

УДК 621.3:631.53.027.33

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ ВІД КОМІРНИХ ШКІДНИКІВ

М. П. Кунденко, доктор технічних наук, професор

А. Ю. Руденко, аспірант

Державний біотехнологічний університет

E-mail: andrey0911r@gmail.com

Анотація. *За інформацією Продовольчої й сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО), що наводить показники щорічних втрат зерна, які наближаються в розвинених країнах до 10 %, а нерозвинених країнах цифри наближаються до 30-50 %. Більша частина втрат зерна припадає на процес зберігання, де основним шкідником є комірні шкідники.*

Боротьба з комірними шкідниками виконується загально прийнятими методами, які мають право на життя в сучасній ринковій економіці, але мають безліч протипоказань. Тому постає актуальне питання заміни їх інноваційними методами обробки, які мають ефективну дію на шкідників та не шкодять організму людини. У світлі розвитку електрофізичних методів обробки порівняно з іншими методами, це високопродуктивний, неенергоємний, безпечний для обслуговуючого персоналу та навколишнього середовища метод.

Мета дослідження – визначення оптимального методу знезараження зернової маси шляхом аналізу існуючих методів обробки зерна.

Проведено аналіз літературних джерел та виконано порівняння всіх методів знезараження зернової маси. Аналіз показав переваги електрофізичного метода впливу на зернову масу високою та надвисокою частотою та потребу в подальших дослідженнях, бо відсутні універсальні моделі, які б враховували всі складові явища, що діють на клітину шкідника, тканини та біологічні рідини.

Ключові слова: *електромагнітне поле, висока частота, комірні шкідники, втрати зерна, хімічна обробка*

Актуальність. Актуальність досліджень полягає в розвитку методів обробки зернового матеріалу, що поєднується з посиленням на державну стратегію розвитку, закріплену в наказі Міністерства охорони здоров'я України 03.08.1998 № 1 [1]. Вимоги, які ставляться перед аграріями саме в процесі зберігання продукції, є жорсткими та безкомпромисними, а тим паче в світлі великих проблем людства з хворобами, які стають наслідком використання стандартних, всіма застосованими хімічними засобами обробки зерна. Перспективи розвитку інноваційних

електрофізичних методів обробки стримуються недостатньою обізнаністю та компетентністю в питання їх використання, що можливо усунути глибоким вивченням процесу знезараження та аналізом актуальних методів обробки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналізуючи дослідження впливу на зерно різних типів комірних шкідників, основна частина врат зерна припадає на комах шкідників (рис.1). Основним завданням останніх років є пошук ефективного методу боротьби з комірними шкідниками. Додає проблем і те, що використання хімічних та біологічних методів боротьби з комірними шкідниками втрачає свою ефективність. Загалом використання дезінфікуючих заходів повинно аргументуватися доцільністю застосування та наслідками для навколишнього середовища [2].

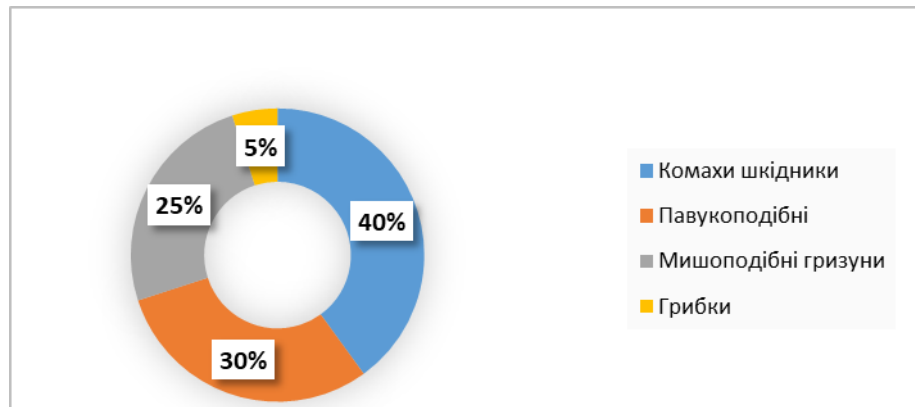


Рис. 1. Втрати зерна в період зберігання від всіх видів комірних шкідників

Мета дослідження – визначити оптимальний метод знезараження зернової маси шляхом аналізу існуючих методів обробки зерна.

Матеріали та методи дослідження. Нині широко використовується хімічний метод дезінфекції зернового матеріалу. Цей захід допомагає зменшити кількість зернових шкідників та зменшує ризик розвитку хвороб зернових культур. Застосування хімічних засобів продовжується на стадії підготовки складських приміщень для зберігання зернової маси. Стикаючись з повною зачисткою зерносклади, слід особливу увагу приділити складно доступним місцям, адже зачистку саме вони стають причиною подальшого розвитку комірних шкідників .

Після засипання зернохранищ зерном використання хімічних компонентів унеможлиблюється, тобто їх застосування можливе лише в критичних моментах як радикальний засіб. Обробка зерна від комірних шкідників хімічними дезинфекторами поділяється на: волога, аерозольна, газова (фумігація). Хімічний захист використовується за спеціальними інструкціями та проводять спеціалізовані офіційні організації. Під особливим контролем перебуває використання фумігації, оскільки цей метод заборонений для використання в партіях зерна, що відправляються на експорт та концентрується на портових елеваторах.

Використання вологого та аерозольного методу боротьби з комірними шкідниками ефективні тільки як профілактичні методи. Зазвичай їх пропонують застосовувати в обробці складських та прилеглих до них площ. Для таких заходів на ринку хімічних засобів пропонують використовувати фосфорорганічні й піретроїдні інсектициди (Актеллік, Арріво, Карате, Фастак, Фуфанон). Обробку зерна проводять такими самими препаратами, що і обробку зернохранищ. Основним плюсом обробки насіння аерозольним методом є висока ефективність препарату навіть у не герметичному приміщенні. Підтверджено, що після обробки зерна токсична дія препарату може зберігатися ще приблизно декілька місяців, таким чином досягається надійний захист продукту. Але існують також не ефективні та достатньо нелогічні методи хімічної обробки зерна такі як використання нестабільного газу (бромистий етил) та використання таблеток, за основу в яких взято фосфід люмінію та фосфід магнію [3].

Вплив хімічних речовин на біологічний організм комірних шкідників викликає в останніх вироблення імунітету. Доведений факт, що використання хімічних дезинфекцій веде до звикання шкідників вже через 20 поколінь, згодом процес адаптації тільки пришвидчується, а на останніх декілька поколінь ця сполука взагалі не буде діяти. Можна зауважити, що популяції шкідників адаптуються значно гірше до фосфороорганічних препаратів, а до інших груп хімічних компонентів звикання протікає досить швидко, бо в комах виробляється перехресна стійкість до інших хімікатів.

З раціональної точки зору використання хімічних методів обробки зерна є виправданим, бо за незначні кошти можна отримати дієвий засіб для збереження зернової маси від комірних шкідників. Але недолік, який спонукає задуматися над альтернативними методами обробки, є безумовна шкода здоров'ю та можливість приведення до повної непридатності зерна не тільки для переробки, але й для подальшого використання зерна в репродуктивних цілях.

Використання біологічних методів захисту, як альтернативний метод заміни хімічних засобів на територіях пострадянського простору, зокрема в Україні, не має широкого використання. У країнах Євросоюзу використання будь яких методів пов'язують зі спеціальними посилення на біологічний контроль, включаючи поведінковий, ботанічний та мікробний контроль, які можна практикувати виключно або в поєднанні, як ефективна альтернатива хімічного контролю. Актуальним біологічним методом є застосування природних ворогів [4]. Застосування феромонів як індикатор контролю комах та напрямком полювання для їх потенційних ворогів є одним з перспективних засобів. Застосування компонентів зернового масла в поєднанні з феромонами жіночої або чоловічої статі допомагають у процесі відлову комірних шкідників шляхом виманювання комах на приманку. Використання паразитів у стриманні популяції комірних шкідників має особливо високу ефективність при використанні його на одиночного ектопаразитоїда, як-то для придушення популяції комірною довгоносіка. Метод передбачає використання комірною шкідника як люльку для власного потомства.

Використання природного ворога показало себе найбільш успішним у лабораторних умовах серед протестованих хижаків, а саме мух та личинок. Доцільним та ефективним є використання хижих мух. Такий метод дає ефективність дезінфекції 84,86 % смертності шкідників [4].

Використовують також рослинні ферменти для боротьби з комірними шкідниками. Багато які масла та ефіри зменшують яйцекладку комах та мають високу інгібуючу дію на саме зерно. До таких екстрактів можна віднести похідні речовини від німу, кокосове масло, порошки руавольфії. Можна зазначити, що

летюча сполука діаллідисульфід, виділена з німу, показала сильнодіючі токсичні, фумігуючі та зменшуючі природню активність шкідників зерна.

До плюсів використання біологічних методів захисту зерна від комірних шкідників відносять: значно менша шкода навколишньому середовищу, можливість застосування методу як профілактика без будь якої шкоди рослині, застосовані організми та ферменти є аморфними до самої рослини, особливо можна відмітити те, що при використанні відбувається зниження забрудненості ґрунту шкідливими речовинами.

Повільний розвиток біологічних методів зумовлений передусім наявністю недоліків. Відповідно до методики захисту необхідно розробляти власну стратегію боротьби, що вимагає комбінувати методи впливу, а це є проблемою в сільському господарстві, тому що вимагає у фермерів потребу в додатковій роботі з вивчення та врахування видів всіх комірних шкідників, які перебувають в зерносховищі, що призводить до вливання додаткових капіталовкладень. Питання рентабельності методу стримує його розвиток. Також проблемою є залежність біологічних методів від метеорологічних умов та особливостей клімату.

У період технологічного прогресу та розвитку електроенергетики виникає питання використання електроенергії в сільському господарстві. Застосування сучасних електрофізичних методів є прямим шляхом до вирішення актуальних проблем сільського господарства. Застосування електрофізичних методів показане рис 2.



Рис. 2. Електрофізичні методи, що розвиваються

Безпека зернопродуктів – проблема, яка тривожить, що пов'язано з економікою країни та методами виживання населення. Розпилення пестицидів забезпечує утримання комірних шкідників в мінімальних границях та мінімізує вплив на зернову продукцію. Застосування методу є виправданим заходом для збільшення врожайності, показник зменшення втрат від комірних шкідників за даними досліджень сягає 30 %. Фуміганти, які не залишають слідів, є перспективними і в боротьбі зі шкідниками, якщо вони застосовуються із знаннями своєї основної фізичної, біологічної та хімічної властивості (Харейн та Девіс 1992 рік).

Озон, що використовується в санітарних цілях, є привабливою альтернативою для боротьби з комірними шкідниками. Використання озону як методу враховує потенційні недоліки традиційних методів обробки зерна. Прикладом переваги над пестицидами може бути те, що озон не залишає шкідливих залишків [5].

До переваг необхідно віднести відсутність необхідності зберігання та утилізації тари, обробка озоном залишається екологічно чистою, оскільки продукти розпаду цілком не мають побічних показників, бо озон цілком природній газ, продуктом розпаду є двохатомний кисень.

Хардін та колеги (2010) запропонували використання пілотної фумігації озону. Для обробки зернової продукції було заповнено зерном ємкості, в які на дно подавалася суміш кисню та озон до моменту, коли вона не перестане витікати через верх. На початковій стадії обробки озон достатньо швидко розпадався і був повністю використаний. З часом протікання розпаду озону уповільнилося і стабілізувалося. Озон розкладається в зерні, але його потрібно було постійно поповнювати, щоб підтримувати все в потрібних концентраціях [6].

Проблемою є відсутність достатньої кількості досліджень ефективності озону як інсектициду. В роботах Ердмана (1980 р.) описується токсична дія озону на комах слабким потоком, наслідком чого стало повне знезараження після 6,5 годин. Mason (1999 р.) пише, що при обробці кукурудзи 100 % смертність паразитів досягнута шляхом обробки зерна концентрованим потоком озону 50 частинами на мільйонів за обсягом (ppmv) у продовж триденного терміну.

З вище сказаного можна зробити висновок зі сутності обробки зерна озоном. Методика обробки є достатньо актуальною, але наявність деяких недоліків значно ускладнюють процедуру застосування методу озонової фумігації в сільськогосподарському виробництві. Недоліком обробки озоном можна вважати швидкість протікання процесу фумігації зерна, а саме швидкий розпад молекули озону викликає більшість питань. Відсутність потрібної кількості актуальних досліджень у цій сфері також загострює питання використання методу озонової фумігації.

Обробка зерна ультрафіолетом (УФ) існувала впродовж усього періоду вирощування зернових культур. Предки оцінили кращі показники зберігання та смакові якості добре висушеного зерна під сонячними променями. Сушіння зерна після збирання врожаю зменшує активну частку води, що дозволяє контролювати концентрацію мікроорганізмів у зерновій масі [6].

У подальших дослідженнях використання УФ у процесах знезараження зерна та стимуляції пророщення були розглянуті більш детально. УФ обробка частіше застосовується в харчовій промисловості та подібна до опромінення, її основна задача є дезінфекція мікробів. Застосовують УФ різних типів концентрацій та довжини хвиль, використання таких випромінювань може змінювати деякі складові частини антиоксидантів. Можна розглянути також роботи закордонних колег, в яких вони проводять порівняльний аналіз УФ- обробки та термічної обробки. Порівняння методів, виконане *Artés-Hernández* та іншими в 2010 році показує, що втрати при термообробці антиоксидантів веде до втрати кольору. Прикладом обробки слугував морквяний сік. УФ- обробка, що була застосована, показала себе як альтернативний метод обробки з покращенням показників деяких ферментів, прикладом слугував ананасовий сік, в якому УФ- обробка збільшила кількість аскорбінової кислоти, і як наслідок збільшила корисність соку. У дослідженнях чітко виокремлено значущість користі від застосування УФ – обробки продукції. Повертаючись до обробки зерна, УФ спектр застосовується до знезараження зернової маси від мікроорганізмів та бактерій [7].

У випадках застосування УФ–обробки діє механізм стерилізації. Коли нуклеїнова кислота клітин мікроорганізму опромінюються УФ, тиміни, які є базовою складовою дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК), замінюються на димін тиміну. Читання такого поєднання ДНК є неможливим в генетичному коді і мікроорганізм гине. Тому вплив УФ на нуклеїнову кислоту призводить до повної стерилізації. Однак не проводилось жодних досліджень, які б досліджували стерилізацію як вплив прямого ультрафіолетового опромінення на зерно. Також слід уточнити, що УФ має досить ефективну дію тільки на найпростіших, а ось на комах вони мають достатньо поганий вплив.

Результати досліджень та їх обговорення. Сукупність всіх переваг та недоліків змушують сучасне суспільство звернути увагу на вивчення використання електромагнітного поля (ЕМП) різної частоти для обробки насипного середовища.

Використання високої частоти (ВЧ), надвисокої частоти (НВЧ) та електромагнітного поля (ЕМП) є альтернативою всім існуючим методам обробки зерна в період зберігання.

Можливість подальшого використання ВЧ та НВЧ ЕМП в обробці насипного середовища зернової маси веде до вивчення інформації про вплив енергії на біологічно активну мікрофлору, комірних шкідників та на біологічні показники зерна. Напрямок дослідження є пошук альтернативного засобу обробки зерна від всіх видів комірних паразитів сучасного землеробства з покращенням біологічних показників зерна, але при цьому з можливістю контролю оцінки змін в зерні. Технологія застосування нині є достатньо вивченою, тому теоретично дає можливість дати висновки за цими критеріями.

Розглядаючи вплив ВЧ та НВЧ на грибкову мікрофлору, можна стверджувати, що температурний вплив на вражене зерно грибковими спорами за незначний час залежно від роду грибка становить дещо кращі показники, ніж в обробці ультрафіолетом. До переваг відносять можливість зміни та регуляція частотних показників, які призводять тільки до покращення процесу обробки та якості. Регулювання певних параметрів дозволяє мати гнучку систему обробки, що підходить для всіх видів грибків[7].

Використання ЕМП у дезінфекції середовища від бактерій, що утворюються в зерні, розглянуто в роботах багатьох вчених. Закордонні та вітчизняні вчені підтверджують гіпотезу, що електромагнітна обробка поєднує в собі всі переваги існуючих методів. Ефективність боротьби з бактеріями досягається не тільки наявністю теплового впливу на клітини, а й нетеплового впливу ЕМП. Підвищення ефективності обробки ЕМП також досліджено вченими та опубліковано в науковій літературі.

Колосальна шкода від комірних шкідників, що завдається зерну, вимагає мінімізації та повного знезараження для збереження високої якості насінневої продукції. Всі вище розглянуті методи обробки від комірних шкідників мають достатньо вагомні недоліки, які підтверджують їх малу ефективність у процесі обробки та негативний вплив на організм людини. Застосування біологічних методів як альтернативу потребують високої кваліфікації персоналу, чіткого розрахунку та комбінування методів для знезараження зерна порівняно з електрофізичними методами обробки.

При аналізі методів впливу на заражене зерно розглядають переважно теплову концепцію обробки насіння. Теплова концепція закладена в основу більшої кількості розрахунків, базуючись на прогріванні зерна за рахунок діелектричних втрат, не тільки в зерновому тілі, але й в тілі комах.

Задля збільшення ефективності обробки від комірних шкідників треба максимально збільшити температуру до 61°C за мінімальний час обробки до 10 хв, або правильно збільшити частоту оброблюваного ЕМП. Розглядаючи дослідження закордонних колег, ВЧ електромагнітне поле краще забезпечує якість обробки зерна за нижчої температури, ніж при НВЧ обробці. Також до переваг виносять наявність смертності в комах після процесу обробки ВЧ опроміненням, що відсутнє при обробці НВЧ. Всі данні опрацьовані та оформлені в результуючу загальну таблицю.

Узагальнена таблиця аналізу технологій знезараження зернової маси

Метод обробки	Переваги	Недоліки
1	2	3
Хімічний	<ul style="list-style-type: none"> • Висока ефективність дії препаратів на шкідників. • Надійний захист зернових запасів протягом тривалого часу. 	<ul style="list-style-type: none"> • Негативний вплив на біоту зерна, людину та ґрунт. • Потрібний постійний контроль за дозуванням та особлива підготовка перед застосуванням для досягнення оптимальних результатів. • Досить тривалий час після обробки зернової продукції, її не можливо використовувати для харчової переробки.
Біологічний	<ul style="list-style-type: none"> • Максимальний ефект за найменшої шкоди. • Нешкідливі для людини та ґрунту. • Можливість використання зернової продукції після обробки. 	<ul style="list-style-type: none"> • Потреба додаткових досліджень роду шкідників та природніх впливів на них. • Потреба використання комбінованої дії за для отримання максимального ефекту від методу. • Зміна природнього балансу в екосистемі за рахунок введення нового організму.
Електрофізичні методи обробки		
Обробка озоном	<ul style="list-style-type: none"> • Використання методу скорочує втрати від хвороб та зараженість грибками та найпростішими. • Покращує врожайність зернових. 	<ul style="list-style-type: none"> • Процес введення озону є основним недоліком, тому що його розміщення в зерновому потоці є не рівномірним. • Неможливість обробки за короткий час великих мас зернових культур.
Обробка УФ	<ul style="list-style-type: none"> • Висока ефективність дії на біологічно активну частину зерна. • Високі показники в боротьбі з найпростішими. 	<ul style="list-style-type: none"> • Процес знезараження не достатньо ефективний у боротьбі з комахами.
Обробка ВЧ та НВЧ	<ul style="list-style-type: none"> • Висока ефективність дії методу за рахунок варіативності зміни факторів впливу на шкідників.. • Збільшує ефективність 	<ul style="list-style-type: none"> • Недостатньо вивчена методика обробітку зернових, тому що не існує універсальних математичних моделей, що враховують всі складові явищ на клітинному рівні при обробітку зернових від шкідників.

Метод обробки	Переваги	Недоліки
1	2	3
	проростання зернової маси за рахунок стимуляції певних функцій зерна. • Ця методика має широкий спектр застосування	

Висновки та перспективи.

1. Аналізуючи праці вчених можна прийти до висновку, що електрофізичні методи обробки цілковито заслужено займають передові позиції в перспективі, як заміна вже сталого хімічного методу обробки.

2. Аналіз матеріалів, викладених у проаналізованих літературних джерелах, вказують на відсутність універсальних моделей, які б враховували всі складові явищ, що діють на клітину шкідника, тканини та біологічні рідини.

3. Застосування інноваційних методів обробки зернової продукції є актуальним напрямком досліджень. Найбільш перспективним, оптимальним та інноваційним є польовий метод обробки зернової продукції від комірних шкідників на основі застосування випромінення КВЧ та НВЧ.

Список використаних джерел

1. Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві Державні санітарні правила ДСП 8.8.1.2.001-98 : Постановою Голов. держ. санітар. лікаря України від 03.11.2021 р. № 1.

2. Рибалко О. І. Про науково-дослідну роботу удосконалення технологій післязбиральної обробки, зберігання та переробки зерна різного цільового призначення. Київ : НУБіП України, 2008. 181 с.

3. Upadhyay R. K., Ahmad S. Management Strategies for Control of Stored Grain Insect Pests in Farmer Stores and Public Ware Houses. World Journal of Agricultural Sciences. 2011. Vol. 5, no. 7. P. 527–549.

4. Efficacy of Ozone Fumigation Against the Major Grain Pests in Stored Wheat / E. L. Bonjour et al. Journal of Economic Entomology. 2011. Vol. 104, no. 1. P. 308–316. URL: <https://doi.org/10.1603/ec10200>

5. N. P. Kondrateva et al. Effect of treatment of seeds of grain crops by ultraviolet radiation before sowing IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 433. P. 012039. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/433/1/012039>

6. Zielinski H., Kozłowska H., Lewczuk B. Bioactive compounds in the cereal grains before and after hydrothermal processing. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2001. Vol. 2, no. 3. P. 159–169. URL: [https://doi.org/10.1016/s1466-8564\(01\)00040-6](https://doi.org/10.1016/s1466-8564(01)00040-6)
7. Rajagopal V. Disinfestation of stored grain insects using microwave energy. 2009. URL: <http://hdl.handle.net/1993/3152>.

References

1. Transportuvannya, zberihannya ta zastosuvannya pestytsydiv u narodnomu hospodarstvi Derzhavni sanitarni pravyla DSP 8.8.1.2.001-98 (2021). [Transportation, storage and solidification of pesticides in the national economy State sanitary rules of chipboard 8.8.1.2.001-98], Postanovoiu Holovnoho derzhavnoho sanitarnoho likaria Ukrainy № 1.
2. Rybalko, O. I. (2008). Pro naukovo-doslidnu robotu udoskonalennia tekhnologii pisliazbyralnoi obrobky, zberihannya ta pererobky zerna riznoho tsilovoho pryznachennia [About research work of improvement of technologies of postharvest processing, storage and processing of grain of various purpose]. Kyiv: NUBiP Ukrainy, 181.
3. Upadhyay, R. K., & Ahmad, S. (2011). Management Strategies for Control of Stored Grain Insect Pests in Farmer Stores and Public Ware Houses. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(7), 527–549.
4. Bonjour, E. L., Opit, G. P., Hardin, J., Jones, C. L., Payton, M. E., Beeby, R. L. (2011). Efficacy of Ozone Fumigation Against the Major Grain Pests in Stored Wheat. *Journal of Economic Entomology*, 104(1), 308–316. <https://doi.org/10.1603/ec10200>
5. Kondrateva, N. P., Kasatkina, N. I., Kuryleva, A. G., Baturina, K. A., Ilyasov, I. R., Korepanov, R. I. (2020). Effect of treatment of seeds of grain crops by ultraviolet radiation before sowing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 433, 012039. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/433/1/012039>
6. Zielinski, H., Kozłowska, H., Lewczuk, B. (2001). Bioactive compounds in the cereal grains before and after hydrothermal processing. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2(3), 159–169. [https://doi.org/10.1016/s1466-8564\(01\)00040-6](https://doi.org/10.1016/s1466-8564(01)00040-6)
7. Rajagopal, V. (2009). Disinfestation of stored grain insects using microwave energy. <http://hdl.handle.net/1993/3152>.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА ОТ АМБАРНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ

М. П. Кунденко, А. Ю. Руденко

Аннотация. По информации Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) показатели ежегодных потерь зерна приближая в развитых странах к 10 %, а в неразвитых странах цифры приближаются к 30-50 %. Большая часть потерь зерна приходится на процесс хранения, где основным вредителем являются амбарные вредители.

Борьба с вредителями выполняется общепринятыми методами, имеющими право на жизнь в современной рыночной экономике, но есть множество противопоказаний. Поэтому возникает актуальный вопрос замены их инновационными методами обработки, которые оказывают эффективное действие на вредителей и не вредят организму человека. Электрофизические методы обработки по сравнению с другими методами являются высокопроизводительными, неэнергоёмкими, безопасными для обслуживающего персонала и окружающей среды методом.

Цель исследования – определение оптимального метода обеззараживания зерновой массы путем анализа существующих в методе обработки зерна.

Проведен анализ литературных источников и выполнено сравнение всех методов обеззараживания зерновой массы. Анализ показал преимущества электрофизического метода воздействия на зерновую массу высокой и сверхвысокой частотой и потребность в дальнейших исследованиях, так как отсутствуют универсальные модели, учитывающие все составляющие явления, воздействующих на клетку вредителя, ткань и биологические жидкости.

Ключевые слова: *электромагнитное поле, высокая частота, амбарные вредители, потери зерна, химическая обработка*

ANALYSIS OF EXISTING METHODS OF GRAIN PROCESSING FROM COLLAR PESTS

M. Kundenko, A. Rudenko

Abstract. *According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), which provides annual grain losses of 10% in developed countries and 30-50% in underdeveloped countries. Most of the grain losses occur during the storage process, where the main pest is collar pests.*

Collar pest control is performed by generally accepted methods that have the right to live in a modern market economy, but I have many contraindications. Therefore, there is an urgent issue of replacing them with innovative treatment methods that have an effective effect on pests and do not harm the human body. In light of the development of electrophysical processing methods compared to other methods, this is a highly productive, energy-intensive, safe for staff and the environment method.

The purpose of the study is to determine the optimal method of disinfection of grain mass by analyzing the existing method of grain processing.

The analysis of literature sources is carried out and the comparison of all methods of grain mass disinfection is performed. The analysis showed the advantages of the electrophysical method of influencing grain mass with high and ultrahigh frequency and the need for further research, because there are no universal models that would take into account all components of the phenomena affecting the pest cell, tissues and biological fluids.

Key words: *electromagnetic field, high frequency, collar pests, grain losses, chemical treatment*