

БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 621.3:631.53.027.33

doi: 10.31498/2225-6733.41.2020.226193

© Кунденко М.П.¹, Руденко А.Ю.²**АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ ЗА КРИТЕРІЄМ ЕФЕКТИВНОСТІ**

Проаналізовано сучасні методи обробки зернової продукції за критерієм ефективності при зберіганні зернового матеріалу. Визначено основні переваги та недоліки хімічного, біологічного та електрофізичного методів обробки зернового матеріалу. Визначено, що перспективним напрямом розвитку знезараження та обробки зернових від шкідників є електрофізичний метод. Використання методу високої й надвисокої частоти опромінення дає високу ефективність дії проти шкідників, оскільки впливає на живі клітини шкідників, знищуючи їх зсередини. Немає протипоказань для людського організму і досягається поліпшення біологічних показників злаків, оскільки метод позитивно впливає на оброблене зерно та стимулює органели насінневої клітини при задоволенні сучасних потреб сільського господарства. Визначений один з основних недоліків обробки методом високої та надвисокої частоти опромінення.

Ключові слова: зберігання зерна, комірні шкідники, втрати зерна, обробка зерна, електромагнітне поле, ВЧ (висока частота), НВЧ (надвисока частота).

M.P. Kundenko, A.Yu. Rudenko. Analysis of modern methods of grain processing according to the efficiency criterion. Solving the problem of processing grain material during storage is a very important issue. After all, the issue of grain losses is a priority in the world; it being under the control of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, and especially for the territory of Ukraine, as Ukraine is one of the largest exporters of grain in the world. Therefore, solving the problem of sound processing of grain products on retention of their varietal properties is a currently urgent problem. Based on the analysis of the existing scientific publications and research of modern methods of processing grain products according to the criterion of efficiency in storage of grain material, the advantages and disadvantages of chemical, biological and electrophysical methods of grain processing during storage have been considered. An alternative is to use extremely high frequency and ultra-high frequency method, which has advantages over the existing electrophysical, biological and chemical treatment methods. The use of the method of extremely high frequency and ultra-high frequency of irradiation is extremely efficient against pests, as it affects living cells by destroying them from inside. The method is not counter-indicative for the human body and the biological indicators of cereals have been improved, because the method has a positive effect on the processed grain by stimulating the organelles of the seed cell and satisfying the modern needs of agriculture. The article forms a table with the analyzed methods of seed treatment, which includes the advantages and disadvantages of each method. The data presented in the materials of the article can be used to effectively choose the method of processing depending on the conditions and subsequent use of grain.

¹ д-р техн. наук, професор, ХНТУСГ ім. П. Василенко «Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка», м. Харків, ORCID: 0000-0002-5841-4367, p.p.kundenko@ukr.net

² асистент, МНАУ «Миколаївський національний аграрний університет», м. Миколаїв, ORCID: 0000-0001-9000-6606, andrey0911r@gmail.com

Key words: grain storage, collar pests, grain losses, grain processing methods, electro-magnetic field, high frequency, ultrahigh frequency.

Постановка проблеми. Світове господарство стикнулося з головною проблемою зберігання зернових запасів. Щороку у світі при транспортуванні та зберіганні зерна, в залежності від оснащення та ефективності засобів для зберігання, втрати зернового матеріалу складають від 5 до 25%. За інформацією Продовольчої й сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО), в якій йдеться про щорічні втрати зернової продукції (рис. 1, а), такі втрати наближаються до 10% всього запасу виробленого зерна, а в нерозвинених країнах цифри наближаються до 30-50%.

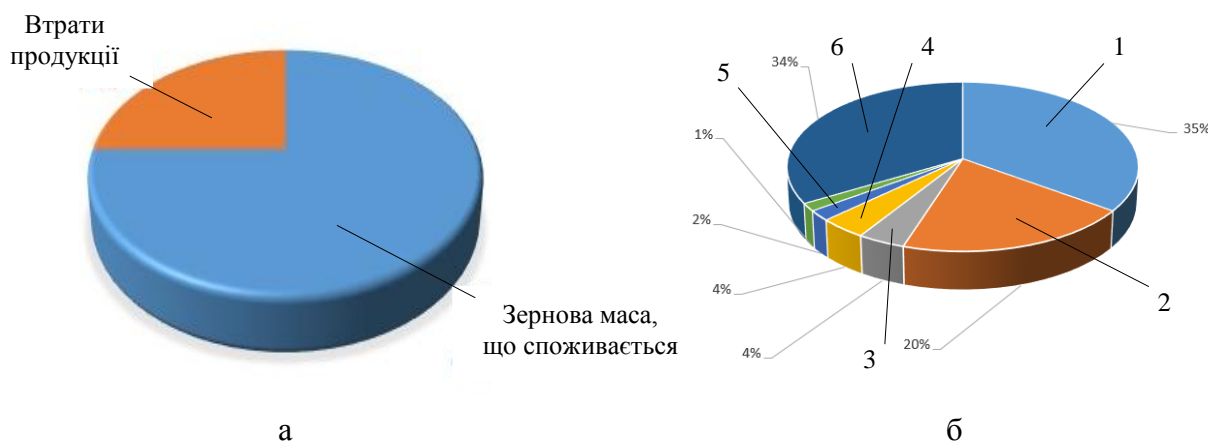


Рис. 1 – Щорічні втрати зернової маси (а) та процентне відношення втрат (б): 1 – комірні шкідники; 2 – транспортування; 3 – технологічні збитки; 4 – людський фактор; 5 – збирання врожаю; 6 – вологість

В Україні згідно з ФАО втрати зерна сягають 5 млн т хліба при 55-60 млн т/рік вирощеної продукції через нерозвинену матеріально-технічну базу зберігання та перероблювання. В інших розвинених державах, зокрема в Сполучених Штатах Америки, втрати зерна сягають 8 млн т при виробництві 600 млн т/рік, а в Євросоюзі (ЄС) вказані втрати становлять приблизно 8-9 млн т при виробництві 250-280 млн т/рік. Загалом втрати зерна супроводжуються зниженням якості зернової продукції.

Основною проблемою втрат зерна є порушення технології його зберігання. Після приблизно 2-5% втрат при транспортуванні при зберіганні втрачається 10-15% зібраного зерна, з яких складова втрат від комірних шкідників складає до 35% (рис. 1, б). При зберіганні без спеціальних заходів істотно знижуються харчові, фуражні та посівні якості зерна. За даними ФАО світові втрати хлібних запасів оцінюються до 10 млн т [1].

Загальна популяція комірних шкідників – понад 400 видів, з яких в Україні налічується, за даними національної академії аграрних наук України (НААНУ), 116 видів комірних шкідників. Серед них: кліщів – 34%, комах – 60% (жуків – 51, метеликів – 9), мишоподібних – 6%. Потенційну загрозу можуть становити також карантинні шкідники, які проникають на територію нашої країни [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Найпоширенішими та найнебезпечнішими шкідниками зерна та зернової продукції в Україні є комірний і рисовий довгоносики, великий і малий хрущаки, гороховий і квасолевий зерноїд, зерновий точильник, рудий коротковусий і суринамський борошноїд, зернова міль, млинова та південна комірна вогнівки, борошняний кліщ, хатня миша, сірий та чорний пацюки [2].

За даними держконтролю сільськогосподарської продукції середнє пошкодження зерна від комірних шкідників минулого року в господарствах Степу складало, в середньому, 4,9%; в Кіровоградській, Дніпропетровській, Миколаївській, Херсонській областях відповідно: 6,5; 6,8; 6,6; 5%; в окремих районах Кіровоградської, Миколаївської, інших областях – 18-30%. В окре-

мих партіях з незахищених посівів було пошкоджено 27-60%. У Лісостепу в цілому цей показник – 3,2%, а зокрема в Київській та Харківській областях – 4,3% та 4,8% відповідно. Втрати зернової продукції відбулися через ігнорування своєчасного обробітку посівного матеріалу, через нерентабельність цього заходу в пригнічених умовами весняно-літньої посухи посівах саме в тих областях, де відбулося накопичення комірних шкідників. Це вплинуло на погіршення хлібопекарських якостей борошна зернових культур, яке спостерігалось у наведених вище регіонах. Нанесення пошкоджень дорослими особинами зерну в період вегетації призводить до погіршення якості зерна та насамперед призводить до зниження білкової частки (у цьому випадку мало шуплих зерен, видимі лише укуси комірних шкідників).

Установити шкідливість та втрати врожаю від пошкодження можливо такими методами: порівнянням урожаю пошкоджених і непошкоджених рослин; визначенням ненажерливості шкідника; моделюванням пошкоджень (штучне пошкодження) [3, 4].

Мета роботи – Проаналізувати сучасні методи обробки зернових за критерієм ефективності обробки у період зберігання.

Виклад основного матеріалу. Проведені дослідження впливу шкідників на зерно дозволяють стверджувати, що найнебезпечнішим шкідником є комахи. Однією з найбільших проблем останніх 10 років є зниження ефективності використання хімічних та біологічних засобів боротьби зі шкідниками [5].

При розгляді стану сучасної проблеми зберігання та передпосівної профілактики зернових культур впливає, що існує потреба в аналізі сучасних методів обробки зернової продукції. Методи розділяють за типом використання активного компонента: хімічні, біологічні та електрофізичні.

Застосування хімічних методів обробки зернових залишається одним з найбільш розповсюджених методів. Загально прийняте знезараження запасів проводиться стандартними препаратами. Загалом для вдалої обробки застосовують досить сильні концентрації діючих речовин. Обробка проводиться певними препаратами, котрі повинні відповідати безлічі факторів навколишнього середовища, які, в свою чергу, впливають на комбінацію речовин [6]. Внесення хімічних засобів захисту безпосередньо в ґрунт може обмежити можливості фермерських господарств у варіативності вирощування сільськогосподарських культур. Обробка посівного матеріалу перед висадкою або в момент висадки є не досить ефективною тому, що вона піддається температурним і іншим чинникам, що знижують ефективність дії речовин. Крім того, всі препарати мають негативний вплив на організм людини та навколишнє середовище, що веде до зменшення їх застосування або взагалі виключення з обігу.

Біологічні об'єкти виробляють імунітет до хімічних методів знезараження. Використання засобів хімічної дезінфекції зерна призводить до звикання вже через 20 поколінь, потім процес звикання тільки пришвидшується, доки пестициди взагалі не перестануть діяти. Однак популяції шкідливих організмів адаптуються повільно тільки до фосфорорганічних препаратів, до інших груп звикання проходить значно швидше, бо в комах виробляється перехресна стійкість до інших хімікатів.

Біологічні, зокрема ентофагічні методики, в якості експерименту впроваджуються лише в США. Ентомофаги – це паразити, які вбивають шкідників, використовуючи останніх як джерело живлення свого потомства. При цьому в ентомофагів є чудова якість – вони абсолютно індиферентно ставляться до сільськогосподарських рослин. Застосування ентомофагів повинно відповідати умовам відсутності протипоказань. Використання ентомофагів є допоки основним методом боротьби з комірними шкідниками [6, 7].

Іншим біологічним перспективним методом впливу на комірних шкідників є використання найпростіших. Але проти деяких видів вони не гарантують 100% результат. Використання бактерицидних препаратів веде до забезпечення біологічної ефективності зерносховища з кукурудзою до 90% та з пшеницею до 86%. Можливе збереження інфекції на строк не більше одного року [7].

Переваги біологічного методу, що заснований на використанні природних ворогів, які зменшують популяцію комірних шкідників: значно менша шкода навколишньому середовищу, можливість застосування для профілактики, зниження ймовірності втрати зерна при зберіганні, суттєве зниження забрудненості ґрунту шкідливими речовинами.

Одним з основних недоліків біологічного методу, що зупиняє темпи його застосування в сільському господарстві, є значена складність застосування, адже даний різновид захисту від шкідників вимагає досить поглиблених знань в певних галузях наук. Складності додає те, що задля використання даного методу знезараження зернової продукції потрібно чітко визначити вид, рід шкідника, методи поширення його популяції та правильно оцінювати загальні втрати. Додатковою проблемою використання біологічного методу обробки зерна сільськогосподарських культур є потреба використання не одного способу, а використання декількох способів, щоб збільшити ефективність дії на шкідників [6, 7].

Зростання вимог до якості зернової продукції та ціни на зернові культури спонукає світове господарство звернути більшу увагу на якість збереження та передпосівної обробки насінного матеріалу сільськогосподарських культур. Як сказано вище, хімічні та біологічні методи обробки мають досить важливі недоліки, що пов'язані зі способами їх застосування.

Більш доцільними для використання є електрофізичні методи обробки. Розповсюдження в зернових культурах комах-шкідників досягає 37% [7]. Тому виникає питання боротьби з ними за рахунок електрофізичних методів обробки зернових культур. При розгляді електрофізичних методів їх можна підрозділити за типами діючих впливів на оброблювану продукцію.

Передовому способу обробки зерна відповідає озонування. Взаємодія сполук озону комплексно впливає на складові живої клітин, пошкоджує її з середини та призводить до цілковитого знищення комах-шкідників зерна. Знезараження зерна даним методом покращує врожайність зернових на 10-16%, скорочує втрати від хвороб у 1,5-3 рази, зараженість грибками та найпростішими – на 70-80%. Основним недоліком названого методу є незбалансований розподіл озону в зерновому потоці, що в свою чергу не забезпечує повну проникність діючої речовини.

Альтернативним методом обробки зернової продукції є ультразвуковий метод. Обробка зерна ультразвуковим методом призводить до збільшення врожайності насіння та зменшує кількість комірних шкідників [8-10]. Перевагою даного методу є збільшення проростання та можливість обробки більшої кількості продукції [9]. Основним недоліком даного методу є велика ймовірність пошкодження ембріона зерна та руйнація оболонки. Задля запобігання нанесення пошкоджень зерновій масі потрібно ретельно слідкувати за часом обробки та потужністю ультразвукового поля. Ще одним недоліком є негативний вплив на людину.

Особливістю методу опромінення електромагнітним полем (ЕМП) високої частоти (ВЧ) та надвисокої частоти (НВЧ) є руйнівна дія на патогенну мікрофлору та комах-шкідників. При застосуванні випромінювання знезараження зернової маси досягається нагрівом НВЧ полем при 55-65°C та швидкістю $v = 0,6^\circ\text{C}/\text{c}$, а цілковите знезараження досягається при температурі 70-80°C. Опромінення проводиться за допомогою зміни параметрів часу та потужності потоку відповідно до біологічних особливостей організмів шкідників. Регулювання параметрів потоку збільшує якість знезараження зернової продукції. Згідно з [9] додатково після обробки даним методом досягається підвищення проростання та підвищення урожайності. Але метод опромінення ЕМП ВЧ та НВЧ має деякі недоліки, а саме застосування, зокрема виконання умови зволоження зернових культур для проведення обробки зерна та неможливість обробки за короткий час великих мас зернових культур.

На сучасному етапі методу електромагнітної обробки приділяється основна увага. Дана сфера альтернативних способів обробки зернових культур має досить великий спектр ще не до кінця досліджених характеристик випромінювання.

Додатково до ВЧ і НВЧ застосовується крайнє високочастотне (КВЧ) випромінювання, що надає можливість для подальших досліджень в сфері КВЧ та НВЧ випромінювань. Застосування КВЧ та НВЧ випромінювань у сільськогосподарському господарстві та інших галузях досить поширене. Проаналізувавши актуальні джерела інформації, де розкрито сутність впливу КВЧ випромінювання на живі організми та ефекти дії на організм, можна визначити, що присутні плюси та мінуси у їх застосуванні для рішення задачі знезараження. Вплив на живий організм випромінювання має багатоаспектний характер, при цьому контролюється досить погано. Регулювання зміни параметрів випромінювання змінює якість впливу на опромінений організм [11, 12].

Основним параметром, котрий впливає на якість опромінення, є частота. Були проведені дослідження, в яких змінюється частота від високої, що складає 27 Гц, до низької, 5 Гц. При цьому отримані показники життєздатності шкідників були зведені в діаграму (рис. 2).

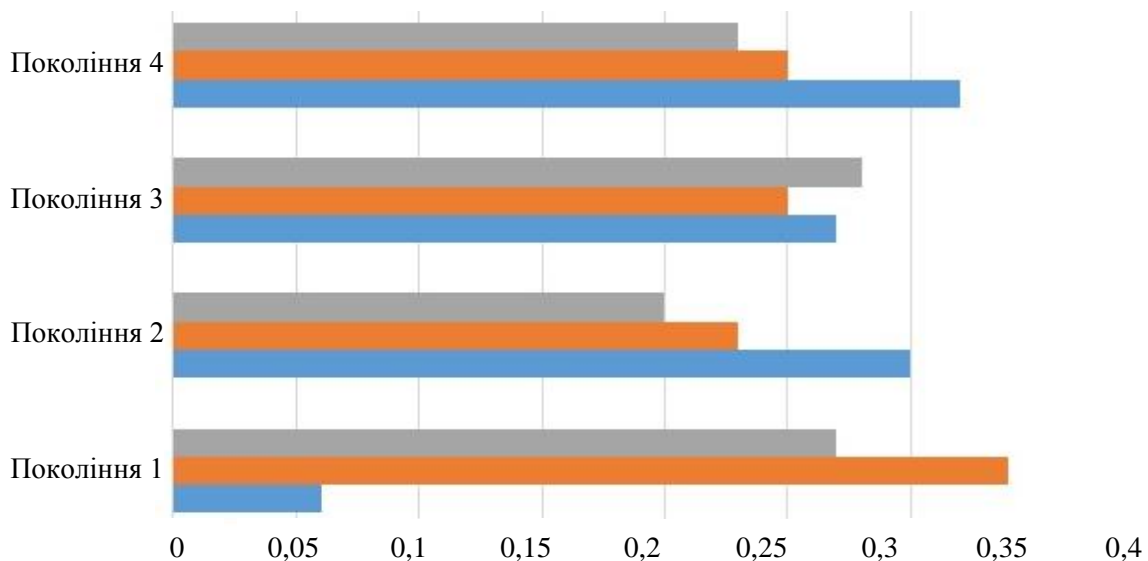


Рис. 2 – Смертність комірних шкідників при обробці електромагнітними полями низької та високої частот: ■ – контроль; ■ – низькочастотне поле; ■ – високочастотне поле

Дослідження й практичне підтвердження ефективності методу випромінювання [13], що проходили за участі А. Девяткова, С. Ситько, Є. Нефедова, Ф. Ізакова, Л. Кучина, показують, що процеси в біологічному об'єкті переплетені з певними фізичними параметрами. Основним параметром є діапазон хвиль ЕМП. Розглядаючи те, що інформаційним обміном є фізичний вплив взаємодії між біологічними об'єктами, можна припустити, що ЕМП передає інформацію. Слід розглянути гіпотезу, відносно до якої в клітині процес окиснення завершується не кислотою (АТФ), а утворенням високочастотного ЕМП та іонізуючого випромінювання. Відповідно вони і складають біополе живої клітини. Іонізуюче випромінювання виконує роль передавача енергії між ядрами атомів. Останні дослідження автентифікують можливість передачі генної інформації на електромагнітній основі. Активність генів проходить під впливом сигналів з цитоплазми та клітинного оточення. Вплив низькочастотного випромінювання пов'язують з його впливом на молекулярні зв'язки, адже вони не відзначаються надійністю. Дані помилки відіграють важливу роль при синтезі ДНК, так як ДНК складає генетичну інформацію клітини [14, 15]. Дія КВЧ випромінювання явно направлена на клітину і зв'язана на клітинному рівні з характеристиками поглинання. Характер поглинання виділяється тим, що між ядром та оболонкою клітини, які заряджені протилежно, знаходяться залізовмісні білки, що спроможні до прийому ЕМП. Випромінювання НВЧ діапазону сигналу діють на біопроцеси, що проходять на клітинному рівні. Розглядають КВЧ та НВЧ дії, що направлені на зміни мембранного потенціалу клітин на мембранах комах-шкідників. Надскладна система кровообігу постійно знаходиться в безупинному і рівномірному русі. Біологічні рідини організмів зі своїми елементами намагаються зберегти свої параметри. Зміна параметрів впливу НВЧ поля буде відбуватися зі збільшенням пропорцій клітини або в результаті взаємодії декількох клітин. Механізм взаємодії пояснюється тим, що іони, що оточують мембрани, досить слабо пов'язані з її поверхнею. За даними проаналізованих джерел виходить, що процеси передачі інформації з поверхні клітини до внутрішніх механізмів клітини спочатку поширюються по поверхні плазматичної мембрани, потім інформацію переносять по всім органелам клітини [15]. Інформаційне відображення вище наведеного огляду зведено до таблиці 1.

Розглядаючи електрофізичні властивості клітини, котрі характеризують тканинні клітини й елементи біологічних рідин, можливим є припущення, що електромагнітні поля зовнішнього

джерела впливу спричиняють на них безповоротну дію. Як наслідок впливу електромагнітного поля на живу клітину є зменшення ступеню зв'язку елементів та іонів у цитоплазматичній мембрані. Негативна дія електромагнітного випромінювання на комах є наслідком руйнації мембранних морфологічних складових біологічних рідин. Одним з показників такого впливу може бути порушення обміну іонами через мембрану. Електромагнітні поля можуть впливати на швидкість та рівновагу електричних зарядів на оболонці клітини.

Таблиця 1

Методи обробки зернових від комірних шкідників

Методи обробки	Спосіб обробки	Переваги	Недоліки
Хімічні	Волога дезінфекція	<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.
	Аерозольна дезінфекція		
	Газова дезінфекція (фумігація)		
Біологічні	Використання природніх ворогів	<ul style="list-style-type: none"> • Максимальний ефект за найменшої шкоди; • нешкідливі для людини та ґрунту; • можливість використання зернової продукції після. 	<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.
	Використання найпростіших		
Електрофізичні	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 ведення озону є основним недоліком, тому що його розміщення в зерновому потоці є нерівномірним. • неможливість обробки за короткий час великих мас зернових культур.
	Обробка ВЧ	<ul style="list-style-type: none"> • Висока ефективність дії методу за рахунок варіативності зміни факторів впливу на шкідників; • збільшує ефективність проростання зернової маси за рахунок стимуляції певних функцій зерна. 	<ul style="list-style-type: none"> • Умова зволоження зернових культур для проведення обробки зерна; • неможливість обробки за короткий час великих мас зернових культур.
	Обробка НВЧ	<ul style="list-style-type: none"> • Дана методика має широкий спектр застосування; • застосування методу КВЧ та НВЧ опромінення має високу ефективність дії проти шкідників, так як впливає на живі клітини, руйнуючи їх з середини; • методика обробки позитивно впливає на оброблюване зерно, стимулюючи органи клітини насіння. 	<ul style="list-style-type: none"> • Недостатньо вивчена методика обробки зернових, тому що не існує універсальних математичних моделей, що враховують всі складові явищ на клітинному рівні при обробці зернових від шкідників.
	Обробка КВЧ		
	Обробка ультразвуком	<ul style="list-style-type: none"> • Стимулює ембріон зернини; • даний метод електрофізичної обробки зерна впливає на якість зернової продукції та схожість зерна при посіві. 	<ul style="list-style-type: none"> • Велика ймовірність травмування зернової продукції за рахунок травмування ембріона в наслідок невідповідності показників змінних часу та частоти.

Висновки

1. З аналізу джерел можна прийти до висновку, що поки не існує універсальних моделей, які враховують всі складові явищ, що діють на клітинному рівні під час впливу на тканини та біологічні рідини.

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

3. Метод КВЧ та НВЧ опромінення має переваги над кожним з вище вказаних методів і має широкий діапазон використання: немає протипоказань для людського організму та покращуються біологічні показники зернових культур (зберігання та пророщення), що задовольняє сучасним потребам сільського господарства.

Перелік використаних джерел:

1. Рибалко О.І. Якість пшениці врожаю-2008 / О.І. Рибалко // Хранение и переработка зерна. – 2008. – № 8. – С. 33.
2. Особливості збирання та зберігання врожаю ранніх зернових і технічних культур в умовах 2020 року : науково-практичні рекомендації / І.М. Семеняка [та ін.]. – Кропивницький, 2020. – 40 с. – Режим доступу: <http://apk.kr-admin.gov.ua/doc/0124062020.pdf>.
3. Орлова О. Шкідники у коморі [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://agravery.com/uk/posts/show/skidniki-u-komori-poradi-vid-derzprodspoizsluzbi>.
4. Хмельницький К.В. Шкідник клоп-черепашка [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://www.nibulon.com/r/files/1082;1083;1086;1087;1095;1077;1088;1077;1087;1072;1096;1082;1072;.pdf>.
5. Соколов Е.А. Биометод в борьбе с вредителями запасов карантинного значения / Е.А. Соколов // Защита и карантин растений. – 2010. – № 8. – С. 36-37.
6. Brower J.H. Trichogramma: potencial new biological control method for stored product Lepidoptera / J.H. Brower // Proceedings of the International Working Conference on Stored-Product Entomology. – 1987. – С. 23-27.
7. Вплив ультразвукового випромінювання на ріст зернових культур / В.М. Мельник, Л.І. Ружинська, С.В. Фесенко, В.В. Ільєнко // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». – 2018. – № 20. – С. 11-20.
8. Risca I.M. Ultrasound effects contributions on the Norway spruce seeds germination (*Picea abies* (L.) Karsten) / I.M. Risca, L. Fartais, P. Stiuca // Analele Științifice ale Universității «Alexandru Ioan Cuza». – 2007. – Tom VIII. – Pp. 87-88. – (Secțiunea Genetică și Biologie Moleculară).
9. Kai Ying Chiu. Use of ultrasonication to enhance pea seed germination and microbial quality of pea sprouts / Kai Ying Chiu, Jih Min Sung // International Journal of Food Science & Technology. – 2013. – № 49 (7). – Pp. 1699-1706. – Mode of access: DOI: [10.1111/ijfs.12476](https://doi.org/10.1111/ijfs.12476).
10. Nazari M. Medicago scutellata seed dormancy breaking by ultrasonic waves / M. Nazari, A. Sharififar, H.R. Asghari // Plant Breeding and Seed Science. – 2015. – № 69 (1). – Pp. 15-24. – Mode of access: DOI: [10.1515/plass-2015-0002](https://doi.org/10.1515/plass-2015-0002).
11. Influence of the microwave radiation of different polarization state on transinactivation effect and viability of *Drosophila* / Y.G. Shkhorbatov [et al.] // IV International Conference on Antenna Theory and Techniques. – Sevastopol, 2003. – Pp. 823-824. – Mode of access: DOI: [10.1109/ICATT.2003.1238879](https://doi.org/10.1109/ICATT.2003.1238879).
12. Васильева Е.Г. Влияние высоко- и низкочастотного электромагнитных полей на насекомых (на примере *drosophila melanogaster*) / Е.Г. Васильева // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2008. – № 3. – С. 182-185.
13. Арсланов Т.А. Оценка эффективности неионизирующего излучения крайне высоких частот на уровне некоторых биологических характеристик *drosophila melanogaster* : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.01 / Арсланов Тимур Альтафович. – Обнинск, 2004. – 24 с.

14. Влияние генотипа на приспособленность дрозофилы при воздействии малых доз высокочастотного электромагнитного излучения / О.Г. Горенская, А.Б. Гаврилова, Ю.Г. Шкорбатов, В.А. Катрич // Вісник проблем біології і медицини. – 2010. – № 1. – С. 52-56.
15. Туровський А.О. Пристрої формування електромагнітного НВЧ-поля опромінення діелектричних сипучих матеріалів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.12.13 / Туровський Анатолій Олександрович. – Київ, 2015. – 27 с.

References:

1. Rybalko O.I. Yakist pshenytsi vrozhaiu-2008 [Quality of wheat harvest-2008]. *Khranenyє y pere-rabotka zerna – Storage and processing of grain*, 2008, no. 8, pp. 33. (Ukr.)
2. Semeniaka I.M., Haidenko O.M., Mashchenko Yu.V. *Osoblyvosti zbyrannia ta zberihannia vrozhaiu rannikh zernovykh i tekhnichnykh kultur v umovakh 2020 roku* [Personality of beating and storage of early grain and industrial crops in 2020]. Kropyvnytskyi, 2020. 40 p. Available at: <http://apk.kr-admin.gov.ua/doc/0124062020.pdf> (accessed 10 October 2020). (Ukr.)
3. Orlova O. *Shkidnyky u komori: porady vid Derzhprodspozhyvsluzhby Dzherelo* (Pests in the pantry: advice from the State Food and Consumer Services Source) Available at: <https://agravery.com/uk/posts/show/skidniki-u-komori-poradi-vid-derzprodspoziivsluzbi> (accessed 10 October 2020). (Rus.)
4. Khmelnytskyi K.V. *Shkidnyk klop-cherepashka* (Pest bedbug-turtle) Available at: <http://www.nibulon.com/r/files/1082;1083;1086;1087;1095;1077;1088;1077;1087;1072;1096;1082;1072;.pdf> (accessed 20 September 2020). (Rus.)
5. Sokolov E. A. *Byometod v borbe s vredyteliamy zapasov karantynnoho znachenia* [Biological method in pest control of stocks of quarantine value]. *Zashchyta y karantyn rastenyi – Plant protection and quarantine*, 2010, no. 8, pp. 36-37. (Rus.)
6. Brower J.H. Trichogramma: potencial new biological control method for stored product Lepidoptera. *Proceedings of the International Working Conference on Stored-Product Entomology*, 1987, pp. 23-27.
7. Melnyk V.M., Ruzhynska L.I., Fesenko S.V., Ilienکو V.V. *Vplyv ultrazvukovoho vyprominiuvannia na rist zernovykh kultur* [Influence of ultrasonic radiation on grain growth]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal «Internauka» – International Science Journal «Internauka»*, 2018, no. 20, pp. 11-23. (Ukr.)
8. Risca I.M., Fartais L., Stiucu P. *Ultrasound effects contributions on the Norway spruce seeds germination (Picea abies (L.) Karsten)*. *Analele Ştiinţifice ale Universităţii «Alexandru Ioan Cuza». Secţiunea Genetică şi Biologie Moleculară*, 2007, Tom VIII, pp. 87-88.
9. Kai Ying Chiu, Jih Min Sung. Use of ultrasonication to enhance pea seed germination and microbial quality of pea sprouts. *International Journal of Food Science & Technology*, 2013, no. 49 (7), pp. 1699-1706. doi: 10.1111/ijfs.12476.
10. Nazari M., Sharififar A., Asghari H.R. *Medicago scutellata* seed dormancy breaking by ultrasonic waves. *Plant Breeding and Seed Science*, 2015, no. 69 (1), 2015, pp. 15-24. doi: 10.1515/plass-2015-0002.
11. Shkorbatov Y.G., Evseeva M.V., Shakhbazov V.G., Popov A.I., Cheshko T.M., Grabina V.A., Fisun A.I., Belous O.I. Influence of the microwave radiation of different polarization state on transinactivation effect and viability of *Drosophila*. *IV International Conference on Antenna Theory and Techniques*, Sevastopol, 2003, pp. 823-824. doi: 10.1109/icatt.2003.1238879.
12. Vasyleva E.H. *Vlyanye vysoko- y nyzkochastotnoho elektromahnytnykh polei na nasekomykh (na prymere drosophila melanogaster)* [Influence of high and low-frequency electromagnetic fields on insects (on the example of *drosophila melanogaster*)]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Vestnik of Astrakhan State Technical University*, 2008, no. 3, pp. 182-185. (Rus.)
13. Arslanov T.A. *Otsenka effektivnosti neioniziruiushchego izlucheniia kraine vysokikh chastot na urovne nekotorykh biologicheskikh kharakteristik drosophila melanogaster*. Avtoref. diss kand. biol. nauk [Evaluation of efficiency of non-ionizing extremely high frequency radiation at the level of some biological characteristics of *drosophila melanogaster*. Thesis cand. biol. sci. diss]. Obninsk, 2004. 24 p. (Rus.)

14. Horenskaia O.H., Havrylova A.B., Shkorbatov Yu.H., Katrych V.A. Vliianie genotipa na prisposoblenost' drozofily pri vozdeistvii malykh doz vyso-kochastotnogo elektromagnitnogo izlucheniia [Influence of genotype on Drosophila adaptation under the influence of small doses of high-frequency electromagnetic radiation]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny – Bulletin of problems of biology and medicine*, 2010, no. 1, pp. 52-56.
15. Turovskiy A.O. *Prystroji formuvannia elektromahnitnoho nvch-polia oprominennia dielektrychnykh sypuchykh materialiv*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Devices for formation of electromagnetic microwave field irradiation of dielectric bulk materials. Thesis cand. tech. sci. diss.]. Kyiv, 2015. 27 p. (Ukr.)

Рецензент: Л.В. Вахоніна
канд. фіз.-мат. наук, доц., МНАУ

Стаття надійшла 02.10.2020