

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування процесу підготовки насіння
соняшника до переробки в олію**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-21
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Римма КОВАЛЕНКО

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Рецензент: _____ Віктор МАРЧЕНКО

Дніпро 2022

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
технології зберігання і переробки
сільськогосподарської продукції,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«18» жовтня 2022 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Коваленко Риммі Вадимівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування процесу підготовки насіння соняшника до переробки в олію».

Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «18» жовтня 2022 року № 3009.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 06 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія підготовки насіння соняшника до переробки в олію. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літературних джерел. 2 Характеристика об'єктів і методів дослідження. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Характеристика сировини та методів досліджень. 4 Обговорення результатів досліджень. 5 Охорона праці. 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 – 4	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	18.10.22	06.12.22
5	доцент ДЕРКАЧ Олексій	18.10.22	06.12.22
6	доцентка ПАВЛЕНКО Олена	18.10.22	06.12.22

7. Дата видачі завдання 18 жовтня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	18.10.-19.10.22	виконано
2	Аналітичний огляд літературних джерел	20.10.-30.10.22	виконано
3	Характеристика об'єктів і методів дослідження	31.10.-02.11.22	виконано
4	Експериментальна частина	03.11.-19.11.22	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	20.11.-24.11.22	виконано
6	Організаційно-економічна частина	25.11.-30.11.22	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку джерел посилання	01.12.-02.12.22	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	03.12.-06.12.22	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Римма КОВАЛЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування процесу підготовки насіння соняшника до переробки в олію»

Дипломна робота магістра: 97 с., 7 рис., 19 табл., 126 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: насіння соняшника

Метою роботи є обґрунтування процесу підготовки насіння соняшника до переробки в олію.

Методи дослідження: Під час роботи над дослідженням використовувались загальноприйняті методики, які наведені в вітчизняній нормативній документації.

Дослідження якості насіння соняшника лінолевого, олеїнового та кондитерського типів проводили за показниками, що регламентуються ДСТУ 7011:2009 та СанПіН 2.3.2.1078-01 «Гігієнічні вимоги безпеки та харчової цінності харчових продуктів»

Визначення масової частки смітної та олійної домішок здійснювали відповідно до ГОСТ 10854-88.

Визначення масової частки вологи арбітражним методом – висушуванням наважки досліджуваного насіння в сушильній шафі до постійної маси.

Для визначення масової частки олії у насінні використовували метод вичерпної екстракції діетиловим ефіром в апаратах Сокслета.

Визначення кислотного числа олії в насінні проводили методом титрування.

Лушпинність насіння соняшника визначали шляхом їхнього обрушення ручним способом.

В роботі проведено дослідження, що стосуються підвищення ефективності виконання операції обрушення насіння соняшника та розділення рушанки з більшим відсотком відділення лушпиння від чистого ядра. В дослідній частині наведено результати впливу попереднього фракціонування насіння соняшнику на ефективність їх обрушення; зміни якості одержуваного ядра залежно від способів сепарування рушанки; аналіз способів контролю якості ядра, отриманого після обрушення. На базі отриманих результатів розроблено удосконалену технологічну схему підготовки насіння соняшника до переробки в олію.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Насіння соняшника; соняшникова олія; підготовка насіння до переробки в олію; обрушення; рушанка; фракціонування; фотосепарування.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИХ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	8
1.1 Хімічний та жирнокислотний склад насіння сучасних сортів соняшнику	8
1.2 Аналіз технологій та технологічного обладнання для виконання операції обрушення насіння соняшника та відділення оболонки від ядра	21
1.3 Перспективні методи визначення типу насіння соняшнику	29
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
2.1 Методи дослідження показників якості насіння соняшника	34
2.2 Методи дослідження показників якості проміжних продуктів переробки насіння соняшнику	37
2.3 Характеристика об'єктів дослідження	39
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	42
3.1 Визначення залежності складу отриманої рушанки від способу обрушення насіння соняшнику	42
3.2 Визначення впливу попереднього фракціонування насіння соняшнику на ефективність їх обрушення	46
3.3 Визначення зміни якості одержуваного ядра залежно від способів сепарування рушанки	49
3.4 Порівняльний аналіз способів контролю якості ядра, отриманого після обрушення	53
3.5 Розробка удосконаленої лінії підготовки насіння соняшнику до переробки в олію	55
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	62

	5
4.1 Організація охорони праці на підприємстві	62
4.2 Аналіз стану охорони праці на підприємстві	64
4.3 Аналіз виробничого травматизму	67
4.4 Заходи з поліпшення охорони праці на підприємстві	71
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	74
5.1 Організація досліджень	74
5.1.1. План проведення дослідження	74
5.1.2 Побудова сітьового графіка	75
5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	78
5.2 Розрахунок ціни дослідження	82
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	84
БІБЛІОГРАФІЯ	Ошибка! Закладка не определена.

ВСТУП

Одним із перспективних напрямів розвитку сучасної харчової промисловості вважають розширення асортименту та підвищення якості харчових продуктів, при цьому особлива увага приділяється якості та безпеці сировини, що використовується для виготовлення цих продуктів.

Насіння соняшника є повноцінною сировиною для одержання широкого асортименту харчових та кормових продуктів (соняшnikової олії, макухи, шротів та ін.).

Потрібно відмітити, що особливий інтерес представляє насіння соняшнику кондитерських сортів, яке використовують в якості сировини для виробництва ядра, що, в свою чергу, слугує для одержання обсмаженого ядра у вигляді самостійного продукту, а також при виробництві кондитерських виробів (козинаків, халви та ін.) та, звісно, соняшnikової олії.

Сьогодні при переробці насіння соняшнику кондитерських сортів виникає ряд аспектів, що ускладнюють отримання ядра для виробництва кондитерських виробів, що відповідає вимогам технологічного регламенту, які обумовлені високою лузжистістю ядра, що одержується, і наявністю в ньому значної кількості дробленого ядра.

З огляду на це актуальним напрямом досліджень у цій галузі є розробка інноваційної технології переробки насіння соняшнику кондитерських сортів.

Магістерська робота виконувалася відповідно до чинних методичних рекомендацій, укладених співробітниками кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету та частково виконувалась в рамках науково-дослідної розробки кафедри за темою «Техніко-технологічне забезпечення комплексної безвідходної переробки рослинної сировини у біологічно цінні харчові продукти і кормові добавки».

Метою даної магістерської роботи є розробка інноваційної технології переробки насіння соняшнику кондитерських сортів.

Основними завданнями, які ставилися перед початком робіт над темою наукового дослідження є наступні:

- проведення аналітичного огляду літературних джерел патентної інформації на тему дослідження;
- обґрунтування вибору об'єктів дослідження;
- визначити залежність складу отриманої рушанки від способу обрушення насіння соняшнику кондитерських сортів;
- визначити впливу попереднього фракціонування насіння соняшнику кондитерських сортів на ефективність їх обрушення;
- визначити зміни якості одержуваного ядра залежно від способів сепарування рушанки;
- провести порівняльний аналіз способів контролю якості ядра, отриманого після обрушення;
- розробити удосконалену лінію переробки насіння соняшнику кондитерських сортів.

В якості об'єкту досліджень було обрано насіння соняшнику різних типів, сортів та гібридів.

Предмет досліджень – технологія переробки насіння соняшнику.

Актуальність роботи полягає у розробці інноваційної технології переробки насіння соняшнику з удосконаленням процесу обрушування насіння, що дозволить отримати більш «чисту» сировину для подальшої переробки, зокрема для виробництва олії або використання в кондитерській галузі.

1 АНАЛІТИЧНИХ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Хімічний та жирнокислотний склад насіння сучасних сортів соняшнику

Україна є одним із лідерів та основних світових виробників та експортерів соняшнику в світі. «На його частку його посівів припадає до 65% сільськогосподарських площ, до 80% валового збору насіння та до 90% вироблення олії від загального обсягу виробництва рослинних олій вітчизняного виробництва» [1].

Цінність насіння соняшника обумовлена поживними речовинами, що містяться в ньому, і насамперед, ліпідами (жирними кислотами) і білками.

Найважливішою складовою насіння соняшника є ліпіди (жири). Їхня частка в різних сортах і гібридах «коливається від 47 до 54% (на абсолютно суху масу)» [2].

Жири насіння соняшника представлені триацилгліцеринами (ТАГ), фосфоліпідами, воскоподібними речовинами, токоферолами та ін. Основна частка ліпідів припадає на ТАГ.

Цінність будь-якої рослинної олії визначається, перш за все, складом жирних кислот, що входять до неї [3,4].

Соняшникова олія є джерелом цінних ненасичених жирних кислот: олеїнової, лінолевої та ліноленової. «Вміст даних кислот в одержуваних соняшникових оліях різний і залежить від типу (сорт, гібрид) насіння, що переробляється. Ці кислоти значною мірою підвищують харчову цінність олій, оскільки вкрай необхідні для нормальної життєдіяльності організму людини» [4].

Другою найважливішою складовою ліпідів насіння соняшника є фосфоліпіди. Їх вміст у насінні соняшника коливається від 0,3 до 0,7%, а в оліях, отриманих про його переробці – від 0,4 до 1,5%.

Фракційний склад фосфоліпідів соняшникової олії наведено у табл.1.1.

Таблиця 1.1 – Фракційний склад фосфоліпідів соняшникової олії

Найменування фракцій фосфоліпідів	Масова частка індивідуальних фракцій фосфоліпідів, % до маси фосфоліпідів
Фосфатидилхоліни	29,8-35,9
Фосфатидилетаноламіни	17,5-24,7
Фосфатидилінозитоли	12,3-19,3
Фосфатидилсерини	7,9-10,9
Фосфатидилгліцерини	10,0-11,8
Фосфатидні та поліфосфатидні кислоти	7,8-11,4

Як видно з даних табл.1.1, фосфоліпіди соняшникової олії представлені такими групами:

- фосфатидилхолінами;
- фосфатидилсеринами;
- фосфатидилетаноламінами;
- фосфатидилінозитолами;
- фосфатидилгліцеринами;
- фосфатидними;
- поліфосфатидними кислотами.

Вміст найцінніших фракцій – фосфатидилхолінів – коливається в межах 29,8-35,9% від суми всіх фосфоліпідів.

«Фосфоліпіди відіграють важливу роль у життєдіяльності живого організму: вони регулюють процеси вищої нервової діяльності, сприяють виведенню надлишку холестерину з крові, перешкоджають ожирінню печінки, відіграють важливу роль у профілактиці атеросклерозу» [4].

Воскоподібні речовини містяться в основному в оболонці насіння соняшника. У ліпідах оболонки їх вміст сягає 40...45%, в ядрі їх вміст незначний – 0,003-0,005%.

Враховуючи це, при переробці насіння соняшнику зі збільшенням лущинності насіння, що переробляється, «вміст воскоподібних речовин в оліях значно зростає: з 0,005% з чистого ядра до 0,1-0,3% з ядра з лущистістю

8,0%» [5]. Це призводить до появи в оліях сітки і, як наслідок, погіршення їх товарного вигляду [2].

Важливу роль у збереженні якості олії, що міститься в насінні соняшнику та витягнутого в промислових умовах, є наявність у насінні антиоксидантів [6,7].

У насінні соняшника антиоксиданти представлені різними формами токоферолів, переважно α -ізомерами. «Вміст токоферолів у насінні соняшника коливається в межах 56,6-84,3 мг%», що відповідає оптимальним показникам та забезпечує насінню досить високий антиокислювальний потенціал [8].

«Барвні речовини ліпідів насіння соняшника представлені переважно каротиноїдами. Їх вміст коливається не більше 1,5...1,6%» [8].

Другою найважливішою складовою насіння соняшника є білкові речовини. Їх кількість в насінні становить 18-21%, а в насінні соняшнику кондитерського типу – 32-35%.

За розчинністю білкові речовини насіння соняшника ділять на три групи:

- водорозчинні-альбуміни;
- солерозчинні-глобуліни;
- лужнорозчинні-глютеліни.

«Спирторозчинні протеїни – проламіни – в насінні соняшнику практично відсутні» [9,10].

За результатами досліджень авторів [9-12] основна частка білкових речовин припадає на глобуліни. Деяко відрізняються дані щодо їх кількісного вмісту.

Так, в роботі [13] «методом ступінчастої екстракції було встановлено, що на частку глобулінів припадає близько 50% всього білкового азоту насіння, за іншими даними 30-45%» [14].

Глибoki дослідження білкового комплексу насіння соняшнику, зокрема глобулінів, проведено у дослідженнях вчених [13,15,16], у яких розроблено методику вилучення глобулінів. Показано, що глобуліни є гетерогенною

сумішшю з різною кількістю небілкових речовин і складаються з псевдо- та евглобулінів. Схожих висновків дійшли й автори робіт [17,18].

Вченими [19,20] досліджено властивості основного глобуліну насіння соняшника – геліантиніну. Показано, що розчинність геліантиніну збільшується у разі зростання іонної сили. Опромінення різними променями (рентгенівськими, УФ та ІЧ-променями) призводить до підвищення оптичної щільності геліантиніну, що пов'язано з розривом водневих зв'язків та зміною конформації його молекули.

«Альбумінів у насінні соняшника менше. На їх частку припадає 4,6-11%» [21]. На думку ряду дослідників, на вміст альбумінів впливають сортові особливості соняшнику: «так, у насінні сорту Ураган вміст альбумінів становить 4,6% [17], сорту Трудовик покращений – 5,8% [22], сорту Промінь – 6,5%» [9].

За даними в роботі [23], вміст альбумінів у насінні соняшника залежить і від їхньої олійності: зі зростанням олійності насіння кількість водорозчинної фракції білків зростає.

«Третя група протеїнів, присутня в насінні соняшнику – глютеліни. Їх вміст становить 25-27%» [9,22]. Функції цих білків остаточно не визначені.

На думку ряду дослідників [23,24], глютеліни не складають індивідуальної фракції. Натомість, до цієї групи входить значна кількість глобулінів і, ймовірно, деяка частина альбумінів, досить міцно фіксованих полісахаридним комплексом.

Цінність білків будь-яких харчових продуктів визначається двома основними факторами: їх амінокислотним складом та ступенем засвоюваності [4,8].

Вивченню амінокислотного складу білків насіння соняшнику присвячено велику кількість досліджень [22,23,25].

У табл.1.2 наведено дані амінокислотного складу насіння соняшнику сорту Перший [8].

Таблиця 1.2 – Склад незамінних амінокислот білків насіння соняшнику

Найменування амінокислоти	Масова частка амінокислоти, мг на 1г	
	білка насіння соняшнику	ідеального білка
Лізин	35	55
Треонін	37	40
Валін	53	50
Метіонін + цистин	30	35
Ізолейцин	53	40
Лейцин	71	70
Фенілаланін + тирозин	55	60
Триптофан	-	10
Сума незамінних амінокислот	334	360

Як показує аналіз даних з табл.1.2, у білках насіння соняшнику присутні незамінні амінокислоти, але вони не в оптимальному співвідношенні.

Білок насіння соняшника багатий на такі незамінні амінокислоти, як лейцин, ізолейцин і валін. У той же час він значно поступається ідеальному білку за вмістом таких незамінних амінокислот, як метіонін, лізин і треонін.

«Головною лімітуючою амінокислотою насіння соняшника, які і більшості сільськогосподарських культур, є лізин» [26].

Для білків насіння соняшнику характерний високий вміст деяких заміненних амінокислот, таких як аспарагінова та глютамінова кислоти, якими бідні інші олійні та зернові культури.

Відомі дослідження амінокислотного складу окремих фракцій білків насіння соняшника [19,23,25].

Згідно з наявними відомостями, білкові фракції суттєво відрізняються за співвідношенням амінокислот. Найбільшою збалансованістю за амінокислотним складом характеризуються альбуміни. Вони містять такі незамінні амінокислоти, як лізин, метіонін і триптофан вище, ніж у глобулінах,

відповідно, у 2,5, 1,7 і 1,3 разів. Тому зниження рівня протеїну в насінні зі зростанням їх олійності частково компенсується підвищеним вмістом в них водорозчинної фракції білків з більш цінним амінокислотним складом.

Коефіцієнт ефективності білків насіння соняшника, який дає уявлення про їх біологічну цінність та обчислюється за допомогою «внутрішнього стандарту біологічної цінності (казеїну), відповідає 39од. (для порівняння у сої він дорівнює 69, у бавовника – 48)» [27].

Це вказує на те, що за поживною цінністю білки насіння соняшника значно поступаються казеїну та близькі до зернових культур. Проте, їх харчова цінність може бути збільшена до рівня казеїну шляхом додаткового введення лізину, його основної лімітуючої амінокислоти [28].

Важливе місце в оцінці біологічної цінності білків будь-якого продукту займає їх засвоюваність [27]. Ступінь засвоюваності визначається доступністю білкових молекул для протеолітичних ферментів [29].

Дослідженнями, проведеними вченими [30], встановлено, що засвоюваність білків насіння соняшника значною мірою залежить від конфігурації білкових молекул та щільності упаковки поліпептидних ланцюгів у глобулах. У середньому вона становить 71–95% [8].

Поруч з цим авторами зазначається, що у процесі зберігання насіння та його технологічної переробки атакованість білків ферментами значно змінюється [30,31].

Крім білкових речовин, носіями азоту в насінні соняшника є небілкові азотисті речовини. «Їх вміст у насінні невеликий і становить 0,5...2,6% від суми азотвмісних компонентів» [8].

Небілкові азотисті екстрактивні речовини представлені пептидами, вільними амінокислотами, алкалоїдами, сечовиною, сечовою кислотою, пуриновими основами та ін. Найбільшу цінність з них представляють вільні амінокислоти.

У вільному стані в насінні соняшнику знаходяться як незамінні, так і замінні амінокислоти. З незамінних амінокислот у найбільшій кількості

містяться аргінін, гістидин, фенілаланін, лейцин, із замінних – аспарагінова та глютамінова амінокислоти [8].

Найбільша кількість небілкових азотистих сполук міститься в недозрілому насінні, під час псування насіння кількість цих речовин зростає за рахунок накопичення вільних амінокислот.

Біологічна цінність білків насіння соняшника знижується за рахунок присутніх у них фенольних сполук. У переважній більшості фенольні сполуки представлені дифенолами – продуктами зміни коричної кислоти, здатними окислюватися і перетворюватися на хінони при контакті з киснем повітря. Вступаючи в реакції з білками, хінони утворюють темнозбарвлені продукти, які не метаболізуються організмом людини [32].

Основними представниками фенольних сполук у насінні соняшника є хлорогенова та кавова кислоти [33,34].

Дослідження [37] встановлено, що хлорогенова кислота є дипепсидом кавової і хінної кислот. Остання є гетероциклічною кислотою, що часто зустрічається у вищих рослин і накопичується у значній кількості як у вільному стані, так і у вигляді ефірів.

Вважається, що хінна кислота є проміжною ланкою синтезу між цукрами та фенольними сполуками [8].

Кавова кислота синтезується з п-коричної кислоти під дією фенолоксидази. Попередниками кавової кислоти можуть бути також фенілаланін, фенілмолочна, корична та п-кумарова кислоти [36]. «Вміст кавової кислоти в насінні соняшнику становить 0,1...0,15%, хінної – 0,07...0,11%, хлорогенової – 1,5%».

Відомі нині способи видалення фенольних сполук із харчових продуктів малоефективні та нетехнологічні [37,38]. Їх характерні складність наступного звільнення білків від застосовуваних реагентів, і навіть втрата під час обробки біологічної цінності білків [8].

«Вміст вуглеводів у насінні соняшника коливається від 24 до 27%» [8]. Найбільша частка їх припадає на клітковину, зміст якої сягає 19...23%.

«Клітковина в основному входить до складу оболонки (лушпиння), в ядрі її вміст невеликий і становить 2...5%» [2]. З високомолекулярних полісахаридів, крім клітковини, в насінні соняшнику містяться геміцелюлоза та пектинові речовини.

«Вміст моно- та олігосахаридів у насінні незначний: фруктози (до 0,1%), сахарози (до 0,3%) та близьких до неї цукрів: рафінози (до 0,4%) та стахіози (до 0,3%)» [39].

До складу насіння соняшнику входять різноманітні мінеральні речовини: з макроелементів у найбільших кількостях у насінні присутні К, Р, Са, Mg, та якщо з мікроелементів — Mn, В [9].

Вітамінний комплекс насіння представлений такими вітамінами: А, В, С, Д, Е і РР [9].

Крім того, до складу насіння соняшника входять аліфатичні та циклічні спирти, органічні кислоти та інші речовини [2].

Цінний хімічний склад насіння соняшника обумовлює можливість вироблення їх широкого спектру харчових продуктів: рослинних олій, харчових і кормових білкових продуктів, кондитерських виробів та інших, які становлять значну частку у харчовому раціоні людини.

Поставлене перед сучасної харчовою промисловістю завдання оздоровлення харчування населення країни передбачає розширення асортименту продуктів функціонального та лікувально-профілактичного напряму, що виробляються, у тому числі, і з насіння соняшника.

Вищеописане завдання має вирішуватися за рахунок випуску жирових продуктів зі збалансованим жирнокислотним складом, підвищеним вмістом вітамінів, природних антиоксидантів, що зумовлюють їхню високу біологічну активність і стійкість при зберіганні, а також білкових продуктів з високою біологічною цінністю.

У виконанні цього завдання значна роль належить вітчизняним працівникам в галузі генетики та схрещування – селекціонерам. Завдяки їх величезним зусиллям, в Україні створено велику кількість сортів та гібридів

насіння соняшнику (понад 100), які відрізняються своїм складом, стійкістю при транспортуванні та зберіганні та є сировиною для виробництва різних за напрямом використання харчових та кормових продуктів [40].

Насіння соняшника характеризується різними розмірами та масою (маса 1000 штук насіння коливається в межах від 30 до 160 г), формою, забарвленням (білі, чорні, сірі, смугасті, фіолетові), вмістом та якісним складом природних речовин (жири, білки та ін.), фізико-механічними та технологічними властивостями [2, 39, 41, 42].

Останніми роками дедалі більше у сировинному балансі України займають гібриди насіння соняшника [42-44]. Це зумовлено їхньою низкою переваг перед сортами: більш високою врожайністю, більшою стійкістю до ураження грибковими захворюваннями, вирівняністю рослин по висоті, що полегшує процес механізованої обробки.

Всі раніше культивовані гібриди насіння соняшнику вітчизняної та іноземної селекції (Солдор, Санбрід, Санлайт) характеризувалися дрібними розмірами, щільнішим приляганням ядра до лушпиння або навіть їх зрощенням, що ускладнювало процес їх переробки і особливо обрушуванням, меншими розмірами насінин, зусиль для їхнього руйнування [43, 45, 46].

Крім того, вони мали більш високу лушпинність і меншу олійність. Все це створювало труднощі при їх переробці на олієвидобувних підприємствах і зменшувало вихід з них олії [43, 44, 45, 47].

В останні роки вітчизняними селекціонерами виведено нові гібриди насіння соняшника, що характеризуються покращеними технологічними властивостями: Одеський 341, Одеський 917, Гермес [40, 41]. Вони за своїми геометричними розмірами наближаються до сортових. Сучасні сорти гібридів близькі до сортового насіння і однорідністю розмірів за довжиною та товщиною, що позитивно позначається на здійсненні операцій з їх переробки: очищення, обвалення тощо [41, 43, 48].

Слід зазначити, що оскільки в останні роки селекція на підвищення олійності ведеться в основному не за рахунок зниження відсотку лушпиння

насіння, а за рахунок підвищення олійності їх ядра, то лушпинність гібридного насіння сучасної селекції встановилася на рівні 24-25% проти 27-30% у більш ранніх гібридів [41].

Крім того, як показали дослідження, проведені методом електронно-скануючої мікроскопії, у сучасних гібридів присутня повітряна порожнина між плодовою оболонкою (лузгою) і ядром насіння, що значно полегшує оброщення насіння і відіграє важливу роль в отриманні низьколушпинної ядрової фракції в процесі обробки [41-44].

Вітчизняні сорти і гібриди насіння соняшника можна розділити на три типи:

- сорти та гібриди, що містять олію лінолевого типу;
- сорти та гібриди, що містять олію олеїнового типу;
- сорти, призначені для кондитерських виробів.

До першого типу насіння відносяться сорти: Майстер, Флагман, Березанський, Фаворит, Джерело, Лідер та ін., а також гібриди: Тріумф, Юпітер, Барс та ін.

Особливе місце у тому числі займає сорт Фаворит. Олія цього сорту відрізняється високою стійкістю до гідролітичного розпаду через знижену активність ферменту ліпази, що міститься в ній. Активність ферменту ліпази в насінні цього сорту в 4 рази нижча, ніж у звичайних сортах [41].

Насіння соняшнику цих сортів найбільш широко районовані на полях нашої країни [40]. Всі вони характеризуються досить високою олійністю (46,4-51,5%), стійкі до комплексу основних патогенів (заразики, несправжньої борошнистої роси, фомопсису), посухостійкі, технологічні.

«Врожайність соняшнику вищеперелічених сортів становить 2,93...3,50 т/га» [40]. Їх особливістю є те, що вони є джерелом олії лінолевого типу. «Вміст лінолевої кислоти у насінні цих сортів сягає 74,0...76,0%» (табл. 1.3) [3]. Крім того, в них містяться олеїнова (10,0-13,0%), ліноленова (2-3%) та інші кислоти.

Таблиця 1.3 – Жирнокислотний склад олій, отриманих із насіння соняшнику

Найменування жирної кислоти	Масова частка жирної кислоти, % (до суми кислот)	
	лінолевого типу	олеїнового типу
Лаурінова	0,1	сліди
Міристинова	0,1-0,2	сліди
Пальмітінова	5,0-8,0	3,0-5,0
Пальмітолеїнова	0,0-0,3	0,1-0,2
Стеаринова	1,9-7,0	3,0-5,0
Олеїнова	10,0-13,0	70,0-92,0
Лінолева	74,0-76,0	2,0-20,0
Ліноленова	0,0-0,3	сліди
Арахідова	0,2-0,5	0,0-0,3
Гадолеїнова	0,0-0,5	0,0-0,2
Ерукова	сліди	сліди
Бегенова	0,4-0,6	0,0-1,1

Ці соняшникові олії характеризуються високою біологічною активністю, оскільки лінолева і ліноленова кислоти, що містяться в них, відносяться до есенціальних (незамінних) жирних кислот, необхідних для нормальної життєдіяльності організму людини [3,4].

З лінолевої кислоти у присутності вітаміну В1 в організмі людини синтезується цінна арахідонова кислота [4]. Вона також належить до есенціальних жирних кислот, найбільш необхідних для нормальної життєдіяльності організму людини.

За даними [4], арахідонова кислота (вітамін F) нормалізує роботу серцево-судинної системи, сприяє виведенню надлишку холестерину з крові тощо.

На жаль, арахідонова кислота міститься у невеликих кількостях тільки у жирах тваринного походження (у вершковому маслі до 1,5%, свинячому жиру до 1,0%, у жиру птиці до 3,0%), а у рослинних оліях вона відсутня.

Основним джерелом для синтезу арахідонової кислоти в організмі людини є рослинні олії, що містять лінолеву кислоту. Серед них найважливіше місце займає соняшникова олія.

«За висновком українського інституту харчування населення, добова потреба в лінолевій кислоті становить 4...10 г» [4].

Недоліком соняшникових олій лінолевого типу є їхня низька стійкість до окислення [1].

До другого типу соняшникового насіння відносяться сорти Первенець, Круїз та гібриди Одеський 941, Одеський 341, Гермес. Вони містять олії олеїнового типу. Перед олеїновою кислотою у яких припадає 70,0...92,0% від суми всіх жирних кислот (див. табл.1.3) [3].

За жирнокислотним складом олія, що виробляється з високоолеїнових сортів соняшнику, наближається до оливкової [3].

Завдяки наявності в олеїновій кислоті лише одного подвійного зв'язку, вона має підвищену стабільність при високотемпературних обробках і не здатна до утворення подвійних зв'язків, думка про фізіологічну роль яких в даний час у пресі широко обговорюється [1]. «Швидкість окислення ефірів вищих жирних кислот при 110°C у ряду: стеарат, олеат, лінолеат, ліноленат-змінюється у співвідношенні 1:11:114:179» [49], а олії, що містять ці кислоти, окислюються зі швидкістю, пропорційною молярним часткам цих кислот [49].

Великим досягненням вітчизняних вчених-селекціонерів за останні роки стало виведення високоолеїнового гібриду насіння соняшника Одеський 917, який характеризується високим вмістом токоферолів (до 110 мг%). Олії цього сорту відрізняються найвищою стійкістю до окислення [40, 41].

Додатковою перевагою високоолеїнових сортів і гібридів насіння соняшника є те, що активність ліпази, що міститься в них, нижча, ніж у сортах і гібридах насіння лінолевого типу [41]. Це зумовлює не тільки підвищену

стійкість олій, що містяться в них, до окислення, але і до гідролітичного розщеплення.

Першим високоолеїновим сортом, виведеним Інститутом олійних культур, був сорт Перший [49]. «На початку 80-х років минулого століття з товарного насіння цього сорту на кількох маслозаводах Запорізької області було налагоджено ексклюзивний випуск високоолеїнової соняшникової олії марки «Салатна» з вмістом олеїнової кислоти 61,0...69,8%» [6, 49].

Дослідження, проведені Інститутом харчування населення України, показали, що стійкість цієї олії до окиснення перевищує олію лінолевого типу в 2,5-3,0 рази [1,49]. Поява цього продукту зумовила можливість його використання в олійно-жировій галузі для виробництва різних олійно-жирових продуктів, а також у косметичній, консервній у фармацевтичній та інших галузях промисловості.

Сорт Перший спочатку був єдиним донором ознаки високоолеїновості у всіх селекційних програмах у світі [49,50].

В даний час виробництво гібридів з високим вмістом олеїнової кислоти в олії насіння має широке поширення в низці країн: США, Франції, Іспанії, Аргентині, Сербії та деяких інших країнах Євросоюзу [1,49].

В Україні вирощуванням високоолеїнових сортів насіння соняшника та отриманням високоолеїнової олії займаються лише дві фірми «Каргіл Південь» та «WY», вимоги яких до якості товарної сировини відповідають світовим стандартам – вміст олеїнової кислоти в олії не нижче 85%.

На жаль, як насіння соняшнику високоолеїнового типу, вирощене ними, так і одержувана з них олія вивозяться до Євросоюзу, де піддаються подальшій переробці та частково повертаються до України, але вже з істотним збільшенням вартості [49].

Для створення вітчизняного ринку високоолеїнового насіння соняшника та високоолеїнової олії необхідна розробка та введення в дію стандартів на ці продукти, а також проведення широкої рекламної кампанії, що забезпечує

підвищення інформованості покупців серед населення про їх корисні властивості [49,50].

До третього типу (кондитерського) насіння соняшнику відносяться великоплідні сорти Люкс, Лакомка, Горішок, Бородинський. Маса 1000 штук насіння сягає 150 г проти 56...58г у насіння двох інших типів. Їх олійність складає 46...48%, вміст білка 32...35%, лушпиння коливається в межах 27-30%.

З усіх великоплідних сортів найбільш затребуваним ринку є сорт Люкс [40]. Особливістю насіння соняшнику цього сорту є хороша відокремлюваність оболонки, що дозволяє використовувати їх задля отримання ядра, призначеного для виробництва кондитерських виробів.

Одними з найпоширеніших кондитерських виробів, широко представлених на споживчому ринку, є халва та козинаки.

«Основною сировиною для їх виробництва є саме ядро насіння соняшника, що містить мінімальну кількість лушпиння (не вище 0,3%)» [51].

Крім цього, ядро насіння соняшника застосовується в харчовій промисловості для отримання обсмаженого ядра як готовий самостійний продукт.

1.2 Аналіз технологій та технологічного обладнання для виконання операції обрушення насіння соняшника та відділення оболонки від ядра

Основними морфологічними частинами насіння соняшнику є ядро та оболонка (лушпиння). Вони значно відрізняються за складом, властивостями та технологічним призначенням [2, 52, 53].

Найбільш цінні поживні речовини: білки та жири – містяться в ядрі, в оболонці їх значно менше. При цьому ліпіди оболонки характеризуються низькою якістю: високим кислотним числом, значним вмістом продуктів окислення та неомилювальних речовин, підвищеною кольоровістю [2].

За даними авторів [5], кислотне число олії, виділеного з лушпиння, перевищує кислотне число олії з ядра більш, ніж у 85 разів (кислотне число олії з лушпиння 20мг КОН/г, з ядра 0,53 мг КОН/г), вміст неомилювальних речовин у 25 разів (у ліпідах з лушпиння їх кількість становить 24,5%, з ядра 0,93%), восків та воскоподібних речовин у 10000 разів (41,6 та 0,003%, відповідно).

Крім того, оболонка містить значну кількість клітковини (53%) та безазотисто-екстрактивних речовин (35%).

«Враховуючи це, присутність лушпиння в ядрі, що переробляється на харчову продукцію, погіршує якість одержуваних олій і шротів» [2,52,53]. За даними вчених [56], збільшення вмісту лушпиння в перероблюваному ядрі з 0 до 15% підвищує кислотне число олії з 0,55 до 0,78 мг КОН/г, вміст продуктів окислення з 0,36 до 0,68%, неомилювальних речовин з 0,41% до 1,80%.

Зростає в оліях і вміст восків та воскоподібних речовин, що супроводжується появою в них при зниженні температури помутніння (сітки). Вже при вмісті восків у оліях у кількості 0,005% (у присутності фосфоліпідів) у них з'являється ледь помітна сітка, а у виробничих зразках олій, «отриманих з матеріалу з лушпинністю 7,5-8,0%, кількість восків коливається в межах 0,05...0,10% у форпресовому та 0,10...0,35% в екстракційному» [5].

Зниження лушпинності ядра до 3,0% забезпечує вироблення олії, що відповідає за прозорістю вимог стандарту [2].

Все це диктує необхідність при переробці насіння соняшнику максимального відокремлення оболонки від ядра.

У той же час, відомі дослідження, що дозволяють запропонувати як альтернативну схему – схему переробки насіння соняшника без відділення оболонки.

На думку авторів [55], ця схема має ряд переваг, і, перш за все, виключення громіздкого рушально-вічкового цеху, зниження витрати електроенергії на 1т продукції, що виробляється, зменшення втрат олії в виробництві.

Більшість авторів [2, 52, 53] віддають перевагу схемі переробки насіння соняшника з відділенням оболонки.

Основною операцією, що забезпечує відокремлення ядра від оболонки, є обрушення насіння [2, 52, 53].

У масложировій промисловості для обрушення насіння використовуються різні способи: удар, стиск, зріз, сколювання та ін. [2, 52, 53]. Для насіння соняшника, що має тендітну оболонку, в основному застосовується метод удару.

Ефективність обрушення насіння залежить від багатьох факторів:

- властивостей насіння та його плодових оболонок;
- повітряного зазору між ядром та оболонкою;
- способу обвалення;
- режимів його здійснення та ін.

Важливе місце серед них займають механічні властивості оболонок, і насамперед, їхня міцність, пружність і пластичність [56, 57].

Відомо, що оболонка насіння соняшнику характеризується волокнистою структурою, причому довгі волокна, що складаються в основному з целюлози, орієнтовані вздовж великої осі насіння і представляють за аналогією з тканинами «основу» оболонки, тоді як паренхімний шар є «точкою» волокнистої структури [58].

У зв'язку з цим міцність оболонок різна в різних напрямках по відношенню до великої осі.

Авторами роботи [58] встановлено, що опір розриву для насіння соняшника вздовж великої осі значно вищий, ніж у поперечному напрямку. Це, на думку авторів, пояснюється тим, що при навантаженні лущиння вздовж великої осі зусилля розподіляється на поперечному перерізі целюлози макромолекул, деформуються зв'язки головного ланцюга вздовж малої осі. Напряга розподіляється в площині, паралельній волокнам, де, головним чином, розриваються міжмолекулярні зв'язки між волокнами та в паренхімному шарі, міцність яких істотно нижча за хімічні. Таким чином,

волокнистий шар виступає як орієнтована оболонка і, в основному, забезпечує міцність лушпиння, що проявляється в процесі оброщування.

У той же час, руйнування зразків при розтягуванні їх уздовж малої осі відбувається при навантаженнях, удвічі менших.

Такі властивості оболонок насіння соняшнику зумовили доцільність застосування їх оброщення способом удару, спрямованого вздовж довгої осі [2, 52, 53].

«Великий вплив на ефективність оброщування насіння надає розмір повітряної порожнини між ядром і оболонкою. Величина повітряної порожнини залежить переважно від розміру насіння» [57]. Чим більше насіння, тим більше повітряна порожнина між ядром і оболонкою. При ударі великого насіння відбувається швидка деформація лушпиння, яка розколюється, не ушкоджуючи ядра [56]. У дрібного насіння повітряна порожнина або дуже маленька, або взагалі відсутня. Для них характерна наявність механічного зв'язку між ядром та оболонкою. Тому дрібне насіння, маючи більш тонку оболонку дає перший надкол при навантаженнях в 1,4 рази менших, ніж велике [56]. Однак, для їх повного руйнування та відокремлення від ядра потрібні зусилля в 1,7 рази більше, ніж у великих.

Невеликою повітряною порожниною між ядром та лузгою характеризуються і гібриди насіння соняшнику [41]. Вони мають і малі розміри. «Маса 1000 штук гібридів насіння (особливо старої селекції) коливалася лише на рівні 50...55г проти 65...70 г сортів нових популяцій» [43]. У гібридах старої селекції [43] повітряна порожнина між ядром та оболонкою взагалі була відсутня. У багатьох гібридів насіння лушпиння зростається з ядром і важко відокремлюється при оброщенні [43, 44, 59].

Досвід переробки насіння соняшника у виробничих умовах показує, що гібриди насіння оброщуються на 15-30% гірше, ніж сорти нової популяції. Це погіршує якість рушанки, збільшує вміст у ній цілого і недооброщеного насіння, січки та олійного пилу, і, як наслідок, призводить до збільшення втрат олії з лузгою, що відходить [45].

Відмінності у поведінці насіння соняшнику дрібної та великої фракції у процесі обрушення зумовили необхідність запровадження додаткової операції – фракціонування насіння за розмірами [2, 52, 53].

Дослідження властивостей насіння показали, що з трьох геометричних параметрів насіння: довжина, ширина і товщина – саме товщина насіння найбільш тісно корелює з іншими фізико-механічними властивостями насіння та його складових частин: міцністю, товщиною лушпиння, величиною зазору між ядром та оболонкою [5]. Товщина лушпиння і зазор між ядром і лушпинням, закономірно зростають із збільшенням товщини насіння [56, 57].

Питання фракціонування насіння стали предметом багатьох наукових досліджень в галузі обрушення насіння соняшника. Однак більшість досліджень було спрямовано на вивчення впливу фракціонування насіння соняшнику перед закладкою на зберігання на його зберігання [48, 60, 61].

У процесі досліджень [61,62]. було виявлено, що дрібна фракція насіння (17-20% від маси) характеризується низькою стійкістю при зберіганні та має перероблятися насамперед. Велика фракція насіння, максимально звільнена від механічно пошкодженого, щуплого, недозрілого насіння і бур'янів, може зберігатися без погіршення якості більш тривалий час [61,62].

Досліджень, спрямованих на вивчення впливу фракціонування насіння безпосередньо перед переробкою на ефективність процесу їхнього обрушення, мало.

Відомі роботи авторів [61], які підтверджують позитивну роль фракціонування насіння за розмірами не тільки для процесу зберігання насіння, але і їх переробки. На їхню думку, насіннєву масу доцільно фракціонувати на три фракції, причому найдрібнішу фракцію (10-20% від маси насіння) необхідно виділяти перед закладкою на зберігання з подальшим її роздільним зберіганням і переробкою. «Виділену велику фракцію насіння при надходженні на виробництво необхідно піддавати додатковому фракціонуванню на дві фракції: велику (60-70% від маси насіння) і середню (30-

40%). Ця операція, на думку авторів, забезпечить поліпшення якості рушанки і знизить втрати олії з лузгою, що відходить» [2, 52, 53].

Ефективність обрушення насіння залежить від сорту насіння та його властивостей: вологості, температури та ін.

Дослідження вчених [58, 63] показали, що межа міцності лушпиння при статичному стисканні насіння різних сортів коливається у значних межах: поперек осі симетрії по товщині насіння від 50,7 до $59,2 \cdot 10^5$ Па, по ширині насіння – від 56,1 до $60,9 \cdot 10^5$ Па, вздовж осі симетрії по довжині від 40,6 до $48,3 \cdot 10^5$ Па.

Зі збільшенням вологості насіння незалежно від їх положення щодо дії зовнішньої сили величина граничної міцності знижується. «Так, зі збільшенням вологості насіння з 7,1 до 17,1% при дії зовнішньої сили впоперек осі симетрії за шириною межа міцності знижується з 56,6 до $47,1 \cdot 10^5$ Па» [58].

Аналогічні дані отримані при дії зовнішньої сили вздовж осі симетрії насіння по довжині і поперек осі симетрії по товщині. Це, на думку вчених, пояснюється тим, що вода збільшує пластичність плодової оболонки насіння, деформації при стисканні збільшуються, а опір дії знижується.

«Зміна температури насіння в межах від 0 до 30 °C істотного впливу на властивості лушпиння міцності не надає, в той же час подальше підвищення температури насіння до 50-60 °C знижує її міцність на 15-20%» [52].

Значний вплив на ефективність процесу обрушення робить обладнання, що використовується. В даний час в олійножировій промисловості України для обрушення насіння використовуються бичові та відцентрові обрушувальні машини [2, 52, 53].

У бичових машинах реалізується метод багаторазового, в відцентрових – одноразового удару.

У бичових машинах при обрушенні насіння піддаються багаторазовому впливу деки і бичів барабана, причому, об деку і бичі барабана вдаряються не тільки цілі, але і вже обрушені насінини, в тому числі і ядро, що призводить

до дроблення останнього і збільшення вмісту в рушанці січки і олійного пилю [52, 53, 64].

Для цих обрушувачів характерний хаотичний рух насіння. У процесі обрушення вони стикаються один з одним, при цьому запас кінетичної енергії знижується і його буває недостатньо при ударі об деку та бичі барабана для руйнування оболонки [54,55,65].

Більш прогресивним є метод одноразового удару. У відцентрових машин, що обрушують насіння під дією відцентрової сили, воно розподіляється по робочих каналах дисків. При русі каналами, завдяки прискоренню, вони притискаються до стін каналу, орієнтуючись довгою віссю вздовж шляху руху. Залишаючи диск, вони ударяються об деку частиною насіння, де оболонка характеризується найменшою міцністю, що сприяє високому ступеню їх обрушування [64, 65].

Короткочасність процесу з негайним виведенням продуктів обрушування із зони удару забезпечують відносно високу питому продуктивність обрушувача, що дещо знижує недоліки бичової насіннерушки, проте значного поліпшення показників якості рушанки досягнути не вдається [67].

За наслідками досліджень авторів [68], основною причиною незадовільної якості рушанки є різна вологість насінневої маси, в результаті якої з'являються відмінності в коефіцієнтах тертя окремих насінин об поверхню каналів, що, у свою чергу, обумовлює відмінності в швидкостях їх вильоту з каналів ротора, що обертається і, як наслідок, різну силу удару об деку. Це призводить до того, що частина насіння не обрушується, а в частини – дробиться навіть ядро.

«Крім того, через наявність у насінневій масі органічних домішок відбувається забивання ними частини робочих каналів, що знижує швидкість переміщення насіння каналами і додатково погіршує ступінь їх обвалення» [47].

Виявлені недоліки в роботі відцентрових обрушувачів обмежили їх широке використання в олійножировій галузі.

Відомі роботи з удосконалення конструкції відцентрових обрушувачів, спрямовані на підвищення ефективності процесу обрушення:

- шляхом використання дворазового удару [65,69];
- суміщення процесу обвалення насіння з відділенням пилу олійного від рушанки [70];
- зміною конструкції лопаток ротора [65,71,72] та деки [73].

Все це, а також інші переваги відцентрових обрушувачів: менша витрата електроенергії, більш висока продуктивність – забезпечують поступове їх впровадження на підприємствах олійножирової галузі.

Рушанка, отримана при обрушуванні насіння, складається з цілого непошкодженого ядра, лушпиння, січки (подрібненого ядра), олійного пилу і недорушу (цілого та недообрушеного насіння).

Основним завданням обробки рушанки є максимально можливе видалення лушпиння і недоруша.

Протягом усього періоду розвитку олійно-жирової промисловості для поділу рушанки на компоненти практично на всіх підприємствах використовуються два способи: за лінійними розмірами і за аеродинамічними властивостями.

Відомий досвід використання для цих цілей електростатичних сепараторів, в яких реалізується електрофізичний спосіб поділу рушанки, але ці апарати широкого поширення не отримали і в даний час не застосовуються на підприємствах масложирової галузі.

«Для сепарування соняшникової рушанки найбільш широко використовуються аспіраційні віялки» [2]. Є досвід використання повітряно-ситових сепараторів [53].

Всі роботи з удосконалення процесу сепарування рушанки зводяться, в основному, не до розробки та впровадження нових способів, а лише до покращення режимів роботи сепаруючих машин: оптимізації роботи ситових

поверхонь, поліпшення аеродинамічних умов в аспіраційних камерах, посилення контролю лушпиння перед виведенням її з виробництва та ін. [2, 52, 67, 74].

Слід зазначити, що досліджень, спрямованих на розробку нових, більш ефективних способів поділу рушанки, практично немає, хоча ця операція викликає дуже багато питань у вчених і фахівців масложирової промисловості.

Таким чином, актуальною проблемою, що стоїть перед вченими та працівниками олійно-жирової галузі, є розробка інноваційної технології обрушення насіння соняшника та відділення оболонки від ядра, при цьому найбільший інтерес зазначені технологічні процеси представляють при переробці насіння соняшнику кондитерського типу, так як одержання ядра, що відповідає вимогам кондитерського виробництва – становить значну складність.

Для ефективного здійснення процесу обрушування насіння соняшнику кондитерського типу додатково необхідна розробка експрес-способу оцінки геометричних розмірів його насіння, а також розробки експрес-способу ідентифікації насіння з метою виділення однорідних партій соняшникового насіння кондитерського типу, що не містять насіння соняшнику інших типів.

1.3 Перспективні методи визначення типу насіння соняшнику

«Відомі способи визначення типу – ідентифікації насіння соняшнику, які дозволяють визначити приналежність насіння соняшнику тільки до олеїнового або лінолевого типу» [76-86].

Ці способи засновані на визначенні масової частки характеристичної жирної кислоти – олеїнової кислоти в олії, виділеній з насіння, за допомогою методу газорідинної хроматографії [81], а також на визначення масової частки олеїнової кислоти за ядерно-магнітними релаксаційними характеристиками досліджуваного насіння [86].

Однак зазначені способи не дозволяють здійснювати ідентифікацію насіння соняшнику кондитерського типу.

На жаль, до цього часу такий спосіб не наведено ні в науково-технічній літературі, ні в патентній інформації.

З огляду на це актуальним є розробка способу ідентифікації насіння соняшнику, що дозволяє ідентифікувати його різні типи: лінолевий, олеїновий та кондитерський. З цього погляду перспективним напрямом застосування комп'ютерних методів.

Застосування комп'ютерних методів аналізу зображень з урахуванням цифрових технологій відкрило широку перспективу їх практичного використання щодо ботанічних характеристик, технологічних властивостей та інших ознак якості злакових і олійних культур.

До цього часу основну увагу дослідників було приділено способам ідентифікації складу насінневої маси, визначення складу та масової частки сторонніх домішок. У роботах [87-99] важлива роль у розробці методів ідентифікації відводиться геометрії форми зернівок.

Історично першим, мабуть, було використання спектрального аналізу форми зернівок [90] на початку 70-х років, але на кілька десятиліть ці методи були незаслужено забуті.

Основні зусилля дослідників у 80-х роках 20 століття були зосереджені на пошуку та виділенні набору характеристик геометрії контуру, що дозволяють за мінімальний час ідентифікувати склад зернової суміші.

В роботі [91] «використовувалися 9 параметрів, такі як відношення довжини до ширини, квадрата периметра до площі, обсяг еквівалентного конуса та ін, що знімаються з камери для дискримінантного аналізу. Похибка для двох сортів пшениці становила близько 2%».

Основною метою, яка була поставлена в роботі [92] була мінімізація кількості геометричних параметрів для функцій класифікації, серед 6 параметрів введені довжина параболічного сегмента і тригонометричні

функції кута при вершині, але в цьому випадку похибка для двох сортів озимої та ярої пшениці збільшилася до 23 %.

У роботах [93 - 95] на додаток до набору геометричних параметрів для дискримінантного та канонічного аналізу використані відтінки сірого та інших кольорів на двовимірному зображенні зернівок з відеокамери. Похибка не перевищила 2%, проте констатовано необхідність виділення домішок шляхом сепарування [93].

Поєднання цифрової відеокамери та лазерного далекоміра, що використовуються в роботах [96, 97], дозволило отримати об'ємне тривимірне зображення зернівок і ввести такі геометричні параметри, як розміри борозенки, зародка та ін. Похибка знизилася до 1,7%, але на двох сортах м'якої пшениці становила 10%.

Слід зазначити, що цю проблему в даний час можна вважати принципово вирішеною у зв'язку зі створенням промислової установки Grain Check 310 [98, 99], що аналізує кольорові зображення з відеосистеми методами нейронних мереж і визначальною склад зернової маси різних культур, що подається на транспортер, з похибкою не вище за кілька відсотків.

Слід зазначити, що така точність є граничною за такого підходу, відмінною рисою якого можна назвати пошук «особливих прикмет» в контурах зернових культур. Інтуїтивне експертне виділення параметрів не може гарантувати наближення контуру з будь-якою необхідною точністю, а також розпізнавання сортів та культур за дрібними та зовні малопомітними деталями контуру зернівки.

На перспективність у зазначеному сенсі спектрального Фур'є-аналізу контуру зазначено в роботі [87] на початку 90-х років, де запропоновано експресний метод ідентифікації складу зернової маси на основі спектра контуру зображення та коефіцієнта відображення компонентів зернової маси. Будь-яка дрібна деталь контуру може бути передана набором гармонік відповідної частоти.

Таким чином, спектр контуру в цілому може наблизити контур з будь-якою необхідною точністю, а набір коефіцієнтів Фур'є – розпізнавати зерна різних сортів і культур не за окремими «особливими прикметами», а за сукупністю ознак загалом, у тому числі ряду дрібних малопомітних деталей контуру.

Спроби встановити зв'язки між геометричними параметрами зернівок та їх технологічними характеристиками (середній вміст білка, середня маса зернівки тощо) дали негативний результат [100], але успішно було вирішено завдання прогнозу виходу борошна [101], виявлення відмінностей фракцій проміжних продуктів помелу пшениці [102], оцінки якості зерна (розподіл крохмальних зерен, структура білкової матриці та ін) [103], фракціонування неполірованого рису.

«Хороші результати дає поєднання зазначеного методу з методом відбивної спектроскопії» [104].

Проведений огляд наявних літературних даних показує, що з вирішення низки актуальних завдань управління технологічними процесами відсутні високоефективні методи ідентифікації, що мають необхідну точність.

У роботі [105] пропонується заснована на Фур'є-аналізі та статистичної теорії розпізнавання образів [106, 107] методика. При вирішенні низки актуальних завдань управління технологічними процесами підвищення об'єктивності аналізу ознак якості насіння олійних культур необхідна розробка високоточних методик розпізнавання їх зображень.

Запропонована в роботі [105] методика ідентифікації культур за геометричною формою їх контурів, заснована на Фур'є-аналізі та статистичній теорії розпізнавання образів, має похибку більш ніж на порядок нижче, ніж у відомих способів.

Враховуючи високу ефективність та точність методу ідентифікації зерна за допомогою методу Фур'є-аналізу, можна зробити висновок про необхідність розробки способу ідентифікації насіння соняшнику на основі зазначених методів.

Висновки по розділу.

Загальновідомо, що Україна є одним із лідерів та основних світових виробників та експортерів соняшнику в світі. Цінність насіння соняшника обумовлена поживними речовинами, що містяться в ньому, і насамперед, ліпідами (жирними кислотами) і білками.

Останніми роками дедалі більше у сировинному балансі України займають гібриди насіння соняшника. Це зумовлено їхньою низкою переваг перед сортами: більш високою врожайністю, більшою стійкістю до ураження грибковими захворюваннями, вирівняністю рослин по висоті, що полегшує процес механізованої обробки.

Вітчизняні сорти і гібриди насіння соняшника можна розділити на три типи: сорти та гібриди, що містять олію лінолевого типу; що містять олію олеїнового типу; сорти, призначені для кондитерських виробів.

На сьогодні варто відмітити брак досліджень, спрямованих на розробку нових, більш ефективних способів поділу рушанки, хоча ця операція викликає дуже багато питань у дослідників.

Таким чином, актуальною проблемою, що стоїть перед працівниками олійно-жирової галузі, є розробка інноваційної технології обрушення насіння соняшника та відділення оболонки від ядра, саме при переробці насіння соняшнику кондитерського типу, так як одержання ядра, що відповідає вимогам кондитерського виробництва – становить значну складність.

Відомі способи визначення типу – ідентифікації насіння соняшнику, які дозволяють визначити приналежність насіння соняшнику тільки до олеїнового або лінолевого типу. Однак зазначені способи не дозволяють здійснювати ідентифікацію насіння соняшнику кондитерського типу. З огляду на це актуальним є розробка способу ідентифікації насіння соняшнику, що дозволяє ідентифікувати його різні типи: лінолевий, олеїновий та кондитерський, за допомогою застосування комп'ютерних методів, зокрема методу Фур'є-аналізу.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методи дослідження показників якості насіння соняшника

Дослідження якості насіння соняшника лінолевого, олеїнового та кондитерського типів проводили за показниками, що регламентуються ДСТУ 7011 [108] та СанПіН 2.3.2.1078-01 «Гігієнічні вимоги безпеки та харчової цінності харчових продуктів» [109].

У таблиці 2.1 наведено вимоги до показників якості насіння соняшника відповідно до вимог ДСТУ 7011-2009.

Таблиця 2.1 – Вимоги до фізико-хімічних показниками якості насіння соняшника за ДСТУ 7011

Показник	Граничне значення для	
	переробки в олію	кондитерського в-ва
Вологість, %		
не менше ніж	6,0	6,0
не більше ніж	8,0	8,0
Олійна домішка, %		
не більше ніж	3,0	5,0
Смітна домішка, %		
не більше ніж	1,0	3,0
Кислотне число олії, міститься в насінні, мг КОН/г, не більше	1,3	5,0
Зараженість шкідниками	Не допускається	

У таблиці 2.2 наведено вимоги до показників безпеки насіння соняшника.

Таблиця 2.2 – Вимоги до показників безпеки насіння соняшнику відповідно до вимог ДСТУ 7011 - 2009

Показник	Значення показника
Показники ліпідів, виділених із насіння соняшнику:	
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	3,5
Перекисне число, ммоль активного кисню/кг, не більше	10,0
Токсичні елементи, мг/кг, не більше:	
– свинець	1,0
– миш'як	0,3
– кадмій	0,1
– ртуть	0,05
Афлатоксин В ₁ мг/кг, не більше	0,005
Пестициди, мг/кг, не більше:	
– гексахлорциклогексан (α, β, γ -ізомери)	0,5
– ДДТ та його метаболіти	0,15
Радіонукліди, Бк/кг, не більше:	
– цезій-137	70
– стронцій-90	90

Крім показників, регламентованих стандартами, визначали й низку інших показників, що характеризують якість насіння соняшника та впливають на ефективність процесу їх переробки та якість одержуваних проміжних продуктів їх переробки.

Експериментальні дослідження проводили з використанням методів, рекомендованих [112], а також з використанням методів відповідно до нормативно-технічної документації [113-117].

Визначення масової частки смітної та олійної домішок здійснювали відповідно до ГОСТ 10854-88 [116].

«Визначення масової частки вологи арбітражним методом – висушуванням наважки досліджуваного насіння в сушильній шафі до постійної маси» [117].

«Для визначення масової частки олії у насінні використовували метод вичерпної екстракції діетиловим ефіром в апаратах Сокслета» [112,115].

«Визначення кислотного числа олії в насінні проводили методом титрування» [112]. Вилучення олії здійснювали двома способами:

- настоюванням подрібненого насіння з розчинником;
- екстракцією олії з подрібненого насіння діетиловим ефіром в апараті Сокслета.

«Визначення об'ємної маси насіння проводили на літровій пурці, яка складається з мірного циліндра, наповнювача, циліндра з лійкою, вантажу, що падає, ножа, ваг. Пурка встановлюється на ящику» [118].

Об'ємну масу насіння визначали без виділення смітної домішки.

Перед визначенням проводили врівноваження різновагами мірки з опущеним до неї вантажем. Потім вантаж, що падає, виймали з мірки, а мірку встановлювали в спеціальному гнізді на кришці ящика. У щілину мірки вставляли ніж і на нього поміщали вантаж, що падає. Зверху встановлювали наповнювач, а над ним циліндр із лійкою.

Допустиме розходження між паралельними визначеннями не має перевищувати 10 г/л.

Визначення маси 1000 насінин проводили шляхом їхнього зважування. Для цього навішування насіння 100г перемішували і розподіляли рівним шаром у вигляді квадрата. Отриманий квадрат ділили по діагоналі на чотири трикутники і з кожного трикутника відраховували по 250 насінин. Насіння відраховувало поспіль, без вибору. Відібрані проби по 250г із протилежних трикутників об'єднували та зважували. Маси двох зважувань по 500 штук насіння підсумовували та отримували масу 1000 штук.

Перерахунок маси 1000 штук насіння на суху речовину проводили за формулою:

$$X = \frac{(100 - W) \cdot m}{100} \quad (2.1)$$

де W – вологість насіння, %;

m – маса 1000 насінин за фактичної вологості, г.

«Лушпинність насіння соняшника визначали шляхом їхнього обрушення ручним способом» [114]. З середнього зразка насіння, попередньо очищених від домішок, шляхом діагонального поділу виділяли наважку масою біля 10 г і зважували її. Далі насіння обрушували за допомогою пінцету та відокремлену оболонку зважували.

Масову частку оболонки в насінні L (%) обчислювали за формулою:

$$L = \frac{m_1 \cdot 100}{m} \quad (2.2)$$

де m_1 – маса оболонки, г;

m – маса насіння, г.

2.2 Методи дослідження показників якості проміжних продуктів переробки насіння соняшнику

Дослідженню показників якості піддавали проміжні продукти переробки насіння соняшнику: рушанку, отриману при обрушуванні насіння, а також ядро і лушпиння, що виходять із сепаруючих машин.

Метою аналізу рушанки було визначення вмісту в ній небажаних фракцій: цілого та недообрушеного насіння (недоруша), січки та олійного пилу.

Для аналізу проводили виділення проби рушанки орієнтовно масою 25 г, методом діагонального поділу. Виділену пробу зважували і просіювали через сита з отворами діаметром 2,0 та 3,0 мм. З залишку на ситі з отворами

діаметром 3,0 мм, що складається з цілого і пошкодженого великого ядра, великого лушпиння, цілого (ціляка) і не повністю обрушеного (недоруша) насіння, відбирали тільки ціле насіння і недоруш. Залишок на ситі з отворами діаметром 2,0 мм був сумішшю січки і дрібної лушпиння, яку умовно відносили до січки. Прохід через двоміліметрове сито був олійним пилом.

«Цілі насіння і недоруш, січку, а також олійний пил окремо зважували і визначали їх масову частку X_2 (в %) до маси навішування за формулою:

$$X_2 = \frac{m_2 \cdot 100}{m} \quad (2.3)$$

де m_2 – маса фракції (цілого насіння і недоруша, січки або олійного пилу), г;
 m – маса рушанки, г.

Визначення віднесення ядра в лушпиння проводили шляхом виділення з лушпиння всіх ядрових фракцій» [118].

Для аналізу методом діагонального поділу виділяли пробу лушпиння масою близько 50 г. Пробу лушпиння зважували і просіювали через сито з діаметром отворів 1,0 мм для відділення олійного пилу. Матеріал, що залишився на ситі, розбирали на розбірній дошці на дві фракції: лушпиння і ядрову фракцію (частки ядра і цілі насіння). Цілі насіння обрушували і виділене ядро з'єднували з вільними частинками ядра.

Ядрову фракцію, виділену на ситі, поєднували. Масову частку ядра в лушпинні визначали за формулою:

$$X_3 = \frac{m_3 \cdot 100}{m} \quad (2.4)$$

де m_3 – маса всіх ядрових фракцій, г;
 m – маса лушпиння, г.

«Аналіз ядра, що виходить із сепаруючих машин, полягає у визначенні вмісту в ньому залишків лушпиння [118].

Для аналізу шляхом діагонального поділу виділяли наважку ядра близько 25 г. Після зважування її просіювали через сито з діаметром отворів 1,0 мм. Схід із сита (фракція, що залишилася після просіювання на ситі) розбирали на три фракції: ядро, вільне лушпиння і ядро з невідділеним лушпинням (у тому числі і цілі насіння). Останню фракцію (ядро з невідділеним лушпинням і цілі насіння) вручну обрушували, відносячи лушпиння до загальної маси виділеного лушпиння.

Прохід через сито з діаметром отворів 1,0 мм також поділяли на ядро та лушпиння. Лушпиння сходу і проходу об'єднували і зважували.

Масову частку лушпиння X_4 (%) в ядрі визначали за формулою» [118]:

$$X_4 = \frac{m_4 \cdot 100}{m} \quad (2.5)$$

де m_4 – маса лушпиння, виділеної з ядра, г;

m – маса наважки ядра, г.

2.3 Характеристика об'єктів дослідження

В якості об'єктів дослідження були обрані вітчизняні сорти та гібриди насіння соняшнику:

- кондитерського типу – сорти Люкс та Лакомка;
- олеїнового типу – сорт Круїз та гібрид Гермес;
- лінолевого типу – сорт Фаворит та гібрид Юпітер.

У табл.2.3 наведено характеристику досліджуваних сортів та гібридів насіння соняшнику, обраних в якості об'єктів для проведення наукового дослідження.

Таблиця 2.3 – Характеристика сортів та гібридів насіння соняшника

Найменування сорту чи гібриду	Найменування та значення показника		
	Маса 1000 насінин, г	Олійність, % на СР	Лушпинність, %
1	2	3	4
Насіння кондитерського типу:			
сорт Люкс	92,0	47,6	30,5
сорт Лакомка	91,5	47,9	31,0
Насіння олійного типу:			
сорт Круїз	60,1	53,0	27,0
гібрид Гермес	60,3	47,1	24,3
Насіння лінолевого типу:			
сорт Фаворит	49,0	51,8	22,0
гібрид Юпітер	79,0	51,7	22,0

У табл.2.4 наведено показники безпеки досліджуваного насіння соняшнику.

Таблиця 2.4 – Показники безпеки досліджуваного насіння соняшника

Показник	Значення показника для насіння сорту / гібриду						Вимоги ДСТУ
	Люкс	Лакомка	Круїз	Гермес	Фаворит	Юпітер	
Кислотне число, мг КОН/г	1,0	1,16	0,91	0,93	1,05	1,15	не > 4,0
Перекисне число, ммоль активного кисню/кг	1,15	1,05	1,0	0,87	1,47	1,29	не > 10
Токсичні елементи, мг/кг: – свинець – миш'як – кадмій – ртуть	Відсутні						не > 0,1 0,1 0,05 0,03
Афлатоксин В1, мг/кг	Відсутні						не > 0,05

Продовження табл.2.4

Показник	Значення показника для насіння сорту / гібриду						Вимоги ДСТУ
	Люкс	Лакомка	Круїз	Гермес	Фаворит	Юпітер	
Пестициди, мг/кг:							не >
-гексахлорцикло- гексан (α,β,γ-ізомери)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
- ДДТ та його метаболіти	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,2
Радіонукліди, Бк/кг:	Відсутні						не >
- цезій-137							60
- стронцій-90							80

З наведених у таблиці 2.4 даних видно, що за показниками безпеки досліджуване насіння відповідають вимогам ДСТУ 7011-2009 та СанПіН.

Висновки по розділу.

В розділі наведено вичерпний перелік та опис методик, що використовувалися при роботі на дослідженнях, зокрема дослідження показників якості самого насіння та проміжних продуктів переробки насіння соняшнику. На всі стандартні та загальновідомі методики наведено посилання на чинну нормативно-технічну документацію.

Описано методики і формули, за якими розраховувались відсоткові частки фракцій дослідної рушанки, які були отримані в результаті експериментальних досліджень.

Надано характеристику об'єктам дослідження – насінню соняшнику різних типів, сортів і гібридів. Визначено їх фізико-хімічні показники якості та показники безпечності. Вміст токсичних елементів, мікотоксинів та радіонуклідів в дослідній сировині відсутній.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення залежності складу отриманої рушанки від способу обрушення насіння соняшнику

В асортименті харчових продуктів, що виробляються з соняшникового насіння, важливе місце займають, звісно, олія і кондитерські вироби: козинаки і халва, а також обсмажене ядро. Зазначені кондитерські вироби отримують із соняшникового ядра, що практично не містить лушпиння (не більше 0,3%). Також вміст лушпиння в суміші, яка направляється на пресування, а потім і екстракцію досить погіршує якість отриманої олії, тому постає завдання збільшити чистоту ядра при виході з операції обрушення.

Виконати завдання – отримання практично чистого ядра за технологією переробки насіння соняшнику, що існує в олійно-жировій промисловості, досить складно.

Основними технологічними операціями, що забезпечують отримання ядра з низьким вмістом лушпиння, є обрушення насіння та відокремлення ядра від оболонки.

Найважливішим завданням процесу обрушування насіння є отримання рушанки, що містить максимальну кількість цілого ядра з мінімальним вмістом цілого та недообрушеного насіння (фракція недоруша), січки (дробленого ядра) та олійного пилу.

Ефективність процесу обрушення насіння на сьогодні оцінюється показником η , який розраховували за формулою:

$$\eta = \frac{k_{обр} \cdot k_{ц.я.}}{100} \quad (3.1)$$

де $k_{обр}$ – коефіцієнт обрушування насіння, %;

$k_{ц.я.}$ – коефіцієнт цілісності ядра, %.

Коефіцієнт обвалення насіння розраховували за формулою:

$$k_{обр} = \frac{(m_2 - m_1)}{m_2} \cdot 100, \% \quad (3.2)$$

де m_1 – маса цілого і недообрушеного насіння, г;

m_2 – маса рушанки, г.

Коефіцієнт цілісності ядра розраховували за такою формулою:

$$k_{ц.я.} = \frac{m_3}{m_4} \cdot 100, \% \quad (3.3)$$

де m_3 – маса цілого ядра в рушанку, г;

m_4 – маса всього ядра, включаючи ціле ядро, січку та олійний пил.

В даний час на підприємствах масложирової галузі для обрушення насіння соняшника використовують спосіб удару (одноразового і багаторазового), який реалізується в бичових обрушувачах (спосіб багаторазового удару) і в відцентрових насіннерушках (спосіб одноразового удару), причому переважно використовуються бичові обрушувачі.

Незважаючи на численні вдосконалення зазначених машин, якість рушанки залишається дуже низькою, особливо за показником – вміст цілого і недообрушеного насіння. «Коефіцієнт обрушування насіння у цих обрушувачах коливається не більше 0,52...0,65» [41].

Аналіз геометричних характеристик насіння соняшнику: довжини, ширини, товщини, величини поверхні, розміру повітряної порожнини між ядром і оболонкою – дозволив при виборі способу обрушення віддати перевагу способу стиснення, поєднаному зі зсувом.

Цей спосіб може бути реалізований «в луцильниках з гумовими валками моделі DRH-6S, що використовуються в круп'яній промисловості для луцення рису-зерна» [119].

Луцильник складається з двох валків із замінним гумовим покриттям. Привід валків здійснюється від одного електродвигуна через клинопасову передачу. Зазор між валками регулюється пневмоциліндром. Натискне зусилля між валками створюється стисненим повітрям тиском 6-8 бар. У нижній частині корпусу змонтовано два вентилятори, призначені для охолодження валків. Луцильна машина повністю герметизована.

Рівномірний розподіл насіння по всій довжині луцильних валків здійснюється за допомогою живильного валика. Луцильна камера в процесі роботи постійно аспірується.

Для виявлення ефективності обвалення насіння соняшнику кондитерського сорту Люкс на лушпинні моделі DRH-6S були проведені спеціальні експерименти.

Ефективність обрешування насіння оцінювали за якістю рушанки: вмістом у ній цілого та недообрешеного насіння, січки та олійного пилу, а також за коефіцієнтами: обрешування, цілісності ядра та ефективності обрешування.

Як контроль використовували рушанку, отриману при обрешуванні насіння соняшнику зазначеного сорту на бичовій насінні.

Отримані результати досліджень наведено у табл.3.1.

З отриманих даних видно, що обрешення насіння соняшнику в луцильнику забезпечує отримання рушанки більш високої якості в порівнянні з бичовою насіннерушкою: в рушанці, отриманій в луцильнику, істотно знижується вміст цілого і недообрешеного насіння і менш значно знижується вміст січки і олійного пилу.

Так, вміст цілого і недообрешеного насіння в рушанці, отриманій в луцильнику, становить 28,7%, у той час, як у рушанці, отриманій в бичових

насіннерушках, 32,2%, а вміст січки становить 8,9 і 10,1% та олійного пилу - 8,0 та 9,2 % відповідно.

Таблиця 3.1 – Залежність складу отриманої рушанки від способу оброблення насіння соняшнику

Показник	Значення для рушанки, отриманої способом	
	багаторазового удару (відомий)	стисненням-зсувом (пропонований)
Масова частка компонента в рушанці, %:		
цілого та недообрушеного насіння (недорущ)	32,2	28,7
січки	10,1	8,9
олійного пилу	9,2	8,0
Коефіцієнти, %:		
обвалення ($k_{обр}$)	67,8	71,3
цілісності ядра ($k_{ц.я.}$)	59,3	66,2
ефективності обвалення (η)	40,2	47,2

Однак, незважаючи на деяке поліпшення якості рушанки, отриманої в лушцильнику, вона залишається нижче рівня, що пред'являється технологічним регламентом (не більше 3% цілого і недообрушеного насіння і не більше 5% подрібненого ядра).

З літературних джерел відомо, що одним із способів підвищення ефективності оброблення насіння соняшника є його попереднє фракціонування.

Раніше проведеними дослідженнями в роботах [5, 74] було встановлено, що здійснення попереднього фракціонування насіння соняшнику перед обробленням на бичових насіннерушках на дві фракції покращує якість рушанки.

Проте, результати цих досліджень з низки причин досі у виробництво не

впроваджено. Пояснюється це, перш за все, тим, що для фракціонування насіння за розмірами були рекомендовані повітряно-ситові сепаратори з круглими отворами, які найбільш широко застосовуються на підприємствах масложирової галузі.

На жаль, вони не забезпечували чіткого поділу насіння на фракції. Ефективність фракціонування становила лише 35...40 % [5, 58, 71].

Розробка нової дискової калібрувальної машини, призначеної для фракціонування насіння, також не вирішила цієї проблеми через низку її технічних недоробок [2].

Таким чином, питання попереднього фракціонування насіння перед обрушенням залишається відкритим.

Враховуючи це, на наступному етапі дослідження вивчали вплив фракціонування насіння соняшнику кондитерських сортів на ефективність їхнього обрушення.

3.2 Визначення впливу попереднього фракціонування насіння соняшнику на ефективність їх обрушення

На наступному етапі досліджень було вивчено можливість проведення процесу фракціонування насіння соняшнику на розсіві А1-БРУ, а також досліджено вплив такого фракціонування на ефективність обрушення насіння на луцильниках.

Додатковою метою цієї частини дослідження було виявлення оптимальної кількості фракцій, на які мала ділитися партія насіння за геометричним розміром перед обрушенням.

Аналіз геометричних розмірів насіння кондитерських сортів: довжини, ширини та товщини – дозволив нам вибрати як основний параметр, за яким здійснюється фракціонування, ширину насіння.

Фракціонування насіння по ширині проводили на ситах з різним діаметром отворів від 6,0 до 7,0 мм, при цьому фракціонування здійснювали

на дві, три та чотири фракції.

При фракціонуванні насіння використовували сита з діаметром отворів: на дві фракції – 6,5 мм; на три фракції – 6,0 та 7,0 мм; на чотири фракції – 6,0; 6,5 та 7,0 мм.

При цьому відповідно в першому випадку отримували дві фракції насіння з розміром по ширині більше 6,5 мм і менше 6,5 мм, у другому – три фракції насіння з шириною менше 6,0 мм, від 6,0 до 7,0 мм і більше 7,0 мм, а у третьому випадку – чотири фракції насіння з шириною менше 6,0 мм, від 6,0 до 6,5 мм, від 6,5 до 7,0 мм і більше 7,0 мм. Вихід фракцій становив:

– при фракціонуванні на дві фракції: фракція шириною більше 6,5 мм – 68% і менше 6,5 мм – 32%;

– при фракціонуванні на три фракції: фракція шириною більше 7,0 мм – 36%, від 6,0 до 7,0 мм – 52% і більше 6,0 мм – 12%;

– при фракціонуванні на чотири фракції: фракція шириною насіння більше 7,0 мм – 36%, від 6,5 до 7,0 мм – 32%, від 6,0 – 6,5 мм – 20% і менше 6,0 мм – 12%.

Кожну виділену фракцію насіння обрушували окремо. Результати дослідження наведено на рис. 3.1-3.2.

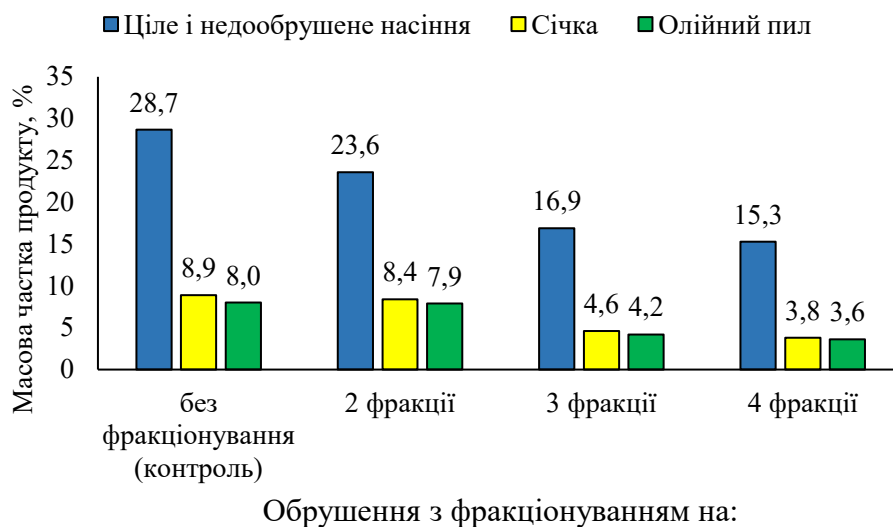


Рисунок 3.1 – Масові частки компонентів рушанки в залежності від кількості фракцій насіння соняшника до обрушення

Як видно з рис. 3.1, попереднє фракціонування насіння по ширині значно впливає на ефективність оброщування. Так, фракціонування насіння навіть на дві фракції підвищує коефіцієнт оброщування насіння та коефіцієнт цілісності ядра. Зазначені коефіцієнти зростають з 71,3% (без фракціонування) до 76,4% (з фракціонуванням) та з 66,2% до 69,4% відповідно.

Вміст цілого і недооброщеного насіння, а також вміст січки та олійного пилу в рушанку, отриманої з попереднім фракціонуванням насіння, знижується в порівнянні з цими показниками рушанки, отриманої без фракціонування насіння.

Найкращі результати отримані при оброщуванні насіння, розділеного по ширині на чотири фракції. Так, вміст цілого та недооброщеного насіння в рушанці, отриманої при оброщуванні всіх чотирьох фракцій, знижується до 15,3%, вміст січки до 3,8%, а олійного пилу до 3,6%.

Найвищий вміст цих небажаних фракцій відзначено в рушанці, отриманій при оброщуванні дрібної фракції насіння (шириною менше 6,0 мм): 20,2% цілого і недооброщеного насіння, 5,2% січки і 4,8% олійного пилу, а найнижчий – у рушанці з великого насіння (шириною понад 7,0 мм): 12% цілого та недооброщеного насіння, 3,2% січки та 3,0% олійного пилу.

Ефективність процесу оброщування з попереднім фракціонуванням насіння соняшнику в розрізі визначених коефіцієнтів наведено на рис. 3.2.

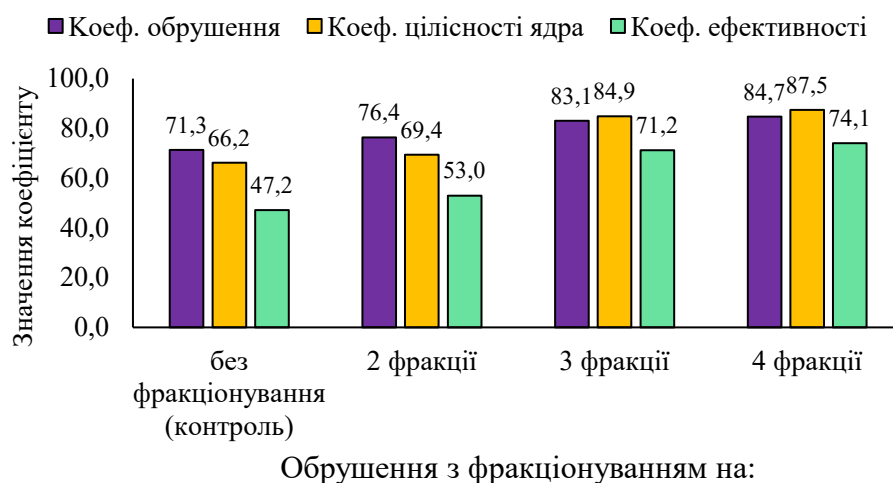


Рисунок 3.2 – Вплив фракціонування насіння соняшника до оброщування на ефективність процесу

Аналогічно з вищенаведеними даними (див. рис. 3.1), дані на рис. 3.2 свідчать про те, що коефіцієнти обрушення та цілісності ядра також найвищі для великої фракції насіння – 88,0% та 89,9%, а найнижчі для дрібної фракції насіння – 79,8% та 82,1%.

Усереднений коефіцієнт обрушування фракціонованого насіння з урахуванням виходу кожної фракції становив 84,7%, коефіцієнт цілісності ядра 87,5% проти 71,3 та 66,2% для насіння без попереднього фракціонування. Таким чином, отримані дані підтверджують ефективність застосування для обрушення насіння соняшнику кондитерського сорту луцильників з гумовими валками з обов'язковим проведенням попереднього фракціонування насіння шириною на чотири фракції.

3.3 Визначення зміни якості одержуваного ядра залежно від способів сепарування рушанки

Важливе місце у виконанні задачі отримання ядра з низьким вмістом лушпиння займають операції сепарування рушанки з виділенням з неї вільного лушпиння і недоручу (цілого та недообрушеного насіння).

В даний час на підприємствах масложирової галузі для здійснення цієї операції використовують два способи:

- сепарування за геометричними розмірами;
- сепарування за аеродинамічними властивостями.

Зазначені способи реалізуються в повітряно-ситових сепараторах і в аспіраційних насіннєвіялках. На жаль, здійснення зазначених способів на існуючому обладнанні не дозволяє отримати ядро з вмістом лушпиння менше 0,3% при забезпеченні мінімальних втрат олії з лушпинням.

В ході дослідження була вивчена можливість використання для сепарування рушанки, крім відомих, додатково способу, заснованого на різниці коефіцієнтів тертя окремих компонентів рушанки об комірчасту поверхню. Цей спосіб широко використовується у круп'яній промисловості

при переробці зерна-рису та інших зернових культур.

У дослідженнях процес сепарування соняшникової рушанки проводили наступним чином: з рушанки, отриманої в лушпильнику, виділяли лушпиння із застосуванням відомих способів: по різниці аеродинамічних властивостей і геометричних розмірів, а потім рушанку, що містить незначну кількість лушпиння, розділяли на ядро тертям об комірчасту поверхню.

«Виділення з рушанки лушпиння здійснювали в аспіраторах моделі DCB-5S із замкнутим циклом повітря» [121].

У процесі дослідження сепаруванню в аспіраторах і паді-сепараторах піддавали як рушанку, отриману при обрешуванні нефракціонованого насіння в лушпильцях, так і рушанку, отриману при обрешенні в лушеннях окремих фракцій насіння, виділених у процесі їх фракціонування по ширині.

Отримані в процесі сепарування рушанки проміжні продукти: ядро та лушпиння – аналізували.

Як контроль використовували аналогічні продукти (ядро і лушпиння), отримані при роботі рушально-вічкового цеху за відомою схемою: обрешення насіння на бичових обрешувачах і сепарування рушанки на аспіраційних насіннєвіялках.

Отримані результати дослідження наведено в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Порівняльна оцінка якості ядра та лушпиння, отриманих при переробці насіння соняшнику сорту Люкс

Найменування зразка	Масова частка, %	
	лушпиння в ядрі	ядра у лушпинні
1	2	3
1. Сепарування рушанки, отриманої обрешенням насіння в бичових обрешувачах, аспіраційних насіннєвіялках (відома технологія):		
ядро	10,20	-
лушпиння	-	0,70

Продовження табл. 3.2

1	2	3
2. Сепарування рушанки, отриманої оброщуванням насіння в луцильниках, в аспірааторах та паді-сепараторах (без фракціонування) (контроль):		
ядро	8,00	-
лушпиння	-	0,60
3. Сепарування окремих фракцій рушанки, отриманих оброщенням фракціонованого насіння, аспірааторах та падді-сепараторах (розроблена технологія):		
I фракція (ширина насіння понад 7,0 мм):		
ядро	3,20	-
лушпиння	-	0,20
II фракція (ширина насіння від 6,5 до 7,0 мм):		
ядро	4,00	-
лушпиння	-	0,25
III фракція (ширина насіння від 6,0 до 6,5 мм):		
ядро	4,80	-
лушпиння	-	0,25
IV фракція (ширина насіння менше 6,0 мм):		
ядро	5,50	-
лушпиння	-	0,30
Усереднені показники для 4-х фракцій:		
ядро	4,0	-
лушпиння	-	0,24

Для кращого візуального сприйняття отриманих результатів на основі даних з табл. 3.2 будуємо графічні залежності (рис. 3.3).

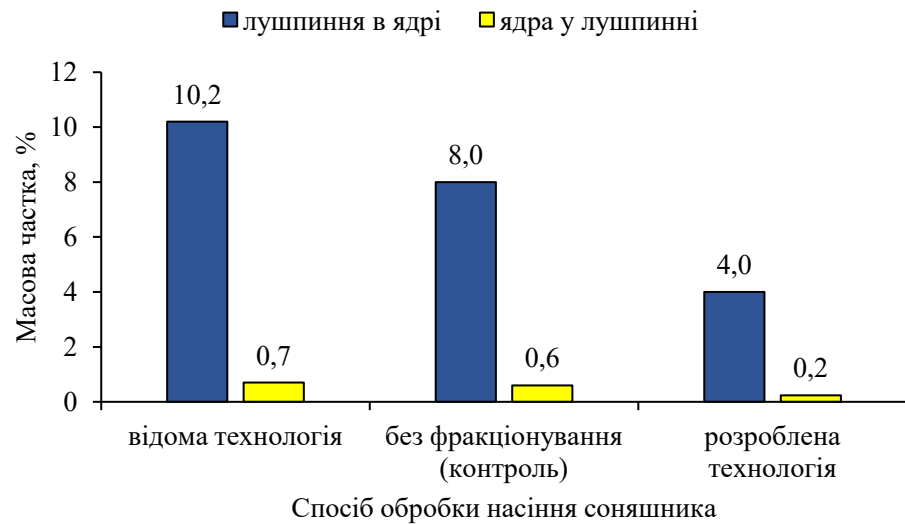


Рисунок 3.3 – Залежність показників якості ядра та лушпиння, отриманих при різних технологіях обробки насіння соняшнику

З даних на рис. 3.3 випливає, що поєднання трьох способів сепарування – за аеродинамічними властивостями, лінійними розмірами і коефіцієнтом тертя – дозволяє підвищити ефективність процесу сепарування і отримати ядро і лушпиння вищої якості. Так, якщо при сепаруванні рушанки за відомою схемою вміст лушпиння в ядрі, що виходить з аспіраційних насіннєвлянок, становить 10,2%, а вміст ядра в лушпинні 0,7%, то при використанні запропонованої схеми - вміст лушпиння в ядрі знижується до 8,8%, а ядра в лушпинні до 0,6%. Особливо суттєво ці показники покращуються при сепаруванні рушанки, отриманої при обрушенні попередньо фракціонованого насіння.

Вміст лушпиння в ядрі (табл. 3.2), отриманому при сепаруванні рушанки з великого насіння (шириною більше 7 мм) становить всього 3,2%, з насіння шириною від 6,5 до 7,0 мм – 4,0%, шириною від 6,0 до 6,5 мм – 4,8% та менше 6,0 мм – 5,5%. Усереднений вміст лушпиння в ядрі, що виходить з паді-сепараторів, з урахуванням вмісту кожної фракції не перевищує 4,0%.

Аналогічні результати отримані і для лушпиння. Попереднє фракціонування насіння за розмірами дає можливість знизити вміст ядра в лушпинні, виділеної з рушанки. Усереднений вміст ядра в лушпинні,

отриманої при сепаруванні всіх обрушених фракцій з урахуванням вмісту кожної фракції, знижується до 0,24% проти 0,4% у схемі, без фракціонування насіння за геометричними розмірами і 0,7% у відомій схемі.

Результати досліджень дозволяють зробити висновок, що поєднання трьох способів сепарування рушанки: за аеродинамічними властивостями, геометричними розмірами і коефіцієнтом тертя – дозволяє підвищити ефективність її поділу на компоненти і знизити вміст лушпиння в ядрі та ядра в лушпинні.

3.4 Порівняльний аналіз способів контролю якості ядра, отриманого після обрушення

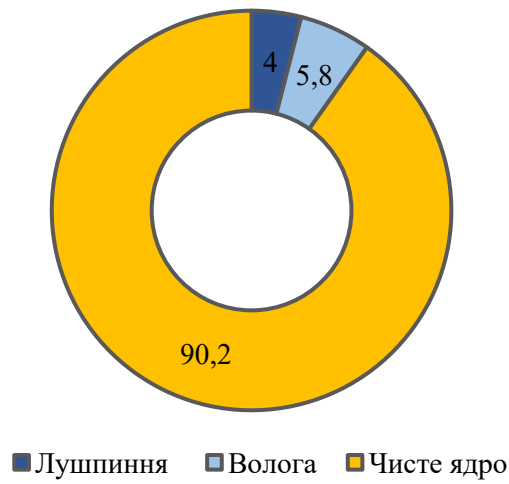
На олійноекстракційних і пресових заводах лушпинність ядра, що виходить із сепаруючих машин, коливається в межах 9-15%. Рекомендації щодо необхідності проведення контролю ядра з метою зниження вмісту в ньому лушпиння перед подачею на подрібнення через їх низьку ефективність промислового застосування не отримали.

В ході дослідження була вивчена можливість застосування для контролю ядра нового способу – поділ суміші компонентів: ядра, лушпиння, цілого і необрушеного насіння – по різниці в їх кольорі. «Цей спосіб реалізується у фотоелектронних сепараторах моделей PUBU» [123].

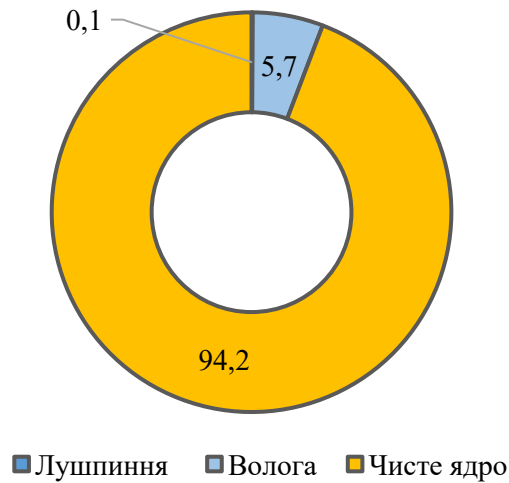
Було проведено порівняльну оцінку ефективності двох способів контролю ядра, що виходить із сепаруючих машин, з метою видалення з нього залишків лушпиння, цілого та недообрушеного насіння: відомого та пропонованого.

Дослідженню піддавали ядро, отримане при сепаруванні рушанки з фракціонованого насіння. Контроль ядра з метою видалення з нього лушпиння, цілого і недообрушеного насіння здійснюється двома способами: по різниці в їхньому кольорі (у фотоелектронному сепараторі) і по різниці в їхній щільності (у проточній воді). Дані досліджень наведено у на рис.3.4.

Ядро до контролю



Ядро після контролю за кольором у фотосепараторі



Ядро після контролю за густиною (у воді)

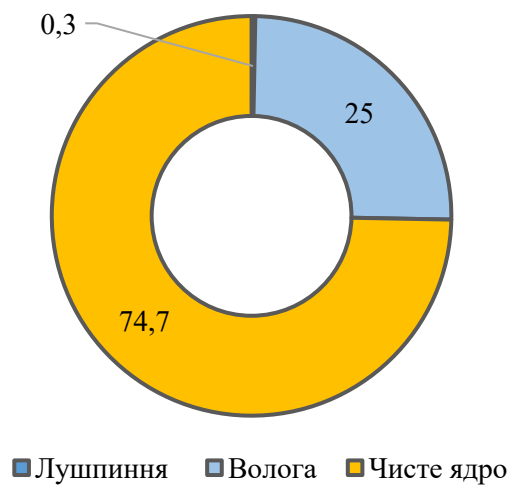


Рисунок 3.4 – Порівняльна оцінка способів контролю якості ядра при переробці насіння соняшника за відомою та розробленою

Аналіз даних з рис. 3.4 дозволяє відзначити, що використання для виділення з ядра залишків лушпиння, цілого і недообрушеного насіння способу, заснованого на різниці в їх кольорі, дозволяє отримати ядро, яке не поступається за якістю ядру, отриманому за відомою технологією – обробкою в проточній воді. Ядро, отримане за розробленою технологією, практично не містить лушпиння. Кількість лушпиння у всіх досліджених зразках ядра не перевищувала 0,1%.

Додатковою перевагою даного способу є і те, що отримане ядро має невисоку вологість – 5,7%, що виключає необхідність застосування сушіння високотемпературної для видалення надлишку вологи. Аналогічно відпадає необхідність у додатковій тепловій обробці компонентів, що видаляються з ядра: лушпиння, цілого і недообрушеного насіння – з метою доведення їх до оптимальної вологості. Це знижує витрати на здійснення операцій із переробки насіння.

Резюмуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що запропонований спосіб контролю ядра з метою виділення з нього лушпиння, цілого і недообрушеного насіння по різниці в їх кольорі дозволяє отримати ядро, за всіма показниками відповідним вимогам для отримання більш якісної соняшникової олії з вищими показниками по чистоті, що дозволить значно зекономити час та кошти на виконанні процесу рафінації.

3.5 Розробка удосконаленої лінії підготовки насіння соняшнику до переробки в олію

Враховуючи високу ефективність застосування розсіву на стадії фракціонування насіння за розмірами, лушпильника з обгумованими валками на стадії обрушення, аспіратора та паді-сепаратора на стадії поділу рушанки та фотоелектронного сепаратора для видалення з ядра залишків лушпиння, недоруша та цілого насіння, було розроблено удосконалену схему підготовки насіння соняшнику до переробки в олію, що представлена на рис. 3.5.

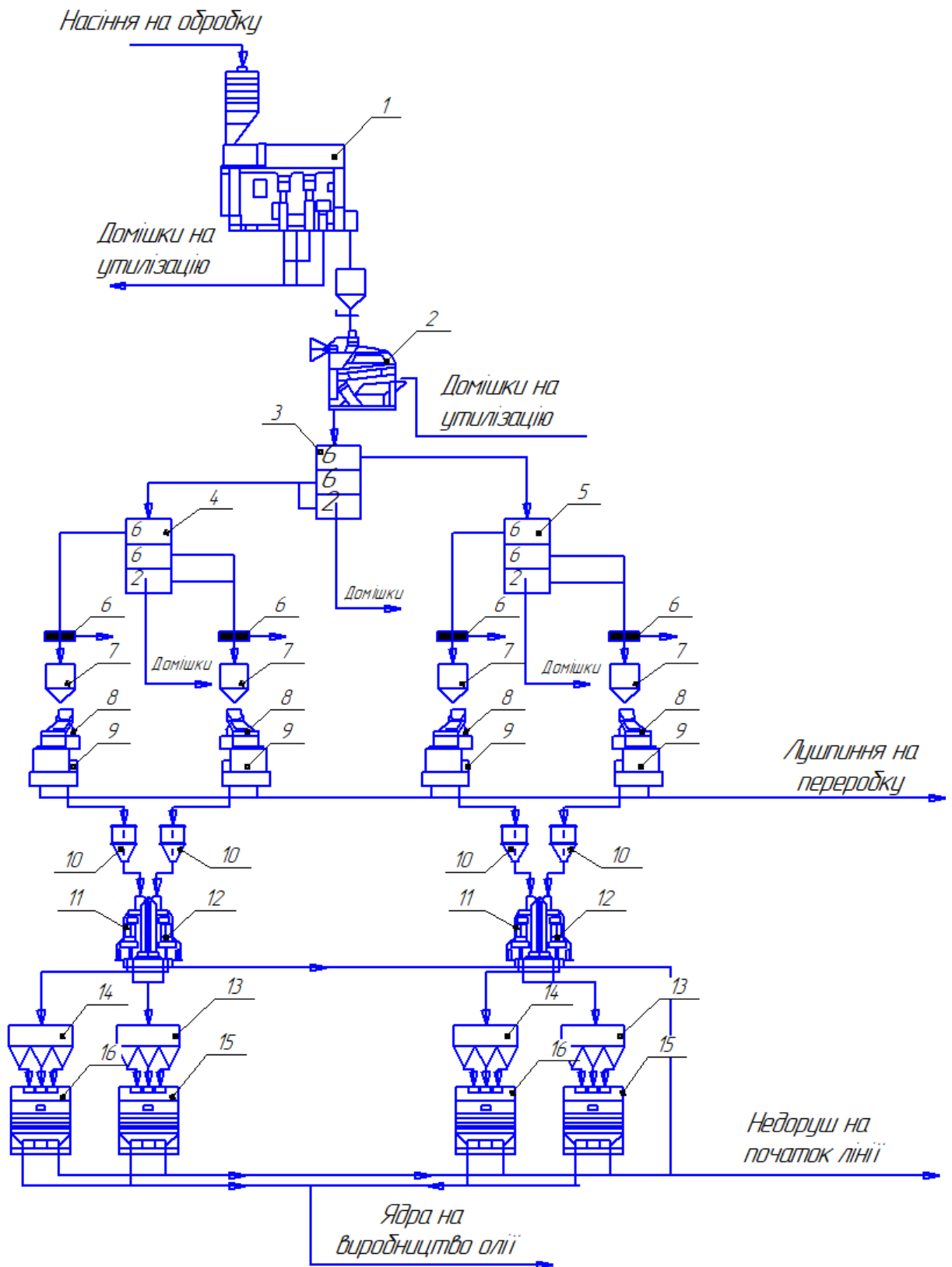


Рисунок 3.5 – Розроблена схема підготовки насіння соняшнику до переробки в олію

Розроблена лінія складається з повітряно-ситового сепаратора 1, призначеного для відокремлення від насіння легень, органічних домішок, каменевідбірника 2 для відділення мінеральних домішок (гальки, піску і т.д), розсіву для попереднього 3 та остаточного 4, 5 фракціонування насіння по ширині, магнітних сепараторів 6 для відділення металоманітних домішок, буферних ємностей 7 для подачі насіння на луцильники 8, призначених для окремого обрушення кожної фракції насіння, виділених на розсіваннях, аспіраторів 9 для виділення з рушанки легкої фракції, що складається, в основному, з лущиння, буферних ємностей 10 над паді-сепараторами 11, в яких здійснюється що виходить з аспіраторів, на ядро, недоруш і суміш ядра з недорушем, надсепараторних бункерів 13 і фотоелектронних сепараторів 15, де відбувається розподіл суміші ядра і недоруша, що виходить з паді-сепараторів, на ядро і недоруш, надсепараторних бункерів 14 і фотоелектронних сепараторів 16, призначених для виділення з ядра, отриманого на паді-сепараторах, залишків лущиння, цілого та недообрушеного насіння.

Технологічний процес в розробленій лінії підготовки насіння соняшника до переробки в олії відбувається наступним чином.

Насіння соняшника, що надходить у цех, проходить очищення від домішок спочатку на повітряно-ситовому сепараторі 1, потім на каменевідбірнику 2. Домішки, що відокремилися, виводяться з виробництва, а насіння направляється на фракціонування на розсіви, при цьому насіння проходить спочатку попереднє фракціонування по ширині на чотири фракції на розсіві 3, потім остаточне – на двох розсіваннях 4,5, причому, на розсів 5 надходить насіння з більшою шириною (перша і друга фракції), а на розсів 4 з меншою шириною (третья та четверта фракції).

Отримані фракції насіння, пройшовши магнітний захист в магнітних сепараторах 6, направляються в буферні ємності 7, розташовані над луцильниками 8.

Обрушення кожної фракції насіння відбувається в окремих луцильниках.

Отримана рушанка прямує на сепарування в аспіратори 9, де відбувається виділення з неї легкої фракції – лушпиння, що прямує на переробку.

Важка фракція, що складається з ядра і недоруша, що виходить з аспіраторів 9, надходить у буферні ємності 10, а з них у паді-сепаратори 11, де відбувається її поділ на компоненти: ядро, недоруш та суміш ядра з недорушем.

Ядро, що виходить з паді-сепараторів 11, надходить у надсепараторні бункери 14, а з них у фотоелектронні сепаратори 16 для остаточного видалення з нього залишків лушпиння, недообрушеного і цілого насіння, після чого прямує на виробництво олії покращеної якості.

Суміш ядра з недорушом, що виходить з паді-сепараторів 11, подається в надсепараторні бункери 13, а з них у фотоелектронні сепаратори 15, де відбувається її поділ на ядро і недоруш (суміш недообрушених і цілих насінин).

Ядро, що виходить із фотоелектронних сепараторів 15, змішується із загальним потоком ядра, що йде на виробництво олії покращеної якості.

Недоруш, що виходить із паді сепараторів 11, об'єднується з потоком недоруша, що виходить із фотоелектронних сепараторів 15 і 16 і відводиться на переробку.

Введення додаткового вузла фракціонування насіння по ширині дає можливість більш ефективно здійснювати процес обрушення насіння та отримати рушанку з максимальним вмістом цілого ядра та мінімальним вмістом січки, олійного пилу та недорушу.

Всі апарати розробленої лінії герметизовані, що запобігає викиду пилу (смітного або олійного) з корпусів апаратів в навколишнє повітря.

Таким чином, здійснення технологічного процесу отримання ядра з насіння соняшнику на розробленій лінії порівняно з традиційною дозволяє

отримати високоякісне ядро, що практично не містить лушпиння, для виробництва кондитерських виробів.

У табл.3.3 наведено порівняльну оцінку ефективності переробки насіння соняшнику на відомій та розробленій лініях.

Таблиця 3.3 – Порівняльна оцінка ефективності переробки насіння соняшнику кондитерських сортів на відомій та розробленій лініях

Показник	Значення показника для лінії	
	відомої	розробленої
<i>Показники рушанки:</i>		
Вміст у рушанці, %:		
цілого та недообрушеного насіння	32,2	15,3
січки	10,1	3,8
олійного пилу	9,2	3,6
Коефіцієнт обрушення насіння ($k_{обр}$), %	67,8	84,7
Коефіцієнт цілісності насіння ($k_{ц.я.}$), %	59,3	87,5
Ефективність обрушення (η), %	40,2	74,1
<i>Показники якості ядра після сепарування:</i>		
Масова частка лушпиння, %	10,2	4,0
<i>Показники якості лушпиння після сепарування:</i>		
Масова частка ядра, %	0,7	0,24
<i>Показники якості ядра після контролю:</i>		
Масова частка, %:		
лушпиння	0,3	0,1
вологи	25,0	5,7
Вихід цілого ядра, %	31,2	51,9

Як видно з табл. 3.3, при використанні розробленої схеми підготовки насіння соняшника до переробки в олію вміст у рушанці цілого та недообрушеного насіння, січки та олійного пилу значно менший. При цьому

коефіцієнт обрушення насіння, цілісності ядра значно вищі. Ефективність обрушення насіння соняшника на пропонованій лінії в 1,8 рази більша, чим при використанні відомої лінії. Варто також відмітити збільшення виходу цілого ядра на 20,7 %, що в 1,6 разів більший, ніж при використанні відомої лінії підготовки насіння соняшника.

Висновки по розділу.

Встановлено, що обрушення насіння соняшнику в луцильнику забезпечує отримання рушанки більш високої якості в порівнянні з бичовою насіннерушкою: в рушанці, отриманої в луцильнику, істотно знижується вміст цілого і недообрушеного насіння і менш значно знижується вміст січки і олійного пилу. Однак, незважаючи на деяке поліпшення якості рушанки, отриманої в луцильнику, вона залишається нижче рівня, що пред'являється технологічним регламентом.

Визначено, що попереднє фракціонування насіння по ширині значно впливає на ефективність обрушування. Так, фракціонування насіння навіть на дві фракції підвищує коефіцієнт обрушення насіння та коефіцієнт цілісності ядра.

Найкращі результати отримані при обрушенні насіння, розділеного по ширині на чотири фракції. Так, вміст цілого та недообрушеного насіння в рушанці, отриманої при обрушенні всіх чотирьох фракцій, знижується до 15,3%, вміст січки до 3,8%, а олійного пилу до 3,6%.

Отже, отримані дані підтверджують ефективність застосування для обрушення насіння соняшнику луцильників з гумовими валками з обов'язковим проведенням попереднього фракціонування насіння шириною на чотири фракції.

Визначено, що при сепаруванні рушанки за відомою схемою вміст лушпиння в ядрі, що виходить з аспіраційних насіннєвіялок, становить 10,2%, а вміст ядра в лушпинні 0,7%, то при використанні запропонованої схеми - вміст лушпиння в ядрі знижується до 8,8%, а ядра в лушпинні до 0,6%.

Особливо суттєво ці показники покращуються при сепаруванні рушанки, отриманої при обрушенні попередньо фракціонованого насіння. Встановлено, що поєднання трьох способів сепарування рушанки: за аеродинамічними властивостями, геометричними розмірами і коефіцієнтом тертя – дозволяє підвищити ефективність її поділу на компоненти і знизити вміст лушпиння в ядрі та ядра в лушпинні.

В результаті проведених досліджень зафіксовано, що використання для виділення з ядра залишків лушпиння, цілого і недообрушеного насіння способу, заснованого на різниці в їх кольорі, дозволяє отримати ядро, яке не поступається за якістю ядру, отриманому за відомою технологією – обробкою в проточній воді. Кількість лушпиння у всіх досліджених зразках ядра не перевищувала 0,1%. При цьому отримане ядро має невисоку вологість – 5,7%, що виключає необхідність застосування сушіння високотемпературної для видалення надлишку вологи.

Розроблено удосконалену схему підготовки насіння соняшнику до переробки в олію, що включає застосування розсіву на стадії фракціонування насіння за розмірами, лушпильника з обгумованими валками на стадії обрушення, аспіратора та паді-сепаратора на стадії поділу рушанки та фотоелектронного сепаратора для видалення з ядра залишків лушпиння, недоруша та цілого насіння.

Ефективність обрушення насіння соняшника при використанні розробленої схеми в 1,8 рази більша, чим при використанні відомої схеми. Варто також відмітити збільшення виходу цілого ядра на 20,7 %, що в 1,6 разів більший, ніж при використанні відомої лінії підготовки насіння соняшника.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Організація охорони праці на підприємстві

«Охорона праці на харчовому підприємстві, як і на будь-якому іншому виробництві, є системою законодавчих актів та відповідних їм соціально-економічних, технічних, гігієнічних та організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я та працездатність людини в процесі праці» [124, 125].

Як наука охорона праці широко використовує висновки та положення соціально-економічних, правових, медичних та технічних галузей знань.

Внаслідок систематичної та планомірної роботи в галузі охорони праці, що проводиться державними, господарськими та профспілковими організаціями під керівництвом державних органів, в Україні неухильно знижуються виробничий травматизм та професійні захворювання. Їхній рівень нині в нашій країні – один із найнижчих у світі.

«Висуваючи широку та багатосторонню програму соціального розвитку та підвищення добробуту народу України на перший план поставлено завдання покращити постачання населення країни продуктами харчування. Для вирішення цього завдання розроблено Продовольчу програму України на період до 2030 року, яка є найважливішою складовою економічної стратегії України на нинішнє десятиліття» [124].

Використовуючи зростання економічного потенціалу, органи державного самоврядування ставлять завдання: якнайшвидше забезпечити постачання населення всіма видами продовольства, істотно поліпшити склад харчування за рахунок зростання споживання найбільш цінних продуктів. Зокрема, передбачається повністю забезпечити попит на такі продукти, як крупа, кондитерські вироби, маргарин, яйця та риба, покращити постачання м'яса, молока, плодів, овочів та рослинної олії, зокрема соняшникової.

Розвиток сучасної харчової промисловості передбачено на основі вдосконалення технології, впровадження безперервних схем та інтенсивних режимів виробництва, високопродуктивних комплексно-механізованих потокових ліній. Реалізація заходів щодо розвитку харчової промисловості сприятиме покращенню умов праці як соціального фактору підвищення його ефективності.

«Організація роботи з охорони праці на харчових підприємствах, вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням безпечних умов праці, ліквідацією травматизму та професійних захворювань, профілактикою сплавлень до шкідливого впливу на працівників факторів виробничого середовища, пожежною безпекою, немислимі без оволодіння основами знань, що викладаються у спеціальних технічних дисциплінах та в такій комплексній дисципліні, як охорона праці» [125]. Вивчення та тверде засвоєння основ охорони праці є обов'язковими для кожної майбутнього інженера.

У харчовій промисловості керівництво роботою з охорони праці та організацію цієї роботи здійснює адміністративно-технічний персонал підприємства: у межах всього підприємства – директор та головний інженер, у цехах, на ділянках, у лабораторіях – начальники цих цехів, ділянок та лабораторій, які зобов'язані:

- а) створити безпечні умови роботи при здійсненні технологічних та виробничих процесів та операцій;
- б) своєчасно проводити заходи з техніки безпеки, виробничої санітарії, механізації та автоматизації важких, шкідливих та небезпечних робіт;
- в) забезпечити нормальні температурно-вологісні умови та чистоту повітря у приміщеннях, в яких перебувають робітники або службовці;
- г) навчати робітників та інженерно-технічний персонал безпечним методам праці, проводити систематичний інструктаж та пропагувати безпечні прийоми роботи;
- д) забезпечувати робітників необхідним спецодягом та засобами індивідуального захисту.

Відповідно до існуючих положень ці ж особи несуть відповідальність за стан охорони праці, виконання правил техніки безпеки та виробничої санітарії.

Одним із ефективних важелів щодо профілактики виробничого травматизму та дотримання правил техніки безпеки є пропаганда техніки безпеки. Засоби пропаганди техніки безпеки дуже різноманітні від попереджувальних написів до плакатів, які сприяють запам'ятовування основних правил безпеки при роботі.

Однією з дієвих засобів пропаганди техніки безпеки є плакати, що випускаються видавництвами, але вони можуть бути виконані безпосередньо на підприємстві. Потрібно ширше використовувати наочну агітацію для пропагування вимог техніки безпеки та виробничої санітарії безпосередньо в цехах та на робочих місцях. Добре оформлені плакати не тільки привертають увагу робітників, а й є елементом благоустрою заводської території.

«До засобів пропаганди відносяться також всілякі написи, що попереджають про небезпеку ураження струмом, вибухонебезпечність, пожежонебезпечність, про неприпустимість включення обладнання при його ремонті та ін» [125].

Господарським і профспілковим керівникам рекомендується виявляти більше турботи про зміцнення трудової та виробничої дисципліни, щоб кожен робітник і службовець неухильно дотримувався інструкцій з безпечних методів праці, правил і норм техніки безпеки та виробничої санітарії, затверджених технологічних регламентів і режимів роботи, правил експлуатації механізмів та іншого виробничого обладнання. Будь-яке порушення техніки безпеки на виробництві має розглядатися як надзвичайна ситуація.

4.2 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

В умовах підприємства ТОВ «ДАлекс» керівництво і контроль за станом охорони праці на підприємстві покладено на головного інженера. У веденні

головного інженера підприємства знаходиться бюро з техніки безпеки у складі трьох осіб, які проводять наступну роботу:

а) здійснюють контроль за дотриманням керівниками цехів, відділів та дільниць чинного законодавства, постанов та розпоряджень уряду, міністерств, а також інструкцій, правил та норм з техніки безпеки;

б) організують розробку заходів щодо створення безпечних умов праці, інструктаж робітників та навчання їх на курсах з техніки безпеки;

в) беруть участь у роботі комісії з перевірки знань інженерно-технічних працівників у галузі охорони праці, розслідування причин аварій та нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, розгляду проектів будівництва, реконструкції, капітального ремонту цехів та обладнання;

г) організують та влаштовують навчальні кабінети, куточки, вітрини, використовують плакати та попереджувальні написи з техніки безпеки;

д) ведуть облік постраждалих при аваріях та нещасних випадках, пов'язаних із виробництвом, та проводять аналіз їх причин, складають за ними звіти, а також звіти про освоєння коштів, асигнованих на заходи з охорони праці.

Попередження аварій та нещасних випадків не може бути забезпечене без належного інструктажу працюючих з техніки безпеки. На дільницях з підвищеною небезпекою, шкідливістю та складними процесами виробництва кожен робітник після практичного навчання безпечним методам праці зобов'язаний пройти індивідуальну перевірку засвоєння практичних прийомів безпечної роботи у спеціальних комісіях, очолюваних начальниками відповідних цехів. Допуск до роботи без попереднього інструктажу з техніки безпеки на підприємстві ТОВ «ДАлекс» забороняється. Робітникам, які обслуговують об'єкти підвищеної небезпеки, слід щорічно проходити переатестацію.

Організація розслідування нещасних випадків в умовах ТОВ «ДАлекс» на провадженні відповідно до чинного законодавства; участь у роботі комісії з розслідування нещасного випадку; оформлення та зберігання документів, що

стосуються вимог охорони праці (актів та інших документів щодо розслідування нещасних випадків на виробництві, протоколів вимірювань параметрів небезпечних та шкідливих виробничих факторів, оцінки обладнання за фактором травмобезпеки, матеріалів атестації робочих місць за умовами праці, сертифікації робіт з охорони праці та ін.), відповідно до встановлених термінів.

З 2019 року на підприємстві ТОВ «ДАлекс» успішно впроваджено триступеневий контроль за станом охорони праці та виробничого санітарії. Його проводять з метою своєчасного виявлення та усунення причин виробничого травматизму, порушення правил техніки безпеки та виробничої санітарії, а також покращення умов праці працюючих. Керівництво та організація робіт з триступеневого контролю покладені на головного інженера підприємства та голову комітету профспілки або осіб, які їх замінюють. Сутність триступеневого контролю полягає в наступному.

На першому ступені контроль здійснюють майстер та громадський інспектор з охорони праці, які щодня перевіряють на своїй ділянці стан робочих місць, справність обладнання, наявність та справність огорож, індивідуальних засобів захисту тощо. Виявлені недоліки відзначають у спеціальному журналі та вживають заходів до їх усунення.

На другому ступені контроль здійснюють начальник цеху, голова комісії охорони праці Комітету профспілки, інженер з охорони праці та лікар (найманий працівник), які один раз на тиждень перевіряють стан охорони праці в цеху. Комісія звертає особливу увагу на справність та безпечний стан виробничих та допоміжних приміщень, обладнання, інструменту та пристроїв контрольних-вимірювальних приладів, інвентарю, запобіжних блокувальних пристроїв та ін. Виявлені недоліки усувають в оперативному порядку, за винятком тих, усунення яких вимагає певного часу та додаткових асигнувань. Ці недоліки комісія зазначає у спеціальному журналі із зазначенням термінів їх усунення та осіб, відповідальних за виконання.

На третьому ступені контроль здійснюють головний інженер підприємства, голова комітету профспілки чи голова комісії охорони праці, санітарний лікар, начальник відділу охорони праці, головний механік та головний енергетик, які один раз на місяць перевіряють стан охорони праці у кожному цеху чи групі цехів. Результати перевірки обговорюють на нараді начальників цехів та відділів у директора чи головного інженера підприємства з наступним виданням наказу по підприємству, яким затверджують заходи щодо подальшого покращення умов праці та техніки безпеки, терміни виконання та відповідальних виконавців. Дані триступеневого контролю заносять до журналу за спеціальною формою.

Ефективність будь-якої системи управління виражається в результативності функціонування об'єкта управління. При аналізі ефективності системи управління охороною праці (СУОП) показниками її функціонування є: рівень нещасних випадків, професійних захворювань тощо. [124].

4.3 Аналіз виробничого травматизму

«У загальному випадку можна виділити 4 групи причин виробничого травматизму:

- 1 Технічні причини (несправність машин, відсутність огорож).
- 2 Організаційні (погана організація праці, робочого місця; відсутність інструктажу, нагляду).
- 3 Санітарно-гігієнічні (чинники виробничого середовища).
- 4 Психофізіологічні (особисті): перевтома, недисциплінованість, неприємності за межами місця роботи, алкоголь» [125].

На підставі актів за формою Н-1 адміністрація організації щорічно складає звіт щодо встановленої формі (7 Т Вр) про постраждалих від н/в, пов'язаних з виробництвом. Для порівняння виробничого травматизму за

окремі відрізки часу на кожному підприємстві необхідно не лише враховувати кількість н/в, а й пов'язувати їх із кількістю працюючих та вагою н/в.

І тому для об'єктивного аналізу виробничого травматизму служать коефіцієнти травматизму (показники). Нижче наведені формули їх визначення. «До показників виробничого травматизму відносяться [125]:

- 1) Коефіцієнт частоти травматизму;
- 2) Коефіцієнт тяжкості травматизму;
- 3) Коефіцієнт втрат».

«Коефіцієнт частоти травматизму – це середнє число постраждалих у разі нещасних випадків, за звітний період, що припадає на 1000 працюючих:

$$K_v = \frac{n}{P} \cdot 1000, \quad (4.1)$$

де n – кількість постраждалих за звітний період;

P – середньооблікова кількість працюючих» [125].

«Коефіцієнт тяжкості травматизму – це середнє число людино-днів непрацездатності, що припадає на один нещасний випадок:

$$K_m = \frac{D}{n}, \quad (4.2)$$

де D – число днів непрацездатності з випадків, що закінчилися у звітному періоді;

n – кількість постраждалих» [125].

«Коефіцієнт втрат – середня кількість людино-днів непрацездатності, що припадає на 1000 працюючих:

$$K_g = \frac{D}{P} \cdot 1000, \quad (4.3)$$

де n – кількість осіб, які постраждали при н/в за звітній період (півріччя, рік тощо) зі втратою працездатності понад 1 робочий день;

P – середньооблікова кількість працюючих, визначається шляхом підсумовування середньооблікового числа працюючих за кожен місяць та поділу цієї суми на кількість місяців звітного періоду;

D – загальна кількість людино-днів непрацездатності за весь час хвороби (у робочих днях у всіх постраждалих, включаючи померлих), тимчасова непрацездатність яких закінчилася у звітному періоді. Сюди включаються і дні непрацездатності тих постраждалих від н/в, непрацездатність яких розпочалася у попередньому періоді, а закінчилася у звітному» [125].

Для розрахунку показників виробничого травматизму будемо використовувати статистичну інформацію, отриману в бюро з техніки безпеки ТОВ «ДАлекс», яка наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Статистична інформація щодо травматизму на ТОВ «ДАлекс» за період 2019-2021 рр.

Показники	Рік		
	2019	2020	2021
Кількість працівників, чол.	223	231	274
Кількість постраждалих від н/в, од	2	1	1
Кількість днів непрацездатності, к.д.	28	12	3

Відповідно до формули (4.1) визначимо коефіцієнт частоти травматизму на ТОВ «ДАлекс» за звітній період 2019-2021 рр:

$$K_q^{2019} = \frac{2}{223} \cdot 1000 = 8,96;$$

$$K_q^{2020} = \frac{1}{231} \cdot 1000 = 4,32;$$

$$K_q^{2021} = \frac{1}{274} \cdot 1000 = 3,65.$$

Також за формулою (4.2) розраховуємо коефіцієнт тяжкості травматизму на ТОВ «Далекс» за звітній період 2019-2021 рр:

$$K_m^{2019} = \frac{28}{2} = 14,0;$$

$$K_m^{2020} = \frac{12}{1} = 12,0;$$

$$K_m^{2021} = \frac{3}{1} = 3,0.$$

Завершуємо розрахунок визначенням коефіцієнту втрат на ТОВ «Далекс» за звітній період 2019-2021 рр відповідно до формули (4.3):

$$K_e^{2019} = \frac{28}{223} \cdot 1000 = 125,56;$$

$$K_e^{2020} = \frac{12}{231} \cdot 1000 = 51,95;$$

$$K_e^{2021} = \frac{3}{274} \cdot 1000 = 10,94.$$

За отриманими результатами розрахунків будуємо діаграму аналізу виробничого травматизму

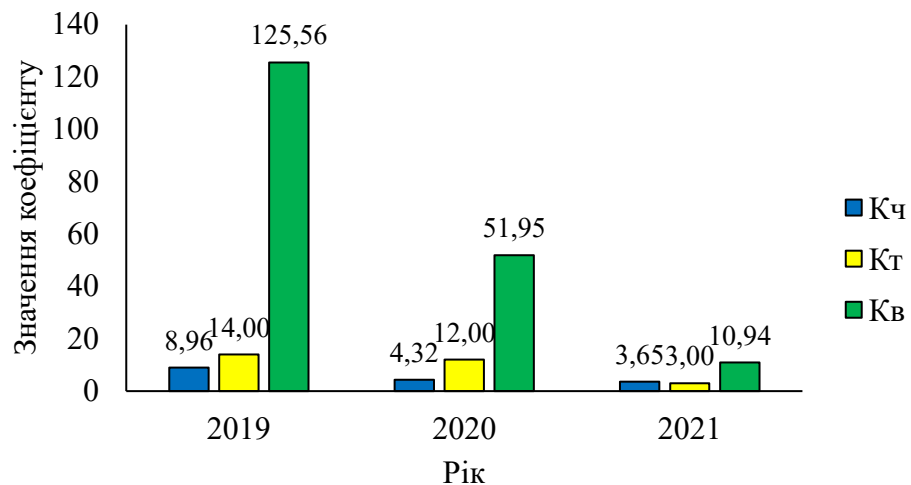


Рисунок 4.1 – Діаграма аналізу виробничого травматизму ТОВ «Далекс» за період 2019-2021 рр.

Як видно з рис. 4.1, стан охорони праці на підприємстві ТОВ «ДАлекс» покращується, на що вказують зменшення коефіцієнтів виробничого травматизму. За допомогою впровадження тріступеневого контролю за станом охорони праці та виробничого санітарії вдалося знизити коефіцієнт частоти травматизму на 60 %, коефіцієнт тяжкості травматизму – на 79 %, коефіцієнт втрат – на 82 %.

4.4 Заходи з поліпшення охорони праці на підприємстві

В дипломній роботі розглядається технологія підготовки насіння соняшника до переробки в олію, а саме операція обрушення насіння. Обрушення насіння соняшника – це відокремлення оболонки від ядра засобами удару, зсуву, стиску, тобто під час виконання цієї операції неминучим явищем є пилоутворення.

Загальновідомим є той факт, що зерновий пил в певній концентрації у повітрі є дуже вибухонебезпечною речовиною, а олійний пил, який утворюється в результаті обробки насіння олійних культур є ще більш небезпечним. Тому було прийнято рішення щодо проведення розрахунків виробничого цеху дільниці обрушення на запиленість.

Розрахунок запиленості виробничого цеху дільниці обрушення насіння соняшника проводимо за загальноприйнятою методикою [125].

«Концентрація пилу X_1 в 1 м^3 повітря ($\text{мг}/\text{м}^3$) визначається за формулою:

$$X_1 = \frac{P_1 - P}{V_1}, \quad (4.4)$$

де P_1, P – маса (мг) фільтра P і після дослідів P_1 ;

V_1 – об'єм (л) просоченого через фільтри повітря; визначається за формулою:

$$V_1 = V \cdot T, \quad (4.5)$$

де V – показання поплавця ротаметра аспіратора, об'ємна швидкість, л/хв;
 T – час досліду, хв.

Об'єм просоченого повітря V_0 , приведеного до нормальних умов (до такого об'єму, який він займав би при температурі $0\text{ }^\circ\text{C}$ і тиску 760 мм рт.ст.) дорівнює:

$$V_0 = \frac{V_1 \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760}, \quad (4.6)$$

де B – барометричний тиск в місці відбору проби, мм. рт. ст.;

t – температура повітря в місці відбору проби, $^\circ\text{C}$.

Концентрація пилу X_0 в 1 м^3 повітря за нормальних умов становитиме:

$$X_0 = \frac{P_1 - P}{V_0}, \quad (4.7)$$

Оцінку результатів дослідження провести порівнянням їх з ГДК за СНіП 245-71 та ГОСТ 12.1.005-88» [125].

Дослідження проводимо в двох повторностях. Результати розрахунку зводимо в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати визначення запиленості виробничого цеху ділянки обрушення насіння соняшнику

Показник	Перше вимірювання	Друге вимірювання
Маса фільтру до вимірювання, г	80	80
Маса фільтру після вимірювання, г	88	90
Температура повітря, $^\circ\text{C}$	16	16

Продовження табл. 4.2

Показник	Перше вимірювання	Друге вимірювання
Барометричний тиск в місці відбору проби, мм. рт. ст.	750	750
Час проведення дослідів, хв.	5	5
Об'ємна швидкість за ротаметром, л/хв	15	15,5
Об'єм просоченого через фільтри повітря V_1 , л	75	82,5
Приведений об'єм просоченого повітря V_0 ,	69,91	76,90
Концентрація пилу X_1 в 1 м ³ повітря, мг/м ³	0,10	0,12
Концентрація пилу X_0 в 1 м ³ повітря за нормальних умов, мг/м ³	0,11	0,13
Назва пилу	Зерновий пил	
ГДК пилу (за нормативною документацією)	6,0	
Відхилення від норми, мг/м ³	-5,89	-5,87

Як видно з табл. 4.2, наявна система аспірації в виробничого цеху ділянки обрушення насіння соняшнику повністю впорується з недопущенням пиловиділення в приміщення цеху та доведення його до гранично-небезпечних концентрацій.

Висновки по розділу.

В розділі розглянуто стан охорони праці на підприємстві ТОВ «Далекс». Проведено аналіз виробничого травматизму за період 2019-2021 рр. За звітній період на підприємстві вдалося знизити коефіцієнт частоти травматизму на 60 %, коефіцієнт тяжкості травматизму – на 79 %, коефіцієнт втрат – на 82 %. Проведено визначення запиленості виробничого цеху ділянки обрушення насіння соняшнику. Концентрація зернового пилу у виробничому приміщенні перебуває на рівні 0,11...0,13 мг/м³, що складає близько 2% від гранично допустимої концентрації.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунки в розділі Організаційно-економічна частина проводяться з метою визначення розмірів витрат дослідження та економічної доцільності роботи в цілому.

5.1 Організація досліджень

5.1.1. План проведення дослідження

План проведення дослідження з обґрунтування процесу підготовки насіння соняшника до переробки в олію 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 показників якості насіння соняшнику як об'єкту дослідження та вибір методик дослідження	6
5-6	Визначення залежності складу отриманої рушанки від способу обрушення насіння соняшнику	8
6-7	Визначення впливу попереднього фракціонування насіння соняшнику на ефективність їх обрушення	8
7-8	Визначення зміни якості одержуваного ядра залежно від способів сепарування рушанки	8
8-9	Порівняльний аналіз способів контролю якості ядра, отриманого після обрушення	10
9-10	Розробка удосконаленої лінії підготовки насіння соняшнику до переробки в олію	8
8-11	Аналіз отриманих результатів (побудова та опис таблиць, графіків та ін.)	1
9-11		1
10-11		1
11-12	Формулювання висновків по роботі на основі результатів	5
12-13	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» [86].

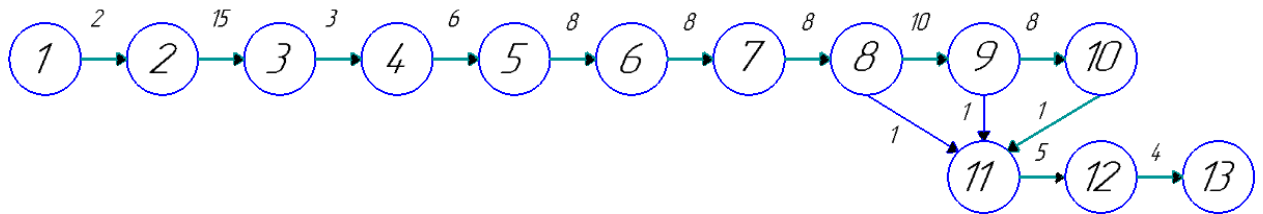


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення дослідження

«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» [86]. Для цього складаються тривалості робіт (t_{ij}):

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13}=2+15+3+6+8+8+8+10+8+1+5+4=78 \text{ днів};$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-12-13}=2+15+3+6+8+8+8+10+1+5+4=70 \text{ днів};$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-12-13}=2+15+3+6+8+8+8+1+5+4=60 \text{ днів}.$$

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ($L_{кр}$). У даному випадку критичними є перший шлях, тобто $L_{кр} = L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13}$.

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» [86].

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	34	34	0
7	42	42	0
8	50	50	0
9	60	60	0
10	68	68	0
11	69	69	0
12	74	74	0
13	78	78	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» [86]:

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

де t_{ij} – тривалість роботи.

б) «вільний резерв часу роботи (R_{ij}^s) – 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)» [86]:

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

«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)» [86]:

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

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

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

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів

Шифр робіт, і-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	0,03
3-4	0	0	0,23
4-5	0	0	0,28
5-6	0	0	0,37
6-7	0	0	0,49
7-8	0	0	0,60
8-9	0	0	0,74
9-10	0	0	0,86
8-11	18	18	0,65
9-11	7	7	0,78
10-11	0	0	0,88
11-12	0	0	0,95
12-13	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 критичний шлях триває 78 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням обґрунтування процесу підготовки насіння соняшника до переробки в олію.

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» [86].

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
Насіння соняшника Люкс, кг	20	15,30	306,00
Насіння соняшника Лакомка, кг	2	13,20	26,40

Продовження табл. 5.4

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Насіння соняшника Круїз, кг	2	14,00	28,00
Насіння соняшника Гермес, кг	2	13,80	27,60
Насіння соняшника Фаворит, кг	2	14,30	28,60
Насіння соняшника Юпітер, кг	2	14,70	29,40
КОН, кг	0,5	150,00	75,00
Всього			521,00

«Заробітна плата працівників, що займалися дослідженням, визначається множенням середньогодинного заробітку працівника на кількість витраченого часу» [86]. 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.).

$$E_{розсів} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 1,68 = 66,52 \text{ грн};$$

$$E_{луц.} = 5,0 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 1,68 = 151,2 \text{ грн};$$

$$E_{фотосен.} = 2,9 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 1,68 = 87,70 \text{ грн};$$

$$E_{ваз} = 0,8 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 1,68 = 13,44 \text{ грн};$$

$$E_{заг} = E_{розсів} + E_{луц.} + E_{фотосен.} + E_{ваз} = 66,52 + 151,20 + 87,70 + 13,44 = 318,86 \text{ грн.}$$

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.

$$A_{розсів} = \frac{120000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 65,75 \text{ грн};$$

$$A_{луц.} = \frac{300000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 164,38 \text{ грн};$$

$$A_{фотосен.} = \frac{400000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 219,17 \text{ грн};$$

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

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
Розсів	120000	20	1	65,75
Луцильник	300000	20	1	164,38
Фотосепаратор	400000	20	1	219,17
Ваги лабораторні	4000	12,5	1	1,37
Всього				450,67

«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» [86].

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	521,00
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	318,86
Амортизація	450,67
Накладні витрати	800,00
Всього	3310,53

Як видно з табл. 5.7, найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження обґрунтування процесу підготовки насіння соняшника до переробки в олію є витрати на заробітну платню, які складають 30,2 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з нарахуваннями на заробітну плату, і склали 6,6 % 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)» [86]:

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

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

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

Таким чином:

$$Ц = 3310,53 + \frac{30 \cdot 3310,53}{100} = 4303,69 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 4303,69 грн.

Висновки по розділу.

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 78 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи

над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну платню, які складають 30,2 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з нарахуваннями на заробітну плату, і склали 6,6 % від загальної суми витрат.

Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4303,69 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В огляді літературних джерел встановлено брак досліджень, спрямованих на розробку нових, більш ефективних способів поділу рушанки насіння соняшника, хоча ця операція викликає дуже багато питань у дослідників. Таким чином, актуальною проблемою, що стоїть перед працівниками олійно-жирової галузі, є розробка інноваційної технології обрушення насіння соняшника та відділення оболонки від ядра, саме при переробці насіння соняшнику кондитерського типу, так як одержання ядра, що відповідає вимогам кондитерського виробництва – становить значну складність.

В другому розділі роботи описано методики і формули, за якими розраховувались відсоткові частки фракцій дослідної рушанки, які були отримані в результаті експериментальних досліджень. Надано характеристику об'єктам дослідження – насінню соняшнику різних типів, сортів і гібридів. Визначено їх фізико-хімічні показники якості та показники безпечності.

В Експериментальній частині викладено результати, які отримано під час роботи над дослідженням відповідно до завдань:

1) встановлено, що обрушення насіння соняшнику в луцильнику забезпечує отримання рушанки більш високої якості в порівнянні з бичовою насіннерушкою

2) визначено, що попереднє фракціонування насіння по ширині значно впливає на ефективність обрушування. Найкращі результати отримані при обрушенні насіння, розділеного по ширині на чотири фракції. Так, вміст цілого та недообрушеного насіння в рушанці, отриманої при обрушенні всіх чотирьох фракцій, знижується до 15,3%, вміст січки до 3,8%, а олійного пилу до 3,6%.

3) встановлено, що поєднання трьох способів сепарування рушанки: за аеродинамічними властивостями, геометричними розмірами і коефіцієнтом тертя – дозволяє підвищити ефективність її поділу на компоненти і знизити вміст лушпиння в ядрі та ядра в лушпинні.

4) зафіксовано, що використання для виділення з ядра залишків лушпиння, цілого і недообрушеного насіння способу, заснованого на різниці в їх кольорі, дозволяє отримати ядро, яке не поступається за якістю ядру, отриманому за відомою технологією – обробкою в проточній воді. Кількість лушпиння у всіх досліджених зразках ядра не перевищувала 0,1%. При цьому отримане ядро має невисоку вологість – 5,7%, що виключає необхідність застосування сушіння високотемпературної для видалення надлишку вологи.

5) розроблено удосконалену схему підготовки насіння соняшника до переробки в олію. Ефективність обрушення насіння соняшника при використанні розробленої схеми в 1,8 рази більша, чим при використанні відомої схеми. Варто також відмітити збільшення виходу цілого ядра на 20,7 %, що в 1,6 разів більший, ніж при використанні відомої лінії підготовки насіння соняшника.

Проведено аналіз виробничого травматизму за період 2019-2021 рр. За звітній період на підприємстві вдалося знизити коефіцієнт частоти травматизму на 60 %, коефіцієнт тяжкості травматизму – на 79 %, коефіцієнт втрат – на 82 %. Проведено визначення запиленості виробничого цеху ділянки обрушення насіння соняшника. Концентрація зернового пилу у виробничому приміщенні перебуває на рівні 0,11...0,13 мг/м³, що складає близько 2% від гранично допустимої концентрації.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну платню, які складають 30,2 % від загальної суми витрат. Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4303,69 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Лісіцин Д.А. Високоолеїнові сорти соняшнику та їх застосування. *Масложирова промисловість*. 2008. №4. С. 38-39.
2. Посібник з технології отримання та переробки рослинних олій та жирів. [Під ред. А.Г. Сергєєва]. Ленінград. 1975.Т.1, кн.1. 716 с.
3. Товарознавство та експертиза харчових жирів, молока та молочних продуктів: підручник для вищих навчальних закладів [під ред. Касторних М.С.]. М: Видавничий центр «Академія». 2003. 288 с.
4. Колесник А.А., Єлізарова Л.Г. Теоретичні засади товарознавства продовольчих товарів: підручник для вишів. М.: вид-во «Економіка». 1985. 290 с.
5. Мацук Ю.П., Кузнєцов А.Г., Сім'яніна Г.Т. Удосконалення підготовчих процесів під час переробки насіння високоолійного соняшника. *Праці ВНИИЖЛ.*, 1971. Випуск 28. С.20-31
6. Єфіменко С.Г. Перспективи використання гібридів соняшника з генетично зміненою якістю олії. *Масложирова промисловість*. 2010. №8. С. 41-42.
7. Лісіцин А.Н. Теорія та практика отримання низькоокислених, стабільних до окислення рослинних олій. *Олії та жири*. 2007. №12. С.10-13.
8. Лобанов В.Г., Шаззо А.Ю., Щербаков В.Г. Теоретичні основи зберігання та переробки насіння соняшнику. М: Колос. 2002. 592 с.
9. Соняшник [під ред. В.С. Пустовойта]. М.: Колос, 1975. 590 с.
10. Красильников В.М. Дослідження перетворень речовин олійного насіння при дії деяких технологічних факторів та вивчення впливу цих перетворень на якість шротів: автореф. дис. ...канд. техн, наук / В.М. Красильников.Л.; 1969. 27 с.
11. Красильников В.М., Кюз Е.П., Стойкова В.Я. Деякі проблеми підвищення якості соняшникового шроту як джерела кормового та харчового білка. *Масложирова промисловість*. 1978. №2. С. 3-7.

12. Bums EE, Talley LJ, Brummett BJ Sunflower utilization в humon foods. *Cer. SCI. Today*. 1972. Vol. 17 - №9. P.289-298.
13. Schwenke K.D, Raad B. Uber Samenproteine. I Mitt. Fraktionenverteriing der Proteine aus Sonnenblumensamen. *Nahrung*. 1973, Bd.17. №3. S.373-379.
14. Коваленко Ю.Т. Вивчення впливу технології переробки соняшникового насіння на якість макухи та шротів як білкових кормів: автореф. дис. канд. техн, наук / Ю.Т.Коваленко. Краснодар. 1965. 27 с.
15. Raab B., Schewenke KD Isolierung und Charakterisierung der Albumin Hauptfractionen aus den Samen von Sonnenblumen (*Heliantus annuus L.*) und Raps (*Brassica napus L.*).
16. Uber Samenproteine. 3 Mitt. Isolierung und Charakterisierung der Albumin aus Sonnenblumensamen und Rapssamen I KD Schewenke, B. Raab, J. Uhlig et at. *Nahrung*. 1973. Bd.17. №8-10. S.791-809.
17. Клименко В.Г., Тюріна Ж.П. Дослідження фракцій сумарних білків та альбумінів насіння соняшника хроматографією на різних носіях та електрофорезом. *Изв. АН Молд. РСР. Сер.: Біол. та хім. науки*. 1976. №4. С. 15-25.
18. Тюріна Ж.П., Клименко В.Г. Дослідження білкових фракцій насіння соняшника// *Изв. АН Молд. РСР. Сер.: Біол. та хім. науки*. 1975. №6. С. 20-29.
19. Schwenke KD, Schulz M., Linow K. J. Isolierung und Charakterisierung des HS-globulins aus Sonnenblumen (*Hei. an L.*). *Nahrung*. 1975. Bd.19. №9-10. S.817-882.
20. Schwenke KD, Schulz M., Linow KJ Uber Samenproteine. 5 Mitt. Dissoziationsverhalten des 11 S-globulins aus Sonnenblumen (*Hei. an L.*) *Nahrung*. 1975. Bd.19. №5-6. S.425-433.
21. Щербаков В.Г. Біохімія та товарознавство олійної сировини: підручник для студентів вузів. М: Вид-во «Харчова промисловість». 1969. 454 с.

22. Осік Н.С. Якісний склад білкового комплексу насіння соняшнику у процесі їх формування та залежно від умов вирощування рослин: автореф. дис. канд. техн. наук / Н.С. Осік. Краснодар. 1975.122с.
23. Бородуліна А.А., Супрунова Л.В. Зміна складу білкового комплексу у насіння соняшнику. *Вісник. Сільськогосподарські науки*. 1977. Т.2, с. 29-32.
24. Клименко В.Г., Дяченко Н.І. Про глобуліни насіння соняшнику. *Доповідь АН СРСР. Сер.: Біол. та хім. науки*. 1964.Т.156 №2. С.61-64.
25. Бородуліна А.А., Супрунова Л.В. Якість білка в насінні високоолеїнового сорту соняшнику. *Олійна промисловість*. 1978. №4. С.12-13.
26. Покровський А.А. Вивчення біологічної активності білкових ізолятів соняшнику. *Масложирова промисловість*. 1974. №5. С.9-12.
27. Аксюк Н.І. Хімічний склад нових джерел їжі та їх біологічна цінність. *Журнал Всес. хім. общ-ва ім. Д.І.Менделєєва*. 1978. Т.23 №4. С.435-442.
28. Bau H.M., Derry G. Colourless sunflower protein products 74 хімічної та nutrition evaluation of presence of phenolic compounds. *J. Food Technol*. 1980. V. 15. №2. P.207-215.
29. Покровський АА, Єртанов І.Д. Атакування харчових продуктів протеолітичних ферментів in vitro. *Питання харчування*. 1965. №3. С.33-44.
30. Слонімський Г.Л. Атаковність білків у складі нових харчових продуктів протеолітичних ферментів. *Питання харчування*. 1970. №6. С.25-31.
31. Покровський А.А. Вивчення біологічної активності білкових ізолятів соняшнику / А.А.Покровський, Н.Н.П'ятницька, В.І.Соломін // *Олійна промисловість*. 1974. №5. С.9-12.
32. Chou David H., Morr Charles V. Protein-water interactions and functional properties. *J. Amer. Oil Chem. Soc*. 1979. Vol. 56. №1. P.53-62.
33. Уманська АН Кількісне визначення хлорогенової кислоти в насінні соняшнику /О.О. Уманська, Н.М. Міносян, І.М. Вєтохіна, В.Д. Надіпта // *Изв. ВНЗ. СРСР. Харчова технологія*. 1976. №4. С.173-174.

34. Дублянська Н.Ф., Попова П.С. Визначення вмісту хлорогенової кислоти в насінні соняшнику. *Вест, сільгосп. науки.* 1968. №4. С.109-112.
35. Черніков М.М. Протеоліз та біохімічна цінність білків. М.: Медицина, 1975. 231 с.
36. Aokis H., Taneyama O., Inama M. Emulsifying properties of soy proteun: характеристики 7S і 1 IS proteins. *J. of Food Sci.* 1980. Vol.45. №3. P.534-538.
37. Тюріна Ж.П., Клименко В.Г. Дослідження білкових фракцій насіння соняшнику. *Изв. АН Молд. СРСР. Сер.: Біол. та хім. науки.* 1975. №6. С.20-29.
38. Щербаков В.Г. Біохімія та товарознавство та олійної сировини. - 4-те вид., Перероб. та дод. М: Агропромиздат, 1991. - 240 с.
39. Посібник з технології отримання та переробки рослинних олій та жирів. [Під ред. А.Г. Сергєєва]. Ленінград. 1989.Т.6, кн.2. 253с.
40. Каталог сортів та гібридів олійних культур, технологія вирощування та засобів механізації. Краснодар: МС-Центр. 24с.
41. Лісіцин О.М. Особливості технологічних властивостей вітчизняних сортів та гібридів насіння соняшника сучасної селекції / О.Н.Лісіцин, С.Ф. Бикова, Є.К. Давиденко, С.Г. Бородін, А.Г. Каменіді // *Масложирова промисловість.* 2006. №4. С.34-37.
42. Лісіцин О.М. Соняшник: структурно-морфологічна оцінка сортів та гібридів/ А.Н Лісіцин, С.Ф. Бикова, Є.К. Давиденко, А.Г.Каменіді // *Масложирова промисловість.* 2006. №2. З. 8-9.
43. Божко М.Ф., Радованов В.М. Ефективність виробництва та переробки гібридів соняшника в Українській РСР. *Олійна промисловість.* 1986. №3. С.9-12.
44. Божко М.Ф. Ефективність промислової переробки високоолійного гатунку Харківський 50/ М.Ф. Божко., Н.П. Коваленко., Н.А. Яретик., А.Д. Змінюк. *Масложирова промисловість.* 1987. №10. С.21-22.

45. Гаврилова Д.В., Бугаєва І.Г. Досвід зниження втрат олії при переробці гібридного насіння соняшнику. *Масложирова промисловість*. 1987. №3. С.7-9.
46. Ксандопуло С.Ю. Особливості переробки гібридного насіння соняшнику / С.Ю. Ксандопуло, С.Ф. Бикова, В.В. Ключкін // *Масложирова промисловість*. 1986. №7. С.6-7.
47. Коваленко Н.П. Втрати олії з лушпинням. *Масложирова промисловість*. 1980. №5. С.9-12.
48. Ксандопуло С.Ю. Вивчення неоднорідності насіння соняшнику/С.Ю. Ксандопуло, В.М. Копійківський, В.В. Ключкін, В.І. Григор'єва// *Масложирова промисловість*. 1982. №8. С.4-7.
49. Єфименко С.Г. Особливості олійної сировини, отриманої з високоолеїнового соняшника та низьколінолового льону. *Масложирова промисловість*. 2009. №10. С.15-20.
50. Бочкарьова Н.І., Крохмаль С.Д. Історія наукових досліджень у ВНДІМКу за 90 років. Краснодар. 2003.150с.
51. ДСТУ 4188:2003 Халва. Загальні технічні умови. Київ. Держспоживстандарту України. 2003. 12 с.
52. Виробництво рослинних олій: підручник для студентів вузів, [під ред. В.М. Копейковського]. М.: Легка та харчова промисловість. 1982. 414с.
53. Технологія галузі (виробництво рослинних олій). [Під ред. Є.П. Корінної]. Санкт-Петербург: Вид-во «Гіорд». 2009.3 48с.
54. Мхітар'янц Л.А. дослідження впливу умов підготовки насіння соняшнику до переробки на гідратованість фосфатидів у оліях: автореф. дис. канд. техн, наук/Л.А. Мхітар'янц. Краснодар. 1973. 25с.
55. Мазняк Ф.І. Переробка насіння соняшнику без відділення оболонки/Ф.І. Мазняк, Б.К. Багдасар'ян, Л.А. Мхітар'янц, В.М. Копійківський, Н.С. Арутюнян, І.І. Білохвостіков, Г.В. Воскобойнікова // *Масложирова промисловість*. 1983. №10. С.16-19.

56. Кузнецов А.Г. Розробка методу обвалення насіння високоолійного соняшника: автореф. дис. канд. техн, наук/А.Г. Ковалів. Ленінград. ВНДІЖ. 1970.
57. Попова Л.Д. Дослідження фізичних та механічних властивостей високоолійного насіння соняшнику з метою удосконалення технології їх обвалення: автореф. дис. канд. техн, наук/Л.Д. Попова. Краснодар. КПІ. 1966.
58. Коваленко В.М., Ігнатюк В.П. Механічні властивості лущиння насіння соняшника. *Масложирова промисловість*. 1985. №3. З. 11-13.
59. Ксандопуло Л.М. Досвід переробки гібридного насіння соняшнику / Л.М. Ксандопуло, С.Ф. Бикова, С.І. Майромян, Л.І. Сушко, І.І. Копилова, В.В. Ключкін, Б.А. Харитонов, В.Д. Якубішин, В.С. Лібердюк // *Масложирова промисловість*. 1986. №10. С.6-8.
60. Ксандопуло С.Ю. Ефективність фракціонування насіння соняшнику різних класів/С.Ю.Ксандопуло, Н.С. Арутюнян, В.М. Копійківський, В.В. Ключкін// *Масложирова промисловість*. 1980. №6. С.11-13.
61. Мацук Ю.П. Фракціонування соняшникового насіння перед зберіганням/Ю.П. Мацук, В.І. Лаврентьєва, Я.С. Семякіна, А.Г. Кузнецов, Л.А. Кашуватська, Я.С. Меєрів // *Масложирова промисловість*. 1970. №10. С.11-13
62. Ксандопуло С.Ю. Теоретичні та експериментальні основи раціональної технології післязривної обробки (післязбиральне дозрівання) олійного насіння та плодів коріандру: автореф. дис. ...докт. техн, наук/С.Ю. Ксандопуло. Краснодар. 1993.42с.
63. Коваленко В.М., Шкалет В.І. Особливості руху насіння соняшнику у відцентровій рушніці. *Олійна промисловість*. 1984. №3. С.11-13.
64. Фют А.К., Ключкін В.В. Застосування дворазового удару для руйнування плодової оболонки насіння соняшника в полі відцентрових сил. *Масложирова промисловість*. 1995. №5-6. С.5-7.
65. Коваленко В.М., Гавриленко І.В. Дослідження роботи рушальних машин. *Масложирова промисловість*. 1980. №4. С.20-21

66. Дегтяренко Г.М. Оптимізація процесу обвалення насіння соняшнику/Г.М. Дегтяренко, Ф.М. Вертяков, Є.Я. Челнокова, П.В. Медведєв, Є.А. Богатова // *Масложирова промисловість*. 1986. №6. С.8.
67. Фют А.К., Ключкін В.В. Нове в технології підготовчих процесів під час переробки насіння соняшнику. *Олійна промисловість*. 1992. №3. С.1-4.
68. Ключкін В.В. Обвалення насіння соняшника відцентровим способом. *Праці ВНИИЖа*. Ленінград. 1958. випуск 19. С.65-70
69. Фют А.К., Ключкін В.В. Застосування дворазового удару для руйнування плодової оболонки насіння соняшнику на полі відцентрових сил. *Масложирова промисловість*. 1995. №5-6. С.5-7.
70. Коваленко В.М., Яретик Н.А. Поєднаний процес обвалення насіння з відділенням олійного пилу від рушанки. *Олійна промисловість*. 1986. №5. С.8-9.
71. Деревенко В.В. Наукове обґрунтування розробки ресурсозберігаючих процесів виробництва олії та створення конкурентоспроможної промислової апаратури: автореф. дис. ...докт. техн, наук/В.В. Деревенко. Санкт-Петербург. 2006. 48с.
72. Коваленко В.М. Удосконалення технології обвалення насіння високоолійного соняшника з метою інтенсифікації процесу та зниження втрат олії: автореф. дис.техн, наук/В.М. Коваленко. Ленінград. 1985.
73. Їх Н.П. Теорія та практика отримання низьколузгового ядра соняшника. *Масложирова промисловість*. 1999. №3. З. 19-21.
74. Мацук Ю.П. Удосконалення підготовчих процесів під час переробки насіння високоолійного соняшника (Повідомлення 2) / Ю.П.Мацук, В.В.Білобородів, А.Г. Кузнєцов, Г.Т. Сім'якіна// *Праці ВНИИЖа*. Ленінград. 1971. Випуск 28. С.32-40.
75. Коваленко В.М. Обвалення соняшникового насіння в відцентровій рушниці. *Масложирова промисловість*. 1980. №7. С. 10-13.
76. Берчфільд Г., Сторрс Е. Газова хроматографія у біохімії. М: Світ. 1964. 619с.

77. James A. T., Мартін А.Д. Відокремлення і microestimation з великої ваги acids from formic acid to dodecanoic acid. *Biochem. Journal*. 1952. V. 50. P. 679-690.
78. Akman RG Confusion між C₁₈ і C₂₂ про велику дію в gas-chromatographic analysis of seed lipids of water plants. *Lipids*. 1970. V. 5. №11. P. 950-951.
79. Верещагін А. Г. Газорідинна хроматографія ліпідів. *Успіхи хімії*. 1964. Т. XXXIII. Вип. 11. С. 1349-1370.
80. ГОСТ 30418-96 “Олії рослинні. Метод визначення жирнокислотного складу”
81. ГОСТ Р 51483-99 “Олії рослинні та жири тваринні. Визначення методом газової хроматографії масової частки метилових ефірів індивідуальних жирних кислот до суми”.
82. Харченко Л. Н. Визначення жирнокислотного складу рослинних олій методом газо-рідинної хроматографії. *Олійна промисловість*. 1968. № 12. С. 12.
83. Посібник з методів дослідження, технохімічного контролю та обліку виробництва в масложировій промисловості. Л.: ВНИИЖ, 1964. Т. 1. - 891с.
84. Ржехін В. П., Погонкіна Н. І. Релаксаційні характеристики протонів олії та води в насінні олійних культур. *Олійна промисловість*. 1960. № 7. С. 77-90.
85. Прудніков, С.М. Науково-практичне обґрунтування способів ідентифікації та оцінки якості олійних насіння та продуктів їх переробки на основі методу ядерної магнітної реакції: Автореферат дис. д-ра техн, наук / Прудніков Сергій Михайлович. Краснодар, 2003. 54 с.
86. Прасолов, Д. В. Розробка способів оцінки якості та ідентифікації насіння соняшнику на основі методу ядерно-магнітного резонансу: Автореферат дис. канд. техн, наук / Прасолов Денис Володимирович. – Краснодар, 2003. 22с.

87. Шаззо А.Ю. Інтенсифікація круп'яного виробництва з урахуванням моделювання технологічних процесів. Дис. докт. техніч. наук. - Краснодар: КубДТУ, 1995. 380с.
88. Єгоров Г.А. Управління технологічними властивостями зерна. - Воронеж: Вид.ВДУ, 2000. - 348с.
89. Мамбіш І.Є. Про поділяння зернової суміші пшениці за лінійними розмірами. *Праці ВНИИЗ*, 1956, вип.31, с.33-37.
90. Segerling LJ, Weinberg B. Grain kernel identification by profile analysis. *Trans. ASAE*, 1973, p.324-327
91. Zayas I., Pomeranz Y., Lai FS Discrimination між Arthur і Arkan wheats by image analysis. *Cereal Chem.*, 1985, v.62, N6, p.478-480
92. Zayas I., Lai FS, Pomeranz Y. Discrimination між wheat classes and varieties by image analysis. *Cereal Chem.*, 1986, v.63, N1, p.52-56
93. Zayas I., Pomeranz Y., Lai FS Discrimination of wheat and nowheat components in grain samples by image analysis. *Cereal Chem.*, 1989, v.66, N3, p.233-237
94. Devaux MF, Bertrand D., Robert P., Rousset M. Caracterisation de varietes de bles tendres par analyse d image sur grains entiers Premiers resultados. *Ind. cereal.*, 1991 № 69.-p. 19-23
95. Devaux MF, Bertrand D., Robert P., Rousset M. Caratterizzazione di varietati di grano con analisis dell'immagine su chicchi interi. *Teen. Molit*, 1992, v.43 № 12. p. 1106-1116
96. Chen C., Chaiang YP, Pomeranz Y. Image analysis and characterization of cereal grains with laser range finder and camera contour extractor. *Cereal Chem*, 1989, v. 66, № 6. p.466-470
97. Thomson WH, Pomeranz Y. Classification of wheat kernels using 3-dimensional image analysis. *Cereal Chem.*, 1991, v.68, № 4.-p. 357-361
98. Svenson E., Egelberg P., Nordh E., Peterson C. Assessing grain quality using image analysis. *Cereal': Source ND Future Civ.* :10 th Int. Cereal and Bread

Congr., Port Carras (Chalkidiki), June 9-12, 1996: Book Abstr.- Port Carras (Chalkidiki), 1996.-p.

99. Svenson E., Egelberg P., Peterson C., Oste R. "Image" analiza u kontroli kvaliteta zma. *Zito-hleb*, 1999, v.26 №6. - p. 198-208

100. Kubiak A., Fomal S. Застосування комп'ютерного зображення analysis system in classification of wheat grains. *Acta Acad. agr. ac techn. olsten. Technol. aliment.*, 1994, №27. p.21-31

101. Bason ML, Ellison F. , Peden G., Wrigley CW. 345

102. Zavas IY, Steele JL Image texture analysis for diserimination of mill fractions of hard and soft wheat. *Cereal Chern*, 1996, v.73, №1.-p.136-142

103. Fomal J., Quattrucci E., Jelinski T. Application of digital image Analysis to durum wheat quality evaluation // Cereal'96: Source ND Future Civ.:10 th Int. Cereal and Bread Congr., Port Carras (Chalkidiki), June 9-12, 1996: Book Abstr.- Port Carras (Chalkidiki), 1996.-p.33

104. Williams Phi, Morgan Joan E., Cordiero Helena M. Software для швидких ритмічних analysis cereals i derivated products by near-infrared reflectance spectroscopy // Cereal'96: Source ND Future Civ.:10 th Int. Cereal and Bread Congr., Port Carras (Chalkidiki), June 9-12, 1996: Book Abstr.- Port Carras (Chalkidiki), 1996.-p.57

105. А.Ю. Шаззо, СВ Усатиков, НВ Мацакова, АН Чуб Теоретичні та прикладні аспекти спектрального аналізу контуру зображення злакових та олійних культур // Вісті ВНЗ. Харчова технологія. 2003. №1. С. 53-58.

106. Гольденберг Л.М., Матюшкін Б.Д., Поляк М.І. Цифрове оброблення сигналів. М.: Радіо і зв'язок, 1985. 312с.

107. Фомін Я.А., Гарловський М.С. Статистична теорія розпізнавання образів. М.: Радіо та зв'язок, 1986. 467с.

108. ДСТУ 7011:2009 «Соняшник. Загальні технічні вимоги». Київ. Держспоживстандарт України. 2009. 11с.

109. СанПін 2.3.2.1078-01 «Гігієнічні вимоги безпеки та харчової цінності харчових продуктів».

110. ГОСТ 10852 «Методи відбору проб та виділення наважок».
111. Технічні умови ТУ 9721-001-81615522-2004 «Насіння голеньке. Ядра соняшнику».
112. Посібник з методів дослідження, т.1, кн.2, 1967. С.1012.
113. ГОСТ 27988-88 «Насіння олійне. Методи визначення кольору і запаху».
114. ГОСТ 10855-64 «Насіння олійне. Методи визначення лушпиння».
115. ГОСТ 10867-64 «Насіння олійне. Методи визначення олійності».
116. ГОСТ 10854-88 «Насіння олійне. Методи визначення бур'янів та олійних домішок».
117. ГОСТ 10856-64 «Насіння олійне. Методи визначення вологості».
118. Лабораторний практикум з технології виробництва рослинних олій. М.: Агропромцентр. 1993. 125с.
119. Машина для луцення рису моделі DRH-6S. Посібник з експлуатації та технічного обслуговування. Виробник та постачальник: Південно-Корейська фірма DAEWON-GSI CO, LTD, 2007.
120. Розсиви для рисової крупи моделей RS - 7A, RSL - 7A. Посібник з експлуатації та технічного обслуговування. Виробник: Південно - Корейська фірма DAEWON - GSI CO, LTD, 2007.
121. Аспіратор із замкнутим циклом повітря моделі DCB – GOAS. Посібник з експлуатації та технічного обслуговування. Виробник: Південно - Корейська фірма DAEWON - GSI CO, LTD, 2007.
122. Падді сепаратори моделей DPS – 300M, DPS – 400M, DPS – 400D, DPS – 500L, DPS – 700L. Посібник з експлуатації та технічного обслуговування. Виробник: Південно - Корейська фірма DAEWON - GSI CO, LTD, 2007.
123. Фотоелектронні сепаратори моделей PUBU – 3, PUBU – 4, PUBU – 5, PUBU – 6, PUBU – 10, PUBU – 20. Посібник з експлуатації та технічного обслуговування. Виробник: Южно - Корейська фірма DAEWON - GSI CO, LTD, 2007.

124. Evtushenko O. Analysis of indicators of workplace occupational injuries at the food industry enterprises of Ukraine / O. Evtushenko, A. Siryc, P. Porodko, T. Krukouskaya // Ukrainian Food Journal. – 2015. – Vol. 4., Issue 1. – P. 157 – 169.

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

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