

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН**

СЕРЕДНЯК ДЕНИС ПЕТРОВИЧ

УДК 632.9:632.76+632.982.6

**ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХИСТУ ХЛІБНИХ
ЗАПАСІВ ВІД ТВЕРДОКРИЛИХ ШКІДНИКІВ (COLEOPTERA)
СПОСОБОМ ФУМІГАЦІЇ**

16.00.10 – ентомологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті захисту рослин Національної академії аграрних наук України

- Науковий керівник** доктор біологічних наук, професор, академік НААН,
Федоренко Віталій Петрович,
Інститут захисту рослин НААН України, головний науковий співробітник лабораторії ентомології та стійкості сільськогосподарських культур проти шкідників
- Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор
Саблук Василь Трохимович,
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, завідувач відділу фітопатології і ентомології
- кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сикало Оксана Олексіївна,
Національний університет біоресурсів і природокористування України МОН України, доцент кафедри інтегрованого захисту і карантину рослин

Захист дисертації відбудеться «9» листопада 2017 р о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.376.01 в Інституті захисту рослин НААН за адресою: 03022, м. Київ – 22, вул. Васильківська, 33, корпус №1, зала засідань.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту захисту рослин НААН за адресою: 03022, м. Київ – 22, вул. Васильківська, 33, корпус №1.

Автореферат розісланий «5» жовтня 2017р

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Т. П. Панченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Раціональне застосування хімічних засобів захисту проти шкідників хлібних запасів є необхідною умовою збереження урожаю зерна. Під час його зберігання від шкідливих фітофагів втрати можуть сягати 30%, при цьому істотно знижуються продовольчі, фуражні та посівні якості. В нашій країні нараховується 116 видів шкідників хлібних запасів. Одним із ефективних методів контролю їх чисельності є фумігація.

Проте, згідно Монреальського Протоколу заборонено до використання фумігант - бромистий метил. Тому виникла необхідність поглибленого вивчення фітосанітарного стану зерносховищ, уточнення видового складу шкідників та розробці екологічно орієнтованих заходів захисту - альтернативи бромметилу, зокрема – обґрунтування фумігації фосфіном.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконувалась в 2011–2016 рр. згідно з тематичним планом лабораторії ентомології та стійкості с.-г. культур проти шкідників Інституту захисту рослин НААН України в рамках ПНД «Захист рослин та фітосанітарна безпека» за завданням «Оптимізація системи захисту пшениці озимої проти основних шкідників» (№ державної реєстрації 0114U002184), «Моніторинг фітосанітарного стану агроценозів з метою контролю чисельності основних шкідників на посівах сільськогосподарських культур та удосконалення інтегрованого захисту» (№ державної реєстрації 0111U004586).

Мета і завдання дослідження. Уточнити видовий склад ентомокомплексу шкідників за зберігання зерна та удосконалити заходи контролю їх чисельності методом фумігації.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- уточнити видовий склад та особливості біології найбільш поширених шкідників хлібних запасів;
- розробити режими фумігації (добуток середньої концентрації на час - ДСКЧ) препаратами на основі фосфіну проти шкідливих об'єктів за різних умов використання фуміганту;
- встановити ефективність токсичної дії фосфіну та його оптимальну концентрацію;
- визначити ефективні концентрації фосфіну та експозицію знезараження в залежності від температури;
- вивчити видову та стадійну чутливість шкідливих об'єктів до фосфіну;
- здійснити екотоксикологічне обґрунтування параметрів за різних режимів фумігації;
- оцінити економічну ефективність знезараження зерна фосфіном від шкідливих фітофагів.

- *Предмет досліджень*: удосконалення знезараження препаратами на основі фосфіну від найбільш поширених шкідників хлібних запасів способом фумігації.
- *Об'єкти досліджень*: шкідники - рисовий довгоносик, комірний довгоносик, малий борошняний хрущак, фуміганти (препарати на основі фосфіну),
- **Методи дослідження**: лабораторно-польові – визначення видового складу шкідників хлібних запасів та їх стадійної чутливості до фосфіну; встановлення летальних норм та експозиції за певних температурних параметрів; визначення концентрації фумігантів та їх залишкових кількостей. Математично-статистичні - оцінка та встановлення кореляційних зв'язків результатів досліджень. Розрахунковий – економічна ефективність застосування препаратів на основі фосфіну для знезараження способом фумігації.

Наукова новизна одержаних результатів. Уточнено видовий склад та особливості біології поширених шкідників хлібних запасів в зерносховищах різного типу. Виявлено 69 видів членистоногих, які належать до 26 родин, 6 рядів.

Найбільш вразливими до зараження шкідниками є складські приміщення напільного зберігання та залізобетонні елеватори силосного типу з показником ступеня зараженості - II - III. Менш вразливими є металеві елеватори цього ж типу з показником ступеня зараженості – I – II.

Вперше визначено режими знезараження препаратами на основі фосфіну за відповідних летальних норм графіків ДСКЧ, проти поширених твердокрилих шкідників хлібних запасів на різних стадіях розвитку. Сумарний добуток концентрації на час для об'єктів дослідження складав від 9 до 34 графіків, відповідно.

Обґрунтовано ефективність застосування препаратів на основі фосфіну. Визначена технічна ефективність сучасних фумігантів проти шкідливих об'єктів за різних температур та експозиції. Дана економічна оцінка застосування препаратів на основі фосфіну проти шкідників хлібних запасів.

Практичне значення одержаних результатів. Удосконалено систему захисту зерна від найбільш поширених шкідників хлібних запасів способом фумігації. Рекомендовано виробництву науково обґрунтований захист зерна за його зберігання, що забезпечує мінімальні втрати та високу рентабельність. Результати досліджень пройшли виробничу перевірку на підприємствах: ТОВ «БАЙЄР», «Дослідне господарство «Червона хвиля» Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН України», ТОВ «АТ Каргілл», ТОВ «Сингента».

Ефективний ДСКЧ для личинок становив від 11 до 14,5 г-гр., для імаго від 17 до 27 г-гр., для лялечок від 22 до 31 г-гр., для яєць від 24 до 34 г-гр.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійним дослідженням автора, яка виконана впродовж 2011-2016 рр. Здобувач особисто розробив програму досліджень, здійснив планування експериментів, провів лабораторно-

польові дослідження, узагальнив їх результати, сформував висновки і пропозиції виробництву, підготував матеріали до друку.

Апробація результатів дослідження. Результати досліджень з теми дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на засіданнях вченої ради Інституту захисту рослин НААН України (2011-2016 рр.). Міжнародній науково-практичній конференції «Стан та перспективи розвитку захисту рослин» (м. Київ 2013р.). Міжнародній науково-практичній конференції «Агро Пест - 2013» (м. Одеса 2013р.). Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ентомологічні читання пам'яті видатного вченого – ентомолога проф. М. П. Дядечка» (м. Київ 2013р.). Міжнародній науково-практичній конференції «Стан та перспективи розвитку захисту рослин» (м. Миколаїв 2014р.). Міжнародній науково-практичній конференції присвяченої «70 – річчю з дня заснування кафедри ентомології ім. проф. М. П. Дядечка» (м. Київ 2014р.). Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ентомологічні читання пам'яті видатного вченого – ентомолога проф. М. П. Дядечка» (м. Київ 2015р.). Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми сучасної ентомології» (м. Ужгород 2016р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 11 наукових праць, у тому числі 4 статті у фахових виданнях України, 1 стаття у науковому виданні іншої держави, 6 тез і статей у збірниках матеріалів, конференцій, наукових вісниках.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 234 сторінках комп'ютерного набору, включає вступ, 6 розділів, які містять 58 таблиць і 52 рисунки, висновки, пропозицій виробництву, додатки. Список використаних літературних джерел налічує 224 найменування, в тому числі 82 – латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

У розділі наведено інформацію зарубіжних і вітчизняних вчених щодо видового складу ентомокомплексу шкідників хлібних запасів, їх поширення і шкідливість. Висвітлено залежність розповсюдження шкідників за різних умов зберігання зерна. Наведено результати наукових досліджень стосовно вивчення впливу різних методів захисту зернових від шкідників хлібних запасів.

Обґрунтовано вплив на чисельність та шкідливість фітофагів сучасних фумігантних пестицидів. Уточнено фітосанітарний стан зерносховищ, описано заходи щодо інтегрованого захисту зерна від шкідників. На підставі аналізу літературних джерел сформовано та обґрунтовано основні напрями досліджень.

МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Лабораторні дослідження проводились в науковому центрі превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України. Ентомологічна експертиза здійснювалась в лабораторіях: «Державної ветеринарної та фітосанітарної

служби України», Інституті захисту рослин НААН України, Інституті зоології ім. І. І. Шмальгаузену НАНУ. Достовірність визначення видового складу комах підтверджена доктором біологічних наук О. В. Пучковим та іншими науковими співробітниками Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузену НАНУ, за що автор висловлює їм щиро вдячність.

Токсикологічні дослідження при знезараженні способом фумігації різних типів зерноховищ здійснювалися на підприємствах: ТОВ «БАЙЄР», «Дослідне господарство «Червона хвиля» Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН України», ТОВ «АТ Каргілл», ТОВ «Сингента», ТОВ «Фабрика бакалійних продуктів».

Обстеження, виявлення та облік шкідливих фітофагів проводилися згідно методик, прийнятих для дослідження і виявлення шкідників хлібних запасів і встановлення ступеня зараженості зерна: С. О. Трибеля та ін., (2001), Л. В. Садчикова та ін., (2007), В. Ф. Ратанова та ін., (1969) Б. О. Терещенко та ін., (2007).

Таксономічну приналежність комах встановлювали за допомогою визначників (Соколов Е. А. та ін., 1999; Закладной Г. А., 1973; Байдакова Ю. В., 1972; Румянцев П. Д., 1959; Захваткин А. А., 1936, та ін.).

Токсикологічні дослідження проводилися експрес - методом з визначення фосфіну в повітрі робочої зони та лабораторним методом з визначення фумігантів та їх залишкових кількостей в продукції хлібних запасів (МУ № 6045-91, 1991; Мордкович Я. Б. та ін., 1992; MI Drager - Tube/CMS, 2003, та ін.).

Режими знезараження застосовувались за такими температурними параметрами: №1 - 8-11⁰С, №2 – 12-15⁰С, №3 - 16-19⁰С, №4 – 20-25⁰С.

Визначення коефіцієнту кореляції та рівня кореляційного зв'язку проводили згідно методики випробування і застосування пестицидів: С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун, О. О. Іващенко та ін., (2001).

Результати одержаних експериментальних даних обраховували методом дисперсійного аналізу (Доспехов Б. О., 1985) з використанням комп'ютерної програми Microsoft Office Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕНТОМОАКАРОКОМПЛЕКС ШКІДНИКІВ ЗА ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ В РІЗНИХ ТИПАХ ЗЕРНОСХОВИЩ

В результаті моніторингу ентомоакарокомплексу шкідників хлібних запасів в зерноховищах різного типу зберігання виявлено 69 видів членистоногих, які належать до 26 родин, 6 рядів. Загальний видовий склад шкідників представлений рядами: Акаріформні кліщі (Akariformes) – 6 видів, Щетинохвістки (Thysanura) – 1 вид, Таргани (Blattodea) – 2 види, Сіноїди (Psocoptera) – 3 види, Твердокрилі (Coleoptera) - 47 видів, Лускокрилі (Lepidoptera) – 10 видів. Найчисельнішим за видовим складом і кількістю родин був ряд твердокрилі (Coleoptera), частка представників якого складала 68% від загальної кількості виявлених видів шкідників. Наступним за кількістю комах

був ряд лускокрилі (Lepidoptera) – 15%, менш чисельними були представники інших рядів, кількість яких у відсотках по відношенню до всіх шкідників становила 9-1% відповідно (рис. 1).

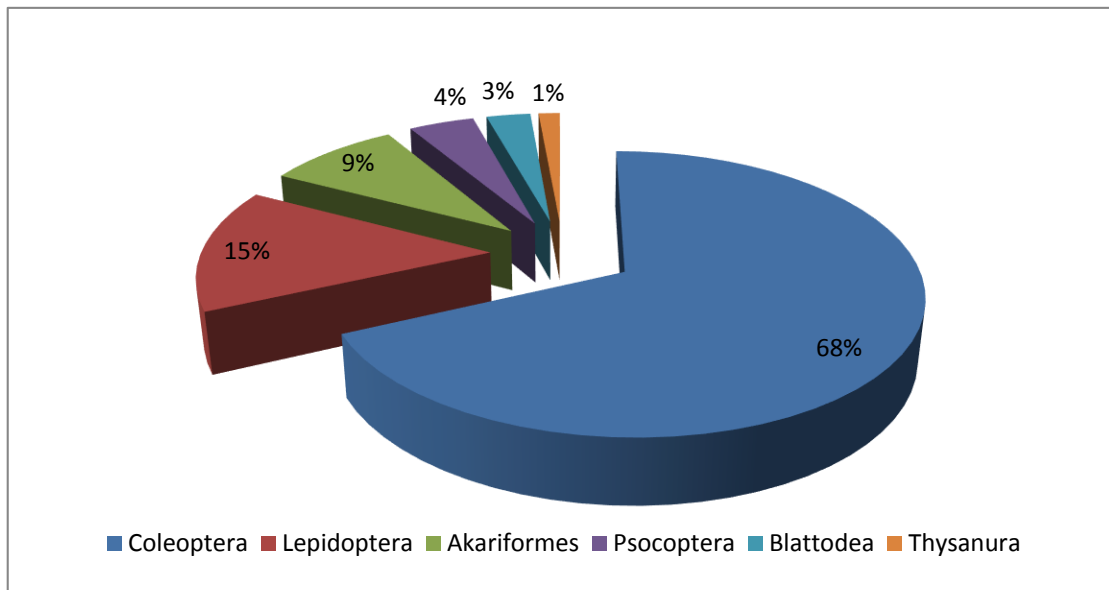


Рис. 1. Таксономічна структура шкідливого ентомоакарокомплексу в зерносховищах 2011-2016 рр.

В різного типу зерносховищах домінуючими видами були такі: комірний та рисовий довгоносики, малий борошняний та булавовусий хрущаки, книжкова воша, звичайний хижий кліщ, пиловий кліщ, зернова міль, південна комірня та млинова вогнівки.

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, залежала від типу зерносховищ. Для завантажених складських приміщень, найбільший показник за бальною оцінкою поширеності, склав 5 балів (40-100%) для борошняного кліща, книжкової воші, звичайного хижого кліща, рисового та комірнього довгоносиків.

Для млинів найвищий показник за бальною оцінкою поширеності видів склав 5 балів (40-100%) для малого борошняного та булавовусого хрущаків, борошняного кліща, південної комірної та млинової вогнівки.

В 2011 р. найбільша щільність популяцій спостерігалась у шкідників ряду Акариформні кліщі (Akariformes), зокрема – борошняного та звичайного хижого кліща з показником ($V = 8,6$ екз.) та ($V = 7,4$ екз.) а також у Твердокрилах (Coleoptera) - рисового довгоносика з показником ($V = 8,0$ екз.), комірнього довгоносика - ($V = 7,5$ екз.) зернового шашелю - ($V = 3,4$ екз.) та малого

борошняного хрущака - ($V = 2,8$ екз.), серед Лускокрилих (Lepidoptera) - південної комірної вогнівки з показником ($V = 8,8$ екз.).

В 2012 р. найбільша щільність популяцій була характерна кліщам зокрема – борошняному та звичайному волохатому кліщу з показником ($V = 8,7$ екз.) та ($V = 7,1$ екз.). та рисовому і комірному довгоносику показником ($V = 7,0$ екз.), - ($V = 4,5$ екз.). Малий борошняний хрущак – ($V = 2,4$ екз.). Серед Лускокрилих (Lepidoptera) окрім південної комірної вогнівки з показником ($V = 7,7$ екз.) відмічено і млинову вогнівку з показником ($V = 6,6$ екз.).

В 2013р щільність популяцій характеризувалась такими показниками: комірний довгоносик - ($V = 3$ екз.), зерновий шашіль - ($V = 1,7$ екз.), книжкова воша - ($V = 1,5$ екз.), звичайний хижий кліщ - ($V = 1,7$ екз.).

В 2014 р. спостерігалось суттєве збільшення щільності популяцій за видовим складом фонових видів. Індекс різноманіття Маргалефа становив від 2,14 до 7,22. За індексом Менхініка показник видового різноманіття складав від 0,34 до 0,69. За індексом Баргера-Паркера, який характеризує ступінь домінування найбільш поширених фонових видів показники склали від 0,42 до 0,78.

Аналіз видового складу комірних шкідників в зерносховищах різного типу показує, що найбільш вразливими до зараження є складські приміщення та залізобетонні елеватори силосного типу з характерним в більшості випадків показником ступеня зараженості - II - III. Менш вразливими до зараження є металеві елеватори силосного типу з показником ступеня зараженості – I – II (рис. 2).

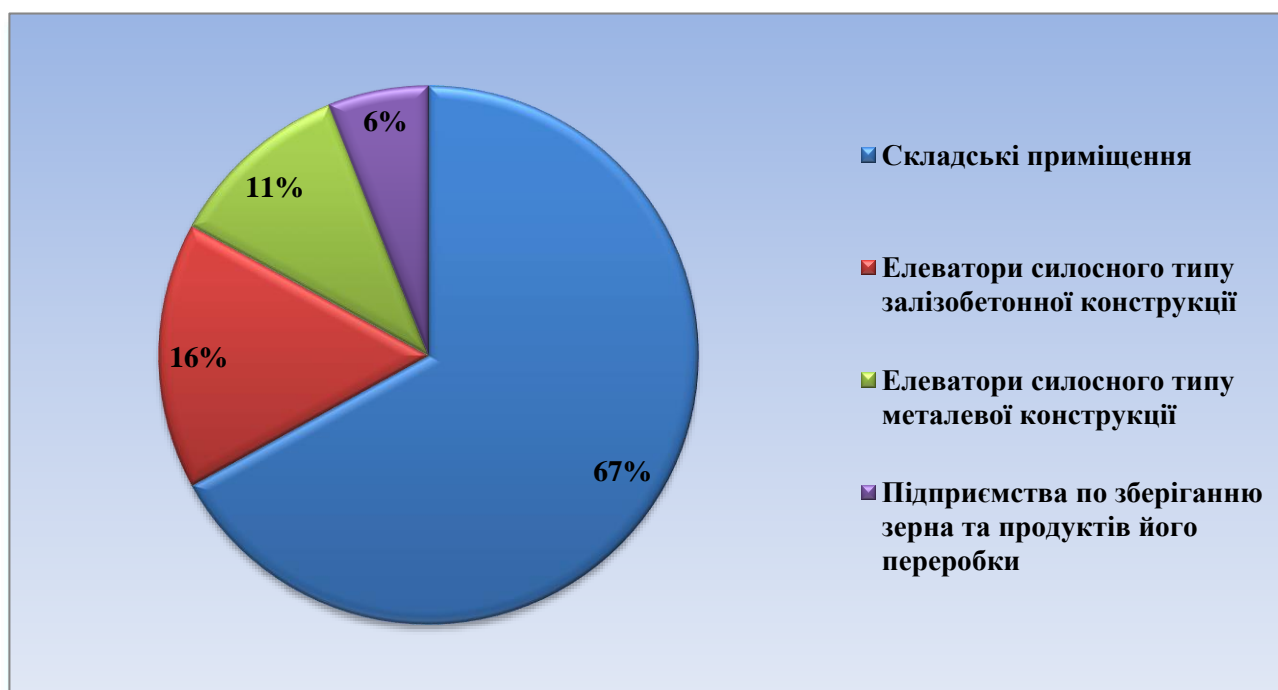


Рис. 2. Зараженість зерносховищ різного типу зберігання шкідниками хлібних запасів, (2011-2016 рр.)

Проведені дослідження ентомоакарокомплексу комірних шкідників за різних умов зберігання зерна показують, що видовий склад змінюється в залежності від типу зерносховищ і проведення ефективних захисних заходів можливе лише за ретельного їх обстеження.

РЕЖИМИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ФОСФІНОМ ПРОТИ НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИХ ТВЕРДОКРИЛИХ ШКІДНИКІВ ХЛІБНИХ ЗАПАСІВ

Режими фумігації проти шкідливих комах корегуються за видовим складом, стадій їх розвитку та типу сховищ. На ефективність фумігації впливають такі параметри: температура та вологість повітря зерна або ємкості для його зберігання, концентрація фуміганту та експозиція знезараження.

З метою визначення ефективних летальних норм ДСКЧ та особливостей токсичної дії фосфіну проти найбільш поширених твердокрилих шкідників хлібних запасів використовувались режими з різними температурними показниками, дозуванням та експозицією. Дослідження з фумігації здійснювали за використання таких температурних параметрів (С⁰): 8-11⁰, 12-15⁰, 16-20⁰, 21-24⁰, 25-28⁰.

За зміною температурних параметрів та вологості зерна за його зберігання визначено динаміку концентрації фосфіну в складських приміщеннях, контейнерах, ємностях елеватора. Середні показники динаміки концентрації фосфіну (мг/м³) коливались: від 154 мг/м³ до 756 мг/м³; від 203 мг/м³ до 1092 мг/м³; від 224 мг/м³ до 1120 мг/м³. За результатами вимірів концентрації визначались показники добутку концентрації на час - проміжні (ДКЧ_{ΔТ} г-гр) та сумарні (ДКЧ_Σ г-гр). За певний період експозиції визначали динаміку загибелі комах, за режиму №4 (табл. 1).

Таблиця 1

Показники динаміки концентрації фосфіну та ДКЧ за режимом №4 (м. Сквир, ТОВ “ФБП” 2011-2014рр.)

Показники ДКЧ _{ΔТ}	Показники необхідних параметрів					
	T ₁₋₀ K ₁	T ₂₋₁₂ K ₂	T ₃₋₂₄ K ₃	T ₄₋₄₈ K ₄	T ₅₋₇₂ K ₅	T ₆₋₉₆ K ₆
K ppm (мл/м ³)	0	280	620	650	635	350
K мг/м ³	0	392	868	910	890	490
ДКЧ _{ΔТ} г-гр	0	2,3	7,5	21,33	21,84	16,8
ДКЧ _Σ г-гр	0	2,3	9,8	31,13	52,97	69,77

Було встановлено, показник ДКЧ_Σ після 96 годин експозиції складав 69,77 г-гр. Пік концентрації було визначено на третьому інтервалі умовної експозиції, показник якої складав 650 ppm або 910 мл/м³ (рис. 3).

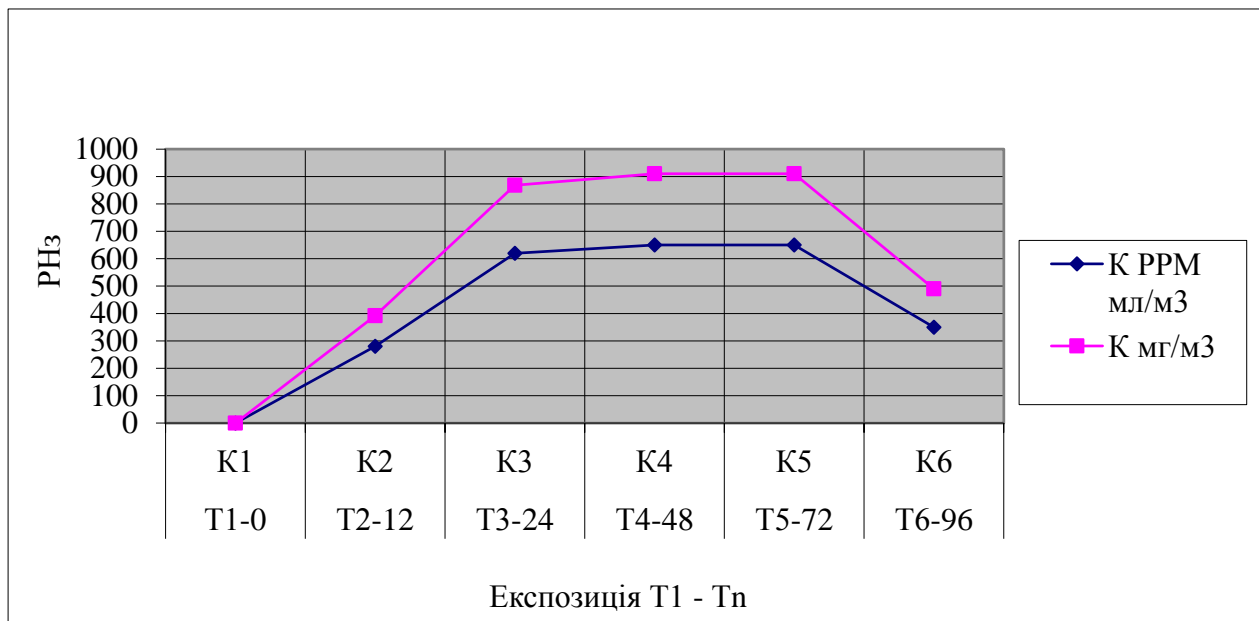


Рис. 3. Показники динаміки концентрації фосфіну (РН₃) за режиму №4 (м. Сквиря, ТОВ “ФБП” 2011-2014рр.)

На першому інтервалі експозиції за концентрації в 280 ppm або 392 мл/м³ сумарна величина ДКЧ_Σ дорівнювала 2,3 г-гр. Протягом другого та третього інтервалу експозиції сумарний показник ДКЧ_Σ складав 31 г-гр. На останньому інтервалі експозиції сумарна величина добутку концентрації на час ДКЧ_Σ складала вже понад 69,7 г-гр.

За досягнення 41 години та сумарному ДКЧ_Σ понад 15 г-гр, ефективність становила 100% (рис. 4).

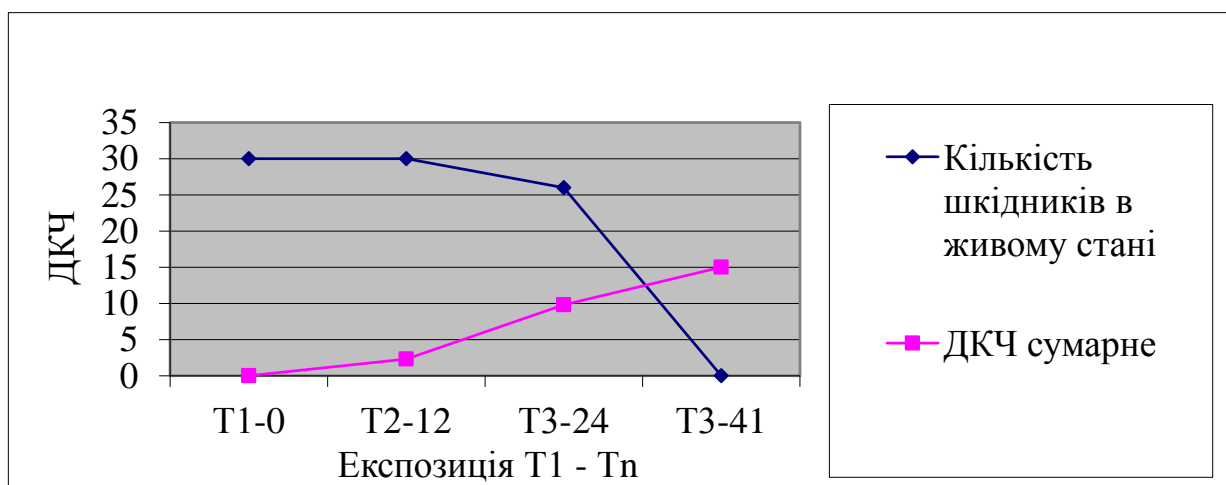


Рис. 4. Необхідний показник сумарного ДКЧ_Σ для імаго рисового довгоносика за режиму №4 (м. Сквиря, ТОВ “ФБП” 2011-2014рр.)

За режимом №3 проти імаго комірнього довгоносика показники ДКЧ склали понад 19 г-гр за відповідними показниками концентрації (рис. 5).

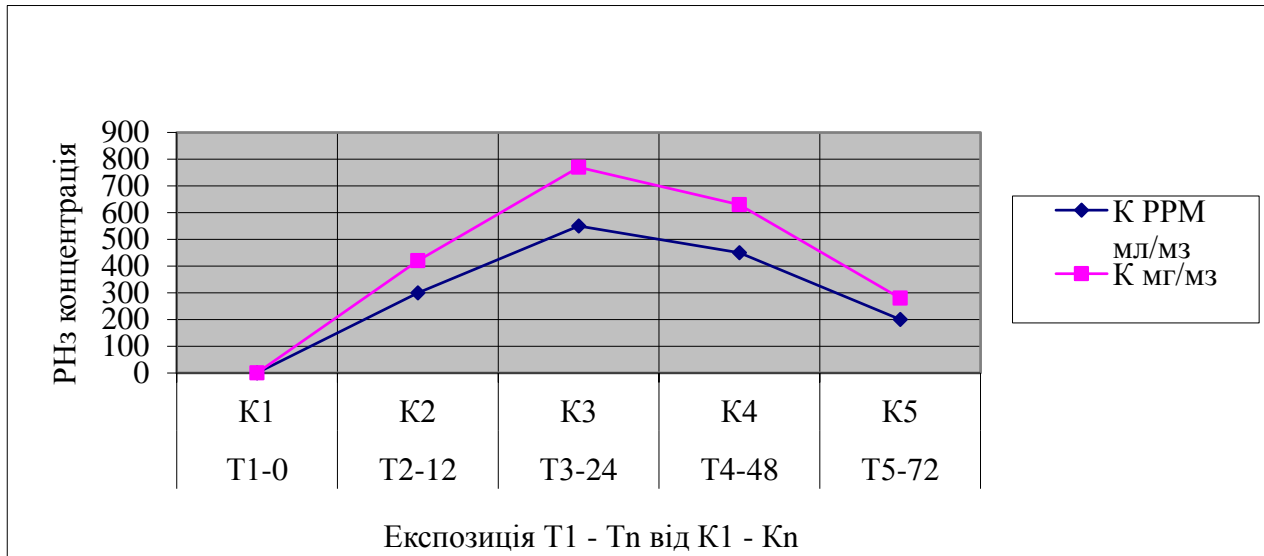


Рис. 5. Динаміка показників концентрації за режиму №3 в силосах елеватора (м. Харків ПАТ «Колос», 2012-2015 рр.)

Показники ДКЧ за режиму №2 (табл.2).

Таблиця 2

**Показники динаміки концентрації рНз та ДКЧ за режиму №2
(м. Житомир, ПЗІК «Індраяне Оверсиз», 2013 – 2015 рр.)**

Показники ДКЧ _{ΔT}	Показники необхідних параметрів				
	T ₁ -0 K ₁	T ₂ -12 K ₂	T ₃ -24 K ₃	T ₄ -48 K ₄	T ₅ -72 K ₅
К ppm (мл/м ³)	0	200	300	450	200
К мг/м ³	0	280	420	630	280
ДКЧ _{ΔT} г-гр	0	1,7	4,2	16,8	10,9
ДКЧ _Σ г-гр	0	1,7	5,9	22,7	33,6

Для визначення токсичної дії фосфіну проти комірнього довгоносика та малого борошняного хрущака були одержані показники ДКЧ до 33,6 г-г/м³. Пік

концентрації було визначено на другому інтервалі, показник якої складав 450 ррм або 630 мл/м³ (рис. 6).

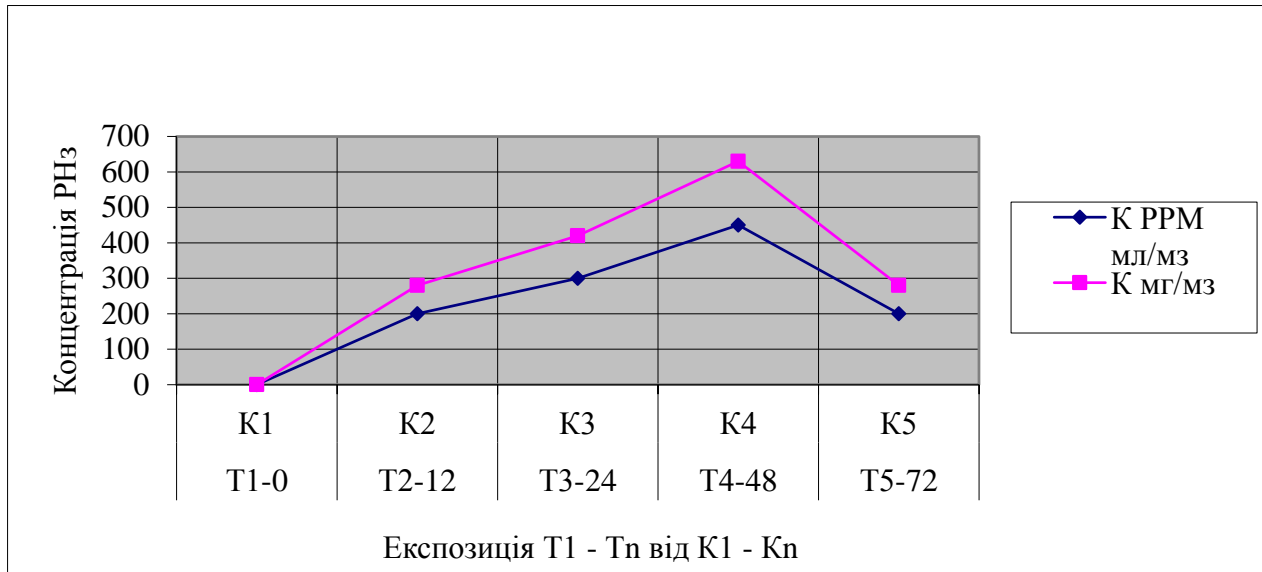


Рис. 6. Показники динаміки концентрації РН₃ за режиму №2 (м. Житомир, ПЗІК “Індраяне Оверсиз”, 2013 – 2015 рр.)

За результатами досліджень за режиму №1 було встановлено, що сумарна величина ДКЧ_Σ після досягнення четвертого інтервалу експозиції становила 57 годинограмів. Пік концентрації було визначено на 96 годині показник якої складав 800 ррм або 1120 мл/м³ (рис. 7).

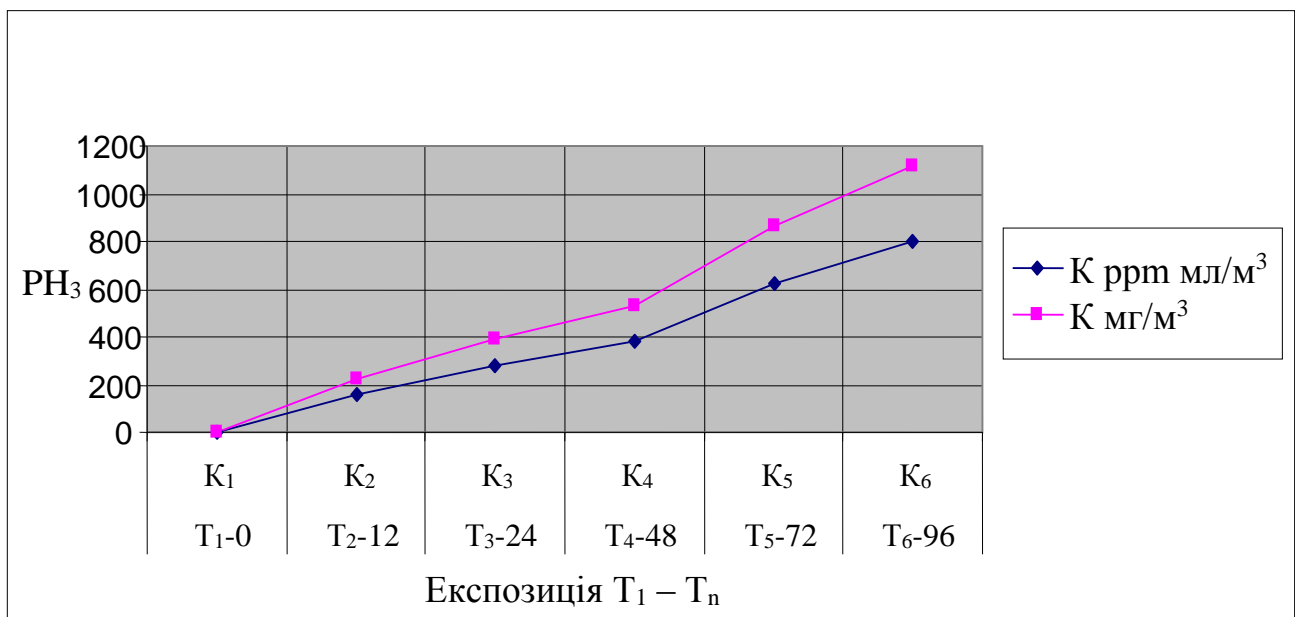


Рис. 7. Показники динаміки концентрації фосфіну (РН₃) за режиму №1 (ТОВ “ФБП” Київська обл., м. Сквиря, 2014 – 2016 рр.)

Встановлено сумарні добутки концентрації фосфіну для досліджуваних об'єктів за умовами різних температурних інтервалів, які складала від 15 до 27 г-гр відповідно. Найбільш стійкими до фосфіну виявилися імаго малих борошняних хрущаків та комірних довгоносиків. Для імаго рисового довгоносика необхідний ДКЧ складав від 15 до 17 г-гр. для комірного довгоносика від 17 до 19,5 г-гр відповідно. Необхідні показники ДКЧ для імаго малого борошняного хрущака складала від 22 до 27 г-гр. Сумарний добуток концентрації на час для об'єктів дослідження інших стадій розвитку складав від 9 до 34 г-гр відповідно.

Отримані летальні норми свідчать про застосування певного режиму фумігації проти домінантних (фонових) видів комах. Встановлено що кожному типу зерноховищ властиві певні інтервали експозиції при використанні фосфіну, тому що їх об'єм і герметичність істотно відрізняються на практиці знезараження. Для досягнення відповідного ДКЧ за видовим складом шкідливих комах без додаткової герметизації зерноховищ - експозиція фумігації складала від 96 до 120 годин. Для деяких складів напільного зберігання - експозиція фумігації складала понад 168 годин при досягненні необхідного показника летальних норм.

При проведенні фумігації, зазвичай використовують тривалі експозиції, зокрема від 72 до 144 діб. Герметичність приміщень або ємностей суттєво відрізняється між собою, тому контроль показників концентрації фосфіну є надзвичайно важливим. Як правило на практиці ефективність фумігації визначається після завершення умовної експозиції. Проте, дуже важливо визначити необхідний показник ДКЧ за кожним інтервалом експозиції по кожному виду шкідливого організму. Режим знезараження встановлюється для найбільш стійкого виду з шкідливих фітофагів, яких виявляють при експертизі зерна щодо його ступеня зараженості.

Для досягнення необхідної кількості годинограмів, було враховано інтервали експозиції для певного типу ємностей або приміщень, особливо за фумігації ємностей елеваторів та складських приміщень напільного зберігання зерна.

ВИДОВА ТА СТАДІЙНА ЧУТЛИВІСТЬ ШКІДНИКІВ ХЛІБНИХ ЗАПАСІВ ДО ФОСФІНУ

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, оскільки вони суттєво відрізняються за ДКЧ. Активні стадії розвитку комах більш чутливі до фумігантів, ніж пасивні.

За результатами досліджень встановлено, що видова та стадійна чутливість шкідників хлібних запасів до фосфіну істотно відрізнялась.

Необхідними летальними нормами для імаго рисового довгоносика є показник понад 20 г-гр. Проте, за результатами досліджень такий ДКЧ не є ефективним для інших його стадій розвитку (рис. 8).

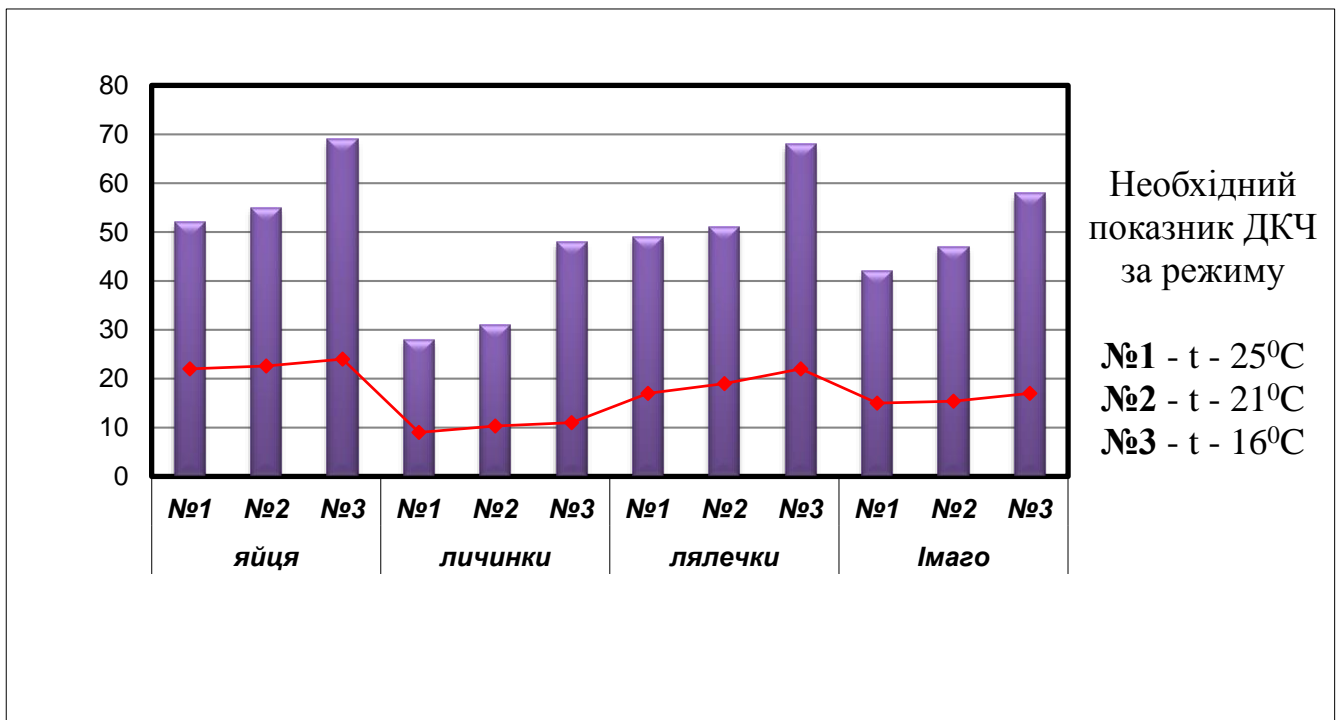


Рис. 8. Токсичність фосфіну для різних стадій розвитку рисового та комірнього довгоносиків (м. Сквиря, ТОВ “ФБП”, 2011–2016 рр.)

Летальні норми сумарного добутку концентрації на час для передімагінальних стадій малого борошняного хрущака (*Tribolium confusum* Duv.) були ефективними при досягненні ДКЧ 34 г-гр. (табл. 3).

Таблиця 3

Токсичність фосфіну проти малого борошняного хрущака на різних стадіях розвитку (м. Сквиря, ТОВ “ФБП”, 2011–2016 рр.)

Стадії розвитку	Необхідний показник ДКЧ, г-гр.	Необхідний показник експозиції Т ₁ - Т _п , годинах
яйця	34	84
личинки	14,5	55
лялечки	31	79
імаго	27	76

Аналізуючи токсичну дію фуміганту проти основних видів шкідників хлібних запасів слід зазначити, що запропоновані режими знезараження фосфіном відповідно до вимог висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи та рекомендаційними нормами використання препарату виробником фуміганту, базувались виключно на основі дозування за масою фуміганту на визначений об'єм.

В результаті досліджень встановлено, що таких параметрів не достатньо, враховуючи той факт, що деякі параметри можуть змінити показники концентрації, яка впливає на комах. Найважливішими серед них були виявлені: температура та вологість повітря робочої зони, сорбція газу продукцією та поступові втрати діючої речовини, особливо за досягнення максимальних показників концентрації. Тобто, ефективність токсичної дії залежала від кількості газоподібної речовини, яка впливала на комах за певний період експозиції.

Летальні норми годинограмів для кожного з об'єктів досліджень виявилися різними з урахуванням зміни температури. Особливо це залежало від їх стадійного розвитку, що контролювалося специфічними режимами годинограмів при відповідній температурі. Крім того, передімагінальні стадії, зокрема яйця та лялечки, проявили більшу стійкість до фуміганту, ніж личинки та імаго.

ЗАЛИШКОВІ КІЛЬКОСТІ ФОСФІНУ В ЗЕРНІ ЗА ВІДПОВІДНИХ РЕЖИМІВ ФУМІГАЦІЇ

В результаті використання фумігантних пестицидів за збільшенням їх норм застосування або повторної фумігації, визначаються надмірні залишкові кількості фумігантів та їх метаболіти в зерні і продуктах його переробки. При порушенні режимів знезараження стійкість до фумігантів деяких видів шкідників хлібних запасів сприяє збільшенню дозувань, що в свою чергу призводить до збільшення накопичення залишкових кількостей газоподібних пестицидів або їх метаболітів в продуктах, що підлягають знезараженню.

Характер накопичення залишкових кількостей та їх метаболітів в зерні залежить від співвідношення тривалості експозиції і норми витрат фумігантів. Більш низькі норми витрат в поєднанні з більш тривалою експозицією дають меншу кількість пов'язаних метаболітів, ніж вищі норми при менших експозиціях.

Контроль за застосуванням здійснюється відповідно до методичних вказівок по визначенню фосфороводню: МВ №6045-91 від 19.11.1991р. Вивчення залишкових кількостей фумігантів в продукції хлібних запасів, показало, що їх накопичення залежить від норм витрати препарату, тривалості експозиції, кратності обробок і якості знезараженого матеріалу. При збільшенні норм витрат фумігантів, як правило, виявляється їх надмірне накопичення.

За використання максимальних норм дозування рекомендованих до використання в зразках зерна пшениці і ячменю після 20 діб завершення

дегазації, вміст фосфіну значно перевищував встановлений в Україні гігієнічний норматив (МДР) в зерні хлібних злаків. Середній показник масової частки фосфіну в зерні пшениці та ячменю значно перевищував гігієнічний норматив - $0,24 \pm 0,01$ та $0,13 \pm 0,01$ відповідно (Державні санітарні правила та норми ДСанПін 8.8.1.2.3.4-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті») (табл.4).

Таблиця 4

**Залишкові кількості фосфіну в зерні пшениці та ячменю
(с. Центральне, Миронівський р-н ТОВ «БАЙЄР» 2016р)**

Назва проби	Масова частка фосфіну, мг/кг		Відмітка про відповідність
	МДР	виявлено	
Зерно пшениці	0,1	$0,24 \pm 0,01$	Не відповідає
Зерно ячменю	0,1	$0,13 \pm 0,01$	Не відповідає

В результаті проведення досліджень зразків пшениці на вміст залишкових кількостей фосфіну при дотриманні експозицій та ефективних показників сумарного добутку концентрації (ДКЧ_Σ) за режимами №1, 2, 3 та 4 одержані такі дані (табл.5).

Таблиця 5

**Вміст залишкових кількостей фосфіну в зерні пшениці
(ТОВ «БАЙЄР», с. Центральне, Миронівський р-н 2016р)**

Режим фумігації	Температура, °С	Норма витрат по РН ₃	Експозиція, годин	Масова частка фосфіну, мг/кг
1	8-11	4	144	$0,29 \pm 0,01$
2	12-15	3	96	$0,26 \pm 0,01$
3	16-19	2	72	$0,19 \pm 0,01$
4	20-25	1	72	$0,14 \pm 0,01$

В результаті проведення досліджень зразків ячменю на вміст залишкових кількостей фосфіну при дотриманні експозицій та ефективних показників

сумарного добутку концентрації (ДКЧ_Σ) за режимами №1, 2, 3 та 4 одержані такі дані (табл.6).

Таблиця 6

**Вміст залишкових кількостей фосфіну в зерні ячменю
(ТОВ «БАЙЄР», с. Центральне, Миронівський р-н 2016р)**

Режим фумігації	Температура °С	Норма витрат по РН ₃	Експозиція години (діб)	Масова частка фосфіну, мг/кг
1	8-11	4	144	0,21±0,01
2	12-15	3	96	0,17±0,01
3	16-19	2	72	0,11±0,01
4	20-25	1	72	0,09±0,01

За використання встановлених показників ДСКЧ, істотно зменшуються показники сорбції фосфіну, що дозволяє зменшити пестицидне навантаження на продукцію хлібних запасів.

Встановлено, що при використанні відповідних режимів фумігації за досягнення встановлених показників ДСКЧ за видовим складом шкідливих організмів на різних стадіях їх розвитку, істотно зменшуються показники сорбції фосфіну, що дозволяє зменшити пестицидне навантаження на продукцію хлібних запасів.

**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ЗЕРНА
ФОСФІНОМ ВІД ШКІДЛИВИХ ВИДІВ КОМАХ**

У 2016 році на території підприємств: ТОВ «БАЙЄР», Державне підприємство «Дослідне господарство «Червона хвиля» Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України», ТОВ «АТ Каргілл», ТОВ «Сингента», проводили виробничу перевірку ефективності фумігантів «Фостоксин» - (фосфід алюмінію 560 г/кг) та «Магтоксин» - (фосфід магнію 660 г/кг) виробництва компанії Detia-Degesch GmbH Німеччина.

ТОВ «БАЙЄР» - загальний об'єм фумігації складав – 33 625м³, тип зерносховищ – складські приміщення та силоса елеватора.

Державне підприємство «Дослідне господарство «Червона хвиля» Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України» - загальна кількість зерна для фумігації становила – 1581т, тип зерносховищ – складські приміщення напільного зберігання.

ТОВ «АТ Каргілл» загальний об'єм фумігації складав – 6400м³, тип зерносховищ складські приміщення напільного зберігання.

ТОВ «Сингента» загальний об'єм фумігації складав – 200м³, загальна кількість зерна для фумігації становила 73,9т, тип зерносховищ - пристосоване складське приміщення.

Для випробувань застосовували оптимальні режими фумігації, відповідно до температурних умов, експозиції та норм використання фумігантів. Технічна ефективність фумігантів на момент завершення умовної експозиції становила 100%. Умовно чистий прибуток становив від 3122,9 грн/т до 4890 грн/т відповідно. Рівень рентабельності становив від 369% до 480% відповідно.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень обґрунтовано захист зерна від найбільш поширених шкідників хлібних запасів способом фумігації.

1. Уточнено видовий склад та особливості біології найбільш поширених шкідників хлібних запасів. Виявлено 69 видів членистоногих шкідників хлібних запасів, які належать до 27 родин; 6 рядів. Загальний видовий склад шкідників представлений рядами: Акаріформні кліщі (Akariformes) – 6 видів, Щетинохвістки (Thysanura) – 1 вид, Таргани (Blattodea) – 2 види, Сіноїди (Psocoptera) – 3 види, Твердокрилі (Coleoptera) - 47 видів, Лускокрилі (Lepidoptera) – 10 видів;

2. Показники ступеня зараженості зерна шкідниками залежали від типу зернохосвищ: в складських приміщеннях показник зараженості складав II-III ступінь, в елеваторах, млинах та хлібоприймальних підприємствах: – II та I ступінь.

3. За режиму фумігації з мінімально допустимою нормою дозування, одержано показники середньої концентрації фосфіну за різних режимів фумігації: режим №1 – від 224 мг/м³ до 1120 мг/м³, режим №2 - від 203 мг/м³ до 1092 мг/м³, режим №3 від 154 мг/м³ до 756 мг/м³, режим №4 від 125 мг/м³ до 826 мг/м³. Сумарний добуток концентрації на час для об'єктів дослідження складав від 9 до 34 годинограмів відповідно.

4. Найбільш стійкими до фосфіну виявилися шкідники на стадії яець. Найбільш чутливими до фосфіну виявилися личинки. За режиму №1 ДКЧ для личинок становив від 9 до 12 г-гр., для імаго від 15 до 22 г-гр., для лялечок від 17 до 24 г-гр., для яець від 22 до 27,5 г-гр. За режиму №2 ДКЧ для личинок становив від 10,3 до 12 г-гр., для імаго від 15,4 до 24 г-гр., для лялечок від 19 до 27 г-гр., для яець від 22,6 до 29 г-гр. За режиму №3 ДКЧ для личинок становив від 11 до 14,5 г-гр., для імаго від 17 до 27 г-гр., для лялечок від 22 до 31 г-гр., для яець від 24 до 34 г-гр.

5. Динаміка концентрації фосфіну та його сорбційні властивості за різних режимів, істотно відрізняються в залежності від температури та вологості повітря. За режиму №1 сумарна величина ДКЧ_Σ після 96 годин експозиції досягла 69,77 г-гр. Пік концентрації було визначено на четвертому інтервалі експозиції, показник якої складав 650 ррм або 910 мл/м³. За режиму №2 сумарна величина ДКЧ_Σ після 72 годин експозиції досягла 28,2 г-гр. На другому інтервалі експозиції концентрація досягла показника в 450 ррм або 630 мл/м³. За режиму №3 сумарна величина ДКЧ_Σ після 72 годин експозиції досягла 40,2 г-гр. Пік

концентрації виявлено також на другому інтервалі, показник якої складав 600 ррм або 840 мл/м³.

6. Залишкові кількості фосфіну в зразках пшениці і ячменю за використання максимально рекомендованих норм дозування фуміганту, необхідної експозиції та ефективних показників ДСКЧ за режимами №1, 2, 3 та 4 перевищували допустимі показники масової частки, для пшениці: 0,29±0,01 мг/кг, 0,26±0,01 мг/кг, 0,19±0,01 мг/кг, 0,14±0,01 мг/кг відповідно, для ячменю: 0,21±0,01 мг/кг, 0,17±0,01 мг/кг, 0,11±0,01 мг/кг та 0,09±0,01 мг/кг відповідно.

7. За використання рекомендованих норм дозування та дотримання необхідних показників ДСКЧ, вміст залишкових кількостей масової частки фосфіну не перевищував ГДН.

8. Технічна ефективність препаратів фостоксин та магтоксин, становила 99% та 100% відповідно. Умовно чистий прибуток складав показник 3085,28 та 3122,9 грн./т. відповідно. Рентабельність складала 365,12% та 368,66%. Без застосування хімічного захисту умовно чистий прибуток складав 2291,48 грн./т., рівень рентабельності складав 284,62%.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою надійного захисту зерна за його зберігання від шкідників хлібних запасів та зменшення втрат врожаю від них необхідно здійснювати рекомендовані заходи захисту:

1. систематично проводити фітосанітарний моніторинг всіх типів зерносховищ на наявність та чисельність шкідників;
2. для ефективного контролю чисельності шкідливих фітофагів слід застосовувати режими фумігації залежно від стадій розвитку комах за дотриманням показників ДСКЧ від 9 до 34 години/грамів;
3. в разі виявлення шкідливих комах, чисельність яких перевищує економічний поріг шкідливості, рекомендовано застосовувати препарати на основі фосфіду магнію за дотриманням температурних параметрів від 10⁰С до 20⁰С;
4. використовувати рекомендовані норми дозування фумігантів з дотриманням необхідних показників ДСКЧ, для мінімізації залишкових кількостей фосфіну та його метаболітів в зерні та продуктах його переробки;
5. здійснювати профілактичне знезараження способом фумігації всіх типів зерносховищ за мінімально рекомендованих норм дозування фумігантів, за виявлення шкідливих організмів застосовувати норми використання фумігантів з дотриманням показників ДСКЧ за їх видовим складом.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Середняк Д. П. Особливості використання фосфіну проти шкідників хлібних запасів на різних стадіях їх розвитку / **Д. П. Середняк**, В. П. Федоренко // *Захист і карантин рослин*, випуск 60, 2014. С. 293 – 302. *(Здобувачем проведено дослідження, узагальнено дані та сформульовано висновки).*

2. Serednyak D. P. Features of transit fumigation in containers / **D. P. Serednyak**, V. P. Fedorenko, // *Plant protection and quarantine*, issue 61, 2015. P. 236 – 244. *(The study was conducted by the competitor, the results were summarized and prepared materials for the publication).*

3. Середняк Д. П. Типи зернохвищ та шкідники хлібних запасів / **Д. П. Середняк**, В. П. Федоренко // *Карантин і захист рослин*, № 2, 2015. С. 1 – 3. *(Здобувачем проведено дослідження, узагальнено дані та підготовлено матеріали до друку).*

4. Serednyak D. P. Species composition of pests of grain stocks during grain storage / **D. P. Serednyak**, V. P. Fedorenko, // *Plant protection and quarantine*, issue 62, 2016. P. 236–244. *(The study was conducted by the competitor, the results were summarized and prepared materials for the publication).*

Стаття у науковому виданні іншої держави

5. Середняк Д. П. Особенности режимов фумигации фосфином против наиболее распространенных вредителей хлебных запасов / Д. П. Середняк / *Защита растений*, выпуск 40 2016. С. 263–268.

Тези наукових доповідей:

6. Середняк Д. П. Фумігація зерна фосфіном / Д. П. Середняк // *Збірник тез VIII з'їзду Українського ентомологічного товариства*, Київ, 26-30 серпня 2013 р. – Київ. - 2013.

7. Середняк Д. П. Особливості динаміки концентрації фосфіну / Д. П. Середняк // *Матеріали науково-практичної конф. “Стан та перспективи розвитку захисту рослин”*, Київ, 2 квітня 2013 р. - Київ, 2013.

8. Середняк Д. П. Фумігація зернохвищ проти шкідників хлібних запасів / Д. П. Середняк // *Матеріали науково-практичної конф. присвяченої 70 - річчю з дня застосування кафедри ентомології ім. проф. М. П. Дядечка* Київ, 20-23 травня, 2014 р. – НУБіП України. – Київ, 2014.

9. Середняк Д. П. Боротьба зі шкідниками методом фумігації / Д. П. Середняк // *Матеріали науково-практичної конф. “Стан та перспективи розвитку захисту рослин”* Миколаїв, 2014.

10. Середняк Д. П. Фумігація підкарантинних матеріалів / Д. П. Середняк // Матеріали науково-практичної конф. “Ентомологічні читання пам'яті професора М. П. Дядечка” Київ, 17-18 грудня 2015р.

11. Середняк Д. П. Екологічне обґрунтування захисту хлібних запасів від шкідників способом фумігації / Д. П. Середняк // Матеріали міжнародної науково-практичної конф. “Проблеми сучасної ентомології”, Ужгород, 2016.

АНОТАЦІЯ

Середняк Д. П. «Екотоксикологічне обґрунтування захисту хлібних запасів від твердокрилих шкідників (Coleoptera) способом фумігації.

- На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 16.00.10 - ентомологія. – Інститут захисту рослин, Київ, 2017.

Уточнено видовий склад та особливості біології найбільш поширених шкідників хлібних запасів в зерносховищах різного типу зберігання зерна. Визначено домінуючі види шкідників. Досліджено сучасний фітосанітарний стан зерносховищ. Удосконалено систему заходів захисту зерна від найбільш поширених шкідників хлібних запасів способом фумігації.

Визначено режими знезараження за різних температурних параметрів. Встановлено необхідні летальні норми добутку середньої концентрації на час фосфіном для найбільш поширених твердокрилих шкідників хлібних запасів на різних стадіях їх розвитку.

Ключові слова: шкідники хлібних запасів, зараженість, шкідливість, летальні норми ДСКЧ, препарати на основі фосфіну, режими фумігації, технічна ефективність.

АННОТАЦИЯ

Середняк Д. П. «Экотоксикологическое обоснование защиты хлебных запасов от жесткокрылых вредителей (Coleoptera) способом фумигации.

- На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 16.00.10 – энтомология. Институт защиты растений, Киев, 2017.

Изучен видовой состав и особенности биологии наиболее распространенных вредителей хлебных запасов. Определены доминантные виды.

Исследована динамика численности и вредоносность основных видов. Исследованы режимы фумигации против наиболее распространенных жесткокрылых вредителей хлебных запасов препаратами на основе фосфина. Установлены необходимые показатели произведения средней концентрации на время (ПСКВ) для разных стадий развития вредных фитофагов в различных типах зернохранилищ.

Определены остаточные количества фумигантов, а также их метаболиты в зерне при использовании разных режимов фумигации.

В результате мониторинга фитосанитарного состояния зернохранилищ, был определен видовой состав энтомокомплекса вредителей хлебных запасов в складских помещениях, металлических элеваторах силосного типа, элеваторах железобетонной конструкции бункерного типа, емкостей бестарного хранения малого и среднего габарита.

Энтомоакарокомплекс вредителей хлебных запасов в различных типах зернохранилищ составил 69 видов членистоногих. В результате исследований было проведено 726 учетов. Отобрано 217 образцов методом точечных проб, 52 образца методом пищевых приманок, 457 - методом феромонного мониторинга.

Общий видовой состав вредителей представлен: акариформные клещи (Akariformes) - 6 видов, щетинохвостки (Thysanura) - 1 вид, тараканы (Blattodea) - 2 вида, сеноеды (Psocoptera) - 3 вида, жесткокрылые (Coleoptera) - 47 видов, чешуекрылые (Lepidoptera) - 10 видов.

Многочисленным по видовому составу и количеству насекомых был отряд жесткокрылых (Coleoptera), доля представителей которого составляла 68% от общего количества выявленных видов. Следующим по количеству насекомых составил отряд чешуекрылых (Lepidoptera) - 15%, менее многочисленными были представители других отрядов, количество которых в процентном соотношении не превышали 1-9% соответственно.

В различного типа зернохранилищах доминирующими видами были: амбарный и рисовый долгоносики, малый мучной и булавоусый хрущаки, книжная вошь, обыкновенный хищный клещ, зерновая моль, южная амбарная и мельничная огневки.

В подавляющем большинстве другие виды по шкале Скуфьина составляли 4 - 8% от общего количества всех выявленных вредителей, то есть были - субдоминантными. Малочисленные и редкие виды встречались преимущественно в складских помещениях напольного хранения, численность которых составляла от 1 до 3%.

Относительная распространенность видов, зависела от типа зернохранилищ. Для загруженных складских помещений, наибольший показатель по бальной оценке распространенности, был присущ мучному клещу, книжной вши, обыкновенному хищному клещу, рисовому и амбарному долгоносикам, который составил - 5 баллов (40-100%).

Для мельниц самый высокий показатель по бальной оценке был присущ - малому мучному и булавоусому хрущакам, мучному клещу, южной амбарной и мельничной огневкам, который составлял также - 5 баллов (40-100%).

Обосновано применение препаратов на основе фосфина против наиболее распространенных вредителей хлебных запасов с минимальными нормами внесения фумигантов, что обеспечивает снижение пестицидной нагрузки и высокую эффективность защитных мероприятий.

Обоснованы необходимые летальные нормы произведения средней концентрации на время (ПСКВ) против рисового и амбарного долгоносиков, малого мучного хрущака на разных стадиях развития.

Определены показатели динамики средней концентрации фосфина в соответствии с режимами фумигации: режим №1 – от 224 мг/м³ до 1120 мг/м³, режим №2 - от 203 мг/м³ до 1092 мг/м³, режим №3 от 154 мг/м³ до 756 мг/м³, режим №4 от 125 мг/м³ до 826 мг/м³. Суммарный показатель произведения средней концентрации на время (ПСКВ) для объектов исследования составил от 9 до 34 часограммов соответственно.

В образцах пшеницы при соблюдении рекомендуемых норм дозировки фумигантов, содержание остаточных количеств, превышало допустимые нормы массовых долей: 0,29±0,01 мг/кг, 0,26±0,01 мг/кг, 0,19±0,01 мг/кг, 0,14±0,01 мг/кг соответственно.

В образцах ячменя содержание остаточных количеств массовых долей также превышало допустимые нормы: 0,21±0,01 мг/кг, 0,17±0,01 мг/кг, 0,11±0,01 мг/кг та 0,09±0,01 мг/кг соответственно.

При использовании рекомендуемых норм внесения фумигантов и соблюдения необходимых показателей ПСКВ, содержание остаточных количеств массовых долей фосфина не превышали ПДН.

Рекомендуемый производству научно обоснованный процесс защиты зерна при хранении обеспечивает минимальные затраты и высокую рентабельность. Полученные результаты исследований позволяют использовать необходимые режимы фумигации для получения значительного экономического эффекта благодаря снижению норм внесения фумигантных пестицидов.

Ключевые слова: вредители хлебных запасов, зараженность, летальные нормы ПСКВ, препараты на основе фосфина, режимы фумигации.

ANNOTATION

Serednyak D.P. «Ecotoxicological justification for the protection of grain stocks from coleoptera pests (Coleoptera) by the method of fumigation».

– On the rights of the manuscript.

The dissertation for obtaining degree of candidate of agricultural sciences by speciality 16.00.10 – entomology. – Institute of Plant Protection, Kyiv, 2017.

The species composition and features of the biology of the most widespread pests of grain stocks are specified. Dominant types of pests are determined. The modern phytosanitary condition of granaries is investigated. The system of measures to protect grain from the most common pests of grain stocks by fumigation has been improved. The modes of fumigation are determined using different temperature parameters. The necessary lethal norms of an average concentration of phosphine against the most common pests of grain stocks at different stages of their development have been established.

Key words: pests of grain stocks, contamination, lethal norms of ПАСТ, phosphine-based preparations, fumigation modes.