

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

**Кафедра харчових технологій**

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

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

**Удосконалення технологічної лінії сушіння зерна**

**Виконав:** здобувач вищої освіти 4 курсу,  
групи ХТ-1-20  
освітньо-професійної програми «Харчові технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Вячеслав КУЗНЄЦОВ

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Дмитро ТИМЧАК

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Віктор МАРЧЕНКО

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій  
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»  
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»  
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри  
харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент  
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«06» травня 2024 р.

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

Кузнецову Вячеславу Сергійовичу

1. Тема роботи: «Удосконалення технологічної лінії сушіння зерна».  
Керівник роботи: Тимчак Дмитро Олександрович, викладач, затверджені наказом закладу вищої освіти від «06» травня 2024 року № 983.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 07 червня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологічна схема роботи елеватору за принципом «брутто». 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Загальна частина. 2 Технологічна частина. 3 Проектна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Відомості про підприємство. 2 Технологічна частина. 3 Проектна частина.  
4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Карта безпеки праці. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	викладач Дмитро ТИМЧАК	06.05.24	07.06.24

7. Дата видачі завдання 06 травня 2024 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	06.05-07.05.24	виконано
2	Загальна частина	08.05-13.05.24	виконано
3	Технологічна частина	14.05-15.05.24	виконано
4	Проектна частина	16.05-26.05.24	виконано
5	Впровадження елементів системи НАССР	27.05-29.05.24	виконано
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	31.05-01.06.24	виконано
7	Техніко-економічне обґрунтування	02.06-03.06.24	виконано
8	Загальні висновки та бібліографія	04.06-05.06.24	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-07.06.24	виконано

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Вячеслав КУЗНЄЦОВ  
( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Дмитро ТИМЧАК  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Тема: «Удосконалення технологічної лінії сушіння зерна»

**Кваліфікаційна робота бакалавра:** 58 с., 10 рис., 13 табл., 78 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження:** зерно пшениці та ячменю, процес сушіння.

**Метою роботи** є дослідження можливості удосконалення технологічної лінії сушіння продовольчого зерна шляхом заміни зерносушарки.

**Методи дослідження:**

В роботі застосовано загальні методики проведення технологічних розрахунків. Для визначення і підбору необхідної кількості технологічного обладнання, а також для розрахунку потрібної площі виробничих приміщень та техніко-економічних показників проєкту також використовували стандартні методики.

Робота присвячена можливості удосконалення технологічної лінії сушіння продовольчого зерна шляхом заміни зерносушарки. На підставі аналізу діючої технологічної схеми ТОВ «Белгравія» було прийнято рішення удосконалити її за рахунок заміни зерносушарки на більш сучасну та продуктивну.

Розглянуто зразки сучасного вітчизняного та закордонного технологічного обладнання для виконання сушіння зерна. Встановлено, що зерносушарка Riela GDT 600-28/2 має декілька переваг порівняно з іншими моделями вітчизняного і закордонного виробництва.

Виконано техніко-економічне обґрунтування проєкту. Завдяки зменшенню витрат, рентабельність виробництва зросла на 5%. Проєкт має термін окупності капітальних вкладень 1,6 років.

## КЛЮЧОВІ СЛОВА

*Ячмінь, пшениця, сушіння, зерносушарка, технологічна лінія, елеватор, продуктивність.*

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	7
1.1 Коротка характеристика підприємства	7
1.2 Характеристика основних заготівельних культур	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	17
2.1 Опис діючої технологічної схеми	17
2.2 Пропозиції щодо удосконалення технологічної схеми	19
3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	30
3.1 Технологічний розрахунок	30
3.2 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання	32
3.3 Компонування обладнання основних виробничих приміщень	35
4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР	38
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	42
5.1 Розробка карти безпеки праці	42
5.2 Утилізація відходів виробництва	44
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	46
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	53
БІБЛІОГРАФІЯ	55

## ВСТУП

Зерно відіграє важливу роль у стабільному забезпеченні населення хлібопродуктами та сировиною для народного господарства, компенсуючи значну частину потреб у продовольстві. Його значення для економіки країни важко переоцінити. Це товар, який завжди користується стабільним попитом у будь-яку пору року і в будь-якому регіоні.

Особливістю зерна як товару є можливість його довготривалого зберігання, навіть на кілька років, за умови правильного висушування та профілактичної обробки від шкідників. Зерно можна перевозити на великі відстані в спеціальних вагонах-зерновозах або трюмах суден без втрати якості.

Зерно і насіння злакових, зернобобових та олійних культур є об'єктами зберігання та переробки. Основною метою зберігання та переробки є розробка теоретичних і практичних методів зберігання та обробки продукції з мінімальними матеріальними та енергетичними витратами.

Рациональне поєднання потенціалу зернопереробної промисловості з іншими галузями агропромислового комплексу сприяє ефективному використанню виробничих ресурсів та нарощуванню виробництва сільськогосподарської продукції, сировини і продовольства. Незважаючи на тенденцію до скорочення вирощування зерна, воно займає майже 40% площі ріллі і понад половину посівів сільськогосподарських культур.

На постачання, переробку і зберігання зерна припадає майже одна п'ята всіх витрат сільськогосподарського виробництва, але водночас забезпечується від 60% до 90% його прибутку.

З огляду на важливість зернової галузі для економіки країни, розвиток інфраструктури зберігання, транспортування та переробки зерна є критично важливим завданням. Це включає модернізацію елеваторів, розвиток транспортної мережі, спеціалізованих зерновозів та суден, а також впровадження інноваційних технологій у переробку зерна.

Сучасні елеватори повинні бути обладнані системами контролю якості зерна, що дозволяє вчасно виявляти та усувати можливі проблеми під час зберігання. Використання інформаційних технологій та автоматизації процесів дозволяє значно підвищити ефективність роботи елеваторів і знизити втрати зерна.

Транспортна мережа, що забезпечує перевезення зерна, повинна бути розвинена таким чином, щоб мінімізувати витрати на логістику та зменшити час доставки продукції до кінцевого споживача. Це включає як наземний транспорт, так і розвиток портової інфраструктури для експорту зерна.

Переробка зерна також має великий потенціал для доданої вартості. Виробництво борошна, круп, комбікормів та інших продуктів з зерна може значно підвищити прибутковість агропромислового комплексу. Інноваційні технології переробки, такі як біотехнології, дозволяють отримувати нові види продуктів з високою доданою вартістю.

В цілому, комплексний підхід до розвитку зернової галузі, що включає модернізацію інфраструктури, інновації у переробці, підтримку держави та розвиток міжнародної торгівлі, дозволить не лише задовольнити внутрішні потреби у продовольстві, а й забезпечити конкурентоспроможність України на світовому ринку.

Метою роботи є вдосконалення технологічної лінії сушіння зерна на базі ТОВ «Белгравія» для підвищення продуктивності та ефективності виконання технологічних операцій, пов'язаних з обробкою зерна на елеваторі та приведення його у стійкий при зберіганні час. Це планується досягти через аналіз, розрахунок і підбір сучасного технологічного обладнання для сушіння зерна.

Актуальність роботи обумовлена тим, що сушіння зерна є одним із найбільш тривалих технологічних процесів під час обробки зерна на хлібоприймальних підприємствах, а тому його удосконалення може стати вирішенням проблеми економії часу та менших відходів виробництва.

## 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Коротка характеристика підприємства

ТОВ «Белгравія» – велике підприємство, яке володіє трьома елеваторами, борошномельним цехом та комбикормовим заводом малої потужності і входить до складу потужної корпорації Cofco Int. «Центральний офіс компанії розташований у місті Київ, вулиця Євгена Коновальця, будинок, 32б. Виробничі потужності ТОВ «Белгравія» розміщені в різних частинах Дніпропетровської області. Зокрема, один з елеваторів підприємства знаходиться в с. Святовасилівка, Дніпропетровської області, за 40 км від центру Дніпра» [1-3].

Підприємство має під'їзні шляхи для автомобільного та залізничного транспорту. Неподалік розташована залізнична станція гілки Дніпро – Нікополь. На рис. 1.1 показано загальний вигляд території елеватора ТОВ «Белгравія».



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд території елеватора ТОВ «Белгравія»

«Урожайність кукурудзи в 2023 році була однією з найвищих у районі. Серед напрямків виробництва сільськогосподарської продукції також виділяється вирощування цукрового буряку, урожайність якого протягом останніх років є найбільшою в районі» [2].



«У 2020 році відбулося заплановане збільшення кількості орендованих земель у власників земельних наділів (паїв) з метою розширення посівів соняшника і кукурудзи» [3]. Це включало подальше придбання основних засобів (сільськогосподарської техніки) для вирощування, збирання та догляду за посівами, а також збільшення структури посівів сільськогосподарських культур. В результаті обсяг виробництва сільськогосподарської продукції зріс.

«Підприємство має мережу магазинів, розташованих на території районного центру» [1].

Територія, на якій розташоване ТОВ «Белгравія», належить до центрального ґрунтово-кліматичного району Степу. Характерні ґрунтові умови включають:

1. «Ґрунти переважно представлені чорноземом звичайним, важкосуглинковим та легкоглинистим.

2. Загальна товщина ґрунтового горизонту досягає 70-80 см, з верхнім гумусовим горизонтом 40-45 см.

3. Вміст гумусу в шарі ґрунту становить приблизно 3,5%» [1].

Клімат континентальний, теплий, з недостатньою кількістю вологи. Основні кліматичні показники:

- «Річна кількість опадів – 480 мм.

- Середньорічна температура повітря – +8,8 °С.

- Тривалість періоду з температурою вище +10 °С становить 105 днів.

- Сума температур у цей період – 2900 °С, кількість опадів – 270-300 мм.

- Тривалість безморозного періоду – 175 днів» [2].

- «Осінні заморозки починаються в першій декаді жовтня, останні весняні заморозки припадають на третю декаду квітня;

- Коефіцієнт зволоження визначений на рівні 0,58» [3].

«Щодо спеціалізації підприємства слід зазначити, що основним напрямком діяльності є вирощування зернових культур. Крім цього, підприємство займається вирощуванням цукрового буряку, кормових культур, овочів, баштанних і плодкових культур» [2, 3].

Дані про виробництво та плани реалізації деяких видів рослинницької продукції наведено в таблицях 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 – Виробництво продукції рослинництва за 2022 рік

Назва культури	Посівна площа, га	Урожайність, ц/га	Валовий збір, т
Соняшник	285	55,8	1590,3
Ячмінь	511	31,2	1594,3
Соя	478	15,6	745,7
Кукурудза	263	63,4	1667,4
Цукровий буряк	256	369,2	9451,5
Всього:	1833		

Таблиця 1.2 – Виробництво продукції рослинництва за 2023 рік

Назва культури	Посівна площа, га	Урожайність, ц/га	Валовий збір, т
Соняшник	300	53,9	1617,0
Ячмінь	499	30,1	1501,9
Соя	500	16,8	8400,0
Кукурудза	270	64,4	1738,8
Цукровий буряк	220	381,8	8399,6
Всього:			

Порівнюючи дані з табл. 1.1 та 1.2, можна виявити наступні відмінності:

1) у 2023 році було збільшено посівну площу культур соняшнику, сої та кукурудзи порівняно з 2022 роком. Посівна площа ячменю та цукрового буряка залишилася майже на тому ж рівні, але була зменшена для цукрового буряка.

2) Виробництво рослинницької продукції у 2023 році характеризується великим коливанням урожайності. Наприклад, урожайність соняшнику, сої та кукурудзи зменшилася, тоді як урожайність ячменю та цукрового буряка зростає. Особливо помітне збільшення урожайності цукрового буряка.

3) Незважаючи на зміни урожайності, валовий збір у 2023 році виявився вищим за валовий збір у 2022 році для всіх культур, за винятком сої. Це свідчить

про ефективнішу організацію виробництва та можливий розвиток аграрного сектору в цілому.

Отже, зробивши загальний аналіз, можна сказати, що виробництво рослинницької продукції у 2023 році було більш продуктивним порівняно з 2022 роком, незважаючи на деякі коливання в урожайності окремих культур.

«До кінця 2024 року заплановано включити до структури посівних площ посіви ярої пшениці, а в подальшому – впровадити лінію з виробництва пшеничного макаронного борошна» [2]. Ці досягнення демонструють економічний, технічний та технологічний розвиток господарства, що сприяє збагаченню сільського господарства району та країни в цілому.

## 1.2 Характеристика основних заготівельних культур

«Елеватор ТОВ «Белгравія» приймає різні види культур, такі як пшениця, ячмінь та насіння соняшника, проте найбільш значущими для заготівлі є ячмінь та пшениця» [1-3].

«Коли зерно надходить на підприємство, воно повинно відповідати встановленим стандартам якості та асортименту, що визначені технологічними регламентами» [4-8]. Тому «якість зерна має відповідати вимогам, передбаченим стандартами для зерна, зокрема для ячменю, що включають органолептичні характеристики, такі як колір, запах і стан, а також об'єктивні показники, такі як масова частка ядра, вологість, вміст домішок у відсотках, граничні норми зараженості комірними шкідниками та інші» [5].

«Пшениця, як одна з основних зернових культур, є важливим джерелом борошна» [7]. Вона відзначається високою харчовою цінністю і широко використовується для виробництва борошна та хліба по всьому світу.

«Зерно пшениці складається з трьох основних частин: зародка, ендосперму та оболонки, кожна з яких має складну мікроструктуру та відрізняється за хімічним складом і харчовою цінністю» [9].

У зернівці, зародок і ендосперм з'єднані через щиток, який має рихлу структуру і призначений для передачі органічних речовин зародка в ендосперм у розчинному стані і навпаки. Ця властивість зародка використовується в технології підготовки зерна до помелу для направленої зміни його технологічних властивостей. «При сортових помелах зародок виділяють окремо, оскільки він містить значну кількість жирів, які можуть погіршувати якість борошна через їхнє окислення під час зберігання» [7].

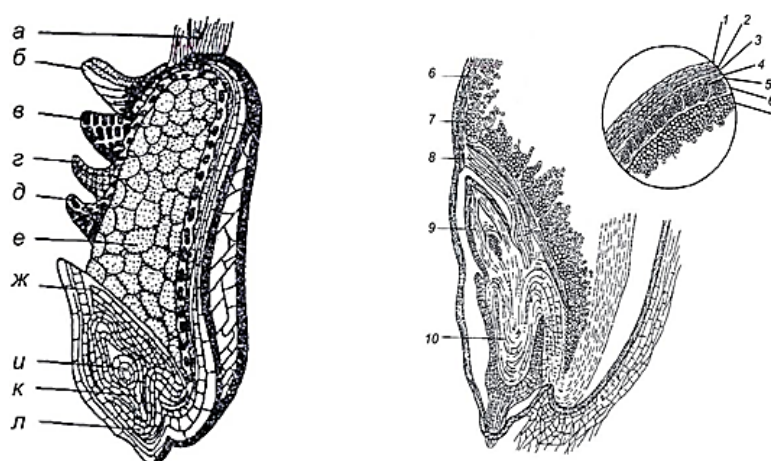


Рисунок 1.2 – Будова зерна пшениці:

а – чубчик (борідка); б, в, г – плодова і насіннева оболонки; д – алейроновий шар;  
 е – ендосперм; ж – щиток; і – почечка; к – зародок; л – зародковий корінець;  
 1-5 – покриви насінини: епікарпій, мезокарпій, ендокарпій, пігментний шар,  
 гіаліновий шар; 6 – алейроновий шар; 7 – борошнисте ядро ендосперму;  
 8 – щиток; 9 – зародкова брунька; 10 – корінець

«Ендосперм є внутрішньою, найціннішою частиною зерна і складається з двох компонентів: алейронового шару, що розташований на поверхні ендосперму, і борошнистого ядра, яке займає центральну частину зерна» [10]. При виробництві сортового борошна велику частину алейронового шару відокремлюють разом з оболонками, оскільки він містить переважну кількість високомолекулярних вуглеводів (клітковина, пентозани та інші), які утворюють міцні структури і ускладнюють їх подрібнення.

«Борошнисте ядро є найціннішою частиною зерна. Клітини борошнистого ядра заповнені великими і дрібними гранулами крохмалю, між якими розташовані шари білка» [9].

Консистенція борошнистого ядра, що класифікується як борошниста, напівскловидна і скловидна, визначається співвідношенням крупних і дрібних гранул крохмалю, їх упакуванням і товщиною білкових прошарків. «Оболонки поділяють на плодові, розташовані на поверхні зерна, і насінневі, що прилягають до ендосперму» [10]. Плодові оболонки можна відділити досить легко, але насінневі оболонки тісно пов'язані з алейроновим шаром і відокремлюються в процесі подрібнення.

Для оцінки технологічних властивостей зерна важливо враховувати кількісне співвідношення його складових частин. «Згідно з дослідженнями, зерно пшениці, вирощене в Україні, містить приблизно 75–82% борошнистого ядра, 1,8–3,2% зародка зі щитком, 5,6–9,4% плодових і насінневих оболонок та 6,8–9,2% алейронового шару» [7, 11, 12].

Хімічний склад зерна є різноманітним і змінюється в залежності від анатомічної частини. «Борошнисте ядро містить мінімальну кількість білка, клітковини, пентозанів, золи і жирів, проте у ньому міститься весь крохмаль» [7]. Хімічний склад борошнистого ядра неоднорідний, найбільше білка зосереджено в периферичних частинах, а мінеральні речовини та інші компоненти – у центральній частині.

«Алейроновий шар має важливе значення в харчуванні, оскільки він містить приблизно 50–60% білків, які не утворюють клейковину» [7]. «У складі алейронового шару також багато цінних компонентів, таких як цукри, клітковина, пентозани, жири, мінеральні речовини та вітаміни групи В» [5, 8].

При переробці зерна алейроновий шар може бути направлений в борошно лише при простих помелах, адже при складних сортових помелах його основна частина відокремлюється від борошна і направляється у висівки через складнощі у подрібненні до необхідних розмірів частинок борошна.

Таблиця 1.3 – Середні значення хімічного складу зерна пшениці і його анатомічних частин

Зерно і його анатомічні частини	Вміст у % на суху речовину							
	Кількість	Білків	Крохмалю	Сахарів	Клітковини	Пентозанів	Жирів	Золи
Ціле зерно	100	16,06	63,07	4,22	2,76	8,10	2,24	2,18
Борошнисте ядро	81,6	12,91	78,92	3,54	0,15	2,72	0,68	0,45
Алейроновий шар	6,54	58,16	-	6,82	6,41	8,16	13,03	4,78
Оболонки	8,62	10,56	-	2,59	23,73	51,43	7,16	4,78
Зародок	3,24	37,63	-	25,12	2,46	9,74	15,04	6,32

«Оболонки зерна характеризуються найменшою цінністю з точки зору їх хімічного складу. Вони складаються переважно (70–80%) з пентозанів і клітковини» [2]. Плодові і насінневі оболонки мають відмінний хімічний склад: у насінневих оболонках більше білка в три рази, ніж у плодових, однак у плодових оболонках переважає клітковина і пентозани. «У технологічних процесах простих помелів зерна зазвичай вилучають головним чином плодові оболонки, а насінневі направляють в борошно» [13]. При складних багатосортних помелах вилучають як плодові, так і насінневі оболонки, які можуть негативно впливати на колір та зольність борошна.

«Зародок є важливою анатомічною частиною зерна, яка містить приблизно 70–80% білків, жирів і цукрів. У зародку зосереджена основна кількість ферментів, вітамінів групи В і вітаміну Е» [8]. Він має високу харчову цінність, проте проблема його використання в харчуванні людей дуже складна через низьку стійкість при зберіганні, підвищенні кислотності і окисленні. У технологічних процесах виробництва борошна головну частину зародка вилучають і направляють у висівки. Однак, «в деяких технологічних процесах сортових помелів пшениці можуть вилучати близько 0,3–0,5% зародкового продукту» [6].

«Щоб оцінити технологічні властивості зернової маси пшениці, використовують три групи показників: загальний стан зернової маси, борошномельні характеристики та хлібопекарські властивості» [6]. Останні, зокрема, визначають, як виготовлене борошно поводить себе під час процесу приготування хліба, «враховуючи такі параметри, як кількість та якість клейковини, газоутворююча активність, дисперсія борошна, автолітична активність зерна, фізичні властивості тіста та результати пробного випічування хліба» [9].

«Ячмінь – одна з найдавніших культур, відома в районах Близького Сходу близько 8 тисяч років до нашої ери» [4-8]. На сьогодні посіви ячменю займають понад 75 мільйонів гектарів у всьому світі. «Серед найбільших виробників цієї культури – США, Канада, Індія, Туреччина, Франція. У країнах СНД ячмінь вирощують у різних регіонах, від гірських місцевостей до низовинних районів, що свідчить про його адаптивність та розповсюдження» [4].

Україна вирощує ярий ячмінь як культуру, що має широке застосування в різних сферах господарства. Основним напрямком його використання є в якості зернофуражної культури, зокрема, вирощування для використання у кормовій промисловості. «Зерно ячменю містить близько 12,2% білка, 77,2% вуглеводів, 2,4% жирів і до 3% зольних елементів, що робить його високоякісним кормом» [6]. «У кожному кілограмі зерна міститься 1,2 кормової одиниці та 100 г перетравного протеїну, що робить його особливо цінним для годівлі тварин, зокрема для відгодівлі свиней з метою отримання високоякісного бекону» [7, 9].

Однією з ключових переваг ячменю у тваринництві є його високоякісний білок, який є повноцінним за амінокислотним складом, а також багатий на лізин і триптофан, що переважає білок інших злакових культур. «Це сприяє швидкому набору маси та підвищує стійкість тварин до негативних умов утримання при додаванні ячменної дерті або висівків до кормового раціону» [4].

У тваринництві цінують також ячмінну солому, зокрема сорти з гладенькими остюками, і запарену полову як грубий корм. «Крім того, ячмінь вирощують для використання у зеленому кормі і сіні у поєднанні з іншими культурами, такими як

яра вика, горох або чина. Високоякісний урожай таких сумішей може досягати 250-300 центнерів з гектара» [10].

Ячмінь також є важливою продовольчою культурою. «З його зерна виготовляють перлову та ячмінну крупу, яка містить в собі від 9 до 11% білка та від 82 до 85% крохмалю» [5]. Однак через низьку якість клейковини хліб, випечений з чистого ячмінного борошна, може мати невеликий об'єм, бути малопористим і швидко старіти.

Зерно ячменю використовується для виробництва пива. У пивоварінні найбільш цінними є сорти дворядного ячменю з рівномірним та добре виповненим зерном. «Вони мають понижено плівчастість (8–10%), високий вміст крохмалю (не менше 63–65%) і знижений вміст білка (не більше 9–10%)» [12]. «Якість білка також має значення: вміст сірки може впливати на якість пива, і якщо білок має малу кількість сірки (7–8%), пиво може погано пінитися, що погіршує його якість» [7]. Українські регіони, де вирощуються найбільш цінні сорти пивоварного ячменю, «включають Лісостеп, Полісся та передгірні райони Карпат, зокрема Івано-Франківську, Львівську та Закарпатську області» [9].

Основні вимоги до якості зерна ячменю включають його здоровість, однорідність, чистоту та приємний запах свіжої соломи, а також світло-жовтий або жовтий колір. «Зерно, яке має сірий, червонувато-жовтий, жовтувато-коричневий або жовтий з чорними кінчиками колір, може свідчити про збирання ячменю під час дощового періоду» [6].

Перед зберіганням ячмень очищують, забезпечуючи однорідний стан зерна, відбираючи зерна з рівномірним великим розміром. Великі зерна мають більший вміст крохмалю та солодового екстракту, ніж малі. «Рівномірний розмір зерен дозволяє однаково поглинати воду, сприяючи рівномірному солодощенню. Кількість зерен 1-ої та 2-ої фракцій (розмір 2,5 мм) повинна становити не менше 85%; через сито 2,2 мм може пройти не більше 5% дрібних зерен» [10].

«Допускається смітна домішка не більше 1%, зернова домішка не більше 2%, дрібних зерен не більше 5%» [12].



«Вологість зерна при продажу повинна бути до 20 вересня 14,5%; до 5 жовтня - 14,0%; після 5 жовтня - 13,5%» [12]. Зерно слід вчасно сушити, щоб уникнути утворення плісняви, яка погіршує якість та може викликати отруєння.

«Зерно пивоварного ячменю має мати підвищений вміст крохмалю (60-70%) і екстрактивних речовин (78-82%)» [12]. Зараженість шкідниками не допускається.

Висновки по розділу.

ТОВ «Белгравія» – крупне підприємство, яке володіє трьома елеваторами, борошномельним цехом та комбикормовим заводом малої потужності і входить до складу потужної корпорації Cofco Int. Основним напрямком діяльності є вирощування зернових культур. Крім цього, підприємство займається вирощуванням цукрового буряку, кормових культур, овочів, баштанних і плодових культур.

Елеватор ТОВ «Белгравія» приймає різні види культур, такі як пшениця, ячмінь та насіння соняшника, проте найбільш значущими для заготівлі є ячмінь та пшениця. Тому в розділі надано характеристику зерна пшениці та ячменю як основних заготівельних культур.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Опис діючої технологічної схеми

Технологічний процес роботи елеватора ТОВ «Белгравія» починається з приймання зерна з автомобільного транспорту. В с. Світовасилівка елеватор діє за схемою визначення маси «брутто» (рис. 2.1), де «спочатку зважують завантажену зерном машину, потім розвантажують її і зважують повторно, щоб визначити фізичну масу зерна, що надійшло на підприємство» [9, 13].

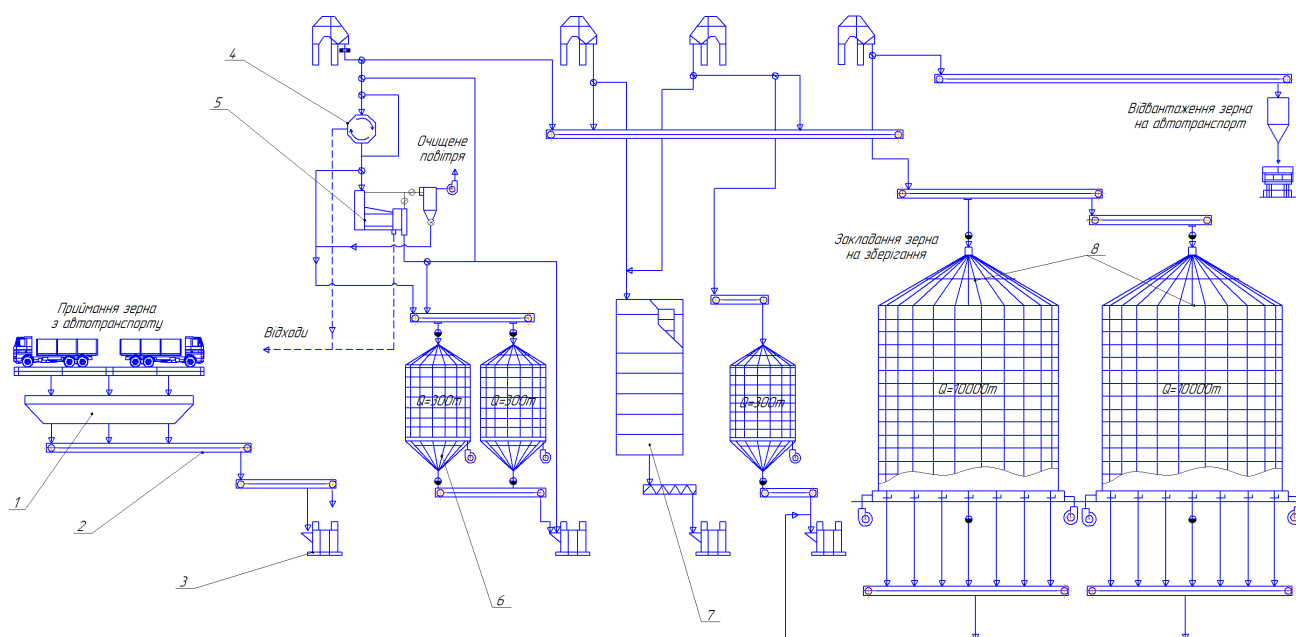


Рисунок 2.1 – Технологічний процес приймання і обробки зерна в умовах елеватору ТОВ «Белгравія»: 1 – автомобілерозвантажувач, 2 – конвеєр, 3 – норія, 4 – скальператор, 5 – повітряно-ситовий сепаратор, 6 – оперативна ємність, 7 – сушарка, 8 – металевий силос

На пункті приймання автомобілі зважуються та відправляються на розвантаження в приймальну яму, де одночасно можуть розвантажуватися дві машини. «Автоматичні пробовідбірники відбирають проби зерна для лабораторного аналізу якості, зокрема вологості і зараженості» [13].

Після вивантаження зерно потрапляє на приймальний конвеєр, який транспортує його до першої норії НЦ-100 у робочій будівлі елеватора. Звідти зерно може бути направлено на очищення, сушіння або одразу на зберігання в силоси, залежно від його якості та рішень працівників елеватора.

Якщо зерно потребує очищення, його направляють на скальператор А1-БЗО для первинного очищення від домішок. Основне очищення здійснюється на повітряно-ситових сепараторах А1-БСХ-100, «які видаляють крупні, дрібні та легкі домішки, доводячи зерно до необхідних стандартів чистоти» [13].

«Після очищення зернова маса може направлятися на сушіння або безпосередньо до силосів для зберігання» [9]. Якщо зерно потребує сушіння, його після повітряно-ситових сепараторів направляють до оперативних ємностей, де створюється запас для узгодження потужностей сепараторів і зерносушарки. З оперативних ємностей зерно поступово надходить до зерносушарки через другу норію НЦ-100. Зерносушарка, розташована окремо від робочої будівлі елеватора, є німецького виробництва Stela GDB-XN-2/12 з продуктивністю 50 т/год і працює на газу.

Для забезпечення безперебійної роботи елеватора в пікові періоди заготівель підприємство має ще одну оперативну ємність на 300 т для створення запасу зерна, яке чекає на обробку, обслуговувану третьою норією НЦ-100.

Очищене та просушене до базисних кондицій зерно направляється на зберігання за допомогою четвертої норії НЦ-100 і системи надсилосних конвеєрів зі скидними візками. Підприємство має два металевих силоси загальною ємністю 20,000 т, обладнані системою вентиляції для активного вентилявання зерна прямо в силосах.

Відвантаження зерна здійснюється лише на автомобільний транспорт. Зерно з силосів потрапляє на систему підсилосних конвеєрів, які повертають його до четвертої норії НЦ-100. Через перекидний клапан зерно надходить на відвантажувальний конвеєр і транспортується до відвантажувального бункера.

Відвантаження зерна відбувається самопливом: автомобіль під'їжджає під відвантажувальний бункер, і зерно засипається в його кузов. Одночасно можна

завантажити лише один автомобіль, що займає приблизно 4-6 хвилин залежно від об'єму вантажної частини.

## 2.2 Пропозиції щодо удосконалення технологічної схеми

При аналізі наявної технологічної схеми ТОВ «Белгравія» було прийнято рішення удосконалити її за рахунок заміни зерносушарки на більш сучасну та продуктивну, що в подальшому зможе підвищити ефективність виробництва шляхом економії часу на обробці зерна та енергоресурсів, які витрачаються під час процесу сушіння зерна.

«Сушіння є складним тепло-масообмінним процесом, спрямованим на збереження всіх властивостей зерна шляхом дотримання оптимальних параметрів» [14]. Цей процес видаляє надлишкову вологу зі свіжозібраного зерна, доводячи його до сухого стану, що гарантує тривале зберігання продукції. «Під час сушіння змінюються термодинамічні та теплофізичні властивості зерна, включаючи теплоємність і теплопровідність» [15, 16]. Тому важливо ретельно дотримуватися рекомендованих режимів сушіння для кожної культури, враховуючи її вологість та призначення.

«Процес сушіння базується на здатності зерна випаровувати вологу через поверхню за умови, що тиск водяної пари всередині зерна перевищує тиск її в зовнішньому повітрі» [14]. Основні параметри сушіння включають температуру нагрітого повітря, вологість і тривалість сушіння. «Ці параметри взаємопов'язані: чим вища початкова вологість зерна, тим швидше відбувається сушіння на початковому етапі» [15, 16]. Сире зерно містить механічно зв'язану вологу, яка випаровується першою, тоді як капілярно зв'язана волога більш міцно з'єднана з крохмалем і ще міцніше – з білками [14]. Таким чином, процес сушіння зерна в основному обмежується сушінням білкового комплексу.

«Рекомендується використовувати для сушіння як вітчизняні сушарки, такі як ДСП-320Т, ДСП-50, АІ-УЗМ, АІ-УСШ, СЗМ-540» [16], так і сушарки «зарубіжного виробництва від компаній, таких як Sukup, MC, GSI, Delux (США),

Riela (Німеччина) та інші» [16]. У останні часи також стає популярними блочно-модульні сушарки, які можуть поступово збільшувати свою потужність, а також пересувні сушарки для сушіння зерна поза місцем його зберігання.

Для надання рекомендацій щодо удосконалення технологічної схеми сушіння зерна на елеваторі ТОВ «Белгравія» проведемо аналіз сучасного вітчизняного та закордонного технологічного обладнання для виконання сушіння зерна.

Одним із найбільш популярним рішенням на сьогодні для вітчизняних підприємств є використання вітчизняного обладнання, наприклад, зерносушарки ДСП-320Т (рис. 2.2).

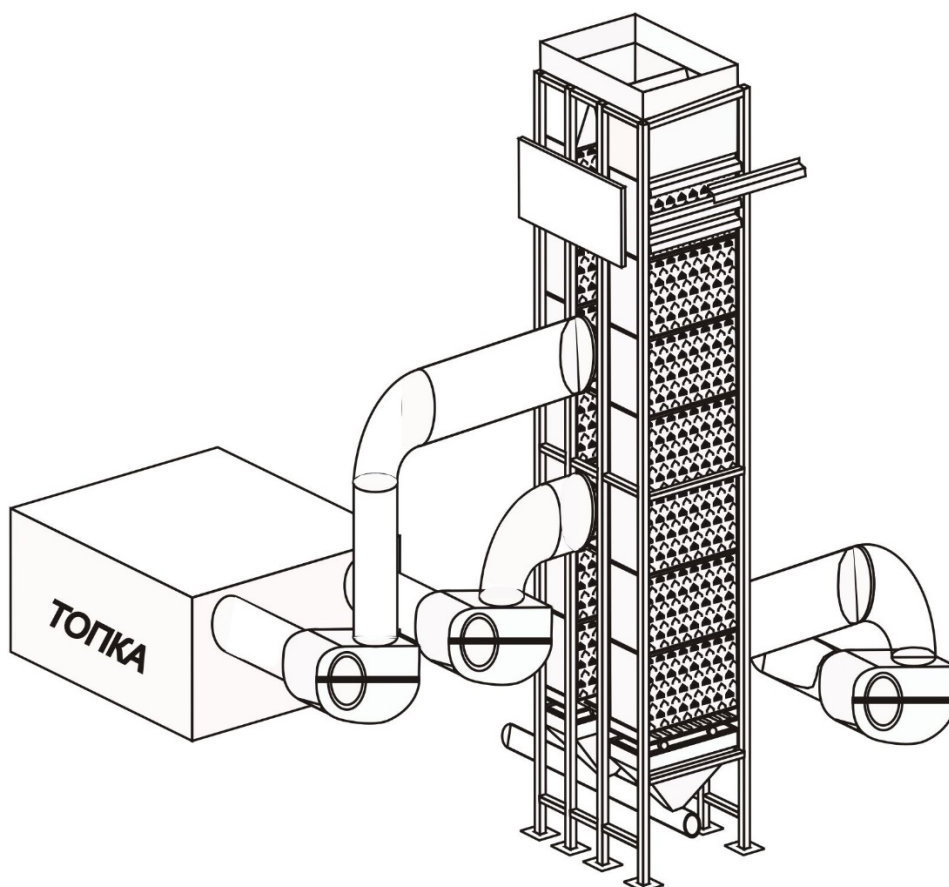


Рисунок 2.2 – Принципова схема зерносушарки ДСП-320Т українського виробництва

«Це обладнання працює на принципі теплообміну між нагрітим повітрям і зерном, забезпечуючи ефективне видалення вологи» [16]. Процес сушіння зерна у цій сушарці складається з кількох етапів:

1) «завантаження зерна. Зерно подається до завантажувального бункера, звідки воно рівномірно розподіляється по сушильному модулю.

2) подача нагрітого повітря. Повітря нагрівається за допомогою газової або дизельної пальника та подається в сушильну камеру. Температура нагріву ретельно контролюється для уникнення перегріву зерна» [14].

3) сушіння зерна:

- «перша фаза: Волога випаровується з поверхні зерна, де тиск водяної пари в зерні перевищує тиск водяної пари в повітрі. Завдяки цьому процесу зовнішня частина зерна швидко втрачає вологу.

- друга фаза: Починається випаровування капілярно зв'язаної вологи, яка міцно з'єднана з крохмальними зернами і білками. Ця фаза вимагає більше енергії та часу» [14].

4) рециркуляція повітря. Частина теплого повітря рециркулюється, щоб зменшити енергоспоживання та підвищити ефективність сушіння.

5) вивантаження зерна. Після досягнення бажаного рівня вологості зерно вивантажується з сушарки для подальшого зберігання або переробки.

«Зерносушарка ДСП-320Т має продуктивність до 32 тонн на годину при початковій вологості 25% і кінцевій вологості 14%, та до 40 тонн на годину при початковій вологості 20% і кінцевій вологості 14%. Її теплова потужність становить 2,5 - 3,0 МВт» [16]. Як паливо використовуються природний газ або рідке паливо (дизельне пальне). Температура повітря на виході може досягати 120°C. Об'єм завантажувального бункера становить 15 м<sup>3</sup>.

«Висота сушарки - 8,5 м, ширина - 3,5 м, довжина - 9 м. Енергоспоживання включає електродвигуни до 15 кВт та газову або дизельну пальник до 3 МВт» [14]. Основні частини сушарки виготовлені з високоякісної сталі з антикорозійним покриттям, що забезпечує довговічність і надійність обладнання.

«Сушарка обладнана системою автоматичного контролю, яка регулює температуру, швидкість подачі повітря та інші параметри для забезпечення оптимальних умов сушіння» [15]. Цей метод забезпечує ефективне видалення

надлишкової вологи з зерна, зберігаючи його якість і забезпечуючи тривале зберігання без втрати поживних властивостей.

Принцип роботи зерносушарки АІ-УЗМ (рис. 2.3) базується на конвективному методі сушіння зерна за допомогою гарячого повітря, яке створюється у теплообміннику або пальнику.

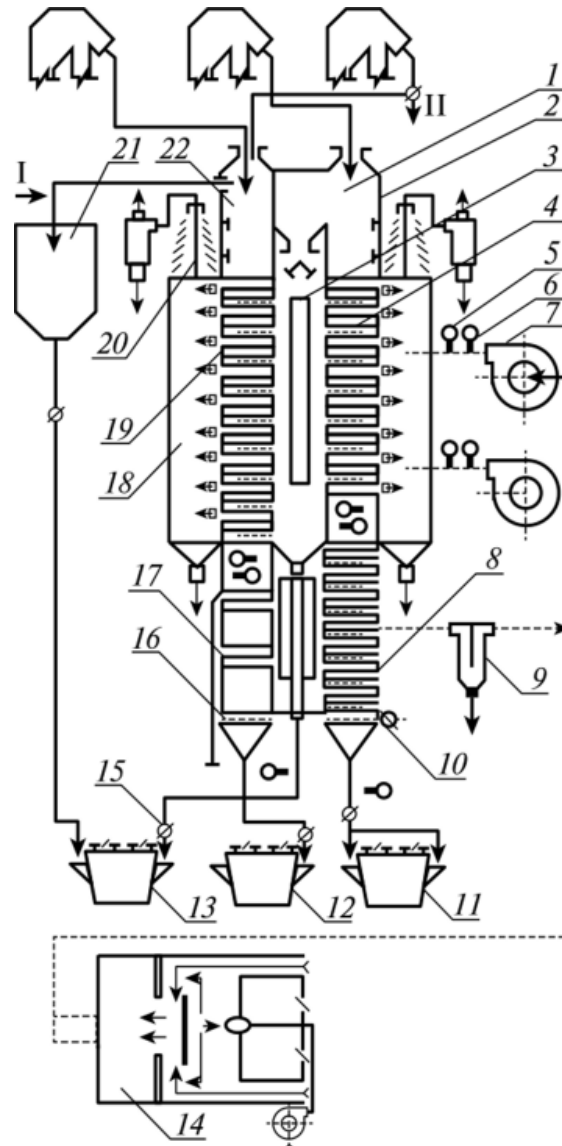


Рисунок 2.3 – Технологічна схема зерносушарки АІ-УЗМ українського виробництва

«Зерно завантажується у приймальний бункер сушарки і рівномірно розподіляється по внутрішньому простору сушарки за допомогою системи розподілення зерна» [17]. Гаряче повітря подається через спеціальні канали в нижню частину сушарки, нагріваючись за допомогою газового або дизельного

пальника до потрібної температури. «Зерно переміщується всередині сушарки за допомогою шнекових конвеєрів або інших механізмів, проходячи через потоки гарячого повітря, що забезпечує інтенсивне випаровування вологи з його поверхні» [15].

«Температура та час сушіння контролюються для досягнення оптимального рівня вологості. Волога, що випаровується з зерна, виноситься разом з повітряним потоком через систему вентиляції, при цьому використовуються фільтри та циклони для очищення повітря від пилу та інших домішок перед його випуском в атмосферу» [16].

Після досягнення необхідного рівня вологості зерно вивантажується з сушарки через спеціальні випускні отвори або конвеєри, після чого може надходити на додаткове охолодження або безпосередньо на зберігання.

Зерносушарка АІ-УЗМ характеризується високою ефективністю та надійністю у процесі сушіння зерна. «Продуктивність зерносушарки становить від 10 до 50 тонн на годину, залежно від моделі та умов експлуатації» [18].

Сушарка має вбудовану систему автоматичного контролю температури і вологості, що дозволяє точно регулювати процес сушіння. Вона оснащена системою очищення повітря, яка включає фільтри і циклони для зменшення викидів пилу в атмосферу. «Конструкція сушарки передбачає можливість рівномірного розподілу зерна по всій поверхні сушильного барабану, що забезпечує рівномірне сушіння» [15].

«Завдяки цій технології сушарка АІ-УЗМ забезпечує ефективне і рівномірне видалення вологи з зерна, що сприяє його довготривалому зберіганню та збереженню всіх важливих поживних властивостей» [15].

Зерносушарка Sukup (рис. 2.4) працює за принципом конвективного сушіння, де основну роль відіграє гаряче повітря, яке проходить через зернову масу, випаровуючи вологу.

«Процес починається з того, що зерно завантажується у верхню частину сушарки, після чого поступово спускається вниз через сушильні секції. У цих секціях встановлені пальники, які нагрівають повітря до необхідної температури»



[19]. Гаряче повітря продувається через зерно за допомогою вентиляторів, забезпечуючи рівномірне і швидке випаровування вологи.



Рисунок 2.4 – Принципова схема зерносушарки Sukup (США)

Важливою особливістю сушарок Sukup є система автоматичного контролю температури і вологості, яка постійно моніторить стан зерна і регулює роботу пальників та вентиляторів, щоб підтримувати оптимальні умови сушіння. Ця система запобігає перегріванню зерна і забезпечує збереження його якості. Після проходження через сушильні секції зерно потрапляє в охолоджувальну зону, де температура зерна знижується до безпечного рівня для зберігання.

«Охолодження здійснюється за рахунок прохолодного повітря, яке також проходить через зерно. Завдяки цьому процесу зерно зберігає свої властивості і готове до подальшого зберігання або переробки» [19].

Ці зерносушарки доступні в різних моделях, що забезпечують широкий діапазон продуктивності – від 10 до понад 45 тонн на годину, залежно від моделі та умов сушіння.

Висока продуктивність, простота в експлуатації та тривалий термін служби – основні риси кожної сушарки GSI (рис. 2.5). «В сушарці використане новітнє програмне забезпечення разом з передовими верстатами для гнуття, штампування і лазерного різання» [20]. Такий підхід до виробництва лежить в основі філософії

фірми, надаючи клієнтам значні переваги з точки зору гнучкості в експлуатації та надійності.

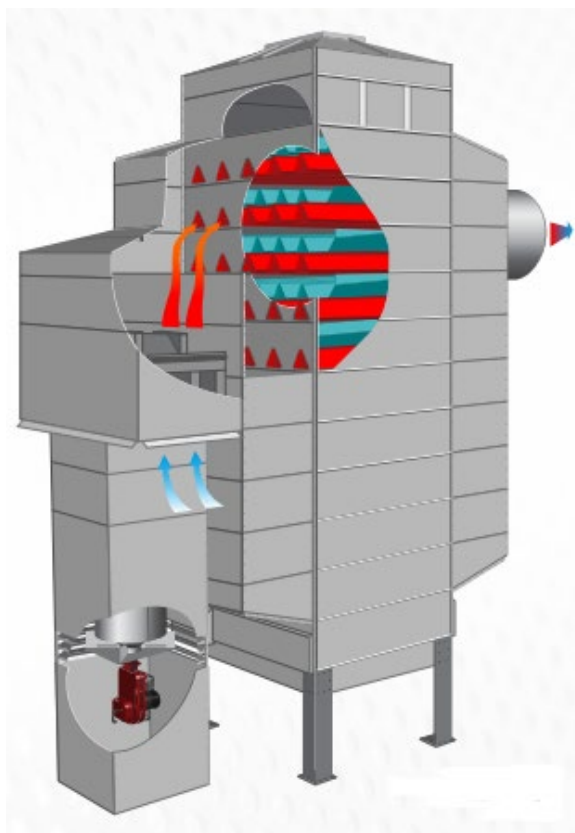


Рисунок 2.5 – Принципова схема зерносушарки американської фірми GSI

Нагріте повітря надходить у шахту сушарки через вхідні канали (рис. 2.6). Потім воно проходить через зернову масу і виходить в атмосферу через витяжні канали. «Вхідні та витяжні канали розташовані по черзі від самого верху до низу шахти сушарки, таким чином зерно проходить через них поперемінно, не досягаючи температури гарячого повітря сушки» [20].

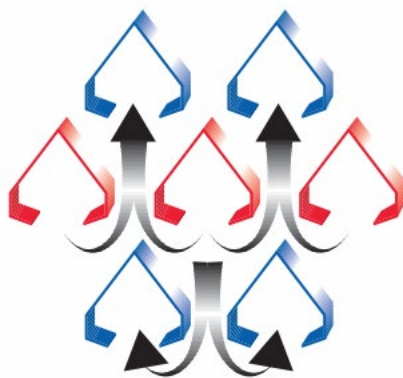


Рисунок 2.6 – Схема розподілу повітря в середині сушарки GSI-5250

На схемі вище видно, що кожен вхідний канал оточений чотирма витяжними каналами, що дозволяє розподіляти гаряче повітря як по напрямку потоку зерна, так і проти нього – звідси і термін «змішаний потік». «Такий принцип дії дозволяє сушити зерно при більш високих температурах (до 125°C для кормових культур), при цьому значно зменшуючи ризик пошкодження зерен» [20]. Сушіння при таких високих температурах гарантує оптимальну ефективність сушіння для кожної з культур.

«Сушарка GSI оснащена витяжними каналами розміром в півсекції на нижніх боковинах шахти» [20]. Така конструкція забезпечує всебічний розподіл повітря без ризику забивання шахти дрібною соломкою та іншими частинками, які накопичуються на нижніх боковинах шахти. «Це є частою проблемою сушарок, які використовують ці канали як повітроводи» [20]. Принцип сушіння в «змішаному потоці» надає такі переваги, як максимальна економія, мінімальне енергоспоживання, і найголовніше – рівномірне сушіння будь-яких колосових культур.

«Зерносушарка GSI 5250 має продуктивність 51,9 тонни на годину. Встановлена потужність сушарки складає приблизно 48,1 кВт» [20]. Розміри сушарки залежать від конкретної моделі та конфігурації, однак загальні розміри можуть варіюватися в залежності від потреб та умов експлуатації.

Зерносушарки Riela (рис. 2.7) володіють досить розвинутою конструкцією та працюють на принципі вентиляційного сушіння. Зерносушарки Riela зазвичай складаються з металевго корпусу, у якому розміщується зерно на піддонах або лотках. Вони оснащені вентиляторами, нагрівальними елементами (наприклад, газовими або електричними спіралі) та системами регулювання температури та вологості.

«Дане обладнання працює на принципі вентиляційного сушіння. Вентилятори витягують повітря через зерно, забираючи вологу з нього. Після цього вологе повітря відводиться на зовнішній стороні сушарки. Нагрівальні елементи допомагають підвищити температуру повітря, що сприяє більш швидкому випаровуванню вологи» [21].

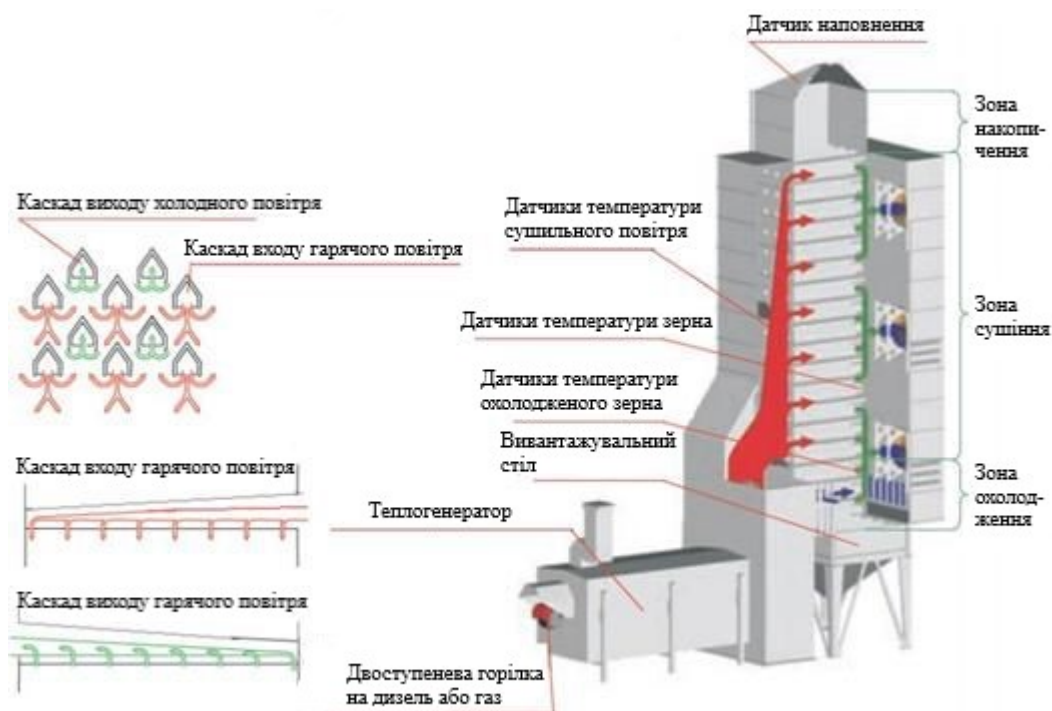


Рисунок 2.7 – Принципова схема зерносушарки Riela GDT 600-28/2  
(Німеччина)

Зерносушарки зазвичай оснащені системами автоматичного регулювання температури та вологості, що дозволяє точно контролювати умови сушіння зерна. «Це дозволяє досягати оптимальних результатів сушіння з різними видами зерна та у різних умовах» [21].

Зерносушарки Riela зазвичай мають досить високу енергоефективність завдяки використанню передових технологій та оптимізованій конструкції. «Це дозволяє зменшити витрати на енергію та забезпечити ефективність роботи сушарки» [21].

«Сушіння 1 тонни зерна на 1% вологості вимагає різної кількості дизельного палива: 1,05 л при наявності теплообмінника та 1 л без нього. Використання газу для сушіння 1 т зерна на 1% вологості менше 1,3 м<sup>3</sup>» [21]. «Максимальна температура сушильного повітря відрізняється для різних видів зерна: для пшениці - до +90°C, ріпаку - до +75°C, кукурудзи - до +120°C» [21]. Продуктивність зерносушарки становить 80 т/год.

Загалом, зерносушарки Riela вирізняються надійною конструкцією та ефективним принципом роботи, що робить їх популярними серед фермерських господарств та аграріїв.

При аналіз наявної технологічної схеми роботи елеватору ТОВ «Белгравія» виявлено, що процес сушіння є найбільш вузьким в даній схемі, через що робота із зерном часто затримується і виникає необхідність зберігання зерна з високою вологістю, що призводить до його втрат та погіршення якості. Тому для удосконалення технологічної схеми пропонується збільшити продуктивність вузла сушіння зерна.

Огляд наявного на ринку сучасного технологічного обладнання для проведення процесу сушіння зерна показав, що багато закордонних фірм мають представництва в Україні. При цьому є зразки і повністю українського виробництва. Але для удосконалення наявної схеми пропонується встановити зразок зерносушарки Riela GDT 600-28/2, так як вона має найбільшу продуктивність серед розглянути варіантів, а також має певний ступінь уніфікації, тобто можна легко замінити наявну зерносушарку Stela GDB-XN-2/12, яка також німецького виробництва. Порівняння основних технічних характеристик двох сушарок наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз зерносушарок

Показник	Характеристика для зерносушарки		
	Stela GDB-XN-2/12	Riela GDT 600-28/2	ДСП-320Т
Продуктивність, т/год	50	80	40
Встановлена потужність, кВт	48	63	15
Витрата палива, кг/год на пл. т.	21,5	40,5	14,32

Як бачимо з табл. 2.1 зерносушарка Riela GDT 600-28/2 має декілька переваг порівняно з іншими моделями: має значно вищу продуктивність, ніж інші моделі, що дозволяє обробляти більше зерна за одиницю часу. Це важливо для ефективності в умовах великих обсягів врожаю.

Riela GDT 600-28/2 має більшу встановлену потужність, що може дозволити забезпечити більш ефективне сушіння зерна в швидший час.

Хоча Riela GDT 600-28/2 має більшу витрату палива на одиницю часу, але вона має меншу витрату палива на одиницю зерна порівняно з іншими моделями, що може зменшити витрати на операції з сушіння.

Отже, зерносушарка Riela GDT 600-28/2 має значні переваги у високій продуктивності, більшій потужності та економічній витраті палива на одиницю зерна, що робить її привабливим вибором для сільськогосподарських господарств з великими обсягами зернових культур, тому може бути рекомендована до встановлення при удосконаленні наявної технологічної лінії сушіння зерна.

#### Висновки по розділу.

В розділі описано наявну технологічну схему сушіння зерна на елеваторі в умовах ТОВ «Белгравія». При аналізі наявної технологічної схеми ТОВ «Белгравія» було прийнято рішення удосконалити її за рахунок заміни зерносушарки на більш сучасну та продуктивну, що в подальшому зможе підвищити ефективність виробництва шляхом економії часу на обробці зерна та енергоресурсів, які витрачаються під час процесу сушіння зерна.

Розглянуто зразки сучасного вітчизняного та закордонного технологічного обладнання для виконання сушіння зерна. Встановлено, що зерносушарка Riela GDT 600-28/2 має декілька переваг порівняно з іншими моделями: має значно вищу продуктивність, більшу встановлену потужність, що може дозволити забезпечити більш ефективне сушіння зерна в швидший час, меншу витрату палива на одиницю зерна порівняно з іншими моделями, що може зменшити витрати на операції з сушіння. Тому саме ця сушарка може бути рекомендована до встановлення при удосконаленні наявної технологічної лінії сушіння зерна

### 3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Технологічний розрахунок

Елеватор ТОВ «Белгравія» працює за одноступінчатою принциповою схемою, у якій ваги розташовані вище надсилосних конвеєрів. Приймання зерна з автомобільного транспорту передбачено через накопичувальні бункери. Тому проводимо розрахунок у відповідності до цієї технологічної схеми.

Розраховуємо річний вантажообіг елеватора за формулою (3.1):

$$Q = E \cdot K_o \quad (3.1)$$

$$Q = 120000 \cdot 1,3 = 156000 \text{ т}$$

Визначаємо річний обсяг приймання і відпускання зерна по видах транспорту:

- річний обсяг приймання зерна з автотранспорту:

$$A_{np(відн)} = \frac{Q \cdot n}{100} \quad (3.2)$$

$$A_{np(відн)} = \frac{156000 \cdot 100}{100} = 156000 \text{ т}$$

- річний обсяг відпустки зерна на залізничний транспорт:

$$A_{відн} = \frac{156000 \cdot 100}{100} = 156000 \text{ т}$$

Максимальне добове приймання зерна автомобільним транспортом  $a_c$  визначаємо по формулі (3.3):

$$a_c = \frac{0,8 \cdot A_{np}^{a/m} \cdot K_c}{\Pi_p} \quad (3.3)$$

При цьому величину коефіцієнта добової нерівномірності приймання зерна вибираємо по довідниковим таблицям [22] для елеватора з розрахунковим періодом заготовок  $P_p = 30$  діб і обсягом заготовок за розрахунковий період рівним  $0,8 \cdot 156000 = 124800$  т. Відповідно до [22]  $K_c = 1,6$ .

Таким чином, величина  $a_c$  складе:

$$a_c = \frac{0,8 \cdot 156000 \cdot 1,6}{30} = 5408 \text{ т/добу}$$

Максимальне річне приймання зерна автотранспортом складе:

$$a_{\text{ч}} = \frac{a_c \cdot K_{\text{ч}}}{\tau} \quad (3.4)$$

де величину  $K_{\text{ч}}$  визначаємо за [22].

За [22]  $K_{\text{ч}} = 1,7$ , тоді:

$$a_{\text{ч}} = \frac{5408 \cdot 1,7}{24} = 200 \text{ т/добу}$$

Розрахунковий (максимальний) добовий обсяг відпуску зерна на залізничний транспорт знаходимо по формулі (3.5):

$$B_{\text{нр(відн)}} = \frac{A_{\text{ж/д}} \cdot K_{\text{м1}} \cdot K_{\text{с1}}}{330}, \quad (3.5)$$

де  $K_{\text{м1}} = 2$ ,  $K_{\text{с1}} = 2,5$ .

$$B_{\text{нр(відн)}} = \frac{156000 \cdot 2 \cdot 2,5}{330} = 2364 \text{ т/добу}$$



Відповідно до [22] елеватор з річним обсягом заготовок  $A_{np}^{a/m} = 156000$  т відноситься до I групи підприємств.

Для I групи підприємств передбачають приймальну, центральну і цехову лабораторії.

Таблиця 2.4 – Кількість механізованих пробовідбірників та приладів для формування середньодобових проб

Показник	Група підприємств		
	I-II	III	IV-VI
Число механізованих пробовідбірників типу А1-УПЗ-А або А1-УПП	4* (2×2)	2 (1×2)	1
Число У1-УФО-5 з пультом керування	2	1	1
Число бункерів для середньодобових проб	50×2	25×2	25×2
* По два пробовідбірника з двох сторін приймальної лабораторії По одному пробовідбірника з двох сторін приймальної лабораторії			

Відповідно до табл.3.1 число механізованих пробовідбірників типу А1-УПЗ-А складе 4 шт. (по два пробовідбірника з двох сторін приймальної лабораторії); число обладнання для формування середньодобових проб А1-УФО-5 з пультом керування – 2 шт.; число бункерів для середньодобових проб – (50×2) шт.

### 3.2 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання

На елеваторі ТОВ «Белгравія» існує можливість для очищення зерна від домішок та сушіння зерна пшениці і ячменю для доведення їх якості до базисних норм. Для цього на підприємстві застосовують наступний комплекс технологічного і транспортного обладнання (табл.3.2).

Таблиця 3.2 – Специфікація обладнання наявної технологічної лінії елеватору ТОВ «Белгравія»

Обладнання	Кількість
1. Автомобілерозвантажувач	1
2. Конвеєр	9
3. Норія	4
4. Скальператор А1-БЗО	2
5. Повітряно-ситовий сепаратор А1-БСХ-100	2
6. Зерносушарка Stela GDB-XN-2/12	1

Для розрахунку необхідної кількості технологічного обладнання в удосконаленій технологічній лінії елеватору ТОВ «Белгравія» використаємо стандартну методику, описану в [23].

«Необхідну кількість іншого технологічного обладнання визначаємо за формулою:

$$N_{обл} = \frac{Q_{лін}}{n \cdot q_{обл}} \quad (3.6)$$

де  $n$  – кількість годин в зміні, год.;

$q_{обл}$  – паспортна продуктивність обладнання, кг/год

$Q_{лін}$  – продуктивність лінії, кг/год» [23].

Продуктивність лінії в даному випадку буд рівним максимальному рівню добового приймання зерна на елеваторі  $a_c$ , тобто складе 5408 т/добу або 200 т/добу.

Тоді кількість скальператорів А1-БЗО буде рівною:

$$N_{скальп} = \frac{200}{1 \cdot 100} = 2$$

Приймаємо до встановлення 2 скальператори А1-БЗО.

Аналогічно розраховуємо необхідну кількість сепараторів:

$$N_{\text{сепар}} = \frac{200}{1 \cdot 100} = 2$$

Приймаємо до встановлення 2 повітряно-ситових сепаратора А1-БСХ-100.

Також для обґрунтування встановлення більш продуктивної зерносушарки проведемо розрахунок коефіцієнту використання зерносушарок за методикою [23].

Коефіцієнт використання обладнання визначається:

$$K_{\epsilon} = \frac{Q_{\text{лін}}}{N_{\text{обл}} \cdot q_{\text{обл}}} \quad (3.7)$$

Отже:

$$K_{\epsilon}^{\text{Stela}} = \frac{200}{1 \cdot 50} = 4;$$

$$K_{\epsilon}^{\text{Riela}} = \frac{200}{1 \cdot 80} = 2,5.$$

Як видно за результатами розрахунків, заміна зерносушарки дозволяє знизити коефіцієнт використання обладнання на 38%.

Таблиця 3.3 – Специфікація обладнання удосконаленої технологічної лінії елеватору ТОВ «Белгравія»

Обладнання	Кількість
1. Автомобілерозвантажувач	1
2. Конвеєр	9
3. Норія	4
4. Скальператор А1-БЗО	2
5. Повітряно-ситовий сепаратор А1-БСХ-100	2
6. Зерносушарка Riela GDT 600-28/2	1

Як видно з табл. 3.2 та 3.3 пропонуване удосконалення не призводить до значного збільшення додаткового технологічного обладнання. Змінюється лише зерносушарка, що в цілому, добре корелюватиме з розрахунком техніко-економічного обґрунтування заміни.

### 3.3 Компонування обладнання основних виробничих приміщень

«Компонування технологічного обладнання ґрунтується на стратегічному розташуванні машин та апаратів у виробничих цехах з метою забезпечення оптимальної компактності для зручного обслуговування, монтажу та ремонту» [24, 25].

Планування приміщень виробничих, підсобних та складських зон є критичним етапом у цьому процесі. Це дозволяє встановити оптимальний шлях переміщення сировини, напівфабрикатів, відходів та готової продукції, а також «визначити розташування дверних проходів та розробити ефективну схему руху робочих зі санітарно-побутових зон до робочих місць у виробничих цехах» [25].

У результаті цього формується вільний масштабний план для виробничого цеху та прилеглих приміщень, а також визначається оптимальне розташування технологічного обладнання, враховуючи його тип та функціональне призначення.

Після аналізу оптимального розташування технологічного обладнання та його взаємозв'язку з іншими приміщеннями виробничого цеху розпочинається процес компонування машин і апаратів. «Для цього рекомендується використовувати метод моделювання. На плані виробничого цеху, який малюється в єдиному масштабі на міліметровці, виділяються колони та прилеглі виробничі приміщення» [24].

«Технологічне обладнання, за виключенням насосів, позначається на плані у вигляді прямокутників, квадратів або кружків з відповідними габаритними розмірами (довжина, ширина або діаметр)» [25].

Механізовані (автоматизовані) технологічні лінії, зображені у вигляді прямокутників, розміщуються на плані цеху в залежності від послідовності

технологічного процесу. «У цехах з одним поверхом обладнання компоується лише горизонтально, на плані, з урахуванням машин, що потребують обслуговуючого обладнання (наприклад, завантажувачі, конденсатори, конвеєри), а також габаритів обладнання за висотою» [25]. Результати компоування визначають остаточну висоту приміщень, розміщення колон, конфігурацію цехів та, можливо, всього корпусу.

У цехах з багатьма поверхами спочатку виконується вертикальне компоування з розподілом обладнання за поверхами та "узгодженням" його по вертикалі згідно з технологічним процесом. «Також вирішується зв'язок виробничих приміщень з підсобними, побутовими та складськими приміщеннями, і здійснюється вибір міжцехового та міжопераційного транспорту. На другому етапі вирішується горизонтальне компоування обладнання» [24].

Під час компоування обладнання у цеху (або корпусі) враховуються технологічні процеси, здійснюється максимально раціональне використання робочих площ та мінімізація довжини шляху транспортування. «Основна мета полягає в забезпеченні зручного і безпечного обслуговування, монтажу та ремонту обладнання» [25].

При розміщенні обладнання в умовах ТОВ «Белгравія» дотримуються принципи спрощення виробничого потоку, зменшення кількості транспортних механізмів, а також використано можливість гравітаційного методу передачі сировини та готової продукції.

Висновки по розділу.

В розділі проведено необхідні технологічні розрахунки технологічної лінії елеватору в умовах ТОВ «Белгравія». Отримано наступні значення:

- річний обсяг приймання зерна з автотранспорту – 156000 т;
- річний обсяг відпустки зерна на залізничний транспорт – 156000 т;
- максимальне добове приймання зерна автомобільним транспортом – 5408 т.

- максимальне годинне приймання зерна автотранспортом складе – 200 т;
- розрахунковий (максимальний) добовий обсяг відпуску зерна на залізничний транспорт – 2364 т.

Визначено, що ТОВ «Белгравія» має елеватор з річним обсягом заготовок  $A_{np}^{a/m} = 156000$  т та відноситься до I групи підприємств, для якої передбачають приймальну, центральну і цехову лабораторії. При цьому визначене число механізованих пробовідбірників типу А1-УПЗ-А складе 4 шт. (по два пробовідбірника з двох сторін приймальної лабораторії); число обладнання для формування середньодобових проб А1-УФО-5 з пультом керування – 2 шт.; число бункерів для середньодобових проб – (50×2) шт.

Пропоноване удосконалення не призводить до значного збільшення додаткового технологічного обладнання. Змінюється лише зерносушарка, що в цілому, добре корелюватиме з розрахунком техніко-економічного обґрунтування заміни. При цьому заміна зерносушарки дозволяє знизити коефіцієнт використання обладнання на 38%, що значно збільшує ефективність виробництва.

## 4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР

«НАССР (з англійської Hazard Analysis and Critical Control Points) – це система для аналізу небезпечних чинників та контролю у критичних точках. Вона визначає, оцінює та управляє небезпечними чинниками, які впливають на безпеку харчових продуктів» [27-30].

Ця система є універсальним інструментом, що може бути застосований до різноманітних операцій, від найпростіших до найскладніших, і підходить не лише для великих організацій. «Основною метою впровадження системи НАССР є забезпечення безпеки харчової продукції та кормів на всіх етапах харчового ланцюга, від поля до столу» [28].

Таким чином, основна суть системи НАССР полягає у здійсненні контролю за безпекою харчових продуктів і виявленні потенційних небезпек (біологічних, хімічних, фізичних).

Система НАССР базується на принципах ідентифікації, оцінки та управління потенційними ризиками, які можуть впливати на безпеку харчових продуктів. «Її основою є всебічний аналіз небезпечних чинників, що можуть виникнути на будь-якому етапі виробництва або обробки продуктів, від початкових сировинних матеріалів до кінцевого споживача» [29].

Виявлення всіх можливих біологічних, хімічних та фізичних небезпек, які можуть загрожувати безпеці харчових продуктів. Ідентифікація точок у виробничому процесі, де контроль є критичним для попередження або усунення небезпек.

«Визначення меж для кожної ККТ, яких потрібно дотримуватись, щоб забезпечити контроль над небезпеками» [27]. Постійний нагляд за критичними точками для забезпечення дотримання встановлених критичних меж. Впровадження заходів у випадку, якщо моніторинг показує відхилення від критичних меж. «Періодична перевірка ефективності системи НАССР, включаючи ревізії та тестування» [30].

Зберігання всіх даних, пов'язаних з НАССР, включаючи аналіз небезпечних чинників, контрольні заходи, результати моніторингу та верифікації, що забезпечує можливість відстеження історії виробництва і прийняття обґрунтованих рішень.

«Ця система спрямована на превентивний підхід до безпеки харчових продуктів, що дозволяє своєчасно і ефективно реагувати на потенційні ризики, забезпечуючи високий рівень захисту споживачів» [29].

У таблиці 4.1 представлена ідентифікація небезпечних чинників у сировині та матеріалах, що застосовуються на підприємстві ТОВ «Белґравія». Як і очікується для підприємств елеваторної промисловості, серед виявлених небезпечних чинників присутні всі три види небезпек: біологічні, хімічні та фізичні.

Таблиця 1.2 – Ідентифікація небезпечних чинників у сировині

Найменування сировини	Нормативно-технічний документ	Небезпечні чинники		
		Біологічні	Хімічні	Фізичні
Ячмінь	ДСТУ 3769:98	Комахи, екскременти гризунів	Сільськогосподарські хімікати	Самозігрівання Шкідливі сторонні домішки

Аналіз небезпечних чинників переробки зерна ячменю, відповідно до 1-го принципу системи НАССР, можливі контрольні заходи (табл. 4.2)

Таблиця 4.2 – Потенційно небезпечні чинники на технологічних етапах виробництва

Етап процесу	Небезпечний чинник та його джерело	Заходи контролю
1	2	3
Приймання зерна	Біологічні: комахи, інші мікроорганізми	Контроль документації сировини



Продовження табл. 4.2

1	2	3
	Фізичні: недотримання температурних умов і рівня вологості під час транспортування і зберігання	Санітарний контроль транспорту і приміщень
	Хімічні: використання препаратів при вирощуванні	
Сортування зерна	Фізичні: сторонні предмети	Слідкувати за станом обладнання
Сушіння зерна	Фізичні: недотримання належної температури	Слідкувати за справністю обладнання та правильним налаштуванням
	Біологічні: поява грибів через недотримання належної вологості	Контролювати рівень вологості
Відвантаження та зберігання зерна	Біологічні: мікроорганізми, які потрапляють через недотримання умов зберігання	Дотримання температурного режиму та належної вологості

У таблиці наведені етапи процесу на підприємстві ТОВ «Белгравія», ідентифіковані небезпечні чинники, що можуть виникати, та відповідні заходи контролю для забезпечення безпечності продукції.

Проаналізувавши всі стадії обробки зерна пшениці за допомогою методу прийняття рішень "дерево рішень", було виявлено такі критичні контрольні точки (КТК):

1. Сушіння
2. Зберігання

Таблиця 4.3 – Виявлення критичних точок контролю

Операція у складі процесу	Питання 1	Питання 2	Питання 3	Питання 4	Чи є КТК?
Сушіння	Так	Ні	Так	Ні	Так
Зберігання	Так	Ні	Так	Ні	Так

Відповідно до 3-го принципу системи НАССР встановленні критичні межі для критичних контрольних точок переробки зерна пшениці (табл. 4.4)

Таблиця 4.4 – Специфікація критичних меж для критичних точок контролю

Критичні контрольні точки (КТК)	Потенційні ризики			Характеристики небезпечних чинників	Граничне значення КТК
	Біологічні	Хімічні	Фізичні		
1			ф	Сторонні частинки у зерні (волосся, пластик)	-
2	Б			При високій вологості може виникати розвиток грибкових організмів	Вологість не вище 70%
3	Б			Розмноження м/о та інших шкідників через недотримання герметичного зберігання і температурних умов	Температура не вище 8 градусів, вологість близько 70%

Висновки по розділу.

В розділі було надано пропозиції щодо впровадження системи НАССР у виробничий процес переробки зернової продукції на прикладі пшениці в ТОВ «Белгравія».

У ході дослідження виявлено дві критичні контрольні точки (КТК), де необхідно здійснювати контроль за наявністю небезпечних чинників (біологічних і фізичних).

Ідентифікація та попередження цих небезпечних чинників дозволяє своєчасно контролювати якість і безпечність продукції, що виключає можливість їх шкідливого впливу на здоров'я людини.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1 Розробка карти безпеки праці

На підприємстві ТОВ «Белгравія» служба охорони праці функціонує під безпосереднім керівництвом голови підприємства. «Інженер з охорони праці, виконує обов'язки керівника служби охорони праці, забезпечуючи організаційне та методичне керівництво в галузі охорони праці» [31]. Вона відповідає за зменшення травматизму та професійних захворювань, дотримання правил, інструкцій та наказів з охорони праці на підприємстві. «Крім того, вона організовує проведення пропаганди з питань безпеки праці та регулярне навчання працівників відповідно до їх категорій» [32]. Начальники цехів та змін відповідають за забезпечення безпеки відповідних виробничих ділянок.

Працівники підприємства ТОВ «Белгравія» мають належне забезпечення засобами індивідуального захисту, які відповідають характеру їхніх обов'язків та робіт. Громадський контроль за виконанням законодавства з охорони праці здійснюється професійною спілкою. «Ця організація відповідає за перевірку дотримання вимог законодавства щодо безпеки та умов праці, а також за забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального та колективного захисту, включаючи спецодяг та спецвзуття» [31, 32].

Крім забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту, професійна спілка також відповідає за перевірку та оцінку умов праці на підприємстві. «Вона активно співпрацює з адміністрацією для вирішення питань, пов'язаних із покращенням умов праці та забезпеченням безпеки персоналу» [31].

Крім того, професійна спілка організовує регулярні навчання та тренінги для працівників з питань безпеки праці, які допомагають підвищити рівень обізнаності персоналу щодо правил та процедур безпеки. «Вона також може виступати за інтереси працівників у взаємодії з управлінням підприємства щодо вирішення питань, пов'язаних з умовами праці та здоров'ям персоналу» [32].

Для покращення стану охорони праці в умовах елеватору ТОВ «Белгравія» було розроблено карту безпеки праці для працівника робочої будівлі елеватора, яка

наведена на рис. 5.1. Карта безпеки праці є важливим інструментом для покращення стану охорони праці на підприємстві. Ця карта включає в себе інформацію про потенційні небезпеки та ризики, з якими можуть зіткнутися працівники під час своєї роботи на елеваторі.

<b>КАРТКА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ</b> для працівників елеватору ТОВ «Белгравія»		
<b>I. Характеристика умов праці</b> 1. Місце роботи – ділянка очистки зерна лінії з підготовки зерна до зберігання; 2. Вид робіт – очищення зерна кукурудзи від сторонніх домішок; 3. Кваліфікація – оператор зерноочисного обладнання.	<b>II. Вимоги технічних умов забезпечення безпеки праці</b> 1. Застосовувати засоби індивідуального захисту; 2. Освітленість робочого місця – 150 лк; 3. Повітряний обмін – 1000 м <sup>3</sup> /год.	
<b>III. Індивідуальні засоби захисту на робочому місці</b> 1. Костюм, комбінезон бавовняний; 2. Ботинки шкіряні; 3. Головний убір; 4. Одяг повинен бути застібнутий на всі гудзики.	<b>IV. Показники технологічного режиму та міри безпеки</b> 1. Ефективність очистки – 87 %; 2. Частота коливань ситового корпусу – 125 кол/хв; 3. Наявність захисних кожухів обов’язкова; 4. Не допускається виконувати регулювання при увімкненому електродвигуні.	
<b>V. Планування робочого місця</b>  1 – сепаратор зерноочисний; 2 – місце перебування працівника; 3 – пульт керування.	<b>VI. Вимоги безпеки праці перед початком робіт</b> 1. Починаючи роботу працівник повинен перевірити справність машини; 2. Перевірити наявність та справність захисних огорожень приводів робочих органів; 3. Перед включенням зерноочисної машини переконатись, що нікому із присутніх біля машини не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів	
<b>VII Вимоги безпеки при виконанні операції очистки зерна</b> 1. Роботи повинні виконуватись згідно заходів безпеки встановлених ДНАОП та існуючої на підприємстві документації. 2. До роботи на сепараторі допускаються, що досягли 18 років, пройшли навчання та всі види інструктажу з охорони праці, стажування і мають досвід роботи на даному обладнанні. 3. Забороняється проводити ремонтні роботи і очистку сепаратора не вимкнувши його від мережі і без повної зупинки робочих органів. 5. Дотримуватися правил електробезпеки, здійснювати контроль допоміжних захисних пристроїв та захисних огорожень.		

Рисунок 5.1 – Картка безпеки праці для працівників робочої будівлі елеватора ТОВ «Белгравія»

В цілому, картка може містити інструкції щодо безпечного користування обладнанням, процедур взаємодії з небезпечними речовинами або матеріалами, техніки безпеки під час переміщення вантажів, інструкції щодо евакуації у випадку аварійної ситуації та багато іншого. Тому є ще багато можливостей до удосконалення розробленої картки.

Розробка та впровадження такої карти дозволяє не лише ідентифікувати потенційні небезпеки, але і забезпечити працівників необхідною інформацією та інструкціями для запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

## 5.2 Утилізація відходів виробництва

Під час очищення зерна від домішок та його переміщення виникає значна кількість мінерального та органічного пилу. «Щоб уникнути викиду пилу у повітря та забруднення навколишнього середовища, наше підприємство використовує систему аспірації, яка відсмоктує повітря з усіх джерел викидів пилу. Повітря проходить надійне очищення у циклонах і фільтрах різних типів» [33].

Транспортні маршрути елеватору мають обмежену кількість місць перевантаження та коротку дистанцію. «Розташування виробничого обладнання на підприємстві спроектоване таким чином, щоб забезпечити легкий доступ для обслуговування та очищення від пилу» [33]. Навантаження на обладнання відповідає його технічним характеристикам, нормам проектування та вимогам технологічного процесу. Під час експлуатації обладнання знаходиться у належному технічному стані, що гарантує безперебійну роботу до планових обслуговувань.

Для перевезення виробничих відходів нашим підприємством використовуються різноманітні технічні засоби, включаючи самопливний транспорт, стрічкові конвеєри і пневматичний транспорт. «Щодо стрічкових конвеєрів, їх швидкість руху обмежена на рівні 1,0...1,5 м/с з метою мінімізації розпилення пилу» [33].

«Внутрішні поверхні стін, стель, несучих конструкцій, заповнень дверних прорізів і підлоги обладнані гладкими поверхнями, які позбавлені виступів, виїмок або ребер, що сприяє легкому очищенню від пилу» [33]. Всі виробничі та складські приміщення, а також усе технологічне обладнання та механізми ретельно підтримуються у чистоті.

Графіки прибирання пилу на підприємстві, включаючи очищення дахів будівель, розроблені для різних ділянок виробництва з вказанням регулярності процедур (щогодини, щодня, щомісяця, кожного кварталу тощо). Ці графіки схвалюються директором підприємства.

Щорічно підприємство ТОВ «Белгравія» проводить газацию всіх виробничих приміщень. Проведення газациї відбувається відповідно до строгих технологічних стандартів, забезпечуючи герметичність та чистоту приміщень. Попередньо оцінюються метеорологічні умови періоду газациї та дегазациї (вологість, температура, тиск повітря). «Контроль за проведенням процедури газациї, оцінка ступеня дегазациї після застосування хімічних засобів, визначення залишкового вмісту пестицидів» [33], а також визначення порядку обслуговування об'єктів, на яких проводиться газация, забезпечують безпеку для персоналу та допомагають знизити рівень забруднення навколишнього середовища.

Висновки по розділу.

В розділі проаналізовано стан охорони праці в умовах виробництва ТОВ «Белгравія». Відзначено значний вклад профспілки в функціонування системи охорони праці на підприємстві. Розроблено картку безпеки праці, впровадження якої дозволяє не лише ідентифікувати потенційні небезпеки, але і забезпечити працівників необхідною інформацією та інструкціями для запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Також описано процедура поводження з основними відходами на елеваторі – зерновим пилом. Відзначено, що особливу увагу приділяють процесам дегазациї зернохранищ після виконання протруювання зерна та підготовки зернохранищ.

## 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ

На основі вихідних даних проєкту з модернізації технологічної лінії сушіння зерна на елеваторі ТОВ «Белгравія» здійснюється розрахунок необхідних техніко-економічних показників, що визначатимуть загальну фінансову ефективність проєкту.

Для цих розрахунків будуть використовуватись вихідні параметри технологічної лінії сушіння продовольчого зерна, наведені у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані проєкту

Показники	Значення показника
Вид готової продукції	Зерно ячменю
Обсяг сировини, що поступає на переробку, т	5000
Усереднена ціна 1 т продукту, грн.	5536,80
Вихід кінцевої продукції, %	97,0 %
Кількість основних робітників, осіб	2
Середньомісячна зарплата робітника, грн.	10000,00
Річні витрати електроенергії, кВт	2010,5
Ціна 1 кВт / год. електроенергії, грн.	5,60

Для здійснення економічної оцінки проєкту потрібно визначити такі показники:

1. «Розраховуємо вартість готового продукту ( $B_{к.п.}$ ), грн.:

$$B_{к.п.} = Q_{сир} \cdot Ц_{сир} \quad (6.1)$$

де  $Ц_{торг}$  – вартість готового продукту, грн» [34].

$$B_{к.п.} = 5000 \cdot 5536,80 = 27684000 \text{ грн.}$$

2. «Формула для розрахунку вартості основних виробничих фондів, грн.:

$$C_o = C_{\text{буд}} + C_{\text{об}} + C_n, \quad (6.2)$$

де  $C_{\text{буд}}, C_{\text{об}}$  – відповідно вартість виробничої будівлі та встановленого обладнання;  
 $C_n$  – вартість приладів, пристроїв, інструменту, інвентарю» [34].

3. «Розрахунок вартості виробничої будівлі наведено нижче:

$$C_{\text{буд}} = C'_{\text{буд}} \cdot F = 15345,00 \cdot 252 = 3866940 \text{ грн}, \quad (6.3)$$

де  $C'_{\text{буд}}=15345,00$  грн/м<sup>2</sup> – середня вартість будівельно-монтажних робіт, віднесена до площі цеху з виробництва бісквітних тортів;

$F = 252$  м<sup>2</sup> – загальна виробнича площа робочої будівлі елеватору» [34].

4. «Визначення вартості встановленого обладнання нижче:

$$C_{\text{об}} = C'_{\text{об}} \cdot F = 4888,90 \cdot 252 = 1232000 \text{ грн}, \quad (6.4)$$

де  $C'_{\text{об}}=4888,90$  грн/м<sup>2</sup> – середня вартість встановленого обладнання на одиницю виробничої площі робочої будівлі елеватора» [34].

5. «Розраховуємо вартість допоміжні матеріалів (приладів, інструментів та інвентарю):

$$C_n = C'_n \cdot F = 1560 \cdot 252 = 393120 \text{ грн.}, \quad (6.5)$$

де  $C'_n=1560$  грн/м<sup>2</sup> – середня вартість приладів, інструментів та інвентарю, віднесена до площі цеху» [34].

Після розрахунку необхідних значень вони підставляються у формулу 6.2 для визначення вартості основних виробничих фондів:



$$C_o = 3866940 + 1232000 + 393120 = 5492060 \text{ грн.}$$

6. «Річний фонд заробітної плати визначається наступним чином:

$$C_{пр.п} = C_{осн} + C_{дод} + C_{нар} , \quad (6.6)$$

де  $C_{осн}$  – основна заробітна плата виробничих робітників, грн.;

$C_{дод}$  – додаткова заробітна плата робітників, грн.;

$C_{нар}$  – додаткові нарахування до заробітної плати, грн» [34].

7. Основна заробітна плата працівників визначається:

$$C_{осн} = ЗП_c \cdot C_n \cdot 12 , \quad (6.7)$$

де  $C_n$  – годинна тарифна ставка робітника, нарахована по V розряду (згідно «Положення про оплату праці», приймаємо  $C_n=23,40$  грн./год);

$ЗП_c$  – середня заробітна плата робітника, грн» [34].

$$C_{осн} = 10000 \cdot 23,40 \cdot 12 = 2808000 \text{ грн.}$$

Зважаючи на те, що кількість виробничих робітників становить 2, то  $C_{осн} = 5616000$  грн/рік.

8. Визначаємо додаткову заробітну плату працівників робочої будівлі елеватора:

$$C_{дод} = 0,12 \cdot C_{осн} = 0,12 \cdot 5616000 = 673920 \text{ грн.}, \quad (6.8)$$

9. Наступним етапом визначаємо нарахування до заробітної плати працівників робочої будівлі елеватора:

$$C_{нар} = 0,3719 \cdot (C_{осн} + C_{доод}) = 0,3719 \cdot (5616000 + 673920) = 2339221,25 \text{ грн.} \quad (6.9)$$

Таким чином, повний річний фонд заробітної плати становить:

$$C_{пр.п.} = 5616000 + 673920 + 2339221,25 = 8629141,25 \text{ грн.}$$

10. Рахуємо витрати на технічне обслуговування:

$$TO = 0,045 \cdot C_o = 0,045 \cdot 5492060 = 247142,70 \text{ грн.} \quad (6.10)$$

11. Визначаємо амортизаційні відрахування:

$$A_g = 0,05 \cdot C_o = 0,05 \cdot 5492060 = 274603 \text{ грн.} \quad (6.11)$$

12. «Наступним етапом розраховуємо витрати на електроенергію:

$$H_{он} = Ц_{вл} \cdot П_{з.р.} = 5,60 \cdot 2010,5 = 11258,8 \text{ грн.} \quad (6.12)$$

де  $П_{з.р.}$  – загальна річна потреба електроенергії включаючи витрати на освітлення» [34].

Затрати на сировину для проектованого цеху складають  $З_{сир}=17500000$  грн.

13. Цехові затрати складають 2 % від попередньо підрахованих затрат, і становлять:

$$Ц_з = 0,02 \cdot (C_{пр.п.} + A_B + TO + H_{он.осв} + З_{сир}) \quad (6.13)$$

$$Ц_з = 0,02(8629141,25 + 274603 + 247142,70 + 11258,8 + 17500000) = 533242,92 \text{ грн.}$$

14. Визначаємо загальну кількість виробничих затрат:

$$BЗ = C_{np.n} + A_B + TO + H_{on.ocs} + З_{cup} + Ц_з \quad (6.14)$$

$$\begin{aligned} BЗ &= 8629141,25 + 274603 + 247142,70 + 11258,8 + 17500000 + 533242,92 = \\ &= 27195388,70 \text{ грн.} \end{aligned}$$

15. При цьому загальна кількість виробничих витрат на 1 т становитиме:

$$C = \frac{BЗ}{Q_{np}} = \frac{27195388,70}{5000} = 5439 \text{ грн.} \quad (6.15)$$

де  $Q_{np}$  – об'єм переробленої продукції за рік.

16. Далі розраховуємо капіталовкладення на 1 т сировини:

$$K = \frac{C_o}{Q_{np}} = \frac{5492060}{5000} = 1098,41 \text{ грн.} \quad (6.16)$$

17. Визначаємо приведені витрати на 1 т сировини:

$$З = C + 0,15 \cdot K = 5439 + 0,15 \cdot 1098 = 5603,70 \text{ грн.} \quad (6.17)$$

Оскільки вартість обробки ячменю на інших подібних підприємствах складає  $Ц_{nep} = 5,30$  грн/кг (5030 грн/т), то для переробки всієї сировини необхідно:

- вартість обробки зерна ячменю на інших підприємствах:

$$BP = Ц_{nep} \cdot Q_{np} = 50300 \cdot 5000 = 25150000 \text{ грн.} \quad (6.18)$$

- вартість обробки зерна ячменю за проектом:

$$BP = Ц_{nep} \cdot Q_{np} = 4750 \cdot 5000 = 23750000 \text{ грн.}$$

18. Встановлюємо рівень прибутку (економічний ефект) за рік:

$$E_e = BЗ - BP = 27195388,70 - 23750000 = 3445388,7 \text{ грн.} \quad (6.19)$$

19. Далі визначаємо термін окупності капітальних витрат:

$$O_{\kappa} = \frac{C_o}{E_e} = \frac{5492060}{3445388,70} = 1,6 \text{ року} \quad (6.20)$$

20. Завершуємо розрахунок визначенням рівня рентабельності елеватору:

$$P = \frac{E_e}{BP} = \frac{3445388,70}{23750000} \cdot 100 = 14\%. \quad (6.21)$$

Результати розрахунків зводимо до єдиної таблиці з усіма показниками (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Результати розрахунків техніко-економічних показників проекту

Показники	Проект		Відхилення +/-
	Базовий	Удосконалений	
1	2	3	4
Вид готової продукції	Зерно ячменю	Зерно ячменю	-
Кількість сировини, що надходить на обробку, т/рік	5000	5000	-
Вартість продукту, грн.	27684000	27684000	-
Кількість працівників, люд.	2	2	-
Експлуатаційні затрати по переробці сировини, грн. всього: в тому числі:	25150000	23750000	-1400000
- заробітна плата з нарахуваннями	8629141,25	8629141,25	-

Продовження табл. 6.2

1	2	3	4
- амортизаційні відрахування по приміщенню та обладнанню	274603,00	274603,00	-
- затрати ТО приміщення, обладнання	247142,70	247142,70	-
- затрати на електроенергію	11258,80	11258,80	-
- затрати на сировину по собівартості	17500000	17500000	-
- цехові затрати	533242,92	533242,92	-
Вартість переробки сировини, грн.	25150000	23750000	-1400000
Рівень рентабельності, %	9%	14%	+5%
Термін окупності капітальних вкладень, років		1,6	

Висновки по розділу.

За результатами проведених розрахунків встановлено, що вдосконалений проект знижує загальні експлуатаційні затрати на 1400000 грн, що суттєво зменшує вартість переробки сировини. Завдяки зменшенню витрат, рентабельність проекту зросла на 5%, що свідчить про більш ефективне використання ресурсів.

Пропонований варіант технологічної лінії сушіння зерна в умовах елеватору ТОВ «Белгравія» має термін окупності капітальних вкладень 1,6 років, що є доволі швидким показником повернення інвестицій.

Незважаючи на вдосконалення, ключові параметри виробництва (кількість сировини, вартість продукту, кількість працівників) залишаються стабільними, що свідчить про покращення ефективності без значних змін у виробничому процесі.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

ТОВ «Белгравія» – крупне підприємство, яке володіє трьома елеваторами, борошномельним цехом та комбикормовим заводом малої потужності і входить до складу потужної корпорації Cofco Int. Основним напрямком діяльності є вирощування зернових культур. Крім цього, підприємство займається вирощуванням цукрового буряку, кормових культур, овочів, баштанних і плодкових культур.

Елеватор ТОВ «Белгравія» приймає різні види культур, такі як пшениця, ячмінь та насіння соняшника, проте найбільш значущими для заготівлі є ячмінь та пшениця.

При аналізі наявної технологічної схеми ТОВ «Белгравія» було прийнято рішення удосконалити її за рахунок заміни зерносушарки на більш сучасну та продуктивну, що в подальшому зможе підвищити ефективність виробництва шляхом економії часу на обробці зерна та енергоресурсів, які витрачаються під час

В результаті аналізу зразків сучасного вітчизняного та закордонного технологічного обладнання для виконання сушіння зерна, до ставнолення запропонована зерносушарка Riela GDT 600-28/2, яка має значно вищу продуктивність, більшу встановлену потужність, що може дозволити забезпечити більш ефективне сушіння зерна в швидший час, меншу витрату палива на одиницю зерна порівняно з наявною зерносушаркою Stela GDB-XN-2/12, що може зменшити витрати на операції з сушіння.

В роботі проведено необхідні технологічні розрахунки технологічної лінії елеватору в умовах ТОВ «Белгравія». Визначено основні показники операційної діяльності елеватора:

- річний обсяг приймання зерна з автотранспорту – 156000 т;
- річний обсяг відпустки зерна на залізничний транспорт – 156000 т;
- максимальне добове приймання зерна автомобільним транспортом – 5408 т.

- максимальне годинне приймання зерна автотранспортом складе – 200 т;
- розрахунковий (максимальний) добовий обсяг відпуску зерна на залізничний транспорт – 2364 т.

Визначено, що ТОВ «Белгравія» має елеватор з річним обсягом заготовок  $A_{np}^{a/m} = 156000$  т та відноситься до I групи підприємств, для якої передбачають приймальню, центральну і цехову лабораторії.

Пропоноване удосконалення не призводить до значного збільшення додаткового технологічного обладнання. Змінюється лише зерносушарка, що в цілому, добре корелюватиме з розрахунком техніко-економічного обґрунтування заміни. При цьому заміна зерносушарки дозволяє знизити коефіцієнт використання обладнання на 38%, що значно збільшує ефективність виробництва.

Було надано пропозиції щодо впровадження системи НАССР у виробничий процес переробки зернової продукції на прикладі пшениці в ТОВ «Белгравія». У ході дослідження виявлено дві критичні контрольні точки (КТК), де необхідно здійснювати контроль за наявністю небезпечних чинників (біологічних і фізичних).

Розроблено картку безпеки праці, впровадження якої дозволяє не лише ідентифікувати потенційні небезпеки, але і забезпечити працівників необхідною інформацією та інструкціями для запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Описано процедура поводження з основними відходами на елеваторі – зерновим пилом. Відзначено, що особливу увагу приділяють процесам дегазації зерносховищ після виконання протруювання зерна та підготовки зерносховищ.

За результатами проведених розрахунків встановлено, що вдосконалений проєкт знижує загальні експлуатаційні затрати на 1400000 грн, що суттєво зменшує вартість переробки сировини. Завдяки зменшенню витрат, рентабельність проєкту зросла на 5%, що свідчить про більш ефективне використання ресурсів.

Проєкт має термін окупності капітальних вкладень 1,6 років, що є доволі швидким показником повернення інвестицій.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Сайт компанії Elevatorist. – Електронний ресурс. URL: <https://elevatorist.com/karta-elevatorov-ukrainy/elevator/199-ooo-belgraviya>
2. Сайт компанії Cofco Int. – Електронний ресурс. URL: <https://www.cofcointernational.com/>
3. Сайт компанії Latifundist. – Електронний ресурс. URL: <https://latifundist.com/kompanii/803-cofco-agri-ukraine>
4. Зінченко О.І. Рослинництво. Київ: Аграрна освіта, 2001, с. 416-419.
5. Навчальний посібник з дисципліни «Рослинництво» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня / В.А. Мазур та ін. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.
6. Мерко І.Т. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Одеса: Друк, 2001. 348 с.
7. Подпратов Г. І. Технологія обробки, переробки зерна та виготовлення хлібопекарської продукції. К.: Вид-во МАУ, 2000.
8. Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф. Технологія виробництва борошна, крупи та олії. К.: Вид-во НАУ, 2000.
9. Осокіна Н.М., Мостов'як І.І., Герасимчук О.П. Технологія зберігання зерна з основами захисту від шкідників: навч. посіб. Умань: СікГрупУкраїна, 2016. 248 с.
10. Технологія та оцінка якості зернових продуктів : монографія / Д. О. Жигунов, О. С. Волошенко, О. С. Брославцева та ін.; за ред. д-ра техн. наук Д. О. Жигунова, канд. техн. наук О. С. Волошенко. – Одеса : Вид-во ОЛДІ-Плюс, 2021. 364 с.
11. ДСТУ 3768:2010. Пшениця. Технічні умови. К: Держспоживстандарт України, 2010. 14 с.
12. ДСТУ 3769:98. Ячмінь. Технічні умови. К: Держспоживстандарт України, 2010. 11 с.



13. Правила організації і ведення технологічного процесу на зернопереробних підприємствах. К.: МінАПКУ, 1998.196 с.

14. Станкевич Г.М. Сушіння зерна: навч. посіб. Київ: Либідь, 1997. 352 с.

15. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія сушіння, зберігання зерна та елеваторної промисловості» за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» для здобувачів вищої освіти денної та заочної форми навчання першого (бакалаврського) рівня освіти. Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 2021. 140 с. Укладачі: Д.О. Тимчак, В.С. Кошулько.

16. Янюк Т.І. Сушіння та зберігання зерна: підручник / О. І. Шаповаленко, О. О. Євтушенко, Т. І. Янюк, Р. С. Рибчинський ; Нац. ун-т харч. технол. Херсон :Олді-Плюс, 2019. 396 с.

17. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін.; За ред. І.С. Гулого. Вінниця: Нова книга, 2001. 576 с.

18. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництва: Підручник / В.Ф.Петько, О.І.Гапонюк, Є.В.Петько, А.В.Ульяницький; За ред. О.І. Гапонюка. К.: Центр навчальної літератури, 2007. 432 с.

19. Офіційний сайт компанії Sukup. – Електронний ресурс. URL: <https://www.sukup.com/>

20. Офіційний сайт компанії GSI. – Електронний ресурс. URL: <https://gsu.com.ua/ru/products/susheniya/shahtnye-zernosushilki>

21. Офіційний сайт компанії Riela. – Електронний ресурс. URL: <https://riela.com.ua/zernosushilka-stacionarnaya-tip-gdt/>

22. Тимчак Д.О., Кошулько В.С. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Технологія сушіння, зберігання зерна та елеваторної промисловості» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Харчові технології» зі

спеціальності 181 «Харчові технології» вищої освіти денної та заочної форми навчання. Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 2021. 44 с.

23. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: Навч. посібн. / В.Г. Мирончук, Л.О.Орлов, А.І.Українець та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. 288 с.

24. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 286 с.

25. Богомолів В. О. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств: Навч. посіб. Х.: Еспада, 2005. 432 с.

26. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги.

27. ДСТУ ISO 22000:2007 «Системи управління безпечністю харчових продуктів»/ К.: Держспоживстандарт України, 2007. 30 с.

28. Методичні вказівки МВ 4.4.5.6.-000-2010 «Розробка та запровадження систем управління безпечністю харчових продуктів на основі принципів НАССР». МОЗ України. 34с.

29. Димань Т.М. Безпека продовольчої сировини: підручник / Т.М.Димань, Т.Г.Мазур. К.: ВЦ «Академія». 2011. 520 с.

30. Миколенко С.Ю., Холобцева І.П. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Контроль якості та безпеки продукції галузі» для студентів інженерно-технологічного факультету денної та заочної форми навчання за спеціальністю 181 «Харчові технології», ступінь вищої освіти «Бакалавр». Дніпро: ДДАЕУ, 2021. 20 с.

31. Гандзюк М. П. Основи охорони праці: підручник. К.: Каравела, 2005. 393 с.

32. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник. Вид. 5-те доповнення. Львів: Афіша, 2000. 350 с.

33. Баб'як О. С. Екологічне право України : навчальний посібник. Київ: АТІКА, 2000. 216 с
34. Іванова В. В. Економіка підприємства: навч. посіб. Львів: Новий світ-2000, 2012. 439 с.