

**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 дипломної роботи  
освітнього ступеня «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування технології післязбиральної  
обробки насіннєвого зерна пшениці**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти 2 курсу,  
групи МгХТз-1-23  
освітньо-професійної програми «Харчові технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Лідія ЛИСЕНКО

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Вікторія КАЛИНА

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2024

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент  
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«11» листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Лисенко Лідії Сергіївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології післязбиральної обробки насінневого зерна пшениці».  
Керівник роботи: Калина Вікторія Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затвержені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2024 року № 3768.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 16 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань первинної обробки та підготовки до переробки зерна злакових культур. 3 Нормативно-технологічна документація та правила ведення технологічних процесів на елеваторах. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Об'єкти та методи досліджень. 3 Результати досліджень. 4 Виробнича перевірка впливу очистки на стійкість зерна насінневого призначення при зберіганні. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Результати досліджень та їх аналіз. 3 Практична реалізація результатів досліджень. 4 Кошторис витрат на проведення досліджень.

5 Загальні висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцентка КАЛИНА Вікторія	11.11.2024	16.12.2024
5	доцентка КАЛИНА Вікторія	11.11.2024	16.12.2024
6	доцентка КАЛИНА Вікторія	11.11.2024	16.12.2024

7. Дата видачі завдання 11 листопада 2024 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	11.11-13.11.24	виконано
2	Стан питання, мета та завдання досліджень	14.11-18.11.24	виконано
3	Методи та обладнання для проведення досліджень	19.11-20.11.24	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-29.11.24	виконано
5	Практична реалізація результатів досліджень	02.12-06.12.24	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.24	виконано
7	Організаційно-економічна частина	09.12-12.12.24	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	13.12-14.12.24	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	15.12.2024	виконано

**Здобувачка вищої освіти** \_\_\_\_\_ Лідія ЛИСЕНКО  
( підпис )

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ Вікторія КАЛИНА  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 91 сторінка друкованого тексту, 9 рисунків та ілюстрацій, 36 таблиця та використано 50 літературних джерел.

Метою досліджень є дослідження сучасних способів очищення свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення для забезпечення його зберігання без погіршення якості до сушіння або реалізації.

Об'єктом досліджень є свіжозібране зерно пшениці насінневого призначення, що вирощуються в центральній та східній частині України.

Предметом дослідження є режими очистки зерна та їх вплив на тривалість його зберігання та насінневі якості.

Очищення зерна від домішок є важливою технологічною операцією, що підвищує ефективність технологічного і транспортного устаткування, а також умов зберігання і спрямована на збільшення виходу і поліпшення якості продукції, що виробляється на переробних підприємствах. Завдяки підвищенню культури землеробства та організації попереднього очищення зерна на токах фермерських господарств засміченість заготовлюваного зерна в останні роки знизилася. На хлібоприймальні підприємства в даний час надходить 67 – 76 % партій пшениці з вмістом смітної домішки нижче 3 %, 18 – 24 % партій мають 3 – 5 %, смітної домішки і лише 4 – 8 % партій зерна – понад 5 %.

З урахуванням викладеного, розробка науково обґрунтованих рекомендацій з очищення свіжозібраного зерна пшениці на різних етапах післязбиральної обробки є актуальною задачею.

Ключові слова: РОБОТА, СЕПАРУВАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ, СИТА, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЗЕРНОВА МАСА, ЕКСПЕРЕМЕНТ, ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЇ, СХЕМА, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Вплив домішок на зберігання партії свіжозібраного зерна	9
1.3 Організація і технологія очищення свіжозібраного зерна пшениці на хлібоприймальних підприємствах та елеваторах	16
Висновки за розділом	22
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
Висновки за розділом	25
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
3.1 Різноманітність партій свіжозібраного зерна пшениці за засміченістю, вологістю і температурою	26
3.2 Зміна фізіологічних і мікробіологічних показників компонентів зернової маси при зберіганні	34
3.3 Дослідження впливу очистки на різноманітність партій свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення	40
3.4 Зміна мікробіологічних і фізіолого-біохімічних показників зернової маси після очищення	49
Висновки за розділом	55
4 ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА ВПЛИВУ ОЧИСТКИ НА СТІЙКІСТЬ ЗЕРНА НАСІННЕВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ	57
4.1 Вплив очистки на стійкість зерна при зберіганні	57
4.2 Рекомендації щодо очищення свіжозібраного зерна пшениці на елеваторах та хлібоприймальних підприємствах	68
Висновки за розділом	75
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	76
5.1 Розробка карти безпеки праці оператора зерноочисного сепаратора	76
5.2 Шляхи утилізації відходів елеваторної промисловості	77
Висновки за розділом	78

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	79
6.1 Організація проведення дослідження	79
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	80
6.3 Розрахунок вартості дослідження	83
Висновки за розділом	83
ЗГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	84
БІБЛІОГРАФІЯ	86

## ВСТУП

Із зростанням виробництва зерна все більшого значення набувають питання, пов'язані з збереженням його кількості та якості з мінімальними витратами праці і коштів. У вирішенні цієї важливої народногосподарської задачі значна роль відводиться підприємствам із приймання та первинної обробки зернового вороху.

Очищення зерна від домішок є важливою технологічною операцією, що підвищує ефективність технологічного і транспортного устаткування, а також умов зберігання і спрямована на збільшення виходу і поліпшення якості продукції, що виробляється на переробних та заготівельних підприємствах. Завдяки підвищенню культури землеробства та організації попереднього очищення зерна на токах фермерських господарств засміченість заготовлюваного зерна в останні роки знизилася. На хлібоприймальні підприємства в даний час надходить 67 – 76 % партій пшениці з вмістом смітної домішки нижче 3 %, 18 – 24 % партій мають 3 – 5 %, смітної домішки і лише 4 – 8 % партій зерна – понад 5 %.

За період з незалежності України отримала значний розвиток і технічна база хлібоприймальних підприємств: кількість зерноочисних машин збільшилася більш ніж у два рази; удосконалюються діючі зерноочисні сепаратори і впроваджуються високоефективні комплекси сепарувальних агрегатів.

Найважливішими завданнями в області очищення зерна, є рішення завдань, поставлених перед науковцями, щодо подальшого розвитку науково-технічного прогресу в елеваторній промисловості, вдосконалення діючих та створення нових зерноочисних машин; підвищення ефективності діючих машин та впровадження нових технологій очищення з урахуванням вимог до зерна на різних етапах післязбиральної обробки, обґрунтування необхідної кількості і продуктивності машин, взаємопов'язаних з загальною технологією післязбиральної обробки зерна.

Однак, на ряді підприємств останнім часом не проводиться очищення зерна при прийманні його в окремі партії, зерно направляється на зберігання в

неочищеному стані, що в подальшому значно впливає на його якість, як посівну так і продовольчу.

Однією з причин такого становища є недостатнє вивчення питання впливу інноваційних способів очищення на стійкість свіжозібраного зерна, зокрема насінневого при зберіганні, з урахуванням якості зерна, що надходить на хлібоприймальні підприємства в даний час. Між тим, свіжозібране зерно навіть з невеликим вмістом домішок характеризується меншою стійкістю при зберіганні у порівнянні з очищеним.

З урахуванням викладеного, розробка науково обґрунтованих рекомендацій з очищення свіжозібраного зерна, насінневого призначення пшениці на різних етапах післязбиральної обробки є актуальною задачею.

Метою досліджень є дослідження сучасних способів очищення свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення для забезпечення його зберігання без погіршення якості до сушіння або реалізації.

У зв'язку з цим були поставлені наступні завдання:

- вивчити розподіл смітної та зернової домішок у партіях свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення;
- дослідити вплив очищення на рівномірність розподілу домішок у зерновій масі;
- дослідити вплив очищення на фізіолого-біохімічні і мікробіологічні показники зерна при зберіганні;
- розробити рекомендації по очищенню свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення різного стану по вологості при проведенні післязбиральної обробки;
- виконати розрахунок витрат на проведення досліджень.

Об'єктом досліджень є свіжозібране зерно пшениці насінневого призначення.

Предметом дослідження є режими очистки зерна та їх вплив на тривалість його зберігання та насінневі якості.



## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Вплив домішок на зберігання партії свіжозібраного зерна

Дослідниками [7, 8, 9, 17] було встановлено, що вологість різних польових бур'янів у період збирання врожаю значно перевищує вологість зерна. За даними [8], у момент збирання вологість зерна пшениці в колосі у полі була 24,5 %, а суцвіття, плоди, стебла і листя бур'янів характеризувалися зеленим кольором і вологістю, що досягає 74,1 %.

Підвищена вологість бур'янів пояснюється тим, що багато бур'янистих рослин знаходяться ще в незрілому стані, в той час як зернова маса вже дозріла і починається збирання врожаю [7, 8].

Дослідженнями [7] встановлено, що перерозподіл вологи в зерновій масі починається відразу ж після її утворення і закінчується в основному протягом трьох діб, причому повного вирівнювання не відбувається у зв'язку з явищем сорбційного гістерезису. При зберіганні в лабораторних умовах протягом 48 годин суміші пшениці і бур'янів у кількості 10 %, вологість пшениці збільшилася на 4,4 – 4,8 % і склала 14,8 і 17,4 %, а вологість бур'янів знизилася на 48,3 – 39,4 % і склала 23,3 – 32,5 % [7].

Найбільш інтенсивне переміщення вологи від бур'янів до зерна відбувається в перші години зберігання.

Результати дослідження [5] показали, що при зберіганні зернової маси з вихідною вологістю 18,8 % і вмістом домішок 8,4 % протягом трьох годин, вологість основного зерна збільшилася з 17,0 до 18,5 %. При вмісті домішок 14,4 % за цей же період зберігання вологість основного зерна зросла з 16,6 до 18,7 %.

Ці дані свідчать про потенційну небезпеку погіршення якості партій при високій засміченості зерна у зв'язку з можливістю їх скупчення в окремих ділянках в результаті самосортування і утворення місць самозігрівання.

Висока вологість складових частин зерна викликає його високу фізіологічну активність. Інтенсивність дихання бур'янистих домішок і вороху може

перевищувати в 1,3 – 4,2 рази, а в окремих випадках у 25 разів інтенсивність дихання свіжозібраного зерна. Так, при вологості зерна пшениці 26,92 % і вмісту смітної домішки 12,82 %, зернової – 3,58 % інтенсивність дихання партії зерна становила 201,45 мг CO<sub>2</sub> на 100 г сухої речовини за 24 години. Інтенсивність дихання відходів перевищувала інтенсивність дихання вороху в 1,9 – 4,8 рази [8].

За даними [22], інтенсивність дихання насіння смітної домішки в свіжозібраній зерновій маси може в 14 – 40 разів перевищувати інтенсивність дихання основного зерна в залежності від його вологості.

Щуплі і дрібні зерна дихають приблизно на 25 % інтенсивніше, ніж наповнені і великі зерна [47]. Пояснюється це наявністю в них порівняно більшої активності поверхні, ніж у наповнених зернах. Крім того, маючи більшу гігроскопічність, щуплі зерна зазвичай більш вологі, ніж наповнені.

Дослідженнями [31] встановлено, що збільшення інтенсивності дихання зерна і утворення тепла в зерновій масі, мікроорганізмам належить провідна роль.

В умовах нормального розвитку рослин і своєчасного прибирання зерна мікрофлора свіжозібраного зерна складається з епіфітних мікроорганізмів [47].

За даними [22], 90 – 99 % всієї мікрофлори свіжозібраного зерна складають бактерії. Типовими представниками є неспороутворюючі бактерії з роду *Pseudomonas*. У свіжозібраному зерні, що зберігалось в умовах, що не допускають активного розвитку мікроорганізмів *Bac. tibericola* складають 92 – 95 % всього бактеріального складу зерна. Ці бактерії не володіють здатністю руйнувати зерно, однак, перебуваючи в активному стані та у великій кількості, вони виділяють при диханні багато тепла, що сприяє початку процесу самозігрівання.

Характерними представниками грибної флори для свіжозібраного зерна є гриби родів *Alternaria*, *Cladosporium*, *Dematium*; дріжджі зустрічаються *Trichothecium*, *Fusarium*, *Helminthosporium* та інші [36]. Оскільки зазначені гриби проникають в зерно в період його дозрівання, їх називають первісною мікрофлорою або польовими грибами [37].

Відомо, що плісняві гриби порівняно з іншими рослинними об'єктами володіють високою інтенсивністю дихання. За даними [37], інтенсивність дихання

дводенної культури цвілевого гриба характеризується виділенням 1750 – 1870 мг CO<sub>2</sub> на 1 г сухої речовини за 24 години, а інтенсивність дихання сухого зерна пшениці за той же період становить 0,01 – 0,02 мг CO<sub>2</sub>. Подальший розвиток цвілі призводить до зниження інтенсивності дихання. Проте відбувається різке зростання ваги гриба в результаті розвитку міцелію та органів плодоношення – це збільшує сумарне виділення тепла і значною мірою компенсує зменшене виділення його на одиницю ваги сухої речовини маси гриба. Цвілеві гриби використовують для реакцій синтезу всього 5 – 10 % енергії, звільненій ними з спожитих речовин [36]. Крім того, вони здатні розмножуватися в широкому діапазоні вологості зернової маси і її температури. Тому, чим більше в зерновій масі вміст спор і вегетативних органів цвілевих грибів, тим швидше знижується її стійкість при зберіганні.

В результаті розвитку пліснявих грибів при зберіганні зерна знижується схожість зерна, активізується дихання мікроорганізмів і зерна, що призводить до втрати сухих речовин, погіршення харчової цінності зерна, зниження технологічних і хлібопекарських його властивостей, зростання вологості та температури зернової маси, що може призвести до самозігрівання [35].

Розвиток грибів роду *Aspergillus* і *Penicillium* є основною причиною зниження схожості зерна вологістю 15 – 19 % при 20 – 25 °С. Найбільш вразливим місцем ураження зерна пліснявою є зародок. Переважний розвиток грибів на зародку пояснюється тим, що зародок порівняно з іншими частинами зерна володіє великою гігроскопічністю і найбільш багате різноманітними поживними речовинами (білки, жири і вуглеводи). Зменшення схожості зерна вологістю 15 % обумовлено розвитком *Asp. repens* і *Asp. amstelodami*, вологістю 17 % – *Asp. repens*, *Asp. candidus*, *Asp. amstelodami*, *Asp. ruber* і *Penicillium*, вологістю 19 % – видами *Penicillium*, *Asp. repens*, *Asp. candidus*. Крім грибів на зниження схожості зерна вологістю 19 % незначну дію надають мікрококи [56, 63, 67]. Розвиваючись в області зародка, вони впливають на нього продуктами своєї життєдіяльності і руйнують клітини і тканини [36].

У літературі вказується, що чим більше домішок у зерновій масі, тим, як правило, в ній більше і мікроорганізмів [31]. Однак не всі фракції домішок в однаковій мірі засіяні мікроорганізмами. Найбільш насичений прохід через сито з діаметром отворів 1 мм, зіпсовані зерна, мінеральне і органічне сміття. У свіжозібраному зерні більше мікроорганізмів перебувають на насінні смітних трав [31].

Нерівномірний розподіл мікроорганізмів у зерновій масі ускладнюється явищем самосортування. Місця скупчення пилу, домішок і легких пошкоджених зерен є осередками накопичення мікроорганізмів.

У зерновій масі з великою домішкою битого і пошкодженого зерна мікроорганізмами, створюються сприятливі умови для розвитку шкідників хлібних запасів [23, 34].

У численних роботах [11, 26, 29, 34] показано, що наявність у зерновій масі смітної домішки, травмованого насіння, а також пошкодженого або зіпсованого мікроорганізмами, різко знижує її стійкість при несприятливих умовах зберігання.

Вплив засміченості зерна на його якість і стійкість при зберіганні вивчали в [23]. Результати показали, що напрям в склад або силос елеватора свіжозібраного зерна без очищення при всіх інших рівних умовах значно знижує стійкість під час зберігання. Так, при зберіганні пшениці з температурою 30 °С з однаковою вологістю зерна і шкідливим насінням (16,6 %), але з різним вмістом смітної домішки вплив ступеня вмісту бур'янів на якість зерна виявилася вже у перші десять днів.

У зерновій суміші, що містить від 5 до 10 % смітної домішки, швидше і в 2 – 3 рази інтенсивніше, ніж при засміченості 1 % розвивалися цвілеві гриби, інтенсивність дихання зростала в 2 – 4 рази проти вихідної, енергія проростання такого насіння знижувалась на 6 – 12 %. Зниження температури зберігання до 18 – 19 °С лише подовжило терміни появи ознак погіршення якості засміченого зерна.

При зберіганні зерна з вологістю 16 %, але засміченого насінням бур'янистих рослин з різною вологістю, чітко було видно вплив вологості на розвиток цвілевих грибів.

При вологості насіння бур'янистих рослин 8,7 % цвіль на них не розвивалася, в той час як насіння бур'янистих рослин з вологістю 17,4 і 23 % мали цвіль вже через 3 – 4 доби зберігання.

Відзначено, що насіння бур'янів швидше і сильніше уражаються пліснявими грибами, зерна основної культури, в той час як зерно вологої пшениці, що містить 1 % смітної домішки, через 5 діб зберігання навіть при температурі 30 °С залишалося чистим, насіння бур'янистих рослин на 5 – 9 % були вражені пліснявою; через 10 діб було виявлено вже 47 – 49 % запліснявілого насіння бур'янистих рослин, в той час як серед зерен пшениці було уражено пліснявими грибами лише 15 – 18 %, підвищення вмісту домішок до 5 % сприяло більш інтенсивному перебігу цього процесу.

Механічне пошкодження оболонок зерна активізує розвиток мікроорганізмів в зерновій масі, яка зберігається за підвищеної вологості, тому цілісність оболонок особливо істотна для запобігання розвитку життєдіяльності мікроскопічних грибів на зернових запасах. Результати ряду робіт [44] свідчать про активне розмноження мікроорганізмів на травмованих зернівках.

В [47] вивчали вплив механічних пошкоджень зерна пшениці на її стійкість при зберіганні. Було встановлено, що при зберіганні пошкодженого зерна вологістю 10 – 11 % цвілеві гриби на ньому не розвивалися, а при відносній вологості 85 % і температурі 25 °С зерно сильно пліснявіло. Дослідне зберігання пшениці з вмістом пошкоджених зерен до 75 % показало, що у сирій і вологій пшениці при температурі 25 °С і 15 °С, збільшується кількість зерен з частково оголеним кінчиком зародка в перші 10 – 15 днів зберігання призвело до значного збільшення цвілевих грибів.

При зберіганні пшениці середньої сухості (14 – 15 %) при температурі 25 °С розвиток пліснявих грибів в зерні йшов повільно, проте залежність між вмістом плісневих зерен в пробі і його травмованості була чітко виражена. При температурі 15 °С і нижче пшениця середньої сухості зберігалася без погіршення якості протягом шести місяців і більше, при цьому вплив механічних пошкоджень зерна на його пліснявіння не виявлено.

Биті зерна, а також засмічене насіння заповнюють проміжки між зернами і тим самим перешкоджають рівномірному проходженню повітря через зернові маси, що сприяє можливості виникнення процесу самозигрівання і пліснявіння зерна [7].

Зустрічаються в зерновій масі домішки, як правило, вони знижують її сипучість. При великому вмісті легких домішок (солома, полова тощо), а також при значному вмісті насіння бур'янів з чіпкою і шорсткою поверхнею сипучість може бути втрачена. Таку зернову масу без попереднього очищення не рекомендується завантажувати в силос елеватора, так як при випуску її отвори можуть забити випускні воронки [10].

Крім того, в зерні пшениці, яке заготовляється може міститися до 0,3 % пилу (у розрахунку на загальну масу зерна). Крім погіршення умов зберігання зерна, що викликано великим вмістом у ній мікроорганізмів, зерновий пил при певних умовах є однією з основних причин вибухо- і пожежонебезпеки, а також погіршення санітарних умов роботи підприємства. При концентрації пилу в робочій зоні понад  $4 \text{ мг/м}^3$  вона справляє шкідливий вплив на організм людини.

В результаті очищення зернової маси, за рахунок відокремлення домішок з високою вологістю, запобігається зволоженню зерна, підвищується його стійкість при зберіганні, знижуються витрати на післязбиральну обробку, забезпечуються безпечні умови праці, підвищується ефективність технологічного та транспортуючого обладнання, поліпшується санітарно-гігієнічний стан зерна.

При очищенні свіжозібраного зерна на токах фермерських господарств відбувається зниження його вологості на 0,5 – 1,7 % [4, 5, 9].

При правильно організованому очищенні зернової маси від домішок відбувається одночасно і часткове видалення мікроорганізмів з зерна [41]. За даними Л.А. Трисвятського кількість мікроорганізмів на 1 г зернової маси після очищення на сепараторі знижувався на 35 %; в пилу після первинної очистки вміст мікроорганізмів було більше, порівняно з вихідним зерном в 11, і в зернових відходах після бурату – в 14 разів.

Про вплив очищення на стійкість свіжозібраного зерна при зберіганні свідчать результати наступних досліджень. При зберіганні жита, очищеного на сепараторі [8], була виявлена значно більша стійкість його при зберіганні, незважаючи на високу вологість (28 %), в той час як в неочищеній зерновій масі за 3 доби зберігання температура збільшилася з 27 до 43 °С, в очищеному зерні залишилося на рівні 24 – 27 °С. Виявлені також відмінності в складі вуглекислого газу і кисню, енергії проростання і схожості, а також вміст зерен, уражених пліснявою. За даними [13], при зберіганні насінневого вороху зерна ячменю вологістю 26,4 % протягом тижня температура у неочищеного вороху піднялася з 29 до 45 °С, у ворохові, що пройшов первинну очистку – до 37 °С.

Однак, цей же автор відзначає, що не завжди очищення призводить до підвищення стійкості зерна при зберіганні. Так, при зберіганні озимого жита протягом п'яти діб з вологістю 20,4 % і вихідною температурою 20 – 30 °С відмінностей по температурі між очищеними і неочищеними партіями не встановлено.

Наведені вище результати досліджень показують, що для поліпшення умов зберігання зерна і підвищення його якості вкрай важливо забезпечити очищення.

Однак, у раніше проведених дослідженнях не знайшли відображення питання про першочерговість відділення тих чи інших компонентів домішок із зернової маси для підвищення його стійкості при зберіганні. Не розкрито механізм впливу очищення на стійкість свіжозібраного зерна при зберіганні. Ці питання включені в завдання наших досліджень.

Для поліпшення збереженості свіжозібраного зерна після збиральної обробки і зберігання шляхом відокремлення домішок була поставлена задача уточнити діючу в даний час організацію та технологічні схеми післязбиральної обробки зерна різної вологості.

## 1.2 Організація і технологія очищення свіжозібраного зерна пшениці на хлібоприймальних підприємствах та елеваторах

На хлібоприймальних підприємствах та елеваторах технологічні схеми післязбиральної обробки, очищення зумовлені низкою факторів, головними з яких є: організація очищення свіжозібраного зерна на токах фермерських господарств, початкова якість і цільове призначення зерна, строки проведення післязбиральної обробки, технологічна ефективність використовуваних зерноочисних машин [5, 16].

Значне зміцнення матеріально-технічної бази хлібоприймальних підприємств, особливо в східних районах України, призвело до обробки зерна на механізованих технологічних лініях. Схеми передбачали таку послідовність операцій із зерном: зважування, вивантаження, очищення в ворохоочисниках і сепараторах, сушка, повторне очищення в сепараторах, очищення при необхідності в вівсюго або куколевівірниках і розміщення у сховищах за ознаками якості [14].

Процес післязбиральної обробки зерна складається з декількох операцій (попереднє й первинне очищення, сушіння, вторинне очищення, спеціальна обробка), виконуваних послідовно на окремих машинах або потокових лініях (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Традиційна схема післязбиральної обробки зерна.



Головною причиною, по якій відбувається зниження якості (схожості) насіння із високою вологістю (не враховуючи травмування в комбайнах), є нагромадження вуглекислого газу  $\text{CO}_2$  у міжзерновому просторі, який починається вже в бункері зернового комбайна й досягає 0,5 – 5,0 %. При вологості озимої пшениці 30 % уже при надходженні на пункт обробки зернова маса містить  $\text{CO}_2$  близько 5 – 7 %. Висока концентрація вуглекислого газу й недостаток кисню приводять до анаеробного дихання зерна, продукти якого різко знижують схожість насіння, аж до її повної втрати.

Отже зернову масу, що надійшла від комбайнів, необхідно активно вентилювати з метою:

- а) виключення анаеробного дихання зерна;
- б) видалення поверхневої вологи для запобігання розвитку шкідливих мікроорганізмів.

Для попереднього очищення використовуються машини МПО-50, ОВС-25С, які повітряним потоком і решетами очищають зерновий ворох від легких і великих домішок, полегшуючи роботу наступних машин. Їх номінальна продуктивність у режимі попереднього очищення в 1,5 – 2 рази перевищує продуктивність машин первинного очищення.

Поточно-технологічні лінії можуть комплектуватися й закордонними машинами для післязбиральної обробки зерна. Для попередньої й первинної обробки зерна можуть використовуватися універсальна зерноочисна машина К-547 А 12, повітряно-решітний сепаратор К-527. Для вторинного очищення насіння може застосовуватися машина К-547 А 12 і трієрні блоки К-236. Усі ці машини виробляє фірма «Petkus Wutha».

У нашій країні тривають роботи зі створення нових машин для післязбиральної обробки зерна й реконструкції встаткування старих ЗАВ і КЗС. У нових комплексах використовуються машини з поліпшеними техніко-економічними показниками: МПО-50, МЗП-50, ЗВС-20А, СЗШ- 16А, СЗСБ-8А та інші.

Досвід експлуатації поточкових ліній виявив і деякі їхні недоліки. У першу чергу, це низька продуктивність окремих машин і поточкових ліній у цілому.

Усе зерно, що зібрано з поля, повинне бути прийняте й оброблене в режимах, що відповідають його параметрам (вологості, засміченості). Існуючі комплекси розраховані на роботу при початковій вологості вороху до 26 %, а викиди вологості в більшу сторону приводять до того, що потік переривається. Вологість зерна впливає, насамперед, на роботу сушарок. При вологості зерна 20 – 22 % одержати кондиційні насіння по схожості на традиційних комплексах КЗС і ЗАВ із шахтними сушарками не викликає труднощів. Однак при вологості 28 – 30 % і більш пропускна здатність сушарок знижується в 2 рази, у той час як сортувальне відділення працює в режимі  $W_3 = 13 - 14 \% = \text{const}$  і постійній пропускній здатності, що відповідає паспорту зерноочисних машин. Це призводить до нагромадження зерна перед поточковими лініями, зупинці комбайнів і, як наслідок, до зниження якості насіння.

Крім того, доводиться збільшувати кількість однотипних машин або ж неодноразово пропускати ту саму партію зерна через сортувальне відділення, щоб одержати насіння високих репродукцій і необхідної якості за чистотою. З економічної точки зору це не вигідно й нерідко викликає непогодженість у роботі всієї поточної лінії. Крім того, багаторазовий пропуск насіння через машину веде до підвищеного травмування насіння. Так, за даними [35], кожний пропуск зернового матеріалу через машину вторинного очищення веде до збільшення ушкодження насіння на 2 – 3 %. Зниження схожості, яке спостерігається при цьому, означає, що на кожному гектарі посівної площі ми втрачаємо в середньому 30 – 40 кг зерна [15].

При вирощуванні насіннєвого зерна в насінницьких господарствах необхідно вести його обробку партіями залежно від репродукції й сорту. Для зберігання кожної партії зерна потрібні окремі ємності. Отже, для забезпечення поточковості технологічного процесу необхідно мати значну кількість складських приміщень, що не завжди раціонально з економічної точки зору.

Наявність у зерновій масі важковідокремлюваних домішок вимагає часу для оцінки характеру засмічувачів і налаштування зерноочисних машин на конкретну партію зерна. Однак у несприятливі роки висока ймовірність низької схожості насіння після сушіння. Тому без оцінки партій зерна на схожість проводити його сортування невиправдано. Виходячи із цього, технологію післязбиральної обробки зерна на насіння з високою вологістю доцільно розділити на 2 етапи [36]:

1-ий етап – приймання зерна з поля, попереднє очищення, сушіння й тимчасове зберігання;

2-ий – проведення очищення й сортування (після оцінки якості висушеного насінневого матеріалу на схожість і наявність домішок).

Поділ технології післязбиральної обробки зерна на два етапи дозволяє мати кілька виробничо-технологічних ліній, що виконують операції 1 етапу й одну ПТЛ для 2 етапу, що функціонує автономно протягом 2 – 3 місяців, що й складається з ефективних очисно-сортувальних машин з різними варіантами технологічного процесу.

Тому що ймовірність одночасного збирання двох культур із чотирьох (озиме жито, ячмінь, пшениця, овес) становить 0,25 – 0,37, а трьох культур – 0,32, пункти обробки зерна, і особливо насіння, повинні бути трилінійними. Тому зерноочисно-сушильні пункти, виконані по двоетапній схемі, мають 3 потоково-технологічні лінії для виконання функцій I етапу обробки зерна й 1 лінію – для 2 етапу.

В умовах підвищеного зволоження особливу увагу слід приділяти 1-му етапу, від якого залежить якість одержуваної продукції й величина втрат урожаю. Оптимальний добір його устаткування відповідно до конкретних умов функціонування гарантує збирання врожаю без втрат і якість одержуваного насіння.

Базова технологія післязбиральної обробки зерна має ряд істотних недоліків, основний з них – недостатнє очищення вихідного матеріалу на першій стадії обробки. Попереднє очищення вороху звичайно роблять на найпростішій

повітряно-решітній машині, що не має підсвічних решіт і, тому виділяє тільки легкі й великі домішки (пил, полови, колоски, стебла рослин та інше). Дрібні ж домішки, як правило, більш вологі, ніж основне зерно, не виділяються й разом із зерном надходять у бункери тимчасового зберігання, а з них – у сушарку. Вони заповнюють міжзернові простори насипів і зменшують скважистість, що значно збільшує опір проходу повітря, особливо в нижніх шарах насипів. Крім того, зернова маса втрачає свою рухливість (сипкість) і злежується. У результаті в сушарці виникають мертві зони, сводоутворення, зависання, що приводять до порушення режиму витікання зернового потоку, тобто до порушення режиму сушіння й до псування зерна.

Сире із дрібними домішками зерно, зігріваючись, виділяє багато вологи, яка зволожує пил, що залишився в зерновій масі сприяє налипанню її на поверхні стінок і коробів сушарки, що збільшує опір руху зерновій масі.

Сушіння дрібних домішок, що є баластами основного матеріалу, приводить до зменшення продуктивності сушарки, до зниження якості сушіння, до збільшення витрат теплової й електричної енергії й фінансових коштів.

Зерновий потік послідовно проходить через вівсюжний і кукульний циліндри трієрних блоків. При цьому кожний циліндр буває завантажений наполовину баластовим матеріалом: спочатку вівсюжний циліндр переміщає зерно середньої фракції як баласту, потім кукульний переміщає зерно великої фракції як баласт. Таке мало корисне переміщення зернової маси приводить до зменшення продуктивності трієрних блоків у два рази й технологічно пов'язаної з іншими машинами первинного очищення, до збільшення травмованості зерна, зношування гнізд циліндрів, витрати електроенергії.

Таким чином, базова технологія післязбиральної обробки зерна вимагає зміни. Для ефективного функціонування технологічних процесів доцільно застосовувати фракціонування насінневого матеріалу.

На першій стадії обробки зернового вороху очищають від усіх бур'янистих домішок: попереднє й первинне очищення роблять на повітряно-решітних машинах, що мають, принаймні, два яруси решіт, наприклад, на ОВС-25С або К-

527А, налаштованих на відділення від основного матеріалу тільки бур'янистих домішок. На другій стадії обробки роблять сушіння суміші великих, середніх і дрібних зерен у бункерах активного вентилявання або в шахтних сушарках. На третій стадії обробки роблять вторинне очищення на повітряно-решітних машинах, що мають, принаймні, три яруси решіт, наприклад, К-547А або на машинах, що мають, принаймні, два яруси решіт. На решетах, налаштованих для вторинного очищення, від основного матеріалу відокремлюють дрібні домішки, що з'явилися при сушінні легких й, і розділяють матеріал по розмірах зерен на три фракції – великі, середні і дрібні зерна. Фракції великих і середніх зерен обробляють роздільно на трієрних блоках, скомплектованих: одні блоки тільки вівсюжними циліндрами, інші блоки – тільки кукільними циліндрами. Фракцію дрібних зерен і виділені трієрними блоками домішки направляють на фураж.

Завдяки цьому вдається одержати висококласне насіння, не прибігаючи до багаторазової обробки на тих самих машинах. Крім того, більш раннє виділення кінцевих зернових фракцій сприяє скороченню кількості машин і встаткування зерноочисно-сушильних пунктів [49].

Існують варіанти технології післязбиральної обробки зерна, при яких на першому етапі відокремлюють не тільки бур'янисті домішки, але й фракцію дрібних зерен або відразу ділять зерно на три фракції: велике, середнє, дрібне. Далі сушіння кожної фракції відбувається окремо [7]. Режим сушіння залежить від подальшого використання зерна. На наступному етапі проводять остаточне очищення великої й середньої фракції, на машинах, що мають, принаймні, один ярус решіт. При цьому від основного матеріалу відділяються домішки, що з'явилися при сушінні легких (пил, полови) і щуплі зерна.

У нашій країні й за кордоном ведуться й інші роботи з удосконалювання технологій обробки зерна. Перспективні технології передбачають консервацію вологого вороху штучним охолодженням [5]. Використовуються режими сушіння зерна з використанням сонячної енергії.

## Висновки за розділом

Проведений аналіз літератури показав, що очищення є одним з ефективних технологічних прийомів, спрямованих на підвищення якості свіжозібраного зерна насінневого зерна при зберіганні. Між тим, в літературі є обмежені відомості про вплив окремих компонентів на збереження зерна, вплив очищення на різноякісність зернової маси за засміченістю, вологістю і температурою, а також фізіолого-біохімічні і мікробіологічні показники зерна при зберіганні. Крім того, змінилися умови заготівлі, в результаті чого на хлібоприймальні підприємства надходять менш засмічені партії зерна, у зв'язку з чим необхідно обґрунтувати проведення попередньої очистки таких партій. Тому, для розробки рекомендацій по очищенні зерна на хлібоприймальних підприємствах нами були поставлені наступні завдання:

- вивчити розподіл смітної та зернової домішок у партіях свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення;
- дослідити вплив очищення на рівномірність розподілу домішок у зерновій масі;
- дослідити вплив очищення на фізіолого-біохімічні і мікробіологічні показники зерна при зберіганні;
- розробити рекомендації по очищенню свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення різного стану по вологості при проведенні післязбиральної обробки;
- виконати розрахунок витрат на проведення досліджень.

Об'єктом досліджень є свіжозібране зерно пшениці насінневого призначення.

Предметом дослідження є режими очистки зерна та їх вплив на тривалість його зберігання та насінневі якості.

## 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження виконані в лабораторних і виробничих умовах. Об'єктом досліджень було свіжозібране зерно насінневого призначення. Початкова якість свіжозібраного зерна представлено в табл. 2.1.

Формування дослідних партій зерна, їх розміщення і післязбиральну обробку на приймальних підприємствах при проведенні виробничих досліджень здійснювали відповідно до інструкцій про використання діючої техніки і технології. Схеми дослідів у виробничих умовах представлені на рис. 2.1.

Для розміщення дослідних партій зерна використовували типові склади місткістю 3000 т, розділені за допомогою хлібних щитів на секції розміром 10×20 м. Одну секцію у складі залишали вільною і використовували в якості оперативної ємності.

Відбір проб і вимірювання температури проводили на чотирьох рівнях зернового насипу: 20, 70, 120 і 170 см від поверхні.

Таблиця 2.1 – Характеристика досліджуваних партій свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення

Район зростання	Сорт	Нумерація партій, т	Маса партій, т	Вологість, %	Вміст домішок, %		Клейковина	
					Смітна	Зернова	Кіль-ть, %	Кіль-ть од. ІДК
Запорізька обл.	Одеська 51	1	400	16,7	1,2	4,0	18	95
		2	400	14,7	1,5	2,7	18	120
		3	800	9,6	2,2	5,8	24	110
Дніпропетровська обл.	Українська 29	4	400	16,3	0,4	3,1	31	75
		5	1400	12,5	0,8	4,8	33	75
		6	500	12,6	0,4	2,6	32	70
		7	400	13,1	0,5	3,2	33	75
		8	400	12,6	0,3	2,0	31	75

Замір температури проводили термоштангою.

Вплив очищення на рівномірність розподілу домішок у зерновій масі і зміни фізіолого-біохімічних показників зерна при зберіганні вивчали на повітряно-ситовому сепараторі Petkus K-245 і рециркуляційної сушарці «Sukur».

Лабораторні дослідження з вивчення впливу окремих компонентів смітної та зернової домішок на стійкість свіжозібраного зерна насінневого призначення при зберіганні проводили в період заготовок на підприємстві Дніпропетровської області. Середні проби, а також фракції основного зерна і окремі компоненти смітної та зернової домішок зберігали в ексикаторах при температурі 22 – 25 °С і природною вологістю 17,6 %.

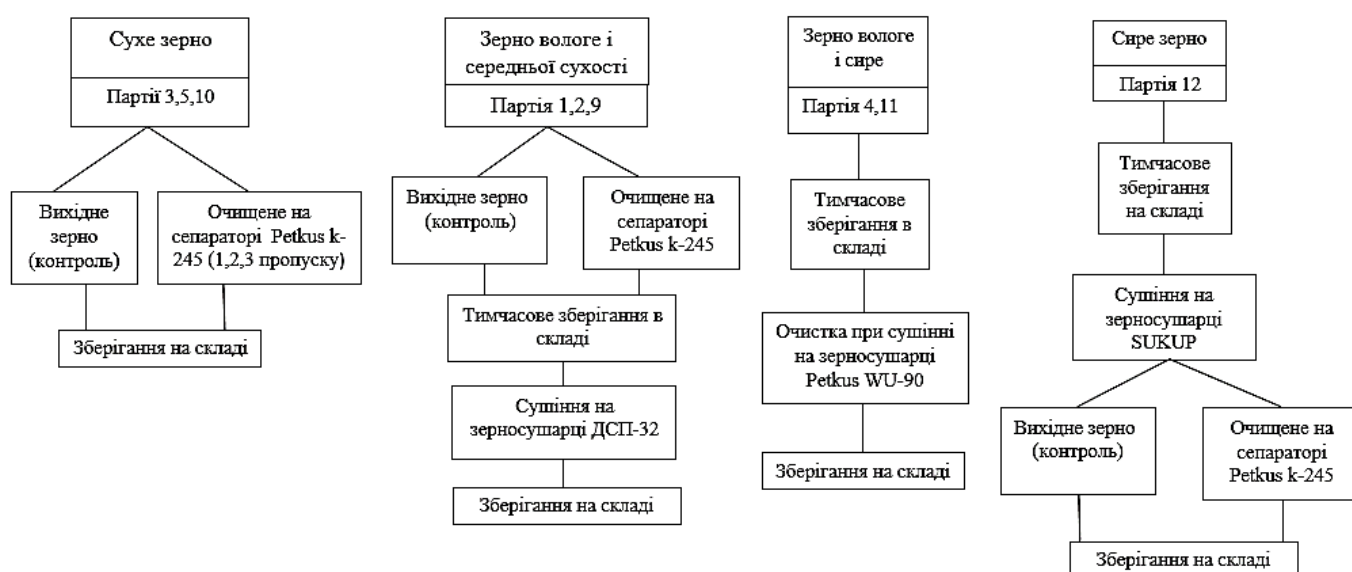


Рисунок 2.1 – Схема проведення досліджень

Фракції основного зерна отримані методом ситового аналізу середньої проби на комплекті сит з розмірами отворів 2,5×20; 2,2×20; 1,7×20 мм з подальшим виділенням вручну смітної та зернової домішок. Компоненти смітної та зернової домішок відібрані згідно ДСТУ 3768-2019. Відносну вологість повітря при зберіганні підтримували розчином сірчаної кислоти певної концентрації. При зберіганні періодично відбирали проби для мікробіологічних досліджень і визначення інтенсивності дихання.



Облік мікрофлори проводили як по окремо збереженим фракціям основного зерна та компонентів домішок, так і окремо в середній пробі.

Визначення технічних, фізіолого-біохімічних та мікробіологічних показників проводили: вологість – по ДСТУ ГОСТ 29144:2009, вміст смітної та зернової домішок – по ДСТУ 3768-2019, кількість і якість клейковини – за ДСТУ ISO 21415-1:2009, енергія проростання і схожість – за ДСТУ 4138-2002, зараженість шкідниками хлібних запасів – за ДСТУ 4843:2007, загальний вміст білка – за ДСТУ ISO 5983:2003, видовий і кількісний склад мікрофлори – шляхом посіву змивів з зерна на тверді поживні середовища.

### Висновки за розділом

В даному розділі дипломної роботи розроблено схему проведення досліджень та сформовано методику проведення досліджень. Приведено характеристику досліджуваних партій зерна, що були зібрані на території східних областей України.

### 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Різноманітність партій свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення за засміченістю, вологістю і температурою

При визначенні стану зернової маси за засміченістю і вологістю ставили завдання, поряд з отриманням даних про значеннях середніх показників якості зерна для формування партій і роздільного їх зберігання, визначення значень цих показників у окремих ділянках зернового насипу. У цих випадках за максимальним значенням ознаки можна охарактеризувати ймовірність виникнення місць самозігрівання зерна, а отже періодичність контролю партій зерна при зберіганні.

Результати досліджень різноманітності зернової маси насінневого призначення в партіях свіжозібраного зерна пшениці, сформованих на хлібоприймальних підприємствах різних зон країни, засміченості, вологості і температурі наведено в табл. 3.1. Різниця середніх значень вмісту смітної і зернової домішок і вологістю партій зерна, визначених за середній пробі відповідно ДСТУ 3768-2019, та отриманих у результаті статистичної обробки значень за окремими пробами знаходяться в межах помилок методів їх визначень.

Однак, як видно з даних табл. 3.1, встановлена значна різниця у вмісті смітної та зернової домішок на окремих ділянках насипу зерна. Так, у партії I вміст смітної домішки за окремим ділянкам коливалося від 0,2 до 3,8 %, а зернової – від 0,3 до 10,8 % при їх середньому вмісті в партії відповідно 1,4 і 5,3 %, тобто в партії зерна середньої чистоти є ділянки засміченого зерна. Вмісту домішок в окремих ділянках до 2 – 2,7 рази перевищували їх середній вміст у партії.

Таблиця 3.1 – Різноманітність формованих партій свіжозібраного зерна пшениці насіннєвого призначення за засміченістю, вологістю і температурою

Номер партії	Найменування показника	Середнє значення <i>m</i> , %	Середньо квадратичне відхилення	Граничні значення показника		Коефіцієнт варіації <i>V</i>
				min	max	
1	2	3	4	5	6	7
1	Смітна домішка,%	1,4	0,90	0,2	3,8	67,0
	Зернова домішка,%	5,3	2,10	0,3	10,8	40,4
	Вологість,%	16,8	0,58	15,2	18,0	3,5
	Температура, °C	23,9	0,88	21,3	25,2	3,7
2	Смітна домішка,%	1,9	0,92	0,4	4,3	49,5
	Зернова домішка,%	3,9	1,60	1,6	7,2	41,2
	Вологість,%	15,2	0,67	13,9	16,8	4,4
	Температура, °C	30,3	0,88	29,1	33,2	2,9
3	Смітна домішка,%	2,6	1,64	0,22	5,9	62,4
	Зернова домішка,%	4,9	2,00	0,8	7,1	41,0
	Вологість,%	11,0	0,44	9,4	12,2	4,0
	Температура, °C	33,1	1,56	30,9	36,2	4,7
4	Смітна домішка,%	0,4	0,14	0,1	0,8	38,8
	Зернова домішка,%	3,0	0,88	0,9	5,6	29,9
	Вологість,%	16,4	0,83	14,1	18,1	5,1
	Температура, °C	23,7	0,84	21,0	25,2	3,3
5	Смітна домішка,%	0,8	0,66	0,1	1,8	86,8
	Зернова домішка,%	4,8	2,90	1,3	9,9	59,9
	Вологість,%	12,8	0,65	11,7	14,1	5,1
	Температура, °C	25,0	0,55	23,6	26,6	2,2

Продовження табл. 3.1

6	Смітна домішка,%	0,5	0,28	0,1	0,9	58,3
	Зернова домішка,%	2,3	1,56	0,2	5,2	67,2
	Вологість,%	16,7	0,34	16,1	17,2	2,0
	Температура, °С	28,4	0,55	26,6	29,4	1,9
7	Смітна домішка,%	0,6	0,4	0,1	1,3	71,0
	Зернова домішка,%	2,2	1,0	0,3	3,9	47,3
	Вологість,%	13,5	0,3	12,9	14,1	2,2
	Температура, °С	27,0	0,8	25,0	29,2	3,0
8	Смітна домішка,%	0,6	0,59	,1	1,6	108,1
	Зернова домішка,%	6,5	1,36	4,2	9,5	21,1
	Вологість,%	17,8	1,06	14,6	21,6	6,0
	Температура, °С	21,4	0,72	18,9	23,4	3,4
9	Смітна домішка,%	0,8	0,1	0,1	2,8	83,7
	Зернова домішка,%	3,7	0,3	0,3	7,2	44,3
	Вологість,%	18,8	15,1	15,1	21,3	6,2
	Температура, °С	17,2	16,0	16,0	19,4	3,8

Аналогічну різноякісність зернової маси по вмісту смітної і зернової домішок спостерігали і в інших сформованих партіях зерна (табл. 3.1).

Розподілу окремих компонентів смітної та зернової домішок притаманна ще більша нерівномірність. Як показали результати математичної обробки експериментальних даних за вмістом компонентів домішок в окремих ділянках насипу зерна в партії 15 (табл. 3.2), органічна домішка в 6, а мінеральна – в 13 разів перевищували їх середні значення.

Таблиця 3.2 – Розподіл компонентів домішок в зерновій масі (партія 15)

Номер	Компоненти	Середнє значення $m$ , %	Максимальний вміст компонентів, %	Коефіцієнт варіації $V$ , %
1	Смітна домішка,	1,3	3,6	57
	всього в тому числі:			
	мінеральна домішка	0,09	1,20	184
	органічна домішка	0,14	0,84	127
	смітне насіння	0,99	3,41	58
2	Зернова домішка,	2,9	4,9	27
	всього в тому числі:			
	биті зерна	2,20	5,64	52
	зелені	0,37	0,80	47
	поїдені	0,06	0,26	122
	щуплі	0,03	0,26	188
	давленні	0,12	0,54	103
ячмінь	0,08	0,46	119	
3	Прохід сита 1,7×20 мм	0,79	1,96	41

Несприятливий вплив на зберігання зерна насінневого призначення з підвищеним вмістом смітної і зернової домішок в окремих ділянках посилюється нерівномірним розподілом вологи і температури у насипу зерна. Так, в партії 2 при середній вологості зерна 15,2 % вологість окремих ділянок коливалася від 13,9 до 16,8 %, тобто, в партії зерна середньої сухості були ділянки насипу з зерном як сухого, так і вологого стану. Зазначена різноякісність партії зерна обумовлена різною вологістю окремих партій, окремих ділянок зерна в кузові одного автомобіля, а також різноманітністю вологості окремих зерен. Вологість окремих проб в одній партії при середній вологості 17 % коливалася від 16,2 до 17,2 % та при середній вологості 19,0 % – від 16,9 до 20,7 %. Статистично оброблені дані про вологість окремих зерен, свіжозібраної пшениці представлено в табл. 3.3. Як видно з даних таблиці 3.3, вологість окремих зерен коливалася в значних межах: коефіцієнт варіації досягав 7,3.

Наведені дані дозволяють стверджувати, що нерівномірність розподілу вологи в партіях сформованих приймальних підприємствах об'єктивна і повинна

враховуватись при встановленні режимів обробки і термінів зберігання насінневого зерна.

Таблиця 3.3 – Статичні характеристики розподілення зерен за вологістю

Номер проби	Середнє значення $m$ , %	Середнє квадратичне відхилення, %	Критичні значення вологості, %		Коефіцієнт варіації, %
			min	max	
1	18,8	0,39	18,0	19,8	2,2
2	18,7	0,52	17,7	19,9	2,8
3	18,6	1,0	15,6	19,5	5,5
4	18,5	0,84	15,7	20,2	4,6
5	18,0	0,77	15,8	19,5	4,3
6	17,9	0,44	16,6	19,0	2,5
7	17,7	0,41	15,9	19,3	2,4
8	17,7	0,99	15,5	21,5	5,7
9	17,7	0,68	16,6	19,4	3,8
10	17,1	0,82	14,7	18,3	4,9
11	16,8	1,2	12,5	19,4	7,3
12	11,2	0,67	9,6	13,1	6,0

В силу того, що число відібраних проб для встановлення різноякісності зернової маси обмежена (60 – 80 шт.), можна припустити, що в зерновій масі могли бути ділянки і з великим вмістом смітної та зернової домішок, вологих і тих що мають більш високу температуру, ніж встановлені при експериментах. Для встановлення ймовірності таких ділянок в зерновій масі необхідно встановити закон розподілу цих показників.

Значне число чинників, що обумовлюють вміст смітної та зернової домішок, вологість та температуру зерна у партіях, що формуються на хлібоприймальних підприємствах, в результаті випадкового об'єднання автомобільних партій з різних господарств в різний час, дозволяють висунути гіпотезу про те, що розподіл домішок, вологості і температури в партіях зерна підпорядковується закону нормального розподілу. «Критерію погодження» фактичних розподілів за

законом нормального розподілу з імовірністю  $P = 0,95$  представлені в табл. 3.4. Різноманітність окремих ділянок зернової маси за вмістом смітної домішки у восьми партіях з дев'яти відповідали закону нормального розподілу, а за вмістом зернової домішки, вологості і температури – у всіх дев'яти партіях.

Для опису закону нормального розподілу, який характеризує різноманітність партій свіжозібраного зерна пшениці за засміченістю, вологістю і температурою, використовуються два параметри: середнє значення і середнє квадратичне відхилення. Використовуючи ці характеристики з заданою ймовірністю можна визначити максимальні значення вмісту смітної і зернової домішок, вологості і температури в окремих ділянках насипу.

У сформованих партіях зерна середні квадратичні відхилення за вологістю були в межах від 0,30 до 1,16 % з смітної домішки – від 0,14 до 1,64 %, зернової домішки – від 0,88 до 2,90 % і температурі – від 0,55 до 1,56 °С.

Використання закону нормального розподілу системи випадкових величин дозволяє описати модель зернової маси за такими параметрами, як вологість, засміченість і температура зерна.

Ймовірність того, що значення кожної ознаки ( $X$ ) будуть перевищувати значення ( $\alpha$ ) визначається по формулі [19]:

$$P(x > \alpha) = 1 - \Phi^* \left( \frac{\alpha - m}{\sigma} \right) \quad (3.1)$$

де  $\Phi^*$  – стандартна функція розподілу, яка визначаються за таблицею;

$m$  – середнє значення ознак;

$\sigma$  – середнє квадратичне відхилення ознаки;

Для встановлення ймовірності знаходження зернового насипу у стані, що визначається кількома незалежними один від одного параметрами, використовується теорема відтворення ймовірності кожної ознаки [19]:

$$P(A_1; A_2 \dots A_n) = P(A_1)P(A_2) \dots P(A_n) \quad (3.2)$$

де  $A_1; A_2 \dots A_n$  – окремі параметри.

Виходячи з викладеного, наведемо в якості прикладу розрахунок відносного вмісту ділянок зерна з вологістю більше 15,5 % і вмістом смітної домішки понад 2,0 % на прикладі партії 2 з середніми значеннями цих показників, відповідно 15,2 % і 1,9 % (табл. 3.1). Кількість зерна (виражене через ймовірність) з вологістю понад 15,5 %:

$$P(A_1)(x > 15,5) = 1 - \Phi^* \left( \frac{15,5 - 15,2}{0,67} \right) = 0,33$$

Кількість зерна з вмістом смітної домішки вище 2,0 %.

$$P(A_2)(y > 2,0) = 1 - \Phi^* \left( \frac{2,0 - 1,9}{0,92} \right) = 0,44$$

Ймовірність того, що зерно з вологістю понад 15,5 % матиме вміст смітної домішки понад 2,0 % визначається з рівняння (3.2):

$$P(A_1; A_2 \dots A_n) = P(A_1)P(A_2) = 0,33 \cdot 0,44 = 0,145$$

Отже, 14,5 % зерна від усієї партії може мати вологість понад 15,5 % і містити бур'янисту домішку понад 2,0 %. Аналізуючи дані про температуру зернової маси і зовнішнього повітря, представлені в таблиці 3.4, слід зазначити, що температура зернової маси найбільш близька до максимальної температури зовнішнього повітря в період формування партії. Можна припустити, що відповідність температури зернової маси максимального значення температури зовнішнього повітря є наслідком великої теплової інерції і низькою тепло - і



температуропровідністю зерна. В період збирання врожаю окремі зерна у колосі за рахунок інсоляції нагріваються значно вище, ніж навколишнє повітря, а віддача тепла зерною масою при тривалому збереженні її на токах відбувається порівняно повільно. У сформованих партіях зерна різниця між максимальними і мінімальними температурами окремих ділянок насипу невелика і становить 2,8 – 5,3 °С.

Таким чином, нами встановлено, що максимальний вміст бур'янистої домішки в окремих ділянках насипу партій свіжозібраного зерна пшениці, що формуються на хлібоприймальних підприємствах може перевищувати середній вміст по партії в 1,8 – 3,5 і зерновий – в 1,5 – 2,2 рази. В партії сухого свіжозібраного зерна максимальні значення вологості перевищують середнє значення на 1,3 %, в партіях середньої сухості і вологого – на 1,7 % і сирого (до 19,0 % включно) – на 3,8 %. Параметри, що характеризують різноякісність окремих ділянок зернової маси по вмісту смітної та зернової домішок, вологості і температури, підпорядковуються закону нормального розподілення.

Таблиця 3.4 – Температура формування партій зерна пшениці і навколишнього повітря

№ партії	Середня температура зернової маси, °С	Граничні значення		Температура навколишнього повітря в період формування партії, °С		
		min	max	середньодобова	min	max
1	23,9	25,2	21,3	20,1	25,1	16,0
2	30,3	33,2	29,1	24,1	31,0	15,5
3	33,1	36,2	30,9	27,3	33,9	21,1
4	23,7	25,2	21,0	20,6	26,8	14,9
5	25,0	26,6	23,6	19,4	26,6	14,1
9	29,4	29,4	26,6	-	-	-
10	27,0	29,2	25,0	-	-	-
11	21,4	23,4	18,9	-	-	-
12	17,2	19,4	16,0	-	-	-

Використання отриманих закономірностей і числових значень вмісту домішок, вологи і тепла в партіях свіжозібраного зерна пшениці, що формуються на хлібоприймальних підприємствах, дозволяють по новому підійти до встановлення строків безпечного зберігання та періодичності контролю температури і можуть бути використані для прогнозування з певною ймовірністю можливих термінів утворення місць самозігрівання при зберіганні і прийнятті своєчасних заходів по їх усуненню.

### 3.2 Зміна фізіологічних і мікробіологічних показників компонентів зернової маси при зберіганні

Зважаючи на різну фізіолого-біохімічну активність і обсеменення спорами мікроскопічних грибів компоненти зернової маси в неоднаковій мірі впливають на стійкість зерна при зберіганні.

Для визначення компонентів, які найбільшою мірою знижують стійкість свіжозібраної зернової маси, проведені дослідження в лабораторних умовах по вивченню змін їх мікробіологічних та фізіологічних показників при зберіганні.

Лабораторні досліди проводили на свіжозібраному зерні пшениці з природною вологістю 17,6 %, відібраної з партії 14, яка була сформована в період заготовок на хлібоприймальному підприємстві Дніпропетровської області (табл. 2.1).

Зерно характеризувалося нормальним кольором і запахом, знаходилось в негріючому, здоровому стані; енергія проростання була 4 % і схожість – 38 %. Сушінню партія зерна не піддавалась.

При просіюванні середньої проби на лабораторних комплекті сит було отримано 84,2 %, схід із сита отворами 2,5×20 мм 13,2 % схід із сита отворами 2,2×20 мм, 1,3 % схід із сита отворами 1,7×20 мм, 1,25 % схід сита отворами 1,7×20 мм і 0,05 % схід сита з отворами діаметром 1 мм.

Вміст компонентів смітної та зернової домішок в отриманих фракціях зерна представлено в табл. 3.5.

Мікробіологічні дослідження вихідного зерна показали, що мікрофлора середньої проби складається з польових грибів роду *Alternaria*, *Pusarium Dematiura* (табл. 3.6). При незначному вмісті грибів зберігання в середній пробі, які представлені родом *Penicillium*, відзначена значна різниця в їх кількості в окремих фракціях компонентів зернової маси. Так, кількість грибів, які зберігалися в битому зерні було більше в 55 разів, прохід сита з отворами  $1,7 \times 20$  мм 190, органічної домішки в 480, сід з сита з отворами діаметром 1 мм в 600 разів порівняно з середньою пробою.

Підвищений вміст мікроскопічних грибів в окремих компонентах і фракціях свіжозібраної зернової маси зумовили їх підвищену інтенсивність дихання.

Інтенсивність дихання битих зерен була більше порівняно з середньою пробою в 4,5, проходу сита отворами  $1,7 \times 20$  мм в 5,7 і проходу сита з отворами діаметром 1 мм в 6,8 рази і становила 68,0 мг  $\text{CO}_2$  на 100 г сухої речовини за 24 години. Найменшою інтенсивністю дихання характеризувалися великі і виповненні зерна – основне зерно сід з сита отворами  $2,5 \times 20$  мм, інтенсивність дихання яких була в 1,4 рази менше інтенсивності дихання середньої проби і склала 6,9 мг  $\text{CO}_2$  на 100 г сухої речовини за 24 години. Інтенсивність дихання дрібних і щуплих зерен (основне зерно сід з сита отворами  $1,7 \times 20$  мм) у 2,3 рази перевищує інтенсивність дихання сходу з сита отворами  $2,5 \times 20$  мм і в 1,5 рази інтенсивність дихання зерна середньої проби (15,8 від  $\text{CO}_2$  за 24 години на 100 г сухої речовини). При зберіганні фракцій і компонентів зернової маси окремо і в суміші з зерном, відмінності у видовому і кількісному складі мікрофлори та інтенсивності дихання не встановлено.

Таблиця 3.5 – Вміст компонентів домішок в фракціях зерна

Фракція зерна	Смітна домішка, %				Зернова домішка, %			
	всього	в тому числі:			всього	в тому числі		
		смітне насіння	органічна домішка	мінеральна домішка		биті зерна	жито	щуплі зерна
схід 2,5×20 мм	0,90	0,74	0,14	0,02	2,90	0,55	2,35	-
схід 2,2×20 мм	6,70	5,50	1,20	-	10,20	2,60	5,30	2,30
схід 1,7×20 мм	18,90	18,40	0,50	-	26,60	18,40	2,40	5,80
прохід 1,7×20 мм	24,40	21,0	3,40	-	28,00	23,20	1,20	3,60

Зміна мікрофлори фракцій і компонентів свіжозібраного зерна пшениці при зберіганні представлено в табл. 3.6

Таблиця 3.6 – Зміна мікрофлори фракцій і компонентів зерна пшениці насінневого призначення при зберіганні (вологість 17,6 %, температура – 22 – 25 °С)

Фракція і компоненти	Гриби зберігання					
	Всього	В тому числі:				
		Penicillium	Aspergillus			
			wentll	glauous	flavus	candidus
1	2	3	4	5	6	7
через 5 діб						
середня проба	1,8	1,2	0,3	0,1	-	0,2
схід з сита 2,5×20 мм (основне зерно)	0,8	0,1	0,4	0,3	-	-

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7
схід з сита 2,2×20 мм (основне зерно)	0,8	0,2	0,5	-	-	0,1
схід з сита 1,7×20 мм (основне зерно)	1,0	0,4	0,4	0,1	-	0,1
биті зерна	27,0	8,0	10,0	4,0	1,0	4,0
смітні зерна	3,9	1,2	1,1	0,1	0,1	1,4
прохід з сита 1мм	122,0	36,0	40,0	10,0	6,0	30,0
прохід з сита 1,7×20 мм (суміш)	46,0	8,0	27,0	4,0	3,0	4,0
через 10 діб						
середня проба	164,0	20,0	140,0	1,0	1,0	2,0
схід з сита 2,5×20 мм (основне зерно)	65,0	15,0	50,0	-	-	-
схід з сита 2,2×20 мм (основне зерно)	87,0	20,0	60,0	5,0	-	2,0
схід з сита 1,7×20 мм (основне зерно)	110,0	30,0	70,0	-	-	10,0
биті зерна	303,0	95,0	120,0	38,0	12,0	43,0
смітні зерна	200,0	100,0	40,0	10,0	30,0	20,0
прохід з сита 1мм	1160,0	490,0	380,0	270,0	14,0	6,0

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7
прохід з сита 1,7×20 мм (суміш)	716,0	380,0	250,0	45,0	25,0	16,0
через 15 діб						
середня проба	1130,0	190,0	10,0	150,0	80,0	700,0
схід з сита 2,5×20 мм (основне зерно)	270,0	60,0	200,0	-	-	10,0
схід з сита 2,2×20 мм (основне зерно)	490,0	50,0	400,0	40,0	-	-
схід з сита 1,7×20 мм (основне зерно)	780,0	80,0	100,0	200,0	-	400,0
биті зерна	2430,0	1400,0	800,0	100,0	100,0	30,0
смітні зерна	620,0	180,0	-	120,0	20,0	200,0
прохід з сита 1мм	2750,0	1150,0	600,0	-	600,0	400,0
прохід з сита 1,7×20 мм (суміш)	2530,0	1400	80,0	80,0	200,0	10,0

Після закінчення п'яти діб зберігання у всіх компонентах і фракціях зернової маси були виявлені тільки гриби родів *Penicillium* і *Aspergillus*. При цьому найбільшу кількість вказаних грибів зазначено на битих зернах, проходах сит з отворами 1,7×20 мм і діаметром 1 мм. Так, при вмісті грибів зберігання в основному зерні сходу сита з отворами 2,5×20 мм у кількості 0,8 тис. на 1 г, в битому зерні їх було 27,0 тис., прохід сита з отворами діаметром 1 мм – 122,0 тис. па 1 г. В цих компонентах виявлено найбільше зростання мікроскопічних грибів і при подальшому зберіганні (табл. 3.6).

Інтенсивний розвиток грибів роду *Penicillium* і *Aspergillus* в окремих компонентах і фракціях зернової маси призвело до збільшення інтенсивності їх дихання (рис. 3.1). На п'ятнадцяту добу зберігання інтенсивність дихання середньої проби склала 52,0 мг CO<sub>2</sub> на 100 г сухої речовини за 24 години, битих зерен – 196,0 мг CO<sub>2</sub>, проходу сита з отворами 1,7×20 мм – 275 мг CO<sub>2</sub>, проходу сита з отворами діаметром 1 мм – 324 мг CO<sub>2</sub>.

Дані щодо зміни мікрофлори в окремих компонентах і фракціях зернової маси узгоджуються з зміною інтенсивності їх дихання.

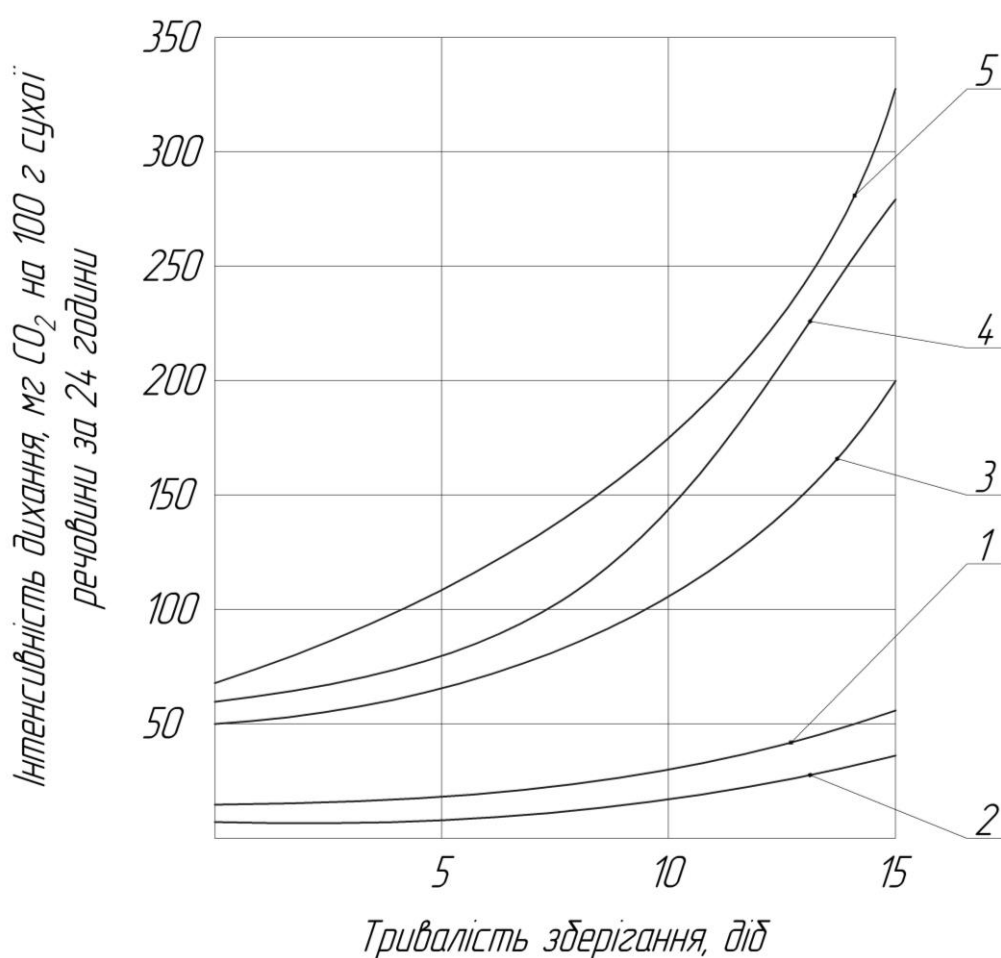


Рисунок 3.1 – Зміна інтенсивності дихання компонентів зернової маси при зберіганні  $W = 17,6 \%$ ,  $t = 22 - 25^\circ\text{C}$

- 1 – середня проба; 2 – схід 2,5×20 мм (основне зерно); 3 – биті зерна;  
4 – прохід 1,7×20 мм; 5 – прохід діаметром 1 мм.

Найбільший вміст грибів з роду *Penicillium* і *Aspergillus* у вихідних пробах битих зерен, проходах сит з отворами 1,7×20 мм і діаметром 1 мм (табл. 3.5) вплинуло на більш інтенсивний розвиток їх при зберіганні (табл. 3.6).

З представленого матеріалу випливає, що найбільшого обсеменення мікрофлорою і фізіологічними активними компонентами і фракціями в зерновій масі є органічна домішка і биті зерна, проходи сит з отворами 1,7×20 мм і діаметром 1мм.

Враховуючи різноякісність зернової маси за складом домішок, що має місце в партіях свіжозібраної пшениці, що формуються на хлібоприймальних підприємствах, для підвищення стійкості зерна при зберіганні і поліпшенні санітарно-гігієнічного стану щойно зібрана партії пшениці, що надходять на хлібоприймальні підприємства навіть з невеликим вмістом домішок повинні бути очищені в першу чергу від цих компонентів.

### 3.3 Дослідження впливу очистки на різноякісність партій свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення

Для визначення впливу очищення на різноякісність зернової маси партії свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення різної вихідної якості були очищені на повітряно-ситових сепараторах.

Результати обробки експериментальних даних показали, що очищення зерна дозволяє крім зниження середніх значень смітцевої і зернової домішок, також вирівнювати зернову масу за цими показниками, про що свідчить зменшення значень середніх квадратичних відхилень і максимального вмісту домішок в окремих ділянках (табл. 3.7). Так, в партії 3 при одноразовому очищенні на сепараторі Petkus k-245 середній вміст смітної домішки зменшився з 2,6 до 1,6 %, зернової – з 4,9 до 3,1% (рис. 3.2). При цьому максимальний вміст смітцевої домішки знизився з 6,7 до 3,7 %, а зернової – з 9,9 до 5,8 %. При триразовому очищенні максимальний вміст смітцевої домішки знизився до 1,5 і зернової – до 2,9 %. Значення середніх квадратичних відхилень зменшилися відповідно з 1,6 до

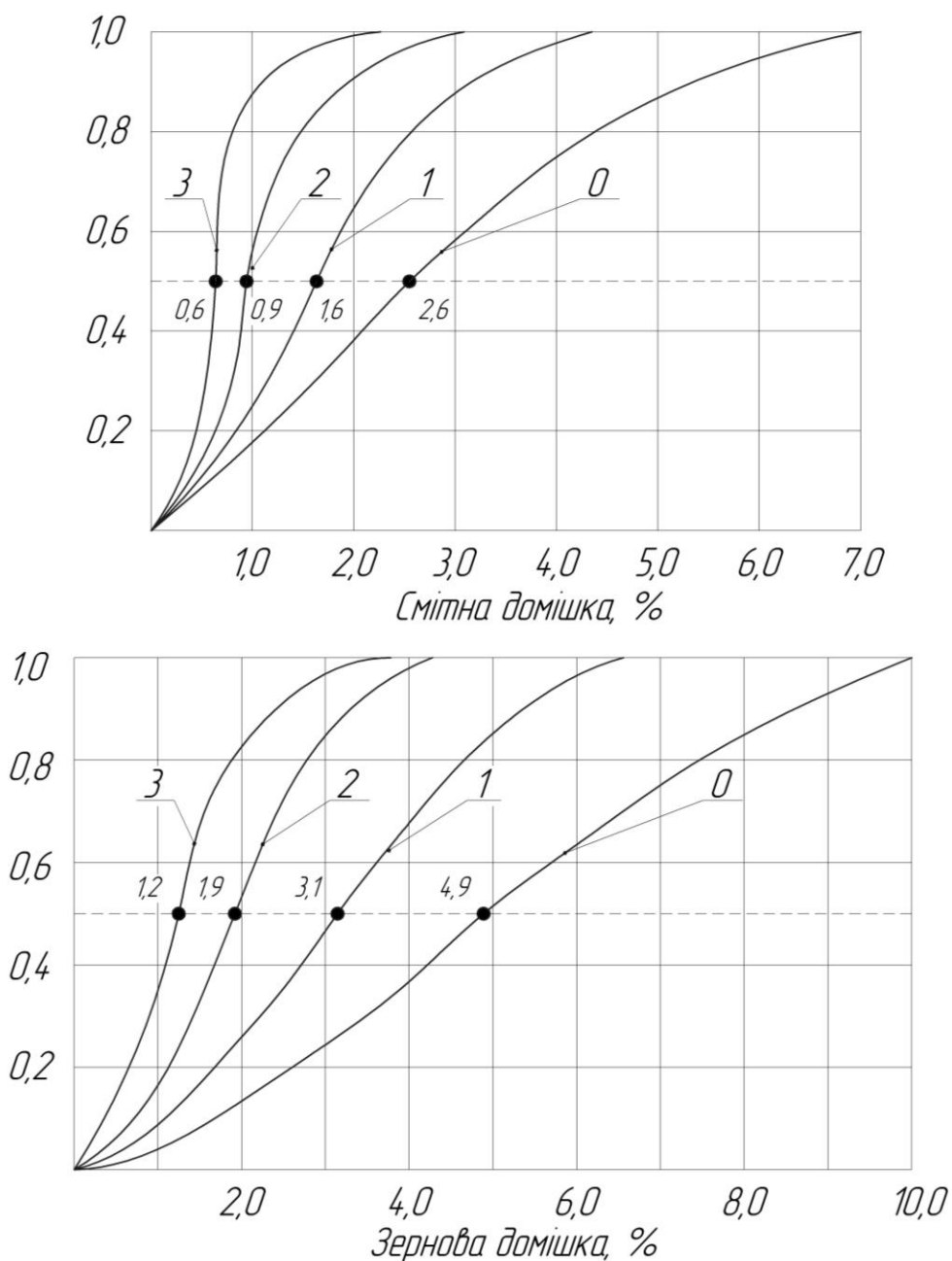


Таблиця 3.7 – Розподіл домішок у зерновій масі до і після очищення на сепараторі Petkus K-245.

Номер партії	Кількість пропусків зерна через сепаратор при очищенні	Домішка	Середнє значення, $m, \%$	Середнє квадратичне відхилення, $\sigma, \%$	Коефіцієнт варіації, $V, \%$	Максимальне значення	
						фактичне	розрахункове
1	2	3	4	5	6	7	8
1	без пропуску (контроль)	смітна зернова	1,4 5,3	0,90 2,10	67,0 40,4	3,8 10,8	3,6 10,5
		смітна зернова	0,9 4,9	0,40 1,79	43,5 42,5	1,6 7,6	1,9 8,7
2	без пропуску (контроль)	смітна зернова	1,9 3,9	0,92 1,60	49,5 41,2	4,3 7,2	4,2 7,9
		смітна зернова	0,8 2,6	0,67 0,93	88,7 36,8	2,0 3,8	2,4 4,9
3	без пропуску (контроль)	смітна зернова	2,6 4,9	1,64 2,00	62,4 41,0	5,9 7,1	6,7 9,9
		смітна зернова	1,6 3,1	0,84 1,08	52,5 35,3	3,4 4,1	3,7 5,8
	два	смітна зернова	0,9 1,9	0,54 0,72	57,4 38,3	2,0 3,2	2,3 3,9
		смітна зернова	0,6 1,2	0,36 0,68	64,3 56,2	1,4 2,8	1,5 2,9

Продовження табл. 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8
5	без пропуску (контроль)	смітна	0,8	0,66	86,8	1,8	2,4
		зернова	4,8	2,20	59,9	9,9	12,1
	один	смітна	0,4	0,26	60,5	1,00	1,1
		зернова	3,4	1,78	52,2	6,0	7,8
	два	смітна	0,4	0,19	51,4	0,8	0,8
		зернова	3,0	1,39	45,7	5,0	6,5
9	без пропуску (контроль)	смітна	0,5	0,28	58,3	0,9	1,2
		зернова	2,3	1,56	67,2	5,2	6,2
	один	смітна	0,3	0,19	61,3	0,6	0,8
		зернова	1,6	0,80	50,0	3,0	3,6
10	без пропуску (контроль)	смітна	0,6	0,44	71,0	1,3	1,7
		зернова	2,2	1,04	47,3	3,9	4,8
	один	смітна	0,3	0,18	62,1	0,7	0,6
		зернова	0,8	0,56	68,3	1,7	2,2
12	без пропуску (контроль)	смітна	0,8	0,66	83,7	2,8	2,4
		зернова	3,7	1,60	44,3	7,2	7,7
	один	смітна	0,5	0,30	60,6	1,0	1,3
		зернова	2,7	0,85	32,2	4,5	4,8



*Вплив очистки на розподіл засміченості в зерновій масі  
 0 – вихідне зерно; 1, 2, 3 – зерно після пропуску через сепаратор  
 Petkus-k245, відповідно 1-ї, 2-ї та 3-ї.*

Рисунок 3.2 – Вплив очистки на розподіл засміченості в зерновій масі (партія 3)

0,4 і з 2,0 до 0,7 %, Аналогічна картина спостерігалася і при очищенні інших партій зерна (табл. 3.7).

Обробка партій зерна з різною вихідною якістю показала, що очищення на повітряно-ситових сепараторах Petkus k-245 дозволяє вирівнювати розподіл домішок, що оцінюється по середньому квадратичному відхиленню, за сміттевою

домішкою на 27 – 61 %, за зерною – на 15 – 49 %; при цьому їх максимальне значення зменшуються на 30 – 60 % від вихідного вмісту в залежності від складу домішок і режимів роботи машини.

Дані щодо зміни розподілу окремих компонентів сміттевої і зернової домішок в результаті очистки наведені в табл. 3.8.

В процесі очищення, поряд зі зменшенням середнього вмісту окремих компонентів домішок, відбувається також і їх вирівнювання в зерновій масі. Так, наприклад, при зменшенні вмісту битих зерен з 2,20 до 1,96 %, максимальне їх значення знизилася з 5,64 до 3,50 а значення середніх квадратичних відхилень – з 1,14 до 0,62 %. Максимальний вміст проходу сита з отворами 1,7×20 мм зменшилася з 1,96 до 1,20 %, а органічної домішки з 0,84 до 0,24 %.

Вирівнювання розподілу в зерновій масі найбільш обсеменених спорами мікроскопічних грибів і фізіологічно активних компонентів домішок дозволяє значно скоротити можливість утворення місць самозігрівання за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів в місцях їх скупчення.

Проведені спостереження за зміною вологості і температури партій зерна в процесі очищення при прийманні показали, що помітного впливу на ці параметри очищення не робить (табл. 3.9, 3.10).

Відомо, що при сушінні зерна на рециркуляційних зерносушарках відбувається часткове видалення домішок. Для вивчення ефекту очищення в процесі сушіння, партія 4 була просушена на рециркуляційній зерносушарці Petkus WU-90; при цьому середня вологість партії зерна знизилася з 16,4 до 13,6 %, а значення середнього квадратичного відхилення – з 1,2 до 0,7 %. Температура просушеного зерна склала 26,9 °С, а значення середнього квадратичного відхилення – 1,84 °С. В результаті очистки зерна в процесі сушіння вміст смітної домішки зменшилось в 2,0, а зернової в 1,7 разів (табл. 3.11)

Таблиця 3.8 – Зміна розподілу компонентів домішок зернової маси при очищенні на сепараторі Petkus K-245

Вид обробки	Показники	Зернова домішка							Смітна домішка					
		Всього	В тому числі						Всього	Мінеральна	Органічна	Насіння бур'янів		Прохід сита 1,7 x 20 мм
			Бите зерно	Зелені	Поїдені	Щуплі	Роздавлені	Ячмінь				Всього	з них вівсюг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Вихідне зерно	Середнє значення $m$ , %	2,9	2,20	0,37	0,06	0,03	0,12	0,08	1,3	0,09	0,14	0,99	0,92	0,79
	Середнє квадратичне відхилення $\sigma$ , %	0,79	1,14	0,17	0,08	0,06	0,12	118,7	0,48	0,17	0,17	0,58	0,53	0,32
	Коефіцієнт варіації $V$ , %	27	52	47	122	188	103	119	57	184	127	58	67	41
	Максимальне значення $max$ , %	4,9	5,64	0,80	0,26	0,25	0,54	0,46	0,46	1,20	0,84	3,41	3,36	1,96

Продовження табл. 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Очищення на сепараторі Petkus K-245	Середнє значення $m$ , %	2,4	1,96	0,26	0,03	0,02	0,06	0,07	0,8	0,04	0,07	0,62	0,58	0,64
	Середнє квадратичне відхилення $\sigma$ , %	0,76	0,62	0,15	0,04	0,03	0,09	0,13	0,26	0,06	0,06	0,23	0,21	0,19
	Коефіцієнт варіації $V$ , %	31	31	60	141	227	161	179	33	139	92	36,8	36,9	31
	Максимальне значення $max$ , %	4,0	3,50	0,56	0,12	0,14	0,26	0,24	1,8	0,28	0,24	1,06	1,00	1,20

Таблиця 3.9 – Різноманітність свіжозібраного зерна пшениці по вологості при очищенні на сепараторі Petkus K-245

Номер партії	Кількість пропусків	Середнє значення $m$ , %	Середнє квадратичне відхилення $\sigma$ , %	Коефіцієнт варіації $V$ , %
3	контроль	11,0	0,44	4,0
	один	11,0	0,59	5,4
	два	11,1	0,54	4,9
	три	11,2	0,38	3,4
5	контроль	12,8	0,65	5,1
	один	12,5	0,60	4,8
	два	12,6	0,58	4,6
10	контроль	13,5	0,30	2,2
	один	13,6	0,32	2,3
1	контроль	16,8	0,58	3,5
	один	16,8	0,62	3,6
2	контроль	15,2	0,67	4,4
	один	14,9	0,63	4,4
9	контроль	16,7	0,34	2,0
	один	16,5	0,35	2,1

Таблиця 3.10 – Різноманітність партій свіжозібраного зерна пшениці за температурою при очищенні на сепараторі Petkus K-245

Номер партії	Кількість пропусків	Середнє значення $m$ , %	Середнє квадратичне відхилення $\sigma$ , %	Коефіцієнт варіації $V$ , %
3	контроль	33,1	1,56	4,7
	один	34,2	1,48	4,3
	два	33,1	1,33	2,5
	три	32,	1,20	3,7
5	контроль	25,0	0,55	2,2
	один	26,9	0,90	3,3
	два	24,5	0,68	2,8
10	контроль	27,0	0,82	3,0
	один	26,7	0,78	2,9
1	контроль	23,9	0,88	3,7
	один	24,0	0,56	2,3
2	контроль	30,3	0,88	2,9
	один	29,3	1,00	3,4
9	контроль	28,4	0,55	1,9
	один	27,0	0,51	1,9

Таблиця 3.11 – Розподіл домішок в зерновій масі при переміщенні і очищенні в процесі сушіння

Номер партії	Вид обробки	Домішка	Середнє значення $m$ , %	Середнє квадратичне відхилення $\sigma$ , %	Максимальне значення
4	Вихідне зерно	смітна	0,4	0,14	0,8
		зернова	3,0	0,88	5,6
	Очищення в процесі сушіння на зерносушарці «Petkus WU-90»	смітна	0,2	0,10	0,5
		зернова	1,8	0,79	4,20
6	Вихідне зерно	смітна	0,4	0,19	1,0
		зернова	2,6	0,39	3,8
	Переміщення	смітна	0,4	0,15	0,8
		зернова	2,6	0,40	3,8
7	Вихідне зерно	смітна	0,5	0,23	1,2
		зернова	3,2	0,68	5,2
	Переміщення	смітна	0,6	0,25	1,3
		зернова	3,5	0,79	5,8
8	Вихідне зерно	смітна	0,4	0,17	0,9
		зернова	2,0	0,21	2,7
	Переміщення	смітна	0,4	0,15	0,9
		зернова	2,1	0,22	2,7

Максимальний вміст домішок в окремих ділянках насипу просушеного зерна знизилося відповідно на 40 і 25 %,

Для того, щоб визначити ефективність вирівнювання зернової маси безпосередньо в результаті очищення її на сепараторі партії 6, 7 і 8 були переміщені тільки по транспортним механізмам.

Як видно з даних, представлених в табл. 3.11, переміщення зернової маси тільки по транспортних механізмів практичного впливу на нерівномірність розподілу домішок не зробило.



Склад і вміст домішок в окремих сформованих і оброблених за різними технологічними схемами партіях зерна наведені в табл. 3.12 У контрольних партіях зерна смітна домішка, в основному, складала насіння бур'янів і органічна домішка; зернова домішка була представлена битими і поїденими зернами.

При очищенні зерна на повітряно-ситовому сепараторі Petkus K-245 кількість органічної домішки знизилася на 33 %, засміченого насіння – на 45 %, битих і з'єдених зерен – на 20 % при сушінні зерна також значно знизилася кількість органічної домішки, битих і з'єдених зерен. Переміщення зернової маси по транспортних механізмів на склад і вміст домішок практично впливу не зробило.

Таким чином, очищення свіжозібраного зерна при прийманні на повітряно-ситових сепараторах може бути використаний технологічний прийом підготовки зерна до зберігання як з точки зору зниження вмісту сміттевої і зернової домішок, так і приведення зернової маси в однорідний стан за цими показниками.

#### 3.4 Зміна мікробіологічних і фізіолого-біохімічних показників зернової маси після очищення

Для визначення зміни мікробіологічних і фізіолого-біохімічних показників зернової маси після очищення дослідні партії свіжозібраного зерна пшениці різної вихідної якості були очищені на повітряно-ситових сепараторах типу Petkus.

Результати мікробіологічних досліджень по вивченню зміни мікрофлори щойно зібраної партій пшениці в процесі очищення наведені в табл. 3.13. З огляду на те, що стан зернової маси при зберіганні характеризується кількістю грибів, в табл. 3.13 наведені дані щодо зміни грибів роду *Penicillium* і *Aspergillus*. Визначення кількісного і видового складу мікрофлори проводили за середніми пробам партій зерна, відібраних до і після очищення відповідно до ДСТУ 10839-2010.

Таблиця 3.12 – Склад і вміст домішок в сформованих і оброблених партіях зерна

Номер партії	Вид обробки	Смітна домішка, %					Зернова домішка, %					
		Всього	в тому числі				Всього	в тому числі				
			прохід через сито Ø 1 мм	смітєві насіння	органічна домішка	мінеральна домішка		поїдені та биті	щупле	зелене	роздавлені	жито, ячмінь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	без обробки	0,72	0,02	0,35	0,30	0,05	4,82	4,50	0,04	0,02	0,06	0,20
	очищення на сепараторі Petkus K-245	0,40	-	0,20	0,20	-	3,70	3,60	-	-	-	0,10
4	без обробки	0,40	0,04	0,02	0,22	0,10	3,06	2,88	0,06	-	-	0,12
	сушіння на зерносушарці «Petkus WU-90»	0,26	0,04	0,16	0,04	0,02	1,84	1,76	-	0,08	-	-
6	без обробки	0,50	0,04	0,06	0,20	0,20	2,92	2,56	0,06	0,10	0,08	0,12
	переміщення	0,48	0,02	0,06	0,20	0,20	2,80	2,46	0,04	0,10	0,10	0,10
7	без обробки	0,54	-	0,30	0,04	0,20	3,26	2,84	0,06	0,20	0,10	0,06
	переміщення	0,54	-	0,34	0,06	2,14	3,20	2,80	0,02	0,18	0,08	0,12
8	без обробки	0,40	-	0,18	0,04	0,18	2,24	1,90	-	0,18	-	0,16
	переміщення	0,44	-	0,26	0,08	0,10	2,20	1,92	-	0,16	-	0,12

Таблиця 3.13 – Вплив очищення на зміну мікрофлори зернової маси

Номер партії	Вид обробки	Гриби зберігання, тис. на 1 г зерна		
		Всього	В тому числі	
			Penicillium	Aspergillus
1	Вихідне зерно	0,20	0,10	0,10
	Очищення на сепараторі Petkus K-245	0,50	0,30	0,20
2	Вихідне зерно	0,13	0,03	0,10
	Очищення на сепараторі Petkus K-245	0,13	0,03	0,10
3	Вихідне зерно	0,23	0,20	0,03
	Одноразове очищення на сепараторі Petkus K-245	0,09	0,08	0,01
	Дворазове очищення на сепараторі Petkus K-245	0,13	0,04	0,09
13	Вихідне зерно	0,25	0,08	0,15
	Очищення на сепараторі Petkus K-245	0,19	0,06	0,12

Як видно з даних табл. 3.13, в процесі очищення зерна на сепараторах не було встановлено помітного зниження кількості грибів зберігання в середніх пробах до і після очищення, незважаючи на те, що вміст домішок у зерновій масі зменшилася (табл. 3.6).

Для більш детального вивчення впливу очищення на зміну вмісту мікроскопічних грибів знімали кількісно-якісний баланс роботи сепаратора і визначали вміст мікрофлори у фракціях зернової маси, одержуваної при очищенні, і окремих їх компонентах.

В процесі очищення партії 13 на повітряно-ситовому сепараторі Petkus K-245 вміст смітної домішки зменшилася з 1,0 до 0,4 % і зернової – з 5,0 до 2,9 % (табл. 3.14).

Таблиця 3.14 – Зміна складу домішок в зерновій масі в результаті очищення на сепараторі Petkus K-245

Склад домішок	До очищення	Після очищення
Смітна домішка, всього, %	1,0	0,4
в тому числі :		
мінеральна домішка	0,22	0,10
органічна домішка	0,36	0,14
сміттєві насіння	0,38	0,20
прохід сита з діаметром отворів 1 мм	0,02	-
Зернова домішка, всього, %	5,0	2,9
в тому числі:		
бите зерно	1,66	0,32
щупле зерно	0,30	0,14
зерна жита	2,64	2,40

При цьому зменшився вміст компонентів домішок, найбільш всіяні мікроскопічними грибами – органічної і мінеральної домішок, битих зерен і проходу сита з отворами діаметром 1 мм.

Виходячи з результатів знятого балансу (табл. 3.15) визначали фактичну продуктивність зерноочисної машини і технологічний ефект її роботи.

$$Q_{\phi} = \frac{Q_{\text{вих}} \cdot 60}{1000} = \frac{463,60}{1000} = 27,8 \text{ т/год} \quad (3.4)$$

де  $Q_{вих}$  – кількість зернової суміші надходить в машину, кг/хв (табл. 3.15);

$Q_{ф}$  – фактична продуктивність зерноочисної машини, т/год.

$$E = \frac{A - B}{A} \cdot 100 = \frac{10,6 - 4,3}{10,6} \cdot 100 = 60\%$$

де  $E$  – технологічний ефект очищення зерна, %

$A$  – вміст відокремлених домішок у вихідній суміші, кг;

$B$  – вміст відокремлених домішок в зерні після очищення, кг.

Для визначення ефективності очищення на утримання мікрофлори в зерновій масі отримані фракції зерна за допомогою лабораторного пристрою аналізатора, набору лабораторних сит і вручну були розділені на окремі компоненти (табл. 3.15), в яких визначали видовий і кількісний склад мікрофлори.

Таблиця 3.15 – Склад і вміст компонентів в фракціях, отриманих при очищенні зернової маси на сепараторі Petkus K-245, %

Компоненти	Фракції			Всього
	Прохід посівного сита 1,7×20 мм	Відходи з осадочних камер	Схід з сортувального сита	
Основне зерно	0,3	-	3,0	3,3
Мінеральна домішка	3,5	-	3,0	6,5
Прохід сита Ø 1мм	14,3	2,8	-	17,1
Сміттєві насіння	10,4	-	-	10,4
Органічна домішка	4,8	3,8	0,4	9,0
Бите зерно	51,7	-	0,1	51,8
Щупле зерно	1,0	-	-	1,0
Зерна жита	0,6	-	0,1	0,7
Разом	86,8	6,6	6,6	100

Як видно з даних таблиці 3.15, при очищенні зерна на сепараторі виділені компоненти, які, як було встановлено, що найбільшою мірою знижують стійкість

зерна при зберіганні: биті зерна, прохід сита з отворами діаметром 1 мм, органічна і мінеральна домішки.

Таблиця 3.16 – Вплив очищення на зміну якості свіжозібраного зерна пшениці

Номер партії	Вологість, %	Вид обробки	Інтенсивність дихання, мг CO <sub>2</sub> на 100 г сухої речовини за 24 години	Енергія проростання, %	Схожість, %	Кислотне число жиру, мг КОН на 1 г жиру
1	16,8	Вихідне зерно	1,038	43	79	12,4
		Очищення на сепараторі Petkus k-245	0,0584	56	82	12,1
2	15,2	Вихідне зерно	0,093	60	83	14,2
		Очищення на сепараторі Petkus k-245	0,095	75	85	14,2
3	11,0	Вихідне зерно	0,017	72	85	11,8
		Очищення на сепараторі Petkus k-245	0,004	69	85	13,9
5	12,8	Вихідне зерно	0,028	62	92	9,7
		Очищення на сепараторі Petkus k-245	0,010	73	90	9,3

Отже, одним з напрямків підвищення ефективності роботи сепаратора є вдосконалення очисних сит, які в існуючих зерноочисних машинах працюють недостатньо ефективно .

Як показали дані, наведені вище, ці ж компоненти в значно більшому ступені уражаються цвільлю при зберіганні.

Таким чином, очищення зерна на повітряно-ситових сепараторах сприяє підвищенню стійкості зернової маси при зберіганні шляхом виділення компонентів найбільш схильних до дії мікрофлори, особливо грибів з роду *Aspergillus* і *Penicillium*, незважаючи на незначне їх зниження встановлене за середніми пробам.

В очищеному вологому зерні за рахунок видалення найбільш фізіологічно активних компонентів смітцевої і зернової домішки відмічене зниження інтенсивності дихання в порівнянні з неочищеним зерном. Так, наприклад, після очищення партії 1 вологістю 16,8 % було відзначено зниження інтенсивності дихання в порівнянні з вихідним в 1,8 рази (табл. 3.16). У партіях зерна вологістю від 11,0 до 15,2 % (партії 2, 3 і 5) помітних змін в інтенсивності дихання між очищеним і неочищеним зерном не встановлено.

Відзначено збільшення кислотного числа жиру на 2,1 мг КОН на 1 г жиру після очищення партії 3, що пов'язано з видаленням битих і щуплих зерен (табл. 3.16).

Проведені дослідження свідчать про необхідність ефективного видалення із зернової маси дрібної домішки (прохід сита 1,7×20 мм) і аспірацій відноситься, які відрізняється найбільшим осеміненням і підвищеною інтенсивністю дихання, що дозволить скоротити втрати сухих речовин на дихання і зменшити виділення тепла, що є однією з основних причин самозігрівання і погіршення якості зерна при зберіганні.

#### Висновки за розділом

В даному розділі дипломної роботи було проведено експериментальні дослідження та встановлено, що очищеному вологому зерні за рахунок видалення найбільш фізіологічно активних компонентів смітцевої і зернової домішки відмічене зниження інтенсивності дихання в порівнянні з неочищеним зерном.

Проведені дослідження свідчать про необхідність ефективного видалення із зернової маси дрібної домішки (прохід сита 1,7×20 мм) і аспіраційних відносів,

що відрізняється найбільшим осемінням і підвищеною інтенсивністю дихання, що дозволить скоротити втрати сухих речовин на дихання і зменшити виділення тепла, що є однією з основних причин самозигрівання і погіршення якості зерна при зберіганні.



## 4 ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА ВПЛИВУ ОЧИСТКИ НА СТІЙКІСТЬ ЗЕРНА НАСІННЕВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

### 4.1 Вплив очистки на стійкість зерна при зберіганні

Виробничі дослідження по визначенню впливу очищення на стійкість свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення при зберіганні проводили в умовах одного з елеваторів Дніпропетровської області на дослідних партіях очищеного і неочищеного зерна різного стану по вологості: вологого, середньої сухості і сухого. Очищення зернової маси проводили на технологічній лінії післязбиральної обробки з використанням повітряно-ситових сепараторів Petkus K-245.

Про стійкість партій зерна при зберіганні судили по підвищенню температури, що є комплексним критерієм оцінки життєдіяльності всіх компонентів зернової маси і по зміні мікробіологічних та фізіолого-біохімічних показників. Одночасно проводили спостереження за зміною температури зовнішнього повітря.

В результаті очищення зернової маси у вологому стані (партія 1) вміст смітної домішки знизився з 1,4 до 0,9 %, зернової – з 5,3 до 4,3 % (табл. 3.7). При цьому значення середніх квадратичних відхилень знизилися відповідно з 0,9 до 0,4 і з 2,1 до 1,8 %, що свідчить про вирівнювання розподілу домішок у зерновій масі.

При зберіганні очищеної зернової маси спостерігали поступове підвищення температури в порівнянні з неочищеною. При цьому найбільший приріст температури відзначений на глибині 70 см від поверхні насипу (рис. 4.1).

На восьму добу зберігання температура неочищеного зерна збільшилася до 30 °С, що характерно для початкового періоду самозигрівання, а на 13 день зберігання температура досягла 36,5 °С, незважаючи на зниження температури зовнішнього повітря (рис. 4.1).

У очищеній зерновій масі на тринадцяту добу температура підвищилася тільки до 29,1 °С (рис. 4.1).

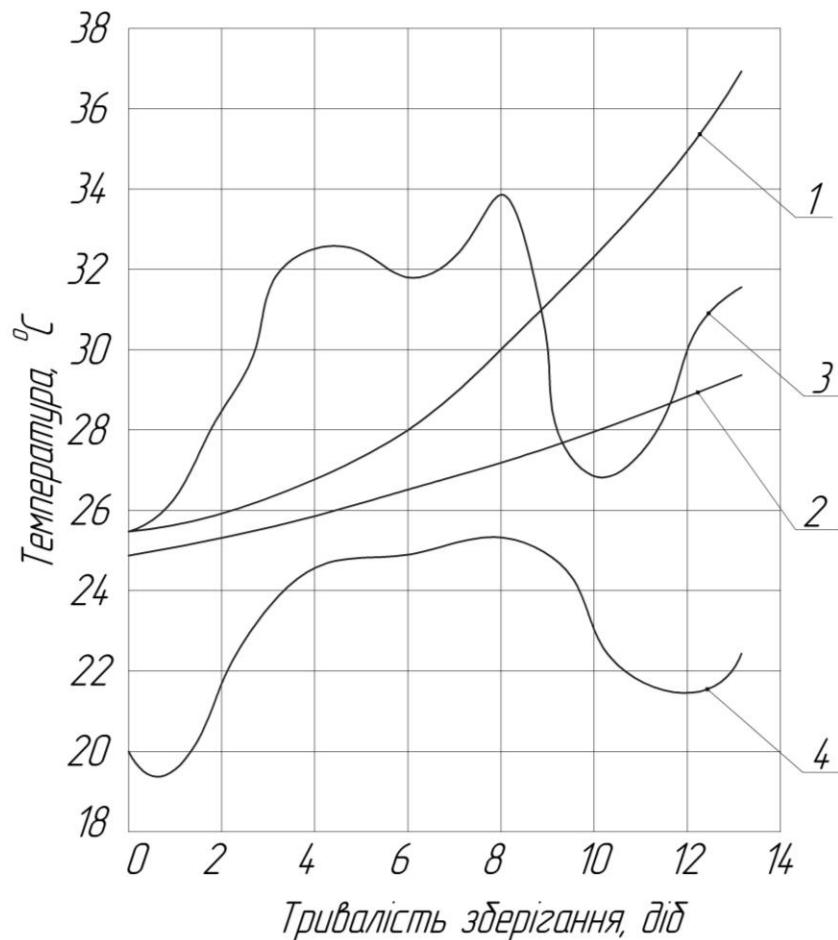


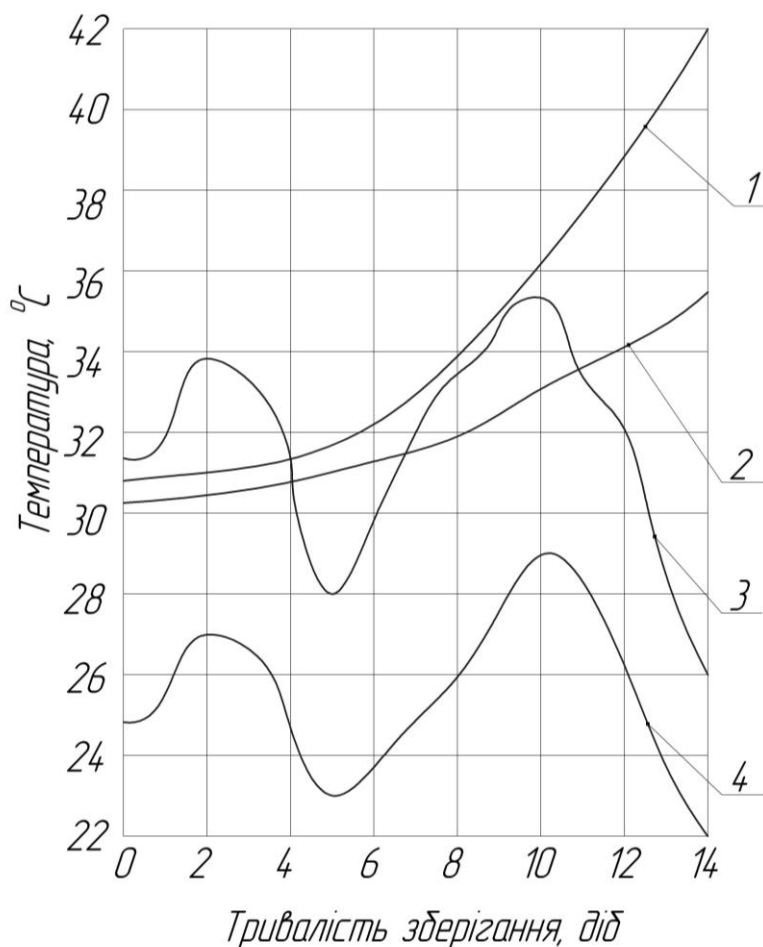
Рисунок 4.1 – Вплив очистки на зміну температури при зберіганні вологого свіжозібраного зерна (партія 1)

1 – температура неочищеного зерна на глибині 70 см; 2 – температура очищеного зерна на глибині 70 см; 3 – максимальна температура навколишнього повітря; 4 – середньодобова температура навколишнього повітря.

В очищеній зерновій масі на тринадцяту добу температура підвищилася тільки до 29,1 °С (рис. 4.1).

При більш нерівномірному підвищенні температури в окремих ділянках насипу неочищеної зернової маси в порівнянні з очищеною свідчить різниця в значеннях середнього квадратичного відхилення. Так, за вісім діб зберігання

неочищеної зернової маси значення середнього квадратичного відхилення збільшилося з 0,9 до 1,7 °С, а на тринадцяту добу зберігання досягло 2,8 °С, а в очищеній зерновій масі за цей же термін зберігання значення середньоквадратичного відхилення збільшилося тільки з 0,6 до 1,2°С.



Вплив очистки на зміну температури при зберіганні свіжозібраного зерна середньої сухості (партія 2)

1 – температура неочищеного зерна на глибині 120 см; 2 – температура очищеного зерна на глибині 170 см; 3 – максимальна температура навколишнього повітря; 4 – середньодобова температура навколишнього повітря.

При зберіганні очищеного і неочищеного зерна середньої сухості вологістю 15,2 % (партія 2) також встановлено різниці в темпах приросту температури рис. 4.2. Температура зерна, яке не пройшло очищення збільшилася після чотирнадцяти днів з 31 до 42 °С, а очищеного – до 35 °С. Значення середнього

квадратичного відхилення по температурі в насипі неочищеного зерна за цей же термін зберігання збільшилася з 0,9 до 3,7 °С, а очищеного – з 1,0 до 1,7 °С.

Слід зазначити, що при однакових значеннях середнього квадратичного відхилення по температурі в партіях неочищеного зерна вологого і середньої сухості рівній 0,9 °С, установлена різниця в їх збільшенні при зберіганні. Так, якщо у вологому зерні приріст середнього квадратичного відхилення рівний 0,1 °С, то в середній сухості – 0,20 °С, що свідчить про більшу нерівномірності окремих ділянок по температурі зерна середньої сухості в порівнянні з вологим.

Якщо різниця в максимальних значеннях температури до кінця зберігання по окремих ділянках в різних шарах в партії вологого зерна складала 5,2 °С, то в партії середньої сухості – 12,5 °С.

При тимчасовому зберіганні зерна вологістю 17,0 % (9 партія) також встановлено відмінність у темпах приросту температури між очищеною і неочищеною зерновою масою. На восьмий день зберігання в неочищеному зерні були виявлені ділянки з температурою 37 – 40 °С, а в очищеному – максимальна температура складала 30 °С при початковій температурі 28 °С.

Підвищення температури призвело до необхідності зняття партій зерна з дослідного зберігання. Оцінка фізіологічних і мікробіологічних показників свідчить про те, що підвищення температури було наслідком розвитку грибів зберігання і збільшення інтенсивності дихання.

Так, мікробіологічний аналіз середніх проб зерна вологістю 16,8 % (1 партія) показав, що до кінця тимчасового зберігання, після закінчення тринадцяти діб, в неочищеному зерні кількість грибів зберігання збільшилася більш ніж в 50 разів і складало 10,6 тис. на 1 г зерна, а в очищеному – тільки в 5 разів (2,6 тис на 1 г зерна.) (табл 4.1.). Гриби при зберіганні в основному були представлені родом *Aspergillus* (близько 80 %).

Через велику нерівномірності температури зерна середньої сухості вологістю 15,2 % (2 партія) по окремих ділянках в кінці тимчасового зберігання визначення обсіменіння зерна мікроскопічними грибами проводили в різних шарах насипу. При цьому встановлено, що кількість грибів зберігання в

очищеному зерні на глибині до 120 см від поверхні насипу за 14 діб практично залишилася на початковому рівні (від 0,13 до 0,22 тис на 1 г зерна.), а на глибині 170 см, де зазначено найбільше підвищення температури – збільшилось до 4,86 тис. на 1 г зерна.

У неочищеному зерні було відзначено більш інтенсивний розвиток грибів зберігання. Так, на глибині 120 см від поверхні насипу їх кількість збільшилася майже в 500 разів і склала 63,70 тис. на 1 г зерна .

Таблиця 4.1 – Зміна мікрофлори свіжозібраного зерна пшениці вологістю 16,8 % при зберіганні ( партія 1)

Вид післязбиральної обробки	Тривалість зберігання, сутки	Гриби зберігання, тис/г зерна				
		Всього	В тому числі			
			Penicillium	Aspergillus		
				glaucus	flavus	wentii
Вихідне зерно (контроль)	Початок зберігання	0,20	0,10	0,10	-	-
	13	10,60	2,60	5,20	2,10	0,70
Очистка на сепараторі Petkus k-245	Початок зберігання	0,59	0,50	0,20	-	-
	13	2,60	0,30	1,0	0,80	0,50

Збільшення грибів зберігання в очищеному і неочищеному зерні відбувалося переважно за рахунок розвитку роду *Aspergillus*. Розвиток грибів зберігання в обох партіях очищеного і неочищеного зерна призвело до збільшення інтенсивності дихання (табл. 4.3). Так, при зберіганні партії 1 інтенсивність дихання в неочищеному зерні збільшилася в 1,8, а в очищеному – в 1,6 рази. При цьому, інтенсивність дихання в кінці зберігання очищеного зерна була майже в 2 рази менше, ніж неочищеного і склала 0,93 мг CO<sub>2</sub> на 100 г сухої речовини за 24 години.

В очищеному і неочищеному зерні середньої сухості (2 партія) інтенсивність дихання, в порівнянні з вихідним зерном за чотирнадцять діб

зберігання збільшилася в 3 рази і склала 0,26 мгСО<sub>2</sub> на 100 г сухої речовини за 24 години.

Приріст кислотного числа жиру за п'ять діб зберігання (партія 1) для очищеного зерна склав 0,7, а неочищеного – 1,8 мг СО<sub>2</sub> на 1 г жиру. На тринадцяту добу зберігання в результаті розвитку мікроскопічних грибів в партії неочищеного зерна відбулося зменшення кислотного числа жиру на 1,9 мг СО<sub>2</sub> на 1 г жиру (табл. 4.2). У партії 2 за чотирнадцять діб зберігання кислотне число жиру в очищеному зерні збільшилася на 2,4, а в неочищеному – на 8,1 мг СО<sub>2</sub> на 1 г.

Таблиця 4.2 – Зміна мікрофлори свіжозібраного зерна пшениці вологістю 15,2 % при зберіганні (партія 2)

Вид післязби- ральної обробки	Місце відбору проби на глибині від поверхні насіпу, см	Строк зберіга- ння, діб	Гриби зберігання, тис на 1 г зерна				
			Всього	В тому числі			
				Pénicillium	Aspergillus		
			glaucus		flavus	weritii	
Вихідне зерно (контроль)	Середня проба	Початок збері- гання	0,13	0,03	0,01	-	-
	20	14	9,70	1,40	6,50	-	1,80
	70	14	0,23	0,03	0,20	-	-
	120	14	63,70	2,80	5,50	3,40	52,00
	170	14	0,48	0,03	0,40	-	0,05
Очистка на сепараторі Petkus K-245	Середня проба	14	0,13	0,03	0,10	-	-
	20	14	0,22	0,02	0,20	-	-
	70	14	0,13	0,01	0,10	-	0,01
	120	14	0,12	0,01	0,10	-	0,02
	170	14	4,86	0,06	4,30	-	0,050

Таблиця 4.3 – Зміна якості свіжозібраного зерна пшениці при зберіганні

Вид післязбиральної обробки	Строк зберігання, діб	Інтенсивність дихання, мг CO <sub>2</sub> на 100 г сухої речовини за 24 години	Схожість, %	Енергія проростання	Кислотне число жиру, мг КОН на 1 г жиру
1	2	3	4	5	6
Вихідне зерно (контроль)	Початок зберігання	1,038	43	79	12,4
	5	1,476	42	78	14,2
	13	1,845	42	79	12,3
Очистка на сепараторі Petkus k-245	Початок зберігання	0,548			
	5	0,6030	52	82	12,
	13	0,930	52	79	12,5
Вихідне зерно (контроль)	Початок зберігання	0,093	60	83	14,2
	5	0,112	-	-	19,2
	14	0,258	54	77	22,3
Очистка на сепараторі Petkus k-245	Початок зберігання	0,095	75	85	14,2
	5	0,040	-	-	13,1
	14	0,236	69	83	16,6

Зміни енергії проростання і схожості кількості і якості клейковини, вміст білків при тимчасовому зберіганні партій 1 і 2 не спостерігали (табл. 4.3 ). У партії 2 відмічено деяке збільшення числа падіння як в неочищеному, так і очищеному зерні (табл. 4.4).

Таким чином, очистка свіжозібраного зерна пшениці під час приймання на повітряно-ситових сепараторах за рахунок видалення найбільш фізіологічно активних компонентів, а також вирівнювання розподілу домішок у зерновій масі може бути використана як технологічний прийом для збільшення терміну тимчасового зберігання зерна середньої сухості і вологого.

Очищення вологого свіжозібраного зерна, проведене не в процесі приймання, а після тимчасового його зберігання, негативно впливає на стійкість

партій при подальшому зберіганні, після сушки, незважаючи на належний стан по температурі при тимчасовому зберіганні.

Так, при зберіганні зерна вологістю 16,4 % (партія 4) не простежувалось підвищення температури (рис. 4.4). Однак, на десяту добу зберігання з'явився пліснявий запах і зерно було просушено на зерносушарці Petkus WU-90, при цьому середня вологість знизилась до 13,6 %.

Мікробіологічний аналіз середніх проб зерна показав, що на п'яту добу зберігання вологого зерна кількість грибів зберігання збільшилася з 0,15 до 2,1 тис., А на дев'яту добу – до 18,1 тис. на 1 г зерна. Розвиток грибів зберігання призвів до збільшення інтенсивності дихання з 0,59 до 0,91 мг CO<sub>2</sub> на 100 г сухої речовини за 24 години.

Таблиця 4.4 – Вміст і якість клейковини, вміст білка, «число падіння» при тимчасовому зберіганні свіжозібраного зерна пшениці.

Номер партії	Вид післязбиральної обробки	Строк зберігання, діб	Клейковина		Вміст білка, %	Число падіння
			Вміст, %	Якість одиниць ІДК-1		
1	Вихідне зерно (контроль)	Початок зберігання	18	95	11,0	300
		5	18	95	-	296
		13	18	100	11,2	304
	Очистка на сепараторі Petkus k-245	Початок зберігання	18	95	11,86	300
		5	18	100	-	307
		13	18	100	12,03	310
2	Вихідне зерно (контроль)	Початок зберігання	18	120	11,39	290
		5	18	110	-	292
		14	18	110	11,51	350
	Очистка на сепараторі Petkus k-245	Початок зберігання	18	120	11,69	290
		5	18	120	-	292
		14	18	110	12,19	345



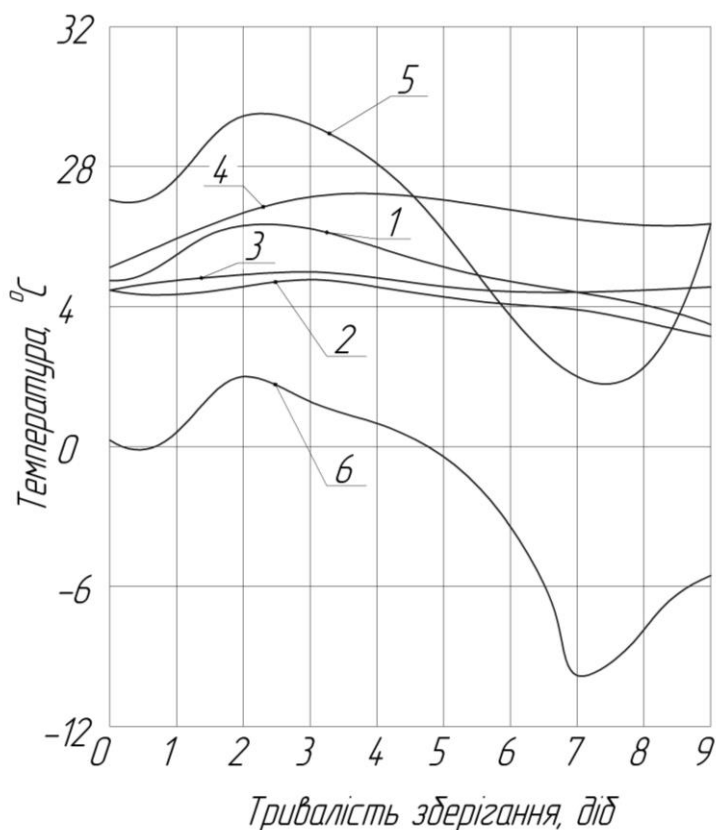


Рисунок 4.3 – Зміна температури зерна пшениці насіннєвого призначення вологістю 16,4 % при зберіганні (партія 4)

1 – температура зерна на глибині 20 см; 2 – температура зерна на глибині 70 см; 3 – температура зерна на глибині 120 см; 4 – температура зерна на глибині 170 см; 5 – максимальна температура повітря навколишнього середовища; 6 – середньодобова температура повітря навколишнього середовища.

У процесі сушіння знизився вміст сміттєвої і зернової домішок відповідно з 0,4 до 0,2 і з 3,0 до 1,8 % (табл. 3.6).

Кількість грибів зменшилася в 4 рази, інтенсивність дихання – в 70 разів і склала 0,013 мг CO<sub>2</sub> на 100 г сухої речовини за 24 години. При подальшому зберіганні партії, незважаючи на середню вологість зерна, що забезпечує його зберігання, на 25 добу було відмічено підвищення температури. В місцях самозігрівання температура зерна збільшилася до 33 – 35 °С (при вихідному значенні 27 °С), з'явилися ознаки злежування зернової маси і «затхлий» запах. Кількість пліснявої флори збільшилася майже в 3 рази.

Отже, тимчасове зберігання свіжозібраного зерна у вологому стані навіть при стабільній температурі, але неочищеного при прийманні, призводить до зниження його стійкості при подальшому зберіганні навіть після сушки за рахунок розвитку грибів зберігання.

Спостереження за партіями сухого свіжозібраного зерна вологістю до 13,0 % (партії 3 і 5) протягом двох-трьох з половиною місяців показали, що істотних відмінностей по температурі між очищеним і неочищеним зерном немає (табл. 4.5 і 4.6). Зниження температури зерна відбувалося відповідно зі зниженням температури зовнішнього повітря. Так, при зберіганні партії 3 і протягом двох місяців середньодобова температура знизилася на 10 °С (з 27 до 17 °С). Температура зерна в середньому знизилася з 32 – 34 до 20 – 23 °С, при цьому були відзначені окремі ділянки насипу з температурою зерна рівній 24 – 27 °С (табл. 4.6).

Таблиця 4.5 – Зміна температури зерна пшениці насінневого призначення вологістю 11,0 % при зберіганні (партія 3)

Тривалість зберігання, діб	Кількість пропусків через сепаратор	Середня температура зернової маси, °С	Середнє квадратичне відхилення, °С	Максимальна температура, °С	Середня температура зерна в °С на глибині від поверхні, см			
					20	70	120	170
Початок зберігання	контроль	33,1	1,56	36,2	31,9	31,7	33,5	35,5
	один	34,2	1,48	35,8	32,2	33,6	35,5	35,2
	два	33,1	1,33	35,2	30,9	31,2	33,8	34,2
	три	32,0	1,20	34,9	31,1	32,8	33,7	34,6
90	контроль	23,0	1,15	26,6	22,6	22,0	23,3	24,0
	один	22,1	1,22	25,0	21,9	21,8	21,7	23,4
	два	20,8	1,28	26,0	20,8	20,7	22,2	22,8
	три	20,8	1,12	24,0	21,2	21,0	20,6	20,9
110	контроль	10,7	4,10	20,0	5,5	7,3	11,1	15,5
	один	11,7	3,09	18,0	5,8	6,8	10,1	15,0
	два	10,9	3,13	20,0	4,8	6,4	10,6	14,2
	три	10,8	4,54	21,2	5,4	7,1	12,8	16,1

Таблиця 4.6 – Зміна температури зерна пшениці насінневого призначення вологістю 12,8 % при зберіганні (партія 5)

Тривалість зберігання, діб	Кількість пропусків через сепаратор	Середнє значення температури зернової маси, °С	Середнє квадратичне відхилення, °С	Максимальне значення температури зерна в °С на глибині від поверхні, см			
				20	70	120	170
Початок зберігання	контроль	25,0	0,55	25,1	25,5	25,8	26,3
	один	26,9	0,90	28,8	27,0	28,1	29,4
	два	24,5	0,68	26,4	26,0	25,5	26,0
90	контроль	3,6	7,63	-3,9	3,1	11,1	18,0
	один	5,8	7,25	-0,9	5,2	13,3	18,6
	два	5,0	6,38	-1,6	3,1	10,2	15,4

За три з половиною місяці зберігання середня температура зернової маси склала 10 – 12 °С при температурі зовнішнього повітря 1,5 °С. При цьому спостерігали розшарування зернової маси, за температурою, на що вказує різниця середніх температур в різних шарах насипу, які склала 5 – 16 °С, а значення максимальних температур в окремих ділянках насипу знаходилися на рівні 18 – 22 °С. Різниця за температурою в різних шарах зернової маси характеризується збільшенням середнього квадратичного відхилення до 4,5 °С.

У партії 5 зниження температури зовнішнього повітря відбувалося більш різко, ніж у партії 3, що призвело за три місяці зберігання до ще більшого розшарування зернової маси за температурою. Середнє квадратичне відхилення збільшилося з 0,5 – 0,9 °С до 6,4 – 7,7 °С;

Подальше зберігання партій зерна з такими перепадами температур пов'язане потенційною можливістю утворення конденсаційної вологи у верхніх шарах зернової маси, що може привести до зволоження і псування зерна. Тому в цей період партії зерна були переведені на зимовий режим зберігання. Результати зміни температури зернової маси після переводу на зимовий режим зберігання наведені в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Зміна температури зерна при переводі на зимовий режим зберігання (партія 5)

Кількість пропусків через сепаратор	До переводу на зимовий режим		Після переводу на зимовий режим	
	середнє значення $t$ , °С	середнє квадратичне відхилення, $\sigma$ , °С	середнє значення $t$ , °С	середнє квадратичне відхилення, $\sigma$ , °С
Контроль	4	7,6	3	4,2
Один	6	7,2	2	2,8
Два	5	6,4	1	3,2

Різниця в інтенсивності дихання, енергії проростання і схожості, кислотного числа жиру, кількості і якості клейковини, вміст білка і «числа падіння» між очищеним і неочищеним зерном при зберіганні не встановлено (табл. 4.8 і 4.9).

Зменшення кислотного числа жиру в очищеному і неочищеному зерні партії 3 на 3,0 – 6,6 і на 0,7 – 1,3 мг КОН в партії 5, зростання енергії проростання на 10 – 29 % і збільшення «числа падіння» на 100 – 120 с в партії 5 вказує на зниження фізіологічної активності зерна в процесі післязбирального дозрівання. (табл. 4.8 і 4.9).

Отже, очищення сухого свіжозібраного зерна вологістю до 13,0% при прийманні не робить істотного впливу на його збереження.

#### 4.2 Рекомендації щодо очищення свіжозібраного зерна пшениці на елеваторах та хлібоприймальних підприємствах

На підставі аналізу літератури і проведеного дослідження уточнені рекомендації по очищенню свіжозібраного зерна пшениці при проведенні післязбиральної обробки на хлібоприймальних підприємствах. Технологічні схеми очищення, які передбачають поряд з доведенням зерна до вимог цільового призначення за вмістом домішок і його зберігання без погіршення якості, наведені на рис. 4.4.

Таблиця 4.8 – Зміна якості зерна пшениці насінневого призначення при зберіганні

Номер партії	Вид післязбиральної обробки	Строк зберігання, діб	Інтенсивність дихання, мг CO <sub>2</sub> на 100 г сухої речовини за 24 год.	Енергія проростання, %	Схожість, %	Кислотне число жиру, кількість мг КОН на 1г жиру
3	Вихідне зерно (контроль)	Початок зберігання	0,017	72	85	11,8
		10	0,017	70	85	11,4
		85	0,18	72	85	10,9
		100	0,26	72	87	8,8
	Один пропуск через сепаратор Petkus k-245	Початок зберігання	0,004	69	85	13,9
		10	-	70	85	-
		85	0,017	70	85	12,9
		100	0,026	71	87	8,8
	Два пропуски через сепаратор Petkus k-245	Початок зберігання	0,005	67	82	13,9
		10	-	-	-	-
		85	0,005	67	82	13,9
		100	0,026	70	82	7,3
	Три пропуски	Початок				

5	через сепаратор Petkus k-245	зберігання	0,007	70	81	14,2
		10	0,010	-	-	12,1
		85	0,019	-	-	11,9
		100	0,026	74	83	8,8
	Вихідне зерно (контроль)	Початок зберігання	0,028	62	92	9,7
		36	0,028	85	91	10,3
		66	0,030	84	90	10,5
		93	0,045	87	88	8,4
	Один пропуск через сепаратор Petkus k-245	Початок зберігання	0,010	73	90	9,3
		36	0,028	86	90	8,8
		66	0,022	74	88	10,0
		93	0,031	83	88	8,6
	Два пропуски через сепаратор Petkus k-245	Початок зберігання	0,025	70	90	7,8
		36	0,048	87	93	10,9
		66	0,045	82	88	9,1
		93	0,068	89	90	8,3

Таблиця 4.9 – Зміна клейковини, вмісту білка і «числа падіння» при зберіганні

Номер партії	Вид післязбиральної обробки	Стан за вологістю	Строк зберігання, днів	Клейковина		Вміст білка, %	Число падіння, с
				Вміст, %	Якість, од. ЦДК-1		
1	2	3	4	5	6	7	8
3	Вихідне зерно (контроль)	Сухе	Початок зберігання	24	110	12,27	279
			10	24	100	-	296
			85	24	95	-	329
			100	24	110	12,59	385
			100	24	110	12,65	263
	Один пропуск через сепаратор Petkus k-245	Сухе	Початок зберігання	24	110	12,65	263
			10	24	110	-	279
			85	25	100	12,61	345
			100	24	95	12,03	385
			100	24	100	12,67	270
	Два пропуски через сепаратор Petkus k-245	Сухе	Початок зберігання	24	100	12,67	270
			10	25	110	-	279
			85	24	100	12,85	361
			100	24	110	12,99	383
			100	24	100	12,67	270
	Три пропуски через сепаратор Petkus k-245	Сухе	Початок зберігання	24	110	12,71	268
			10	24	110	-	279
			85	23	95	-	250
			100	24	108	12,40	356
			100	24	108	12,40	356

Продовження табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	
5	Вихідне зерно (контроль)	Сухе	Початок					
			зберігання	33	75	15,70	340	
			36	32	70	15,60	351	
			66	32	71	15,80	347	
				93	33	70	15,90	350
	Один пропуск через сепаратор Petkus k-245	Сухе	Початок					
			зберігання	33	75	15,60	340	
			36	31	70	15,80	345	
			66	31	65	15,50	353	
			93	33	70	15,30	347	
				126	32	60	16,00	350
	Два пропуски через сепаратор Petkus k-245	Сухе	Початок					
зберігання			32	75	15,70	342		
36			32	70	15,70	350		
66			32	65	15,80	393		
			93	32	70	15,90	343	

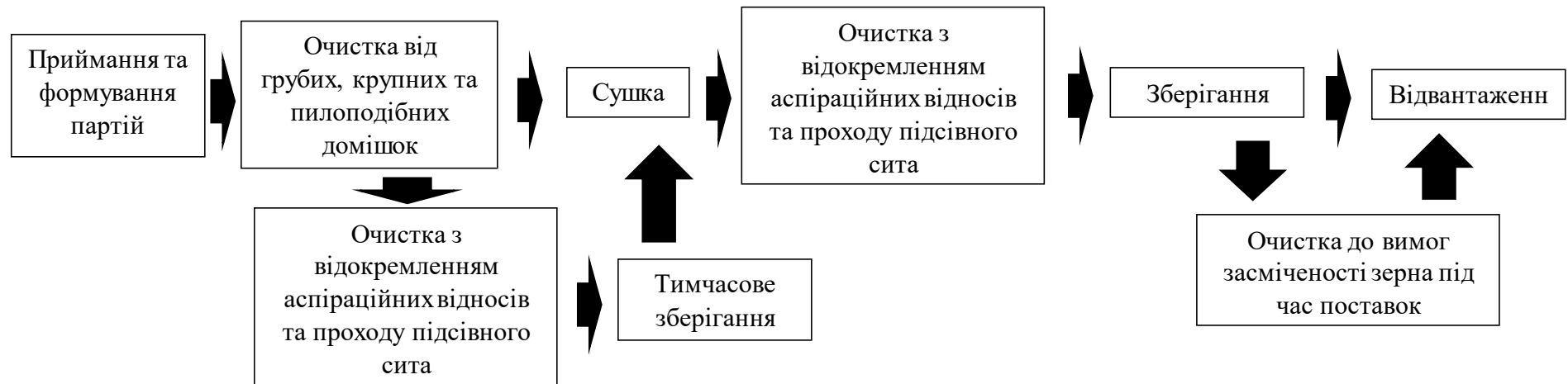


На етапі приймання зерно з ціллю запобігання завалу норій, самопливів, шахт зерносушарок та іншого обладнання, а також забезпечення пожежо- та вибухобезпеки очищують від крупних, дрібних, легких домішок і пилу. Очищення проводять на ворохоочисниках або сепараторах, що працюють за схемою ворохоочисників. Продуктивність зерноочисних машин на цьому етапі повинна забезпечувати безперебійну роботу транспортних машин.

Для забезпечення збереженості необхідно, як було встановлено в результаті наших досліджень, проводити очистку зерна вологістю вище 13 % з ефективним виділенням аспіраційних відносів і проходу підсівного сита на повітряно-ситових сепараторах.

При післязбиральній обробці вологого і сирого зерна в потоці очистку з метою забезпечення його збереження доцільно проводити після сушки. При цьому забезпечується більш ефективне виділення домішок при високій продуктивності зерноочисної машини і виходять сухі відходи. Очищення в цьому випадку дозволяє також і знизити температуру просушеного зерна. На цьому етапі продуктивність зерноочисних машини визначається продуктивністю зерносушарки, про те не завжди забезпечено доведення зерна до вимог цільового призначення за вмістом домішок.

У разі, коли продуктивність зерносушарки не забезпечує сушку всього зерна в потоці, що має місце в окремі роки, рекомендується використовувати очищення на повітряно-ситових сепараторах як технологічний прийом для забезпечення його тимчасового зберігання до сушки.



а) вологе та сире зерно

б) сухе зерно  $W = 13\%$ 

Рисунок 4.4 – Запропоновані технологічні схеми очистки пшениці насінневого призначення під час післязбиральної обробки

Доведення зерна до вимог цільового призначення по вмісту домішок можна проводити після періоду заготовок з необхідною технологічною ефективністю виділення домішок на повітряно-ситових сепараторах, а при необхідності, в трієрах та інших машинах. Цю операцію можна поєднати з переводом зерна на зимовий режим зберігання, який необхідно проводити, як було встановлено в результаті досліджень, через 2 – 3 місяці після періоду заготовок.

#### Висновки за розділом

В даному розділі дипломної роботи встановлено, що очищення на повітряно-ситових сепараторах, як технологічний прийом, робить істотний вплив на подальше збереження свіжозібраного зерна насінневого призначення середньої сухості і вологого.

Встановлено, що при зберіганні сухого свіжозібраного зерна насінневого призначення вологістю до 13 % протягом 3,5 місяців очищеного і неочищеного, відмінностей по температурі, в кількісному і видовому співставленні мікрофлори, інтенсивності дихання, енергії проростання і схожості, вмісту білка, кількості і якості клейковини, «числа падіння» і кислотного числа жиру не встановлено.

За результатами досліджень уточнено рекомендовані етапи очищення зерна, як технологічного прийому, поліпшує санітарно-гігієнічний стан зерна і спрямоване на підвищення стійкості зернової маси при зберіганні.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Розробка карти безпеки праці оператора зерноочисного сепаратора

Карта безпеки праці під час первинної обробки зерна – це документ, що визначає основні вимоги безпеки, які мають дотримуватись працівники для уникнення травм і забезпечення ефективної роботи. Ключові елементи такої карти представлені на рисунку 5.1.

<b>Карта безпеки праці під час первинної обробки зерна</b>	
1. Організація робочого місця	1.1 Перевірка обладнання: - переконайтесь у справності сепаратора; - перевірте електропроводку, заземлення та відсутність пошкоджень. 1.2 Забезпечення особистого захисту: - одягніть спеціальний одяг, рукавиці, захисні окуляри та респіратор; - перевірте відповідність засобів індивідуального захисту нормативним вимогам.
2. Основні вимоги безпеки	2.1 Місце роботи: - тримайте робочу зону чистою від сторонніх предметів; - забезпечте достатнє освітлення та вентиляцію. 2.2 Робота з обладнанням: - заборонено виконувати роботи при несправному обладнанні; - завантажуйте сировину в сепаратор рівномірно, уникаючи перевантаження; - не торкайтесь рухомих частин під час роботи обладнання. 2.3 Електробезпека: - виконуйте роботи тільки після перевірки електрообладнання; - у разі аварії вимкніть живлення.
3. Дії у випадку небезпеки	3.1 При виникненні задимлення, іскріння або сторонніх звуків негайно вимкніть обладнання. 3.2 У разі аварійної ситуації повідомте керівника. 3.3 У разі травми надайте першу допомогу та викличте медичну службу.
4. Завершення роботи	4.1 Зупиніть сепаратор і вимкніть його від живлення. 4.2 Очистіть обладнання від залишків сировини. 4.3 Перевірте стан робочого місця, видаліть сміття.
5. Загальні правила	5.1 Заборонено працювати у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння. 5.2 Дотримуйтесь інструкцій з експлуатації обладнання. 5.3 Працюйте лише після проходження інструктажу з охорони праці.

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці під час первинної обробки зерна

Ця карта допомагає забезпечити безпечні умови праці під час сепарування зернових відходів, мінімізуючи ризик травм і аварій.

## 5.2 Шляхи утилізації відходів елеваторної промисловості

Відходи елеваторної промисловості (залишки зерна, лушпиння, пил, зернові відходи) потребують екологічно безпечної утилізації або використання, щоб мінімізувати негативний вплив на довкілля та підвищити ефективність виробництва. Ось основні шляхи утилізації таких відходів:

### 1. Виробництво кормів для тварин.

Використання зернових відходів: – подрібнені зернові залишки і лушпиння можуть бути основою для виготовлення кормів для худоби, птиці чи риби.

Додавання в комбікорми: – відходи змішують із іншими компонентами для отримання поживних кормів.

### 2. Біоенергетика.

Виробництво біогазу: – органічні відходи (пил, лушпиння) ферментуються в біогазових установках, генеруючи метан для виробництва енергії.

Спалювання для отримання енергії: – легкозаймисті відходи можуть бути використані як паливо на теплоелектростанціях або в котельнях.

### 3. Компостування.

Отримання органічного добрива: – лушпиння, зерновий пил і подібні відходи можуть бути компостовані з іншими органічними матеріалами. Використання такого компосту покращує структуру ґрунту і його родючість.

### 4. Виробництво промислової продукції.

Використання у будівельній промисловості: – лушпиння або дрібний пил можуть бути використані для виготовлення легких бетонів чи інших будівельних матеріалів.

Виробництво паперу: – лушпиння зернових культур використовується як додатковий матеріал для виготовлення паперу.

### 5. Переробка у хімічній промисловості.

Отримання біопластику: – органічні компоненти зернових відходів можна використовувати для синтезу біопластиків.

Екстракція олій або інших речовин: – з лушпиння соняшнику чи інших культур можна добувати олії або інші корисні речовини.

6. Вивезення на полігони або спалювання.

У разі неможливості переробки частина відходів може бути вивезена на спеціалізовані полігони або спалена в умовах, що відповідають екологічним нормам.

7. Переваги переробки відходів:

- 1) Зменшення екологічного навантаження.
- 2) Отримання додаткової продукції або енергії.
- 3) Раціональне використання ресурсів.

Вибір способу утилізації залежить від типу відходів, наявності технологій і економічної доцільності.

Висновки за розділом

У запропонованій частині кваліфікаційного дослідження була розроблена карта безпеки для операторів обладнання з первинної обробки зерна та визначені основні методи утилізації відходів які можуть виникати під час первинної обробки зернової сировини та очистки відходів зерна.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

## 6.1 Організація проведення дослідження

Визначна роль в формуванні показників якості насіннєвого зерна належить саме якості проведення процесів післязбиральної обробки насіння зернових культур. Тому одним із основних завдань для спеціалістів галузі є обґрунтування технології та процесів післязбиральної обробки насіннєвого зерна, що дасть змогу отримати посівний матеріал високої якості.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження наведений у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1-2	Вибір та обґрунтування напрямку наукових досліджень	3
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	12
3-4	Розробка алгоритму науково-дослідних робіт	2
4-5	Розробка методик проведення наукових досліджень	4
5-6	Підготовка дослідних зразків зернової сировини	3
6-7	Підготовка дослідного устаткування	20
7-8	Дослідження впливу вологості зернової сировини на ефективність очищення	4
7-9	Дослідження впливу ступеня початкової засміченості зернової сировини на ефективність очищення	2
7-10	Дослідження впливу вологості зернової сировини на ступінь його травмування	3
7-11	Дослідження впливу ступеня травмування на насінневі показники зерна	8
8-12	Обробка експериментальних даних	3
9-12		1
10-12		1
11-12		4
12-13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	8
Всього		78

У відповідності до таблиці 6.1, загальна тривалість виконання кваліфікаційної роботи становить 62 дні.

## 6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.1)$$

де  $m_1$  – кількість витраченого  $i$ -го матеріалу;

$C_1$  – ціна одиниці  $i$ -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Пшениця, кг	100	8,3	830,0
Всього			830,0

Результати розрахунку заробітної плати людей, що приймали участь у дослідженнях наведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	9100	54,17	35	1896,70
Всього				Всього

Нарахування на заробітну плату складають:

$$H = \frac{1896,70 \cdot 22}{100} = 417,27 \text{ грн.}$$



Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу лабораторного зразка сепаратора:

$$E_c = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 26 \cdot 4,68 = 142,36 \text{ грн.}$$

Затрати електроенергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_k = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 32 \cdot 4,68 = 94,34 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_z = E_c + E_k = 142,36 + 94,34 = 236,70 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.3)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

$t$  – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Сепаратор решітний	15680,30	15	4	25,77
Персональний комп'ютер	10400,00	20	4	28,49
Всього				54,26

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(1896,70 \cdot 80)}{100} = 1517,36 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	830,00
Заробітна плата	1896,70
Нарахування на заробітну плату	417,27
Електроенергія	236,70
Амортизація	54,26
Накладні витрати	1517,36
Всього	4652,29

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати.

### 6.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень складає:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 4652,29 + \frac{30 \cdot 4652,29}{100} = 6137,98 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 6137,98 грн.

Висновки за розділом

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 1896,70 грн та 1517,36 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 6137,98 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Вивчено розподіл смітної та зернової домішок у партіях свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення і встановлено, що щойно зібрані партії зерна пшениці насінневого призначення при формуванні на приймальних підприємствах характеризуються значною різницею в якості за вмістом домішок в окремих ділянках насипу. Так, максимальний вміст смітцевої домішки може перевищувати середнє значення по партії в 1,8 – 3,5 рази і зерновий в 1,5 – 2,2 рази.

Обґрунтовано, що підвищений вміст смітцевої і зернової домішок в окремих ділянках погіршує збереження зернової маси, що обумовлюється різною якістю окремих ділянок насипу по вологість і температурі. Встановлено, що в партіях сухого зерна максимальне значення вологості перевищує середнє значення на 1,3 %, в партіях середньої сухості і вологого – на 1,7 %, сирого (до 19 % включно) – на 3,8 %. Різниця температур окремих ділянок насипу становить 3 – 5 °С. Параметри, що характеризують різну якість зернової маси за вмістом домішок, вологості і температури, підпорядковуються закону нормального розподілу, що дозволяє з визначеною ймовірністю прогнозувати можливість утворення місць самозігрівання при зберіганні і вживати своєчасних заходів щодо їх усунення.

2. Досліджено вплив очищення на рівномірність розподілу домішок у зерновій масі та встановлено, що очищення зерна на повітряно-ситових сепараторах дозволяє не тільки видаляти частину домішок, але і вирівнювати розподіл смітцевої домішки в зерновій масі на 25 – 60 %, зернової – на 15 – 50 %. При цьому максимальний вміст смітцевої і зернової домішок зменшуються на 30 – 60 %, що значно впливає на насінневі якості зерна пшениці.

3. Досліджено впливу очищення на повітряно-ситових сепараторах, встановлено, що воно робить істотний вплив на подальше збереження свіжозібраного зерна насінневого призначення середньої сухості і вологого. Зберігання очищеного зерна при прийманні характеризується сповільненим

розвитком мікрофлори і меншою фізіологічної активністю, і як наслідок, менш інтенсивним зростанням температури в порівнянні з неочищеним зерном.

При зберіганні сухого свіжозібраного зерна вологістю до 13 % протягом 3,5 місяців очищеного і неочищеного, відмінностей по температурі, в кількісному і видовому співставленні мікрофлори, інтенсивності дихання, енергії проростання і схожості, вмісту білка, кількості і якості клейковини, «числа падіння» і кислотного числа жиру не встановлено.

4. Розроблено рекомендації по очищенню свіжозібраного зерна пшениці насінневого призначення, уточнені рекомендовані етапи очищення як технологічного прийому, поліпшує санітарно-гігієнічний стан зерна і спрямоване на підвищення стійкості зернової маси при зберіганні.

5. Розроблена карта безпеки для операторів обладнання з первинної обробки зерна та визначені основні методи утилізації відходів які можуть виникати під час первинної обробки зернової сировини та очистки відходів зерна.

6. Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 1896,70 грн та 1517,36 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 6137,98 грн.

## БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 Адамчук В. В., Прилуцький, А. Н., Заришняк, А. С., Степаненко, С. П. (2014). Концепція комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна в сільськогосподарських підприємствах України. В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ». Вип. 99. С. 40-56.
- 2 Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
- 3 Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2019 рік (2019). Київ: Міністерство аграрної політики та продовольства України. 447 с.
- 4 Державна цільова програма розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року (2016). Офіційний вісник України. № 24. Київ: Кабінет Міністрів України. 11 с.
- 5 Державна служба статистики України (2019). Економічна статистика / Економічна діяльність / Сільське, лісове та рибне господарство. Електронний ресурс: [https://ukrstat.org/uk/operativ/menu/menu\\_u/cg.htm](https://ukrstat.org/uk/operativ/menu/menu_u/cg.htm).
- 6 Aliiev Elchyn, Gavrilchenko Alexander, Tesliuk Hennadii, Tolstenko Alexander, Koshul'ko Vitaliy (2019). IMPROVEMENT OF THE SUNFLOWER SEED SEPARATION PROCESS EFFICIENCY ON THE VIBRATING SURFACE. ACTA PERIODICA TECHNOLOGICA (APTEFF), 50, 12 – 22. DOI: <https://doi.org/10.2298/APT1950012A> (Scopus).
- 7 Nykyforov, A., Antoshchenkov, R., Halych, I., Kis, V., Polyansky, P., Koshulko, V., Tymchak, D., Dombrovska, A., Kilimnik, I. (2022). Construction of a regression model for assessing the efficiency of separation of lightweight seeds on vibratory machines involving measures to reduce the harmful influence of the aerodynamic factor. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (116)), 24–34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253657> (Scopus).

8 Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв / А.С. Кобець, С.П. Сокол, А.М. Пугач, Ю.О. Чурсінов, О.А. Півоваров, С.Ю. Миколенко, О.С. Ковальова, В.С. Калина, В.С. Кошулько, Д.О. Тимчак, Н.А. Сова, К.А. Худайбердієва. Дніпро: «Свідлер А.Л.». 2022. Том 4. 460 с. (наукова монографія, ISBN 978-617-627-174-1).

9 Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, В.С. Кошулько. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с. (посібник, ISBN 978-617-95201-3-6).

10 ДСТУ 2240-93. (1993). Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. Київ: Держстандарт України. 74 с.

11 Кириченко В. В., Петренкова, В. П., Кривошеєва, О. В., Рябчун, В. К., Маркова, Т. К. (2007). Ідентифікація морфологічних ознак соняшнику (*Helianthus L.* посібник). Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. 78 с.

12 ДСТУ 4138-2002. (2002). Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ: Держстандарт України. 173 с.

13 Gorohivets N. A., Vedmedeva, E. V. (2016). Inheritance of epidermis pigmentation in sunflower achenes, *Cytol Genet.* Vol. 50, no. 2. P. 116-120. DOI: 10.3103/S0095452716020031.

14 Poliakova N.A., Vedmedeva, E.V. (2016). Inheritance of Anthocyanin Coloration Trait in Pericarp of Sunflower Seeds. *HELIA.* P. 81–90. DOI: 10.1515/helia-2016-0005

15 Заїка П. М. (2006). Теорія сільськогосподарських машин. Очистка і сортування насіння. Харків: Око. 407 с.

16 . Адамчук В. В., Прилуцький, А. Н., Заришняк, А. С., Степаненко, С. П. (2014). Концепція комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна в сільськогосподарських підприємствах України. В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ». Вип. 99. С. 40-56.

17 Войтюк Д. Г., Гаврилюк, Г. Р. (2004). Сільськогосподарські та меліоративні машини. К.: Вища освіта. 554 с.

18 Ольшанський В. П., Бредихін, В. В., Лук'яненко, В. М., Півень, М. В., Сліпченко, М. В., Харченко, С. О. (2017). Теорія сепарування зерна: монографія. Харків: ПланетаПрінт. 803 с.

19 Котов Б. І., Пастушенко, М. Г., Степаненко, С. П. (2012). Дослідження ефективності вібровідцентрової сепарації зерна на ступінчасто-конічному решеті методом планування експериментів. Конструювання, експлуатація та виробництво сільськогосподарських машин. Випуск 42. Частина 2. С. 70-75.

20 Бредихін В. В. (2003). Обґрунтування параметрів процесу вібропневмовідцентрового розділення насіннєвих сумішей за густиною насіння. Автореф. дис. канд. техн. наук. Харків. 20 с.

21 Дерев'яно Д. (2015). Дослідження ударної взаємодії травмування насіння поверхнею циліндричного решета вібросепаратора після його сходження з диска розподільника. Техніка і технології АПК. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, № 6 (69). С. 9-12.

22 Заїка П. М., Бакум, М. В., Михайлов, А. Д., Козій, О. Б. (2012). Сепарація насіння льону на вібраційних сепараторах. Вібрації в техніці та технологіях. № 3 (67). С. 106-111.

23 Clieen C., Chiang, Y. P., Pomeranz, Y. (1989). Image analysis and characterization of cereal grains with a laser range finder and camera contour extractor. Cereal Clieem. № 6. P. 466-470.

24 Thomson, W. H., Pomeranz, Y. (1991). Classification of wheal kernels using three-dimensional image analysis. Cereal Chem. 68. № 34. P. 357-361.

25 Kiratiratanapruk K., Sinthupinyo, W. (2011). Color and texture for corn seed classification by machine vision. Int. Symp. Intell. Signal Process. Commun. Syst. "The Decad. Intell. Green Signal Process. Commun. ISPACS. P. 7-11.

26 Ronge R. V., Sardeshmukh, M. M. (2014). Comparative analysis of Indian wheat seed classification. Icacci'14. P. 937-942.



27 Mira Park, Jesse S. Jin, Sherlock L. Au, Suhuai Luo, Yue Cui (2009). Automated Defect Inspection Systems by Pattern. Recognition International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition. Vol. 2. No. 2. P. 31-41.

28 Міщенко М. І., Ріда, В. П. (2000). Патент на корисну модель UA 553 U, МПК (2006) B07B 9/00. Зерноочишувальний сепаратор. Заявник Відкрите акціонерне товариство "Хорольський механічний завод". № 99105723. Заявл. 19.10.1999. Опубл. 15.09.2000, Бюл. № 4.

29 Galling Michael John, Deefholts Murray Benedict Mark. (1981). Sorting objects. Gunson`s Sortex Ltd. Заявка Великобритани, кл. B 07 C 5/02, G 01 N 21/00, НКИ. G 1 A. Заявл. 19.01.81, N 8101542. Опубл. 28.07.82.

30 Lockett James F. (1982). Univeisal sorting apparatus. Патент США, кл. B 07 C. 5/342, НКИ 209/564, N4344539. Заявл. 05.05.78, N 903050. Опубл. 17.08.82.

31 Mohammad Reza Seifi, Reza Alimardani. (2010). Moisture-Dependent Physical Properties of Sunflower Seed (SHF8190). Modern Applied Science. Vol. 4, No. 7. Published by Canadian Center of Science and Education. P. 135-143.

32 Ghodsevali A., Vafaei, A. (2008). Studying of physical properties of sunflower in Golestan province. The fifth conference of agricultural machinery and mechanization, Mashad, Iran, 306 p.

33 Gupta R. K., Das, S. K. (1997). Physical properties of sunflower seeds. Journal of Agricultural Engineering Research. № 66. P. 1-8.

34 Sahebeh Jafari, Javad Khazaei, Akbar Arabhosseini, Jafar Massah, Mohammad Hadi Khoshtaghaza. (2011). Study on mechanical properties of sunflower seeds. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Volume 14. Issue 1. P. 1-11.

35 Chavoshgoli Es., Abdollahpour, Sh., Abdi, R., Babaie, A. (2014). Aerodynamic and some physical properties of sunflower seeds as affected by moisture content. Agric Eng Int: CIGR Journal. Vol. 16. No.2. P. 136-142.

36 Jafari S. (2008). Design and construction a laboratory sunflower seed dehuller machine. A thesis submitted to Graduate Studies Office in partial fulfillment of

the requirements for the degree of Master of Science in Mechanic of Agricultural Machinery. Tehran, Iran, (in farsi).

37 Khodabakhshian R., B. Emadi, M. H. Abbaspour Fard. (2009). Aerodynamic properties of sunflower seed, kernel and its hull affected by moisture content and size, azargol variety as a case study. International Agricultural Engineering Conference, Bangkok, Thailand.

38 Котов Б. І., Спірін, А. В., Твердохліб, І. В., Степаненко, С. П., Швидя, В. О. (2017). До питання пневмогравітаційної сепарації зернових матеріалів. Техніка, енергетика, транспорт АПК. № 4. С. 51-55.

39 Котов Б. І., Деревенько, І. А., Степаненко, С. П. (2017) Дослідження ефективності сепарації зернових матеріалів на ступінчастоконічному решеті вібровідцентрових машин. Вібрації в техніці та технологіях. № 2 (85). С. 99-102.

40 Paliy, A., Aliiev, E., Paliy, A., Ishchenko, K., Lukyanov, I., Dobrovolsky, V., Yurchenko, O., Chekan, O., Dedilova, T., & Musiienko, Y. (2021). Revealing changes in the technical parameters of the teat cup liners of milking machines during testing and production conditions. EUREKA: Physics and Engineering, (6), 102-111. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.002056>

41 Kozachenko O., Aliiev E., Sedykh K. Results of investigation of the spring shank disc harrow performance. U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 83, Issue 4, 2021. 123–140. [https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev\\_docs\\_arhiva/rezabf\\_492985.pdf](https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/rezabf_492985.pdf)

42 Yaropud V., Hunko I., Aliiev E., Kupchuk I. Justification of the mechatronic system for pigsty microclimate maintenance. Agraarteadus, Journal of Agricultural Science, 2021, XXXII (2): 341–351. DOI: 10.15159/jas.21.23

43 Aliiev E., Pavlenko S., Aliieva O., Morhun O. Accelerated biothermal composting of manure-compost mixture. Agraarteadus, Journal of Agricultural Science, 2021, XXXII (2): 169–181. DOI: 10.15159/jas.21.30

44 Aliiev E., Paliy A., Kis V., Paliy A., Petrov R., Plyuta L., Chekan O., Musiienko O., Ukhovskyi V., Korniiien L. (2022). Establishing the influence of technical and technological parameters of milking equipment on the efficiency of

machine milking. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (1 (115)), 44–55. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251172

45 Sahay K.M. Unit operations in agricultural processing / K.M. Sahay, K.K. Singh // *Vikas Publishing House Pvt Ltd, New Delhi*. – 1994.

46 Singh K.K. Physical properties of sunflower seeds / K.K. Singh, T.K. Goswami // *Physical properties of cumin seed. J. Agric. Eng.* – 1996 – Vol. 64 – P. 93-98.

47 Nimkar M.P. Some Physical properties of green gram / M.P. Nimkar, K.P. Chattopadhyay // *Journal of Agricultural Engineering Research*. – 2001– Vol. 80(2) – P. 183-189.

48 Aliiev E., Aliieva O., Maliehin R. Technical and technological provision of complex waste processing of plant raw oil cultures in food for organic animals. *Scientific Horizons*. 2020. № 07 (92). P. 112-19. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-92-7-112-119.

49 Shevchenko I. Aliiev E. Improving the efficiency of the process of continuous flow mixing of bulk components. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. 6/1 (108). P. 6-13. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.216409.

50 Paliy, A., Aliiev, E., Paliy, A., Ishchenko, K., Shkromada, O., Musiienko, Y., Plyuta, L., Chekan, O., Dubin, R., Mohutova, V. (2021). Development of a device for cleansing cow udder teats and testing it under industrial conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(1 (109)), 43–53. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224927>.