

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

06.02. – МР. 2188 «С» 2023. 11.29. 024 ПЗ

Сьомка Богдан Юрійович

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 632.913:631.576.3(477)

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

**захисту рослин, біотехнологій та
екології**

_____ **Коломієць Ю.В.**

«___» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

**Ентомології, інтегрованого захисту та
карантину рослин**

_____ **Доля М.М.**

«___» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему **на тему: «Фітосанітарний стан зернової продукції, що експортується з України»**

Спеціальність _202 **Захист і карантин рослин**

Освітня програма **Карантин рослин**

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми _____ **к.с.-г.н., доцент Сикало О.О.**

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **к.с.-г.н., доцент Сикало О.О.**

Виконав

_____ (підпис)

Сьомка Б.Ю.
(ПІБ студента)

КИЇВ-2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Кафедра ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин
Освітній рівень «Магістр»
Спеціальність 202 Захист і карантин рослин
Освітня програма Карантин рослин**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
ентомології, інтегрованого захисту
та карантину рослин
_____ **Доля М.М.**
« _____ » _____ **2024 р.**

ЗАВДАННЯ
на виконання кваліфікаційної роботи студенту

Сьомкі Богдану Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **«Фітосанітарний стан зернової продукції, що експортується з України»**

керівник роботи Сикало Оксана Олексіївна, к.с.-г.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Строк подання студентом роботи 15 листопада 2024 року

3. Вихідні дані до роботи : видовий склад шкідливих організмів зернової продукції;

3.1. Моніторинг зерноскладищ на виявлення ентомокомплексу шкідників запасів

3.2. Встановити домінуючі види комірних шкідників в умовах складських приміщень та особливостей їх розвитку

3.3. Розробка системи заходів захисту зерна від шкідників запасів зерна та зернопродукції. Проаналізувати основні препарати-фуміганти та встановити найбільш ефективні.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- 4.1. дані з біології шкідників запасів;
- 4.2. умови в яких проводять дослідження;
- 4.3. методики обліку шкідливих організмів;
- 4.4. хімічні препарати, якими проводять обробки.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання 10 вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів випускної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Опрацювання джерел літератури	Вересень-жовтень	
2	Опрацювання методики проведення досліджень	Листопад-грудень	
3	Підготовка до практичного навчання,	Лютий-травень	
4	Збір даних і результатів спостережень	Червень-вересень	
5	Опрацювання результатів і оформлення дипломної роботи	Вересень-листопад	

Завдання прийняв до виконання

Сьомка Б.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

к.с.-г.н., доцент Сикало О.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Ціни на пшеницю в Україні постійно змінюються. Для успішної торгівлі зерном важливо знати найближчі прогнози вартості цієї сільгоспкультури. На ціну впливають багато факторів: тенденції зернового експортного ринку, якість зерна, попит та пропозиція, конкуренція, запаси пшениці у сховищах та багато іншого. Один із головних факторів, від чого залежить ціна за тону пшениці, – це якість зерна.

Перевірка якості зерна є важливим етапом при підготовці пшениці на експорт або для зберігання. В умовах високої конкуренції на світовому ринку питання забезпечення належної якості сировини є особливо актуальним.

Придатність зерна та, відповідно, вартість пшениці у 2024 році визначається такими фізико-хімічними, біологічними, споживчими і технологічними характеристиками. Об'єктами досліджень були шкідники хлібних запасів на різних стадіях розвитку - рисовий довгоносик (*Sitophilus oryzae* L.), комірний довгоносик (*Sitophilus granarius* L.), малий борошняний хрущак (*Tribolium confusum* Duv.). Використовували фумігантів на основі фосфіну, зокрема: «Селфос» (д.р. фосфід алюмінію) виробництва – Укравіт.

Критерії визначення якості пшениці: свіжість; зараженість шкідниками: пшениця має бути чистою, не зараженою комахами. Зараженість виражається наявністю живих комах 1 кг зерна; вологість - допустима вологість для пшениці - 14,5%. При взаємній домовленості продавця та покупця може прийматися пшениця підвищеної вологості, але ціна за тону буде нижчою; засміченість - вміст у партії зерна різних домішок – сміття, насіння бур'янів та битого некондиційного зерна.

За перерахованими вище критеріями визначають клас пшениці, від якого залежать ціна за тону і придатність зерна для подальшої обробки. Вивченню 2 критерію присвячена наша робота.

ЗМІСТ

	Зміст	
	Вступ	7
Розділ I.	Огляд літератури	17
1.1.	Методи очищення зерна та обладнання.	17
1.2.	Умови зберігання зерна у сучасних умовах	19
1.3.	Способи знезараження зерна	24
1.4.	Система фумігації фосфіном зерна в нерухомому шарі	26
1.4.1.	Охолодження заражених зерна, борошна та крупи	28
1.5.	Токсична дія фумігантних пестицидів	32
1.6	Токсична дія контактних пестицидів	37
1.7.	Видовий склад комах, що часто виявляють у продукції запасів при експорті зерна пшениці та при зберіганні	42
1.8	Карантинні комірні види комах	49
Розділ 2	Методика досліджень	53
2.1	Передумови формування українського імпорту зернової продукції	53
2.2.	Методи відбору проб	55
2.3.	Знезараження рослинної продукції в транспортних засобах	57
Розділ 3	Результати досліджень	60
3.1.	Основні препарати для боротьби з комірними видами комах	60
3.2.	Особливості токсичної дії проти різних стадій розвитку шкідників хлібних запасів	62
3.2.1.	Вплив препарату Хлорпірвіт на чисельність шкідників запасів	64
3.2.2.	Вплив препарату Ципервіт на чисельність комірних довгоносиків	67
3.2.3.	Визначення впливу фуміганту К-Обіоль на чисельність комірних довгоносиків (<i>Sitophilus granarius L</i>)	68
3.2.4.	Визначення впливу фуміганту Селфос на чисельність шкідників запасів	71
	Висновки	74
	Список використаної літератури	75

ВСТУП

Охорона території України від проникнення та поширення особливо небезпечних шкідливих організмів покладена на Департамент фітосанітарної безпеки Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів Міністерства аграрної політики та продовольства України.

В Україні зернова галузь є доміантним сегментом аграрного ринку, яка має потенціал як у вітчизняному, так і у світовому масштабі. Вона визначена як стратегічна галузь, що забезпечує продовольчу безпеку, конкурентоздатність країни і добробут населення. Саме продукція зернової галузі в умовах посилення глобалізації є пріоритетним напрямком зовнішньої торгівлі, сприяючи зростанню валютних надходжень в бюджет країни та розвитку сільських територій. Стратегією розвитку аграрного сектору економіки України визначене зростання обсягів валової продукції сільського господарства, збільшення обсягів експорту сільськогосподарської продукції та продовольства на 3-4% щорічно. Проте на

Зростання темпів і рекордної урожайності зернових в Україні є наслідком відкриття аграрного ринку України західним технологіям і капіталу. За останні два десятиліття зазнали змін ідеологічні штампи, зокрема, про «унікальність насінневої бази України». Ще 4-5 років тому була поширена думка, що імпортувати і сіяти закордонні сорти пшениці недоречно і не вигідно із-за відмінності кліматичних умов.

З метою визначення динаміки показників зернової галузі в Україні здійснений кількісний аналіз та визначено прогноз урожайності, виробництва зернових культур і посівних площ. Аналіз валового збору зерна за останнє десятиліття показав, що виробництво цієї продукції в Україні піддається значним коливанням під впливом погодних умов. Водночас, вирівнювання динамічних показників з допомогою лінійного тренду свідчить про позитивні тенденції зміни урожайності, обсягів виробництва зерна та зростання цих показників у прогнозі.

Зернову галузь слід розглядати як ринок чистої конкуренції, бо її продукція є стандартизованою. У ній присутня велика кількість продавців, покупців; існує досить інтенсивною конкуренція на ринку, пропозиція перевищує попит і продавці змагаються за вибір покупця їхньої продукції; галузь має сприятливі умови для виходу на зовнішній ринок, бо у найближчі роки попит на зернові культури тільки зростатиме, а єдиною можливістю нарощувати обсяги виробництва є прогресивні високоефективні технології виробництва.

Цікавим є факт, що ще на початку XXI століття Україна експортувала всього 4-5 млн тонн зерна у рік. Сьогодні українське зерно експортується у понад 90 країн світу, з яких близько 20 купляють 1 млн тонн зерна і більше (Фесун).

Україна була великим постачальником хліба на світові ринки. Її називають «житницею». У 2021 р. Україна виростила найбільший за всю історію незалежності урожай пшениці – 33,01 млн тон, що на 7,59 млн тон більше, ніж у сезоні 2020 р. і посіла 7 місце у світі. Попереду в рейтингу найбільших виробників пшениці є США, Австралія, Індія, Китай та ЄС. Найбільшими у світі виробниками пшениці є Китай із урожаєм 135 млн тон та Індія – 108 млн тон. Однак ці країни не є помітними експортерами, оскільки споживають більше, ніж обсяг власного виробництва, тобто є чистими імпортерами. До країн-виробників і одночасно експортерів пшениці належать ЄС із часткою виробництва на світовому ринку у 16,3%, Росія – 11%, США – 6,4%, Австралія – 4,3%, Україна – 3,3% та Аргентина – 2,3%. Найбільший експортний потенціал мають Австралія із показником відношення експорту до виробництва 74,4%, Аргентина – 72,1%, Україна – 57,6%, США – 48,7%, росія – 43,9% (табл. 1). Це можна пояснити значним потенціалом країн щодо посівних площ, врожайності та незначним використання пшениці для продовольчих та кормових потреб населення у межах країни. Країни Європейського Союзу, займаючи вагоме місце у світовому виробництві (16%), займають серед основних країн-

експортерів лише 6 місце із потенціалом 24,6%, тобто на світовий ринок ними експортується кожна 4 тонна пшениці.

Згідно з даними міністерства сільського господарства США в 2016-2017 рр. в рейтингу найбільших експортерів зернових Україна посіла 3 місце за обсягом поставок ячменю, 4 – по кукурудзі, 6 – по пшениці. На протязі останніх років (Фесун).

Україна впевнено входить у десятку країн експортерів зернових у світі. Відмінною рисою прогнозу розвитку світового аграрного ринку до 2024 р. є присутність України на ключових позиціях практично у всіх сегментах зернових культур поряд з вже традиційними гравцями.

Таблиця 1.1 - Динаміка виробництва та експорту пшениці у світі та Україні за 2020-22 рр. (млн, тон)

№	Країни	2020	2021	2022, травень	2022, експорт/ виробництво, %
1	Аргентина	19,8	17,6	22,2	72,1
2	Австралія	14,5	33,3	36,3	74,4
3	ЄС	138,8	126,7	138,4	24,6
4	Росія	73,6	84,5	75,2	43,9
5	США	52,6	49,8	44,8	48,7
6	Україна	29,2	25,4	33,0	57,6
7	Світове виробництво	762,4	776,3	779,3	-
8	Частка України	3,8	3,3	4,2	-
Експорт пшениці					
1	Аргентина	13,6	9,6	16,0	
2	Австралія	10,1	19,7	27,0	
3	ЄС	39,8	29,7	34,0	
4	Росія	34,5	39,1	33,0	
5	США	26,4	26,7	22,0	
6	Україна	21,0	16,9	20,0	
7	Світове виробництво	194,4	198,7	204,8	-
8	Частка України	10,8	8,5	9,8	-

Аналіз структури та географії поставок українського зерна свідчить про те, що в країні в короткостроковій перспективі є усі можливості вдвоє збільшити свою частку в світовому експорті пшениці, найбільшого світового імпортера

саме цієї культури. В останні роки Україна розширює географію поставок до Малайзії, Бангладеш та Індонезії. Найбільш перспективними ринками збуту української зернової продукції можуть стати країни Центральної та Південно-Східної Азії, Середнього та Близького Сходу, Північної Африки, що показують зростаючий попит на зерно.

Сприятливі перспективи для розвитку на зовнішньому ринку має продукція переробки зерна, не лише борошна. У складі українського експорту з'явилися соя екструдована, гречка, кукурудзяний глютенівий корм, жмих лляний, суміш зерна злакових культур, полба тощо. У якості найбільш перспективних ринків збуту продуктів переробки можна розглядати країни, Близького та Середнього Сходу, Північної та Східної Африки, Південно-Східної Азії.

Український зерновий ринок глибоко інтегрований у світовий торгівельний простір у цьому сегменті.

За результатами 2021–2024 рр. маркетингових років до ТОП-5 країн експортерів пшениці належать ЄС, Австралія, росія, США, Україна (рис. 1). Незважаючи на обмеження вивезення зерна, порушення логістичних маршрутів та високу вартість пального внаслідок розв'язаної росією війни, Україна зберегла позиції у світовому експорті пшениці. Частка України склала 14,4% або 19 млн тон. В загальному обсязі найбільша питома вага експорту пшениці належить росії – до 24,9%, країнам Європейського Союзу – 23,4%, Австралії – 20,8%, США – 16,5%.

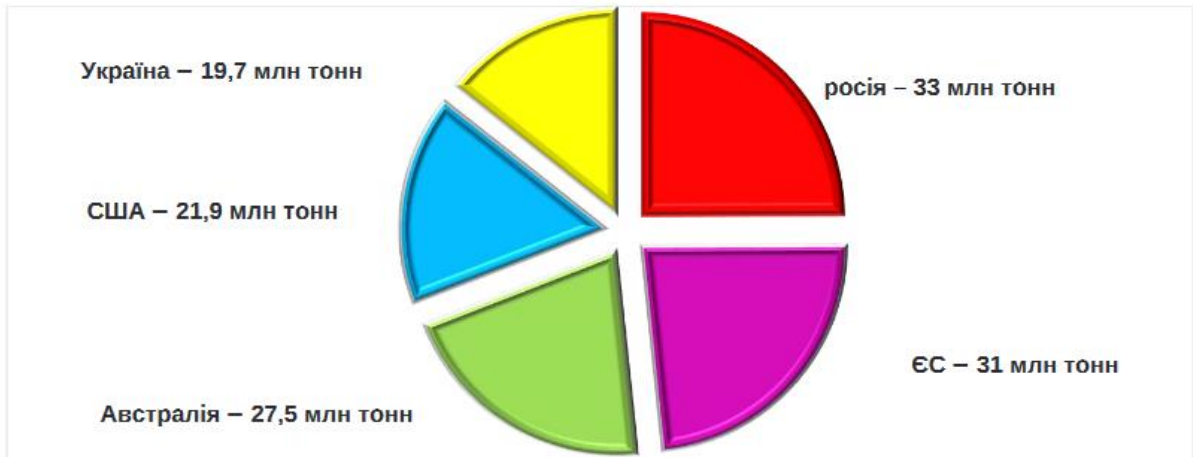


Рис. 1. ТОП-5 країн експортерів пшениці у світі у 2022 р. (млн тонн)

Джерело: розраховано автором на основі [6]

Рис. 1.1. Світові експортери пшениці у світі 2022 р. (млн. тонн)

З виробництва кукурудзи Україна займала 6 місце у світі. Більше кукурудзи з середини 2021 р. до середини 2024 р. виростили тільки в ЄС, Аргентині, Китаї, Бразилії, США. За даними ФАО, динаміка виробництва та експорту кукурудзи, найбільшим виробником у світі є Китай – 272,5 млн тон. Проте практично весь обсяг продукції використовується на внутрішні потреби і впливу на експортні позиції у світі не має. Україна у рейтингу найбільших експортерів за обсягами кукурудзи займала 4 місце у світі, поступившись лише Бразилії, США, Аргентині (табл. 2). Якщо брати до уваги показник співвідношення експорту до виробництва, то найбільші експортні можливості по кукурудзі мають Аргентина (80,2%) та Україна (64,8%).

На сьогодні у світі виникає дефіцит кукурудзи, внаслідок чого можна очікувати на зростання попиту та цін на неї. Така зміна кон'юнктури світового ринку кукурудзи складається на користь української продукції.

Експорт кукурудзи з України у грудні 2022 р. активізувався і його обсяги можуть зрости до 2 млн тон на місяць. Якщо такі темпи будуть зберігатися і надалі, то місячний експорт кукурудзи з України може сягнути максимальної відмітки у 2,5 млн тон. У структурі виробництва та експорту зернових в Україні ячмінь займає 3 місце після кукурудзи і пшениці. За рахунок низьких

виробничих витрат та широкого ринку збуту ячмінь є привабливою культурою для експорту. За урожаєм ячменю Україна перебувала на 4 місці у світі, поступившись Австралії, росії та ЄС. За експортом ячменю Україна у 2020 р. займала 4 місце у світі, експортувавши понад 5 млн тон ячменю, у 2021 р. – 3 місце з обсягами експорту 5,7 млн тон, при цьому спрямовуючи щорічно на зовнішні ринки 50% від сукупного виробництва. Варто відмітити, що Україна до початку війни встигла вивезти весь обсяг призначеного для експорту ячменю, вирощеного у 2021 р.

Так у 2021–2022 маркетинговому році найбільшим експортером ячменю була Австралія із часткою у світовому експорті у 30,8%, друге і третє місце займала Франція – 23,1% та Україна – 19,9%. І останніми у рейтингу ТОП-5 світових експортерів ячменю була росія – 14% та Канада – 12,2% (рис. 2). Згідно прогнозів у 2022 р. Україна планувала зібрати близько 8,2 млн тон ячменю. Однак розв’язана росією війна привела до втрати частини урожаю через окупацію південних областей, на які припадала найбільша частка виробництва ячменю.

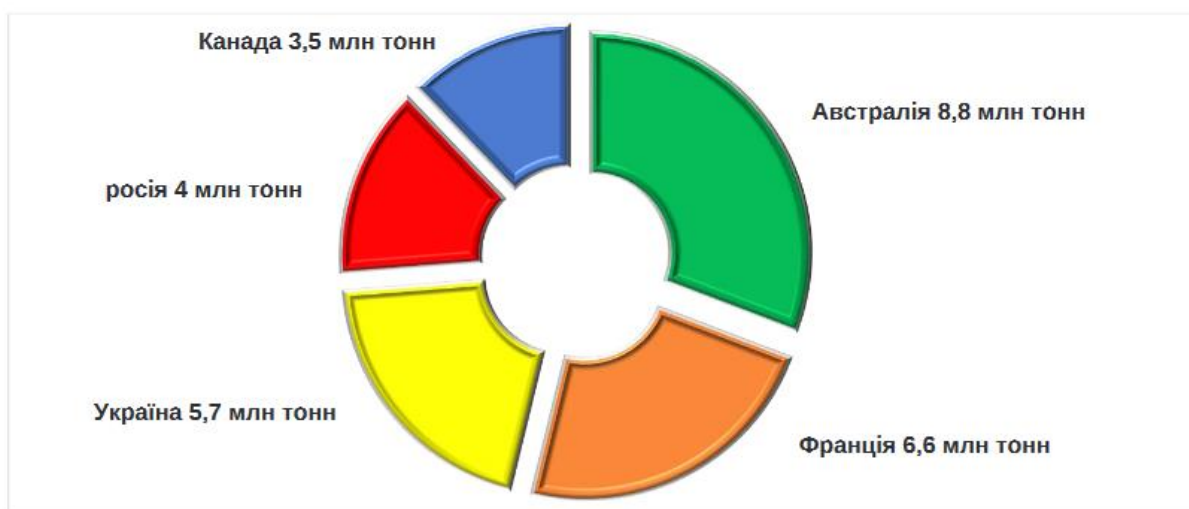


Рис. 2. ТОП-5 світових експортерів ячменю у 2021–2022 маркетинговому році

Рис. 1.2. Світові експортери ячменю у 2021-2022

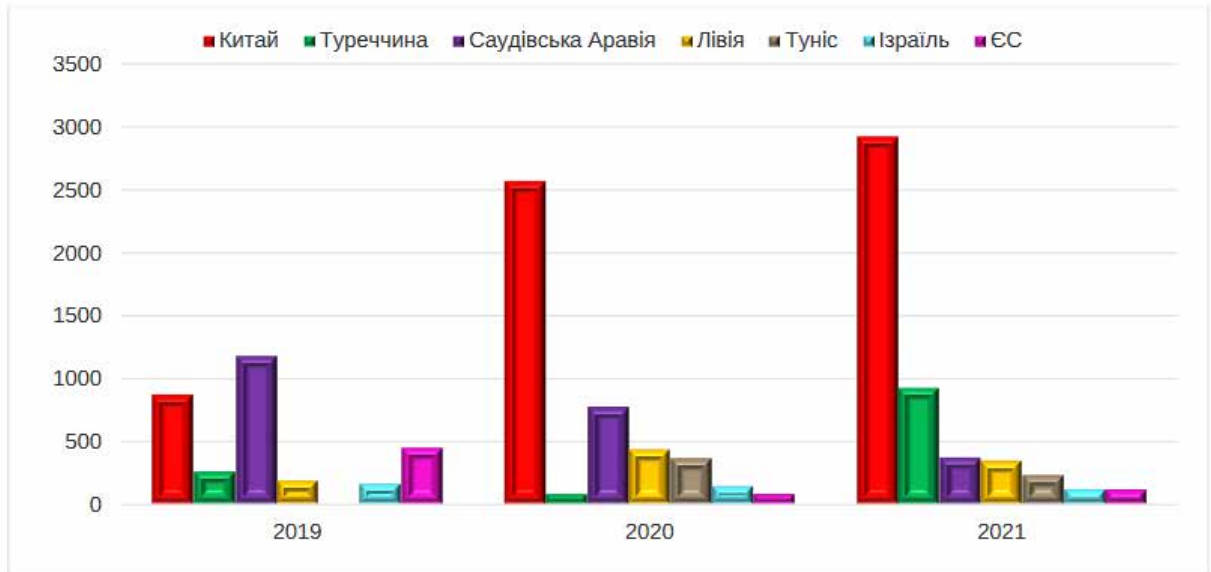


Рис. 1.3. Географія експорту українського ячменю за 2019–2024 рр. [7]

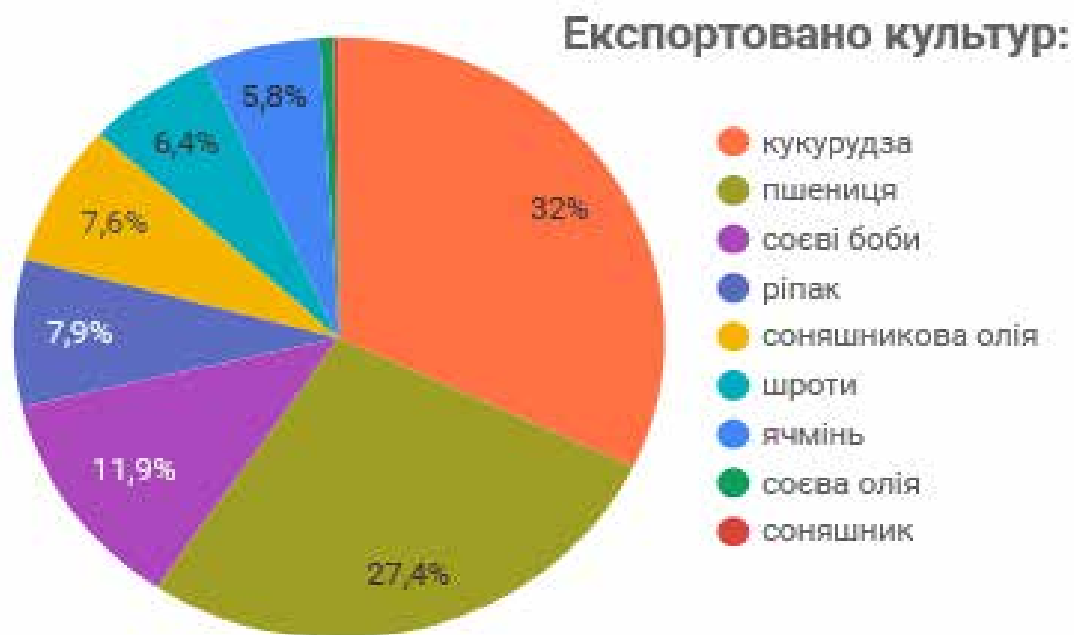


Рис. 1.4. Експорт зернової продукції, що підпадає під незараження [https://ukragroconsult.com/]

Внаслідок цього на кінець 2022 р. врожай ячменю склав 5,5 млн тон. Це значною мірою вплинуло на кон'юнктуру світового ринку ячменю. У зв'язку з

такою ситуацією найбільшим імпортерам українського ячменю у 2022 р. доведеться підняти закупівельну ціну, щоб активізувати постачання ячменю виробниками.

Станом на жовтень 2024 р. було експортовано 1926254 т кукурудзи, 1646575 т пшениці, 715656 т соєвих бобів

Основними країнами-споживачами українського ячменю у 2021 р. були Китай - 2,93 млн т., Туреччина - 928 тис. т., Саудівська Аравія - 373 тис. т., Лівія - 347 тис. тон, Туніс - 235 тис. тон, Ізраїль - 119 тис. тон та країни-члени ЄС – близько 116 тис. т. (рис. 3) [7].

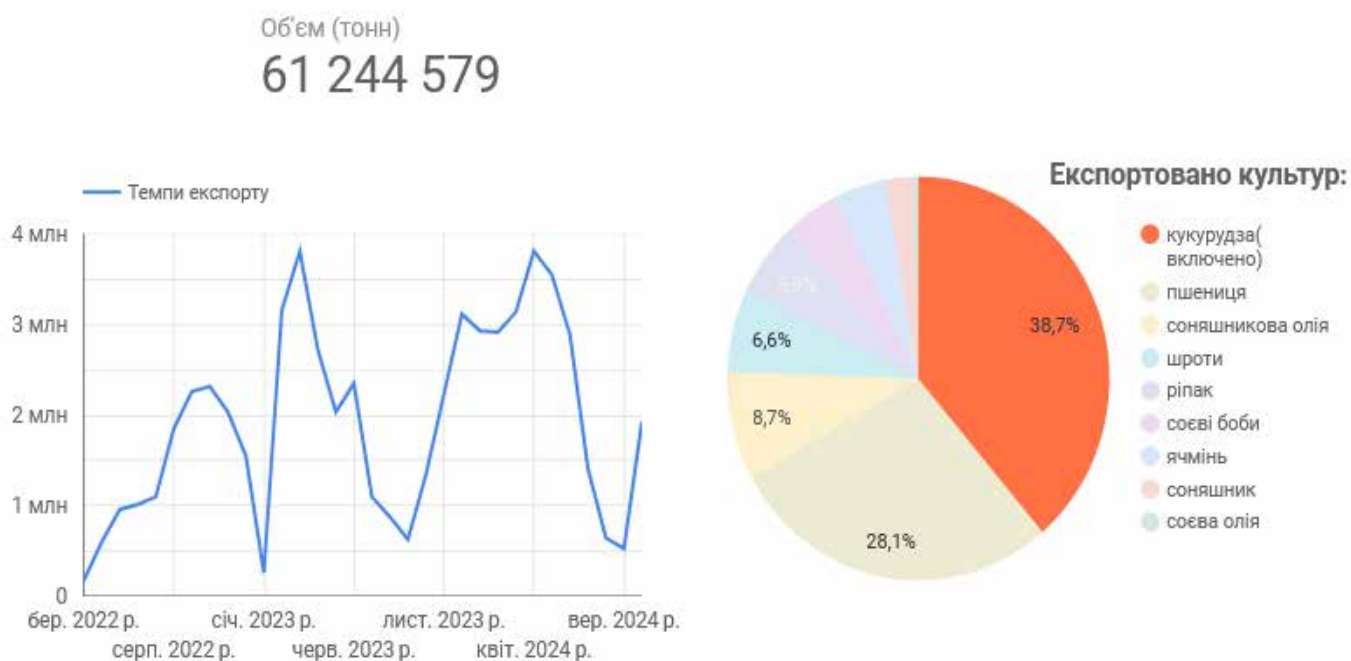


Рис. 1.5. Щорічний експорт з України зерна кукурудзи (2022-24 рр.)
[<https://ukragroconsult.com/>]

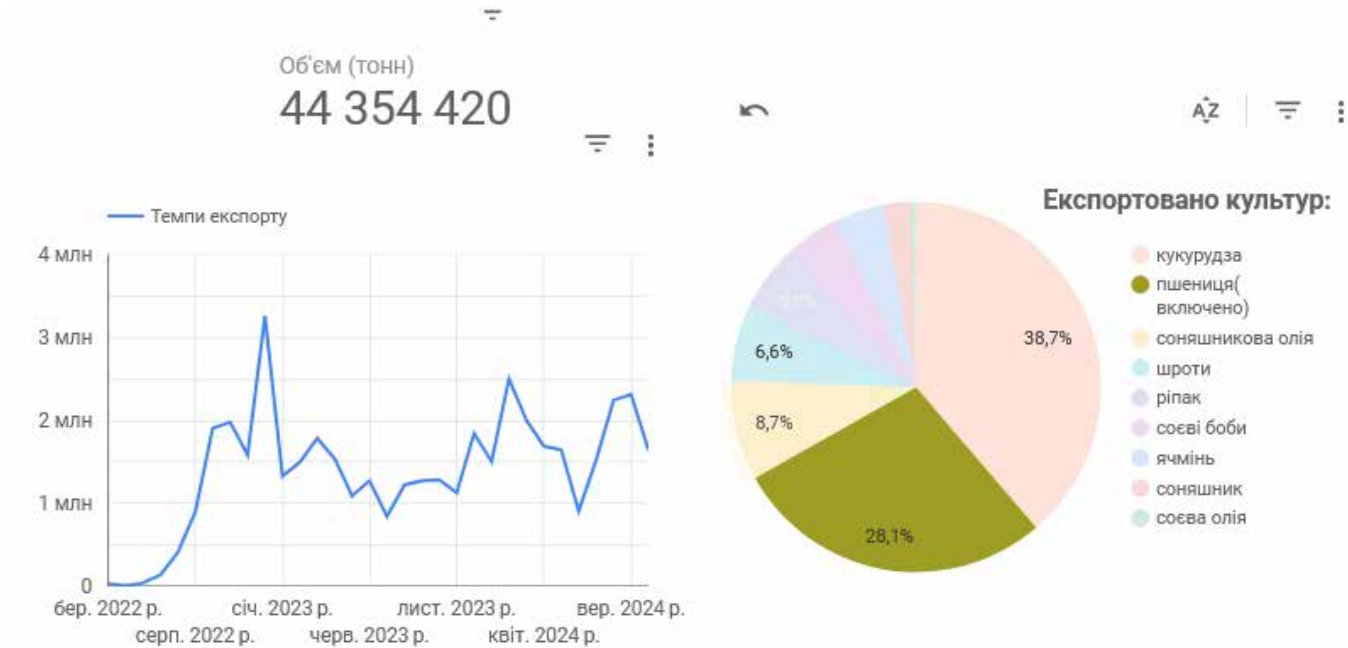


Рис. 1.6. Щорічний експорт з України зерна озимої пшениці (2022-24 рр.)
[<https://ukragroconsult.com/>]

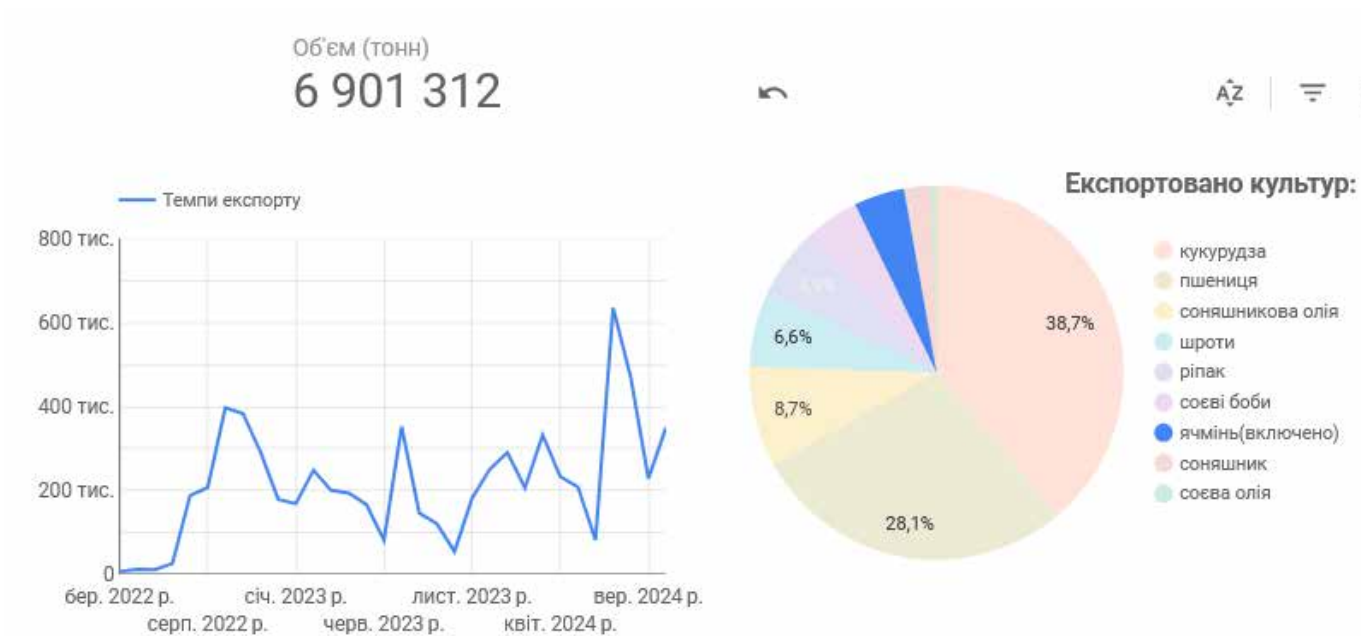


Рис. 1.7. Щорічний експорт з України зерна ячменю (2022-24 рр.)
[<https://ukragroconsult.com/>]

Обсяг експорту зернових і зернобобових культур з України у 2024 р. станом на 22 листопада склав 17,2 млн т, що на 53% більше, ніж за аналогічний період минулого сезону. Про це свідчать дані Державної митної служби, які публікує Міністерство аграрної політики та продовольства України.

Так, пшениці цього сезону відправлено 8,6 млн т, що на 57% перевищує торішні обсяги. Таким чином, експортовано 53% пшениці від загального обсягу, узгодженого в зерновому меморандумі (16,2 млн т).

Постачання ячменю на зовнішні ринки склали 1,8 млн т, що у 2 рази більше показника за аналогічний період минулого року.

Жита відвантажено 10,8 тис. т, це у 12 разів більше, ніж минулого сезону (0,9 тис. т).

Кукурудзи експортовано майже 6,5 млн т, що на 16% більше відвантажень на аналогічну дату минулого сезону.

Експорт борошна з України склав 29,8 тис. т, що на 37% менше за минулорічний показник.

У 2023-24 експорт зернових і зернобобових культур становив 50,8 млн т: пшениці - 18,4 млн т; ячменю - 2,5 млн т; жита - 1,6 тис. т; кукурудзи - 29,4 млн т; борошна - 98,2 тис. т.

Розділ I. Огляд літератури

1.1. Методи очищення зерна та обладнання

1. Механічне очищення зерна - базовий і відповідно найбільш розповсюджений метод очищення зерна. Його використовують на токах, елеваторах та зернопереробних підприємствах. Механічна очистка зерна може відбуватися одним із нижче зазначених методів або при їх поєднанні [33].

1.1. Просіювання - найпоширеніший метод очищення зерна. В якості обладнання використовуються барабанні, вібраційні, плоскі сита. Він передбачає використання сит з різними розмірами отворів для відділення домішок різного розміру [33].

1.2. Вентиляція (провіювання) більш відома як провіювання використовується для видалення легких домішок, зокрема, солома, пил, дрібні частинки соломи. В якості обладнання для провіювання зерна використовують вентиляційні столи та аспіраційні камери. Потік повітря проходить через зерно і виносить із собою легкі частки.

1.3. Магнітна сепарація - застосовують для видалення металевих домішок (дріт, цвяхи, металеві предмети). Обладнання для магнітної сепарації зерна - магнітні сепаратори та магнітні барабани. Зерно проходить через магнітне поле, яке притягує металеві частинки [33].

1.4. Гравітаційне очищення в основі лежить різниця у густині між зерном і домішками. Зерно проходить через спеціальні апарати, де важкі домішки осідають на дно, а легкі піднімаються вгору. Обладнання для гравітаційної очистки зерна включає гравітаційні сепаратори або гравітаційні столи. За таким принципом зерно проходить первинну очистку в зернозбиральних комбайнах [33].

1.5. Трибоелектрична сепарація - це метод очистки зерна який використовує різницю в електростатичних властивостях домішок і зерна. Обладнання для цього методу - трибоелектричні сепаратори, електростатичні сепаратори. Зерно проходить через спеціальні апарати, де домішки набувають

електричного заряду і відділяються від зерна. Використовують на зернопереробних підприємствах, де підвищенні вимоги до чистоти зерна.

2. Хімічне очищення зерна призначене для більш ретельного очищення зерна, переважно на зернопереробних підприємствах. Може включати такі методи.

2.1. Фумігація зерна призначена для знищення шкідників, таких як комахи та гризуни. Зерно обробляється газами, які знищують шкідників, але не залишають токсичних речовин у зерні. Використовується на елеваторах, сховищах підлогового зберігання і на зернопереробних підприємствах. Обладнання включає фумігаційні камери або газові генератори.

2.2. Мийку зерна використовують для видалення пилу, бруду та інших забруднень. Зерно промивають водою або спеціальними розчинами, які допомагають видалити забруднення. В якості обладнання використовують мийні машини різної конструкції[33].

2.3. Дезінфекція зерна використовується для знищення мікроорганізмів, таких як грибки, бактерії та інші шкідливі мікроорганізми. Для виконання цього виду очистки використовують дезінфекційні камери та розпилювачі хімічних речовин. Хімічні речовини - хлор, перекис водню або інші дезінфікуючі засоби [33].

3. Очищення із використанням фізичних процесів

Не найбільш розповсюджені методи очистки. Їх здійснюють на крупних зернопереробних підприємствах. Вони включають в себе такі методи обробки.

3.1. Опромінення - для знищення мікроорганізмів та шкідників. Цей процес очистки виконують з використанням опромінювальних камер. Зерно обробляється іонізуючим випромінюванням, яке знищує шкідливі організми, але не залишає радіоактивних речовин у зерні. [33]

3.2. Теплова обробка зерна для знищення мікроорганізмів та шкідників. В якості обладнання використовують теплові камери та інфрачервоні нагрівачі. Зерно нагрівають до певної температури, яка знищує шкідливі організми, але не пошкоджує зерно. [33]

3.3. Ультразвукова обробка - для видалення домішок та знищення мікроорганізмів. Застосовують ультразвукові генератори або ультразвукові ванни. Зерно обробляється ультразвуковими хвилями, які допомагають видалити домішки та знищити шкідливі організми [33].

4. Біологічне очищення зерна

Методи біологічного очищення зерна переважно використовують на зернопереробних підприємствах. Серед них такі.

4.1. Ферментацію використовують для видалення домішок та знищення мікроорганізмів. Обладнання - ферментаційні реактори, біореактори. Зерно обробляють спеціальними ферментами, що допомагають видалити домішки та знищити шкідливі організми [33].

4.2. Біоконтроль - знищення мікроорганізмів та шкідників. В якості обладнання застосовують біореактори або розпилювачі біологічних агентів. Зерно обробляється біологічними агентами: бактерії, гриби, які знищують шкідливі мікроорганізми. На сьогодні цей спосіб популярний у розвинених країнах, де активно просуваються методики відмови від використання методів, що наносять шкоду навколишньому середовищу [33].

1.2. Умови зберігання зерна у сучасних умовах

Визначальним показником ефективної технології зберігання зерна в зерносховищах є вологість. Аграрії можуть втратити вже готовий урожай та понести значні витрати, коли цей показник досягне критичного значення.

За сприятливих умов при зберіганні зерна на елеваторах, його вологість має бути вища за допустимі показники. Такий показник становить від 12 до 16% відповідно типу культури та терміну знаходження збіжжя у сховищі. Для злакових зернових, які зберігаються 1 рік допустима вологість - 14-15%, для зернобобових - 15-16% та для олійних – 6-8%.

Таблиця 1. 2 - Технологічно допустима вологість залежно від терміну зберігання зерна, %

Зерно	Зберігання	
	до 1 року	більше 1 року
Пшениця, жито, ячмінь, гречка	14-15	13-14
Овес, рис	13-14	13-14
Кукурудза, просо	14-15	12-13
Горох	15-16	14-15
Соняшник, ріпак	6-8	-

Основні способи контролю зберігання зернових культур

Неналежні умови спричиняють розвиток шкідливих мікроорганізмів, шкідників, та, як наслідок - до псування зерна. Крім вологості варто контролювати вплив інших факторів на стан зерна, яке знаходиться в приміщеннях для зберігання. Проте вплив негативних факторів можна контролювати спеціальними способами: охолодженням, вентиляванням, аерацією, хімічним знезараженням, консервуванням.

Таблиця 1.3 - Способи контролю зберігання зерна

Категорія	Вологість	Метод контролю зберігання	Спосіб контролю зберігання
Сухе	Не вище допустимого значення	Відкритий, обмежений простір, герметизація	Аерація, вентилявання, охолодження, знезараження, протравлення, консервування
Вологе	На 2-3% вище	Обмежений простір, герметизація	Охолодження, хімічне консервування
Сухе	Вище 3%	Герметизація	Природне і хімічне консервування

Аерація зерна - штучне чи пасивне провітрювання, яке запобігає поширенню продуктів розпаду зеленої маси. Це можуть бути водяна пара, етилен, діоксид вуглецю, які негативно впливають на стан зерна і розмноження шкідливих мікроорганізмів. Провітрювання - це свого роду оздоровлення, що

сприяє кращому захисту на тривалий час. Такий контроль зберігання зерна в складах допомагає ефективно захистити урожай.

Охолодження - продування зерна холодним повітрям з допомогою вентиляційних систем або холодильних установок. Він забезпечує оздоровлення зернової маси і збереження протягом тривалого періоду у гарному стані. При охолодженні шкідливі мікроорганізми не розвиваються, або – зникають. На фітофагів такий метод впливає негативно, тому він є універсальним способом [33].

Вентилювання - продування зернової маси повітрям. Такий спосіб застосовують до зерна, в якому вологість більша за допустиму. Тоді його підсушують. З допомогою вентиляювання зерно охолоджують і насичують киснем, що створює належні умови зберігання. Спосіб передбачає встановлення вентиляційних систем для приміщень, де зберігають зерно.

Консервування – це стан зернової маси, при якому зупиняється діяльність ферментів зародка і шкідливих мікроорганізмів. Такий спосіб запобігає пошкодженню й зігріванню вологого зерна, зменшує втрати поживних речовин. Законсервована маса перебуває в стані анабіозу, зупиняються будь-які біологічні зміни. Крім того, зупиняється дихання зерна під час зберігання і розвиток шкідливих мікроорганізмів [33].

Хімічне знезараження - це пригнічення або знищення комах та шкідливих мікроорганізмів з допомогою хімічних речовин. Коли попередні способи, які оздоровлюють зерно не можуть допомогти, потрібно використовувати радикальні варіанти.

Знезараження здійснюють методами: обприскування розчинами; фумігація зернової маси; газация приміщень; розкладання пігулок.

Режими зберігання зерна. Значний вплив здійснюють зовнішні чинники, зокрема, кисень і температура. Комахи та мікроорганізми активно розвиваються у середовищі, в якому перевищені допустимі норми вологості. Тому режими зберігання зерна варто досконало організувати, щоб у приміщенні постійно підтримувати обрані умови.

1. **Без доступу повітря.** В основі режиму без доступу повітря принцип аноксианабіозу – самоконсервування: бункер для зберігання зерна наповнюють вуглекислим чи іншими газами, або створюють умови вакууму. Мікроорганізми та комахи припиняють свій розвиток у зерновій масі за відсутності кисню. А зерно добре зберігає якісні показники, які цінні для подальшої його переробки. Проте так не можна зберігати посівні партії, бо насіння втрачає свою схожість [33].

2. **Сухе зберігання зерна.** У сухому зерні відсутня вільна волога, яка спричиняє розвиток мікроорганізмів. У такому режимі біологічні процеси майже не відбуваються. Сухе зерно найкраще зберігається тривалий час, проте потрібний постійний контроль та підтримка такого стану зернової маси.

3. **В охолодженому стані.** Зберігання зерна ґрунтується на принципі термоанабіозу або консервування за низької температури. За таких умов зупиняється розвиток мікроорганізмів. Температура зернової маси не повинна бути вище +10°C. Також негативний вплив чинить різкий перепад температур, в міжсезонний період. Такий режим зручно використовувати за умови відсутності можливості висушити зерно за короткий час. Краще зберігати масу в охолодженому стані [33].

Способи зберігання зернових

Виробники використовують різні способи зберігання зерна. Їх вибір залежить від обсягів вирощеного урожаю та конструктивних особливостей приміщень. Так, сховище зерна може бути відкрите і закрите. Перший варіант підходить для щойно зібраного врожаю. Відкритий спосіб – тимчасове зберігання зерна у вигляді буртів чи траншей. Закритий – передбачає тривале розміщення збіжжя в бетонних складах чи металевих силосах [33].

1. **Траншеї.** Це спосіб зберігання зерна без доступу кисню. Його використовують для виробництва кормів. Посівний матеріал зберігати в траншеях взагалі неможна. За таких умов зернова маса перетворюється на силос, який використовують на корм худобі.

2. **Бурти** - розміщення на відкритій території господарства, інколи під навісом зерна насипом або в тарі. Такий спосіб частіше використовують примусово для зберігання свіжого урожаю або за відсутності зерносховищ. Насип формують так, щоб зернову масу можна було накрити, з допустимою вологістю. Недоліком зберігання зерна в буртах - є вплив зовнішнього середовища на його стан, тому з'являється висока ймовірність збільшення вологи чи поширення фітофагів та шкідливих мікроорганізмів, бо складно контролювати дані фактори у відкритих умовах [33].

3. **Металевий силос** для зберігання зерна користується попитом у вітчизняних аграріїв серед інших способів. Такі зерносховища швидко будують на основі готових конструкцій. Зберігання зерна в силосах із металу в перерахунку на площу коштує дешевше, порівняно з іншими способами. Металеві силоси для зберігання зерна, зазвичай, встановлюють без твердої поверхні для підтримки ваги структури. Вентиляція у них ефективна і набагато простіша, ніж в бетонних складах [33].

Сільгоспвиробники очікують вигідного періоду реалізації збіжжя, бо тримають новий урожай у зерносховищах чи на відкритій території. Так як зернова маса складається з комплексу живих організмів, які негативно впливають на стан зерна, варто особливо контролювати належні умови зберігання [33].

4. **Бетонний склад** зберігає великі обсяги зерна в належних умовах тривалий час. Це надійний матеріал для створення зерносховища. У таких сховищах краще зберігається збіжжя вимогливе до температури. Наприклад, зерно олійних культур, яке не витримує спекотних умов. Його експлуатують тривалий період, аж до його руйнації. Такий матеріал не вбирає вологу, мало нагрівається – ідеальний для зберігання зерна. Але будівництво коштує дорого. [33]

1.3. Способи знезараження зерна

Останнім часом до нас звертаються сільгоспвиробники з питанням щодо умов проведення знезараження (фумігації) зерна та продуктів його переробки під час зберігання, щоб уникнути зараження шкідниками запасів. У попередніх статтях ми розповідали про нехімічні умови, які стримують розвиток шкідливих організмів. Сьогодні зупинимось на визначенні основних шкідників, які можуть розвиватися у складах, та порядку проведення знезараження у разі необхідності. Під час зберігання можна втратити до 100% врожаю через неякісну підготовку зерносховища. Основними причинами можуть бути шкідники та волога.

Найпоширенішими та найнебезпечнішими шкідниками зерна та зернової продукції в Україні є комірний і рисовий довгоносики, великий та малий хрущаки, гороховий і квасолевий зерноїди, зерновий точильник, рудий борошноїд, зернова міль, борошняний кліщ, хатня миша, сірий та чорний пацюки. Шкідливі комірні комахи – це справжнє лихо для зерна, що зберігається. Маючи високу здатність до розмноження, вони за тривалого зберігання зернопродуктів і сприятливих умов можуть накопичуватися у значній кількості. Науковці дослідили, що в лабораторних умовах дві пари жуків комірнього і рисового довгоносиків у зерні пшениці за дев'ять місяців розвитку дають потомство 6211 і 7978 особин відповідно.

Застосовувати захисні заходи можна за допомогою біологічних, фізико-механічних або хімічних методів – вибір за вами.

Запобіжні заходи розпочинаються з підготовки зерносховищ до зберігання зерна або продуктів його переробки. Зерносховища перед завезенням нової партії треба повністю очистити, а при необхідності провести знезараження. Проводячи очищення зерносховищ, особливо складського типу, слід звернути особливу увагу на важкодоступні місця, де можуть знаходитися шкідники зернових культур: верхні та нижні галереї, прямки норій.

Під час засипання зерна в сховище та його зберігання особливу увагу слід звернути на вологість зерна. Вологість не повинна перевищувати встановлені норми для насіння та продовольчо-кормового зерна. Для тривалого зберігання рекомендується зменшити вологість на 2-4% порівняно з нормами, що значно підвищує стійкість зерна до пошкодження шкідниками та обмежує їхню життєдіяльність.

Одним із ефективних заходів боротьби з комірними шкідниками зернових культур є охолодження зерна. Його можна застосовувати як профілактично, так і для пригнічення життєдіяльності більшості шкідників. Для цього достатньо знизити температуру зернової маси до 8-10°C. При температурі 5-6°C термін надійного зберігання збільшується втричі. Охолодження проводять у холодну суху погоду за допомогою провітрювання або активного вентилявання.

Найрадикальнішим заходом боротьби зі шкідниками зернових запасів залишається хімічна дезінсекція зерна: волога, аерозольна, газова (фумігація). Хімічну обробку проводять за спеціальною інструкцією організації, які мають допуски та посвідчення на право здійснення робіт з пестицидами і агрохімікатами.

Вологий та аерозольний способи боротьби з комірними шкідниками ефективні для обробки вільних складських приміщень і прилеглих територій. Для цього використовують фосфорорганічні й піретроїдні інсектициди (Актуал КЕ; Актеллік 500 ЕС, КЕ ; Карате 050 ЕС; Делік 5, КР, КЕ; К-Обіоль 25 ЕС, КЕ; Пірігрєн 50, ХТ та інші) згідно з нормами застосування та термінами обробки, зазначеними у «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні». Однак, фумігація зерна є найефективнішою. Для її проведення використовують фуміганти на основі фосфіду алюмінію (Фостоксин , Алфос ТБ, Фосфір ТБ,).

При зараженні комахами-шкідниками зернової продукції відбувається перетворення їх на низькоякісні матеріали, втрата поживних речовин, зниження енергії і схожості проростання, класу товарного зерна та його ринкової вартості. Харчування комахами зерном призводить до білокрів'я, порушення

амінокислотного обміну, дистрофічних змін паренхіми нирок, печінки, кишківника [38].

Зерно, заражене комахами цвілевими грибами і кліщами неможливо видалити при помелі. Воно містяться в борошні в розмеленому вигляді. З нього випікають хліб.

1.4. Система фумігації фосфіном зерна в нерухомому шарі

1. Система консервування проти шкідників зерна при закладці його на тривале зберігання. У силосах розміщують три види датчиків: датчики відносної вологості міжзернового повітря, датчики зараженості шкідниками і датчики температури зерна [38]. Результати вимірювань датчиків в режимі он-лайн надходять на комп'ютер і зберігаються в його пам'яті. В результаті, на дисплеї ми бачимо колірні сигнали, які відображають оцінку загального стану зерна в залежності від стану цих трьох найважливіших чинників: нормально, тривожно, небезпечно. У даної системи, є незаперечні переваги: по-перше, є постійна наочна інформація про стан зберігається зерна; по-друге, виключається ручна праця для відбору проб зерна, його просіювання, виділення і підрахунку шкідників; по-третє, відсутні витрати на електричну енергію та інші трудовитрати на перекачування зерна для відбору проб; по- четверте, виключається травмування зерна, що відбувається зазвичай при його перекачуванні;

Дана система дає більш повну та об'єктивну інформацію про стан зернової маси, адже чутливість визначення зараженості шкідниками зростає в 15-20 разів. А значить, ви маєте можливість оперативно приймати рішення [24].

2. Друга технологія - система фумігації фосфіном зерна в нерухомому шарі. Дана система, забезпечує рециркуляцію газу фосфіну через нерухомий шар зернової маси. Перевагами даної технології є: гарантоване знезараження зерна від шкідників; зменшення часу фумігації та кількості введеного в зерно газу; зерно не забруднюється залишками розкладання фосфіну препаратів, що виключає отруєння людей при роботі з фумігованими зерном; відпадає

необхідність ручного дозування отруйних пігулок в потік зерна протягом тривалого часу, а значить, поліпшуються умови праці; виключаються витрати електричної енергії та інші трудовитрати на перекачування зерна; Підприємство може проводити обробки своїми силами. Під час роботи можна здійснювати контроль за процесом фумігації шляхом відбору проб і визначення концентрації фосфіну в міжзерновій просторі. Постійний контроль процесу дезінсекції та можливість його регулювання гарантують отримання надійних результатів знищення шкідників в явній і прихованій формах зараженості зерна. [38]

3. Третя технологія - *система консервування проти шкідників зерна при закладці його на тривале зберігання*. Технологія дозволяє обробити зерно в потоці рідким інсектицидом контактної дії. Обробка зерна відбувається всередині самопливу, що виключає контакт людей з отрутою.

Таблиця 1.4 - Нижні температурні пороги розвитку шкідників запасів

Види шкідників	Нижній температурний поріг розвитку, °С
Кліщі	6
Комірний довгоносик; зернова вогнівка	10
Рисовий довгоносик; зернова міль	13
Малий борошняний; булавовусий хрущаки	15
Коротковусий борошноїд	18
Сурінамський борошноїд, зерновий точильщик	16
Млинна вогнівка	11
Південна вогнівка	14

Ця технологія має свої переваги: по-перше, при розвантаженні зараженого зерна з автомобільного, залізничного чи водного транспорту, виключено зараження комунікацій, обладнання, приміщень елеватора і вже зберігається в ньому зерна; по-друге, завдяки технології консервування досягається тривалий ефект дезінсекції. При цьому не потрібно ні герметизації об'єкта, ні зведення захисних огорож. Дану систему можна використовувати практично в будь-яких погодних умовах, при будь-якій повноті завантаження силосу. Ви самі

визначаєте зручний час для дезінсекції, так як проводити її підприємство може своїми силами. Це оптимальна технологія для довгостроково зберігається зерна, наприклад, насіннєвого або зерна в держрезервах. Застосування даної технології забезпечує загибель шкідників, що знаходяться в зерновій масі. При цьому, період захисту зерна від повторного зараження шкідниками становить кілька місяців. Для збереження зерна необхідний комплексний підхід до проблеми. І ми завжди готові допомогти Вам у цій нелегкій справі, запропонувавши своє обладнання та новітні технології захисту зерна [32].

Зі шкідливих комах зернових запасів в Україні зустрічаються види: великий борошняний хрущак, комірний та рисовий довгоносики, мавританська кузька, облудник злодій, зернова та комірна молі, борошняна вогнівка. Значна їх частина потрапляє до складських приміщень разом із зерном та іншою сільськогосподарською продукцією, тарою. На сьогодні на території України не виявлені в сховищах такі карантинні види, як капровий жук (*Trogoderma granarium*), широкохобітний комірний довгоносик (*Caulophilus Latinus Say*) тощо. Проте вони широко зустрічаються в країнах Південної й Середньої Європи, Азії, Японії, Китаї, Єгипті та в інших, з якими Україна має торговельні зв'язки. Про безпеку завезення нових видів шкідників слід постійно пам'ятати.

1.4.1. Охолодження заражених зерна, борошна та крупи

До охолодження зерна і продуктів його переробки слід приступати негайно з настанням сприятливих для цього метеорологічних умов. При нестійкій температурі повітря для охолодження зерна і продукції використовують окремі дні і навіть години доби з низькою температурою. Черговість охолодження партій зерна і продукції встановлюють залежно від їх стану та ступеня зараженості.

Охолодження зерна проводять пасивним способом - провітрюванням приміщень або активним - за допомогою стаціонарних і пересувних вентиляційних установок, пропуску зерна через зерночисні машини і

конвеєри, через охолоджувальні та сушильні камери зерносушарок, продуваються холодним повітрям. Найбільш ефективним є охолодження зерна шляхом активного вентилявання за допомогою стаціонарних вентиляційних установок [38].

Охолодження зараженого продовольчого і кормового зерна, що зберігається в складах, елеваторах, під навісами і на майданчиках, проводиться відповідно до Інструкції по зберіганню зерна, олійного насіння, борошна та крупи. Насінне зерно охолоджують відповідно до діючої Інструкції про порядок приймання, розміщення, підготовки та зберігання сортового насіння на хлібоприймальних підприємствах. Для знищення шкідників у заражених партіях борошна, крупи і комбікормів в зимовий період їх охолоджують, посилено провітрюючи склади. Для забезпечення вільного доступу холодного повітря до мішків з продукцією штабеля укладають трійником і знижують їх висоту. При проведенні робіт з охолодження зерна і продукції слід враховувати ступінь стійкості різних видів шкідників хлібних запасів до низьких температур, яка характеризується даними, зазначеними в табл. 4.1.

Таблиця 1.5 - Стійкість різних видів шкідників хлібних запасів до низьких температур

Шкідники хлібних запасів	Тривалість життя за найбільш стійкими стадіями, кількість днів, при температурі			
	0 °C	-5 °C -	10 °C	15 °C
Рисовий довгоносик	17	12	4	7,5
Комірний довгоносик	67	26	14	19
Малий борошняний хрущак	12	5	5	5
Коротковусий борошноїд	112	32	20	24
Прикида-злодій	219	164	36	17
Малий чорний хрущак	19	5	2	4
Сурінамський борошноїд	22	13	3	24
Зерновий точильщик	17	10	1	7
Млинна вогнівка	116	24	11	2

У разі зараження зерна або продукції стійкими до холоду видами шкідників необхідно обов'язково поєднувати охолодження з очищенням

(просіюванням). При настанні потепління запроваджують заходи, що забезпечують збереження низької температури в зерні та продукції. Для цього двері і вікна сховищ тримають закритими, відкриваючи їх тільки у випадках необхідності. Спостереження за що зберігаються зерном і продукцією проводять переважно в ранкові та вечірні години. Провітрюють сховища тільки в суху і прохолодну погоду, коли температура зовнішнього повітря нижче температури повітря в приміщенні.

Термічна дезінсекція зерна пшениці

Термічну дезінсекцію застосовують для зерна пшениці сухої і середньої сухості, призначеного на продовольчі, кормові та технічні цілі. Термічну дезінсекцію проводять на рециркуляційних зерносушарках типу «Цілинний».

Термічну дезінсекцію здійснюють силами підприємства відповідно до письмового розпорядження керівника (або його заступника) підприємства. У розпорядженні вказується: місце розміщення і кількість зерна, яке має бути піддано термічній дезінсекції; видовий склад комах в партії зерна; сушарка, на якій буде проводитися термічна дезінсекція; температурний режим обробки; максимальна температура нагріву зерна; маршрут руху зерна до і після дезінсекції з транспортних мереж; місце розміщення зерна після дезінсекції. Відповідальними за правильну організацію термічної дезінсекції та роботу сушарки є заступник директора, начальник виробничої (технологічної) лабораторії і сушильний майстер.

Вибір режиму термічної дезінсекції здійснюють з урахуванням ступеня стійкості основних видів комах - шкідників хлібних запасів до високих температур і з урахуванням різних способів нагрівання зерна. Режими термічної дезінсекції на зерносушарці типу «Цілинний» наведено в табл. 4.2 .

При термічній дезінсекції необхідно дотримуватися таких умов:

- температура теплоносія зерносушарки типу «Цілинний» повинна бути в межах 300°C - 400 ° C;

- температура нагріву зерна в тепловологообміннику і в камері нагрівання не повинна перевищувати значень ;

- заражене зерно перед подачею в сушарку слід очистити від крупних домішок;

- щоб уникнути поширення комах по території підприємства необхідно забезпечити герметичність пиловловлювачів сушарки, в які можуть потрапляти комахи, що були відпрацьованим теплоносієм з камери нагріву, і виключити просипи зараженого зерна. Порядок підготовки та проведення термічної дезінсекції.

Проводять механічне очищення і знезараження (при необхідності) ємності для зберігання зерна після термічної дезінсекції, а також транспортних комунікацій , за якими буде переміщатися знезаражене зерно. Здійснюють пуск зерносушарки згідно з правилами, викладеними у Інструкції по сушінні продовольчого, кормового зерна, олійного насіння та експлуатації зерносушарок.

При нагріванні зерна в падаючому шарі першу партію зараженого зерна пропускають з повною рециркуляцією без випуску зерна з сушарки в цілях його нагрівання в тепловологообмінника до необхідної температури , згідно режиму, наведеному в табл. 4.2 і вказаною в розпорядженні керівника (або його заступника) підприємства. Роботу випускного механізму сушарки регулюють таким чином, щоб у тепловологообмінника при нагріванні зерна в падаючому шарі підтримувалися задана температура нагріву зерна і експозиція, що забезпечують загибель найбільш терmostійкого виду комах виявленого в зараженій партії зерна. Після проходження тепловологообмінника або камери нагріву зерно охолоджують до температури навколишнього середовища. Систематично ведуть спостереження за температурою теплоносія в камері нагрівання. Перевіряють рівномірність нагріву в тепловологообмінника (нагрівання в падаючому шарі) при налагодженні процесу термічної дезінсекції через кожні 30 хв ., А при сталому режимі - через годину. Через кожну годину відбирають проби для аналізу обробленого зерна на зараженість на виході з

охолоджувальної шахти. Здійснюють систематичний контроль за якістю зерна згідно Інструкції по сушінні продовольчого, кормового зерна, олійного насіння та експлуатації зерносушарок. З метою ефективного проведення термічної дезінсекції та збереження якості зерна пшениці забороняється :

здійснювати термічну дезінсекцію зерна вологістю більше 15%; переміщати заражене і пройшло термічну дезінсекцію зерно одними і тими ж транспортуючими засобами; направляти зерно після термічної дезінсекції в сховища, заражені шкідниками. Зерно, що пройшло термічну дезінсекцію може бути відразу ж використано за призначенням або направлено на зберігання.

Правила зберігання зерна, що піддавалося термічній дезінсекції, не відрізняються від зберігання звичайного зерна. Персонал сушарки, що бере участь в роботі по термічній дезінсекції зерна, повинен знати і виконувати діючі правила та інструкції з техніки безпеки та виробничої санітарії, а також протипожежні заходи по експлуатації зерносушарок, викладені в Інструкції по сушінні продовольчого, кормового зерна, олійного насіння та експлуатації зерносушарок .

1.5. Токсична дія фумігантних пестицидів

В організм комах фуміганти проникають через трахейну систему в процесі дихання у газоподібному чи пароподібному стані. Несприятливе газове середовище, викликає у комах захисну реакцію. Наявність фуміганта в повітрі спонукає комах до закриття дихалець. Вони припиняють газообмін з навколишнім середовищем. В цьому випадку комахи можуть жити деякий час за рахунок кисню повітря, який знаходиться у трахейній системі.

Після витрачення кисню і при насиченні трахейної системи вуглекислим газом комахи змушені відкрити дихальця і тим самим дати доступ фуміганту в трахейну систему. Наявність такої захисної реакції у комах зумовлена необхідністю збереження в повітрі певної концентрації протягом тривалого часу для досягнення летального ефекту. Потрапивши в трахейну систему,

фумігантний пестицид дифундує крізь стінки трахей і трахеол і надходить у гемолімфу, з якою поширюється по тілу комахи досягає життєво важливих органів і отрує організм. В Україні для боротьби із шкідниками хлібних запасів дозволені фумігантні пестициди: бромистий метил препарат 242, металлілхлорід і дихлоретан. На чутливість комах до фумігантів, та на ефективність фумігації різною мірою впливають багато факторів. Практичний інтерес представляють ті фактори, які можна контролювати, а потім враховувати при створенні певних режимів фумігації. Такими факторами можуть бути температура, вологість, концентрація фуміганта, експозиція вигляд і стадія розвитку комахи. Фізіологічні аспекти стійкості (стать, вік, їжа тощо) у практиці фумігування врахувати дуже важко [15].

Таблиця 1.6 - Тривалість життя шкідників хлібних запасів в газовому та насиченому киснем середовищах

Вид шкідливого організму	Тривалість життя комах у середовищі	
	Насиченому киснем	Газовому
Видовжений кліщ стадія живлення яйця	50 4 5 діб	2 4 доби
Булавовусий хрущак	80	-
Коротковусий борошноїд	45	2
Зерновий точильник	60	-
Рисовий довгоносик	60	3
Комірний довгоносик (імаго)	90	15

Наведені дані дуже важливі для практики: вони вказують на необхідність встановлення режимів знезараження об'єктів фумігантами від комплексу шкідників з урахуванням найбільш стійких видів і найменш чутливих стадій їх розвитку. На токсичність фумігантів здебільшого впливає температура навколишнього середовища. За підвищеної температури активізується життєдіяльність комах, поліпшуються умови для випаровування і розподілу

газу, скорочується сорбція газоподібних і пароподібних речовин зерновими продуктами, а в міжзернових просторах зберігається досить висока концентрація фуміганта. За знижених температур комахи стають менш життєздатними, у них сповільнюється обмін речовин, дихання, посилюється сорбція газу матеріалами і зменшується дифузія газів. Тому за знижених температур для отримання бажаного ефекту потрібне збільшення норми витрати газу, його концентрації або підвищення часу експозиції [15].

Вважають, що за більш високих температур діапазон стійкості окремих особин в популяції комах зменшується.

Отруйна дія фумігантів на комах тісно пов'язана з концентрацією газу в повітрі і експозицією. У загальному випадку вважають, що зв'язок цей зворотний, тобто чим більша концентрація газу, тим вимагається коротше експозиція, щоб отримати однакову загибель шкідників. Тому показник добутку концентрації на експозицію (ДКЕ) є величиною постійною.

Оскільки в практиці фумігаційних робіт концентрація фуміганта в різних ділянках незараженого об'єкта суттєво змінюється в процесі експозиції в результаті сорбційних процесів, дифузії газу або витоків його при недостатній герметичності приміщень, то для характеристики ефективності фумігації зручно користуватися показником ДКЕ, а не величиною концентрації газу. При цьому остаточна величина ДКЕСУМ, за якою можна судити про закінчення фумігації, представляє суму цих показників, визначених за будь-які проміжки часу:

ДКЕ, де K_1 і K_2 - концентрація фуміганта (г/м^3) під час експозиції t_1 і t_2 в годинах відповідно. Розглянутий загальний випадок залежності між концентрацією і експозицією фумігантів в отриманні летального дії на комах повинен бути уточнюють для кожного фумігантного пестициду. Експериментально встановлено, що ця залежність є справедливою лише в певному діапазоні величин концентрації того чи іншого фуміганта.

Коефіцієнт регресії зі збільшенням експозиції збільшується. Зв'язок між цими показниками прямий (розрахований коефіцієнт кореляції дорівнює +0,88).

Це свідчить про те, що зі збільшенням експозиції суттєво зменшується гетерогенність популяції комах за ознакою стійкості до бромистого метилу. Іншими словами, зменшується діапазон реакції на токсикант між чутливими і стійкими особинами в популяції. При короткій експозиції у разі фумігації сублетальними концентраціями бромистого метилу можна швидше очікувати відбору стійких особин і формування популяції з набутою стійкістю, ніж при тривалій експозиції. Відхилення від загального випадку розглянутої залежності відзначені і для інших фумігантних пестицидів. Наприклад, фосфористий водень краще діє на комах при низьких концентраціях та тривалій експозиції. Так, ДКЕ-99 для жуків комірного довгоносика при експозиції 6 год складає $375 \text{ год} \cdot \text{мл/м}^3$, а при 504 год - $252 \text{ год} \cdot \text{мл/м}^3$. На підставі експериментальних даних розраховані величини ПКЕ для бромистого метилу, які за різних умов фумігації забезпечують повне знезараження об'єктів від основних шкідників хлібних запасів і можуть бути використані при дезінсекції (табл. 27).

Фостоксином знезаражують продовольче, фуражне і насінневе зерно, сухе і середньої сухості, за температур не нижче 12°C . Процес обробки зерна препаратами фостоксин або Деліція - полягає у наступному. У зерно, переміщуване транспортером, за допомогою автоматичного дозатора вводять таблетки або гранули препаратів відповідно до встановленої норми, яка становить 6 г за діючою речовиною (фосфористу водню) або 18 г по препарату, що відповідає 30 гранулам або шести таблеткам на 1 т зерна. По транспортеру зерно з рівномірно розподіленими в ньому гранулами або таблетками надходить в заздалегідь очищений і загерметизований силос. Після заповнення силосу зерном завантажувальний люк закривають і герметизують. Експозиція становить не менше п'яти діб. Після закінчення експозиції люк силосу відкривають для пасивної дегазації. Прискорити дегазацію можна переміщенням зерна в іншій силос. Схема пристрою автоматичного дозатора гранул і таблеток приведено малюнку 74. Він складається з наступних основних вузлів. Штатив з металевих труб, на якому монтується весь апарат, служить для нього опорою. Опорна плита утворює дно.

Приводний двигун з редуктором приєднаний до нижньої сторони опорної плити. Двигун через кабель живиться від мережі трифазного струму 380/220 В (50 Гц).

Ведучий диск надітий на вісь редуктора. Змінні диски з отворами по вінця призначені для дозування гранул і таблеток. Для випуску гранул і таблеток через металевий патрубок з надітим на нього пластмасовим шлангом служить штуцер з відбивачем. При складанні дозатора циліндр ставлять в паз на опорній плиті і кріплять розпірними гвинтами. Дозатор забезпечений автоматичним пристроєм включення з педаллю, яка служить для включення двигуна при появі на транспортері зерна. Дозатор встановлюють над транспортером в надсилосному приміщенні на спеціальних кронштейнах, що прикріплюються до рами транспортера.

Дозатор працює наступним чином: зерно, що переміщується транспортерною стрічкою, натискає на педаль вмикача двигуна дозатора. За допомогою передачі двигун приводить в обертання провідний диск з надітим на нього змінним диском. Частота обертання диска 1,9 об / хв. Вінець останнього з отворами, які захоплюють по одній гранулі або таблетці, ковзає над випускним штуцером. Коли отвір у вінці змінного диска збігається з отвором в штуцері, гранула або таблетка через металевий патрубок і пластмасовий шланг падає в переміщуване транспортером зерно. Кожен дозатор в змінних дисках має максимальну кількість отворів. При роботі слід залишити відкритими ті отвори, які дозують гранули (таблетки) залежно від заданої норми їх витрати і фактичної продуктивності обладнання, що переміщує зерно. Зайві отвори треба закрити спеціальними пробками. Кількість гранул (таблеток), які повинні вводитися дозатором в зерно за одиницю часу, розраховують за формулою:

$$C = \frac{B \cdot V}{60}$$

60

де B - норма витрати Фостоксину або Деліція-газтоксину, гранул або таблеток на 1 т зерна;

B - фактична продуктивність обладнання, що переміщує зерно, т/г.

Число отворів в диску, які повинні бути залишені відкритими при обробці зерна, розраховують за формулою:

$$A = \frac{BV}{1,9}$$

де 1,9 - частота обертання диска, об/г

Для фумігації зерна та продуктів його переробки в нашій країні застосовують суміш бромистого метилу з препаратом 242, а зерно фумігується також сумішшю бромистого метилу з металлілхлоридом.

При використанні сумішей фумігантів на дві частини бромистого метилу витрачають одну частину препарату 242 або металлілхлориду. Іноді застосовують однакове співвідношення в суміші бромистого метилу з препаратом 242. Компоненти сумішей в об'єкт що фумігується вводять роздільно. У процесі фумігації зерна спочатку в зерновий насип і в надзерновий простір складу подають препарат 242 або металлілхлорид за допомогою апаратів 4-АГ або 2-АГ, а потім у надзерновий простір випускають бромистий метил з балонів, попередньо розставлених у відповідних місцях складу.

Зерно і зернову продукцію в мішках на складах сумішшю бромистого метилу і препарату 242 також фумігується при послідовній подачі компонентів. Спочатку за допомогою апаратів 4-АГ або 2-АГ (або вручну) подають препарат 242, а потім відкривають балони з бромистим метилом, які заздалегідь встановлюють у складі.

Норма витрати суміші бромистого метилу з препаратом 242 при фумігації зерна та зернової продукції в мішках в складах без спеціальної герметизації складає 40 ... 45 г/м³ обсягу складу, в складах зі спеціальною герметизацією - 30 ... 35 г/м³. Експозиція фумігації дві-три доби. Зерно в мішках в складах фумігується сумішшю бромистого метилу з металлілхлоридом. Норма витрати суміші в звичайних складах становить 45 г/м³. Експозиція фумігації три доби.

Зерно, заражене комахами і кліщами в третій ступені, фумігують або обробляють контактними фосфорорганічними пестицидами. Питання про хімічну обробку зерна при меншій зараженості кліщами вирішується по кожній партії в залежності від конкретних умов і призначення зерна. Фосфорорганічними пестицидами обробки проводять для профілактики зараженості. Заражені борошно, крупи і комбікорми фумігують. Для попередження незаражене борошно обробляють з поверхні мішків карбофосом. Незавантажені елеватори знезаражують газовим способом. Якщо це неможливо зробити через погану герметизації, елеватори обробляють аерозольним або вологим способом. Те ж саме відноситься і до незавантажених зерноскладів, в яких, крім того, можна провести волого-газову дезінсекцію.

На всіх зернопереробних підприємствах проводять фумігацію у встановлені планами терміни, але не рідше одного разу на рік.

Зерносушарки закритого типу, сушильно-очищувальні башти і молотильно-очищувальні башти поточкових лініях зазвичай фумігуються. Сушарки відкритого типу та стаціонарне, але укрите в будівлях обладнання поточкових ліній знезаражують вологим способом. Пересувні зерноочисні машини, транспортери, вантажно-розвантажувальні механізми та інші машини та інвентар фумігується всередині складів.

1.6. Токсична дія контактних пестицидів

Контактні пестициди отруюють комах, проникаючи в організм через шкірні покриви, потрапляючи в гемолімфу, а з нею до життєво важливих центрів. Серед контактних пестицидів найбільшого поширення набули фосфорорганічні сполуки, що належать в основному до похідних фосфорної, дітіофосфорної і тіофосфорної кислот. В системі заготовок допущені до застосування наступні фосфорорганічні пестициди: трихлорметафос-3, ДДВФ, Фокс (волатон), карбофос, актеллик. З групи хлорорганічних сполук застосовується гамма-ізомер гексахлорана (у пашках «Гамма»). Фосфорорганічні пестициди, потрапляючи в гемолімфу комах, інгібують

холінестерази, які є групою ферментів класу гідролаз та каталізують реакцію гідролізу ефірів холіну. Найбільше біологічне значення має холіноестераза нервової системи - ацетилхолінестеразою, що каталізує головним чином гідроліз ацетилхоліну. Необхідність швидкого розщеплення в організмі високоактивного ацетилхоліну пов'язана з тим, що його накопичення призводить до припинення проведення (блокування) нервових імпульсів і виключенню функцій нервової системи (паралічу). Тому речовини, здатні пригнічувати активність ацетилхолінестерази, мають високу токсичність. До таких речовин і належать фосфорорганічні пестициди. Відмінною особливістю контактних пестицидів від інших хімічних сполук є те, що отруєння комах відбувається в тому випадку, якщо на поверхню їх тіла нанести пестицид або якщо комахи контактують з обробленою пестицидом поверхнею. Достатньо провести обробки поверхні контактним пестицидом, що захищається (стіни сховищ, тару і т. д.), щоб досягти необхідного ефекту. Контактні пестициди характеризуються певною персистентністю, тобто здатністю протягом більш чи менш тривалого часу зберігати на поверхні залишки, токсичні для комах. Такі властивості контактних пестицидів розроблені, їх застосовують на практиці спосіб захисту зерна і зернових продуктів в тканинних мішках від зараження шкідниками. Зерно або поверхню мішків обробляють фосфорорганічними пестицидами (карбофосом та ін.). Як правило, залишки пестицидів довше зберігаються на нейтральних або злегка кислих поверхнях (дереві, склі, металі, мішковині і т. і.) і швидше руйнуються на лужних матеріалах (штукатурці, цеглі, бетоні, асфальті і т. п.).

Швидкість розкладання пестицидів на поверхні обробленого матеріалу залежить: від температури, вологості, доступу кисню. Чим вищі ці показники, тим швидше відбувається гідроліз пестицидів і тим коротше термін захисної дії їх проти шкідників. Метаболізм карбофосу в сухому і охолодженому зерні відбувається порівняно повільно. Зерно, одноразово оброблене карбофосом, значний час зберігає його залишки, токсичні для комах. Введення в зерно 6 ... 8 г карбофосу по активно діючої речовини на 1 т зерна забезпечує швидкий

параліч і загибель шкідників, які живуть в міжзерновому просторі. Інсектицидний ефект досягається при безпосередньому потраплянні емульсії карбофосу на комах і кліщів під час обприскування або в результаті контакту членистоногих з обробленим зерном, або комахи і кліщі отруюються, харчуючись обробленим зерном. Отруєння комах, що розвиваються всередині зерна, відбувається по-іншому. Близько половини жуків (наприклад, довгоносика комори) не виходить з зерна, якщо воно оброблене в момент, коли амбарний довгоносик перебував у стадії яйця, личинки або лялечки. Пояснити це можна трьома причинами.

По-перше, важко забезпечити рівномірну обробку зерна. У необроблених зернах або в зернах, які не мають безпосереднього контакту з обробленими, розвиток комах протікає нормально і завершується виходом жуків.

По-друге, відповідальним тут може бути, з одного боку, гетерогенність популяції комах за ознакою стійкості до пестициду, з іншого, цілком можливо, що всередину зерна проникла тільки частина карбофосу в кількості, достатній, щоб убити найбільш чутливих особин.

По-третє, порівняно висока летючість карбофосу забезпечує насичення повітря парами препарату в концентраціях, достатніх для отримання часткового токсичного ефекту. За даними автора, насичення повітря парами карбофосу вбиває 70 - 90% жуків комірною довгоносика та малого борошністого хрущака. Тому ймовірно, що карбофос вбиває комах всередині зерна, діючи як фумігант. Друга половина популяції, тобто жуки, що відродилися із зерна, отруюються внаслідок контакту з карбофосом на поверхні зерна або живлення отруєним зерном [9].

Таким чином, обробка зерна контактними пестицидами забезпечує повний інсектицидний ефект для шкідників, що знаходяться у міжзерновому просторі, та організмів, що живуть усередині зерна. Контактні пестициди завдяки своїй здатності зберігати токсичні для комах залишки на різних поверхнях, становлять бар'єр для комах. Це підтверджено дослідженнями М.М. Абдуллаєва. Поверхню мішків з борошном обприскували водними емульсіями карбофосу,

метілнітрофосу і фоксіма в дозах 0,3, 0,2 і 0,1 г/м² за діючою речовиною відповідно. Витрати води склали 0,05 л/м². Мішки зберігали при температурі 18-23°C і відносній вологості повітря 52-91% в умовах сильного навколишнього зараження комахами. Кількість живих і мертвих комах на поверхні мішка і в борошні регулярно підраховували. У мішках, які не оброблені пестицидами, вже при першому обліку були виявлені живі комах і кількість їх збільшувалася. На поверхні і всередині мішків, оброблених карбофосом, живих комах не помічали протягом двох з половиною місяців, кількість мертвих комах зберігалася на високому рівні (90-100%) протягом п'яти місяців. У варіанті з метілнітрофосом і фоксімом протягом 9 місяців живих комах було дуже мало. Токсичність фосфорорганічних пестицидів щодо комах пов'язана з температурою і вологістю середовища. Чим вище температура, тим, як правило, сильніша інсектицидна активність: посилюються фізіолого-біохімічні процеси в організмі комах і кліщів при підвищенні температури, обміном речовин стає більш інтенсивним, більш активним блокуванням ацетілхоліносторази фосфорорганічними пестицидами [23, 24].

Наведені дані вказують на велику роль температури в інсектицидній активності фосфорорганічних сполук, що слід враховувати при дезінсекційних роботах. Якщо необхідно ліквідувати зараженість і отримати швидкий ефект від застосування інсектицидів, слід дезінсекцію проводити в теплий час доби. І навпаки, з профілактичною метою необхідно тривалий час зберегти для комах токсичним оброблений об'єкт, доцільно обробку проводити в прохолодну погоду. Вологість середовища також впливає на токсичність контактних інсектицидів. [23].

Вплив на фумігацію: вид і стадія комах

Результати фумігації можна визначити кількома способами, наприклад користуючись газоаналізаторами, підселюючи комах або спостерігаючи за зразками зерна і температурою зерна. Застосування газоаналізаторів та інших простих методів визначення концентрації газу в оброблюваному зерні дозволяє вести процес фумігації за допомогою кривих: доза - смертність для тих чи

інших видів комах і стадій їх розвитку. Зручно і бажано розміщувати тест-комах в садках в найбільш важливі ділянки об'єкта фумігації. Щоб з'ясувати, чи загинули комахи, слід відібрати типові зразки зерна, просіяти і дослідити їх. Для визначення смертності комах, що розвиваються всередині зерна, може знадобитися інкубування зразків і подальше спостереження за відродженням дорослих особин.



Рис. 1.8 - Зараженість зерносховищ різного типу зберігання шкідниками хлібних запасів, (2014-2022 рр.) [19].

Для знищення великих популяцій комах звичайно потрібно збільшувати дозу фуміганта. Такі популяції зазвичай бувають в зерні високої вологості. Великі популяції комах також утворюють більшу кількість пилу, екскрементів і з'єдених зерен. Колонії комах, які розвиваються протягом тривалого періоду часу, дуже ймовірні в злежаному, ущільненому зерні. Так само їх можна знайти в «кишенях», де вони накопичують навколо себе значну кількість продуктів життєдіяльності.

1.7. Видовий склад комах, що часто виявляють у продукції запасів при експорті зерна пшениці та при зберіганні

Враховуючи особливості біології, етології та екології найбільш поширених видів, було встановлено що при зміні температурних умов зберігання зерна і

незначними відхиленнями показників вологості, видовий склад шкідників протягом певного часу істотно змінювався.

Так, за даними Середняка Д.П., наприклад, у складських приміщеннях впродовж останніх років домінуючими видами були: комірний довгоносик, малий борошняний хрущак, мавританський жук кузька, коротковусий рудий борошноїд та зернова міль.

В елеваторах силосного типу залізобетонної конструкції домінували: комірний довгоносик, хрущак малий борошняний булавовусий, звичайний волохатий кліщ, борошняний кліщ та зерновий шашіль.

В елеваторах силосного типу металеві конструкції домінуючими були: рисовий та комірний довгоносики, малий борошняний та булавовусий хрущаки, борошняний кліщ.

На підприємствах по зберіганню зерна та продуктів його переробки, окрім, малого борошняного хрущака, виявляли масове розповсюдження південної комірної та млинової вогнівок, суринамського борошноїда, малого чорного хрущака.

Треба відмітити, що в деяких складських приміщеннях – поширеними є шкідники родини (Dermestidae), зокрема - трогодерма мінлива (*Trogoderma variabile* Ball.). Важливим фактом є те, що останні можуть набути статусу домінантних завдяки більш широкій екологічній валентності та здатності до розповсюдження в несприятливих умовах.

Для багатьох зерносховищ домінуючими видами були такі: комірний довгоносик, книжкова воша, звичайний хижий кліщ, пиловий кліщ а також спостерігалось масове розповсюдження південної комірної та млинової вогнівок.

В переважній більшості інші види за їх чисельністю по шкалі Скуф'їна склали 4 - 8 % від загальної кількості усіх виявлених шкідників, тобто були – субдомінантними. Малочисельні та рідкісні види зустрічались переважно в складських приміщеннях напільного зберігання чисельність яких становила від 1 до 3%.

Відносна поширеність видів, була різною для кожного з типів зерносховищ. Для завантажених складських приміщень за відбором зернових, найбільший показник за бальною оцінкою поширеності видів, був притаманний борошняному кліщу, книжкової воші, звичайному хижому кліщу, рисовому та комірному довгоносику, які склали – 5 балів (40-100%).

Для млинів найбільший показник за бальною оцінкою поширеності видів, був притаманний - малому борошняному та булавовусому хрущаку, борошняному кліщу, південній комірній, млиновій та шоколадній – какаовій вогнівки, який складав також – 5 балів (40-100%).

Для підприємств по зберіганню зерна та продуктів його переробки найбільший показник за бальною оцінкою поширеності видів був властивий малому борошняному хрущаку, рисовому довгоносику південній комірній та млиновій вогнівки, з показником – 5 балів. Показник в 4 бали був властивий для суринамського борошноїда та звичайного хижого кліща. В інших приміщеннях для деяких домінуючих та субдомінуючих видів оцінка відносної поширеності видів складала 3 бали від 3 до 16 %.

У сховищах найчастіше зустрічаються:

Комірний довгоносик - *Sitophilus granarius* L. (рис. 1.9).

Родина довгоносики - *Curculionidae*, ряд твердокрилих - *Coleoptera*)

Поширення: вид-космополіт, зустрічається у всіх країнах світу, частіше на півдні України, Кавказі, Середній Азії.

Теплолюбний вид. Імаго завдовжки 3,5-4мм. Тіло вузьке, циліндричне, блискуче. Молоді жуки коричневі, старі - майже чорні. Невелика голова витягнута в довгу тонку головотрубку, на конус якої розташовані ротові органи. Груді в дрібних довгастих ямках, верхні крила з глибокими повздовжніми борозенками. Вусики зігнуті під кутом (колінчасті). Жуки літати не можуть, бо не мають задніх крил.

Самиця вигризає в зерні неглибоку ямку, на дно якої відкладає одне яйце, закриває її слизом, який на повітрі швидко твердіє. Через декілька днів з яйця

відроджується безнога укорочена личинка білого кольору, з сильно опуклою спиною і коричневою головою. Довжина дорослої личинки 3-4мм. Після відродження, личинка відразу вгризається всередину зернини, де проводить все своє життя, виїдаючи майже весь його вміст, личинка перетворюється на лялечку, за формою вона схожа на дорослого жука. В перші дні сформані жуки, харчуються борошністими залишками, а потім прогризають оболонки і виходять назовні [21].



Рис.1.9. Пошкодження зерен пшениці комірним довгоносіком *Sitophilus granarius* L.[21]

Для розвитку виду сприятливі температури 20-28°C і відносна вологість повітря в межах 75-90%. У південних районах в умовах зерносховищ комірний довгоносик протягом року утворює 2-3 генерації, а в центральних - 1-2. За температури повітря 18-24°C і при вологості зерна більше 12,5% розвиток однієї генерації триває 40-60 діб. За температури 5-10°C жуки перестають житися, а при +3° - в стані заціпеніння; довгоносики гинуть за температури нижче 0°. Вентиляція і протяги згубно впливають на фітофагів [1]. Самка за

життя може відкласти до 250 яєць. При найменших рухах впадає в заціпеніння, щільно притискаючи до тіла вусики і ноги. Жук уникає освітлених місць [21].



Рис. 1.10. Комірний довгоносик *Sitophilus granarius* L. (імаго) [21]

Рисовий довгоносик - *Sitophilus oryzae* L., (рис.1.11)

Родина довгоносики - *Curculionidae*, ряд Твердокрилі - *Coleoptera*

Поширений у південних районах країни, де за рік утворює 4-5 поколінь. Рисовий довгоносик пошкоджує насіння пшениці, овса, кукурудзу, ячменю, сорго, рису, гречки, сухі борошняні вироби і перлову крупу, насіння проса, олійних і бобів культур, сухофрукти, каштани тощо. Зерна, з яких відродилися жуки, втрачають до 50% маси; втрачають схожість та непридатні в їжу. За способом життя і заподіяної шкоди він подібний до комірнього довгоносика. Різниця у них за меншими розмірами, завдовжки не більш 3,5 мм. Поверхня тіла матова, на надкрилах чотири руді плями, груди в округлих точкових ямках. Має розвинені задні крила, здатний літати. У південних районах живе в полі й коморах. Сприятливими для розвитку є температури в межах 26-31°C.

За оптимальних температур розвиток зародка в яйці продовжується 3-5 днів, а при зниженнях - більше 10. Розвиток личинок перших трьох віків в середньому триває до 12, а четвертого - 4 - 9 днів. Для залялькування личинка в

зерні перетворюється на лялечку за 1-2 дні. Стадія лялечки триває 5-6 днів, а при зниженні температури 8-14 днів.

Молодий жук після відродження залишається в колісці 1-2 дні, а при нижчій температурі - до місяця. Потім жуки покидають зерно і незабаром приступають до розмноження.

Розвиток одного покоління за 21-25°C і вище триває близько 40 днів, а при 14-18°C зтягується до 3,5-7 місяців. За температури середовища нижче +13°C і вологості зерна (пшениці) нижче 10% розвиток рисового довгоносика відбуватися не може. Оптимальною температурою для його активної діяльності є 27-29°C.

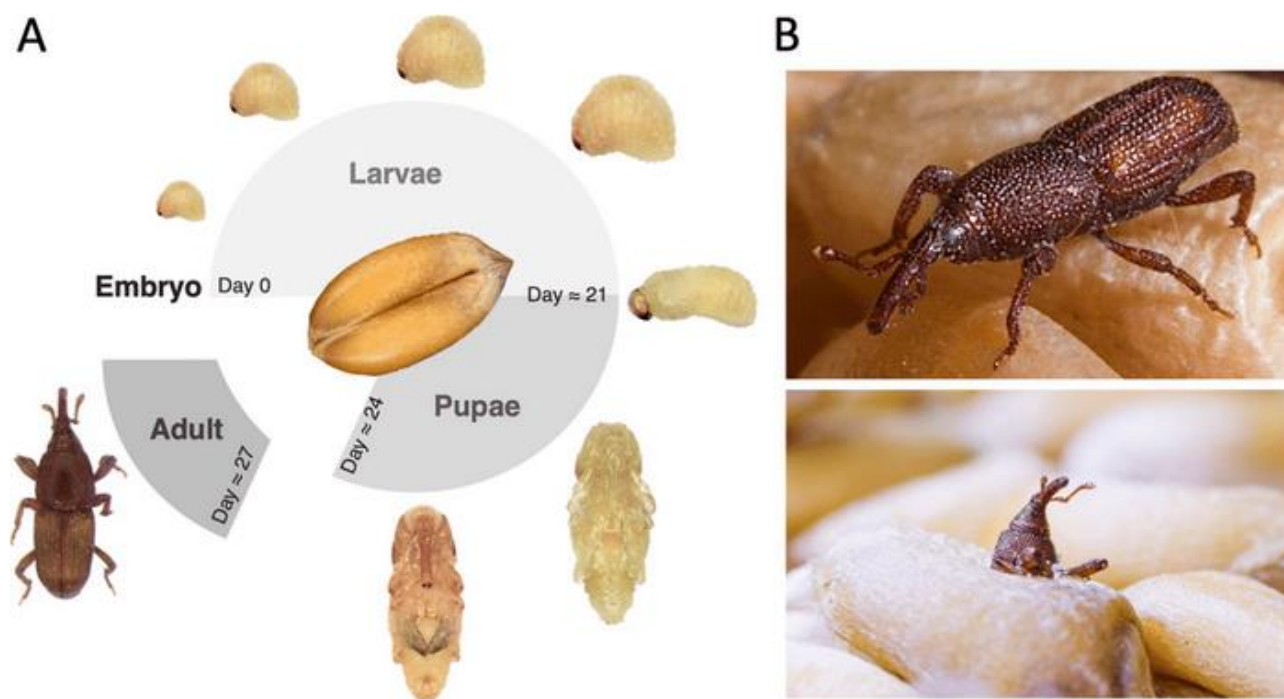


Рис. 1.11. Життєвий цикл рисового довгоносика *Sitophilus oryzae* L [21]

Тривалість життя імаго 3-8 місяців. Жуки, що зимують, живуть до 8 місяців. Самки відкладають в середньому 380 яєць, максимальна 576. Зимують жуки, личинки і лялечки в сховищах в зерні, а у південних районах в польових умовах, відлітаючи від сховищ на 1600 м, заселяють в полі зерно пшениці, кукурудзу, жита. Кількість генерацій 7-8. Чисельність рисового довгоносика в

значній мірі знижує наїзник з родини *Pteromalidae* - *Lariophagus distinguendus* Forst і *Chaetospila elegans* Westw.[2]

Великий борошняний хрущак (рис .1.12)- *Tenebrio molitor* L .

Родина Чорниші – *Tenebrionidae*, ряд Твердокрилі - *Coleoptera*

Жуки і личинка живляться борошном, висівками, зерном, хлібом і сухарями. Імаго чорного і бурого кольору. Нижня сторона і ноги у них червонувато-бурі. Крила добре розвинені, ноги порівняно короткі, вусики 11-членикові, чітко простежуються, досягають заднього краю передньоспинки. Довжина 12-16мм.

Личинка циліндричної форми спочатку білого кольору, потім світло-жовта і жовто-бура, тверда, майже гола. Її іноді називають «борошняний черв'як». Довжина дорослої личинки до 30мм.



Рис. 1.12. Великий борошняний хрущак - *Tenebrio molitor* L .

Жуки добре літають ввечері і вночі. Розмножується у сховищах з підвищеною вологістю. Яйця відкладають поодиночі або групами, приклеюючи їх до продуктів, тари, стін сховищ. Плодючість самок від 270 до 575 яєць. Період розвитку личинки триває від 280 до 600 днів, линяючи за цей період 15 разів. Лялечка жовтувато-білого кольору, має дві шпильки на кінці черевця. Довжина 16-17мм.

Жуки і личинки стійкі до дії бромистого метилу та інших газів, тому не завжди газация забезпечує 100% загибель шкідника. У неопалювальних приміщеннях хрущак розвивається в одній генерації, в опалювальному - у двох [16].

1.8. Карантинні комірні види комах

Капровий жук – *Trogoderma granarium* E.,

Родина шкіроїди –*Dermastidae*, ряд Твердокрилі - *Coleoptera* (рис.11;12)

Це типовий шкідник запасів. У польових умовах сільськогосподарські рослини не пошкоджує. У Європі може розмножуватися, зимувати і шкодити в умовах як теплих складів, в солодовнях пивоварних заводів і цехах кондитерських фабрик, так і добре перезимовує у звичайних не опалювальних приміщеннях.

Для України – вид, занесений до переліку регульованих карантинних організмів Списку А1. Він є одним із небезпечних шкідників запасів зерна та зернопродуктів. У субтропічних і тропічних країнах, його вважають «чумою» складського господарства.

Капровий жук багатодіний. Шкодять личинки. Дорослі імаго за своє коротке життя не харчуються. Личинки зареєстровані майже на 60 видах різних рослинних продуктів. Пошкодження заподіює: зернопродуктам, насінню зернобобових, кукурудзи, баштанних, олійних й інших культур.

Заражає зерносховища, склади з борошном, крупи та інші зернопродукти, сховища посівних матеріалів, млини, а також цехи кондитерських фабрик, солодовні пивоварних заводів, олійниці і комбікормові заводи, залізничні вагони, трюми пароплавів, автомашини.

Імаго до 3 мм завдовжки, червонувато коричневі, тіло видовжено овальне; вгорі в довгих волосках. Жук не літає, не здатний активно розселятися на значні відстані, личинки рухомі, ведуть прихований спосіб життя.

Яйця 0,7 мм, молочно білого кольору, видовжено-овальні з кількома виростами на одному кінці, що нагадують колючки.

Личинки завдовжки до 4мм, з кулясто подібною головою; тіло звужене до заднього кінця і вкрите численними, зібраними у пучки по боках довгими рудувато-коричневими волосками, на останньому сегменті є хвостик із довгих волосків.

Лялечка блідо-кремова, 3-5 мм завдовжки; вгорі тіло вкрите густими напів прилягаючими рудими волосками.

Втрати зерна від жука сягають 70%. Зараження капровим жуком зерна, що зберігається для посівних цілей, веде до зниження відсотка схожості.

Накопичення в заражених продуктах великої кількості списоподібних і остистих волосків личинок капрового жука погіршує якість продукції і робить її малопридатною до споживання в їжу. При потраплянні в дихальні шляхи чи на слизисті оболонки, кишечник волоски можуть заподіяти шкоду здоров'ю людини чи викликати тривалі хворобливі відчуття (свербіння, кашель і т. д.).



Рис. 1.13. Насіння пшениці, пошкоджене личинками капрового жука [21].

Шкідливість капрового жука зумовлена його біологічними особливостями. Вид витримує температуру $+44,2^{\circ}\text{C}$ і виживає за температури -10°C . За

відсутності їжі, личинки капрового жука тривалий час голодують, впадаючи в стан спокою протягом років. Такі личинки, особливо стійкі до різних фумігантів.

Знайти капрового жука при масовому зараженні легко за наявності на поверхні тари дорослих особин, личинок і великої кількості личинкових шкірок, що іноді збиваються у вигляді рихлих грудок.

Слабкий ступінь зараження капривим жуком якого-небудь вантажу або продуктів, що зберігаються, виявити важко; для цього необхідно добре знати його звички й іноді застосовувати спеціальні прийоми пошуків.

Широкохобітний комірний довгоносик - *Caulophilus latinasus* Say (рис. 1.14).

Родина довгоносики - *Curculionidae.*, ряд твердокрилі - *Coleoptera*

Шкідник зовнішнього карантину, не занесений до переліку карантинних організмів. Поширений в Європі (Бельгії, Фінляндії, Німеччині), в Африці, Північній і Центральній Америці. Пошкоджує зерно пшениці, ячменю, каштани, жолуді, сухі кореневища імбиру, іноді бульби батату, кісточки авокадо, цикорій і зелені плоди інжиру, таро і часнику.



Рис. 1.14. Широкохобітний комірний довгоносик - *Caulophilus latinasus* Say [21]

Жук завдовжки 2,5-3 мм, від темно-бурого до чорного кольору. Головотрубка коротка і широка, коротша за передньоспинку. Вусики колінчато булавовидні з семичлениковим джгутиком. Яйця білі, прозорі, завдовжки 0,4-0,5 мм. Личинка завдовжки до 3 мм, жовтувато-біла, злегка зігнута. Лялечка до

2,8-3 мм, 1,3 мм в ширину, спочатку біла, потім жовтіє. Самка відкладає яйця в отвори, вигризені в зерні. Плодючість до 200 - 300 яєць. [17].

Жуки високо стійкі до несприятливих умов. За температури 16,6°C живуть без їжі до 55 днів. На півдні США мають одне покоління в місяць[19].

Вцілому зараженість зерносховищ різного типу зберігання шкідниками хлібних запасів виглядає наступним чином:

Розділ 2. Методика досліджень

2.1. Передумови формування українського імпорту зернової продукції

Сільське господарство є важливою галуззю економіки України. Воно надає продовольчу безпеку нашій державі, завдяки чому Україна певною мірою впливає на світ. Ураховуючи кліматичні умови та родючість земель, країна має низку переваг серед конкурентів сільськогосподарської продукції інших держав, але потрібно вдосконалювати управління, підвищувати конкурентоспроможності та застосувати сучасні технології розвитку галузі, з урахуванням власного досвіду на світових напрацювань [34].

Пріоритетним напрямом у рослинництві є зернове господарство. У структурі зернових культур провідне місце займають зерно і зернобобові культури. Серед них домінують пшениця озима та яра, жито, кукурудза на зерно, гречка. На них припадає 54,7% посівів області. Їх виробництво збільшилось удвічі. Така тенденція спостерігається і в Україні загалом, однак у Київській області вона є більш прискореною, ніж в інших регіонах, хоча природні умови в області для виробництва зерна є менш сприятливими, ніж у центральних лісостепових і степових областях [34].

Після вступу нашої держави до ЄС нам відкриваються зони вільної торгівлі з країнами Європейського Союзу та з'являються нові можливості інтеграції у світовий ринок, що дасть можливість перебудувати аграрний сектор та створити умови виходу вітчизняної сільськогосподарської продукції на європейський ринок. Сьогодні відбувається руйнування великої частки аграрного потенціалу України, оскільки внутрішнє становище нашої держави нестабільне.

Для порівняння, у лютому Україна експортувала рекордні для воєнного стану 5,8 млн т збіжжя. А рік тому, у березні 2023-го, експорт зерна з України становив 5,7 млн т. Це другий за величиною показник за час великої війни [35].

За дев'ять місяців 2023–2024 маркетингового року Україна експортувала 34,9 млн т зерна. Роком раніше експорт зерна на цей момент становив 38 млн т,

зокрема за рахунок великих перехідних залишків, які не вдалося вивезти у 2021–2022 маркетинговому році через вторгнення РФ та повну зупинку роботи портів.

За підсумками 2023 року Україна наростила обсяги експорту на 112 000 т, до майже 100 млн т товарів. Водночас у вартісному вимірі показник впав на 18,7%, до \$35,8 млрд. [34]/

Україна у січні цього року експортувала товарів морським шляхом на \$1,9 млрд, що на 11% більше, ніж у грудні 2023-го. Загалом у січні було експортовано товарів на \$3,4 млрд, що на 6,9% більше, ніж у грудні 2023 року. За даними Мінекономіки, у січні Україна вийшла на рекордний за час широкомасштабного вторгнення показник фізичних обсягів експорту – 12 млн т продукції. З них 8,7 млн т було вивезено морським транспортом [35].

У лютому вантажообіг портів Великої Одеси склав 8 млн т, з яких 5,2 млн т – продукція українських аграріїв. Це рекордні показники експорту не лише українським коридором, а й під час повномасштабного вторгнення.

Українська зернова асоціація оцінює потенційний врожай у 2024 році на рівні 76,1 млн т зернових та олійних, що на 7,9% менше проти показників 2023 року, які, за оцінкою УЗА, становили 82,6 млн т [35].



Рис. 2.1. Найбільші імпортери української пшениці у 2023-24 р..[35]

2.2. Методи відбору проб

Заселеність зерна в явній формі характеризується наявністю живих шкідників (у всіх стадіях розвитку) в міжзерновому просторі.

Заселеність зерна в прихованій формі характеризується наявністю живих шкідників (у всіх стадіях розвитку) всередині окремих зерен.

Зерна вважають пошкодженими з виїденими зовні або всередині зерна частково або повністю зародком, оболонками, ендоспермом або сім'ядолями за наявності або відсутності всередині зерна живих (заселені зерна) або мертвих шкідників [5,6].

Методи відбору проб визначені ДСТУ 3355-96. Стандарт поширюється на зерно зернових і насіння зернобобових культур, призначене для продовольчих, кормових і технічних цілей, і встановлює методи визначення заселеності і пошкоженості шкідниками (комахами та кліщами).

При висоті насипу 1,5 м точкові проби відбирають з трьох шарів: верхнього, середнього і нижнього. При висоті насипу нижче 1,5 м - з двох шарів: верхнього і нижнього.

На елеваторах, при повному завантаженні силосів, проби відбирають з кожного силосу складським щупом з верхнього шару (на глибині близько 10см) і середнього з доступної глибини.

З нижніх шарів зерна в силосах, а також, якщо силос заповнений частково, відбір проб роблять із струменя переміщуваного зерна.

Крім того, проби відбирають в місцях можливого скупчення шкідників: у найвищих точках поверхні насипу зерна, в місцях найвологіших і заповнених, в місцях, де шар більше прогрівається, поблизу стовпів, колон і стін і приєднують до проб з відповідного шару насипу. При наявності на поверхні насипу грудок зерен, обплетених гусеницями метеликів, ці грудки вибирають руками і приєднують до середньої проби. [5,6].

При перевезеннях морським і річковим транспортом проби зерна з трюмів і танків судів відбирають за ДЕСТ 12430-66.

Відібрані проби поміщають в щільно закриту тару, що виключає переміщення комах і кліщів.

Проведення аналізу

Визначення заселення зерна комахами і кліщами в явній формі

При пошаровому відборі аналіз проводять по середній пробі, відібраній окремо від кожного шару, і заселення встановлюють по пробі, в якій знайдено найбільшу кількість шкідників [5,6].

Грудки зерна, обплетені гусеницями метеликів, розбирають руками. Знайдених шкідників приєднують до загальної кількості шкідників в середній пробі.

Після розбору грудок середню пробу зерна зважують, а потім просівають через набір сит з отворами діаметром 1,5 і 2,5 мм вручну протягом 2 хв. приблизно при 120 кругових рухах за хвилину або механізованим способом відповідно до опису, прикладеного до пристрою.

Якщо температура зерна нижча 5° С, одержані сід і прохід через сито відігривають при 25-30° С протягом 10-20 хв., щоб викликати активізацію комах, що впали в заціпеніння.

Сід сита з отворами діаметром 2,5 мм поміщають на аналізну дошку, розрівнюють тонким шаром і розбирають вручну за допомогою шпателя, виявляючи наявність крупних комах: мавританської козявки, великого мучного й смоляно бурого хрущаків, прикиди-злодія тощо.

Прохід через сито з отворами діаметром 2,5 мм поміщають на біле скло аналізної дошки, а прохід через сито з отворами діаметром 1,5 мм – на чорне скло, розсипаючи їх тонким розрідженим шаром; прохід через сито отворами діаметром 1,5 мм розглядають під лупою. При цьому виділяють дрібніших шкідників: комірною і рисового довгоносиків, зернового точильника, булавовусого і малого борошністого хрущаків, суринамського і коротковусого борошноїдів, борошністого і видовженого кліща та ін.

Мертвих шкідників, а також живих польових шкідників, які не пошкоджують зерно при зберіганні, відносять до смітної домішки і при визначенні заселеності не враховують.

Обробка результатів. При виявленні заселеності зерна довгоносиками або кліщами встановлюють ступінь заселеності залежно від кількості екземплярів шкідників в 1 кг зерна, як вказано в таблиці 1.

Таблиця 2.1. Ступінь заселення зерна довгоносиками і кліщами [5, 6]

Ступінь заселення	Кількість екземплярів шкідників на 1 кг зерна	
	довгоносики	кліщі
I	Від 1 до 5 включно	Від 1 до 20 включно
II	Від 6 до 10 включно	Понад 20, але вільно пересуваються і не утворюють скупчень
III	Понад 10	Кліщі утворюють повстяні скупчення

2.3. Знезараження рослинної продукції в транспортних засобах

При проведенні знезараження підкарантинних вантажів у закордонних портах (про що має бути зазначено у супровідних документах), перед вивантаженням із суден продукції в українському порту до початку фітосанітарного догляду карантинним інспектором, фахівці фумігаційних загонів проводять ретельний аналіз та контроль за наявністю фумігантів у повітрі, контролюють проведення дегазації та безпеку розвантаження [5,6].

В трюмах суден, барж, в ліхтерах і танкерах знезараженню фосфідами може підлягати продукція:

- продовольче і фуражне зерно: пшениця, ячмінь, овес тощо, зернопродукти крупи, рис, борошно та ін.;
- олійна і фуражна сировина: кунжутне насіння, арахіс, рицина, копра, арахісовий шрот, бавовниковий жмих, тощо;
- бобові: квасоля, горох та інші, призначені для продовольчих і фуражних потреб;

- зерна кави, какао-боби, сухофрукти, мускатний горіх, інжир, мигдаль, імбир, бадьян, сухі гриби, сухий перець тощо. Чай і цукор і знезаражують за необхідності при виявленні в тарі чи трюмах судна карантинних шкідників;

- бавовник, джут, кенаф, тютюн, шерсть, шкіра; деревина, паркетна фріза, фанера, бамбукові та інші вироби з дерева; дерев'яна тара, в яку заповане шкіряне взуття, вироби із шерсті, слюда, каучук, автомобільні покришки, штучний віск (бенжуан).

Газацію продукції фосфідами в трюмах суден дозволяють за температури вантажу 5°C. Нижче 5°C знезараження проводять лише за вказівками Державної інспекції з карантину рослин.

За наявності в зерні, олійній сировині чи іншій продукції вогнищ самозігрівання, їх охолоджують перед газацією до температури основної маси, активною вентиляцією судна. Насипи сильно ущільнені зверху розрихлюють рейферами; сирі мішки перевертають з метою кращого проникнення парів фуміганта.

Дозування фосфіду підбирають індивідуально, враховуючи вид і стан продукції, що підлягає знезараженню; температури вантажу (температуру води на глибині дна судна); характеру і глибини завантаження трюмів; необхідності створення в середовищі вантажу достатньої концентрації вільних парів фуміганта для отримання при газації летальної норми часограмів.

При знезараженні не завантажених суден та барж за час експозиції утримують летальну норму часограмів (без прибавки) для найбільш стійкого виду шкідника, виявленого в трюмі:

Норми витрати фосфідів та експозиції газації застосовують диференційовані в залежності від глибини трюмів, температури та видів шкідників. Ефективність знезараження визначає після закінчення повної дегазації Державна інспекція з карантину рослин за біоіндикаторами, а також за зразками, відібраними на доступній глибині згідно ДСТУ. При виявленні поодиноких живих особин з ознаками сильного паралічу (що не здатні нормально пересуватися)

вивантаження продукції з трюмів не припиняють, бо такі особини внаслідок токсичного впливу фуміганта гинуть.

Знезараженню в прикордонному пункті ввезення в Україну обов'язково підлягають: насіння і волокно бавовнику, волокно джуту, кенафу, сизалі, апельсини, хурма, гранати, що ввозяться в Україну; підкарантинні і підконтрольні матеріали, заражені карантинними об'єктами; всі види транспортних засобів після перевезення імпорних підконтрольних і підкарантинних матеріалів, а також ті, що повинні перевозити під карантинні вантажі на експорт, підлягають обов'язковій очистці із знищенням решток, а у разі необхідності - знезараження згідно з встановленим порядком.

Робота зі знезараження підкарантинних і підконтрольних матеріалів проводиться в прикордонному пункті ввезення або в пункті реалізації фумігаційними загонами державних інспекцій з карантину рослин згідно з розробленими методиками, з дотриманням правил техніки безпеки праці за поданням державного інспектора з карантину рослин. На підставі цього подання вантажоотримувач або транспортуюча установа дають заявку фумігаційному загону на проведення знезараження. За ефективність знезараження відповідають фахівці фумігаційних загонів. Використання матеріалу дозволяється тільки після того, як державний інспектор з карантину рослин перевірить ефективність проведення знезараження [7,11].

Розділ 3. Результати досліджень

3.1. Основні препарати для боротьби з комірними видами комах

Фумігант *Фосфін* (PH_3) [18] - останнім часом отримав визнання в світі. Для переважної більшості комах фумігант є ефективним при низьких концентраціях та тривалій експозиції, ніж за коротких експозицій та високих концентраціях. Не проявляє кумулятивної дії, а тому приваблює імпортерів. Вперше його застосували для фумігації зернової продукції у 1934 р.. Найбільш стійкими до фуміганта є шкіроїди роду *Trogoderma*, комірний довгоносик.

Властивості. Хімічна формула PH_3 , молекулярна маса 34,04, газ в 1,5 рази тяжчий повітря, точка кипіння - $87,4^\circ\text{C}$, точка замерзання $-133,5$, нижній поріг вибуховості за об'ємом повітря 1,79%, нагадує запах карбїду.

Здатний до самозагорання в контактї з краплинно-рідкою вологою. Нижній поріг самозагорання 26-28 мг/ л.

Запах газоподібного фосфіну відчувається при його концентраціях 0,002-0,004 мг/ л. Він не впливає на сталь, оцинковану і білу жість, дерево, шовкові та бавовняні тканини, мішковину, брезент. Викликає сильне окислення мідних предметів. Добре розчиняється у воді.

Препарати виготовляють у вигляді таблеток, пластин. До складу таблеток, пластин входять 56 - 57 % фосфіду алюмінію і 43 - 44 % інертних компонентів, за допомогою яких регулюють процес виділення газоподібного фосфіду. Тривалість виділення токсичного газу залежить від температури та вологості повітря. Газ здатний проникати в усі види пакувальних матеріалів, а також у запаковані товари тощо.

Фосфін (фосфід водню, Гідроген фосфід), як і всі інші фуміганти, є токсичними для людей і теплокровних тварин, тому при використанні препаратів на його основі необхідно дотримуватися всіх правил техніки безпеки, передбачених для фумігантів.

Аналоги препарату з діючою речовиною фосфід алюмінію: фостоксин, фостек, декфосал табл., фосфін, алфос, квікфос тощо.

Таблиця 3.1. Експозиція та норми внесення препарату Фосфір залежно від температури та об'єкту.

Об'єкт, що обробляється	Норма витрати препарату	Регламент
Зерноскладова пусті, не завантажені	1-3 табл./м ³ ; 5 г/м ³	Фумігація за температури повітря вище 15°C. Експозиція 5 діб. Допуск людей і завантаження складів після повного провітрювання і при вмісті фосфіну в повітрі робочої зони не вище МДР.
Зерно продовольче, насінне, фуражне насипом у склади, силосах, елеваторах масою не більш 200 тон насипом до 2,5м і затарене у мішки під плівкою.	2-6 табл./т; 9 г/т	Фумігація за температури повітря вище 15°C. Експозиція 5 діб. Дегазація не менше 10 діб. Реалізація при залишку фосфіну не вище МДР. Допуск людей після повного провітрювання і при вмісті фосфіна в повітрі робочої зони не вищий МДР.
Зерно злакових культур соєбобов, тапіоки і шроту в трюмах вітчизняних судів балкерного типу і танкерах в іноземних портах вантаження й іноземних суден в частині їх огляду і розвантаження у вітчизняних портах	1-2 табл./м ³ ; 2.4 г/м ³	Фумігація за температури зерна вище 15°C. Експозиція при використанні технології "фіто-експофумігація" - 16 діб, метод рециркуляції - не менше 10 діб. Дегазація в рейсі і на рейді. Огляд зерна і розвантаження при концентрації фосфіна над поверхнею зерна на висоті 0,5-1м не вище 0,1мг/м ³ і в міжзерновому просторі на глибині 0,3м від поверхні зерна не вище 50 г/м ³ . Реалізація при залишку фосфіна не вище МДР. Допуск людей після повного провітрювання і при вмісті фосфіна в повітрі робочої зони не вищий МДР.

Фосфір [18] – діюча речовина фосфід алюмінію, 560 г/кг. За класифікацією ВООЗ препарат I класу токсичності.

Фумігант з інсектицидною та родентицидною дією. В результаті контакту препарату з атмосферним повітрям відбувається хімічна реакція фосфіду алюмінію з вологою, що міститься у повітрі. В наслідок цього відбувається розклад препарату з виділенням безбарвного газу фосфіну, вуглекислого газу і

аміаку. Газ фосфін викликає параліч нервової системи шкідника в результаті чого настає порушення процесів метаболізму і блокується надходження кисню до організму. Як результат настає смерть. Швидкість впливу препарату Фосфір на шкідників залежить від концентрації газу фосфіну в повітрі. Повна загибель шкідників, що живуть відкрито досягається при забезпеченні показника концентрації фосфіну на час експозиції на рівні 7 г/год/м³, шкідників у прихованій формі зараження зерна та зернопродуктів – 25 г/год/м³.

При дотриманні технології застосування забезпечує 100% знищення шкідників у найкоротші строки; таблетки вводять за допомогою спеціальних зондів в зерно, що зберігається насипом. При обробці затарених матеріалів таблетки препарату розміщують на підставках. Малі партії зерна (до 200 т, висота бурта до 2,5 м) та зернопродуктів обробляють під плівкою, яку розміщують на каркасі таким чином, щоб забезпечити між зерном та плівкою вільний простір до 50 см; період захисної дії: 7-15 днів (в залежності від строку застосування та виду шкідника).

3.2. Особливості токсичної дії проти різних стадій розвитку шкідників хлібних запасів

Здійснення фумігації хлібних запасів проти основних видів шкідників передбачає, перш за все, використання різних режимів фумігації проти певних стадій розвитку комах. Режими фумігації розробляються окремо для кожної із стадій розвитку шкідників, тому що вони суттєво відрізняються між собою за основними параметрами. Активні стадії розвитку комах більш чутливі до фумігантів, ніж пасивні. Також вони можуть відрізнятися, якщо комахи знаходяться в стані діапаузи.

За виявлення прихованих стадій розвитку комах, режими фумігації обираються проти найбільш стійкої до препарату стадії. Проте, будь які режими повинні чітко контролюватися не лише з метою підвищення ефективності фумігації а й за для запобігання накопиченню залишкових кількостей

фумігантних пестицидів та їх метаболітів в продукції хлібних запасів, з врахуванням екологічної складової.

Режими фумігації фосфіном проти найбільш поширених шкідників хлібних запасів розроблено на основі летальних норм для найбільш стійких до фумігантів видів та їх стадій розвитку. При їх розробці було враховано всі необхідні параметри: температурні інтервали, вологість повітря робочої зони, умовна експозиція, показники ДКЧ та контроль динаміки концентрації фосфіну.

Режими використання та летальні норми визначалися окремо для різних стадій розвитку шкідників, оскільки для кожного виду комах, необхідні відповідні норми добутку середньої концентрації, при відповідних температурних показниках.

За результатами досліджень видова та стадійна чутливість шкідників хлібних запасів до фосфіну істотно відрізнялась відповідно до показників сумарного добутку концентрації на час ДКЧ_Σ: (табл.5.1).

Таблиця 3.2 - Токсичність фосфіну для різних стадій розвитку рисового довгоносика

Стадії розвитку	Необхідний показник ДКЧ в г-гр	Необхідний показник експозиції T₁- T_n, годин
яйця	22	67
личинки	9	42
лялечки	17	61
імаго	16	58

При дослідженні необхідних летальних норм для імаго комірнього довгоносика по діючій речовині PH₃ одержані наступні дані (рис. 5.1).

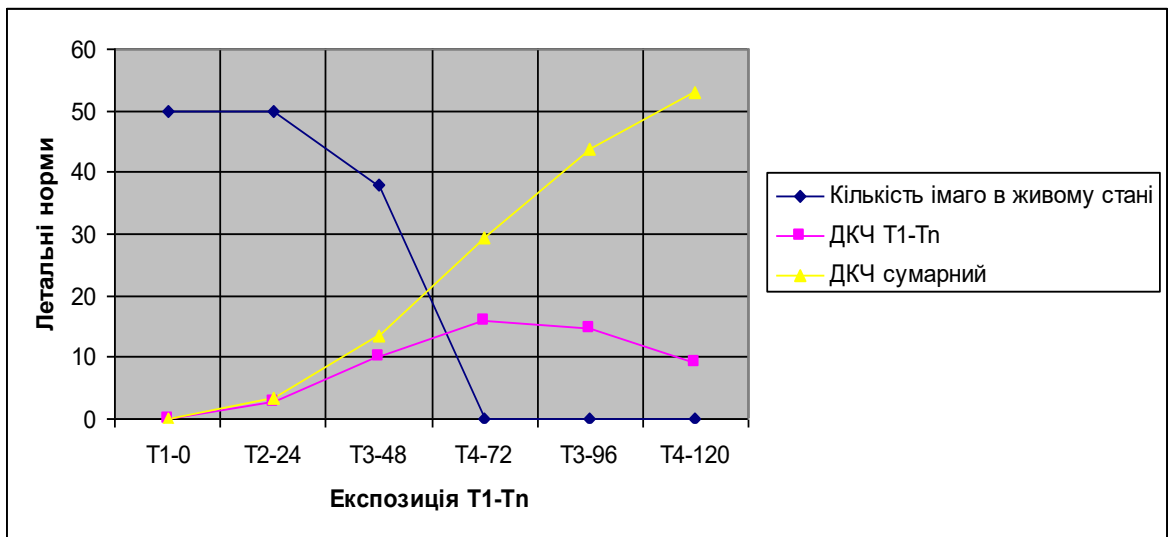


Рис. 3.1. Динаміка загибелі імаго комірного довгоносика за вищезазначеним інтервалом

Враховуючі імаго комірного довгоносика в живому стані при досягненні 14 г-гр, з метою більш детального вивчення необхідних летальних норм по діючій речовині РН₃ здійснювався огляд садків з інтервалом в 60 хв.

На першому та другому інтервалі експозиції при досягненні ДКЧ_Σ понад 4 г-гр кількість шкідників в живому стані була незмінною. На третьому інтервалі за збільшення показника ДКЧ_Σ до 13,45 г-гр кількість жуків складала 38 особин – 76%. На п'ятому інтервалі експозиції при досягненні 61 години та сумарному ДКЧ_Σ понад 17 г-год/м³, ефективність досягла 100% результату.

Враховуючи вищезазначене необхідними летальними нормами для імаго комірного довгоносика за даними режимами в елеваторі силосного типу металевої конструкції, показник сумарного ДКЧ_Σ складає 17 г-гр при експозиції понад 61 години (рис. 5.2).

3.2.1. Вплив препарату Хлорпіривіт на чисельність шкідників запасів

Двокомпонентний інсектицид із чітко вираженою контактнo-системною дією та фумігаційним ефектом (25-40%-і дозовані для боротьби зі шкідниками запасів, окрім кліщів, в незавантажених складських приміщеннях і

прискладських територіях.). Хлорпірифос – системна діюча речовина з контактною та шлунковою активністю. Крім того, володіє додатковими акарицидними властивостями. Хлорпірифос зв’язує холінестеразу, яка сприяє накопиченню ацетилхоліну в синаптичній щілині. У шкідників порушується нормальне проходження нервових імпульсів, виникає тремор (судомна активність м’язів), який переходить в параліч. Циперметрин – контактна діюча речовина зі шлунковою активністю. Механізм дії полягає у блокуванні процесу обміну іонів натрію та калію у пресинаптичній мембрані. Виникає сильне нервово-перезбудження, в результаті чого шкідник гине.

Випробування проводили в літні місяці 2023-24 рр. на ЗАТ «Київмлин» в приміщенні елеватора № 2. Досліджували вплив фуміганту Хлорпіривіт к.е., д.р (д.р. хлорпірифос, 500 г/м² + циперметрин, 50 г/м²) проти шкідників запасів довгоносиків та великого борошняного хрущака на всіх стадіях розвитку в зерні пшениці насипом.

Препарат застосовували з різною нормою внесення на квадратний метр в чотирьох кратній повторності (таблиця 5). Виявлення комах проводили за допомогою феромонних пасток та харчових принад.

За еталон було взято препарат Нурел Д 55% к.е., 2,4 г/м² з такою ж діючою речовиною.

Препарат застосовувався методом газациї у нормі 1,6; 2,0; 2,4 г/м².

Після застосування препарату були проведені обстеження після експозиції 12 годин; 3 діб, 7 діб, 14 діб та 21діб.

Як виявилось з результату досліджень найефективнішим виявився препарат Хлорпіривіт, к.е з нормою внесення 2.4 г/м² ефективність якого склала на 21 день експозиції 98,2%, що представлено у таблиці 5

Таблиця 3.3 - Результати впливу фуміганту Хлорпіривіт, к.е. (д.р. хлорпірїфос, 500 г/м² + циперметрин, 50 г/м²) на чисельність шкідників запасів (Київська обл., Києво-Святошенський р-н, ЗАТ «Київмлин», 2023-24 рр.)

Варіант	Препарат, норма витрати, г/м ²		Чисельність імаго та личинок, екз./м ²					
	Препарат, норми внесення	Діюча речовина	до обробки	Після обробки через днів				
				12 год	3 доби	7 діб	14 діб	21 доба
1	Контроль		54,3	60,0	58,5	57,0	70,3	80,5
2	Хлорпіривіт, к.е., 1,6 г/м ²	Хлорпірїфос + циперметрин	54,3	31,0	23,0	22,0	15,5	11,5
3	Хлорпіривіт, к.е., 2,0 г/м ²	Хлорпірїфос + циперметрин	54,3	7,5	7,0	9,0	3,5	2,2
4	Хлорпіривіт, к.е., 2,4 г/м ²	Хлорпірїфос + циперметрин	55,0	6,0	4,0	4,0	1,8	1,0
5	Нурел Д, 55% к.е., 2,4 г/м ² (еталон)	Хлорпірїфос + циперметрин	56,0	7,2	8,0	6,8	3,0	2,0
НІР ₀₅			3,38					

3.2.2. Вплив препарату Ципервіт на чисельність комірних довгоносиків

Вивчення впливу фуміганту Ципервіт (д.р. циперметрин, 250 г/м²), 25% к.е. проти комірнього довгоносика в зерні пшениці проводили в третій декаді серпня – першій декаді вересня 2015 р. на ЗАТ «Київмлин» в приміщенні елеватора №1, де знаходилося зерно пшениці насипом в елеваторі

Об'єктами дослідження були комірні довгоносики (*Sitophilus granarius L.*)

Препарат застосовували з нормою внесення на м² у чотирьохкратній повторюваності (таблиця 6).

Обстеження проводили за допомогою харчових та феромонних пасток.

За еталон було взято препарат Арриво, 55% к.е., 0.80 г/м² з діючою речовиною циперметрин.

Препарат застосовували методом газації у кількості 0,4; 0,6; 0,8 г/м².

Обстеження після застосування препарату проводили через 12годин; на 3, 7, 14 та 21добу експозиції відповідно.

За результатами досліджень встановлено, що ефективним був препарат Ципервіт, к.е., 0.80 г/м² на 14 день експозиції 98,7%, проте на 21 день ефективність знизилась до 94.4%, що зазначено у таблиці 6.

Таблиця 3.4 - Результати впливу фуміганта Ципервіт (д.р. циперметрин, 250 г/м²), 25% к.е. на чисельність комірних довгоносиків (ЗАТ «Київмлин» р-н, 2023-24 рр.)

Варіант	Препарат, норма витрати, г/м ²		Чисельність імаго та личинок, екз./м ²					Зниження чисельності до початкової (імаго чи личинки), %					
	Препарат	Діюча речовина	до обробки	Після обробки через днів					Після обробки через днів				
				12 год	3	7	14	21	12 год	3	7	14	21
1	Контроль		31,5	34,3	38,3	41,8	43,3	46,0					
2	Ципервіт, к.е., 0.40 г/м ²	циперметрин, 250 г/м ²	33,3	12,5	7,0	4,8	8,5	12,0	62,5	79,1	85,8	74,4	63,6
3	Ципервіт, к.е., 0.60 г/м ²	циперметрин, 250 г/м ²	37,3	7,8	5,0	3,3	2,3	3,0	79,3	86,6	91,3	93,9	91,9
4	Ципервіт, к.е., 0.80 г/м ²	циперметрин, 250 г/м ²	36,0	3,5	1,8	1,3	0,5	2,0	90,3	95,2	96,6	98,7	94,4
НІР ₀₅			1,58										

3.2.3. Визначення впливу фуміганту К-Обіоль на чисельність комірних довгоносиків (*Sitophilus granarius L*)

Вивчення впливу фуміганту К-Обіоль (д.р. дельтаметрин, 25 мл/м² + піпероніл бут оксид, 250 мл/м²), 2,5% к.е. на чисельність комірнього довгоносика в зерні пшениці.

Випробування проводилося в кінці серпня 2008р. на ЗАТ «Київмлин» Київська обл., Києво-Святошенський р-ну в приміщенні елеватора №1.

Об'єктами вивчення були довгоносики (*Sitophilus granarius L*), на всіх стадіях розвитку.

Культура – зерно пшениці насипом в елеваторі.

Дослідний препарат застосовувався з різною нормою внесення препарату на м², в чотирьох кратній повторності в таблиці (№7 наведені середні значення)

Перед застосуванням препарату було проведено обстеження за допомогою харчових та феромонних пасток.

За еталон було взято К-Обіоль, 2,5% к.е., 0,20 мл/м² з тією ж діючою речовиною.

Препарат застосовувався методом газації у кількості 0,10; 0,15; 0,20 мл/м².

Після застосування препарату були проведені обстеження відповідно після 12годин; 3діб, 7діб 14 діб та 21діб експозиції відповідно.

Нами встановлено, що препарат К-Обіоль, 2,5% к.е. з нормою внесення 0,20 мл/м² є найбільш ефективним на 21 день експозиції 98,6%, що зазначено у таблиці №7.

**Таблиця 3.5 - Результати впливу препарату К-Обіоль, 2,5% к.е. на комірного довгоносика
(ЗАТ «Київмлин», 2023-24р.)**

Варіант	Препарат, норма витрати, мл/м ²		Чисельність імаго та личинок, екз./м ²					Зниження чисельності до початкової (імаго чи личинки), %					
	Препарат	Діюча речовина	До обробки	Після обробки через, днів					Після обробки через, днів				
				12 год	3	7	14	21	12 год	3	7	14	21
1	Контроль		62,3	63,5	64,8	70,5	80,8	81,5					
2	К-Обіоль, к.е., 0.10 мл/м ²	дельтаметрин, 25 мл/м ² + піпероніл бут оксид, 250 мл/м ²	64,5	20,0	17,5	16,3	10,3	7,5	69,0	72,9	74,9	84,2	88,3
3	К-Обіоль, к.е., 0.15 мл/м ²	дельтаметрин, 25 мл/м ² + піпероніл бут оксид, 250 мл/м ²	64,8	11,5	7,8	6,0	2,8	1,8	82,1	88,0	90,7	95,8	97,3
4	К-Обіоль, к.е., 0.20 мл/м ²	дельтаметрин, 25 мл/м ² + піпероніл бут оксид, 250 мл/м ²	67,0	5,5	4,8	2,0	1,0	1,0	91,8	92,9	97,1	98,5	98,6
5	К-Обіоль, 2,5% к.е., 0.20 мл/м ² (еталон)	дельтаметрин, 25 мл/м ² + піпероніл бут оксид, 250 мл/м ²	67,5	6,5	5,3	2,5	1,8	1,3	90,5	92,3	96,4	97,5	98,2
НІР ₀₅				6,03									

3.2.4. Визначення впливу фуміганту Селфос на чисельність шкідників запасів

Фумігант «Селфос» застосовують для боротьби із шкідниками запасів зерна. Фумігант має інсектицидну та родентицидну дії. Препарат використовують шляхом фумігації, завдяки чому досягається максимальний результат. Підходить для обробки фуражного і продовольчого зерна. В результаті контакту препарату з повітрям відбувається хімічна реакція фосфіду алюмінію з вологою, яка знаходиться в повітрі. Препарат розкладається з подальшим виділенням безбарвного газу фосфіну, вуглекислого газу та аміаку. Газ фосфін викликає параліч нервової системи шкідників, настає порушення процесів метаболізму і блокується надходження кисню в організм, що і викликає загибель комах.

Таблиця 3.6 - Фізико-хімічні показники препарату Селфос

Культура	Норма використання	Спектр дії	Спосіб, час обробки
Складські приміщення	9 г або 3 табл. на 1 т зерна	Шкідники запасів	Фумігація шляхом розміщення таблеток у зерні, при температурі 5-10 С експозиція 10 діб; 11-15С – 7 діб; 16-20 С – 6 діб; Вище 26 С – 4 доби

Випробування проводили у червні 2024 р. на ЗАТ «Київмлин» Київська обл., Києво-Святошенський р-ну в приміщення елеватора №1. Досліджували вплив фуміганта Селфос (круглі таблетки) (д.р. фосфід алюмінію, оксид, 560 табл/т) проти шкідників запасів в зерні пшениці насипом.

Об'єкт дослідження: борошняний хрущак (*Tenebrio molitor L*), довгоносики (*Sitophilus granarius L*), великий мавританська кузька (*Tenobrioides Mauritanicus L*, зернова міль (*Sitotroga cerealella Oliv*) у всіх стадіях розвитку.

Препарат застосовували з різною нормою витрат на м², в чотирьох кратній повторності. Результати дослідження наведені в таблиці 9

Перед застосуванням препарату було проведено обстеження за допомогою харчових та феромонних пасток.

За еталон було взято Фоском, круглі таблетки, 9 табл/тз тією ж діючою речовиною.

Препарат застосовувався методом газациї у кількості 3; 4; 6 табл/т.

Обстеження проводили через 12 годин; 3 доби, 7 діб 14 діб та 21 добу експозиції відповідно.

На основі досліджень встановлено, що препарат Селфос, круглі таблетки, 6 табл/т є ефективним вже на 12 годину експозиції з показником 94,7%, а на 3 – 14 доби досягає максимального - 100% результату.

Таблиця 3.7 - Вплив фуміганту Селфос (д.р. фосфід алюмінію, оксид, 560 табл./т), на чисельність шкідників запасів (ЗАТ «Київмлин», 2023-24 рр.)

Варіант	Препарат, норма витрати, табл./т		Чисельність імаго та личинок, екз./м ²					Зниження чисельності до початкової (імаго чи личинки), %					
	Препарат	Діюча речовина	До обробки	Після обробки через днів					Після обробки через днів				
				12 Год	3	7	14	21	12 год	3	7	14	21
1	Контроль		13,5	12,0	15,3	18,2	18,0	23,3					
2	Селфос, круглі таблетки, 3 табл./т	Фосфід алюмінію, 560табл./т	16,0	4,0	3,8	2,5	5,3	6,0	74,2	76,3	83,4	65,5	60,7
3	Селфос, круглі таблетки, 4 табл./т	Фосфід алюмінію, 560табл./т	14,5	1,6	0,4	0,2	0	2,3	88,6	97,1	97,3	100	82,8
4	Селфос, круглі таблетки, 6 табл./т	Фосфід алюмінію, 560табл./т	13,8	0,8	0	0	0	0,5	94,7	100	100	100	96,6
5	Фоском, круглі таблетки, 9 табл./т (еталон)	Фосфід алюмінію, 560табл./т	14.0	2,4	1,0	0,5	0	2,3	83,5	93,2	95,3	100	83,1
НІР ₀₅				1,39									

Висновки

1. Ентомоакарокомплекс шкідників хлібних запасів у 2023-24 рр. у складських приміщеннях Київщини був представлений наступними комірними видами: комірний довгоносик (*Sitophilus granarius L.*), рисовий довгоносик (*Sitophilus oryzae L.*), великий борошняний хрущак (*Tenebrio molitor L.*), комірна міль (*Nemapogon granellus L.*), зернова міль (*Sitotroga cerealella Oliv.*), борошняна вогнівка (*Pyralis farinalis L.*), борошняний кліщ (*Acarus siro L.*). У різних типах зерносховищ нараховував 69 видів членистоногих, які належать до 26 родин; 6 рядів;

2. Видовий склад шкідників представлений рядами: Твердокрилі (Coleoptera) - 48 видів, Лускокрилі (Lepidoptera) – 10 видів; Сіноїди (Psocoptera) – 3 види, Таргани (Blattodea) – 2 види, Щетинохвістки (Thysanura) – 1 вид та Акаріформні кліщі (Akariformes) – 7 видів.

3. Карантинних комах-фітофагів, зокрема, капрового жука (*Trogoderma granarium E.*) та широкохобітного комірного довгоносика (*Caulophilus latinasus Say.*) не виявлено

4. Ефективність препарату Хлорпіривіт, к.е., з нормою внесення 2,4 г/м² на 21 день експозиції склала 98,2%,

5. Препарат Селфос, круглі таблетки, 6 табл/т є ефективним вже на 12 годину експозиції з показником 94,7%, а на 3 – 14 доби – 100%.

6. Фітосанітарні заходи проти головних комірних видів передбачають: обстеження складських приміщень з допомогою феромонних та харчових пасток, дотримання фітосанітарних вимог на всіх етапах супроводу та реалізації відповідної продукції.

Список використаної літератури

1. Антонюк С.І., Гончаренко О.І., Рубан М.Б. Сільськогосподарська ентомологія. – К.: Вища школа, 1986.-174с.
2. Болотін К.М. «Комірні шкідники».- К.: Урожай 1968. 4-26с.
3. ДСТУ 3354 – 96. Карантин рослин. Методи ентомологічної експертизи продуктів запасу [Текст] – К. : Держпоживстандарт України, 1996. – 21 с.
4. Євтушенко М.Д., Марютін Ф.М. та ін. Фітофармакологія: Підручник // За ред. професорів М.Д.Євтушенка, Ф.М.Марютіна – К.: Вища освіта, 2004. - 432с.
5. Кондратюк Є.М., Хархота Г.І. Словник-довідник з екології. – К.: Урожай, 1987.- 160с.
6. Лісовий М.П. «Довідник із захисту рослин» - К.: Урожай 1999. 490-505 с.
7. Лотиш О.Я. РОЛЬ УКРАЇНИ НА СВІТОВОМУ РИНКУ ЗЕРНА: ВИКЛИКИ І ЗАГРОЗИ. Електронний ресурс <file:///C:/Users/%D0%9E%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B0/Downloads/1959-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-1881-1-10-20230103.pdf>
8. Мовчан О.М. «Карантинні шкідливі організми. Частина 1. Карантинні шкідники » - К.: Світ, 2002 - 288с.
9. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні // <http://document.ua/perelik-pesticidiv-i-agrohimikativ-dozvolenih-do-vikoristann-nor9084.html>
10. Порядок проведення огляду, обстеження, аналізу, фумігації (знезараження) та інспектування (оформлення фітосанітарного та карантинного

сертифікатів) об'єктів регулювання у сфері карантину рослин [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://golovderzhkarantyn.gov.ua/index.php>

11. Продукція сільськогосподарська рослинна // Методи відбору проб у процесі карантинного огляду та експертизи / ДСТУ 3355-96. – К.: Держстандарт України, 1997.-26с.

12. Рубан М.Б., Антонюк С.І. та ін. Практикум /Шкідники польових культур – К.: Урожай 1996.-230с.

13. Скалецька Л.Ф., Духовська Г.М., Сеньков А.М. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва. – К.: Вища школа., 1994.- С. 17-25.

14. <http://www.fao.org/docrep/X5030S/x5030S04.jpg>

15. <http://www.fao.org/docrep/X5030S/x5030S05.jpg>

16. <http://www.ville.montreal.qc.ca/insectarium/toile/nouveau/preview.php?section=fiches&page=25>

17. http://nivicol.de/pilzkaefer/ptinus_fur.htm

18. <http://www.floranimal.ru/pages/animal/m/3134.html>

19. <http://entweb.clemson.edu/cuentres/cesheets/grain/ce97.htm>

20. <http://www.odezia-atrata.be/Fauna/Lepidoptera/Pyralidae/Pyralis-farinalis/103-Pyralis-farinalis.htm>

21. Комірний довгоносик. Електронний ресурс
[<https://www.biochemtech.com.ua/komirniy-dovgonosik-sitophilus-granarius/>]

22. Bennett, G, JM Owen & RM Corrigan (1997): Truman's Scientific Guide to Pest Control Operations. Cleveland, 520 pp.

23. Convention for the establishment of the European and Mediterranean Plant Protection [Electronic resource].- Available from: http://www.eppo.org/ABOUT_EPPO/convention/convention.htm.

24. Convention on Biological Diversity [Electronic resource].- Available from : <http://www.cbd.int/convention/text/>.

25. International Plant Protection Convention [Electronic resource].- Available from: https://www.ippc.int/file_uploaded/publications/13742.New_Revised_Text_of_the_International_Plant_Protectio.pdf
26. Heaps, J (2006): Insect Management for Food Storage and Processing. St. Paul, 248 pp.
27. Mallis, A (2004): Handbook of Pest Control. Cleveland, 1,397 pp.
28. Szito A. (2006). *Trogoderma granarium* (insect). *Global Invasive Species Database*. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp>
29. Поправки и корректировки к Монреальскому протоколу http://www.ozonprogram.ru/ozonovoe_zakonodatelstvo
30. Як зберігати зерно в сучасних умовах? Електронний ресурс [https://agrocks.com.ua/blog/yak-zberigati-zerno-v-suchasnih-umovah]
31. Способи очищення зерна. Електронний ресурс [https://elevator.com.ua/blog/sposoby-ochyshchennya-zerna-povnyu-perelik-metodiv-ta-obladnannya].
32. Селфос. Електронний ресурс [https://td-everest.com.ua/ua/p771244692-tabletki-dolgonosika-kuski.html?srsltid=AfmBOorcQlmkHDjDBCyB30X7ew8vdNGRrxzQkN_5Ijr_NJqj5E_1ScuJ].
33. Способи очищення зерна. Повний перелік методів та обладнання Електронний ресурс [https://elevator.com.ua/blog/sposoby-ochyshchennya-zerna-povnyu-perelik-metodiv-ta-obladnannya].
34. Експорт зерна зменшився до 5,2 млн т після рекорду лютого. Електронний ресурс [<https://forbes.ua/news/eksport-zerna-zmenshivsvya-do-52-mln-t-pislya-rekordu-lyutogo-01042024-20240>]
35. Підсумки сезону 2023/2024: експорт зернових та олійних – 57,5 млн т. Електронний ресурс [https://uga.ua/news/pidsumky-sezonu-2023-2024-eksport-zernovyh-ta-olijnyh-57-5-mln-t/]