажні	до зносу
Респіратор	до зносу
Навушники протишумові	до зносу
Захисні окуляри	до зносу
Захисна каска	24

Робітнику заборонено з'являтися на робочому місці в стані алкогольного, наркотичного та токсичного сп'яніння, а також розпивання спиртних напоїв, вживання наркотичних, токсичних і психотропних речовин в робочий час і за місцем роботи.

Робітник повинен виконувати тільки ту роботу, яка передбачена його обов'язками або яку йому доручив його безпосередній керівник, не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце.

У процесі роботи на робітників можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- рухомі машини і механізми (конвеєри, транспортні засоби, вантажні підйомники, підлоговий колісний безрейковий транспорт);

- сировину, вироби, тара, що переміщуються
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях інструментів, обладнання, інвентарю;
- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, сировини і продукції;
- конструкції, які відлітають при руйнуванні і падаючі предмети;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищений вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони;
- підвищена або знижена температура, вологість і рухливість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- недостатня освітленість робочої зони;
- фізичне динамічне навантаження за зміну.

У разі виявлення несправності обладнання, пристосувань, інструментів, порушень технологічного процесу, а також виявлення порушень норм і правил охорони праці, пожежі, аварії або травмування працівника слід негайно зупинити роботу і повідомити про це безпосереднього керівника.

Робітник повинен вміти надавати першу (долікарську) допомогу потерпілому при нещасному випадку; знати, де знаходиться аптечка, і при необхідності забезпечити супровід потерпілого до лікувального закладу.

Працівник зобов'язаний сприяти і співпрацювати з наймачем у справі забезпечення здорових і безпечних умов праці, негайно сповіщати свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу наймача про несправності устаткування, інструменту, пристосувань, транспортних засобів, засобів захисту, про погіршення стану свого здоров'я.

4.2 Вимоги охорони праці перед початком роботи

Робітник повинен оглянути і надіти спецодяг. Застібнути одяг на всі гудзики (зав'язати на всі зав'язки), не допускаючи звисаючих кінців одягу. Заколювати одяг шпильками, голками, тримати в кишенях одягу гострі, предмети забороняється.

Робітник повинен підготувати робочу зону для безпечної роботи [94]:

- забезпечити наявність вільних проходів;
- перевірити стійкість виробничого столу, стелажа, міцність кріплення обладнання до фундаментів і підставок;
- надійно встановити (закріпити) пересувне (переносне) обладнання та інвентар на робочому столі, підставці, пересувному візку;
- зручно і стійко розмістити запаси сировини, продуктів, інструмент, пристосування відповідно до частоти використання і витрачання;
- перевірити зовнішнім оглядом:
 1. достатність освітлення робочої поверхні; відсутність звисаючих, оголених кінців електропроводки; надійність закриття всіх струмоведучих і пускових пристроїв обладнання;
 2. наявність і надійність заземлюючих з'єднань (відсутність обривів, міцність контакту між металевими частинами обладнання і заземлюючим проводом);
 3. наявність, справність, правильну установку і надійне кріплення огороження, захисних кожухів і екранів рухомих частин обладнання, нагрівальних поверхонь;
 4. відсутність сторонніх предметів всередині і навколо обладнання; наявність і справність приладів безпеки, регулювання та автоматики (наявність клейма або пломби; терміни таврування приладів; дати огляду посудин, що працюють під тиском; знаходження стрілки манометра на допустимій позначки; цілісність скла;

5. відсутність пошкоджень, що впливають на показання контрольно-вимірювальних приладів); відсутність тріщин, сколів, значних потовщень стінок ємностей, пропусків в зварювальних швах, течі в клепаних і болтових з'єднаннях, розривів прокладки і тому подібного в варильному і водогрійному обладнанні;

6. стан підлоги (відсутність вибоїн, нерівностей, пролитих рідин);

7. справність застосовуваного інвентаря, пристроїв та інструменту (поверхня тари, ручки совків, лопаток і тому подібного повинні бути чистими, гладкими, без відколів, тріщин і задирок; рукоятки ножів повинні бути щільно насадженими, неслизькими і зручними для захоплення, що мають необхідний упор для пальців руки, що не деформуються від впливу гарячої води; полотна ножів повинно бути гладкими, відполірованими, без вм'ятин і тріщин);

- звільнити шляхи переміщення вантажу і шляхи евакуації від сторонніх предметів;

- укласти на шляху переміщення вантажу тверде покриття або настили шириною не менше 1,5 м на м'якому ґрунті або нерівній поверхні;

- перевірити достатність освітлення проходів і місць складування; при необхідності вимагати освітлення місць навантаження, вивантаження і переміщення вантажів;

Про виявлені при огляді порушення і недоліки доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати.

4.3 Вимоги охорони праці під час виконання роботи

Робітник зобов'язаний виконувати тільки ту роботу, по якій пройшов навчання і до якої допущений особою, відповідальною за безпечне виконання робіт. Забороняється доручати свою роботу ненавченим і стороннім особам.

Робітник повинен застосовувати необхідні для безпечної роботи справне устаткування, інструмент, пристосування, використовувати їх тільки для тих робіт, для яких вони призначені.

Збірники місцели, місцелоомивач, робочий бак для розчинника, внутрішньоцехові баки для олій і шламівипарювач повинні бути забезпечені показниками рівня рідини і пристроями, що виключають перелив рідини назовні і забезпечують безпеку обслуговуючого персоналу.

Збірники для екстракційного масла повинні бути обладнані переливними трубами для скидання масла в додаткову ємність.

Жолоби шнеків ролерів повинні мати кришки, що щільно закриваються, а завантажувальні отвори - знімні грати.

Кожна норія повинна мати пристрій, що запобігає зворотному ходу стрічки.

На шротозавантажувачі, мікроціклонах і шротопроводах необхідна установка необхідного числа герметичних лючків для огляду, ревізії та очищення [94].

Кришка центрифуги повинна бути заблоковані з вимикаючим пристроєм для автоматичної установки центрифуги при знятті (відкриванні) кришки.

Екстрактори повинні мати автоматичний пристрій, що забезпечує припинення роботи з подачею сигналу шнека завантажувальної колони екстракторів.

Забороняється включати в роботу шнековий і чанний випарники без подачі води в конденсатор випарника при вимкненому автоблокуванні електродвигунів, несправності групових мастильних апаратів без попереднього впуску всередину його гострого пара.

Застосування відкритих рамних фільтр-пресів для фільтрації місцели не допускається.

У приміщеннях для фільтрації олій і місцели забороняється витрушувати серветки від шламу і залишати їх на зберігання навіть на нетривалий час.

Перед завантаженням фільтра необхідно за допомогою пробного крана переконаватися у відсутності тиску в фільтрі.

Автоматичні потокові лінії повинні мати центральні пульти керування для роботи в налагоджувальному і в автоматичному режимі. Системи автоматичного управління лініями повинні забезпечити неможливість самоперемикання з налагоджувального на автоматичний режим і виключити випадкове спрацьовування пускового пристрою лінії. На внутрішній стороні дверей пульта управління повинен бути вивішений креслення принципової схеми електрообладнання лінії.

Кожне робоче місце в лінії повинно мати аварійну кнопку «СТОП» з грибоподібним штовхачем червоного кольору.

Рухомі елементи механізмів і машин повинні мати автоматичні мастильні пристрої або маслянки з резервуарами необхідної ємності.

Забороняється захащувати проходи і проїзди, проходи між устаткуванням, стелажми, штабелями, проходи до пультів управління, рубильники, шляхи евакуації та інші проходи порожньою тарою, інвентарем, вантажами.

4.4 Вимоги охорони праці при закінченні роботи

Після закінчення роботи привести в порядок робоче місце, інструменти, пристосування прибрати у відведене місце.

Зняти і здати на збереження спецодяг та інші засоби захисту. Виконати правила особистої гігієни.

Повідомити керівнику і змінника про всі порушення і зауваження, виявлених в процесі роботи.

4.5 Вимоги охорони праці в надзвичайних ситуаціях

До аварійних ситуацій можуть привести такі ситуації [94]:

- захоплення одягу обертовими механізмами;
- ураження електричним струмом;
- падіння з висоти;
- падіння вантажу;
- пролиті рідини.

При виникненні ситуацій, які можуть привести до аварії і нещасних випадків, слід негайно:

- припинити всі роботи;
- відключити використовуване обладнання;
- доповісти керівнику робіт.

При виникненні пожежі або загоряння робочий зобов'язаний:

- негайно повідомити про це в пожежну службу;
- вжити заходів щодо забезпечення безпеки та евакуації людей;
- приступити до гасіння пожежі за допомогою наявних на об'єкті

первинних засобів пожежогасіння;

- після прибуття підрозділів пожежної служби повідомити їм необхідні відомості про вогнище пожежі і заходи, вжиті за його ліквідації;
- на період гасіння пожежі забезпечити охорону матеріальних цінностей з метою виключення розкрадання.

При отриманні травми, отруєння або раптового захворюванні потерпілому повинна бути надана перша (долікарська) допомога; при цьому постраждалого потрібно попередньо звільнити від дії травмуючого фактора. Постраждалого слід доставити в лікувальний заклад і зберегти місце нещасного випадку, якщо це не загрожує життю і здоров'ю оточуючих.

4.6 Розрахунок освітлення цеху екстракції на маслоекстракційному заводі

Правильно спроектоване і виконане освітлення на підприємствах забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності. Збереження зору людини, стан його центральної нервової системи і безпеку на виробництві значною мірою залежать від умов освітлення. Від освітлення залежать також продуктивність праці і якість продукції, що випускається.

Основним завданням виробничого освітлення є підтримання на робочому місці освітленості, що відповідає характеру зорової роботи.

При освітленні цеху екстракції використовується суміщене освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним. При цьому природне освітлення є комбінованим, тобто поєднує верхнє (здійснюється через світлові ліхтарі) і бічне (здійснюється через вікна цеху) освітлення. Штучне освітлення цеху екстракції також є комбінованим, тобто представляє сукупність місцевого і загального освітлення.

Для розрахунку штучного електричного освітлення цеху екстракції на маслоекстракційному заводі необхідно знати площу цеху та висоту приміщення. В даному випадку площа цеху складає $8 \times 16 = 128 \text{ м}^2$. Висота приміщення 4,5 м.

Для цеху екстракції можна застосовувати світильники типу «Універсаль» з матовим затінювачем.

При виконанні ремонтних та експлуатаційних робіт з екстракторами робоча зона освітлення розміщується на висоті $l = 1,2 \text{ м}$. Прийmemo $h_p = 1 \text{ м}$, а відстань між світильниками $l_{cv} = 4 \text{ м}$.

Розраховуємо необхідну кількість ламп за формулою:

$$n = \frac{S}{l_{cv}^2}, \quad (4.1)$$

$$n = \frac{8 \cdot 16}{4^2} = 8 \text{ шт.}$$

Наступним етапом необхідно розрахувати світловий потік лампи за формулою:

$$F_l = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n_{\text{св}} \cdot \eta_{\text{св}}}, \quad (4.2)$$

де E_{\min} – мінімальна освітленість, лк;

S – площа приміщення, м²;

K_3 – коефіцієнт запасу;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітленості;

$n_{\text{св}}$ – кількість світильників;

$\eta_{\text{св}}$ – коефіцієнт використання світлового потоку.

Для визначення світлового потоку лампи чисельні значення величин, що входять в формулу, підберемо за довідковими значеннями.

Для приміщень із середнім виділенням пилу при застосуванні ламп розжарювання коефіцієнт запасу дорівнює $K_3 = 1,3$.

Мінімальну норму освітленості виберемо для робіт, що вимагають розрізнення предметів від більш 1 до 10 мм – $E_{\min} = 100$ лк.

Коефіцієнт нерівномірності освітлення Z приймаємо за нормами освітленості робочих поверхонь у виробничих приміщеннях [96]. Для цього визначимо висоту підвісу світильника $h_{\text{св}}$ за наступною формулою (виходячи з того, що у відділенні є кран-балка і світильники підвішені на 0,5 м від стелі):

$$h_{\text{св}} = H - (h_1 + h_2), \quad (4.3)$$

де H – висота приміщення, м;

h_1 – відстань від підлоги до освітленої поверхні (висота робочої поверхні), м;

h_2 – відстань від стелі до світильника, м.

$$h_{ce} = 4,5 - (1 + 0,5) = 3 \text{ м.}$$

Далі розраховуємо відношення $l_{ce} : h_{ce}$:

$$l_{ce} : h_{ce} = 4 : 3 = 1,3. \quad (4.4)$$

За табл. 4.2 [96] для світильників типу «Універсаль» з матовим затінювачем підберемо $Z = 0,955$.

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнту нерівномірності освітлення Z

Тип світильника	Відношення $l_{ce} : h_{ce}$						
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,75	2,0
	Значення Z						
«Універсаль» з матовим затінювачем	0,65	0,77	0,938	0,975	0,915	0,912	0,845
«Універсаль» без затінювача	0,63	0,74	0,896	0,95	0,977	0,865	0,828
«Люцетта»	0,545	0,66	0,735	0,913	0,867	0,734	0,595
Емальований глибоковипромінювач	0,637	0,775	0,907	0,988	0,99	0,907	0,83

Для того, щоб знайти коефіцієнт використання світлового потоку η_{ce} необхідно спочатку розрахувати показник приміщення φ за формулою:

$$\varphi = \frac{S}{h_{ce}(L+B)}, \quad (4.5)$$

де S – площа приміщення, м^2 ;

h_{ce} – висота підвісу світильника, м.

$$\varphi = \frac{128}{3(8+16)} = 1,77.$$

При мінімальному коефіцієнті відбиття світлового потоку від стін коефіцієнт використання світлового потоку $\eta_{cv} = 0,49$.

Підставивши значення в формулу (4.2) отримаємо:

$$F_l = \frac{100 \cdot 128 \cdot 1,3 \cdot 0,955}{8 \cdot 0,49} = 4053 \text{ лм.}$$

За розрахованим світловому потоку по [96] вибираємо лампу і її потужність. Отже, для напруги 220 В підходить лампа НГ 220-300 потужністю 300 Вт, зі світловим потоком 4350 лм.

За розрахованими значеннями було складено схему розміщення світильників в цеху екстракції, яку наведено на рис. 4.1.

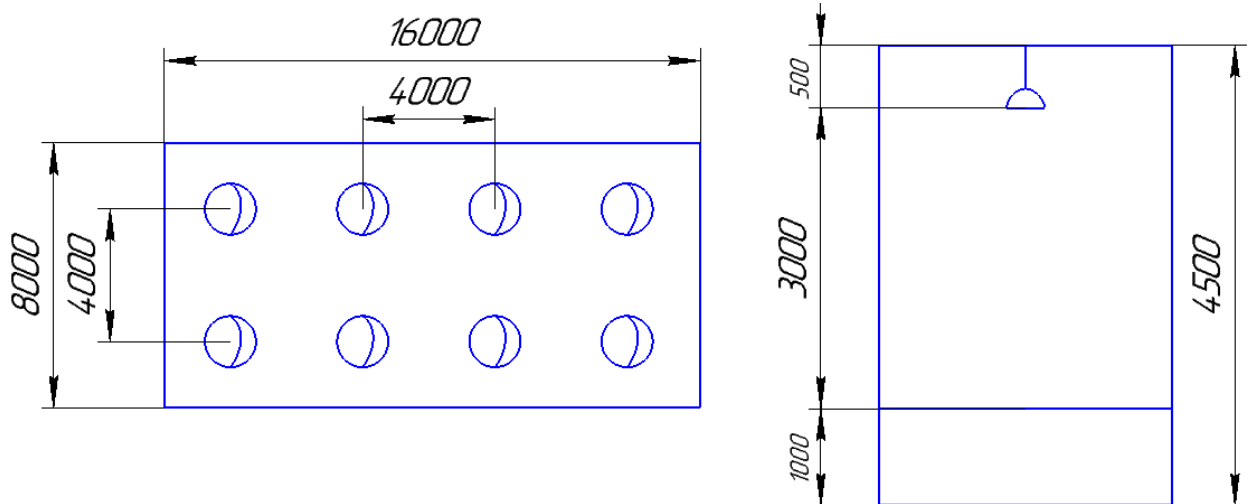


Рисунок 4.1 – Схема розміщення світильників в цеху екстракції

Висновки по розділу. В розділі розглянуто основні вимоги охорони праці при роботі на маслоекстракційному заводі, зокрема в цеху пресування та екстракції. Виконано розрахунок штучного електричного освітлення цеху екстракції та рекомендовано до встановлення 8 ламп НГ 220-300 потужністю 300 Вт, які забезпечують необхідний світловий потік 4350 лм кожна. На

основі розрахованих даних складено схему розміщення світильників в цеху екстракції.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту в цілому. Останнім часом гострою проблемою при виробництві рослинних олій в Україні є питання розробки безвідходних технологій. Також принциповою вимогою виробників при цьому є збільшення виходу олії.

Аналіз літературних джерел показав, що існує одне вирішення двох вищенаведених проблем одночасно – це розробка безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту. Великі плюси даної технології це збільшення виходу олії на підприємствах за рахунок екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом на 15-16 %. При цьому використання ферментативних препаратів при попередній підготовці сировини до екстрагування дозволяє отримати майже безвідходне виробництво.

Виконання досліджень за обраною темою тягне за собою певні витрати, які пов'язані з придбанням необхідної кількості сировини для проведення дослідження, екстрагенту, ферментативного препарату, лабораторного посуду тощо.

5.1 Організація досліджень

5.1.1. План проведення дослідження

Для організації роботи над дослідженням процесу виробництва плодівих чіпсів з перемелених плодів хурми було використано сітьовий метод планування та управління, першим етапом якого є складання плану проведення дослідження.

План проведення дослідження наведено в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт i-j	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , (дні)
1-2	Вибір теми наукового дослідження	2
2-3	Виконання аналітичного огляду літературних джерел з обраної науково теми	15
3-4	Планування етапів та графіку проведення експериментальних досліджень	3
4-5	Визначення методик та нормативної документації, необхідної для виконання досліджень	6
5-6	Дослідження кінетики екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом	20
6-7	Розрахунок коефіцієнту внутрішньої дифузії соняшникової макухи	5
5-8	Встановлення ефективності проведення екстракції соняшникової макухи біокаталітичним шляхом	5
5-9	Визначення впливу тривалості зберігання олієвмісної сировини на зміну показників окислення	21
7-10	Аналіз отриманих результатів (побудова та опис таблиць, графіків та ін.)	1
8-10		1
9-10		1
10-11	Обробка результатів та формулювання висновків	5
11-12	Складання демонстраційного матеріалу для оприлюднення результатів дослідження	4

5.1.2 Побудова сітьового графіка

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік (рис.5.1) – графічна модель комплексу робіт, у якій точно до деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними.

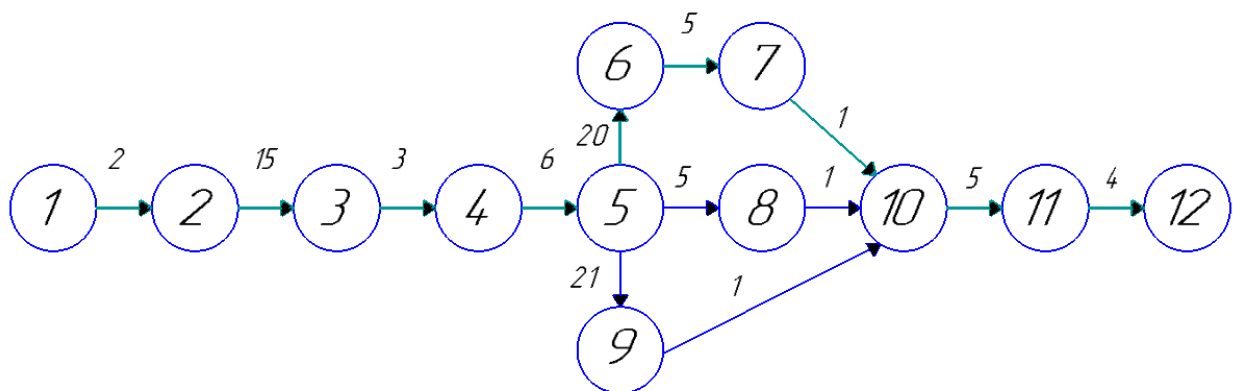


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення дослідження

На основі сітьового графіка здійснюється планування, оптимізація і керування процесом виконання всього комплексу робіт. При використанні сітьового графіка можливо формалізувати процес, тобто виразити його чисельно. Використовуючи сітьовий графік, визначаємо всі повні шляхи. Шлях – це тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої. Для цього складаються тривалості робіт (t_{ij}):

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-7-10-11-12}=2+15+3+6+20+5+1+5+4=61 \text{ день};$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-8-10-11-12}=2+15+3+6+5+1+5+4=41 \text{ день};$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-9-10-11-12}=2+15+3+6+21+1+5+4=57 \text{ днів};$$

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ($L_{кр}$). У даному випадку критичними є перший шлях, тобто $L_{кр}=L^1_{1-2-3-4-5-6-7-10-11-12}$.

Наступним етапом розраховуються параметри сітьової моделі:

- ранній термін здійснення події (T_i^p) – це найбільший шлях від початкової події до i -тої.
- пізній термін здійснення події (T_i^n) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої.

Резерв шляху розраховується за формулою (5.1):

$$R_i = T_i^n - T_i^p \quad (5.1)$$

де R_i – резерв шляху;

T_i^n – пізній термін здійснення події;

T_i^p – ранній термін здійснення події.

Отримані дані розрахунку наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Терміни здійснення подій (ранній і пізній) і резерв шляху

Номер події	T_i^p , дні	T_i^n , дні	R_i , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	17	17	0
4	20	20	0
5	26	26	0
6	46	46	0
7	51	51	0
8	31	51	20
9	47	51	4
10	52	52	0
11	57	57	0
12	61	61	0

Далі визначаються резерви часу:

а) повний резерв часу роботи (R_{ij}^n) – це максимальна кількість часу, на яку можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховується по формулі (5.2):

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (5.2)$$

де t_{ij} – тривалість роботи.

б) вільний резерв часу роботи (R_{ij}^b) – це максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Вільний резерв часу роботи розраховується по формулі (5.3):

$$R_{ij}^b = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (5.3)$$

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт (K_{ij}^n) визначається по формулі (5.4):

$$K_{ij}^n = \frac{L_{\max ij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

де $L_{\max ij}$ – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;

L_{kp} – критичний шлях.

Проводимо аналогічний розрахунок для всіх робіт, а результати заносимо в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів

Шифр робіт, i-j	Вільний резерв, R_{ij}^e , (дні)	Повний резерв, R_{ij}^n , (дні)	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,04
3-4	0	0	0,29
4-5	0	0	0,36
5-6	0	0	0,63
5-8	0	20	0,46
5-9	0	4	0,65
6-7	0	0	0,82
7-10	0	0	0,85
8-10	20	0	0,52
9-10	4	0	0,78
10-11	0	0	0,93
11-12	0	0	1,00

Таким чином, використання сітьового планування допомагає правильно організувати заходи, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів.

При аналізі складеного сітьового графіку встановлено, що тривалість критичного шляху складає 61 день. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням процесу екстрагування олії з соняшникової макухи етиловим спиртом.

Отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним, і він може бути рекомендований до затвердження та виконання.

5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідження, розраховують по формулі (5.5):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приводяться в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Макуха соняшникова, кг	10	9,00	90,00
Спирт етиловий, л	5	70,00	350,00
Ферментативний препарат, кг	0,5	500,00	250,00
Колба на 250 мл, шт.	1	150,00	150,00

Пробірка лабораторна, шт.	4	40	160,00
---------------------------	---	----	--------

Продовження табл. 5.4

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Ватні диски, уп.	1	22,00	22,00
Фільтрувальний папір, уп.	1	45,00	45,00
Всього			1067,00

Заробітна плата працівників, що займалися дослідженням, визначається множенням середньогодинного заробітку працівника на кількість витраченого часу. Розрахунки зводяться в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньо- місячний заробіток, грн	Середньо- годинний заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000
Всього				1000

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного соціального внеску. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{1000 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.6):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на обладнанні, год;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{ел.ніч} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 21 \cdot 1,68 = 38,10 \text{ грн};$$

$$E_{газ} = 0,8 \cdot 0,1 \cdot 7 \cdot 1,68 = 0,94 \text{ грн};$$

$$E_{заг} = E_{ел.ніч} + E_{газ} = 38,10 + 0,94 = 39,04 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, знаходяться за формулою (5.7):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{ел.ніч} = \frac{1800 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 0,99 \text{ грн};$$

$$A_{газ} = \frac{4000 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,37 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Електропіч	1800	20	1	0,99

Ваги лабораторні	4000	12,5	1	1,37
Всього				2,36

Накладні витрати – це витрати, пов’язані із опаленням, освітленням, вентиляцією, утриманням бібліотеки, ремонтом приміщень, страхуванням навчально-допоміжного і адміністративно-управлінського персоналу та інші господарські витрати. Накладні витрати приймаються на рівні 80% від нарахованої заробітної платні виконавців дослідження:

$$NB = \frac{1000 \cdot 80}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в табл.5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	1067,00
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	39,04
Амортизація	2,36
Накладні витрати	800,00
Всього	3128,40

Як видно з табл. 5.7, найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження процесу екстрагування олії з соняшникової макухи етиловим спиртом є витрати на основні матеріали, які складають 34 % від загальної суми витрат, та витрати на заробітну платню, що становлять 32 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження

були пов'язані з амортизацією обладнання, і склали 0,07 % від загальної суми витрат.

5.2 Розрахунок ціни дослідження

Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначається на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.8):

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.8)$$

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

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

Таким чином:

$$Ц = 3128,40 + \frac{30 \cdot 3128,40}{100} = 4066,92 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 4066,92 грн.

Висновки по розділу. В розділі наведено необхідні розрахунки, які стосуються організаційно-економічної частини проведеного дослідження. Складено сітьовий графік проведення дослідження процесу обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту. Критичний шлях складеного сітьового графіку складає 61 день.

Розраховано кошторис витрат на проведення дослідження. Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження процесу екстрагування олії з соняшникової макухи етиловим спиртом є витрати на

основні матеріали, які складають 34 % від загальної суми витрат. Загалом, з урахуванням 30% рентабельності, вартість проведеного дослідження становить 4066,92 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі обґрунтовано і надано рекомендації щодо технологічних режимів безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту за рахунок проведення екстракції олії етиловим спиртом. Надано характеристику екстракційному способу добування рослинної олії. Визначено перспективні шляхи розвитку технологій в напрямку вирішення питання безвідходності та збільшення виходу рослинної олії шляхом екстрагування соняшnikової макухи етиловим спиртом та за допомогою використання ферментних препаратів. Описано схеми найпоширенішого технологічного обладнання для добування рослинних олій, яке використовується на сучасних маслоекстракційних заводах.

Наведено характеристику сировини для проведення дослідження – макухи соняшnikової. Визначено основні технологічні показники якості соняшnikової макухи. Описано методику проведення попередніх досліджень екстракції соняшnikової макухи етиловим спиртом. Наведено технологічну схему лабораторної установки для проведення процесу екстракції соняшnikової макухи етиловим спиртом та описано технологічний процес екстракції.

Відповідно до визначених завдань дослідження було формовано наступні висновки:

1) встановлено, що найбільшу кількість олії можна екстрагувати зі гранульованої макухи при гідромодулі розчинника (1:2) та тривалості екстрагування 90 хв;

2) встановлено, що використання етилового спирту дозволяє за 80-90 хв знизити олійність макухи з 18,4 до 2,5 %, а отже отримати додаткові 15,9 % до виходу олії при виробництві. Також олія краще екстрагується з соняшnikової макухи в гранулах, ніж з подрібненої макухи;

3) розраховано значення коефіцієнту внутрішньої дифузії під час спиртової екстракції гранульованої макухи, який складає $(1,54-1,72) \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$;

4) доведено ефективність екстрагування біокаталітичним методом. Підготовка соняшникової макухи при додаванні ферментного препарату в кількості 0,8 % від маси макухи, при температурі 58 °С протягом 90 хв. дозволяють отримати вихід олії на рівні 17,5 %, що на 1,63 % більше, ніж при екстрагуванні без попереднього ферментативного гідролізу.

5) зафіксовано інтенсивне зростання продуктів окислення і перекисних чисел при зберіганні, що однозначно свідчить про зниження стійкості соняшникової олії до окислення в міру зростання лузжистості матеріалу, що знежирюється.

Розглянуто основні вимоги охорони праці при роботі на маслоекстракційному заводі, зокрема в цеху пресування та екстракції. Виконано розрахунок штучного електричного освітлення цеху екстракції та рекомендовано до встановлення 8 ламп НГ 220-300 потужністю 300 Вт, які забезпечують необхідний світловий потік 4350 лм кожна. На основі розрахованих даних складено схему розміщення світильників в цеху екстракції.

Розраховано кошторис витрат на проведення дослідження. Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження процесу екстрагування олії з соняшникової макухи етиловим спиртом є витрати на основні матеріали, які складають 34 % від загальної суми витрат. Загалом, з урахуванням 30% рентабельності, вартість проведеного дослідження становить 4066,92 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зінченко О.І., Білоножко М.А. Рослинництво. Київ: Аграрна освіта. 2001. 459 с.
2. Казаков Д.Е. Зерноведение с основами растениеводства; изд. 2-е, доп. и перераб. М.: Колосс. 1973. 289с.
3. Чеботарёв О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов. М.: Издательский центр «Март». 2004. 688 с.
4. ДСТУ 7011:2009 Соняшник. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України. 2010. 8 с.
5. Правила організації і ведення технологічного процесу на олійно-екстракційних заводах. К.: МінАПКУ. 1998. 196 с.
6. Щербаков В.Г. Технология получения растительных масел. М.: КолосС. 1992. 209 с.
7. Технология получения растительных масел / В. М. Копейковский, С. И. Данильчук, Г. И. Гарбузова и др. Под ред. В. М. Копейковского. М.: *Легкая и пищевая промышленность*. 1982. 416 с.
8. Щербаков В.Г. Химия и биохимия переработки масличных семян. М.: *Пищевая промышленность*, 1977. 186 с.
9. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П. Фосфолипиды растительных масел. М.: Агропромиздат. 1986. 256 с.
10. Бутина Е.А. Фосфолипиды высокоолеинового подсолнечного масла, совершенствование технологии получения и использования в качестве добавок к пищевым продуктам. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Краснодар. 1992. 24 с.
11. Вагабова Ф.А. Разработка методов и аппаратуры для магнитной обработки растительных масел и жиров с целью повышения их стабильности при хранении. Автореф. дисс. канд. техн. наук. СПб. 2000. 23 с.

12. Камениди Е.А. Совершенствование технологии подготовки рафинированного подсолнечного масла к дезодорации. Автореф. дисс. канд. техн. наук. СПб. 2000. 30 с.
13. Шмидт А.А. Теоретические основы рафинации растительных масел. М.: *Пищевая промышленность*. 1960. 340 с.
14. Каталог. Машины и оборудование для цехов и предприятий малой мощности при переработке сельскохозяйственного сырья. Ч.1. М.: «Агросистеммаш». 1992. 257с.
15. Каталог. Цехи, комплекты и линии для перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса (малой и средней мощности). Ч.1. М.: «Агросистеммаш» 1996. 129с.
16. Ключкин В.В. Температурный фактор химического воздействия веществ в технологических потоках растворов растительных масел (обзор). *Масложировая промышленность*. 1994, № 5-6. С. 1-7.
17. Сулима В.В., Овчаренко А.И., Мигущенко Р.П. Технология и оборудование для производства растительных масел НПП «Экструдер». *Масложировая промышленность*, 1998, №4. С: 14-15.
18. Азнаурьян М.П., Калашева Н.А. Современные технологии очистки жиров, производства маргарина и майонеза. М.: Сампо-Принт. 1999. 492 с.
19. Файнберг Е.Е., Товбин И.М., Луговой А.В. Технологическое проектирование жироперерабатывающих предприятий. М: Легкая и пищевая промышленность. 1983. 416 с.
20. Кошевой Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. СПб.: ГИОРД. 2001. 368 с.
21. Сизова Н. В. Сравнение антиоксидантной активности пихтового масла и СО₂-экстракта пихты, подсолнечного масла и СО₂-экстракта семян подсолнечника. *Химия растительного сырья*. 2004. №. 3. С. 12-15.

22. Alenyorege E. A., Hussein Y. A., Adongo T. A. Extraction Yield, Efficiency And Loss Of The Traditional Hot Water Flootation (HWF) Method Of Oil Extraction From The Seeds Of *Allanblackia Floribunda*. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 2015. Pp. 43-51.

23. Evon P., Vandebossche V., Pontalier P., Rigal L. Direct extraction of oil from sunflower seeds by twin-screw extruder according to an aqueous extraction process: Feasibility study and influence of operating conditions. *Industrial Crops and Products, Elsevier*. 2007. Vol. 2. Pp. 351-359.

24. Жматова Г. В., Нефёдов, А. Н., Гордеев, А. С., Килимник, А. Б. Методы интенсификации технологических процессов экстрагирования биологически активных веществ из растительного сырья. Вестник ТГТУ. 2005. Т.11. № 3. С. 55.

25. Заяс Ю.Ф. Интенсификация технологических процессов при помощи ультразвука. Пищевая промышленность. 1960. № 3. С. 21.

26. Мартиросян, К.В. Интенсификация процессов извлечения полисахаридов в электроразрядных экстракционных аппаратах: автореф. дис. канд. техн. наук. Тамбов. 2002. 16 с.

27. Муравьев, И. А. Пути интенсификации процесса экстрагирования растительного сырья и совершенствование способов его расчета / И. А. Муравьев, Е.А. Кечатов, Н.А. Кечатов // Материалы конференции по совершенствованию производства лекарств и галеновых препаратов. - Ташкент, 1969. С. 181.

28. Новицкий, Б.Г. Применение акустических колебаний для интенсификации процессов химической технологии / Б.Г. Новицкий. - М.: Машиностроение, 1978. 56 с.

29. Amarni F., Kadi H. Kinetics study of microwave-assisted solvent extraction of oil from olive cake using hexane: comparison with the conventional extraction. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2010. 11 (2), 322-327.

30. Boussetta N., Vorobiev E., Deloison V., Pochez F., Falcimaigne-Cordin A., Lanoiselle J.L. Valorisation of grape pomace by the extraction of

phenolic antioxidants: application of high voltage electrical discharges. *Food Chem.* 2011. 128 (2), 364-370.

31. Carcel J.A., Garcia-Perez J.V., Mulet A., Rodriguez L., Riera E. Ultrasonically assisted antioxidant extraction from grape stalks and olive leaves. *Phys. Procedia.* 2010. 3 (1), 147-152.

32. Casazza A.A., Aliakbarian B., Mantegna S., Cravotto G., Perego P. Extraction of phenolics from *Vitis vinifera* wastes using non-conventional techniques. *J. Food Eng.* 2010. 100 (1), 50-55.

33. Chemat F., Vian M., Cravotto G. Green extraction of natural products: Concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8615–8627. 2012. <http://doi.org/10.3390/ijms13078615>

34. Gujar J.G., Wagh S.J., Gaikar V.G. Experimental and modeling studies on microwave-assisted extraction of thymol from seeds of *Trachyspermum ammi* (TA). *Sep. Purif. Technol.* 2010. 70 (3), 257-264.

35. Inoue T., Tsubaki S., Ogawa K., Onishi K., Azuma J.-I. Isolation of hesperidin from peels of thinned Citrus unshiu fruits by microwave-assisted extraction. *Food Chem.* 2010. 123 (2), 542-547.

36. Букеева А.Б., Кудайбергенова С.Ж. Обзор современных методов выделения биоактивных веществ из растений. *Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева.* 2012. № 2. С. 192-197.

37. Гусева, М. В. Совершенствование процесса экстрагирования целевых компонентов при электроконтактной обработке смеси растительного сырья: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01. Москва, 2008. 26 с.

38. Климов, Р. В. Разработка и оценка потребительских свойств сиропов профилактического назначения: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.15. Орел, 2003. 26 с.

39. Крахмалева, Т. М. Ферментные препараты в пищевой промышленности / Т. М. Крахмалева, Э. Ш. Манеева Э. Ш. Халитова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и

культуры: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Оренбург. гос. ун-т. Оренбург, 2014. С. 1233-1238.

40. Савин, В. Н. Совершенствование технологии получения ценных компонентов из растительного сырья с использованием экологически безопасных физических методов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.12. Краснодар, 2006. – 28 с.

41. Копейковский, В.М., Данильчук, С.И., Гарбузова, Г.И. Технология производства растительных масел. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 416 с.

42. Голдовский, А.М. Теоретические основы производства растительных масел. М.: Пищепромиздат, 1958. 446 с.

43. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. //Л.: ВНИИЖ, 1964, т.2. 484 с.

44. Ключкин, В.В. Теоретические и экспериментальные основы совершенствования технологии производства растительных масел. – Дисс. на соиск. уч. степ. д.т.н., Л.: ВНИИЖ, 1982. 54 с.

45. Белобородов, В.В. Основные процессы производства растительных масел. М.: Пищевая промышленность, 1966. 478 с.

46. Масликов, В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел. М.: Пищевая промышленность, 1974. 439 с.

47. Willems P., Kuipers N., De Haan A. Hydraulic pressing of oilseeds: Experimental determination and modeling of yield and pressing rates. *Journal of Food Engineering*, 2008. v.89, n.1, p.8-16.

48. Схалыхов, А. А., Блягоз, Х. Р., Кошевой, Е. П. Производство биотоплива из масел и жиров. Майкоп: Изд-во МГТУ, 2008.

49. Георгиеш, Е.В. Интенсификация процесса тепломассопереноса при экстрагировании биологически активных веществ из растительных материалов в условиях действия микроволнового поля: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.06. О., 2015. - 185 с.

50. Sarkis J.R., Boussetta N., Tessario I.C., Marczak L.D. F., Vorobiev E. Application of pulsed electric fields and high voltage electrical discharges for oil extraction from sesame seeds. *Journal of Food Engineering*, 2015, 153, 20–27. <http://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.12.003>
51. Shorstkii I., Mirshekarloo M.S., Koshevoi E. Application of pulsed electric field for oil extraction from sunflower seeds: electrical parameters effects on the oil yield, *Food processing technologies*, 2015. DOI: 10.1111/jfpe.12281
52. Vorobiev E., Lebovka N. *Electrotechnologies for extraction from food plants and biomaterials*. New York : Springer, 2008. Т. 5996.
53. Аксельруд, Г.А. Массообмен в системе твердое тело – жидкость. – Львов: Изд. ЛГУ, 1970. 186 с.
54. Аксельруд, Г.А. Теория диффузионного извлечения веществ из твердых тел. – Львов: Изд. ЛГУ, 1959. 234 с.
55. Аксельруд, Г.А., Альтшулер М.А. Введение в капиллярно-химическую технологию. - М.: Химия, 1983. 263 с.
56. Аксельруд, Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование (система твердое тело – жидкость). – Л.: Химия, 1974. 256 с.
57. Белобородов, В.В. Проблемы экстрагирования в пищевой промышленности. Известия ВУЗов “Пищевая технология”, 1986, №3, с. 6.
58. Белобородов, В.В., Вороненко, Б.А. Массотеплоперенос в твердых пористых телах. СПб., 1999. 146 с.
59. Chemat F., Strube J. *Green Extraction of Natural Products: Theory and Practice*. 2015. 384 p.
60. Armenta S., Garrigues S., Guardia M. The role of green extraction techniques in Green Analytical Chemistry. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2015. Volume 71, Pages 2-8.
61. Cravotto G., Binello A., Orio L. Green extraction techniques: For highquality natural products. *Agro Food Industry Hi Tech*. 11/2011; 22(6):24-36.
62. Ibanez E., Cifuentes A. Green extraction techniques. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2015. Volume 71, Issue null, Page 1.

63. Хмелев В.Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве : монография / В.Н. Хмелев, О.В. Попова. Барнаул : [б. и.], 1997. – 168 с.
64. Li H. High intensity ultrasound-assisted extraction of oil from soybeans / H. Li, L. Pordesimo, J. Weiss // *Food Research International*. 2004. – Vol. 37, № 7. – P. 731–738.
65. Zhang Z. S. Ultrasoundassisted extraction of oil from flaxseed / Z. S. Zhang, L. J. Wang, D. Li [et al.] // *Separation and Purification Technology*. 2008. – Vol. 62, № 1. – P. 192–198.
66. Bimakr M. Optimization of ultrasound-assisted extraction of crude oil from winter melon (*Benincasa hispida*) seed using response surface methodology and evaluation of its antioxidant activity, total phenolic content and fatty acid composition / M. Bimakr, R.A. Rahman, F.S. Taip [et al.] // *Molecules (Basel, Switzerland)*. 2012. – Vol. 17, № 10. – P. 11748–11762.
67. Cravotto G. Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves / G. Cravotto, L. Boffa, S. Mantegna [et al.] // *Ultrasonics sonochemistry*. 2008. – Vol. 15, № 5. – P. 898–902.
68. Taghvaei M. Optimization of microwave-assisted extraction of cottonseed oil and evaluation of its oxidative stability and physicochemical properties / M. Taghvaei, S.M. Jafari, E. Assadpoor [et al.] // *Food chemistry*. 2014. – Vol. 160. – P. 90–97.
69. Остроушко В.Л. Экстрагирование в системе «твердое тело – жидкость» / В.Л. Остроушко, В.Ю. Папченко // *Вост.- Европ. журн. передовых технологий*. 2012. – № 4/6. – С. 12–14.
70. Матюхов Д.В. Рафинационный эффект этилового спирта в добывании и переработке подсолнечного масла. Сборник научных трудов SWorld. Одесса : КУПРИЕНКО, 2013. Том 4. Вып. 1. С. 63–68.
71. Сорокопуд В. Украина полностью готова к производству биоэтанола – Минагропрод [Электронный ресурс] // АПК-Информ: [Сайт]. -

2012. - Режим доступа: <http://www.apk-inform.com/ru/exclusive/opinion/1006456#.Uit2EtK8C0o>

72. Regitanodarce M.A.B. Sunflower-seed oil extraction with ethanol / M.A.B Regitanodarce, U.D. Lima. *Journal of the American oil chemists society*. 1986. № 63 (4). p. 428.

73. Sineiro J. Ethanolic extraction of sunflower oil in a pulsing extractor / J. Sineiro, H. Dominguez, M.J. Nunez., J.M. Lema. *Journal of the American oil chemists society*. 1998. №75 (6). pp. 753-754.

74. Демидов И.Н. Использование этанола в масложировой промышленности. *Олійно-жировий комплекс*. 2004. № 1. С. 21 - 23.

75. Захаренко А.Ю. Экспериментальные исследования экстрагирования подсолнечного жмыха с использованием этанола. *Масложировой комплекс*. 2009. № 1(24). С. 41 – 45.

76. Вишнепольская Ф.В. Некоторые вопросы применения этилового спирта в качестве растворителя для извлечения липидов / Ф.В. Вишнепольская, Б.Н. Кириевский, Г.В. Бушмакина // *Труды ВНИИЖ*. 1967. Вып. 26. С. 135.

77. Гладкий Ф.Ф. Дослідження складу і властивостей білкових продуктів із насіння соняшнику насиченого типу / Ф.Ф. Гладкий, К.В. Куниця, О.А. Литвиненко // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. 2012. №26. С. 130-134.

78. Rao R.K. Alcoholic extraction of vegetable oils. Solubilities of babassu, coconut, olive, palm, rapeseed, and sunflower seed oils in aqueous ethanol. *Journal of the American oil chemists society*. 1956. №33 (9). pp. 389 - 391.

79. Нейфах Е.А. Свободно радикальный механизм сверхслабой хемилюминесценции, сопряженной с перекисным окислением ненасыщенных жирных кислот. *Биофизика*, 1971, № 16. С. 560-565.

80. Руководство по предотвращению окисления масла. /Под ред. В.В. Ключкина. СПб, ВНИИЖ, 1997. 212с.

81. Чижов Г.Б., Родин Е.М. Окисление жиров рыб кислородом. Известия вузов. Пищевая технология, 1968, №5. - С. 52-55.
82. Bulinski R., Kutulas K. Investigations on the content of tocopherols in vegetable oils and in different sort of the market margarine. Ann. Universitatis Maria Curie – Sklodowska ZLublin-Polonia, 1971, v.21. P.179-183
83. Cort W.M . Antioxidant activity of Tocopherol, Ascorbypalmitate and Ascorbic acid and their mode of action. J. Amer. Chem. Soc.,1980, v. 57. P.39-42.
84. Herschberger L.A., Teppel A.L. Effect of vitamin E on pentane exhaled by rats treated with methylethyl ketone peroxide. Lipids. 1982, v. 17, 10. P.686-690.
85. Makama K. Autoxidation of triglyceride and lecithin in cold storage. Bull. Fac. Fisch. Hokkaido University. 1974, v. 25,2, P. 154-161.
86. Семенов Н.Н. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М.: Госхимиздат, 1958. 260 с.
87. ГОСТ 80-96. Жмых подсолнечный. Технические условия. Минск: Межгосударственный технический комитет по стандартизации. 1996. 11 с.
88. ДСТУ 4221:2003 Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2018. 8 с.
89. Лиснянский, В. М. Экстрагирование в системе твердое тело-жидкость / В. М. Лиснянский, Г. А. Аксельруд. Л.: Химия, 1974. 256 с.
90. Лыков, А. В. Теория переноса энергии и вещества. Минск: Изд-во АНБССР, 1959. 330 с.
91. Мазур О. В. Удосконалення технології підготовки соняшникової макухи до видобування олії: дис.канд. техн. наук: спец. 05.18.06 Технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів. Харків, 2013. 160 с.
92. ГОСТ 13979.2-94 Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Метод определения массовой доли жира и экстрактивных веществ. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 8 с.

93. ГОСТ Р 51487-99. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа. М.: Стандартинформ, 2008. 15 с.

94. НПАОП 15.4-1.10-92 Правила безпеки у виробництві олії методом пресування та екстракції. К.: Держгірпромнагляд України. 1992.

95. Типові галузеві норми безплатної видачі працівникам спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту в харчовій промисловості (олійно-жирове, спиртове, лікеро-горілчане, пиво-безалкогольне, тютюнове та тютюново-ферментаційне, парфумерно-косметичне та ефіроолійне виробництво). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0446-98#Text>

96. Беляков, Г.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве (охрана труда): учеб. для вузов. СПб.: Изд-во «Лань». 2006. 512 с.

ДОДАТКИ



Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської
продукції

Обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту

Студент: Циганков Д.Є.

Керівник: Д.Т.Н., проф. Чурсінов Ю.О.



Постановка проблеми



Соняшникова макуха



Олія

Комбікорм

Мета і завдання досліджень

Метою роботи є обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту.

Серед завдань дослідження було сформовано наступні:

- 1) визначити концентрацію місцели на кожному з ступенів екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом;
- 2) встановити залежність олійності макухи від часу екстрагування;
- 3) розрахувати коефіцієнт внутрішньої дифузії при екстрагуванні соняшникової макухи етиловим спиртом;
- 4) визначити ефективність екстрагування соняшникової макухи біокаталітичним шляхом;
- 5) встановити вплив тривалості зберігання олієвмісної сировини на зміну показників окислення.



Матеріали і обладнання для проведення досліджень

4

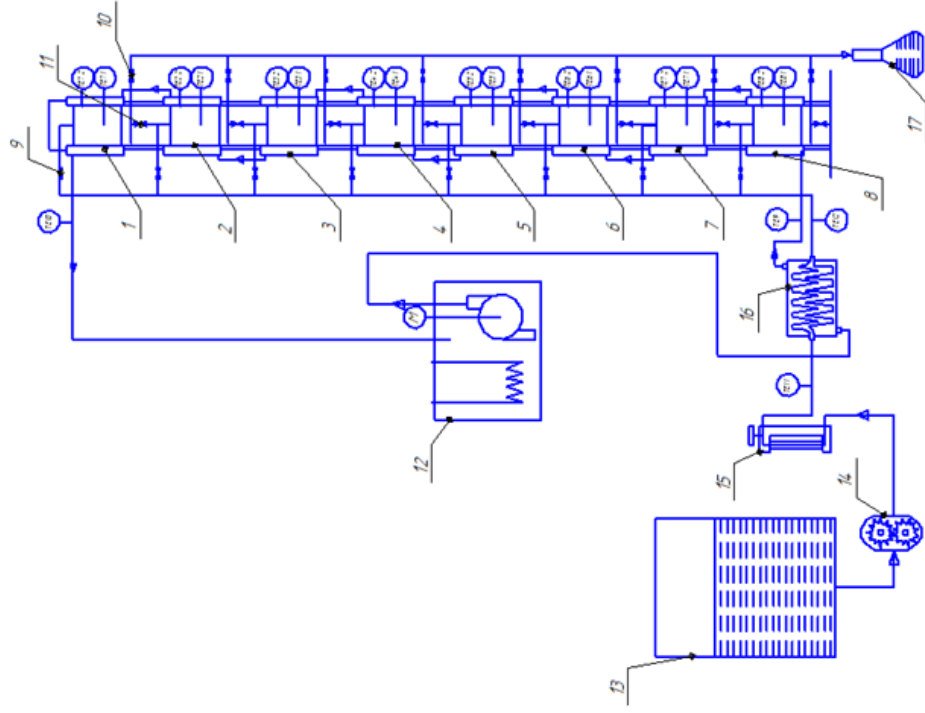
Якісні показники використаної соняшникової макухи

Зразок	Олійність, %	Вологість, %	Спиртоємність, %
1	18,37	6,01	29,0
2	18,37	2,60	29,0
3	18,37	2,60	29,0
4	25,68	7,28	32,0



Схема лабораторної екстракційної установки

5



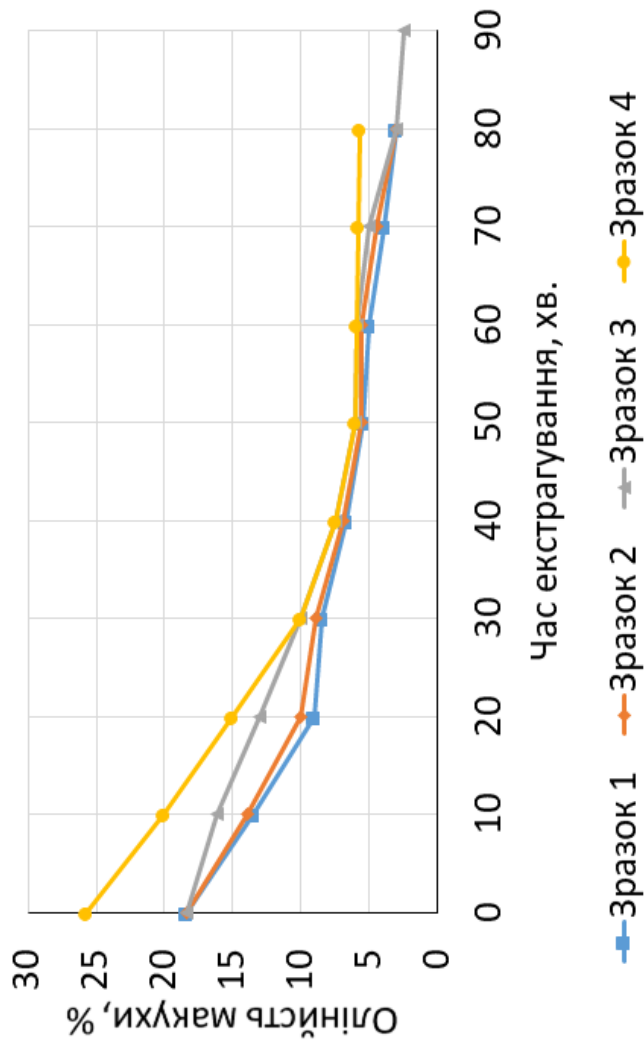
- 1, 8 – комірки екстракції,
- 9 – кран подачі розчинника,
- 10 – кран зливу місцели,
- 11 – кран, що з'єднує комірки,
- 12 – термостат,
- 13 – ємність для розчиннику,
- 14 – шестерний насос,
- 15 – ротаметр,
- 16 – теплообмінник,
- 17 – ємність для зливу



Результати експериментальних досліджень

Ступінь екстракції	Концентрація місцели, %			
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
1	1,94	2,22	2,85	2,74
2	3,16	3,78	5,84	5,19
3	3,39	4,53	7,48	8,02
4	4,23	4,87	8,42	9,12
5	4,60	5,20	9,31	9,58
6	5,25	5,83	10,82	9,68
7	6,83	7,21	11,40	9,72
8	7,94	8,16	11,71	9,84

Результати експериментальних досліджень



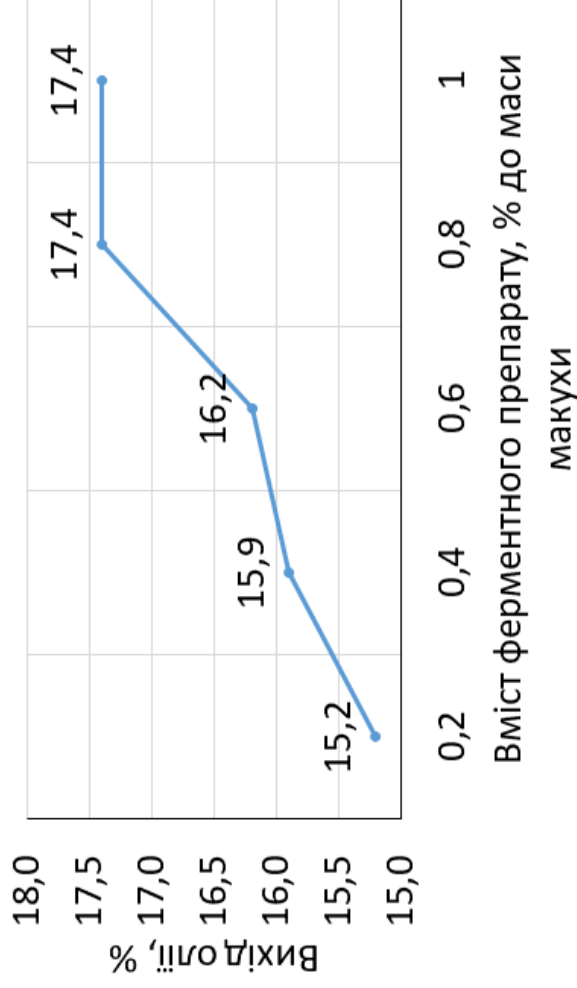
Результати експериментальних досліджень

Коефіцієнт внутрішньої дифузії соняшникової макухи

Зразок	Коефіцієнт пористості, долі од.	Коефіцієнт фільтрації, см/с	Коефіцієнт внутрішньої дифузії, cm^2/c
1	0,729	3,356	$1,54 \cdot 10^{-5}$
2	0,729	3,356	$1,57 \cdot 10^{-5}$
3	0,729	3,356	$1,72 \cdot 10^{-5}$
4	0,624	3,183	$0,70 \cdot 10^{-5}$

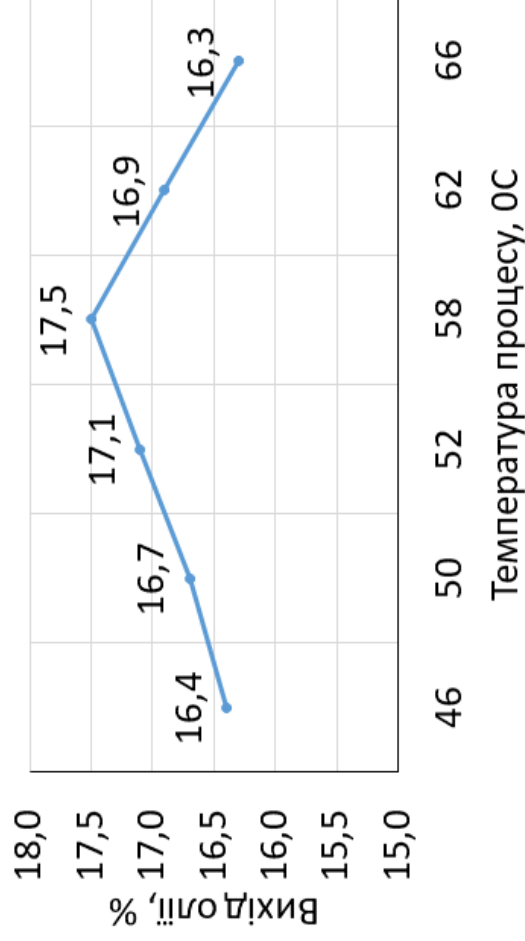
Результати експериментальних досліджень

9

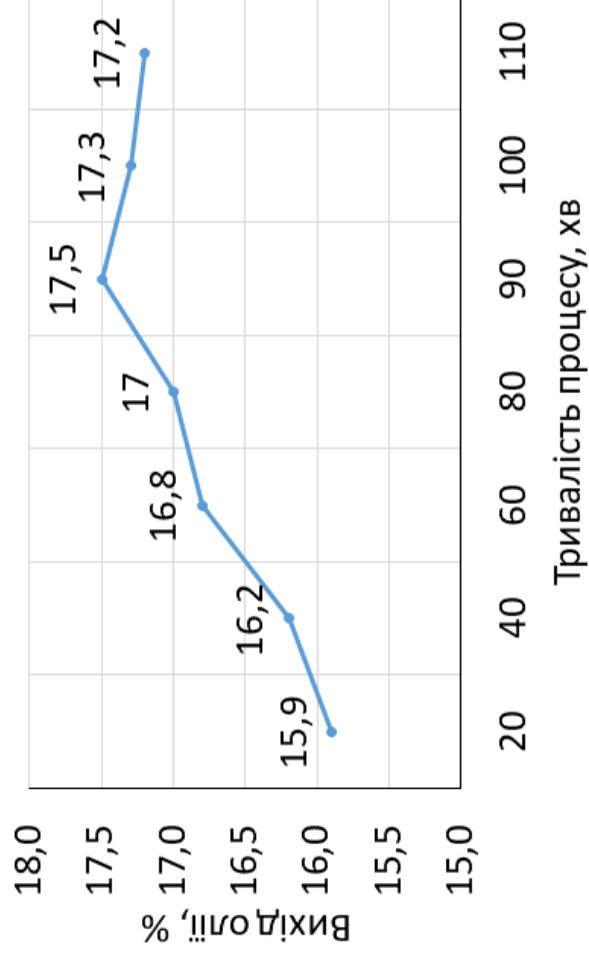


Результати експериментальних досліджень

10



Результати експериментальних досліджень



Результати експериментальних досліджень

Вплив тривалості зберігання олієвмісного матеріалу на зміну перекисного числа

Лузжистість, %	Перкисне число, 0,50 ммоль/кг, олії після зберігання, діб					
	1	7	21	42	60	
0	39,23	41,80	42,51	47,65	42,56	
5	41,96	42,90	45,24	46,41	57,17	
10	46,02	46,02	57,09	59,20	58,42	
15	46,95	50,85	49,14	55,38	58,57	
22	65,67	65,52	68,01	69,26	71,05	
100	460,98	471,90	641,16	780,00	908,70	

Розрахунок освітлення цеху екстракції

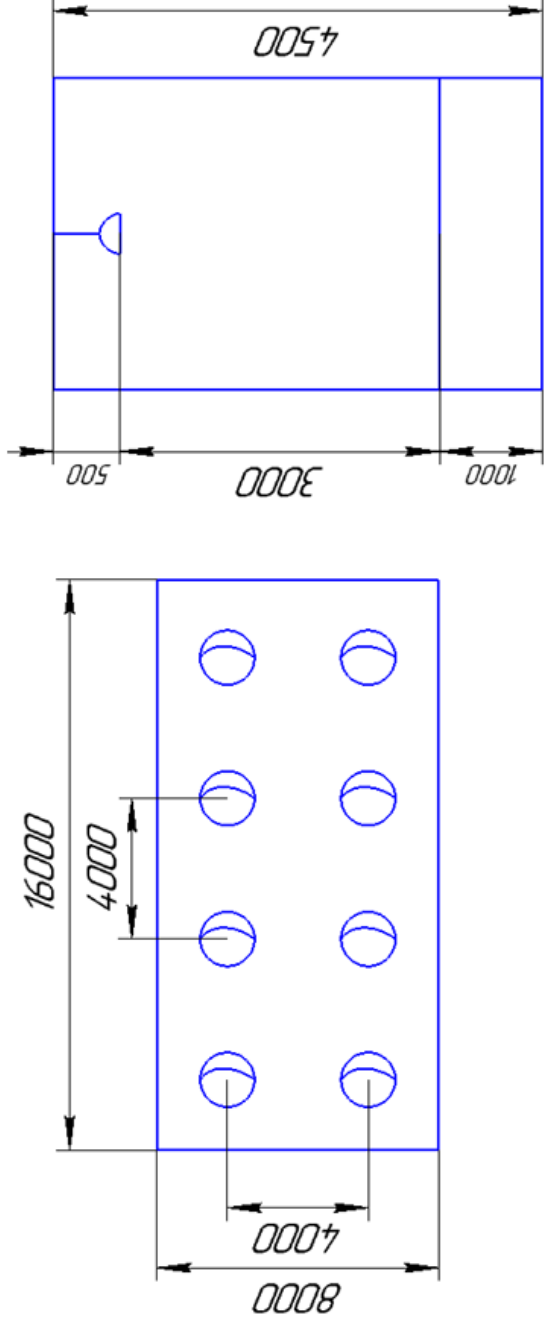


Схема розміщення світильників в цеху екстракції



КОШТОРИС ВИТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

14

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	1067,00
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	39,04
Амортизація	2,36
Накладні витрати	800,00
Всього	3128,40

Загальні висновки

- 1) встановлено, що найбільшу кількість олії можна екстрагувати зі гранульованої макухи при гідромодулі розчинника (1:2) та тривалості екстрагування 90 хв;
- 2) встановлено, що використання етилового спирту дозволяє за 80-90 хв знизити олійність макухи з 18,4 до 2,5 %, а отже отримати додаткові 15,9 % до виходу олії при виробництві. 3) розраховано значення коефіцієнту внутрішньої дифузії під час спиртової екстракції гранульованої макухи, який складає $(1,54-1,72) \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$;
- 4) доведено ефективність екстрагування біокаталітичним методом. Підготовка соняшникової макухи при додаванні ферментного препарату в кількості 0,8 % від маси макухи, при температурі 58 °С протягом 90 хв. дозволяють отримати вихід олії на рівні 17,5 %, що на 1,63 % більше, ніж при екстрагуванні без попереднього ферментативного гідролізу.

- 5) зафіксовано інтенсивне зростання продуктів окислення і перекисного числа при зберіганні, що однозначно свідчить про зниження стійкості соняшникової олії до окислення в міру зростання лузжистості матеріалу, що знежирюється.



Міністерство освіти і науки України
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Механіко-технологічний факультет

Кафедра

Обладнання переробних і харчових



Збірник наукових праць магістрантів
та студентів



Мелітополь – 2021

Міністерство освіти і науки України



**Збірник наукових праць
магістрантів та студентів**

Механіко–технологічний факультет

Кафедра

Обладнання переробних і харчових виробництв

імені професора Ф.Ю. Ялпачика

Мелітополь – 2021 р.

УДК 621.311:631

ПЗ.8

Збірник наукових праць магістрантів та студентів. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. 168 с.

Друкується за рішенням Ради факультету МТ

Протокол № 6 від 8 лютого 2021 р.

У випуску наукових праць друкуються матеріали за результатами наукової роботи молодих вчених, магістрантів та студентів в галузі обладнання, процесів, енергетики, автоматизації, моделювання, обслуговування та ремонтних робіт переробних і харчових виробництв та переробки сільськогосподарської продукції.

Редакційна колегія:

Кюрчев С.В. – д.т.н., професор (головний редактор); Самойчук К.О. – д.т.н., професор (заст. головного редактора); Ялпачик В.Ф. – д.т.н., професор, Верхованцева В.О. – к.т.н., доцент; Паляничка Н.О. – к.т.н., доцент; Олексієнко В.О. – к.т.н., доцент; Лебідь М.Р. – магістрант; Щербаков Д.В. – магістрант.

Відповідальний за випуск – д.т.н., доцент Самойчук К.О.

Адреса редакції: ТДАТУ

Просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл.,
72312 Україна

Email: tdatu.ophv@yandex.ru

ISSN 2078–0877

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ З СОНЯШНИКОВОЇ МАКУХИ НЕТРАДИЦІЙНИМ РОЗЧИННИКОМ

Циганков Є.Д., МГХТз-1-19

Керівник Петриченко С.В., к.т.н., доц.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного*

**Анотація – приведено результати дослідження процесу екстракції
рослинної олії за допомогою етилового спирту.**

Рослинні харчові олії займають значне місце в раціоні збалансованого харчування населення України.

Сучасна сировинна база вітчизняної масложирової промисловості представлена насінням трьох олійних рослин – соняшника, сої та ріпаку, щорічний обсяг переробки яких становить близько 3 мільйонів тон [1].

Насіння інших олійних рослин – льону, конопель, гірчиці, рицини переробляються в відносно невеликих обсягах. Ще менше використання знаходять перспективні джерела рослинних олій – зародки зерна злакових культур, відокремлювані при отриманні борошна і крупи, а також олієвмісні відходи харчових виробництв.

Серед рослинних олій в нашій країні провідне місце належить соняшниковій. Це пов'язано з тим, що крім високої енергетичної цінності, до складу соняшnikової олії входять біологічно активні речовини – ненасичені жирні кислоти, в тому числі лінолева (омега-6), фосфоліпіди, жиророзчинні вітаміни і провітаміни.

На жаль, особливістю соняшnikової олії, що виготовляють на малотоннажних пресових лініях, що інтенсивно розвиваються в останні роки [1], є високий вміст олії в макусі (жмиху) та небажаних домішок, в тому числі продуктів гідролізу триацилгліцеролів і, особливо, продуктів окислення ненасичених жирних кислот, які визначають невисоку якість і низьку стійкість таких олій при подальшому зберіганні.

Вирішенням проблеми вмісту небажаних домішок в олії, яку виробляють вищезазвані підприємства є дослідження і розробка способів очищення соняшnikової олії, з урахуванням умов малотоннажних пресових ліній, які гарантували б отримання олій, що відповідають вимогам на харчову продукцію та здатних до тривалого зберігання.

А вирішенням проблеми високої олійності макухи як відходу малотонажних пресових ліній є розробка безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії. Така технологія дозволить значно збільшити вихід готової продукції, зменшити кількість продукту який потрапляє у дешеві кормові продукти та відходи, зменшити витрати на

утилізацію відходів та збільшити економічну складову виробництва соняшникової олії на малотонажних пресових лініях.

Макуха, окрім олієвмісної сировини, є високобілковим концентрованим кормом для всіх видів сільськогосподарських тварин, в основному в складі комбікормів. Невелика добавка їх в раціон тварин дає можливість більш ефективно використовувати бідні білком корми (солома, полова, стержні качанів) і коренеплоди.

Найбільш перспективним конкурентом гексану серед органічних розчинників бачиться етиловий спирт.

Переваги екстракції олійних культур етиловим спиртом, перераховані раніше, спонукають шукати можливість застосування цього розчинника, потенціал виробництва якого в Україні великий (66 млн. дал/рік в традиційному форматі галузі і 370 тис. тон / рік по біоетанолу), в першу чергу в технології переробки головного олійної сировини нашої країни - соняшнику.

У зарубіжній літературі відомості про екстракції соняшнику етанолом мізерні. Цікавими і важливими представляються результати, опубліковані у вітчизняних періодичних виданнях. У них повідомляється, що ректифікованим спиртом екстрагували промислову соняшкову макуху. Була досягнута олійність шроту трохи більше 3-х%, що на 1,0-1,5% вище бажаного результату.

Для проведення дослідження було використано 4 зразки соняшникової макухи промислового виробництва: три у вигляді гранул та один – у вигляді макухової крупки. В якості екстрагенту використовували спирт етиловий ректифікований за ДСТУ 4221.

Для виконання першого експерименту в екстрактор завантажували гранули макухи у кількості 125 г.

Перед власне екстрагуванням олійний матеріал підігрівали до $t=75-80$ °С впродовж 25...30 хв. В першому експерименті співвідношення макуха - етанол, так званий гідромодуль, складав 1:4. Зразок №2 перед початком екстрагування було просушено до вмісту вологості 2,5 %. Гідромодуль не змінювали. Для екстрагування зразку №3 змінили гідромодуль до 1:2. Під час четвертого експерименту використано соняшкову макуху у вигляді крупки.

Відповідно до завдань дослідження було визначено залежність між часом екстрагування олії з соняшникової макухи етиловим спиртом та вмістом олії в макусі. Даний показник напряму дозволяє судити про оптимізацію режиму екстракції для досягнення найбільшого виходу олії при найбільшій економії ресурсів і часу. Отримані результати дослідження наведено на рисунку 1.

За даними можна зробити висновок про перспективність екстрагування олії з соняшникової макухи етиловим спиртом. Адже використання етилового спирту дозволяє за 80-90 хв знизити олійність

макухи з 18,4 до 2,5 %, а отже отримати додаткові 15,9 % до виходу олії при виробництві.

Також встановлено, що олія краще екстрагується з соняшникової макухи в гранулах, ніж з подрібненої макухи. Зразок №4 за 80 хв. екстрагування знизив свою олійність з 25,7 до 5,7 %, що дає можливість отримати додаткові 20 % олії, але в оброблюваній сировині все ще залишається велика кількість олії.

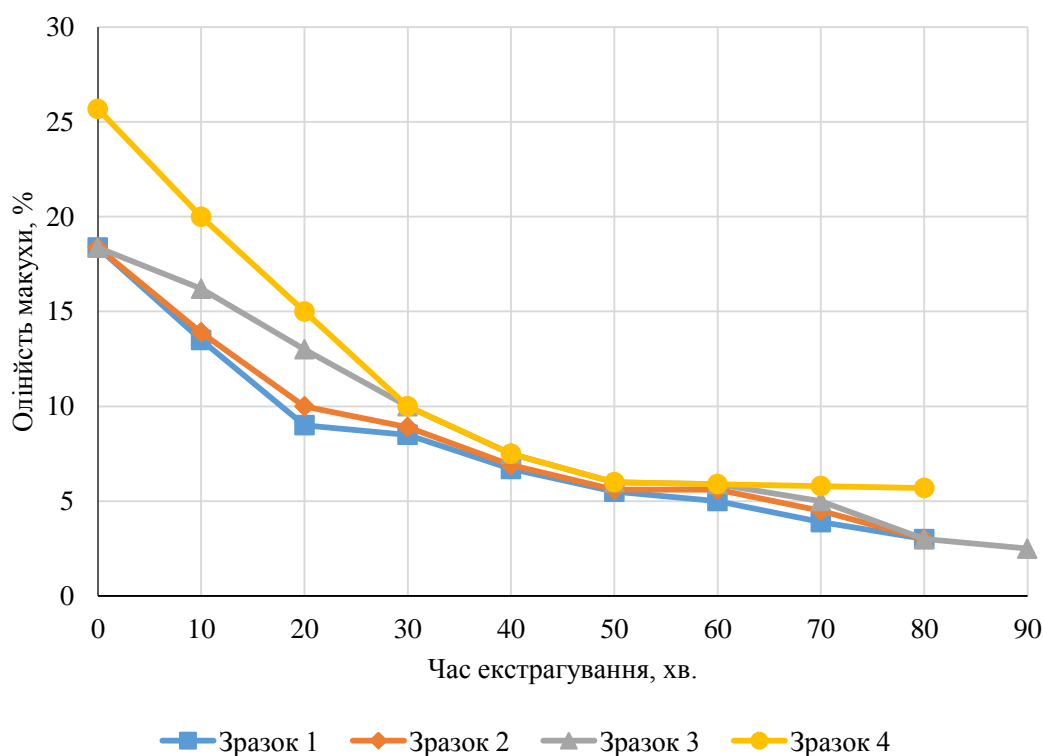


Рисунок 1 – Зміна олійності соняшникової макухи залежно від тривалості екстрагування етиловим спиртом

Отже, за отриманими результатами можна рекомендувати саме гранулювання макухи після пресування та подальшу екстракцію такої олієвмісної сировини протягом 90 хвилин етиловим спиртом. Також залишкові продукти після екстрагування можна використовувати на корм худобі через відсутність в пропонованій технології шкідливих для тварин розчинників на відміну від традиційної технології.

Література:

1. Технологічне обладнання для переробки продукції рослинництва: Лабораторний практикум / В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко, Н.О. Паляничка, С.Ф. Буденко, К.О. Самойчук, Кюрчев С.В., В.О. Верхованцева, В.О. Олексієнко, В.Г. Циб. // – Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. – 277 с.