

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра технології зерна і комбікормів



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КОМПЛЕКСНОЇ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
МАГІСТРА**

на тему:

**«Дослідження трендів виробництва, якості та безпечності зерна і насіння
олійних культур у різних регіонах України у третьому тисячолітті»**

тема індивідуальної роботи

**«Дослідження тенденцій виробництва та надходження на елеватори
зерна та насіння олійних культур, що містять ГМО»**

Здобувача (ки) Гладченко О.Ю.
(прізвище, ініціали)

II курсу ТЗХ-51б групи

Головний керівник доц. Борта А.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Керівник доц. Страхова Т.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____, протокол №

Завідувачка кафедри ТЗіК Алла МАКАРИНСЬКА
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Технології зерна і зернового бізнесу
Кафедра	Технології зерна і комбікормів
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	181 «Харчові технології»
Освітня програма	«Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТЗіК

Алла МАКАРИНСЬКА

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Гладченка Олександра Юрійовича

1. Тема роботи: «Дослідження трендів виробництва, якості та безпечності зерна і насіння олійних культур у різних регіонах України у третьому тисячолітті»

Тема індивідуальної роботи Дослідження тенденцій виробництва та надходження на елеватори зерна та насіння олійних культур, що містять ГМО

Затверджена наказом закладу вищої освіти від 23.02.2023 наказ 80-03

2. Термін задачі здобувачем закінченої роботи _____ р.

3. Вихідні дані роботи: Нормативні документи, включно з національними, європейськими та міжнародними стандартами, законами, наказами, рішеннями та рекомендаціями. Переліки державних установ.

Обсяг міні-елеватора 7500 т. Розрахункова робоча доба складає 12 годин. Приймання протягом 20 днів за допомогою автотранспорту. Рання культура - харчова пшениця, пізня культура - кормова кукурудза. Долі надходження зерна автомобільним транспортом приймаємо за даними технологічних пошуків: Для ранніх культур: $\alpha_0 = 0,8$ (6000 т); $\alpha_1 = 0,2$ (1500 т). Для пізніх культур: $\alpha_0 = 0,4$ (2000 т), $\alpha_1 = 0,3$ (1500 т), $\alpha_2 = 0,3$ (1500 т).

4. Перелік питань, які потрібно розробити: Анотація. Вступ. Науково-дослідна частина. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина. Охорона праці. Техніко-економічні розрахунки. Список літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначення обов'язкових креслень): Всього – 2 аркуші формату А1, у тому числі: Структурна та принципова схеми (1 арк.); РСРЗіВ (1 арк.).

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Науково-дослідна частина; Технологічна частина; Охорона праці	<i>Страхова Т.В., доц.</i>	22.09.2023	10.12.2023
Техніко-економічне обґрунтування; Техніко-економічні розрахунки	<i>Басторкіна Н.Й., проф.</i>	09.10.2023	10.12.2023

7. Дата видачі завдання _____

Керівник

_____ (підпис)

Страхова Т.В.
(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

Гладченко О.Ю.
(прізвище, ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Науково-дослідна частина</i>	<i>01.10-08.10</i>	
2	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>09.10-20.10.</i>	
3	<i>Технологічна частина</i>	<i>21.10-25.10</i>	
4	<i>Креслення планів, розрізів</i>	<i>26.10-28.10</i>	
5	<i>Креслення структурної та принципової схем</i>	<i>29.10-01.11</i>	
6	<i>Креслення РСРЗіВ</i>	<i>02.11-04.11</i>	
7	<i>Креслення генерального плану</i>	<i>05.11-09.11</i>	
8	<i>Охорона праці</i>	<i>09.11-19.11</i>	
9	<i>Техніко-економічні показники</i>	<i>20.11-23.11</i>	
10	<i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i>	<i>24.11-28.11</i>	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>29.11-05.12</i>	
12	<i>Затвердження роботи</i>	<i>06.12-07.12</i>	
	<i>Захист</i>	<i>21.12-22.12</i>	

Здобувач (ка) _____ (підпис)

Гладченко О.Ю.
(прізвище, ініціали)

Головний керівник _____ (підпис)

Борта А.В.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ (підпис)

Страхова Т.В.
(прізвище, ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник

Гладченко О.Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: Розробка системи контролю та концепту біологічної лабораторії з оцінки якості і безпечності зерна різних культур, що надходять на зернові термінали.

Кваліфікаційна робота виконана за двома напрямками:

– науковий, який полягає у дослідженні сучасних вітчизняних та європейських вимог до вмісту генетично модифікованих організмів у харчових і кормових зернових та олійних культурах, а також вимог до формування та здійснення діяльності біологічних лабораторій з оцінки даного критерію.

– проєктний, у якому запропоновано дві моделі молекулярно-генетичної лабораторії, що можуть здійснювати експертне оцінювання показників вмісту генетично-модифікованих організмів у зернових та олійних культурах

У роботі представлено моделі молекулярно-генетичних лабораторій, що можуть бути розміщені на базі зернових терміналів та елеваторів. Модель лабораторії, що орієнтована на задоволення потреб зернових терміналів, представлено високоточною ПЛР-лабораторією. Модель лабораторії для задоволення потреб елеваторів спрямовано на виконання експрес досліджень.

Кваліфікаційна робота магістра включає вступ, огляд літератури, мету, завдання і об'єкт дослідження, методи і методику досліджень, дослідження, основні висновки та рекомендації, список використаної літератури та додатки. Окремими розділами представлено техніко-економічне обґрунтування та охорона праці. Технологічна частина представлена розробкою проєкту міні-елеватора місткістю 7500 тон.

Мета роботи – розробка проєкту молекулярно-генетичної лабораторії з оцінки вмісту генетично-модифікованих організмів у зернових та олійних культурах, з врахуванням сучасних міжнародних вимог до даного показнику.

Об'єкт дослідження – система забезпечення функціонування біологічних лабораторій з оцінки якості та безпечності зернових та олійних культур.

Методи дослідження – аналіз нормативних документів щодо якості і безпечності зернових та олійних культур та сучасних вимог до менеджменту біологічних лабораторій.

Ключові слова: харчова безпека, ГМО, зернові культури, олійні культури, молекулярно-генетична лабораторія.

ЗМІСТ

Перелік скорочень, термінів та умовних позначень.	9
Вступ.	10
Розділ 1 Науково-дослідна частина.	12
1.1 Огляд літератури.	12
1.1.1 Перспективи та ризики використання ГМО.	12
1.1.2 Нормативно-правова база Європейського Союзу.	13
1.1.3 Нормативно-правова база України.	15
1.1.4 Генетично модифіковані сільськогосподарські культури.	17
1.1.4.1 ГМО ріпак.	17
1.1.4.2 ГМО соя.	18
1.1.4.3 ГМО кукурудза.	19
1.1.5 Статистичний аналіз ГМО в Україні.	21
1.1.5.1 Генетично модифікований ріпак.	22
1.1.5.2 Генетично модифікована соя.	24
1.1.5.3 Генетично модифікована кукурудза.	25
1.1.6 Узагальнення.	28
1.2 Розробка модельної молекулярно-генетичної лабораторії.	28
1.2.1 Загальні вимоги до лабораторій.	29
1.2.2 Методи визначення ГМО.	32
1.2.2.1 Фенотипові методи.	32
1.2.2.2 Методи секвенування.	33
1.2.2.3 Методи полімеразної ланцюгової реакції.	34
1.2.2.4 Методи спрямовані на оцінювання протеїну.	37
1.2.2.5 Хімічні інструментальні методи.	38
1.2.2.6 Узагальнення.	38
1.2.3 Модель молекулярно-генетичної лабораторії.	40
1.2.3.1 Організація молекулярно-генетичної лабораторії на зерновому терміналі.	40

1.2.3.1.1	Етап реєстрації та підготування зразку.	41
1.2.3.1.2	Етап екстракції та оцінювання якості ДНК.	43
1.2.3.1.3	Етап ампліфікації.	43
1.2.3.1.4	Етап деконтамінації.	45
1.2.3.2	Організація експрес-ГМО лабораторії на елеваторі.	45
1.2.4	Технічне устаткування.	46
1.2.5	Узагальнення.	46
	Розділ 2 Охорона праці.	50
	Розділ 3 Техніко-економічне обґрунтування.	53
3.1	Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства.	53
	Розділ 4 Технологічна частина.	60
4.1	Основні теоретичні положення.	60
4.2	Розрахунок і вибір основного обладнання.	61
4.2.1	Розрахунок обсягів робіт.	61
4.2.2	Розрахунок технологічного обладнання.	63
4.2.3	Розрахунок основного технологічного обладнання.	64
4.2.4	Розрахунок транспортного обладнання.	65
4.2.5	Розрахунок приймальних і відпускних пристроїв.	70
4.2.6	Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів.	71
4.3	Розробка структурної, принципової та робочої схем технологічного процесу.	71
	Розділ 5 Техніко-економічне обґрунтування.	76
5.1	Розрахунок чисельності працюючих.	76
5.2	Розрахунок виробничої програми.	77
5.3	Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства.	78
5.4	Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік.	83
5.5	Розрахунок прибутку.	85
5.6	Розрахунок інвестицій.	86

5.7 Розрахунок рентабельності інвестицій.	88
5.8 Розрахунок строку окупності інвестицій.	88
5.9 Основні техніко-економічні показники проєкту.	88
5.10 Оцінка науково-технічної ефективності розробки проєкту будівництва заготівельного елеватора на основі використання сучасної технології післязбиральної обробки зерна та новітнього обладнання.	89
5.11 Висновки.	94
Список літератури.	96

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ГМ – генетичні модифікації

ГМО – генетично модифікований організм

ЄС – Європейський Союз

НААУ – Національне Агентство з Акредитації України

IS – ImmunoStrip

LOD – Limit of detection

LOQ – Limit of quantification

NIR – Near InfraRed

ВСТУП

Швидке зростання населення землі призводить до еквівалентного підвищення попиту на харчові та кормові культури. Генетичні модифікації – це один з перспективних технологічних заходів, що спрямовані на вирішення глобальної проблеми світового голоду. Виробництво рослин, що містять трансгенні функції, має багато напрямів, включно з підвищенням харчової цінності, стійкості до хвороб, подовженим терміном зберігання та посухостійкістю. Дана технологія неспинно розвивається вже майже тридцять років та демонструє високі темпи впровадження господарствами в усьому світі [1].

Однак, генетично модифіковані сільськогосподарські культури викликають дискусії та створюють певні занепокоєння щодо їх можливої небезпечності. Однією з основних проблем є можливі екологічні наслідки. ГМО можуть впливати на навколишнє середовище, створюючи супершкідників, що стійкі до пестицидів, або конкуруючи з природними видами, що може призвести до зниження різноманітності. Окрім цього є ймовірність негативного впливу на економічні та соціальні аспекти у глобальному плані.

Багато країн повністю обмежила експорт та декілька країн встановили граничні рівні вмісту ГМ, які вимагають юридично обов'язкові схеми маркування. Таким чином запровадження «порогового значення» створило попит на розробку надійних і точних методів виявлення.

З появою в ГМ-культурах кількох ознак, об'єднаних разом, для комбінованої стійкості до гербіцидів, стійкості до комах, стійкості до посухи або стійкості до хвороб, вимога до надійних і чутливих методів виявлення, відстеження та маркування генетично модифікованих організмів у харчовому та кормовому ланцюжку стає все більш важливою.

В цілому, існує багато методів, які дозволяють ефективно виявляти генетично модифіковані організми як якісно, так і кількісно. Серед них є класичні підходи, такі як Саузерн-блоттинг і полімеразна ланцюгова реакція,

спектрометрія та секвенування. Вони відрізняються за багатьма характеристиками та потребують ретельного вивчення під час формування молекулярно-генетичної лабораторії для оцінювання вмісту ГМО у зернових та олійних культурах.

Окрім обґрунтованого підбору методологічного та технічного підходу до вирішення поставленого завдання, функціонування лабораторії повинно здійснюватися у відповідності до великого переліку міжнародних вимог. Ці вимоги мають на меті забезпечення високої точності та надійності результатів аналізу, а також забезпечення стандартів якості та взаємоприйнятності даних між різними країнами.

Сучасні тенденції зростання впровадження біотехнології, включно з продуктами генетичної інженерії, у аграрний сектор формують високу потребу у якісних лабораторіях, що спроможні здійснювати моніторинг ГМ-культур як у масштабах елеваторів так і з врахуванням високих темпів та обсягів, що обробляють зернові термінали.

Розділ 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд літератури

1.1.1 Перспективи та ризики використання ГМО

Технології внесення генетичних змін до зернових та олійних культур, відіграють важливу роль у розвитку сільськогосподарського сектора та забезпеченні продовольства. В наш час, трансгенні рослини вирощують у 29 країнах, а їх посівні площі з 1996 року зросли в 100 разів і досягли більш ніж 190 млн Га. [2]. Шляхом інженерного втручання в геном даних культур створюються рослини з покращеними властивостями, що стають більш ефективними у вирощуванні та переробці [3]. На 2018 рік в усьому світі генетично модифіковані культури вирощувалися на 191,7 мільйонах гектарів, на яких переважно були посіви сої, кукурудзи, бавовнику, ріпаку та рису, а найпоширенішими ознаками, введені шляхом генетичної модифікації, були стійкість до гербіцидів і шкідників [4].

Основною метою генетичної модифікації зернових культур є підвищення врожайності. Наприклад, генетично модифіковані сорти пшениці можуть мати більші колоски або більшу кількість зерна на колосі. Крім того, звертають увагу на покращення стійкості до шкідників та хвороб. Шляхом введення генів, які сприяють виробленню токсичних речовин для шкідників або підвищення відповіді рослин на втручання патогенів, можна знизити втрати врожаю та залежність від хімічних засобів захисту.

У сфері олійних культур генетичні модифікації допомагають покращити склад корисних речовин у рослинах і забезпечити вищу якість отриманої олії. Значна увага також приділяється генетичній модифікації з метою забезпечення стійкості до пестицидів.

Однак у значній частині світу неурядові організації та широка

					<i>KPM.T3IK.0.80-03.16.5</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Дослідження тенденцій виробництва та надходження на елеватори зерна та насіння олійних культур, що містять ГМО</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Гладченко О.Ю.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Страхова Т.В.</i>					<i>12</i>	<i>105</i>
<i>Консультант</i>		<i>Страхова Т.В.</i>				<i>ОНТУ</i>		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Макаринська А.В.</i>						

громадськість вагаються або виступають проти виробництва та використання ГМ-культур. Безпечність ГМО є темою активних дискусій. Серед найбільш обґрунтованих гіпотетичних наслідків використання трансгенних рослин відмічаються їх ймовірні екологічні впливи. ГМО можуть призводити до негативних наслідків для навколишнього середовища, таких як виникнення супершкідників, стійких до пестицидів, або конкуренція зі стандартними видами, що може вплинути на природну різноманітність. Крім того, впровадження ГМО може мати негативний вплив на сільське господарство. Малі фермери можуть потрапити в гіршу ситуацію, а залежність від великих корпорацій-виробників насіння і пестицидів може зрости. Також є ризик впливу ГМО на традиційні сорти рослин, що може призвести до втрати біорізноманіття в сільському господарстві [5].

В ході впровадження ГМО в харчові ланцюги виникають питання про їх безпечність для споживачів. Один з основних аспектів пов'язаних із здоров'ям стосується можливості алергічних реакцій. Генетично модифіковані організми можуть містити нові білки, які раніше не були присутні у природних продуктах. Ці нові білки можуть викликати алергічну реакцію у людей, які є вразливими до таких речовин. Таким чином, важливо ретельно перевіряти ГМО на наявність потенційно алергенних компонентів. Інший аспект стосується взаємодії між ГМО та ліками. Можливо, що ГМО мають вплив на ефективність певних лікарських препаратів або можуть взаємодіяти з ними в небезпечний спосіб. Це стає особливо важливим, коли ГМО використовуються в якості лікарських агентів або при їх використанні в медичних дослідженнях. Крім того, необхідно враховувати можливі довготривалі наслідки споживання ГМО на здоров'я, оскільки інтеракція з такими продуктами може мати кумулятивний ефект на організм [6].

1.1.2 Нормативно-правова база Європейського Союзу

У зв'язку з вищезначеними факторами, генетична модифікація сільськогосподарських харчових та кормових культур потребує ретельного

дослідження, моніторингу та регулювання, щоб забезпечити безпеку продуктів для споживачів та довкілля. Для вирішення даного питання було розроблено велику кількість регуляційних нормативних документів.

Для ЄС головними документами, що регулюють імпорт генетично модифікованих зернових культур є: The Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity [7]; Commission Regulation (EC) No 65/2004 [8]; Commission Regulation (EU) No 619/2011[9]; Commission Regulation (EC) No 882/2004 [10]; Commission Regulation (EC) No 1829/2003 [11]; Commission Regulation (EC) No 1830/2003 [12]; Commission Regulation (EC) No 1946/2003 [13]; Commission Recommendation 2004/787/EC [14].

Оскільки запровадження генетичних модифікацій становить проблему, яка залучає велику увагу усього світу велике значення набуває процедура маркування продуктів і сировини, що містять ГМО. Згідно з сучасними європейськими та міжнародними нормами, всі продукти і сировина, які містять генетично модифіковані організми або виготовлені з них, зобов'язані пройти обов'язкову оцінку безпеки відповідно до Regulation No 1829/2003 [11]. Ця маркувальна процедура дозволяє споживачам бути усвідомленими щодо наявності ГМО у продуктах, що дозволяє їм приймати свідомі рішення при покупці і використанні таких продуктів у своїй дієті. Маркування також забезпечує прозорість та дотримання нормативів, що є ключовим аспектом для захисту здоров'я споживачів та навколишнього середовища.

Даний регламент не застосовується до харчових продуктів, які містять, складаються або виготовлені з генетично модифікованих організмів у пропорції, не перевищуючі 0,9 відсотка харчових інгредієнтів, які розглядаються окремо. Також, до цього регламенту не підлягають харчові продукти, що складаються з одного інгредієнта, за умови, що присутність таких генетично модифікованих матеріалів є випадковою або технічно неминучою. Оператори, які займаються виробництвом та реалізацією цих продуктів, повинні бути здатні надати докази компетентним органам, що вони

прийняли необхідні заходи для уникнення випадкової або технічно неминучої присутності генетично модифікованих матеріалів у своїх продуктах.

Окрім цього, в 2011 році Європейський Союз прийняв технічне рішення, відповідно до якого ГМО-події, що були визнані безпечними в інших країнах, але знаходяться на розгляді у ЄС, або ГМО-події, які раніше були затверджені в ЄС, але їх термін дії закінчується (наприклад, лінії VT176 та MON863), можуть бути допущені з вмістом не більше 0.1% замість повної відсутності. Дане рішення застосовується лише до кормових продуктів [9].

1.1.3 Нормативно-правова база України

Регуляція генетично модифікованих організмів на території України регулюється головним чином Законом України Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів [15] у редакції від 31.03.2023. Даний Закон встановлює правила взаємодії між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями, постачальниками, розробниками, дослідниками, науковцями та споживачами ГМО та продукції, створеної за технологіями, що передбачають розробку, тестування, дослідження, транспортування, імпорт, експорт, розміщення на ринку, вивільнення у навколишнє середовище та використання в Україні, з урахуванням питань безпеки. Варто зауважити, що цей Закон не стосується людини, тканин або окремих клітин у складі людського організму.

Згідно з даним законом:

- забороняється промислове виробництво та введення в обіг ГМО, а також продукції, виробленої із застосуванням ГМО, до їх державної реєстрації;
- забороняється ввезення на митну територію України ГМО, а також продукції, виробленої із застосуванням ГМО, до їх державної реєстрації, за винятком таких, що призначені для науково-дослідних цілей або державних апробацій (випробовувань);

– забороняється ввезення харчових продуктів, косметичних засобів, лікарських засобів, кормових добавок та ветеринарних препаратів, які містять ГМО або отримані з їх використанням, для безпосереднього вживання, до державної реєстрації відповідних ГМО джерел та переліченої у цій частині продукції;

– транспортування та зберігання ГМО повинно передбачати здійснення комплексу заходів, що попереджують неконтрольоване вивільнення ГМО у навколишнє природне середовище.

Окрім цього, необхідно враховувати систему, що визначає порядок маркування і відстеження ГМ-продуктів. Вона міститься у чотирьох законах України, включаючи: Закон «Про захист прав споживачів» [16]; Закон «Про ветеринарну медицину» [17]; Закон «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні ГМО» [18]; Закон «Про основні засади та вимоги до безпеки і якості харчових продуктів» [19].

Таким чином, в Україні діє заборона на комерційне вирощування та продаж сортів і ліній ГМО, які не внесені до Державного реєстру ГМ сільськогосподарських рослин та порід тварин, створених на основі ГМО. Оскільки до даного реєстру не внесено жодної лінії або сорту – в Україні заборонено вирощувати ГМО з метою продажу. Проте Закон "Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів" не забороняє створювати та досліджувати ГМО з метою наукового інтересу в підрозділах науково-дослідних інститутів НАНУ.

Наразі у розгляді знаходиться законопроект №5839 від 05.08.2021 «Проект Закону про державне регулювання генетично-інженерної діяльності та державний контроль за обігом генетично модифікованих організмів і генетично модифікованої продукції для забезпечення продовольчої безпеки». Даний документ визначає правові та організаційні засади національного регулювання генетично-інженерної діяльності на території України, державний нагляд за використанням ГМО та обігом ГМ-продукції. Даний

законопроект розроблено у рамках євроінтеграції та гармонізації вимог з країнами ЄС.

На даний момент законопроект знаходиться під редакцією для врахування положень директиви ЄС 2015/412, в рамках якої, країни-члени Європейського Союзу мають змогу запроваджувати заборону на вирощування зареєстрованих у ЄС ліній та сортів ГМ-культур [20]. Це має високе значення, оскільки такі культури як кукурудза та ріпак мають здатність до перехресного запилення у польових умовах. Таким чином пилок з району вирощування ГМО може потрапити до ділянок вільних від ГМ-культур, в наслідок чого дані рослини можуть містити ознаки засміченості ГМО. Такі ризики мають бути оцінені та враховані, у зв'язку з тим, що засмічена продукція не підлягає експорту до ЄС чи інших країн, що мають заборону на вміст генетичних модифікацій у сільськогосподарської сировині.

1.1.4 Генетично модифіковані сільськогосподарські культури

1.1.4.1 ГМО ріпак

Не зважаючи на те, що ріпак містить ерукову кислоту та глюкозинолат у його склад входять високоякісний рослинний протеїн, що має високі перспективи використання у якості кормів для тварин, особливо з врахуванням олійного профілю. Вміст білка становить близько 23%, вміст олії приблизно 44%. Окрім цього, олійне насіння ріпаку є важливим відновлюваним ресурсом, та джерелом біодизелю [21].

Одним з ключових напрямів генетичної модифікації ріпаку є збільшення його здатність стійко зростати та розвиватися в умовах, які зазвичай становлять серйозні виклики для традиційних сортів. Наприклад, за допомогою ГМ технологій вдалося створити ріпак, стійкий до певних видів шкідників, хвороб та засобів хімічної обробки [22]. Однак серед трьох головних сільськогосподарських ГМ культур, ріпак має найбільш обмежений перелік ліній дозволених до імпорту у країни ЄС. Перелік даних ліній надано у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Лінії генетично модифікованого ріпаку, що мають дозвіл на ввезення до країн ЄС [23, 24]

Лінія	Продовольча	Кормова	Строк завершення ліцензії
GT73 (RT73)	Renewal ongoing	+	08.2031
T45	+	+	11.2029
MON88302	+	+	04.2025
73496	+	+	03.2032

1.1.4.2 ГМО соя

Генетично модифіковані соєві боби наразі є найважливішим джерелом кормового протеїну в Європейському Союзі та постачають значну його частину в інші країни світу. Цю сою висаджують в особливо великих масштабах у США, Бразилії та Аргентині, трьох основних виробників ГМ-культур. У 2018 році ГМ-соя займала 50% світових площ під модифікованими культурами [25]. ГМ-соя залишається основною кормовою культурою з 1996 року. Протягом останніх десятиріч соєві боби утримували лідируючі позиції щодо площі, охопленої виробництвом ГМ-культур. Заборона м'ясо-кісткового борошна в ЄС стала відправною точкою зростання попиту на соєвий шрот завдяки унікальному складу амінокислот і вмісту в першу чергу лізину, аргініну і триптофану, особливо важливого в годівлі птиці та свиней. Інше джерело білка, що виробляється у великих обсягах у Європі, ріпаковий шрот, має критичні обмеження завдяки вмісту глюкозинолатів, що негативно впливають на поживні властивості та продуктивність, а також гіршу засвоюваність протеїнів ріпаку. Одночасно з імпортом ГМ-соєвих бобів багато європейських країн почали інвестувати в розробку нових ліній сої без ГМО, яка матиме здатність рости та давати високі врожаї в європейському кліматі. У таких країнах, як Австрія та Польща, акліматизація та комерціалізація сої сильно заохочується урядами та є приємною для громадської думки. Однак, контроль та обмеження ГМО стосуються сої у повному обсязі [4]. Лінії генетично модифікованої сої, що мають дозвіл на ввезення до країн ЄС відображено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Лінії генетично модифікованої сої, що мають дозвіл на ввезення до країн ЄС [23, 24]

Лінія	Продовольча	Кормова	Строк завершення ліцензії
A2704-12	+	+	11.2029
A-5547-127	+	+	02.2031
MON40-3-2	+	+	02.2031
MON87701	+	+	02.2031
MON89788	+	+	11.2029
DP305423	+	+	04.2025
MON87769	+	+	04.2025
MON87705	+	+	04.2025
MON87708	+	+	04.2025
CV-127	+	+	04.2025
FG72	+	+	07.2026
DAS 68416	+	+	12.2027
DAS 44406-6	+	+	12.2027
DAS81419	+	+	08.2031
MON87751	+	+	05.2029
SYNTOH-2	+	+	01.2031
GMB151	+	+	03.2032

1.1.4.3 ГМО кукурудза

Серед генетично модифікованих культур кукурудза (*Zea mays L.*) має найбільшу кількість схвалених подій (поодинокі та складені ознаки) і є другою за величиною культурою після сої за глобальним впровадженням [26]. Вже на період 2015 року 53,6 млн га кукурудзи ГМ вирощувалося в глобальному масштабі, що становить майже 1/3 від 185 млн га кукурудзи, посіяної в усьому світі. У США було вирощено 33 мільйони га, а в Бразилії, Аргентині та Канаді – 17,4 мільйона гектарів. Глобальна вартість ГМ кукурудзи оцінюється в 8,1 мільярда доларів США [27].

Навмисне введення корисного гена в культурні рослини за допомогою трансгенної технології може забезпечити величезні сільськогосподарські та

економічні вигоди. Однак вплив комерціалізації цих культур на екосистему, зокрема на біорізноманіття підземного ґрунту, все ще залишається невизначеним [28]. У зв'язку з цим, незважаючи на великий обсяг дозволених до ввезення ліній генетично модифікованої кукурудзи, країни ЄС регулярно проводять перегляд даного переліку. Лінії генетично модифікованої кукурудзи, що мають дозвіл на ввезення до території країн ЄС відображено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. Лінії генетично модифікованої кукурудзи, що мають дозвіл на ввезення до країн ЄС [23, 24]

Лінія	Продовольча	Кормова	Строк завершення ліцензії
Bt11	+	+	08.2031
DAS59122	+	+	08.2028
TC1507	+	+	12.2027
GA21	+	+	08.2028
MON810	+	+	07.2027
NK603	+	+	04.2025
T25	+	+	04.2025
MON88017	+	+	01.2031
MON89034	+	+	01.2031
MIR604	+	+	01.2031
MON87460	+	+	04.2025
MON87427	+	+	12.2025
MZIR098	+	+	08.2031
MON87411	+	+	07.2029
DP414	+	+	07.2029
MON87403	+	+	07.2029
5307	+	+	07.2029
DAS40278	+	+	07.2029
MZHGOJG	+	+	11.2029

1.1.5 Статистичний аналіз ГМО в Україні

Для проведення статистичного аналізу динаміки генетично модифікованих сільськогосподарських культур на території України, було проведено ретроспективний аналіз даних, що отримано за результатами молекулярно-генетичного аналізу експортних вантажів ріпаку, сої та кукурудзи. Випробування зразків даних культур було проведено на базі випробувального центру ІП «СЖС Україна».

В аналізі наведено розподіл вмісту ГМО у проаналізованих зразках за п'ять торговельних сезонів (1 липня – 31 червня) з 2018 по 2023 рік. Кількість проаналізованих зразків на кожний торговельний сезон, продемонстровано у таблиці 4.

Таблиця 1.4. Кількість зразків, що оцінено на вміст ГМО в період з 2018 по 2023 рік та взято до подальшого статистичного аналізу.

Торговельний сезон	Ріпак	Соя	Кукурудза
2018-2019	93	353	522
2019-2020	256	251	1185
2020-2021	225	221	757
2021-2022	112	243	797
2022-2023	495	553	1187
Загально	1181	1621	4448

Випробування було здійснено за допомогою Полімеразної Ланцюгової Реакції у режимі реального часу, згідно з вимог ISO 21569:2005/AMD 1:2013, ДСТУ ISO 21569:2008, ISO 21570:2005/AMD 1:2013, ДСТУ ISO 21570-2008.

Результати було інтерпретовано за чотирма категоріями:

- ГМО у зразку не ідентифіковано;
- вміст ГМО у зразку менше ніж 0.1%;

Даний рівень обумовлено параметрами LOD та LOQ методу випробування, згідно з особливостями обладнання, витратних матеріалів та технології реалізації методу якісного визначення та вимірювання. Результати,

що демонструють концентрацію ГМО меншу ніж 0.1 % ГМО приймаються як вільні від ГМО.

- вміст ГМО у зразку у межах 0.1-0.9%;

Даний рівень обумовлено вимогами Regulation No 1829/2003 [11] та правилами маркування вантажів відносно вмісту ГМО. Оператори, які займаються виробництвом та реалізацією продуктів, повинні бути здатні надати докази компетентним органам, що вони прийняли необхідні заходи для уникнення випадкової або технічно неминучої присутності генетично модифікованих матеріалів у своїх продуктах якщо вони складаються або виготовлені з генетично модифікованих організмів у пропорції, не перевищуючі 0,9 відсотка харчових інгредієнтів.

- вміст ГМО у зразку більш ніж 0.9%.

Даний рівень є вищим ніж межі, що регламентовано Regulation No 1829/2003 [11]. Результати, що демонструють концентрацію ГМО вищу ніж 0.9 % ГМО приймаються як такі, що містять ГМО та підлягають обов'язковому маркуванню.

1.1.5.1 Генетично модифікований ріпак

Проведено молекулярно-генетичний аналіз та статистичну обробку результатів 1181 зразків ріпаку продовж п'яти торговельних сезонів у період з 2018 по 2023 рік. Розподіл відносної кількості зразків по категоріям вмісту ГМО, представлено у таблиці 5.

Таблиця 1.5. Відносний вміст генетично модифікованого ріпаку у експортних вантажах України з 2014 по 2023 рік

Вміст ГМО, %	Торговельний сезон				
	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023
0	13,00	18,00	39,00	52,00	62,00
<0,1	49,00	31,40	42,00	42,60	33,50
0,1-0,9	25,00	32,60	12,00	1,40	2,25
>0,9	13,00	18,00	7,00	4,00	2,25

Динаміка вмісту ГМО у зразках ріпаку за п'ять торговельних сезонів відображено на рисунку 1.1.

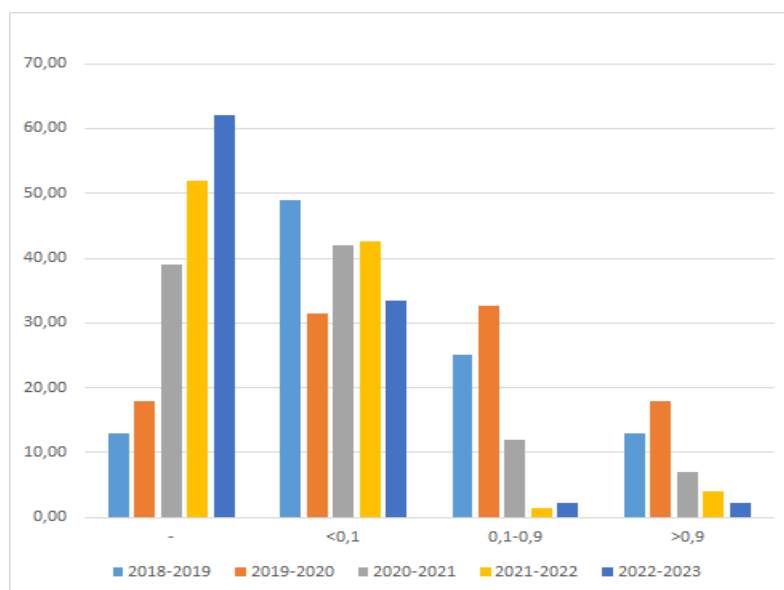


Рисунок 1.1. Динаміка вмісту генетично модифікованого ріпаку у експортних вантажах України з 2014 по 2023 рік

Описові статистики вмісту ГМО у зразках ріпаку за п'ять торговельних сезонів продемонстровано у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6. Описові статистики вмісту ГМО у зразках ріпаку за п'ять торговельних сезонів

Рівень ГМО, %	Описові статистики				
	Середня (Ave)	Медіана (Me)	Розбіг (D)	Дисперсія (V)	Стандартне відхилення (Sd)
0	36.80	39.00	49.00	447.700	21.1589
<0,1	39.70	42.00	17.60	51.880	7.2028
0,1-0,9	14.65	12.00	31.20	191.418	13.8354
>0,9	8.85	7.00	15.75	42.863	6.5469

Як можна відмітити, кількість зразків ріпаку який містить слідові концентрації ГМО на рівні <0.1 має відносну стабільність на протязі п'яти років та коливається на рівні $40 \pm 10\%$. Однак незважаючи на це, кількість

зразків що містять ГМО на рівні 0.1-0.9% та більш ніж 0.9%, демонструє стійку тенденцію до зниження продовж останніх чотирьох років.

1.1.5.2 Генетично модифікована соя

Проведено молекулярно-генетичний аналіз та статистичну обробку результатів 1621 зразку сої продовж п'яти торговельних сезонів у період з 2018 по 2023 рік.

Розподіл відносної кількості зразків по категоріям вмісту ГМО, представлено у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7. Відносний вміст генетично модифікованої сої у експортних вантажах України з 2014 по 2023 рік

Вміст ГМО, %	Торговельний сезон				
	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023
0	23,00	18,00	26,00	23,00	13,00
<0,1	50,00	31,30	44,00	49,00	45,50
0,1-0,9	14,50	11,00	8,00	8,80	14,40
>0,9	12,50	39,70	22,00	19,20	27,10

Динаміка вмісту ГМО у зразках сої за п'ять торговельних сезонів відображено на рисунку 1.2.

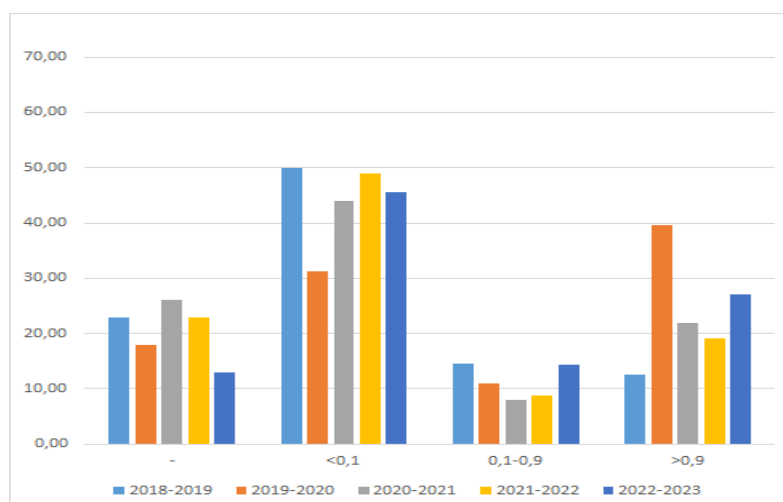


Рисунок 1.2. Динаміка вмісту генетично модифікованої сої у експортних вантажах України з 2014 по 2023 рік

Описові статистики вмісту ГМО у зразках сої за п'ять торговельних сезонів продемонстровано у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7. Описові статистики вмісту ГМО у зразках сої за п'ять торговельних сезонів

Рівень ГМО, %	Описові статистики				
	Середня (Ave)	Медіана (Me)	Розбіг (D)	Дисперсія (V)	Стандартне відхилення (Sd)
0	20.60	23.00	13.00	26.300	5.1284
<0,1	43.96	45.50	18.70	56.133	7.4922
0,1-0,9	11.34	11.00	6.50	9.268	3.0443
>0,9	24.10	22.00	27.20	103.835	10.1899

Згідно з результатами дослідження, соя демонструє порівняно сталу динаміку, з показником стандартного відхилення від 3 до 10 одиниць на всіх на всіх рівнях концентрації вмісту ГМО.

Кількість зразків вільних від ГМО на протязі перших чотирьох років трималася на рівні 20%, однак за останній рік відмічається зниження до рівня, що наближається до 10%. За даними, що є на даний момент, неможливо зробити висновок відносно формування тренду до зниження.

1.1.5.3 Генетично модифікована кукурудза

Проведено молекулярно-генетичний аналіз та статистичну обробку результатів 4448 зразків кукурудзи продовж п'яти торговельних сезонів у період з 2018 по 2023 рік.

Розподіл відносної кількості зразків по категоріям вмісту ГМО, представлено у таблиці 1.8.

Таблиця 1.8. Відносний вміст генетично модифікованої кукурудзи у експортних вантажах України з 2014 по 2023 рік

Вміст ГМО, %	Торгівельний сезон				
	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023
БДС <0,1	59,00	43,80	27,10	20,60	20,70
0	25,50	35,60	49,00	57,00	52,00
<0,1	14,50	15,30	18,40	19,40	21,10
0,1-0,9	1,00	2,90	4,10	2,40	4,20
>0,9	0,00	2,40	1,40	0,60	2,00

*ботанічна домішка лінії ГМ сої MON 40-3-2 у кількості <0,1%

Для інтерпретації результатів, у випадку кукурудзи, необхідно враховувати те, що вантажі даної культури часто містять ботанічну домішку сої. Не рідко це відбувається у вигляді запилення. Даний феномен пов'язано з багатьма факторами, такими як використання спільних ділянок при вирощуванні, недостатнє очищення ємностей для транспортування або збереження та інше.

Дане забруднення може приводити до якісної ідентифікації елементів генетичних конструкцій у зразку кукурудзи, що свідчить про наявність ГМО, але при подальшому дослідженні, може бути не виявлено жодної модифікованої лінії кукурудзи. Зазвичай, у таких випадках у зразках кукурудзи знаходять сліди генетично модифікованої сої, наприклад лінії MON 40-3-2.

Контроль даного ризику має високе значення, у зв'язку з тим, що у випадку знаходження у зразку кукурудзи домішки сої на рівні вище ніж 0.9% від кількості кукурудзи, дана партія підпадає під вимоги Regulation No 1829/2003, та може розглядатися необхідність маркування вантажу як такий що містить ГМО.

Динаміка вмісту ГМО у зразках кукурудзи за п'ять торговельних сезонів відображено на рисунку 1.3.

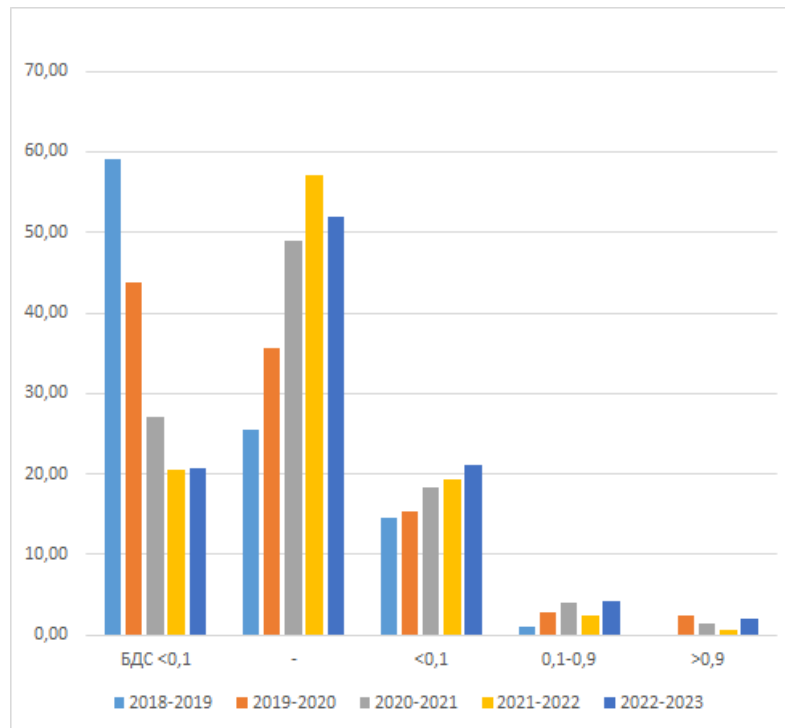


Рисунок 1.3. Динаміка вмісту генетично модифікованої кукурудзи у експортних вантажах України з 2014 по 2023 рік

Описові статистики вмісту ГМО у зразках сої за п'ять торговельних сезонів продемонстровано у таблиці 1.9.

Таблиця 1.9. Описові статистики вмісту ГМО у зразках кукурудзи за п'ять торговельних сезонів

Рівень ГМО, %	Описові статистики				
	Середня (Ave)	Медіана (Me)	Розбiг (D)	Дисперсія (V)	Стандартне відхилення (Sd)
0	34.24	27.10	38.40	281.203	16.7691
<0,1	43.82	49.00	31.50	167.662	12.9484
0,1-0,9	17.74	18.40	6.60	7.733	2.7808
>0,9	2.92	2.90	3.20	1.747	1.3217

Як можна бачити, ботанічна домішка генетично модифікованої сої у кукурудзі у останні роки значно знизилася, але все одно продовжує триматися на рівні 20% зразків, що репрезентують експортні вантажі. Це підкреслює необхідність контролю даного ризику у інтересах задоволення міжнародних вимог до безпеки зернових та олійних сільськогосподарських культур.

За останні три торговельні сезони, кількість зразків вільних від ГМО тримається на рівні 50%. однак слід відмітити тренд зростання вмісту ГМ кукурудзи на рівні концентрації <0.1%. За останні п'ять торговельних сезони вона неспинно зростає та вже сягає 20%.

На рівні концентрацій зразків, що містять ГМО у межах 0.1-0.9% та більш ніж 0.9% відмічається відносна стабільність, що представлено 3% та 2% зразків відповідно.

У випадку генетично модифікованої кукурудзи ідентифікується лінія NK603.

1.1.6 Узагальнення

Як можна бачити, незважаючи на нормативну заборону ввезення та вирощування ГМО на території України, у експортних вантажах зернових та олійних сільськогосподарських культур відмічається наявність значної кількості генетично модифікованої сої, кукурудзи та ріпаку.

Отже, для вирішення питань ідентифікації, вимірювання та нормативного маркування ГМ культур потрібні чутливі та надійні методи, які повинні:

- бути здатними виявляти всі відомі лінії ГМО;
- надавати кількісні дані щодо вмісту та/або наявності ГМО;
- забезпечувати випробування великого асортименту продуктів харчування та сільськогосподарської продукції;
- бути надійними, відтворюваними та давати мінімальний рівень хибнопозитивних результатів.

1.2 Розробка модельної молекулярно-генетичної лабораторії

Для планування молекулярно-генетичних лабораторій, що обслуговують зернові термінали та елеватори, потрібно враховувати кілька важливих відмінностей.

По-перше, розташування – елеватори часто знаходяться ближче до зон вирощування зернових культур, тоді як зернові термінали зазвичай розташовані поруч з портами або транспортними магістралями для зручного експорту зерна.

По-друге, пропускна здатність – елеваторні комплекси зазвичай обробляють менший обсяг зерна, спрямованого на регіональні потреби та зберігання, у той час як зернові термінали мають більшу пропускну здатність та обробляють великі обсяги для експорту або дистрибуції.

По-третє, сфера діяльності лабораторій також відрізняється. Лабораторії, що обслуговують зернові термінали, повинні здійснювати точні аналізи зерна з високою точністю для відповідності міжнародним стандартам. Лабораторії, які працюють з елеваторами, забезпечують швидкий перший аналіз для оцінки якості та безпечності зерна.

Крім того, обладнання та технології також можуть відрізнитись. Зернові термінали завдяки своїм масштабам мають доступ до сучасних технологій та автоматизованого обладнання для ефективної обробки великих обсягів зерна, тоді як у елеваторів може бути менше автоматизації та використання менш точного, але швидкого первинного обладнання.

Загалом, ці відмінності впливають на необхідний мінімальний перелік методів та обладнання, необхідних для ефективної роботи комплексних біологічних лабораторій.

1.2.1 Загальні вимоги до лабораторій

Молекулярно-генетична лабораторія має задовольняти вимоги щодо розміру, конструкції та розташування, щоб відповідати стандартам досліджень і уникнути перешкод, які можуть підірвати її валідність відносно міжнародних нормативних документів, таких як ISO/IEC 17025:2017 та інших [29]. Приміщення та довкілля повинні бути придатними для здійснення лабораторної діяльності, не мають негативного впливу на достовірність результатів, включаючи такі фактори, як мікробіологічне забруднення, пил,

електромагнітні перешкоди, випромінювання, вологість, електроживлення, температура, звук, вібрація та інші.

Функціонування молекулярно-біологічних лабораторій супроводжується всеосяжною державною регуляцією, спрямованою на забезпечення якості та безпечності їх діяльності. Ця регуляція охоплює національні стандарти, такі як ДСН, ДБН, СНП, Правила безпеки, регламенти Національного Агентства з Акредитації України (НААУ), а також інші нормативи та накази, що видаються галузевими міністерствами [30].

Серед головних міжнародних нормативних документів, що регламентують функціонування лабораторій слід підкреслити наступні: ISO 9001 [31], ISO/IEC 17025 [29], ISO 22000 [32], ISO 31000 [33] та EA [34] і ILAC [35] регламенти.

Виконання вимог вищезначених документів дозволяє сформувати ефективну систему здійснення лабораторної діяльності. Дана система включає дії, за допомогою яких організація визначає свої цілі та розробляє процеси та обирає ресурси для досягнення бажаних результатів. Вона керує взаємодійними процесами та ресурсами, необхідними для створення цінності та забезпечення результатів для зацікавлених сторін.

Незважаючи на те, що в Україні акредитація відповідності вимогам різних систем менеджменту, є добровільним процесом, для здійснення міжнародної торгівлі доведення компетентності є необхідною вимогою [36].

Часом лабораторна діяльність здійснюється поза лабораторними умовами, наприклад, під час відбору та транспортування зразків або під час проведення специфічних досліджень на віддалених місцях. Головна відмінність між польовими умовами та лабораторними полягає у контрольованості факторів, які можуть впливати на якість лабораторної діяльності. Якщо лабораторія займається діяльністю у місцях або приміщеннях, які не перебувають під її постійним контролем, вона зобов'язана забезпечити виконання умов нормативного документа, що регулює відповідну діяльність, наприклад, стандарту ISO/IEC 17025 [29].

Неупередженість та конфіденційність є критичними компонентами системи якості лабораторії, і вони повинні бути впроваджені в її структуру та діяльність. Відповідно до стандарту ISO/IEC 17025:2017, лабораторія зобов'язана забезпечувати неупередженість своєї діяльності та не допускати впливу комерційних, фінансових або інших тисків, які можуть підірвати її об'єктивність. Також лабораторія відповідає за управління всією інформацією, що зібрана або створена під час виконання її діяльності. Дотримання цих вимог сприяє встановленню довіри до результатів випробувань, як на національному, так і на міжнародному рівні. Органи, які мають валідований статус, наприклад НААУ або міжнародні організації, вимагають підтвердженої неупередженості та конфіденційності для успішного співробітництва за контрактними умовами.

Молекулярно-генетична лабораторія також повинна у своїй структурі враховувати маршрут що долає зразок від етапу отримання до видачі аналітичного звіту. Архітектура, конфігурація та комплектація лабораторних приміщень мають бути ретельно розроблені, щоб уникнути негативного впливу на вимірювання та дослідження.

Особливу увагу слід звернути на фізичне розмежування різних видів лабораторної діяльності, що має ключове значення для запобігання контамінації, крос контамінації та збереження конфіденційної інформації. Важливими прикладами таких розділень в комплексній біологічній лабораторії є фізичне відокремлення екстракції ДНК від проведення ПЛР та повне розділення мікробіологічних досліджень, починаючи з окремого зразка, що надається для даного типу випробувань. Крім того, важливо враховувати, що операції, такі як відбір та транспортування зразків, можуть здійснюватися поза межами лабораторії. Це підкреслює необхідність контролю не тільки зовнішніх умов, але й специфічних ризиків, пов'язаних з різними типами лабораторної діяльності.

1.2.2 Методи визначення ГМО

Функціонал та різноманітність кількісних та якісних методів визначення генетично модифікованих організмів у сільськогосподарських культурах відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки продовольчих ланцюжків та дотриманні міжнародних регулятивних вимог.

Важливо відзначити, що стандартизація та акредитація лабораторій, які проводять аналізи щодо ГМО, мають ключове значення для забезпечення достовірності результатів. Багато країн розробляють та впроваджують специфічні керівництва та нормативні акти для забезпечення якості та надійності методів визначення ГМО у сільськогосподарських культурах та забезпечення відповідності світовим стандартам безпеки харчових продуктів. Це дозволяє забезпечити довіру споживачів до продукції та підтримувати стійкість та прозорість у сільському господарстві.

У наш час існує велика кількість методів виявлення наявності генетичних модифікацій у дослідних об'єктах. У той час як якісні визначення ГМО спрямовані на визначення наявності чи відсутності специфічних маркерів у зразках, кількісні методи спрямовано точний вимір кількості ГМО у зразку сільськогосподарських культур. Однак загалом їх можна поділити на п'ять великих груп: фенотипові, секвенувальні, ПЛР, орієнтовані на протеїн та методи хімічного інструментального аналізу.

1.2.2.1 Фенотипові методи

Одним з варіантів фенотипових методів є, так званий метод herbicide assays, або фенотиповий метод використовуються для виявлення ГМ-культур. Дана технологія є одним з низькотехнологічних варіантів вирішення проблеми виявлення ГМО. Однак незважаючи на низьку потребу в ресурсах, даний метод обмежується виявленням лише групи резистентних ліній [37]. Виявлення фенотипу дозволяє визначити наявність ознаки, яка особливо використовується для стійкості до гербіцидів (HR) і стійкості до комах (IR), наприклад білка Cry1a або гена в ГМ кукурудзі для MON80100, MON801,

MON802, MON809 та інших [38]. Отже даний підхід не є придатним для використання у напрямі оцінювання безпечності експортних вантажів сільськогосподарської сировини.

1.2.2.2 Методи секвенування

Другою групою методів є підходи орієнтовані на послідовність ДНК.

Одним з класичних методів є Саузерн-блоттинг. Даний метод спрямовано на виявлення ГМО на основі характеристики однієї копії гену в геномі трансформованого зразка або ГМ-культури, що виконується за допомогою саузерн-блот-гібридизації. Даний метод використовується для виявлення успішної інтеграції гена, вставки числа копій і включення послідовностей з каркасу плазмиди трансформації. Даний метод використовує комбінацію кількох рестриктаз і зондів. Деякі модифікації, наприклад Southern-by-Sequencing, дають змогу отримати інформацію про фланкуючі послідовності ДНК у місцях інсерції на рівні послідовності [39]. Однак робота з рестриктазами є дуже технологічно вимогливою. Даний метод має більший потенціал при використанні у високоточних дослідних лабораторіях, ніж у рутинному виявленні ГМО у експортних вантажах.

Метод "DNA walking" це підхід до специфічної ідентифікації невідомих нуклеотидних послідовностей, що прилягають до відомих ділянок ДНК. Даний підхід реалізується за допомогою специфічних праймерів для відомої послідовності, а кінцевий продукт далі секвенується за допомогою технології секвенування за Сенгером [40]. Існує декілька модифікацій даного методу. Використання рестриктаз, націлених на сайти, близькі до цікавої послідовності, наприклад, на з'єднанні між невідомою та відомою послідовностями [41]. Потім отримані фрагменти самоциркуляризуються або лігуються до касети ДНК, що називається інвертованою ПЛР. Другий варіант використовує метод ампліфікації праймера, специфічного для послідовності. Отриману ДНК лігують в касету ДНК. Цю стратегію було успішно використано на таких культурах як кукурудза *MON810*, рис *LLRICE62*, соя

A2704-12, ріпак T45 та бавовник LTCOTTON25. Даний метод може бути корисним для оцінювання пошкодженого чи обробленого зразку, або для аналізу вкрай низьких концентрацій ДНК. Однак він є досить технологічно складним і, на наш погляд, не може бути пристосований до рутинного використання з високою інтенсивністю.

Технології секвенування наступного покоління, або "next-gen sequencing" є новітнім підходом, що орієнтован на аналіз ДНК. Молекулярна характеристика ГМО в ГМ-культурах наразі виконується за допомогою Саузерн-блоттингу та ПЛР у поєднанні з секвенуванням Сенгера, щоб визначити точне розташування трансгенів, інтегрованих у геном господаря, та виявити основні послідовності для векторів трансформації. Даний метод є корисним при визначенні складених ознак ГМ-культур.

Збільшені можливості секвенування при безперервному зниженні витрат у поєднанні з технологіями NGS підвищили надійність геномних досліджень у різноманітних сферах застосування. NGS є найефективнішим підходом для молекулярного виявлення ГМО і був адаптований для прикладних методів селекції рослин та ідентифікації невеликих вставок і делецій [42]. Даний метод має переваги перед Саузерн-блоттингом, дозволяє профілювати транскриптоми, виявляти змінені профілі експресії трансгенних вставок і відносну кількість пулів малих регуляторних РНК у генетично модифікованих культурах. Не зважаючи на високу якість та точність даного методу, ефективність стратегій на основі NGS залежить від наявності біоінформаційних методів для пошуку послідовностей трансгенних вставок і областей з'єднання. Окрім цього, матеріально-технічне забезпечення даного підходу є досить коштовним.

1.2.2.3 Методи полімеразної ланцюгової реакції

Специфічна ПЛР, або "Event-specific PCR" використовується для виявлення генетично модифікованих організмів за допомогою специфічних послідовностей з'єднання для інтеграції між трансгенною конструкцією та

геномом рослини. Техніка аналізу ПЛР, яка використовується для ампліфікації цієї послідовності ДНК, називається ПЛР, специфічною для «події трансформації» [43]. Інтеграція однієї трансгенної послідовності в геном рослини є випадковою подією, і дуже малоймовірно, що вона відбудеться в одному геномному локусі в двох різних ГМО, і це можна використовувати для розробки однозначних аналізів виявлення, специфічних для трансгенної конструкції та сайту інтеграції, який необхідно розробити. Інформація про послідовність ГМО по суті необхідна для виявлення законних трансгенних подій, а зразок не ГМО необхідний як еталонний матеріал. Промотор *P35S*, *CaMV* і термінатор *NOS* є мішенями скринінгу ГМО, які найчастіше використовуються для ідентифікації в рекомендаціях ЄС щодо комерційних харчових продуктів і кормів. ПЛР, специфічна для певної події, може бути використана як маркер для скринінгу відомих ГМО зі специфічними ознаками та їх ідентифікації.

Конструкт-специфічне виявлення, або "construct-specific detection" базується на двох суміжних послідовностях ДНК, що несуть «трансген». Це призводить до того, що ГМО містять туж саму конструкцію. Сучасні конструкт-специфічні системи спрямовані на виявлення *tp2-Cry2Ab2*, *ctp2-cp4epsps*, *P35S-cry1Ac*, та *P35S-Uida* [43]. Однак конструкт-специфічна ПЛР не в змозі виявити окрему подію ГМО, тому може бути використано лише для скринінгу ГМО в зернових та олійних культурах.

Мультиплексна ПЛР є варіантом звичайної ПЛР, яка включає одночасну ампліфікацію кількох послідовностей цільового гена в одній реакції та економить час, зусилля та кошти. Мультиплексна ПЛР-система, розроблена для ампліфікації чотирьох цільових послідовностей ДНК (*cp4-epsps*, *m-epsps*, *pat*, *bar* і ген рибулозобісфосфаткарбоксилази *RBCL*) для одночасного виявлення ГМ сої, кукурудзи, рису та продуктів їх переробки і семи послідовностей генів, що містять гени *lec* і *zein* [43]. Однак, незважаючи на переваги, розробка мультиплексних систем вимагає ретельної валідації та придатна лише до скринінгу ГМО.

ПЛР в реальному часі, або "Real-time PCR" є "золотим стандартом" кількісного виявлення вмісту ГМ у харчових продуктах або кормах. Існування порогових обмежень для вмісту ГМ у продуктах або культурах вимагає чутливих та точних кількісних методів визначення. ПЛР у реальному часі в поєднанні з флуорометричними зондами дозволяє точно кількісно визначити вміст ГМО або рівні експресії генів. Кожна послідовність випробувань включає аналіз повного набору еталонів для створення стандартних кривих та визначення вмісту ГМО в зразках. Крім того, успішно розроблені системи випробування таких культур, як пшениця, кукурудза, ріпак, бавовна [44].

Технологія цифрової ПЛР, або "Droplet Digital PCR" менш чутлива до інгібіторів, присутніх у складних зразках. Для даного виду реакції реакційна суміш ділиться на багато окремих реакцій, які називаються перегородками, кожна з яких не містить жодної, однієї або кількох цільових копій. Розділи зчитуються як негативні або позитивні в кінцевій точці, а концентрація ДНК розраховується за допомогою розподілу Пуассона. Розподіл реакційних об'ємів на розділи досягається за допомогою лунок на чіпі в dPCR на основі мікрорідин/чіпу (cdPCR) або крапель у dPCR на основі емульсії/крапель (ddPCR). Цей підхід дає можливість кількісного визначення без стандартних кривих. і не покладається на еталонний матеріал для стандартних кривих. Дуплексна цифрової плр, що складається з цільового гена та референсного гена, використовується для абсолютної кількісної оцінки ГМ подій. У наш час досліджується можливість кількісної оцінки двох, трьох і чотирьох ліній, що можуть бути одночасно представлено у зразку [45, 46].

Загалом існує велика кількість модифікацій полімеразної ланцюгової реакції, що дозволяють підібрати оптимальний підхід враховуючи напруженість потоку, обсяг необхідних вихідних даних та інших ризиків, що очікуються у роботі лабораторії. У наш час, саме ПЛР є найбільш популярним інструментом якісного та кількісного визначення ГМО у харчових та кормових сільськогосподарських культурах.

1.2.2.4 Методи спрямовані на оцінювання протеїну

Імуноферментний аналіз, або «ELISA» базується на специфічній гібридизації іммобілізованих продуктів ПЛР промотору *CaMV 35S* із міченими внутрішніми зондами, придатними для колориметричного виявлення. ІФА займає менше часу, ніж інші методи виявлення, і може виявити навіть 0,1 нг ампліконів за 2 години [47]. ELISA може бути використано для виявлення білка, кодованого геном *cp4-epsps*, *Cry*, *pat* і *nptII* [48].

Вестерн-блот є аналітичною процедурою, яка використовується для визначення наявності певних білків у зразку. На першому етапі відбувається електрофорез білків у поліакриламідному гелі для їхнього поділу за довжиною або тривимірною структурою.

Потім ці білки переносяться на нітроцелюлозну або PVDF-мембрану, після чого відбувається їх виявлення за допомогою специфічних антитіл, що зв'язуються із заданим білком. Існує безліч комерційних компаній, що спеціалізуються на виробництві антитіл, включаючи моноклональні, так і поліклональні антитіла, призначені до десятків тисяч різних білків [49]. Даний підхід є досить високочутливим для виявлення цільових білків у генетично модифікованих зразках, зокрема, якщо застосовувати до нерозчинних білків межі виявлення коливаються від 0,1 до 1%, а у зразках рослин та насіння залежно від рівнів експресії білка [50].

Імунохроматографічні тести, або «immunostrips test» надають швидку, якісну та напівкількісну інформацію про присутність ГМ білків і надаються як готові до використання набори. Імунологічні смужки здатні надавати результати вже через 5–10 хвилин і доступні для виявлення широкого переліку білків, що кодуються такими генами як *Cry1Ab*, *Cry1Ac*, *Cry2Ab* і *Cp4-EPSPS*. Чутливість даного підходу лежить в межах 0,1–1% [51]. Варто відзначити, що даний підхід так як і ІФА є специфічними для ознак, і ті самі білки-мішені, знайдені в різних ГМО, містять однакову конструкцію. Таким чином, методи на основі антитіл не можуть точно диференціювати ГМО наприклад, кукурудза *Vt-176*, *Vt II* і *Mon 810* містять однаковий білок *cry*.

Отже, методи виявлення на основі ПЛР є більш надійними та точними для виявлення ГМО, але на ранній стадії виявлення імунологічні аналізи та тести спрямовані на виявлення трансгенного протеїну, можуть розглядатися як достатній варіант.

1.2.2.5 Хімічні інструментальні методи

Хроматографічні методи використовуються, коли генетично модифіковані організми містять жирні кислоти, тригліцериди та певні хімічні речовини, що здатні значно ускладнювати реалізацію інших методів. Одним з прикладів хроматографічного підходу розроблено з використанням високоефективної рідинної хроматографії (HPLC) у поєднанні з мас-спектрометрією хімічної іонізації при атмосферному тиску (APCI-MS) у ГМ ріпаку на наявність тригліцеридів. Кількісне визначення здійснюється за допомогою полум'яно-іонізуючого детектора (FID) у поєднанні з HPLC [52].

Спектроскопія ближнього інфрачервоного діапазону «NIR» використовується для неруйнівного аналізу цільного зерна у ракурсі визначення вмісту показників якості. Даний метод базується на поглинанні світла різними матеріалами в певній області електромагнітного спектру [53]. Спектроскопія ближнього інфрачервоного діапазону використовується, наприклад, щоб відрізнити ГМ-сою Roundup Ready від звичайної сої. Найсуттєвішими перевагами цієї методики в порівнянні з попередніми процесами дослідження ГМО є її низька вартість, відсутність специфічних реагентів, мінімальна або повна відсутність підготовки зразків і менш трудомісткі процедури. Однак основним обмеженням NIR є те, що він не може генерувати спектри для великих наборів зразків для ідентифікації та змін у ДНК чи білку.

1.2.2.6 Узагальнення

Загалом існує велика кількість методів, що дозволяють реалізувати якісне та кількісне виявлення генетично модифікованих організмів. Серед них

є такі класичні підходи як Саузерн-блоттинг, ПЛР та більш екзотичні сучасні методи, як «Surface plasmon resonance») та «Biosensor-based detection», що не мають достатнього поширення.

Кілька аналітичних методів на основі секвенування ДНК, оцінки ампліконів та протеїнів, таких як полімеразна ланцюгова реакція та аналіз за допомогою рестриктаз, використовувалися для виявлення, характеристики та автентифікації ГМ-культур і отриманих з них сільськогосподарських продуктів. Загалом, дані методи пропонують достатню впевненість і надійність порівняно з іншими методами ідентифікації трансгенів. Однак ці підходи є руйнівними, трудомісткими та дорогими, що робить їх непридатними для онлайн-додатків.

Додатково існують, що кілька методів, таких як хроматографія та спектроскопічні методи, такі як спектроскопія середнього інфрачервоного (MIR), ближнього інфрачервоного (NIR), спектроскопія терагерцового діапазону та лазерно-індукована спектроскопія руйнування, що є достатньо ефективними для ідентифікації ГМ-культур.

Порівняльну характеристику найбільш поширених методів кількісного та якісного аналізу ГМО представлено в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10. Порівняльна характеристика найбільш поширених методів аналізу генетичних модифікацій у сільськогосподарській сировині

	SB	NGS	WB	ELISA	ST	PCR	RT-PCR	HPLC GC-MS	NIRS, Vis- NIRS
Простота реалізації*	+++	++	+++	++	+	+++	+++	+++	+
Потреба у спеціальному обладнанні	Так	Так	Так	Ні*	Ні	Так	Так	Так	Так
Чутливість*	++	+++	++	++	++	+++	++	+++	++
Тривалість	6 год	1 доба	2 доби	30-90 хв	10 хв	1.5 діб	1 доба	1-2 доби	1 хв
Коштовність аналізу зразка (USD, середня на 2021 рік)	150	25	150	5	2	250	450	20	-
Кількісний результат	Ні	Ні	Ні	Так	Так	Ні	Так	Так	Так
Підходить для польових випробувань	Ні	Ні	Ні	Так	Так	Ні	Ні	Ні	Так
Портативність	Ні	Ні	Ні	Так	Так	Ні	Ні	Ні	Так

*+ - низький показник, ++ - середній показник, +++ - високий показник

SB - Southern blotting, NGS - Next gen sequencing, WB - western blotting, ELISA - enzyme-linked immuno sorbent assay, ST - Strips test, PCR - Polymerase chain reaction, RT-PCR - Real-time polymerase chain reaction, HPLC - High-performance liquid chromatography, GC-MS - Gas chromatography–mass spectrometry, NIRS - Near-Infrared Reflectance Spectroscopy, Vis-NIRS - Visible Near-Infrared Reflectance Spectroscopy

1.2.3 Модель молекулярно-генетичної лабораторії

1.2.3.1 Організація молекулярно-генетичної лабораторії на зерновому терміналі

Згідно з призначенням, та проведеною оцінкою доступних методів проведення аналізу вмісту ГМО у зернових та олійних культурах, найбільш придатними для впровадження у лабораторії на зерновому терміналі є методи з використанням РТ-ПЛР.

Реалізація молекулярно-генетичних досліджень шляхом ПЛР, вимагає певного фіксованого шляху, що здійснює зразок на окремих етапах випробування. Окрім цього, необхідним є обмеження кожного етапу, та фіксоване положення персоналу та обладнання, що віднесено до реалізації кожного з цих етапів.

Загалом слід виділяти чотири найголовніших етапи реалізації молекулярно-генетичного дослідження за допомогою методу ПЛР: реєстрація та підготування зразку, екстракція та оцінювання якості ДНК, ампліфікація і деконтамінація.

Загальна модель молекулярно-генетичної лабораторії, що здійснює аналітичну діяльність за допомогою полімеразної ланцюгової реакції, відображено на рисунку 1.4.

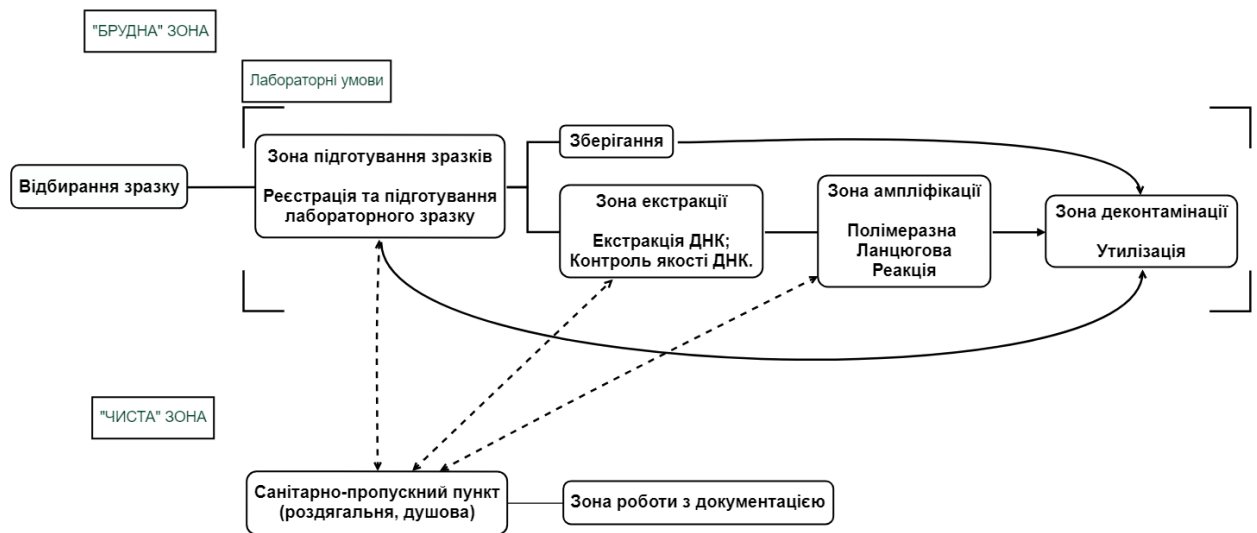


Рисунок 1.4. Загальна модель функціонування молекулярно-генетичної ПЛР лабораторії

1.2.3.1.1 Етап реєстрації та підготування зразку

На даному етапі зразок потрапляє у лабораторію де, в першу чергу, здійснюється оцінювання його придатності до проведення лабораторного дослідження, згідно з внутрішніми настановами лабораторії та вимогами нормативної документації, що регламентує проведення дослідження. Після

встановлення відповідності зразку, здійснюється реєстрація його ідентифікаційних даних.

Після проведення всіх етапів оцінювання та реєстрації, проба проходить ретельну гомогенізацію всього наданого обсягу зразку. Перший етап гомогенізації реалізується за допомогою щілинних дільників відповідно до правил експлуатації та пропускної здатності обладнання. За допомогою дільників здійснюється ретельне перемішування зразку, що є важливим для досягнення рівномірного розподілу ймовірних зерен, що містять ГМО, по всьому обсягу репрезентативного матеріалу.

На другому етапі здійснюється розмелювання та перемішування зерна. Слід враховувати те, що дисперсність, яка досягається за допомогою лабораторних млинів на пряму впливає на якість наступних етапів дослідження, зокрема на ефективність екстракції ДНК. Отже рекомендовано орієнтуватися на найменший досяжний діаметр часток помелу. У даному ракурсі можливим є використання декількох послідовних етапів подрібнення зерна за допомогою каскадного розмелювання млинами з різним ефективним розміром частки.

Після досягнення найменшого розміру часток помелу та рівномірного розподілення зразку, з лабораторної проби виділяється декілька наважок, з якими буде здійснюватися наступні етапи випробування.

Сформовані наважки передається у зону проведення екстракції ДНК. Робоча зона та все обладнання, що було використано в процесі підготування даного зразка, підлягає ретельному очищенню та деконтамінації за допомогою мийних засобів, засобів нейтралізації нуклеїнових кислот.

Таким чином, для здійснення діяльності на етапі підготування зразку необхідним мінімальним обладнанням є: щілинний дільник, лабораторний млин з перемішувачем, ваги аналітичні. Добір обладнання слід виконувати з врахуванням вимог стандартів ISO 21569 та ISO 21570 [54, 55].

1.2.3.1.2 Етап екстракції та оцінювання якості ДНК

На етапі екстракції, за допомогою специфічних реактивів, з гомогенних наважок виділяється ДНК.

Здійснення даної процедури можливо з використанням реагентів, що готується безпосередньо у лабораторних умовах, або готовими комерційними наборами, наприклад таких міжнародних виробників як Thermo, Sigma aldrich, Bioneer, Macherey-Nagel та інших.

Після проведення процедури екстракції, необхідно здійснення оцінювання кількості та якості отриманої ДНК. Процедура аналізу кількості здійснюється за допомогою спектрофотометрії, орієнтуючись на концентрацію у нг/мкл з метою досягнення оптимальної концентрації з рівним значенням у всіх паралельних наважках одного зразку. Висновок щодо придатності ДНК для подальшого дослідження робиться на підставі аналізу відношення поглинання розчином на довжинах хвиль 260/280 та 260/230 нм. Дані співвідношення демонструють наявність чи відсутність у розчині ДНК речовин, що мають здатність негативно впливати на проходження ПЛР. До таких речовин відносяться протеїни, феноли та інші. Максимальне досягнення необхідного співвідношення 260/280 та 260/230, що дорівнює приблизно 1.7 та 1.9 відповідно, є необхідною умовою для прийняття екстрагованого матеріалу для реалізації ПЛР.

Таким чином, для здійснення діяльності на етапі екстракції необхідним мінімальним обладнанням є: бокс біологічної безпеки, дозатори змінного обсягу, центрифуга, термостат, спектрофотометр, витратні матеріали та реагенти для екстракції ДНК. Добір обладнання слід виконувати з врахуванням вимог стандарту ISO 21571 [56]

1.2.3.1.3 Етап ампліфікації

На етапі ампліфікації, здійснюється ПЛР аналіз екстрагованої ДНК. Даний метод заснований на багаторазовому копіюванні певної ділянки ДНК за допомогою ферменту полімерази. При цьому відбувається копіювання лише

тієї ділянки, яка відповідає підбраної парі праймерів, якщо вона присутня у зразку. Проведення ПЛР можливо з використанням реагентів, що готується безпосередньо у лабораторних умовах, або готовими комерційними наборами, наприклад таких міжнародних виробників як Merck Millipore, Neogene, Sigma aldrich, Bioneer та інших.

Специфічність даного методу обумовлена використанням пар праймерів, що представляють собою синтетичні ланцюги нуклеотидів, компліментарні до ділянки ДНК, що міститься лише в певній лінії генетично модифікованої рослини. Отже добір пар праймерів має бути здійснено за допомогою офіційних баз даних, наприклад електронної бази даних Європейського Союзу EURL GMFF [23].

Окрім цього, для реалізації ПЛР необхідно виконання тристадійного каскаду перепадів температури з мінімальною помилкою на рівні менш ніж 0.1 °С. Даний каскад представлено денатурацією, що відбувається при температурі 94-96 °С; відпалом, що відбувається при 50-60 °С; елонгацією, що відбувається при 72 °С. Даний температурний режим повторюється декілька десятків разів. Дана процедура реалізується за допомогою спеціального приладу – ампліфікатора. Температурні умови та кількість циклів можуть змінюватися згідно з нуклеотидним складом праймерів та зондів, у зв'язку з чим, рекомендовано узгодження даних параметрів з виробниками реактивів та обладнання.

Для кількісного розрахунку та контролю якості реакції необхідно використання стандартних зразків, що містять відому концентрацію певної ГМО лінії. Необхідно зауважити, що відповідно до сучасних вимог, виробники стандартних зразків повинні здійснювати свою діяльність згідно з положеннями ISO 17034 [57]. Отже відповідне маркування сертифікату якості таких зразків є необхідним.

Таким чином, для здійснення діяльності на етапі здійснення полімеразної цепної реакції мінімальним обладнанням є: бокс біологічної безпеки, дозатори змінного обсягу, ампліфікатор, витратні матеріали та

реагенти для ПЛР, бібліотека праймерів із зондами, стандартні зразки. Добір обладнання слід виконувати з врахуванням вимог стандартів ISO 21569 та ISO 21570 [54, 55].

1.2.3.1.4 Етап деконтамінації

На даному етапі, зразок, наважки та всі витратні матеріали підлягають знезараженню. Дана процедура здійснюється за допомогою інсінерації, автоклавування, обробки спеціальними хімічними речовинами що руйнують нуклеїнові кислоти чи поєднанням даних заходів.

Для формування обґрунтованої процедури деконтамінації слід враховувати національні та міжнародні вимоги до безпеки поводження з ГМО, та рекомендації міжнародних організацій, наприклад Environmental Protection Agency (EPA) [58] та Office of the Gene Technology Regulator (OGTR) [59].

1.2.3.2 Організація експрес-ГМО лабораторії на елеваторі

Згідно з призначенням, та проведеною оцінкою доступних методів проведення аналізу вмісту ГМО у зернових та олійних культурах, найбільш придатними для впровадження у лабораторії на елеваторі є методи з використанням імунохроматографічних тестів (immunostrips test) або спектроскопії ближнього інфрачервоного діапазону (NIR). Ці методи здатні до здійснення кількісного вимірювання у короткий час, дають достатньо надійні результати для формування першого наближення та не потребують великої кількості допоміжного обладнання.

У зв'язку з простотою використання технологій експрес тестування, єдиними необхідними вимогами для застосування IS та NIR методів є інструкція до витратних матеріалів, у випадку IS та обладнання, у випадку NIR. Все необхідне додаткове обладнання також вказано у відповідній супровідній документації.

1.2.4 Технічне устаткування

У лабораторіях, які займаються аналізом вмісту ГМО для зернових терміналів та елеваторів, обладнання вибирається відповідно до нормативної документації, яка регулює методи дослідження, що використовуються в цій сфері. Мінімальний набір обладнання базується на підході, обраному лабораторією, наприклад PCR, IS чи NIR.

Найголовним обмеженням є необхідність досягнення показників точності, таких як LOD або LOQ, інші характеристики, які забезпечують здатність визначати якість та безпечність на рівні, вимаганому міжнародними регуляторними органами. Згідно з вимогами стосовно вмісту ГМО, якісне визначення повинно здійснюватись на рівні не менше 0.01%, а кількісне визначення - не менше 0.1%. Для формування першого наближення, яке слугує для первинного сортування та орієнтування зерна, можливо здійснення оцінювання LOD на рівні LOQ. Однак рекомендується все ж орієнтуватися саме на показники 0.01 та 0.1 відповідно. Це дозволить задовільнити більш широкий спектр потреб та швидко адаптуватися к можливим змінам у міжнародних та національних нормативах.

При виборі обладнання для вимірювання, важливо забезпечити його точність та невизначеність вимірювань, необхідні для отримання надійних результатів. Також обладнання повинно демонструвати метрологічну простежуваність результатів вимірювання.

1.2.5 Узагальнення

При розробці молекулярно-генетичних лабораторій для обслуговування елеваторів та зернових терміналів слід спрямовуватись на їх специфічні особливості та потреби. Лабораторії, що діють при елеваторах, зосереджені на швидкому отриманні аналітичних результатів першого наближення, тоді як лабораторії, пов'язані з зерновими терміналами, націлені на більш широкий спектр послуг та вищу точність результатів.

Оскільки лабораторії часто використовують вже готові адаптовані приміщення, важливо детально спланувати діяльність з урахуванням шлях переміщення зразків. Ретельне розроблення горизонтального та вертикального маршруту зразка гарантує якість та контроль ризику забруднення з різних джерел.

Методи та обладнання лабораторій, спрямованих на експорт зернових та олійних культур, повинні відповідати міжнародним стандартам і становити основу для надання послуг комплексним лабораторіям. Згідно з проведеним дослідженням, найбільш ефективними є РТ-ПЛР технології для забезпечення зернових терміналів та IS або NIR технології для елеваторів.

Якісний менеджмент відіграє важливу роль у діяльності лабораторій, які займаються оцінкою вмісту ГМО. Організація робочих процесів має велике значення, включаючи розподіл завдань та відповідальності, складання графіків роботи, контроль за виконанням завдань, своєчасну доставку зразків та формування результатів аналізів, що дозволяє забезпечувати швидкість та точність результатів.

Інший важливий аспект - це контроль якості результатів, що включає використання відповідних методик та протоколів, регулярну перевірку та калібрування обладнання, а також використання контрольних зразків для перевірки точності та надійності результатів. У даному ракурсі, внутрішній аудит допомагає виявляти можливі недоліки та вдосконалювати процеси аналізу.

Забезпечення безпеки в робочому середовищі є критичним аспектом, оскільки лабораторії з оцінки зернових та олійних культур мають стикатися з потенційно небезпечними хімічними та біологічними речовинами. Дотримання правил безпеки, використання відповідного захисного одягу та обладнання, навчання співробітників з питань безпеки та правильної роботи зі шкідливими речовинами, враховуючи ймовірний вплив на навколишнє середовище, мають велике значення для захисту співробітників та довкілля.

Крім того, постійний професійний розвиток співробітників є важливим аспектом ефективного менеджменту. Задля відповідності швидкому розвитку технологій у сфері випробувань сільськогосподарської сировини, важливо, щоб співробітники постійно оновлювали свої знання та компетенції, що сприяє підтриманню високого професійного рівня.

Розділ 2 ОХОРОНА ПРАЦІ

В кожній лабораторії необхідно розробити власні правила техніки безпеки, які враховуватимуть специфічні умови роботи даної лабораторії. Усі працівники лабораторії повинні ознайомитися з цими правилами.

Безпека роботи в лабораторіях повинна враховувати основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, такі як:

- біологічні фактори, які включають змінені генетичні фрагменти;
- хімічні речовини, такі як реактиви, дезінфекційні засоби, канцерогени, подразники, сенсibiliзатори, мутагени, алергени та інші;
- механічні фактори, які пов'язані з виробничим обладнанням (обладнання, що працює під тиском, центрифуги, лабораторне скло, ріжучий, колючий інструментарій, гострі краї, задирки тощо);
- фізичні фактори, такі як електричний струм, ультрафіолетове, електромагнітне випромінювання, недостатня освітленість, відхилення від нормованих значень вологості та температури робочої зони, підвищена (занижена) рухомість повітря, підвищений вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони, підвищений рівень шуму, гаряча вода та пара;
- людські фактори, такі як нервово-психічні стани, фізичне перевантаження персоналу, акти вандалізму та інші;
- пожежонебезпека.

Весь персонал лабораторії повинен бути оснащений засобами індивідуального захисту, які відповідають характеристикам їх діяльності згідно діючих норм та бути навченим надавати першу допомогу в разі аварій або нещасних випадків. Уся лабораторна діяльність повинна виконуватися з використанням відповідних засобів індивідуального захисту, спецодягу та дотримання правил техніки безпеки роботи з обладнанням та реактивами.

					<i>KPM.T3IK.0.80-03.16.5</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Гладченко О.Ю.</i>			<i>Дослідження тенденцій виробництва та надходження на елеватори зерна та насіння олійних культур, що містять ГМО</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Страхова Т.В.</i>					50	105
<i>Консультант</i>		<i>Страхова Т.В.</i>				ОНТУ		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Макаринська А.В.</i>						

Для ліквідації наслідків аварій,:

- поверхні підлоги, столів, стільців або обладнання, які забруднені ГМ матеріалом, слід обробити за допомогою миючих розчинів та засобів що знешкоджують нуклеїнові кислоти або покрити серветкою з адсорбуючого матеріалу, рясно змоченої даними засобами, щоб повністю покрити площу забруднення;
- забруднені стіни, поверхні меблів, інвентар, прилади і апарати обмивають кілька разів тампонами, рясно змоченими миючими розчинами та засобами що знешкоджують нуклеїнові кислоти;
- всі забруднені предмети, інструменти і матеріали підлягають деконтамінації;
- приміщення має бути оброблено ультрафіолетовим випромінюванням.

Для ліквідації наслідків аварій, пов'язаних з хімічними речовинами, використовуються такі методи:

- при проливанні неотруйних розчинів достатньо витерти поверхні столів ганчіркою, тримаючи її в гумовій рукавичці, після чого добре промити ганчірку, вимити водою стіл і рукавички;
- при проливанні кислоти поверхню засипають піском, потім видаляють просочений пісок лопаткою і засипають содою або 2% розчином аміаку, потім також видаляють і промивають цю область великою кількістю води;
- при проливанні вогнебезпечних рідин негайно вимикають всі газові пальники і нагрівальні прилади. Місце аварії засипають піском. Забруднений пісок збирають неметалевими совками;
- при забрудненні отруйними речовинами спецодяг та рушники слід негайно замінити і передати для нейтралізації і прання;
- пролиту ртуть слід негайно видаляти за допомогою скляної пастки з гумовою грушею. Дрібні частинки ртуті збирають ганчіркою, змоченою 0,1%

розчином марганцевокислого калію з додаванням 5 см³ концентрованої соляної кислоти на 1 дм³. Також рекомендується використовувати вологий папір. Крапельки ртуті, які добре прилипають до вологого паперу, можна перенести разом з ним в банку з водою. При збиванні води в закритому гумовою пробкою банці ртуть відділяється від паперу і випадає на дно.

Розділ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Нами передбачено будівництво нового елеватора в Львівській області місткістю 7,5 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти.

Будівництво – створення нових виробничих потужностей, які не існували раніше, на виділеній промисловій площадці у визначеному регіоні.

При будівництві нового елеватору створюються нові робочі місця, підвищується експортний потенціал України, до того ж, виробництво не є шкідливим з точки зору екології. Внаслідок цього прийнято рішення розробити проєкт будівництва такого підприємства з метою отримання додаткового прибутку, охоплення більшого сегменту ринку, просування продукції на експорт, постачання високоякісної продукції на внутрішній ринок, що сприятиме укріпленню іміджу підприємства і покращенню соціально-економічної ситуації в регіоні.

3.1 Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства

Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства [6]. Розрахунок заснований на інформації про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність (дані Державної служби статистики України, URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>) [7].

Таблиця 3.1 – Площі та середня урожайність всіх культур, які вирощують в регіоні, станом на 2021 рік

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, ПЛ _{базова} , тис.га	Урожайність, У ₁ , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, ВЗ ₁ , тис. ц
Львівська	297,0	57,7	17139,2

					<i>КРМ.ТЗіК.1.80-03.16.5</i>					
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Дослідження тенденцій виробництва та надходження на елеватори зерна та насіння олійних культур, що містять ГМО					
Розробив	Гладченко О.Ю.							Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Страхова Т.В.								53	105
Консультант	Басюркіна Н.Й.							ОНТУ		
Зав. каф.	Макаринська А.В.									

Тому що площа вирощування і урожайність – показники, які варіюють у бік збільшення, то ми врахували і розрахували їх значення на перспективу. Так, урожайність на перспективу розраховуємо за формулою [7]:

$$U_{\text{прогноз}} = U_{\text{базова}} K_y, \quad \text{ц/га}, \quad (3.1)$$

де $U_{\text{базова}}$ – середня урожайність у поточному році (тобто – році розробки проекту будівництва нового елеватора, у даному прикладі – у 2019 році), ц/га;

$U_{\text{прогноз}}$ – середня урожайність у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, у даному прикладі це через 4 роки – у 2021 році), ц/га;

K_y – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання урожайності, який розраховують за формулою:

$$K_y = K_{zy}^t, \quad (3.2)$$

де K_{zy} – індекс зростання урожайності (коливається у межах 1,05...1,08);

t – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проекту, тобто, з часовим лагом (періодом освоєння) інвестицій, що для будівництва елеватора дорівнює 4 рокам.

Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховуємо за формулою:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = ПЛ_{\text{базова}} K_{пл}, \quad \text{га}, \quad (3.3)$$

де $ПЛ_{\text{прогноз}}$ – площа вирощування у поточному році (тобто – році розробки проекту будівництва нового елеватора, у даному прикладі – у 2019 році), га;

$ПЛ_{\text{базова}}$ – площа вирощування у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, через 4 роки – у 2024 році), га;

$K_{пл}$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання площі вирощування, який розраховуємо за формулою [6]:

$$K_{пл} = K_{пл}^t, \quad (3.4)$$

де $K_{пл}$ – індекс зростання площі вирощування (коливається у межах 1,05...1,08);

t – період часу, пов’язаний з тривалістю здійснення проєкту, тобто, з часовим лагом (періодом освоєння) інвестицій, що для будівництва елеватора дорівнює 4 рокам.

Через те, що існуючі тенденції нарощування площ під зернові культури та врожайності у Львівській області свідчать про те, що останні 5 років щорічно площа оранки приростає на 5 %, а урожайність – на 6 %, то приймаємо до уваги ці тенденції до 2025 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2024 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2021 р. і коригуючих коефіцієнтів на прогнозні 4 роки (з 2022 до 2025 р.).

У випадку нового будівництва прогнозуємо показники на 4 роки, тобто $t = 4$ роки (1 рік – 2022, 2 рік – 2023, 3 рік – 2024, 4 рік – 2025).

В результаті, прогнозована середньозважена урожайність у 2024 році, розраховуємо за формулою (2.1), становить:

$$U_{\text{прогноз}} = 57,7 \times (1,06)^4 = 72,8 \text{ ц/га,}$$

Прогнозована площа під культивування всіх культур в Львівській області у 2022 році за формулою (2.3), буде дорівнювати:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 297,0 \times (1,06)^4 = 374,9 \text{ тис. га.}$$

Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур в регіоні (тобто – заданій області) у 2022 році, який визначаємо за формулою:

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (ПЛ_{\text{прогноз}} \times U_{\text{прогноз}})/9, \text{ тис.тонн} \quad (3.5)$$

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (374,9 \times 72,8)/9 = 3032,5 \text{ тис.тонн}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

Таблиця 3.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур в Львівській області у 2025 р.

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, $ПЛ_{\text{прогноз}}$, тис. га	Середня урожайність, $U_{\text{прогноз}}$, ц/га	Валовий збір, $ВЗ_{\text{прогноз}}$, тис. тонн
Львівська	374,9	72,8	3032,5

У всіх регіонах України існують зерносховища, на яких обробляється та зберігається зерно, вирощене у нашій країні, та на які надходить ввезене з інших регіонів і країн (імпортне) зерно. Їх прогнозна сумарна місткість ($MЗ_{\text{прогноз}}$) має покривати такий обсяг зернових:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = ВЗ_{\text{прогноз}} - C_{\text{сг}} + I_p, \text{ тис. тонн} \quad (3.6)$$

де $ВЗ$ – валовий збір зернових культур, тис. тонн,

$C_{\text{сг}}$ – споживання всередині сільськогосподарських підприємств (приймають за даними органів статистики – в Львівській області складає 20 % від валового збору), тис. тонн;

I_p – ввезення (імпорт) зернових культур з інших регіонів (приймають за даними органів статистики – в Львівській області складає 0,5 % від валового збору), тис. тонн.

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Львівській області дорівнює:

$$C_{\text{сг}} = 0,20 \times 3032,5 = 606,5 \text{ тис. тонн};$$

- імпорт (ввезення) зернових культур в Львівській області з інших регіонів та із закордону у становить 0,5 % у структурі валового збору пшениці в Львівській області. В результаті в прогнозованому періоді він дорівнюватиме:

$$I_p = 0,005 \times 3032,5 = 15,2 \text{ тис. тонн.}$$

Прогнозна сумарна місткість зерносховищ в Львівській області у 2025 р. має покривати такий обсяг зерна:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = 3032,5 - 606,5 + 15,2 = 2441,2 \text{ тис. тонн}$$

Отримані дані занесли в табл. 2.3.

Таблиця 3.3 – Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ в Львівській області у 2025 році, тис. тонн

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2025 році, $ВЗ_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $C_{\text{сг}}$	Ввезення з інших регіонів та із за кордону, I_p	Сумарна місткість зерносховищ, $MЗ_{\text{прогноз}}$
Львівська	3032,5	606,5	15,2	2441,2

В результаті, прогнозний обсяг дефіциту (або профіциту) місткостей для зберігання зерна ($\Delta\PiЗ$) визначаємо як різницю між прогноною сумарною місткістю ($MЗ_{\text{прогноз}}$) та сумарними потужностями зерносховищ ($\Sigma\PiЗ_i$) за формулою 2.7:

$$\Delta\PiЗ = MЗ_{\text{прогноз}} - \Sigma\PiЗ_i, \text{ тис. тонн} \quad (3.7)$$

де $\Delta\PiЗ$ – прогнозний обсяг дефіциту місткостей для зберігання зерна у даному регіоні, тис. тонн;

$\Sigma\PiЗ_i$ – сумарна потужність i -тих зерносховищ, тис. тонн (тобто сумарна місткість всіх зерносховищ, що існують і будуються в даному регіоні), тис. тонн [8].

$$\Delta\PiЗ = 2441,2 - 775,4 = 1665,8 \text{ тис. тонн.}$$

7. На основі аналізу показника $\Delta\PiЗ$ можна зробити такі висновки:

по-перше – про наявність дефіциту або профіциту місткості для зберігання зерна, а саме:

- якщо $\Delta\PiЗ > 0$, то в даному регіоні є дефіцит місткостей;
- якщо $\Delta\PiЗ \leq 0$, то в даному регіоні є профіцит (надлишок) місткостей;

по-друге – про доцільність будівництва нового елеватора запланованої потужності ($\PiЗ$), тобто місткості, а саме:

- якщо $\Delta\PiЗ \geq \PiЗ$, то будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні можливо і доцільно;

- якщо $\Delta\PiЗ < \PiЗ$, то будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні не доцільно.

Таким чином в Львівській області існує дефіцит місткостей, а саме:

$$\Delta\PiЗ = \text{тис. тонн. } 1665,8 > 0,$$

$$\Delta\PiЗ > \PiЗ, \text{ тобто } 1665,8 > 7,5 \text{ тис. тонн,}$$

тому будівництво нового елеватора запланованої місткості 7,5 тис. тонн є доцільним та обгрунтованим.

Вантажооборот (B) підприємства елеваторної галузі розраховують за формулою:

$$B = K_0 \times \text{ПЗ, тис. тонн,} \quad (3.8)$$

де ПЗ – запланована потужність (місткість) елеватора, що проектується, тис. тонн;

K_0 – коефіцієнт обороту місткості зерносховища, який являє собою число його оборотів протягом року;

$$B = 2 \times 7,5 = 15, \text{ тис. тонн,}$$

Вихідні дані для розробки проекту будівництва елеватора є наступними (табл. 2.4):

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для розробки проекту будівництва елеватора

Місткість елеватора, який проектується, тонн	7,5
Область	Львівська
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, K_0	
Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, A_{np}^a, т/рік	15
у тому числі:	
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A_{np}^{a(p)}$, т/рік	9
Пшениці	9
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15 %) α_0	0,8
Вологе: (W понад 15-17 % вкл.) α_1	0,2
Період заготівель ранніх культур, P_p , діб	20
Річний об'єм приймання пізніх культур, $A_{np}^{a(n)}$, т/рік	3
Кукурудзи (% від обсягу пізніх культур)	3
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т-том:	
Сухе (W до 15 %) α_0	0,4
Вологе: (W понад 15-17 %, вкл.) α_1	0,3
(W понад 17-22 %, вкл.) α_2	0,3
Період заготівель пізніх культур, P_p , діб	20
Загальний річний обсяг відвантаження зерна на автотранспорт, $A_{вп p}^a$, тонн/рік	15
Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік, N , міс.	6
Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць , $T_{вп м}^a$, діб	20
Тривалість відпускання зерна на а/т за добу , $T_{вп д}^a$, год.	12
Коефіцієнт місячної нерівномірності відвантаження на а/т, $K_{вп м}^a$	1,6
Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп д}^a$	1,6
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп г}^a$	1,3

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Львівській області, і на

основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва елеватора місткістю 7,5 тис. тонн в Львівській області.

Розділ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Основні теоретичні положення

Тривалість розрахункового періоду, впродовж якого надходить 80% планованого об'єм заготівель зерна P_r , визначаємо в залежності від термінів і організації прибирання врожаю, кліматичних умов. Приймаємо 20 діб приймання як ранніх так і пізніх культур.

Обсяг річного надходження зерна з автомобільного транспорту становить 15000 т: ранніх культур 9000 т, пізніх культур 6000 т.

Коефіцієнт нерівномірності надходження зерна з автомобільного транспорту приймаємо в залежності від об'ємів заготівель і розрахункового періоду заготівель. Таким чином коефіцієнт нерівномірності становить 1,6 як для ранніх так і пізніх культур.

Коефіцієнт погодинної нерівномірності залежить від максимального добового надходження зерна і дорівнює 1,3 для ранніх і для пізніх культур.

Число різнорідних партій зерна P , що надходить автомобільним транспортом на підприємство протягом розрахункового періоду приймаємо $P=2$.

Долі надходження зерна автомобільним транспортом приймаємо за даними технологічних пошуків:

Для ранніх культур: $\alpha_0 = 0,8$ (7200 т); $\alpha_1 = 0,2$ (1800 т).

Для пізніх культур: $\alpha_0 = 0,4$ (2400 т), $\alpha_1 = 0,3$ (1800 т), $\alpha_2 = 0,3$ (1800 т).

Розрахунковий час роботи обладнання становить 12 години, з можливістю подовження до 24 у періоди пікового навантаження.

При відпусканні зерна на елеватор з автомобільного транспорту в курсовому проекті приймати: коефіцієнти місячної нерівномірності $K_{впм}^a$ і добової нерівномірності такими $K_{впд}^a$, що дорівнюють 1,6 і 1,6 відповідно; розрахункову вантажність автомобіля - 35 тонн.

					<i>KPM.T3IK.0.80-03.16.5</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Гладченко О.Ю.</i>			<i>Дослідження тенденцій виробництва та надходження на елеватори зерна та насіння олійних культур, що містять ГМО</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Страхова Т.В.</i>					60	105
<i>Консультант</i>		<i>Страхова Т.В.</i>				ОНТУ		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Макаринська А.В.</i>						

4.2 Розрахунок і вибір основного обладнання

4.2.1 Розрахунок обсягів робіт

Розрахунок максимального добового і погодинного обсягів приймання зерна автотранспортом

Періоди (рік, місяць, доба, година), за які на елеваторі виконані максимальні об'єми роботи по прийманню і відпусканню зерна, називають розрахунковими. Ці об'єми роботи в фізичних тоннах використовуємо для розрахунку обладнання елеватора, що проектується.

Розрахункове добове приймання зерна автомобільним транспортом $A_{\text{пд}}^a$, розраховується згідно з формулою:

$$A_{\text{пд}}^a = \frac{0,8 \cdot A_{\text{пр}}^a \cdot K_d^a}{P_p} \quad (4.1)$$

$$\frac{0,8 \cdot 9000 \cdot 1,6}{20} = 576 \text{ т/добу (рання культура)}$$

$$\frac{0,8 \cdot 6000 \cdot 1,6}{20} = 384 \text{ т/добу (пізня культура)}$$

де $A_{\text{пр}}^a$ — річний обсяг надходження зерна автотранспортом на підприємство; K_d^a та P_p — коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом та тривалість розрахункового періоду заготівель, прийняті вище.

Погодинне приймання зерна автомобільним транспортом $A_{\text{пг}}^a$, розраховується згідно з формулою:

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{A_{\text{пд}}^a \cdot K_T^a}{T} \quad (4.2)$$

$$\frac{576 \cdot 1,3}{12} = 62,4 \text{ т/годину (рання культура)}$$

$$\frac{384 \cdot 1,3}{12} = 41,6 \text{ т/годину (пізня культура)}$$

де $A_{\text{пр}}^a$ — річний обсяг надходження зерна автотранспортом на підприємство; T — розрахунковий час роботи обладнання (крім зерносушарок), прийняті вище.

У зв'язку з тим, що добове приймання зерна ранніх культур перевищує обсяги приймання пізніх культур, подальший розрахунок проведено за ранніми культурами.

Розрахунок місячного та максимального добового і погодинного обсягів відпускання зерна автотранспортом

Розрахункове місячне відпускання зерна на автомобільний транспорт $A_{\text{ВПМ}}^a$, розраховується згідно з формулою:

$$A_{\text{ВПМ}}^a = \frac{A_{\text{пр}}^a}{N} \cdot K_{\text{ВПМ}}^a \quad (4.3)$$

$$\frac{9000}{6} \cdot 1,6 = 2400 \text{ т/місяць (рання культура)}$$

$$\frac{6000}{6} \cdot 1,6 = 1600 \text{ т/місяць (пізня культура)}$$

де N — кількість місяців відпускання; $A_{\text{пр}}^a$ — річний обсяг надходження зерна автотранспортом на підприємство; $T_{\text{ВПМ}}^a$ — тривалість відпускання за місяць (визначають технологічним пошуком); $K_{\text{ВПМ}}^a$ — коефіцієнт місячної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт (визначають технологічним пошуком).

Розрахункове добове відпускання зерна на автомобільний транспорт $A_{\text{ВПД}}^a$, розраховується згідно з формулою:

$$A_{\text{ВПД}}^a = \frac{A_{\text{ВПМ}}^a}{T_{\text{ВПМ}}^a} \cdot K_{\text{ВПД}}^a \quad (4.4)$$

$$\frac{2400}{20} \cdot 1,6 = 192 \text{ т/добу (рання культура)}$$

$$\frac{1600}{20} \cdot 1,6 = 128 \text{ т/добу (пізня культура)}$$

де $A_{\text{ВПМ}}^a$ — місячне відпускання зерна на автомобільний транспорт; $T_{\text{ВПМ}}^a$ — тривалість відпускання за місяць; $K_{\text{ВПД}}^a$ — коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт (визначають технологічним пошуком).

Розрахункове погодинне відпускання зерна на автомобільний транспорт $A_{\text{ВПГ}}^a$, розраховується згідно з формулою:

$$A_{\text{ВПГ}}^a = \frac{A_{\text{ВПД}}^a}{T_{\text{ВПД}}^a} \cdot K_{\text{ВПГ}}^a \quad (4.5)$$

$$\frac{192}{12} \cdot 1,3 = 20,9 \text{ т/годину (рання культура)}$$

$$\frac{128}{12} \cdot 1,3 = 13,87 \text{ т/годину (пізня культура)}$$

де $A_{\text{ВПД}}^a$ — добове відпускання зерна на автомобільний транспорт; $T_{\text{ВПД}}^a$ — тривалість відпускання за добу; $K_{\text{ВПГ}}^a$ — коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт (визначають технологічним пошуком).

4.2.2. Розрахунок технологічного обладнання

Розрахунок і вибір зерносушарок

Число зерносушарок і їх продуктивність повинні забезпечувати сушіння всіх партій вологого і сирого зерна, що надходять за період заготівель.

Обсяг сушіння зерна $A_{\text{спід}}^p$, розраховується згідно з формулою:

$$A_{\text{спід}}^p = 0,8 \cdot A_{\text{пр}}^a \cdot K_v \cdot K_{\text{КСРВ}} \cdot K_{\text{ПСРВ}} \quad (4.6)$$

$$0,8 \cdot 9000 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2160 \text{ п. т. (рання культура)}$$

$$0,8 \cdot 6000 \cdot 0,8 \cdot 1,54 \cdot 1 = 5913,6 \text{ п. т. (пізня культура)}$$

де $A_{\text{пр}}^a$ — маса зерна ранніх або пізніх культур, що надходить від господарств за весь період заготівель, т; $K_{\text{КСРВ}}$ — середньозважений коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарок в залежності від культури, що просушується; $K_{\text{ПСРВ}}$ — чисельні значення середньозваженого коефіцієнта; K_v — коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння, що визначається згідно таблиці 4.1

Таблиця 4.1. Коефіцієнт переведення фізичних тон маси зерна в планові тони K_B , в залежності від частки вологого та сирого зерна

Частка сирого і вологого зерна в загальному об'ємі заготівель, %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	>90
K_B	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3

При виборі типу зерносушарки потрібно орієнтуватися на прогресивні високоефективні зерносушарки, а при визначенні їх числа — враховувати необхідність своєчасного сушіння партій зерна різних культур, що надходять одночасно.

У якості моделі обрано сушарку з розрахунку до 25 пт/год при 12 годин/добу = 300 п.т/добу (6000 т за 20 днів) з врахуванням пізньої культури. ЗШ «Сокіл» завод елеваторного обладнання місто Харків.

4.2.3 Розрахунок основного технологічного обладнання

Все зерно, що надходить на елеватор підлягає попередньому очищенню від грубих і легких домішок в потоці приймання і основному очищенню від відділюваних домішок до кондицій, що відповідають його цільовому призначенню. Необхідне число і продуктивність машин для очищення повинні відповідати продуктивності ліній приймання зерна.

Сумарна продуктивність сепаратору основного очищення зерна $\sum_1^n Q_c$, розраховується згідно з формулою:

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{P_p} \left(\frac{A_1}{K_1^c} + \frac{A_2}{K_2^c} + \dots + \frac{A_n}{K_n^c} \right) \quad (4.7)$$

$$\frac{0,04}{20} \left(\frac{7200}{1} + \frac{1800}{0,95} \right) = 18,19 \text{ т/годину (рання культура)}$$

$$\frac{0,04}{20} \left(\frac{2400}{1} + \frac{3600}{0,95} \right) = 12,38 \text{ т/годину (пізня культура)}$$

де A_1, A_2, \dots, A_n — маса зерна різних культур, що надходять на підприємство протягом всього періоду заготівель; $K_1^c, K_2^c, \dots, K_n^c$ —

коефіцієнти, що залежать від культури, вологості і вмісту віддільних домішок, що визначаються згідно таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Коефіцієнт зміни продуктивності зерноочисних машин (K^c) в залежності від культури

Культура	K^c	Культура	K^c
Пшениця рядова	1,0	Горох	1,0
Пшениця сортова, цінна, сильна	1,0	Гречка	0,7
Ячмінь	0,8	Рис-зерно	0,2
Овес	0,7	Соняшник	0,5
Жито	0,9	Кукурудза в зерні	1,0
Просо	0,3	Соя	1,0

Згідно з отриманими результатами розрахунків, для проектування міні-елеватора необхідно та достатньо сепаратору основного очищення з продуктивністю 50 т/годину.

У якості моделі обрано сепаратор ЗСО-50 виробництва Україна Житомир.

4.2.4 Розрахунок транспортного обладнання

Норії, що встановлюються в споруди хлібоприймальних підприємств і елеваторів, в залежності від технологічного призначення поділяються на спеціалізовані і основні:

а) норії, що беруть участь у зовнішніх операціях (встановлюються у відповідних приймальних і відпускних пристроях, використовуються для розвантаження і завантаження транспортних засобів і для передачі зерна, що надходить із засобів доставки в накопичувальні місткості та на попереднє очищення в потоці приймання), а також обслуговуючі зерносушарки і ті, що транспортують відходи;

б) норії, що виконують внутрішні операції, як правило, є основними норіями елеватора і встановлюються в робочій башті елеватора.

Для кращого використання основних норій рекомендується передбачати:

а) можливість подачі кожного основного потоку зерна не менш ніж на 2 норії;

б) забезпечення технологічними схемами порівняно однакової тривалості роботи основних норій на протязі доби.

Розрахунок кількості та продуктивності основних норій здійснюють у три етапи:

1) Визначають мінімальну продуктивність норій з умови виконання лімітуючої операції в нормативний час не більше ніж двома норіями.

2) Визначають необхідну кількість основних норій мінімальної продуктивності з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій з зерном, що збігаються у часі.

3) Визначають кількість основних норій, необхідну для виконання всіх операцій, для чого розраховують кількість норіє-годин для виконання кожної з операцій для двох варіантів продуктивності норій: $Q_1 = Q_{\min}$ та Q_2 , яка приймається рівною наступній більшій зі стандартного ряду продуктивності норій (50, 100, 175, 250, 350, 500 т/год).

Після чого обирають один з отриманих варіантів кількості та продуктивності основних норій.

Вибір основних норій елеватора проводять, виходячи з умови забезпечення виконання всіх зовнішніх і внутрішніх операцій із зерном, які можуть збігатися в часі в розрахункову добу. При цьому в розрахункову добу

повинні бути виконані наступні невідкладні операції:

зовнішні – приймання і відпуск по видах транспорту у розрахункових добових обсягах;

внутрішні – основне очищення зерна у добовому обсязі.

Суціння зерна у добовому обсязі $A_{\text{сд}}$, розраховується згідно з формулою:

$$A_{сд} = (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = \frac{0,8 \cdot A_{пр}^a}{P_p} (1 - \alpha_0) = A_{пд}^a (1 - \alpha_0) \quad (4.8)$$

$$\frac{0,8 \cdot 9000}{20} \cdot 0,2 = 72 \text{ т/добу (рання культура)}$$

$$\frac{0,8 \cdot 6000}{20} \cdot 0,6 = 144 \text{ т/добу (пізня культура)}$$

де $A_{пр}^a$ — річний обсяг надходження зерна автотранспортом на підприємство, т.

Мінімальна продуктивність норій при виконанні операції приймання зерна з автотранспорту Q_{min}^a , розраховується згідно з формулою:

$$Q_{min}^a = \frac{A_{пг}^a}{n_o \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}} \quad (4.9)$$

$$\frac{62,4}{2 \cdot 0,97 \cdot 0,85} = 37,84 \text{ т/година (рання культура)}$$

$$\frac{41,6}{2 \cdot 0,97 \cdot 0,85} = 25,23 \text{ т/година (пізня культура)}$$

де $A_{пг}^a$ — розрахункове погодинне надходження зерна автотранспортом, т/год; $K_{вс}$ — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності норій при транспортуванні сирого і засміченого зерна.

Розрахунок кількості норій здійснюється згідно з формулами, що представлено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Розрахунок кількості норій для міні-елеватора

Операція	Формула	Рання культура	Пізня культура
Приймання зерна з автотранспорту	$n_{п}^a = \frac{A_{пг}^a}{Q_1 \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}}$ (9)	$\frac{62,4}{50 \cdot 0,97 \cdot 0,85} = 1,51$	$\frac{41,6}{50 \cdot 0,97 \cdot 0,85} = 1,01$
Прибирання зерна після основного очищення в силоси	$n_{оч} = \frac{A_{очд}}{12 \cdot Q_1 \cdot K_{ін}}$ (10)	$\frac{576}{12 \cdot 50 \cdot 0,9} = 1,06$	$\frac{384}{12 \cdot 50 \cdot 0,9} = 0,71$
Подача зерна після сушіння на основне очищення	$n_c = \frac{A_{сд}}{12 \cdot Q_1 \cdot K_{ін}}$ (11)	$\frac{72}{12 \cdot 50 \cdot 0,9} = 0,13$	$\frac{144}{12 \cdot 50 \cdot 0,9} = 0,26$
Всього норій	$n_{п}^a + n_{оч} + n_c$ (12)	$1,51 + 1,06 + 0,13 = 2,7$	$1,01 + 0,71 + 0,26 = 1,98$

де $A_{пт}^a$ — погодинний об'єм надходження зерна автотранспортом, т;
 $A_{очд}$, $A_{сд}$ — добові об'єми очищення і сушіння зерна, т; $K_{ін}$ — коефіцієнт інтенсивного використання паспортної продуктивності норій, згідно таблиці 4.4; 12 — час роботи у добу, год.

Таблиця 4.4. Коефіцієнт інтенсивного використання паспортної продуктивності норій, $K_{ін}$

№ п/п	Назва операції	Норії продуктивністю, т/год				
		100	175	250	350	500
1	Приймання зерна з автотранспорту	0,85	0,80	0,78	0,75	0,73
2	Приймання зерна із залізничного транспорту	0,80	0,75	0,73	0,70	0,68
4	Приймання зерна з річкового і морського транспорту	0,85	0,80	0,78	0,75	0,73
5	Відпуск зерна в залізничні вагони	0,80	0,75	0,73	0,70	0,68
6	Подача зерна у відпускні бункери для навантаження річкових і морських суден	0,85	0,80	0,78	0,75	0,73
7	Подача зерна в надсепараторні, надсушильні та інші верхні бункери	0,90	0,85	0,83	0,80	0,78
8	Забирання зерна з підсепараторних, підсушильних і інших нижніх бункерів	0,90	0,85	0,83	0,80	0,78
9	Подача підготовлених партій зерна на виробництво	0,90	0,85	0,83	0,80	0,78
10	Внутрішні переміщення зерна із бункера у силос	0,90	0,85	0,83	0,80	0,78
11	Внутрішні переміщення зерна при провітрюванні, підсортуванні	0,60	0,55	0,53	0,50	0,48

Сумарна кількість норіє-годин – це тривалість роботи однієї норії, обраної продуктивності, по переміщенню зерна при послідовному виконанні всіх запланованих операції в розрахунковому добовому об'ємі, год.

Розрахунок кількості норіє-годин у розрахункову добу представлено у таблиці 4.5, для норій з продуктивністю 50 т/год та таблиці 5, для норій з продуктивністю 100 т/год.

Таблиця 4.5. Розрахунок кількості норіє-годин у розрахункову добу, з врахуванням використання норій з продуктивністю 50 т/год

Операція	Формула	Рання культура	Пізня культура
Переміщення зерна з накопичувальних бункерів прийому з автотранспорту	$N_{п}^a = \frac{A_{пд}^a}{Q_i \cdot K'_{вс} \cdot K_{ін}} \quad (13)$	$\frac{576}{50 \cdot 0,97 \cdot 0,85} = 13,97$	$\frac{384}{50 \cdot 0,97 \cdot 0,85} = 9,32$
Відпуск на автотранспорт	$N_{вп}^a = \frac{A_{впд}^a}{Q_i \cdot K_{ін}} \quad (14)$	$\frac{192}{50 \cdot 0,9} = 4,27$	$\frac{128}{50 \cdot 0,9} = 2,84$
Забирання зерна після основного очищення в силоси	$N_{оч} = \frac{A_{очд}}{Q_i \cdot K_{ін}} \quad (15)$	$\frac{576}{50 \cdot 0,9} = 12,8$	$\frac{384}{50 \cdot 0,9} = 8,53$
Забирання просушеного зерна і подача його на основне очищення	$N_c = \frac{A_{сд}}{Q_i \cdot K_{ін}} \quad (16)$	$\frac{72}{50 \cdot 0,9} = 1,6$	$\frac{144}{50 \cdot 0,9} = 3,2$
Всього норіє-годин	$\frac{N_{п}^a + N_{вп}^a + N_{оч} + N_c}{24 \cdot 0,65} \quad (17)$	$\frac{13,97 + 4,27 + 12,8 + 1,6}{24 \cdot 0,65} = 2,09$	$\frac{9,32 + 2,84 + 8,53 + 3,2}{24 \cdot 0,65} = 1,53$

де $A_{пд}^a$ - розрахункове добове приймання зерна автомобільним транспортом; $A_{впд}^a$ — добове відпускання зерна на автомобільний транспорт; $A_{очд}$, $A_{сд}$ — добові об'єми очищення і сушіння зерна, т; $K_{ін}$ — коефіцієнт інтенсивного використання паспортної продуктивності норій, згідно таблиці 4.6; $K'_{вс}$ — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності норій при переміщенні зерна, що потребує сушіння.

Таблиця 4.6. Розрахунок кількості норіє-годин у розрахункову добу, з врахуванням використання норій з продуктивністю 100 т/год

Операція	Формула	Рання культура	Пізня культура
Переміщення зерна з накопичувальних бункерів прийому з автотранспорту	$H_{\text{п}}^{\text{а}} = \frac{A_{\text{пд}}^{\text{а}}}{Q_i \cdot K_{\text{вс}} \cdot K_{\text{ін}}} \quad (13)$	$\frac{576}{100 \cdot 0,97 \cdot 0,85} = 6,99$	$\frac{384}{100 \cdot 0,97 \cdot 0,85} = 4,66$
Відпуск на автотранспорт	$H_{\text{вп}}^{\text{а}} = \frac{A_{\text{впд}}^{\text{а}}}{Q_i \cdot K_{\text{ін}}} \quad (14)$	$\frac{192}{100 \cdot 0,9} = 2,13$	$\frac{128}{100 \cdot 0,9} = 1,42$
Забирання зерна після основного очищення в силоси	$H_{\text{оч}} = \frac{A_{\text{очд}}}{Q_i \cdot K_{\text{ін}}} \quad (15)$	$\frac{576}{100 \cdot 0,9} = 6,4$	$\frac{384}{100 \cdot 0,9} = 4,27$
Забирання просушеного зерна і подача його на основне очищення	$H_{\text{с}} = \frac{A_{\text{сд}}}{Q_i \cdot K_{\text{ін}}} \quad (16)$	$\frac{72}{100 \cdot 0,9} = 0,8$	$\frac{144}{100 \cdot 0,9} = 1,6$
Всього норіє-годин	$\frac{H_{\text{п}}^{\text{а}} + H_{\text{вп}}^{\text{а}} + H_{\text{оч}} + H_{\text{с}}}{24 \cdot 0,65} \quad (17)$	$\frac{6,99 + 2,13 + 6,4 + 0,8}{24 \cdot 0,65} = 1,04$	$\frac{4,66 + 1,42 + 4,27 + 1,6}{24 \cdot 0,65} = 0,76$

де $A_{\text{пд}}^{\text{а}}$ - розрахункове добове приймання зерна автомобільним транспортом; $A_{\text{впд}}^{\text{а}}$ — добове відпускання зерна на автомобільний транспорт; $A_{\text{очд}}$, $A_{\text{сд}}$ — добові об'єми очищення і сушіння зерна, т; $K_{\text{ін}}$ — коефіцієнт інтенсивного використання паспортної продуктивності норій, згідно таблиці 4; $K'_{\text{вс}}$ — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності норій при переміщенні зерна, що потребує сушіння.

Таким чином, згідно з результатами розрахунків, для проектування міні-елеватора необхідно та достатньо використання трьох норій з продуктивністю 50 т/год.

4.2.5 Розрахунок приймальних і відпускних пристроїв

Надходження зерна здійснюється за допомогою автотранспорту. Вивантаження зерна з автотранспорту здійснюється за допомогою самоскидів з використанням завальних ями-бункерів.

Відпускання зерна на автотранспорт здійснюємо за допомогою відпускового бункера, щонайменше 15 тон, зі швидкістю не більше 20 т/годину.

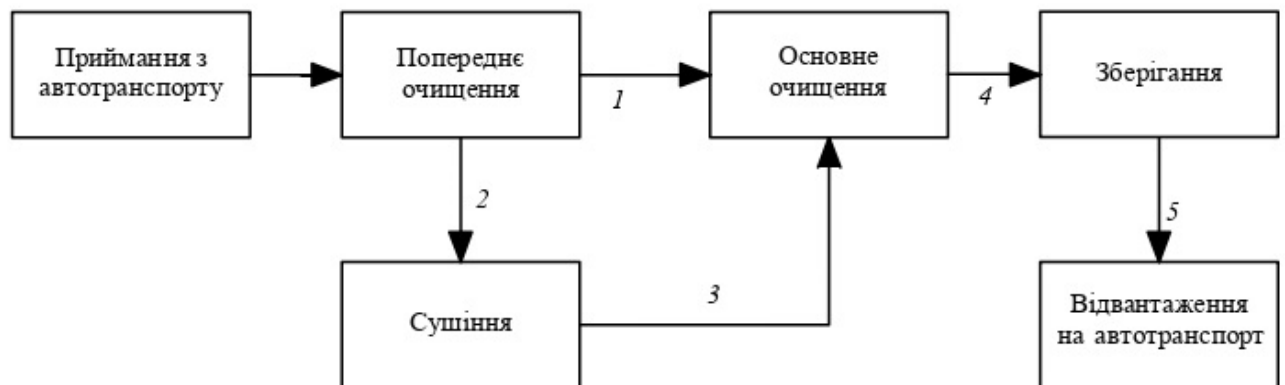
4.2.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів

Використовуємо самопливні бункери та конвейери.

4.3 Розробка структурної, принципової та робочої схем технологічного процесу

Структурна та принципова схема

Структурною називається схема технологічного процесу, яка показує послідовність виконання операцій з зерном на підприємстві. Структурна схема зображена на рис. 4.1.



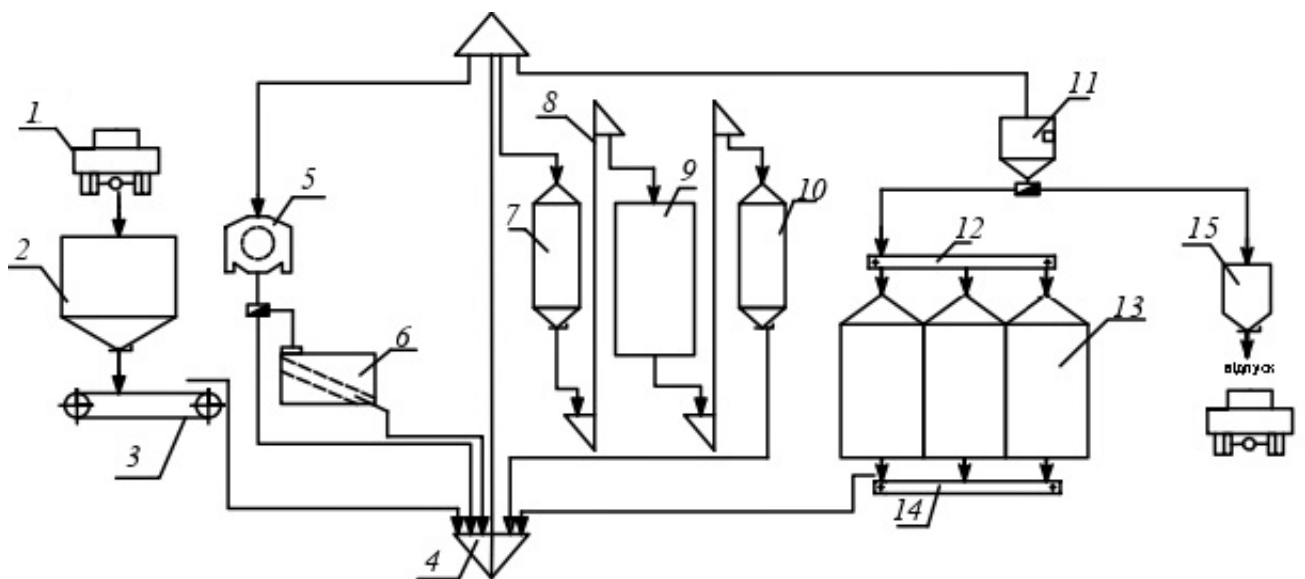
1 – подача сухого зерна в потоці приймання з а/т після попереднього очищення на основне очищення; 2 – подача вологого зерна в потоці приймання з а/т після попереднього очищення на сушіння; 3 – подача просушеного зерна на основне очищення; 4 – подача очищеного зерна на зберігання; 5 – подача зерна на відпуск.

Рисунок 4.1 – Структурна схема технологічного процесу на міні-елеватора

Принципова схема будується на базі структурної і показує, на якому устаткуванні планується виконувати кожну операцію, де необхідно

установити бункери і як здійснити переміщення партії зерна з бункера, що спорожняється, у наповнюваний бункер чи силос.

У принциповій схемі технологічного процесу проектованого елеватора відображають розташування і взаємне ув'язування транспортного, вагового, розподільчого, зерноочисного, зерносушильного устаткування і бункерів різного призначення. Принципову схему зображено на рис. 2.



1 – автомобілерозвантажувач; 2 – приймальний бункер; 3- приймальний скребковий конвеєр; 4 – універсальна норія; 5 – скальператор; 6 – сепаратор; 7 – досушительний бункер; 8 – спеціалізована норія; 9 – зерносушарка; 10 – післясушительний бункер; 11 – ваги автоматичні порційні; 12 – надсилосний конвеєр; 13 – силоса для зберігання зерна; 14 – підсилосний конвеєр; 15 – відпускний бункер.

Рисунок 4.2 – Принципова схема технологічного процесу елеватора після реконструкції

Робоча схема руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз

Елеватором називають сучасне механізоване і цілком автоматизоване зерносховище модульного типу, яке призначене для приймання, очищення, сушіння, зберігання і відвантаження зерна.

Маршрут – це повністю механізована транспортна лінія, яка включає технологічне, вагове, транспортне, розподільче та самопливне обладнання і бункера, яка показує переміщення партій зерна із ємності, що випорожняється, до ємності, що наповнюється.

Партія – це маса зерна, що переміщується по маршруту без його перебудови. Перебудова маршруту – це зміна напрямку руху зерна, яка супроводжується пуском та зупинкою окремих машин, переміщенням скидаючи візків в нове положення, переміщення поворотних труб в нове положення, відкривання та закривання засувки перед чи після бункерів та силосів, зміною положення перекидного клапану.

Перебудова маршруту – це зміна напрямку руху зерна, яка супроводжується пуском та зупинкою окремих машин, переміщенням скидаючи візків в нове положення, переміщення поворотних труб в нове положення, відкривання та закривання засувки перед чи після бункерів та силосів, зміною положення перекидного клапану.

Черговість і взаємний зв'язок окремих етапів виробничого процесу показуємо у вигляді схем, які дають наочне уявлення про місце транспортних і технологічних операцій у технологічному процесі.

При характеристиці технологічного процесу зерноскладу використовуємо три види схем: структурну, принципову і робочу (технологічну). Ці схеми в названій послідовності і в міру конкретизації впливають одна на одну.

Структурною схемою називається визначена технологічним процесом зерноскладу послідовність і взаємозв'язок операцій.

Принципова схема – це конкретизована структурна схема, що показує взаємозв'язок транспортного, технологічного устаткування, накопичувальних і оперативних бункерів, вагового устаткування, що забезпечує поопераційну обробку зерна в потоці. Ця схема показує, на якому обладнанні повинна бути виконана операція і місце міжопераційних бункерів

Робоча схема руху зерна і відходів – це розгорнута принципова схема із зображенням усіх позицій схеми, із зазначенням нумерацій позицій, технічної характеристики обладнання і ємностей, рішенням взаємної ув'язки обладнання та ємностей, з приведенням таблиці ходів норій.

При експлуатації робоча схема руху зерна дозволяє грамотно вести технологічний процес обробки зерна, даючи можливість найбільш раціонально організувати виробничі маршрути при максимальній ефективності процесу в цілому.

Схема виконується без масштабу. Величина зображуваних позицій визначається індивідуально з урахуванням насиченості схеми позиціями. У зображенні обладнання слід відображати його технологічну схему, не допускати надмірностей, враховувати відносні (по відношенню один до одного) розміри. Її будують за принципом послідовної обробки зерна в потоці від моменту його приймання до завантаження в силосу на зберігання. Технологічна схема на всіх етапах повинна включати кількісно-якісний облік. Ступінь гнучкості схеми повинна дозволяти виконувати одночасно всі види операцій, передбачені завданням по переміщенню зерна.

Проектований елеватор виконує наступні функції:

- 1) прийом з автомобільного транспорту;
- 2) попереднє очищення зерна;
- 3) сушіння зерна;
- 4) зберігання зерна;
- 5) відпуск на автомобільний транспорт.

Опис схеми руху зерна і відходів на елеваторі

На схемі-аркуші представлено 3 основні норії продуктивністю 50 т/год. Надходження зерна здійснюється за допомогою автотранспорту. Вивантаження зерна з автотранспорту здійснюється за допомогою самоскидів з використанням завальних ями-бункерів.

Очищення зерна проводиться з використанням сепараторів ВАЛ-500.

У якості моделі обрано сушарку з розрахунку до 25 пт/год при 12 годин/добу = 300 п.т/добу (6000 т за 20 днів) з врахуванням пізньої культури. ЗШ «Сокіл» завод елеваторного обладнання місто Харків. Розвантаження силосів відбувається за допомогою скребкових підсилосних конвеєрів №3 та №4 марки КСЛ (Q = 50 т/год). З подачею зерна на норії марки НЦК-50 (Q = 50 т/год). Зберігання зерна на елеваторі проводиться за допомогою силосів (№1-3).

Відпускання зерна на автотранспорт здійснюємо за допомогою відпускного бункеру, щонайменше 15 тон, зі швидкістю не більше 20 т/годину.

Розділ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

5.1 Розрахунок чисельності працюючих

Існує декілька методів розрахунку чисельності працюючих на стадії проектування, основним з яких є визначення чисельності через сумарну трудомісткість та ефективний фонд робочого часу.

Але через відсутність у цей час даних про трудомісткість одиниці робіт та послуг в статистичній звітності підприємств галузі запропоновано робити розрахунок чисельності основних робітників ($Ч_p^o$) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ($Ч_{TM}$):

$$Ч_p^o = ПЗ \times Ч_{TM}, \text{ осіб.} \quad (5.1)$$

Додаткова чисельність основних працюючих в нашому випадку дорівнюватиме (при $Ч_{TM} = 0,55$):

$$Ч_p^o = 7500 \times 0,55 = 5 \text{ осіб}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ($Ч_p^d$) визначають на зерносховищах як 25 % від чисельності основних робітників:

$$Ч_p^d = Ч_p^o \times 0,25. \quad (5.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 5 \times 0,25 = 1 \text{ осіб.}$$

Сумарна чисельність робітників виробництва (основних і допоміжних) ($Ч_p$) дорівнюватиме:

$$Ч_p = Ч_p^o + Ч_p^d. \quad (5.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проектуемого елеватора буде дорівнювати:

$$Ч_p = 5 + 1 = 6 \text{ осіб.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників проектуемого підприємства зводять у табл. 5.1.

<i>КРМ.ТЗіК.1.80-03.16.5</i>													
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>									
<i>Розробив</i>		<i>Гладченко О.Ю.</i>		<i>Дослідження тенденцій виробництва та надходження на елеватори зерна та насіння олійних культур, що містять ГМО</i>									
<i>Керівник</i>		<i>Страхова Т.В.</i>											
<i>Консультант</i>		<i>Басюркіна Н.Й.</i>											
<i>Зав. каф.</i>		<i>Макаринська А.В.</i>											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><i>Лім.</i></td> <td style="width: 15%;"><i>Арк.</i></td> <td style="width: 70%;"><i>Аркушів</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">76</td> <td style="text-align: center;">105</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; padding: 5px;"><i>ОНТУ</i></td> </tr> </table>					<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		76	105	<i>ОНТУ</i>		
<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>											
	76	105											
<i>ОНТУ</i>													

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проєктуємого елеватору складає 8 чоловік.

Таблиця 5.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	80	5
Керівники, фахівці	20	1
ВСЬОГО	100	6

5.2 Розрахунок виробничої програми

Виробничу програму, яка в елеваторній галузі представляє собою обсяг робіт та послуг в сфері зберігання зерна, розраховують в натуральному і грошовому виразах.

У натуральному виразі річний обсяг послуг та робіт ($O_{\text{ПР}}$) визначають як сукупність робіт по:

- прийманню – відпуску (в тоннах);
- зберігання зерна (тоннах-місяцях або тоннах-добах);
- очищенню (планових тоннах);
- сушінню (планових тоннах).

Слід зазначити, що на багатьох підприємствах зі зберігання зерна склалась практика інтегрування у сільське господарство, яка визнана економічно доцільною завдяки зменшенню транзакційних витрат. Підприємства, які мають вільні власні оборотні кошти, самі займаються вирощуванням зерна на орендованих ділянках, або його закупівлею.

Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства у грошовому виразі ($O_{\text{РП}}$) за формулою:

$$O_{\text{РП}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{H}} \times T_{\text{РП}}), \text{ тис. грн,} \quad (5.4)$$

де $O_{\text{РП}}^{\text{H}}$ – обсяг робіт та послуг окремого виду у натуральному виразі, тис. тонн

$T_{\text{РП}}$ – тариф на роботи та послуги окремого виду, грн/тонну.

Тарифи на обробку зернових вантажів перераховано за курсом Національного 36,95 грн за 1 дол. США.

Таблиця 5.2 – Тарифи на обробку зернових вантажів

Назва робіт і послуг	Вартість, дол. США/ тонну	Вартість Грн, грн/ тонну
Вантажні операції **)		
Приймання з накопиченням у зерноскладах (грошових од. за одну тонну) з:		
- автотранспорту	4	143,9
Відпуск (грошових од. за одну тонну) на:		-
- автотранспорт	5	179,9
Послуги елеватору		
Зберігання (грошових од. за зберігання 1 тонни протягом 1 доби):		
- більше 5 діб	0,12	4,3
Очищення зерна, грошових од./тонну/відсоток	0,9	32,3
Сушіння зерна, грошових од./тонну/відсоток	1	35,9
Лабораторний аналіз зерна, грошових од. за один аналіз	28,95	1041,6
Оформлення складської квитанції (свідоцтва), грошових од./партия зерна	2,64	94,9
Проведення лабораторного аналізу на показники безпеки та ГМО за 1 тонну зерна	0,34	12,23

5.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Дані розрахунки виконують на основі специфічних для кожного підприємства тарифів на роботи та послуги. Розрахунки за даними нашого проекту зводимо у табл. 5.3. Зазначимо, що в даному нами передбачено зберігання зерна покладавця та власного зерна, придбаного елеватором у сільськогосподарських виробників.

Таблиця 5.3 – Обсяг реалізації послуг елеватору

Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{РП}^H$, тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{РП}$, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{РП}$, тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту,	15	-	-
в тому числі:	-		
- ранніх культур:	9	-	-
- власного, в тому числі:	6	-	-
- пшениця	6	110,7	664,2
- поклажодавця, в тому числі:	3	-	-
- пшениця	3	143,9	431,7
- пізніх культур:	6	-	-
- власного, в тому числі:	3	-	-
- кукурудза	3	110,7	332,1
- поклажодавця, в тому числі:	3	-	-
- кукурудза	3	143,9	431,7
Відпуск зерна на автомобільний ,	15	-	-
в тому числі:	-	-	-
- ранніх культур:	9	-	-
- власного, в тому числі:	6	-	-
- пшениця	6	138,4	830,4
- поклажодавця, в тому числі:	3	-	-
- пшениця	3	179,9	539,7
- пізніх культур:	6	-	-
- власного, в тому числі:	3	-	-
- кукурудза	3	138,4	415,2
- поклажодавця, в тому числі:	3	-	-
- кукурудза	3	179,9	539,7
Зберігання зерна ($C_{сл} \times 330$ діб):	7,5 $\times 330=2475$	-	-
в тому числі:	-	-	-
- власного	1475	3,3	4867,5
- поклажодавця	990	4,3	4257
Очищення зерна:	15	-	
- власного	9	24,9	224,1
- поклажодавця	6	32,4	194,4

Сушіння зерна ранніх культур (всього): $A_{\text{пр (ранніх)}}^a \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	1,8	-	-
у тому числі:		-	-
від вологості 17 % до 14 %: $A_{\text{пр (ранніх)}}^a \times \alpha_1$	1,8	-	-
- власного	1,8	27,7	49,86
Сушіння зерна піхніх культур (всього): $A_{\text{пр (ранніх)}}^a \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	3,6	-	
від вологості 17 % до 14 %: $A_{\text{пр (ранніх)}}^a \times \alpha_1$	1,8	-	-
власного	1,8	27,7	49,86-
від вологості 22 % до 14 %: $A_{\text{пр (ранніх)}}^a \times \alpha_1$	1,8	-	-
- власного	1,8	27,7	49,86
Всього, в тому числі:	-	-	13877,28
- власного	-	-	7483,08
- покладавця	-	-	6394,2

Кількість лабораторних аналізів можна розрахувати, виходячи з даних розділ 2.

При визначенні кількості аналізуємих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Розрахунок роблять окремо для автомобілів, залізничних вагонів, барж і суден.

Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складають на кожну одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб (Т) визначають за формулою:

$$T_{\text{п}} = A_{\text{пр}} / E_{\text{т}}, \text{ од.}, \quad (5.5)$$

де $A_{\text{пр}}$ – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, тонн

$E_{\text{т}}$ – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 20 тонн.

$$T_{\text{п}} = 15000 / 35 = 428 \text{ одиниць (аналізів).}$$

Аналогічно потрібно розрахувати кількість середніх проб при відпуску зерна з елеватора, як кількість транспортних засобів ($T_{вп}$), на які зерно відвантажують протягом року:

$$T_{вп} = A_{впр} / E_T, \text{ од.}, \quad (5.6)$$

де $A_{впр}$ – річний обсяг зерна, відвантажений підприємством, тонн

$$T_{вп} = 15000 / 35 = 428 \text{ од.}$$

Загальну кількість аналізів, що потрібно провести на даному елеваторі протягом року при прийманні та відпуску зерна ($\Sigma T_{лаб}$) розраховуємо за формулою:

$$\Sigma T_{лаб} = (T_{п} + T_{вп}) \times 1,10, \text{ од.}, \quad (5.7)$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів.

$$\Sigma T_{лаб} = (428 + 428) \times 1,10 = 942 \text{ од.},$$

Тоді вартість аналізів зерна ($BA_{лаб}$) за рік дорівнюватиме:

$$BA_{лаб} = \Sigma T_{лаб} \times C_{лаб}, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де $C_{лаб}$ – загальна середньозважена ціна лабораторного аналізу зерна, що надходить на елеватор, за всіма потрібними для даної культури стандартними показниками, грн/од. середню пробу

Кількість складських свідоцтв, які видає елеватор на партії зерна, що закладають на зберігання, буде дорівнювати :

$$N_{пс} = 330 \times П_{пд}, \text{ од.}, \quad (5.9)$$

де 330 – тривалість роботи підприємства протягом року, діб;

$П_{пд}$ – середня кількість різних партій, що надходять у добу на підприємство, од. (приймати за узгодженням з керівником дипломного проекту). $П_{пд} = 2$ од., в результаті:

$$N_{пс} = 330 \times 2 = 660 \text{ одиниць (свідоцтв).}$$

Таблиця 5.4– Річний обсяг реалізації послуг лабораторії елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, О _{РП} ^Н , тис. од.	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Т _{РП} , грн/од.	Обсяг реалізації послуг підприємства, О _{РП} , тис. грн
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	0,942	-	-
- власного	0,565	801,24	452,70
- поклажодавця	0,377	1041,62	392,69
Оформлення складського свідоцтва:	0,660	-	-
- власного	0,396	73,06	28,93
- поклажодавця	0,264	94,98	25,07
Проведення лабораторного аналізу на показники безпеки та ГМО за 1 т	15		
- власного	9	9,41	84,69
- поклажодавця	6	12,23	73,38
ВСЬОГО, в тому числі:	-	-	1057,47
- власного зерна	-	-	566,32
- зерна поклажодавця	-	-	491,15

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 14934,75 тис. грн (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, О _{РП} , тис. грн
Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього, в тому числі:	13877,3
- власного зерна	7483,08
- зерна поклажодавця	6394,2
Послуги лабораторії, всього в тому числі:	1057,47
- власного зерна	566,32
- зерна поклажодавця	491,15
Всього	14934,75
- власного зерна	8049,40
- зерна поклажодавця	6885,35

5.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховують собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою:

$$C_{P}^{OD} = T_{PI} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (5.10)$$

де T_{PI} – тариф за одиницю робіт та послуг, грн/тонну;

P – рентабельність, закладена у тарифі, частки (при проектуванні необхідний рівень рентабельності приймають на рівні 0,20-0,30 або 20-30 %).

На другому етапі виконують розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг (C_{PP}) за формулою:

$$C_{PP} = \sum(O_{PI}^H \times C_{P}^{OD}), \text{ тис. грн}, \quad (5.11)$$

де C_{P}^{OD} – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

В нашому проекті закладено середньогалузеву величину рентабельності у тариф за одиницю робіт та послуг на рівні 30 %.

Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_1^{OD} = 143,9 / (1,0 + 0,3) = 110,7 \text{ грн /тонну.}$$

Подальші розрахунки собівартості є аналогічними, тому наведемо розрахунки собівартості робіт та послуг у табл. 5.6

Таблиця 5.6 – Розрахунок собівартості робіт та послуг

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, O_{PI}^H , тис. тонн	Собівартість од. робіт та послуг, C_{P}^{OD} , грн/тонну	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, C_{PP} , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту,	15	-	-
в тому числі:	-		
- ранніх культур:	9	-	-
- власного, в тому числі:	6	-	-
- пшениця	6	110,7	664,2
- поклаждодавця, в тому числі:	3	-	-

Продовження табл. 5.6

- пшениця	3	110,7	332,1
- пізніх культур:	6	-	-
- власного, в тому числі:	3	-	-
- кукурудза	3	110,7	332,1
- покладавця, в тому числі:	3	-	-
- кукурудза	3	110,7	332,1
Відпуск зерна на автомобільний транспорт,	15	-	-
в тому числі:	-	-	-
- ранніх культур:	9	-	-
- власного, в тому числі:	6	-	-
- пшениця	6	138,4	830,4
- покладавця, в тому числі:	3	-	-
- пшениця	3	138,4	415,2
- пізніх культур:	6	-	-
- власного, в тому числі:	3	-	-
- кукурудза	3	138,4	415,2
- покладавця, в тому числі:	3	-	-
- кукурудза	3	138,4	415,2
Зберігання зерна ($C_{\text{ел}} \times 330$ діб):	$7,5 \times 330 = 2475$	-	-
в тому числі:	-	-	-
- власного	1475	3,3	4867,5
- покладавця	990	3,3	3267
Очищення зерна:	15	-	-
- власного	9	24,9	224,1
- покладавця	6	24,9	149,4
Сушіння зерна ранніх культур (всього):	1,8	-	-
$A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$			-
у тому числі:		-	-
від вологості 17 % до 14 %:	1,8	-	-
$A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times a_1$			-
- власного	1,8	27,7	49,86
Сушіння зерна пізніх культур (всього):	3,6	-	-
$A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$			-
від вологості 17 % до 14 %:	1,8	-	-
$A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times a_1$			-
власного	1,8	27,7	49,86-
від вологості 22 % до 14 %:	1,8	-	-
$A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times a_1$			-

Продовження табл. 5.6

- власного	1,8	27,7	49,86
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	0,942	-	-
- власного	0,565	801,24	452,70
- покладавця	0,377	801,24	302,1
Оформлення складського свідоцтва:	0,660	-	-
- власного	0,396	73,06	28,93
- покладавця	0,264	73,06	19,3
Проведення лабораторного аналізу на показники безпеки та ГМО за 1 т	15		
- власного	9	9,41	84,69
- покладавця	6	9,41	56,5
Всього, в тому числі:	-	-	13338,2
- власного	-	-	8049,4
- покладавця	-	-	5288,8

5.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг (Π_P) нового елеватора визначають за формулою:

$$\Pi_P = \Sigma O_{\text{РП}} - \Sigma C_{\text{P}}^{\text{P}}, \text{ тис. грн,} \quad (5.12)$$

де $\Sigma O_{\text{РП}}$ – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн

$\Sigma C_{\text{P}}^{\text{P}}$ – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн.

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг (Π_P) покладавцям на новоствореному елеваторі буде дорівнювати:

$$\Pi_P = 14934,5 - 13338,22 = 1596,53 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна (Π_P^{B}) нового елеватора дорівнюватиме:

$$\Pi_P^{\text{B}} = \Sigma(O_{\text{РП}}^{\text{H}}_{\text{відпуску } i} \times \text{Ц}_i) - \Sigma C_{\text{P}}^{\text{B}}, \text{ тис. грн,} \quad (5.13)$$

де $O_{\text{РП}}^{\text{H}}_{\text{відп.}}$ – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.тонн. Це річний об'єм відпуску власного зерна на автотранспорт ранніх та пізніх культур, якій загалом складає 4,5 тис. тонн.

C_i – ціна 1 тонни зерна i -тої культури, грн/тонну. Так, для Львівської області середня ціна купівлі складає 7305, 0 грн за 1 тонну зерна у 2022 р.

ΣC_p^B – собівартість річного обсягу власного зерна у вартісному вигляді, тис. грн. Визначаємо її, аналогічно сумарній річній собівартості робіт та послуг. Умовно приймемо, що для власного зерна собівартість на 30 % нижче обсягів реалізації послуг підприємства, а саме:

$$\Sigma C_p^B = 9 \times 7305,0 / 1,3 = 50573,1 \text{ тис. грн.}$$

Можна виконати укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$P_p^B = \Sigma O_{PI}^H \text{ відпуску } i \times C_{cp} - \Sigma C_p^B, \text{ тис. грн,} \quad (5.14)$$

де $\Sigma O_{PI}^H \text{ відпуску } i$ – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.тонн.

C_{cp} – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну.

$$P_p^B = 9 \times 7305,0 - 50573,1 = 15171,9 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (Π) дорівнюватиме:

$$\Pi = P_p + P_p^B, \text{ тис. грн.} \quad (5.15)$$

Підставимо у формулу (5.15) значення:

$$\Pi = 1596,53 + 15171,9 = 16768,45 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$ЧП = \Pi - \Pi \times СтП, \text{ тис. грн,} \quad (5.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18 % на момент розрахунків), СтП=0,18.

В нашому проєкті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$ЧП = 16768,45 - 0,18 \times 16768,45 = 13750,13 \text{ тис. грн.}$$

5.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою:

$$I = I_{\text{БУД}} + I_{\text{УСТ}} + T + M + V_{\text{Н}} + V_{\text{З}} + D - L + \Delta\text{ОК}, \text{ тис. грн.}, \quad (5.17)$$

де $I_{\text{БУД}}$ – витрати на будівельні роботи, тис. грн;

$I_{\text{УСТ}}$ – вартість придбання устаткування, тис. грн;

T – транспортно-заготівельні (транспортно-складські) витрати по устаткуванню (3 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

M – вартість монтажу устаткування (15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_{\text{Н}}$ – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_{\text{З}}$ – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

D – вартість демонтажу (5 % від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

L – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

$\Delta\text{ОК}$ – приріст власних оборотних коштів, тис. грн.

У практиці проектування використовують також інший, простіший метод визначення обсягу інвестицій, який можна розрахувати за формулою:

$$I = \text{ПЗ} \times I_{\text{ПИТ}}, \text{ грн.}, \quad (5.18)$$

де ПЗ – передбачена проектом місткість нового елеватора, тонн;

$I_{\text{ПИТ}}$ – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Цей укрупнений метод рекомендовано для практичного застосування в дипломному проєкті.

В нашому випадку потрібний для будівництва елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ($I_{\text{ПИТ}}$) прийемо на рівні 2372,8 грн на тонну місткості елеватору (80 дол. США на тонну місткості елеватору. Перераховано за курсом Національного банку України на 25.11.2023 року за допомогою сайту <<https://kurs.com.ua>> [5] – 35,98 грн за 1 дол. США.

$$I = 9,0 \times 2372,8 = 21355 \text{ тис. грн}$$

5.7 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходять за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \%, \quad (5.19)$$
$$R = (13750,13 : 21355) \times 100 = 64,4 \%$$

5.8 Розрахунок строку окупності інвестицій

Строк окупності інвестицій (Т) визначають за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \text{ роки}, \quad (5.20)$$

де I – інвестиції (капітальні вкладення), тис. грн.

У тому випадку, коли строк окупності капітальних вкладень не перевищує чотирьох років, можна зробити висновок про їх економічну ефективність.

$$T = 21355 / 13750,13 = 1,6 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватору дорівнює 1,6 роки, що не перевищує нормативний термін 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

5.9 Основні техніко-економічні показники проєкту

Техніко-економічні показники проєкту наведені в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Основні техніко-економічні показники проєкту будівництва нового елеватору

№	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1.	Місткість елеватора, тис. тонн	7,5
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	14934,75
3.	Чисельність працівників, осіб	6
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	2489,1
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	13338,2
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п.2-п.5)	1596,53
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	15171,9

8	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	13750,13
5.	Інвестиції, тис. грн	21355
10.	Строк окупності інвестицій, роки	1,6
11.	Рентабельність інвестицій, %	64,4

5.10 Оцінка науково-технічної ефективності розробки проєкту будівництва заготівельного елеватора на основі використання сучасної технології післязбиральної обробки зерна та новітнього обладнання

Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) — сукупність робіт, спрямованих на отримання нових знань та їхнє практичне застосування при створенні нового виробу або технології.

НДДКР (в англійській мові використовується термін «Research & Development» (R&D)), який включає: науково-дослідні роботи (НДР) — роботи пошукового, теоретичного та експериментального характеру, що виконуються з метою визначення технічної можливості створення нової техніки в певні терміни. НДР поділяються на фундаментальні (одержання нових знань) і прикладні (застосування нових знань для розв'язання конкретних задач) дослідження.

В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки [28]. До них належать:

– **науково-технічний ефект**, який проявляється у підвищенні науково-технічного рівня, поліпшенні параметрів техніки і технологій, що впливає з відкриття нових законів та закономірностей у природі, а отже, і нових технологічних засобів виробництва речовин, матеріалів та видів продукції;

– **економічний ефект** полягає в отриманні економічних результатів від науково-технічних розробок як в цілому для народного господарства, так і для кожного виробничого суб'єкта. Економічна ефективність науково-технічних розробок за відповідною системою показників має відображати вплив їхньої результативності на розвиток економіки країни в цілому, а

також регіонів, галузей, організацій і підприємств, що беруть участь у реалізації технологічних нововведень;

– **соціальний ефект**, що відображає зміни умов діяльності людини в суспільстві. Його прояв спостерігається в змінах характеру та умов праці, підвищенні життєвого рівня населення, поліпшенні побутових його умов, розширенні можливостей духовного розвитку особистості, у змінах стану довкілля;

– **маркетинговий ефект**, що відображає потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках та можливість їх реалізації;

– екологічний ефект.

Науково-технічну ефективність (НТЕ) результатів визначали на основі показників науково-технічного рівня. Оцінка науково-технічної ефективності НДДКР відбувається на основі показника (O_{НТЕ}), який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} \quad , \quad (5.21)$$

де $K^{\Phi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K^{\Pi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) потенціально можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника $K^{\Phi}_{НТЕ}$ визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 5.8).

Визначають $K^{\Phi}_{НТЕ}$ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

– розроблюють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки;

– формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;

– здійснюють відповідні розрахунки для співставлення показників і визначення балів.

Таблиця 5.8 Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,35
		Відповідає світовому рівню	7 – 9	
		Нижче кращих світових аналогів	5 – 6	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 4	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	
		Нижче вітчизняного рівня	0	
2	Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	0,35
		Значущий	5 – 7	
		Корисний	1 – 4	
	Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	0,20
		Галузі національної економіки	7 – 9	
		Галузь (регіон)	3 – 6	
		Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,10
		Середній	5 – 9	
		Малий	1 – 4	

До числа специфічних показників відносять:

– **для нової техніки:** продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;

– **для нових матеріалів і речовин:** вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці ... нового матеріалу;

– для нових технологій: якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції.

З метою спрощення визначення $K_{НТЕ}$ у табл. 2 не введено показника витрат на одиницю продукції.

Таблиця 5.9– Порівняльні показники для виконання оцінки НТЕ

ПОКАЗНИКИ	Варіанти технології	
	розробленої	співвідносної (аналога)
Рівень новізни	світовий	-
Якість продукції	найвища	вища
Споживання на 1 т продукції – електроенергії, кВт·годину	1,0	0,8
Трудомісткість виробництва, людино-годин/ тонну	0,013	0,013

На основі співставлення даних таблиці встановлюють бали по характеристиках чотирьох груп і на цій основі розраховують значення інтегрального показника НТЕ:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (5.22)$$

де $i = 1 \div 4$,

B_i – бали (рейтингове число),

K – коефіцієнт значущості показників.

Рівень науково-технічної ефективності НДДКР розраховано на основі наведених даних прикладу (табл. 5.3).

$$НТЕ = 5,6 \cdot 0,35 + 7,0 \cdot 0,35 + 7,6 \cdot 0,2 + 8,3 \cdot 0,1 = 1,96 + 2,45 + 0,93 + 0,83 = 6,49$$

Отриманий результат слід порівняти з максимально можливим значенням, яке дорівнює 10 балам ($10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1$).

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ($K_{НТЕ}$):

$$K_{НТЕ} = \frac{НТЕ}{10} \cdot 100 \% \quad (5.23)$$

Таблиця 5.10 – Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	5	6	6	5,6	1,96 (5,6 x 0,35)
2	Перспективність	8	6	7	7,0	2,45 (7,0x 0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використання	8	7	8	7,6	0,93 (7,6 x 0,20)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	9	8	8	8,3	0,83 (8,3 x 0,10)
Всього						6,49

На основі даних табл. 5.23 можна дійти до висновку, що $K_{НТЕ}$ відповідає 64,9 %, тобто:

$$K_{НТЕ} = \frac{6,49}{10} \cdot 100 \% = 64,9\%$$

Так як значення $K_{НТЕ}$ перевищує середнє значення, яке дорівнює 5,0, має бути зроблено висновок про достатній рівень НТЕ.

Даний проект має науково-технічний ефект, що характеризується зростання питомої ваги прогресивних технологічних процесів та нових інформаційних технологій, підвищення коефіцієнта автоматизації та організаційного рівня виробництва і праці.

Соціальний ефект пов'язаний з соціальним захистом працівників: утворенням, підвищенням рівня зайнятості населення та зарплати і доходів, задоволенням соціальних потреб.

Екологічний ефект визначається тим що проект відповідає екологічним нормам відповідно до українського законодавства та не є шкідливим з точки зору забруднення навколишнього середовища.

Отже, розроблений проект має економічну, соціальну і екологічну ефективність і від може бути впроваджений у виробництво.

5.11 Висновки

Виявлений в Львівській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 1665,8 тис. тонн робить доцільним будівництво нового елеватора місткістю 7,5 тис. тонн.

Впровадження цього проекту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 14934,75 тис. грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 13338,2 тис. грн.

Потрібна чисельність працівників – 6 особи, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнює 2489,1 тис. грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 1596,53 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 15171,9 тис. грн. Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 13750,13 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 21355 тис. грн протягом 1,6 роки (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 64,4 %.

Була проведена оцінка ефективності виконаних науково-технічних розробок, яка показала, що *рівень науково-технічного ефекту (НТЕ)* технології в нашому проекті є цілком достатнім і, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво. Даний проект має науково-технічний ефект, що характеризується зростання питомої ваги прогресивних технологічних процесів та нових інформаційних технологій, підвищення коефіцієнта автоматизації та організаційного рівня виробництва і праці.

Виробництво не є шкідливим з точки зору екології, впроваджуване устаткування відповідає екологічним нормам, встановленим українським законодавством.

Устаткування, що запропоновано є більш енергоефективним порівняно з тим, що використовується в господарській практиці сьогодні. Це дає можливість

зменшити викиди в атмосферу, тобто буде досягнутий значний прямий екологічний ефект.

При будівництві нового заготівельного елеватору створюються нові робочі місця, виробництво не є шкідливим з точки зору екології, що відображає *соціальний і екологічний ефекти* від впровадження проєкту.

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проєкту будівництва нового елеватора на 7,5 тис. тонн в Львівській області.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Mughair A.A., Faical B., Hatem R., Khaled M. Genetically engineered crops for sustainably enhanced food production systems. *Frontiers in Plant Science*. 2022. № 13. 24 p.
2. ISAAA Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/55/default.asp> (дата звернення 12.06.2023)
3. Madhu K., Pradeep K., Jayanta K.P., Vivek K.B. Current perspectives on genetically modified crops and detection methods. *Biotech*. 2017. № 7. 15 p.
4. Sieradzki Z., Mazur M., Król B., Kwiatek K. Prevalence of genetically modified soybean in animal feedingstuffs in Poland. *J Vet Res* 2021. № 65. P. 93-99
5. Brookes G., Barfoot P. Environmental impacts of genetically modified crop use 1996-2016: Impacts on pesticide use and carbon emissions. *GM Crops & Food*. 2018 № 9. P. 109–139
6. Giraldo P.A. Shinozuka H., Spangenberg G.C., Cogan O.I., Smith F. Safety Assessment of Genetically Modified Feed: Is There Any Difference From Food. *Frontiers in Plant Science*. 2019. № 10. 17 p
7. Convention on Biological Diversity — Cartagena protocol on biosafety : Decision 2002/628/EC. OJ L 201, 31.7.2002, P. 50-65.
8. Establishing a system for the development and assignment of unique identifiers for genetically modified organisms : Commission Regulation EC № 65/2004 of 14 January 2004. OJ L 10, 16.1.2004, P. 5–10
9. Laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed as regards presence of genetically modified material for which an authorisation procedure is pending or the authorisation of which has expired Text with EEA relevance : Commission Regulation EU № 619/2011 of 24 June 2011. OJ L 166, 25.6.2011, P. 9–15
10. On official controls performed to ensure the verification of compliance with feed and food law, animal health and animal welfare rules : Commission Regulation EC № 882/2004 of 29 April 2004. OJ L 165, 30.4.2004, P. 1–141

11. On genetically modified food and feed Text with EEA relevance : Commission Regulation EC № 1829/2003 of 22 September 2003. OJ L 268, 18.10.2003, P. 1–23

12. Concerning the traceability and labelling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms and amending Directive 2001/18/EC : Commission Regulation EC № 1830/2003 of 22 September 2003. OJ L 268, 18.10.2003, P. 24–28

13. On transboundary movements of genetically modified organisms Text with EEA relevance : Commission Regulation EC № 1946/2003 of 15 July 2003. OJ L 287, 5.11.2003, P. 1–10

14. On technical guidance for sampling and detection of genetically modified organisms and material produced from genetically modified organisms as or in products in the context of Regulation (EC) No 1830/2003 : Commission Recommendation № 2004/787/EC of 4 October 2004. OJ L 138, 30.4.2004, P. 12–16

15. Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів : Закон України від 19.01.2010 р. № 2849-IX. Дата оновлення 13.12.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1103-16#Text> (дата звернення 20.05.2023)

16. Про захист прав споживачів : Закон України від 15.12.1993 р. № 2529-IX. Дата оновлення 16.08.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1023-12#Text> (дата звернення 20.05.2023)

17. Про ветеринарну медицину : Закон України від 25.06.1992 р. № 3221-IX. Дата оновлення 30.06.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2498-12#Text> (дата звернення 23.07.2023)

18. Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів : Закон України від 19.01.2010 р. № 2849-IX. Дата оновлення 13.12.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1103-16#Text> (дата звернення 20.05.2023)

19. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 13.09.2001 р. № 2849-IX. Дата оновлення 13.12.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 20.05.2023)

20. As regards the possibility for the Member States to restrict or prohibit the cultivation of genetically modified organisms (GMOs) in their territory Text with EEA relevance : Directive EU № 2015/412 of 11 March 2015 amending Directive 2001/18/EC. OJ L 68, 13.3.2015, P. 1–8

21. Bakhsh A., Duru E. Contribution of Genetically Modified Crops in Agricultural Production: Success Stories. *Policy Issues in Genetically Modified Crops*. 2021. № 1. P. 111-142

22. Chen S., Xiang-Chang Y., Bo-Yang J., Jing L., Peng J., Xiao-Wen Z., Xue-Hao C., Jian-Xin R., Hui-Di L., Wen-Bin H., Min F., Xun L., Yu-Tong F., Nicola R., Jian-Ping L. Evaluation of adverse effects/events of genetically modified food consumption: a systematic review of animal and human studies. *Environmental Sciences Europe*. 2022. № 34. 33 p.

23. European Union Reference Laboratory for Genetically Modified Food and Feed (EURL GMFF). URL: <https://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/gmomethods> (дата звернення 24.05.2023)

24. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA). URL: <https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp> (дата звернення 24.05.2023)

25. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA): Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2018: Biotech Crops Continue to Address the Challenges of Increased Population and Climate Change. ISAAA 2018, Brief 54. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/54/default.asp> (дата звернення 15.06.2023)

26. Pellegrino E., Bedini S., Nuti M., Ercoli L. Impact of genetically engineered maize on agronomic, environmental and toxicological traits: a meta-analysis of 21 years of field data. *Scientific REPortS*. 2018. № 8. 12 p.

27. Aldemita R.R., Reaño I.M.E., Solis R.O., Hautea, R.A. Trends in global approvals of biotech crops (1992–2014). *GM crops & food*. 2015. № 6. P. 150–166
28. Yanjun C., Libo P., Mengyun R., Junsheng L., Xiao G., Jun T. Comparison of genetically modified insect-resistant maize and non-transgenic maize revealed changes in soil metabolomes but not in rhizosphere bacterial community. *GM crops & food*. 2022. № 13. P. 1–14
29. ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories [Чинний від 2018-03]. Видання офіційне International Standard Organisation, 2018. 30 p.
30. Національне Агентство з Акредитації України. URL: <https://naau.org.ua> (дата звернення: 14.05.2023)
31. ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements [Чинний від 2015-09]. Видання офіційне International Standard Organisation, 2015. 29 с.
32. ISO 22000:2018 Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain [Чинний від 2018-11]. Видання офіційне International Standard Organisation, 2018. 37 p.
33. ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines [Чинний від 2018-02]. Видання офіційне International Standard Organisation, 2018. 16 с.
34. European Accreditation. URL: <https://european-accreditation.org> (дата звернення: 02.06.2023)
35. International Laboratory Accreditation Cooperation. URL: <https://ilac.org> (дата звернення: 02.06.2023)
36. Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD Principles of Good Laboratory Practice. OECD Publishing. URL: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/good-laboratory-practiceglp.htm> (дата звернення 14.07.2023)
37. Borem A., Almeida G.D. Plantas geneticamente modificadas: desafios e oportunidades para regioes tropicais. *Suprema, Visconde de Rio Branco*. 2011. № 1. P. 390

38. Ladics G.S., Bartholomaeus A., Bregitzer P., Doerrer N.G., Gray A., Holzhauser T. Genetic basis and detection of unintended effects in genetically modified crop plants. *Transgenic Res.* 2015. № 24. P. 587–603

39. Zastraw-Hayes G.M., Lin H., Sgmund A.L., Hoffman J.L., Alarcon C.M., Hayes K.R., Richmond T.A., Jeddelloh J.A., May G.D., Beatty M.K. () Southern-by-sequencing: a robust screening approach for molecular characterization of genetically modified crops. *Plant Genome.* 2015. № 8. P. 1–15

40. Fraiture M.A., Herman P., Taverniers I. Validation of a sensitive DNA walking strategy to characterize unauthorized GMOs using model food matrices mimicking common rice products. *Food Chem.* 2015. № 173. P. 1259–1265

41. Fraiture M.A., Herman P., Lefevre L., Taverniers I., De Loose M., Deforce D., Roosens N.H. Integrated DNA walking system to characterize a broad spectrum of GMOs in food/feed matrices. *BMC Biotech.* 2015. № 15. P. 76

42. Saltykova A., Van Braekel J., Papazova N., Fraiture M-A., Deforce D., Vanneste K., Sigrid C.J. De Keersmaecker, Roosens N. Detection and identification of authorized and unauthorized GMOs using high-throughput sequencing with the support of a sequence-based GMO database. *Food Chemistry: Molecular Sciences.* 2022. № 4. 12 p.

43. Randhawa G.J., Singh M. Multiplex, construct-specific and real-time PCR-based analytical methods for Bt rice with cry1Ac gene. *J AOAC Int.* 2012. № 95. P. 186–194

44. Mano J., Hatano S., Nagatomi Y., Futo S., Takabatake R., Kitta K. Highly Sensitive GMO Detection Using Real-Time PCR with a Large Amount of DNA Template: Single-Laboratory Validation. *Journal of AOAC International.* 2018. № 101. P. 507–514

45. Košir A., Demšar T., Štebih D., Žel J., Milavec M. Digital PCR as an effective tool for GMO quantification in complex matrices. *Food Chemistry.* 2019. № 294. P. 73-78

46. Tigst D., Sung-Jong L., Monika E. Increasing the Efficiency of Canola and Soybean GMO Detection and Quantification Using Multiplex Droplet Digital PCR. *Biology*. 2022. № 11 P. 201

47. Hongfei G., Luke W., Wei H., Jing T., Yongjun L. Highly sensitive immunosensing platform for one-step detection of genetically modified crops. 2019. *Scientific Reports*. 2019. № 9. 8 p.

48. Gampala S.S., Wulfkuhle B., Richey K.A. Detection of Transgenic Proteins by Immunoassays. In: Kumar, S., Barone, P., Smith, M. Transgenic Plants. *Methods in Molecular Biology*. 2019. № 1864. P. 411–417

49. Habeebunnisa B., Periyasamy M., Anjana D.T. Western blotting: a powerful staple in scientific and biomedical research. 2022. *BioTechniques*. 2022. № 73. P. 58–69

50. Chen S.X. Blotting: A Smart Strategy for Enabling the Detection of Molecules of Interest. *Open Access Library Journal*. 2022. № 9. P. 1-6

51. Hougs L., Gatto F., Goerlich O., Grohmann L., Lieske K., Mazzara M., Narendja F., Ovesná J., Papazova N., Scholtens I., Žel J. Verification of analytical methods for GMO testing when implementing interlaboratory validated methods. *JRC Technical Reports European Commission*. 2017. № 2. 35 p.

52. Jin C., Viidanoja J., Zhang Y., Ikonen E., Root A., Romanczyk M., Manheim J., Dziekonski E., Kenttamma H.I. Comparison of atmospheric pressure chemical ionization and field ionization mass spectrometry for the analysis of large saturated hydrocarbons. *Anal Chem*. 2016. № 88. P. 10592–10598

53. Soo-In S., Subramani P., Young-Ju O., John-Lewis Z.Z., Hyeon-Jung K., Tae-Hun R., Woo-Suk C., Youn-Sung C., Eun-Kyoung S., Byoung-Kwan C. An Overview of Near Infrared Spectroscopy and Its Applications in the Detection of Genetically Modified Organisms. *Int J Mol Sci*. 2021. № 22. 9940 p

54. ISO 21569:2005/Amd 1:2013 Foodstuffs — Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products — Qualitative nucleic acid based methods — Amendment 1 [Чинний від 2013-04]. Видання офіційне International Standard Organisation, 2013. 87 p.

55. ISO 21570:2005/Amd 1:2013 Foodstuffs — Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products — Quantitative nucleic acid based methods — Amendment 1 [Чинний від 2013-04]. Видання офіційне International Standard Organisation, 2013. 23 p.

56. ISO 21571:2005 Foodstuffs — Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products — Nucleic acid extraction [Чинний від 2013-03]. Видання офіційне International Standard Organisation, 2013. 10 p.

57. ISO 17034:2016 General requirements for the competence of reference material producers [Чинний від 2016-11]. Видання офіційне International Standard Organisation, 2016. 24 p.

58. Guidelines for the Inactivation and Disposal of GM Waste of Environmental Protection Agency (EPA). URL: <https://www.epa.ie/publications/licensing--permitting/genetically-modified-organisms/guidelines-for-the-inactivation-and-disposal-of-gm-waste.php> (дата звернення 19.05.2023)

59. Office of the Gene Technology Regulator (OGTR). Guidelines for the Transport, Storage and Disposal of GMO. URL: <https://www.ogtr.gov.au/resources/publications/guidelines-transport-storage-and-disposal-gmos> (дата звернення 19.05.2023)

60. Investigation of characteristics of the grain receiving from railway to the grain transshipment terminal / Дослідження характеристик приймання зерна із автотранспорту транспорту на зерновий перевантажувальний термінал / G. Stankevych, L. Dmytrenko, A. Kats, V. Shpak // Зернові продукти і комбікорми. 2020. Т. 20, № 2 (78). С. 7-13

61. Дослідження пропускної здатності приймання зерна з автомобільного транспорту на ПрАТ "Укрелеваторпром" / І. М. Буценко, Г. М. Станкевич, Т. В. Страхова, Л. Ф. Будюк // Хранение и переработка зерна. Днепропетровск : АПК-Зерно, 2013. № 10. С.26-28

62. Дослідження якісного складу автомобільного транспорту на зернових терміналах південної частини України / Л. Ф. Будюк, Г. М. Станкевич, В. М. Шпак, Г. М. Нестерук // Наукові праці. О. : ОНАХТ, 2006. Том 2, №29. С.62-65.

63. Взаємозв'язок властивостей зернових матеріалів із вибором устаткування для очищення та переробки / А. А. Антонов, Ю. П. Орленко, К. О. Забудько та ін. // Хранение и переработка зерна. Днепропетровск : АПК-Зерно, 2017. № 11(219). С. 49-50.

64. Елеваторна і зернопереробна галузі: Ефективні технології та якість: монографія / за ред. Г. М. Станкевича, Д. О. Жигунова, М. Р. Мардар. Одеса : Одес. міськ. друк., 2018. 224 с.

65. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2019 році [Електронний ресурс] /дані Державної служби статистики України // URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

66. Станкевич Г.М., Страхова Т.В. Борта А.В. Видання 2. Перероблене і доповнене / Одеса, КП ОМД, 2021 – 248 с.

67. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олій-них культур та експлуатації зерносушарок. Одеса-Київ: ДАК “Хліб України”, 1997. 72 с.

68. Атаназевич В.И. Сушка зерна. – М.: Агропромиздат, 1989. 240 с.

69. Пунков С.П., Стародубцева А.М. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение. М.: Агропромиздат, 1990. 367 с.

70. Юкиш А.Е., Ильина О.А. Техника и технология хранения зерна. - М.: ДеЛи принт, 2009. - 718 с. ISBN 978-5-94343-180-7

71. Демский А.Б. и др. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий. – М.: Колос, 1980.

72. Платонов П.Н., Пунков С.П., Фасман В.Б. Элеваторы и склады. – М.: Агропромиздат, 1987. – 319 с. 103

73. Методичны вказівки до виконання курсового і дипломного проектів з технології галузі «Проектування робочої схеми руху зерна і відходів.

Зведений графік роботи елеватора» ч.3 для фахівців 7.091701 денної і заочної форм навчання / Укл.: Г.М. Станкевич, Л.Ф. Будюк, Д.В. Сорочан і ін. Під редакцією Г.М. Станкевича.- Одеса: ОНАХТ, 2003.-22 с.

74. Мельник Б.Б., Лебедев В.Б., Винников Г.А. Технология приемки, хранения и переработки зерна. – М.: Агропромиздат, 1990.-367 с.

75. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проекту з курсу технології елеваторної промисловості для студентів спеціальності 7.091701 «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання/Укладачі. Л.Ф. Будюк, Д.В. Сорочан, Г.М. Станкевич.- Одеса: ОНАХТ, 2000. – 46 с.

76. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту з курсу «Проектування підприємств галузі» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» ступінь бакалавр денної та заочної форм навчання/ Укладачі Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова. Одеса: ОНАХТ, 2018. 52 с.

77. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування підприємств галузі» для студентів, що навчаються за навчальним планом бакалаврів спеціальності 181 «Харчові технології» спеціалізації «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання /Укл.: Л.Д.Дмитренко, Т.В.Страхова, Л.К.Овсянникова, А.К.Кац. Під. ред. Станкевича Г.М. Одеса: ОНАХТ, 2018. 61 с.

78. Вобликов Е.М. Зернохранилища и технологии элеваторной промышленности Учебное пособие: СПб.: Издательство "Лань", 2005. 208 с

79. Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Янюк. Т.І. та ін Т 381 Технологія та проектування елеваторів: навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 416 с.

80. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія зберігання та сушіння зерна», розділ «Технологія елеваторної галузі» для студентів напряму підготовки 6.051701 денної та заочної форм

104

навчання / Укл.: Станкевич Г.М., Кац А.К., Овсянникова Л.К., Дмитренко Л.Д.
– Одеса: ОНАХТ, 2017. 46 с.

81. Яковенко А.І., Борта А.В. Технологія зберігання та сушіння зерна: Кількісно-якісний облік зерна: навчальний посібник. Одеса: ОНАХТ, 2016. 174 с.

82. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проектів з технології галузі “Проектування робочої башти і силосних корпусів елеватора” ч. 2 для студентів денної і заочної форм навчання /Укл. Г.М. Станкевич, Л.Ф. Будюк, Д.В. Сорочан і ін. За редакцією Г.М. Станкевича. Одеса: ОНАХТ, 2003. 38 с.

83. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проектів з технології галузі “Проектування робочої схеми руху зерна і відходів. Зведений графік роботи елеватора” ч.3 для фахівців 7.091701 денної і заочної форм навчання /Укл.: Г.М. Станкевич, Л.Ф. Будюк, Д.В. Сорочан і ін. Під ред. Г.М.Станкевича. Одеса: ОНАХТ, 2003. 22 с.