

**Шифр: «Збереження врожаю»**

**СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА РОБОТА**

на тему:

**«ЗБЕРЕЖЕННЯ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ РІЗНИХ СОРТІВ ЗА  
УМОВ ЗАСЕЛЕННЯ ЙОГО КОМІРНИМ ДОВГОНОСИКОМ»**

## АНОТАЦІЯ

### до студентської наукової роботи за шифром: «Збереження врожаю»

**Актуальність.** У світовому виробництві пшениця серед зернових культур займає третє місце, а в Україні – перше та є головною продовольчою культурою країни. Головна мета кожного виробника зерна – це зібрати та зберегти в належному стані високоякісний врожай, аби отримати належний прибуток.

Ворогом на етапі «після збирання – до реалізації, або переробки» є дуже небезпечні комірні шкідники. За даними ФАО, щорічно комахи – шкідники запасів поїдають до 15 % зерна, виробленого в світі, а в окремих країнах – 50 %. В Україні щороку втрачається від шкідників запасів не менше 4 млн. т зерна.

Від пошкодження комірним довгоносіком зерно пшениці втрачає у вазі до 50 %, а схожість зерна знижується на 92 %. З пошкодженого зерна одержують неякісне, з погіршеними хлібопекарськими і смаковими якостями борошно. Пошкоджене зерно набагато швидше заселяють плісєневі гриби, що проростаючи псують його, виділяють шкідливі й канцерогенні речовини, утворюють отруйні для людей і тварин мікотоксини, різко знижують посівні якості насіння.

**Мета і завдання дослідження.** Метою наукової роботи було виявити кращі екологічно безпечні фізичні способи обробки зерна пшениці різних сортів для зниження рівня заселення комірним довгоносіком та збереження якості зерна. Для досягнення вказаної мети ставились такі *завдання*: 1) дослідити вплив сортових особливостей та фізичних способів обробки зерна пшениці на рівень заселення комірним довгоносіком; 2) вивчити динаміку посівних і технологічних показників зерна пшениці різних сортів та за різних способів фізичної обробки; 3) виявити кращі фізичні способи та строки обробки зерна пшениці з метою знищення комірного довгоносика та збереження якості.

**Методи дослідження.** Для вирішення поставлених завдань були використані методи: 1) діалектичний метод – спостереження за процесами мінливості якості в процесі зберігання і обробки; 2) метод гіпотез – складання

схеми досліджу; 3) метод експерименту – вивчення досліджуваних об'єктів відповідно до схеми досліджу; 4) метод аналізу – вивчення окремих показників якості; 5) метод синтезу – формування висновків, узагальнень; 6) статистичні методи математичної обробки результатів досліджень.

**Загальна характеристика роботи.** Наукова робота присвячена актуальному питанню вивченню впливу сортових особливостей та фізичних способів обробки на якість та заселення зерна пшениці комірним довгоносіком.

У роботі висвітлено динаміку посівних та технологічних показників зерна пшениці різних сортів у процесі зберігання та за умови заселення його комірним довгоносіком. Виявлено вплив видових й сортових особливостей на рівень зараженості та якість зерна пшениці. Встановлено, що після зберігання найбільш заселеним комірним довгоносіком було зерно пшениці м'якої озимої сорту Лісова пісня, а найменше – твердої ярої Харківська 27, що пояснюється різною твердозерністю. Доведено, що заселеність комірним довгоносіком зерна пшениці сприяє підвищенню вологості й вмісту зернової домішки та призводить до пониження показників натурі, енергії проростання, схожості, вмісту білка та клейковини.

Виявлено ефективні екологічно безпечні фізичні способи обробки зерна пшениці різних сортів з метою зниження рівня його зараження комірним довгоносіком та збереження високих посівних та технологічних властивостей. Встановлено, що найвищу ефективність з фізичних способів обробки зерна пшениці з метою знищення комірного довгоносика за короткий термін (7 днів) мав спосіб заморожування, який сприяв повному знищенню шкідників. Доведено ефективність способу охолодження зерна, але за тривалішої його дії (30 днів). Малоефективним виявився спосіб обробки зерна пшениці електричним полем, який знищував комірного довгоносика лише у стадії імаго та частково пригнічував розмноження шкідників. Найкращий режим обробки зерна пшениці електричним полем з метою знищення дорослих особин довгоносика за напруги 6-13 кВт (залежно від вологості зерна різних сортів) та часом обробки 15 хв.

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1. Огляд та аналіз літератури.....	6
Розділ 2. Місце та методика проведення досліджень.....	9
Розділ 3. Результати досліджень та їх аналіз.....	10
3.1. Вплив видових і сортових властивостей на якість та рівень заселення комірним довгоносіком зерна пшениці .....	10
3.2. Вплив електричного поля на якість та рівень заселення комірним довгоносіком зерна пшениці різних сортів .....	16
3.3. Вплив фізичних способів обробки на якість та рівень заселення комірним довгоносіком зерна пшениці різних сортів .....	21
Висновки.....	29
Список використаної літератури.....	30
Додатки	

## ВСТУП

Зерновий сектор України є стратегічною галуззю економіки держави, що визначає обсяги пропозиції та вартість основних видів продовольства для населення країни, зокрема продуктів переробки зерна і продукції тваринництва, формує істотну частку доходів сільськогосподарських виробників, визначає стан і тенденції розвитку сільських територій, формує валютні доходи держави за рахунок експорту. Зернова галузь є базою та джерелом сталого розвитку більшості галузей агропромислового комплексу та основою аграрного експорту.

Пшениця – основна зернова культура хлібів першої групи. Це цінна і найбільш розповсюджена зернова продовольча культура. Більше половини населення світу використовує на харчування зерно пшениці. Нарощування виробництва зерна є головним питанням агропромислового комплексу України.

Пшениця відзначається високою поживністю, цінністю зерна та врожайністю. Цінність пшеничного хліба визначається хімічним складом зерна. Зерно пшениці містить більше білкових речовин, ніж зерно інших зернових культур. Білок пшениці повноцінний за амінокислотним складом містить всі незамінні амінокислоти: триптофан, валін, лейцин, які добре засвоюються організмом людини.

Збільшення виробництва й підвищення якості продукції пшениці можливо шляхом зменшення втрат врожаю від пошкодження його шкідниками-запасів та максимальному використанні потенційних біологічних можливостей насінневого матеріалу.

Стратегія захисту зернових запасів від шкідників ґрунтується на особливостях їх розповсюдження, розвитку, розмноження і шкідливості, залежно від умов, способів і режимів зберігання зерна, та поєднує комплекс карантинних, профілактичних і винищувальних заходів на всіх етапах заготівлі, транспортування і тривалого зберігання.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ

Пшениця – це символ краси життя, щасливого добробуту, тілесного і духовного багатства. Якщо житня хлібина дає здоров'я і силу, то пшеничний коровай додає до них щастя і красу [2].

Ефективність виробництва зерна багато в чому залежить від його якості. У свою чергу, головним напрямком у вирішенні проблеми забезпечення якості зерна в Україні слід вважати створення сортів, стійких до несприятливого впливу навколишнього середовища, з високим вмістом білка.

Стійкість можна використовувати як основний спосіб контролю шкідників запасів зерна, в поєднанні при необхідності з іншими методами. Стійкість зерна проти комірних шкідників є основою біологічного комплексу захисних заходів, тому селекція на дану ознаку має бути невід'ємною вимогою до нових сортів [4, 5, 8].

У літературі є дані про різну пошкодженість зерна окремих сортів зернових культур комірними шкідниками [17]. При цьому робляться спроби виявити ступінь стійкості і зв'язати її з тими чи іншими характеристиками зерна. Так, показано, що певні види шкідників відрізняються за інтенсивністю розмноження та розвитку на різних сортах пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи, сорго, рису [9, 10, 19, 20, 21, 22]. До того ж, на окремих сортах чисельність потомства знижується в 2-7 разів [8, 21].

В Україні зареєстровано 116 видів комірних шкідників, які пошкоджують зерно і зернову продукцію впродовж зберігання. Щороку через них втрачається від 5–10 до 30 % зібраного зерна, крім того, істотно знижуються його харчові, фуражні та посівні якості. Найбільш поширені з них: комірний (*Sitophilus (Calandra) granarius L.*) і рисовий (*Sitophilus (Calandra) oryzae L.*) довгоносики; малий борошняний (*Tribolium confusum Duv.*), булавовусий (*Tribolium castaneum Hrbst*) хрущаки; суринамський (*Oryzaephilus surinamensis L.*) та коротковусий рудий (*Laetophloeus ferrugineus Steph.*) борошноїди [7, 12].

Зараженість шкідниками партій будь-якого зерна, незалежно від їх цільового призначення, стандартами не допускається. Як і показники свіжості,

її визначають у першу чергу. У разі виявлення у зразку зерна хоча б одного живого шкідника хлібних запасів (крім кліщів), партія не приймається [17].

Великої шкоди завдають комірні довгоносики (рис.1.1). Розвиток їх від яйця дорослої особини відбувається всередині зернини. У лабораторних умовах цей шкідник у зерні пшениці за 9 місяців розвитку дає потомство, яке становить 6211 особин. Один комірний довгоносик за своє життя з'їдає до 1 г зерна, а його потомство – 1 кг [13, 18].



**Рисунок 1.1. Комірний довгоносик та пошкоджене ним зерно**

Основні фізичні чинники, які впливають на якість та заселеність зерна пшениці під час зберігання – це температура, вологість та газовий склад.

Зберігання зерна в охолодженому стані є одним із засобів, що забезпечує його збереженість. Охолодження насіння, особливо до мінусових температур, сприяє різкому зниженню активності фізіолого-біохімічних процесів, припиненню розвитку мікроорганізмів і зернових шкідників [3, 14, 16].

Сприятливою для розвитку комірнього довгоносика є температура (20-28 °С) і відносна вологість повітря (75-90 %). Розвиток одного покоління за вологості зерна понад 12,5 % та за температури повітря від 18 до 24 °С триває 40-60 днів. Якщо температура (5-10 °С), жуки перестають житися, а за +3 °С впадають у заціпеніння; за температури нижче ніж 0 °С довгоносики гинуть [16].

За кордоном активного поширення набуло герметичне зберігання збіжжя, яке застосовують як для боротьби зі шкідниками в сухому зерні, так і для убезпечення від розвитку плісняви у вологому зерні. Незалежно від вологості продукту, метод герметичного збереження засновано на принципі зниження концентрації кисню в сховищах до рівня, за якого гинуть шкідники й пліснява

або відбувається їхня інактивація. Безкисневу атмосферу в герметичному сховищі утворюють самі шкідники, або вона створюється штучним способом. Шкідники швидко використовують наявний кисень і гинуть, якщо рівень його знижується до 2 % об'єму повітря міжзернового простору [6, 18].

У НДІ електроенергетичних систем Національного університету біоресурсів і природокористування України проводяться дослідження з використання сильних електричних полів, які є одним із перспективних засобів впливу на зернову масу. Запропонована обробка має комплексну дію тому, що зернова маса підлягає одночасному впливу комплексу факторів: електричного поля високої напруженості, електричного струму, озону, температури [1, 11, 15].

Встановлення процесу утворення озону у всьому об'ємі зернової маси відкриває нові технологічні можливості для екологічно безпечної знезаражувальної обробки зерна. Відпадає потреба в окремому озонаторі, як альтернативі хімічним препаратам [18].

На відміну від отрутохімікатів, які діють на оболонку комах, озон діє на плазму, руйнуючи її. Звідси повернення до життя комах після озонної обробки виключений [1]. Смертельна дія озону проявлялася в перед імагінальних стадіях розвитку (яйце, личинка, лялечка). Найбільш стійкою до озону виявилася лялечка [11, 15].

Істотний вплив на енергію проростання зерна пшениці озимої надали дози від 12,6 до 18,9 г с/м<sup>3</sup>. Подальше підвищення дози обробки (19,8 г с/м<sup>3</sup>) стало початком зниження енергії проростання. Максимального значення енергія проростання досягла за експозиції зразків після обробки 14 діб.

Схожість зерна пшениці збільшилася в міру збільшення дози обробки озono-повітряним потоком. Даний показник істотно змінюється, починаючи з дози озону 9,9 г с/ м<sup>3</sup>, максимального значення схожість досягла при обробці озonom дозою 14,7 г с/м<sup>3</sup>. При цьому схожість в порівнянні з контролем (75,0 %) збільшилася на 19,5 % і склала 94,5 % при експозиції – 14 діб [1].

Отже, якість і зараженість зерна пшениці комірними шкідниками значною мірою залежить від сортових та видових властивостей та піддається значному корегуванню різними фізичними способами обробки.



## РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили із зразками зерна пшениці м'якої озимої сортів Орійка, Злука і Лісова пісня та твердої ярої сорту Харківська 27, які вирощувалися на полях ВП НУБіП України “Агрономічна дослідна станція”, розташованого в с. Пшеничне Васильківського району Київської області протягом 2015-2016 рр. Із досліджуваних сортів за контроль ми обрали Лісову пісню, яка має найбільше поширення в Україні.

Основні дослідження проводилися у лабораторіях кафедри технології зберігання, переробки і стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика та кафедри електроприводу та електротехнологій ім. проф. С.П. Бондаренка НУБіП України протягом 2016-2018 рр.

Початковий етап досліджень полягав у визначенні технологічних та посівних показників зерна пшениці різних сортів після 1-го місяця зберігання (після проходження післязбирального дозрівання) та після 12-ти місяців зберігання (після заселення зерна комірним довгоноси́ком).

Схема досліду передбачала дослідження екологічно безпечних фізичних способів обробки зерна з метою зменшення чисельності (знищення) комірнього довгоноси́ка та збереження якісних показників зерна пшениці, зокрема:

1. Охолодження за температури  $+3-+5$  °С (контроль);
2. Заморожування за температури  $-13-15$  °С;
3. Створення безкисневого середовища;
4. Обробка сильним електричним полем з утворенням озону.

Охолодження зерна здійснювали в холодильній камері КХС-2-6м, заморожування – в побутовій морозильній камері, безкисневе середовище – в герметичних банках, а для озонування використовували – установку для знезараження в сильних електричних полях зернових при зберіганні і переробці. Опираючись на попередні результати досліджень та особливості розвитку комірнього довгоноси́ка періодичність наших досліджень становила 7, 30 та 60 днів зберігання зерна пшениці за досліджуваних способів обробки.

Оцінювали якість та зараженість комірним довгоноси́ком зерна пшениці згідно загальноприйнятих стандартних методик. Повторність дворазова.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Вплив видових і сортових властивостей на якість та рівень заселення комірним довгоноси́ком зерна пшениці

Збереження зерна різних культур, в тому числі й пшениці, є досить складним процесом. Адже відомо, зернова маса – це живий об’єкт зберігання, в якому постійно відбуваються фізіолого-біологічні та хімічні процеси, що можуть призводити до покращення якості, або ж навпаки, до її погіршення.

Під час закладання на зберігання зерно досліджуваних сортів характеризувалося відсутністю комірних шкідників. Однак, після одного року зберігання в зерні усіх досліджуваних сортів були виявлені у різних формах зараженості дорослі особини комірного довгоносика (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

#### Заселення зерна пшениці різних сортів комірним довгоноси́ком після одного року зберігання

Сорти пшениці	Форми зараженості		
	Явна, шт/кг	Прихована	
		шт/50 зерен	%
Лісова пісня (контроль)	$\geq 3000$	17	34
Злука	$\geq 1000$	2	4
Орійка	$\geq 1500$	5	10
Харківська 27	$\geq 500$	7	15

Досліджуючи чисельність шкідника у розрізі сортів та видів пшениці слід відмітити найбільшу кількість шкідників, як у явній, так і у прихованій формі в зерна пшениці озимої м’якої сорту Лісова пісня – це понад 3000 штук в одному кілограмі у явній формі та 34 % у прихованій формі.

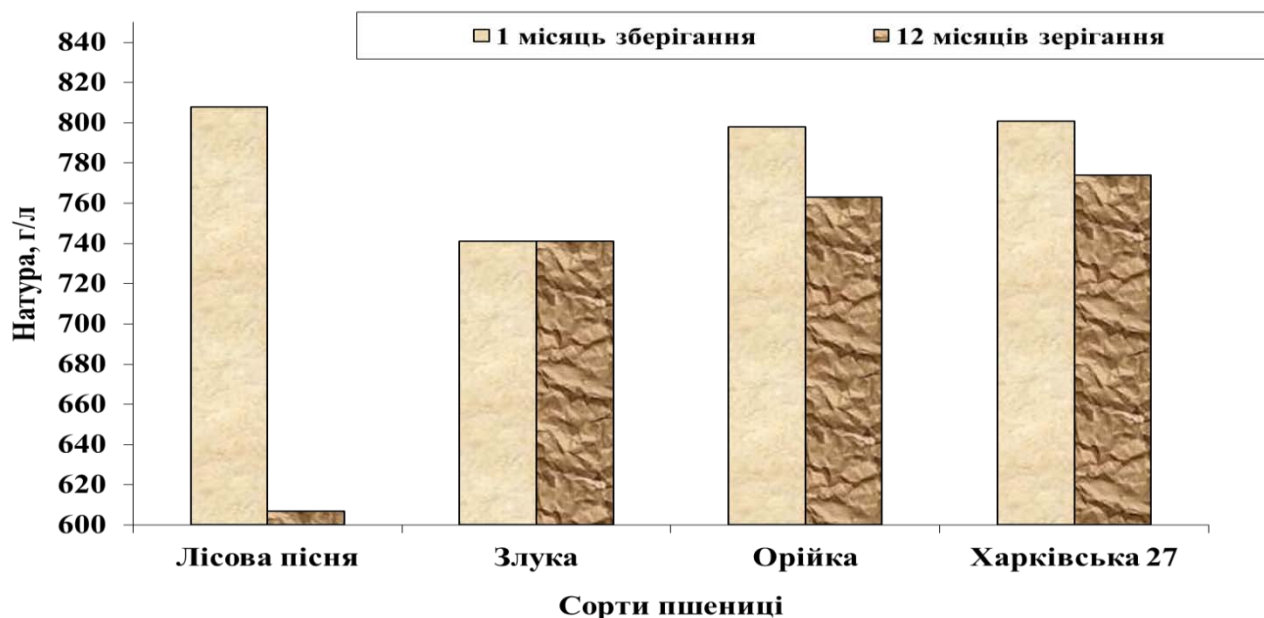
Проміжне місце займають сорти пшениці озимої м’якої: Злука – понад 1000 шт/кг у явній формі і 4 % у прихованій, та Орійка – понад 1000 шт/кг і 4 % відповідно. Найменш заселене довгоноси́ком у явній формі було зерно пшениці ярої твердої Харківська 27 – понад 500 шт/кг, але у прихованій формі зараження було значно більшим чим у сортів Злука та Орійка – 15 %.

Однак, загалом зерно пшениці твердої Харківська 27 менше піддається зараженню його комірним довгоноси́ком, що на нашу думку пов’язано із твердістю зерна.

Після післязбиральної доробки та після проходження післязбирального дозрівання вологість досліджуваних сортів пшениці була значно нижче критичної (від 9,4 до 10,7 % залежно від сорту), що дозволяло безпечно зберігання зерна протягом тривалого часу.

Однак після дванадцяти місяців зберігання відсотки вологості зросли у всіх сортів. Найнижчий показник був у сорту Злука – 14 %, що знаходиться ще в межах стандарту. В сортів Орійка та Харківська 27 вологість зерна була 14,7 %. І найвищий показник у сорту Лісова пісня – 17,7 %, що можна пояснити найбільшою зараженістю зерна даного сорту комірним довгоносоком.

До зберігання показник натурності зерна пшениці сорту Лісова пісня становив 808 г/л, сорту Харківська 27 – 801 г/л, сорту Орійка – 798 г/л. Зерно всіх вище зазначених сортів за показником натурності належало – 1-му класу якості. Дещо менший початковий показник натурності був у сорту Злука – 741 г/л і відповідно 2-й клас якості (рис. 3.1). Отже, початковий показник натурності досліджуваних сортів дозволяв використання їх на технічні цілі.



**Рисунок 3.1. Зміна натурності зерна пшениці різних сортів під час зберігання**

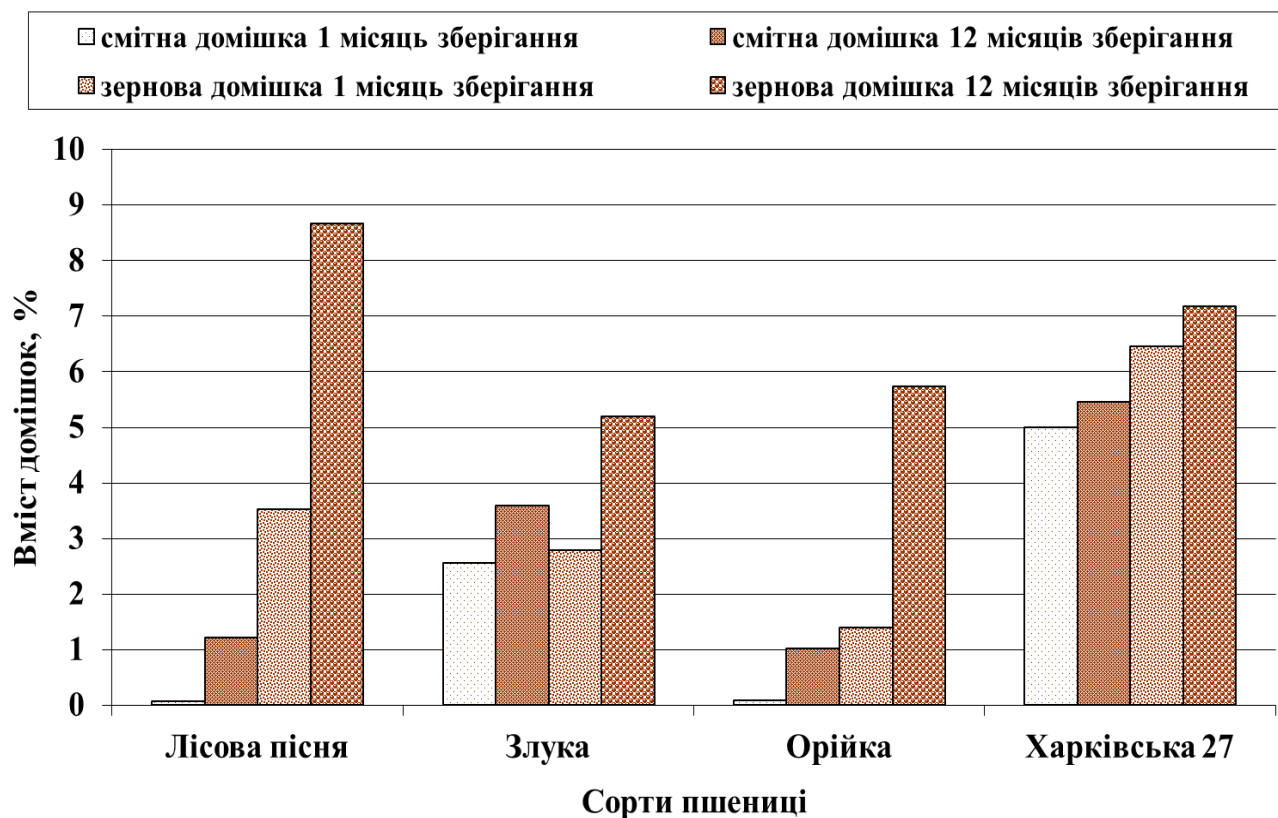
Після 12 місяців зберігання суттєве зниження показника натурності було відміченню в сортів Орійка – до 763 г/л, що на 35 г/л менше ніж на початку зберігання та в сорту Харківська 27 – 774 г/л і 27 г/л відповідно. Найвагоміше

зменшення натуре було в сорту Лісова пісня – до 607 г/л, що на 201 г/л менше ніж на початку зберігання. Що знову ж було пов'язано із значною заселеністю та пошкодженістю зерна досліджуваних сортів.

Однак зерно сорту Злука, хоч і було значно заселене довгоносиком, показник натуре не змінило та так же знаходилося в межах 2-го класу якості. Також, в межах 1-го класу за показником натуре лишилося зерно сортів Орійка та Харківська 27.

Окрім шкідників, на показник натуре значно впливає вміст домішок, зокрема чим їх більше – тим менший показник натуре.

На початку зберігання сорти пшениці Лісова пісня та Орійка характеризувалися найменшим вмістом смітної (0,07-0,09 %) та зернової (3,53-1,41) домішок. Дещо вищий показник був у сорту Злука: 2,57 % – смітної домішки та 2,80 % - зернової домішки. Однак найвищі показники домішок були в зерновій масі пшениці сорту Харківська 27: 5,01 % – смітної домішки та 6,47 % – зернової домішки (рис. 3.2).



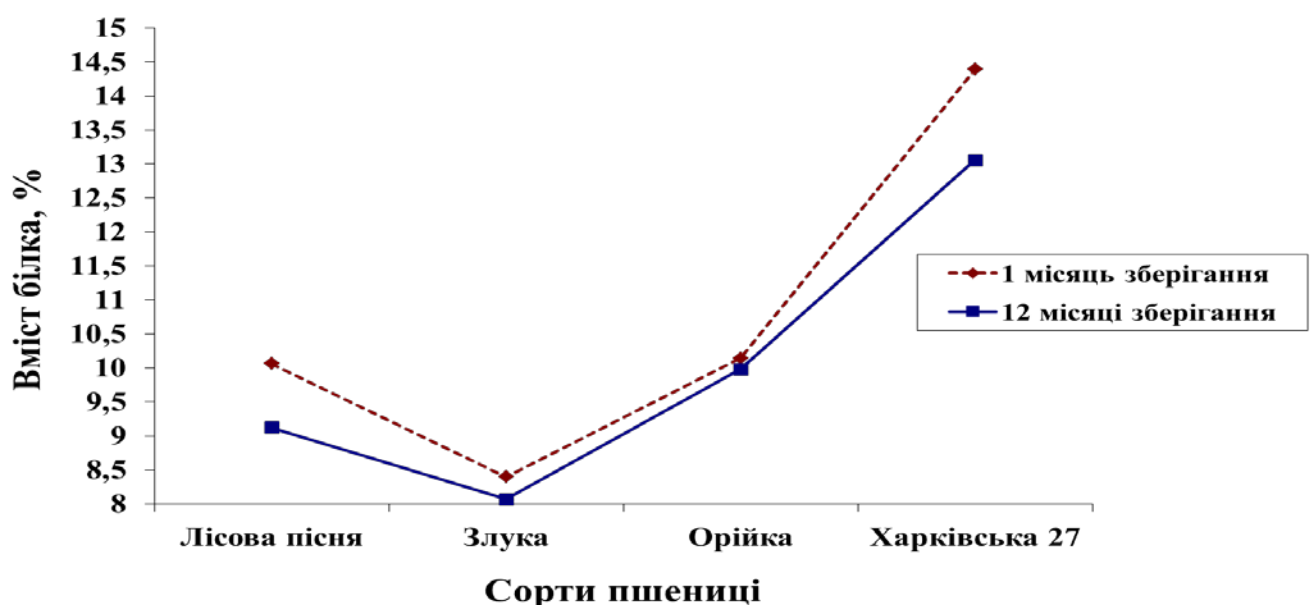
**Рисунок 3.2. Вміст домішок в зерновій масі пшениці під час зберігання**

Після 12 місяців зберігання знову ж за рахунок розвитку, розмноження та пошкодження зерна пшениці озимої досліджуваних сортів комірним довгоносиком відбулося збільшення вмісту домішок. При цьому більш суттєво зріс вміст зернової домішки, як результат пошкодженого зерна.

Істотне зростання вмісту зернової домішки було в сортів Орійка та Злука – в середньому на 2-3 %. Однак, найбільш суттєво показник домішок зріс в сорту Лісова пісня з 3,53 % після першого місяця до 8,67 % після дванадцяти місяців зберігання. Отже, близько 10 % зерна даного досліджуваного сорту було пошкоджене комірним довгоносиком.

Математична обробка динаміки вмісту смітної домішки в зерні пшениці залежно від сорту та терміну зберігання виявила суттєвий вплив на досліджуваний показник усіх факторів. Вагомий вплив на досліджуваний показник мав термін зберігання –  $F_p = 34,47 > F_{\text{крит}} = 10,13$  та ще суттєвіший був вплив сортових особливостей –  $F_p = 215,13 > F_{\text{крит}} = 9,28$ .

Після проходження післязбирального дозрівання найбільший вміст білка був у зерна пшениці твердої сорту Харківська 27 – 14,39 %, дещо менший в сортів пшениці м'якої: Орійка – 10,14 % й Лісова пісня – 10,06 % та найменший показник вмісту білка був у зерна сорту Злука – 8,4 % (рис. 3.3).



**Рисунок 3.3. Вміст білка в зерні пшениці під час зберігання**

Після 12 місяців зберігання і зараження зерна пшениці комірним довгоносіком відбулося зниження вмісту білка не суттєве в сорту Орійка – на 0,16 %, вагоме в сорту Злука – на 0,33 % та найбільш суттєве в сортів Лісова пісня – на 0,94 % та Харківська 27 – 1,33 %.

Дисперсійний аналіз динаміки вмісту білка в зерні пшениці залежно від сорту та терміну зберігання виявив суттєвий вплив на досліджуваний показник сортових особливостей –  $F_p = 74,84 > F_{\text{крит}} = 9,28$  та не вагомий вплив терміну зберігання –  $F_p = 6,47 < F_{\text{крит}} = 10,13$ .

Вміст та якість клейковини є важливими показниками для виробництва борошна на хлібопекарські цілі. Кількість клейковини має становити не менше 18 % для третього класу зерна і якість має бути в межах 1-2 групи.

Враховуючи початкові показники на виробництво борошна було придатне зерно пшениці лише сорту Харківська 27 (табл. 3.2). Наближені були показники в зерна сорту Орійка, а зерно двох інших сортів було не придатним для виробництва борошна та хлібопечення.

Таблиця 3.2

**Динаміка кількості та якості клейковини в зерні пшениці різних сортів під час зберігання**

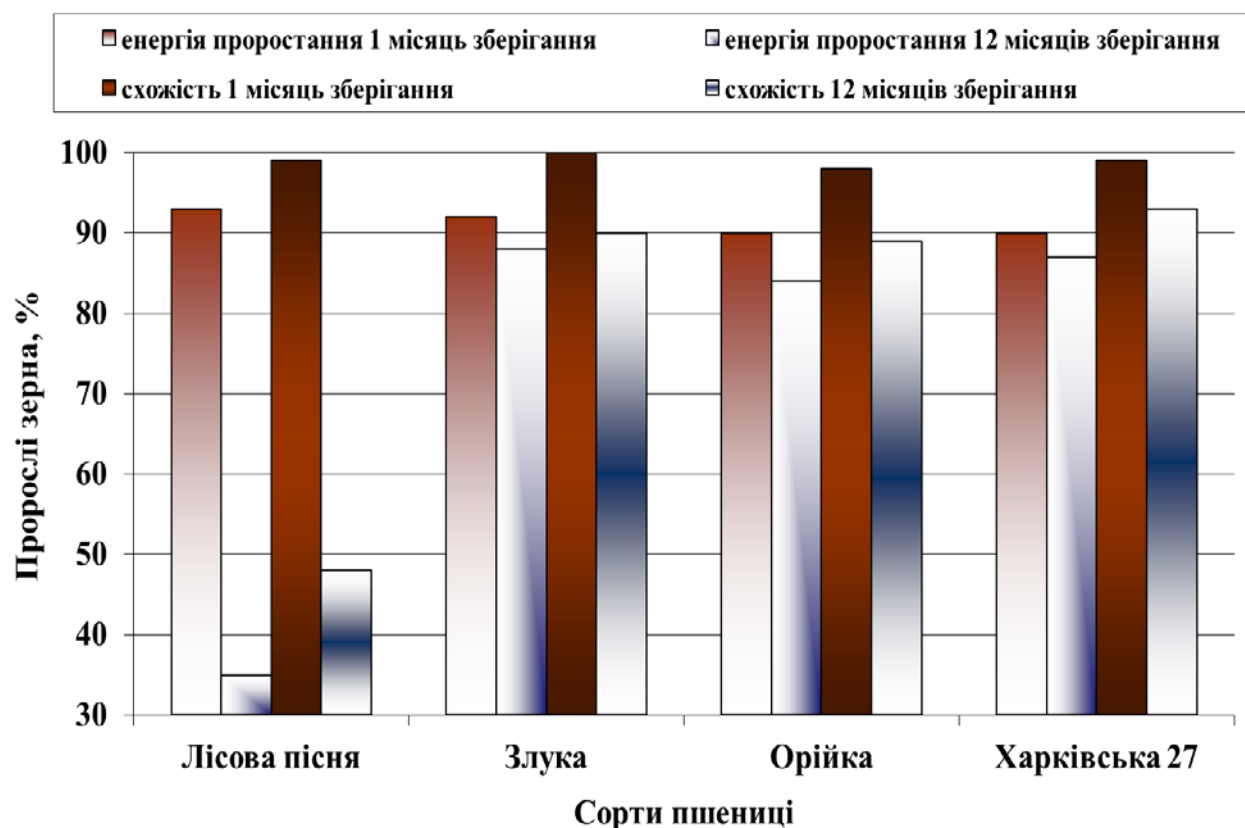
Сорти пшениці	Термін зберігання	Показники	
		Вміст клейковини, %	Якість клейковини, од. пр. ВДК
Лісова пісня (контроль)	1 місяць	16,74	70
	12 місяців	14,86	75
Злука	1 місяць	13,71	-
	12 місяців	13,05	-
Орійка	1 місяць	17,98	65
	12 місяців	17,71	70
Харківська 27	1 місяць	29,66	45
	12 місяців	24,11	75

Після дванадцяти місяців зберігання і заселення зерна досліджуваних сортів відбулося значне зменшення вмісту клейковини та деяке погіршення її якості. Найбільш вагоме зменшення вмісту клейковини було в зерна сорту Харківська – на 5,55 % і дещо менше в сорту Лісова Пісня – 1,88 %. Що стосується якості клейковини, то у всіх досліджуваних сортів відбулося

послаблення клейковини і знову ж найбільше в сорту Харківська 27 – на 30 од. пр. ВДК.

Енергія проростання та схожість є основними показниками під час характеристики зерна пшениці як посівного матеріалу, а також, як сировини для переробки на крохмаль, солод та спирт.

Енергія проростання після першого місяця зберігання зерна пшениці різних сортів була на рівні 90-93 % (рис. 3.4). Ще вищими були показники схожості – 98-100 % залежно від сорту. При цьому, найвищими показниками характеризувалися сорти Лісова пісня та Злука. Високі початкові показники енергії проростання та схожості дозволяли використовувати зерно досліджуваних сортів на посівні та технологічні цілі.



**Рисунок 3.4. Динаміка енергії проростання та схожості зерна пшениці різних сортів під час зберігання**

Після 12 місяців зберігання і зараження зерна пшениці комірним довгоносиком відбулося зниження посівних показників.

У сортів Злука, Орійка та Харківська 27 показники енергії проростання та схожості зменшилися від 3 до 10 % порівняно з початковими. Найбільш суттєве зниження посівних показників спостерігали в сорту Лісова пісня до 35 % енергії проростання, що на 58 % менше початкового показника, та до 48 % схожості, що на 51 % менше початкового показника. Таке істотне зниження посівних показників зерна даного сорту пояснюється найбільшою заселеністю його комірними довгоносиками.

Зараженість зерна пшениці комірним довгоносиком вплинула майже на всі інші показники якості зерна пшениці. Коефіцієнт кореляції характеризувався сильним прямим зв'язком з вологістю (0,91) та вмістом зернової домішки (0,70), тобто чим більша заселеність зерна пшениці довгоносиком тим більша вологість та вміст зернової домішки.

Сильний обернений вплив мала заселеність зерна шкідниками на показник натурності (-0,89), енергії проростання (-0,91) та схожості (-0,95), тобто чим більша заселеність зерна пшениці довгоносиком тим менший показник натурності, енергії проростання та схожості.

Також коефіцієнт кореляції вказав на середній обернений зв'язок заселеності комірним довгоносиком з показником вмісту білка (-0,33) та вмісту клейковини (-0,34).

### **3.2. Вплив електричного поля на якість та рівень заселення комірним довгоносиком зерна пшениці різних сортів**

Попередні дослідження з вивчення режимів обробки сильним електричним полем з метою знищення комірних довгоносиків в зерновій масі ячменю виявили найбільш ефективний режим знешкодження з часом обробки 15 хв і повне знешкодження відбулося через 3 доби після обробки.

Нами були проведені дослідження з обробки зерна пшениці різних сортів з метою знищення комірних довгоносиків в змінному електричному полі за різних режимів та наступних умов: температура повітря – 17 °С; вологість повітря – 88 %; атмосферний тиск – 745 мм. рт. ст.; на електроди встановлені



діелектричні пластини (поліетилен) 0,5 мм; камера обробки: ширина – 10 см, відстань між електродами – 3 см, висота – 8 см.

Кількість підведеної напруги та тривалість обробки залежали від вологості зерна досліджуваних сортів пшениці, при цьому, чим вологіше зерно, тим менша напруга необхідна для його обробки.

Так-як досліджуванні зразки зерна сорту Лісова пісня мали найвищу вологість для їх обробки застосовували найменшу напругу – 6-10 кВт, яка створювала напруженість в межах 2-3,333 кВт/см<sup>3</sup>.

Після обробки зерна пшениці різних сортів його лишали в спокої і через сім днів перевіряли на наявність живих шкідників в стадії імаго (табл. 3.3) та визначали енергію проростання, схожість, кількість та якість клейковини досліджуваних зразків.

Таблиця 3.3

**Вплив різних режимів обробки на зараженість зерна пшениці різних сортів комірним довгоносоком**

Сорт	Варіант обробки	Після 7 днів			Кількість живих шкідників, шт/кг	
		Кількість живих шкідників, шт/кг	Кількість мертвих шкідників, шт/кг	Ступінь знищення шкідників, %	Після 30 днів	Після 60 днів
Лісова пісня (контроль)	10 кВт, 4 хв	327	6	2	762	≥ 900
	6 кВт, 15 хв	297	3	1	387	≥ 900
	6 кВт, 10 хв	525	15	3	873	≥ 900
Злука	6 кВт, 10 хв	93	3	3	135	≥ 201
	9 кВт, 10 хв	66	12	15	120	≥ 189
	9 кВт, 15 хв	153	24	14	186	≥ 213
Орійка	10 кВт, 15 хв	222	27	11	306	≥ 600
	13 кВт, 15 хв	120	126	51	252	≥ 600
	13 кВт, 10 хв	225	45	17	369	≥ 600
Харківська 27	10 кВт, 15 хв	78	27	26	156	≥ 300
	12 кВт, 15 хв	60	48	44	141	≥ 249
	13 кВт, 15 хв	132	120	48	204	≥ 300

Навіть після 7 днів обробки сильним електричним полем великою кількістю живих шкідників у зерновій масі характеризувався сорт пшениці Лісова пісня – понад 200 шт/кг у всіх досліджуваних сортах. Найбільш ефективним був перший варіант обробки, який забезпечив 2 % ступінь

знищення шкідників за порівняно меншої кількості живих особин. Однак подальше зберігання призвело до значного зростання чисельності комірною довгоносика.

Дещо меншою кількістю живих шкідників після 7 днів обробки характеризувався зерно пшениці сорту Орійка – від 120 до 225 шт/кг залежно від режиму обробки. Найбільш ефективним був другий режим обробки, де застосовували підведену напругу 13 кВт й обробляли протягом 15 хв, та за якого кількість живих шкідників була найменшою – 120 шт/кг, а мертвих – найбільшою – 126 шт/кг з найвищим ступенем знищення – 51 %.

Найменша кількість живих шкідників після обробки електричним полем була в зерна пшениці сорту Харківська 27 – від 60 до 132 шт/кг залежно від режиму обробки. Найбільший ступень знищення шкідників був за третього режиму для даного сорту знову ж із застосуванням підведеної напруги 13 кВт й тривалості обробляння 15 хв. При цьому найменша кількість живих шкідників була за другого режиму обробки – 60 шт/кг за підведеної напруги 12 кВт й тривалості обробляння 15 хв.

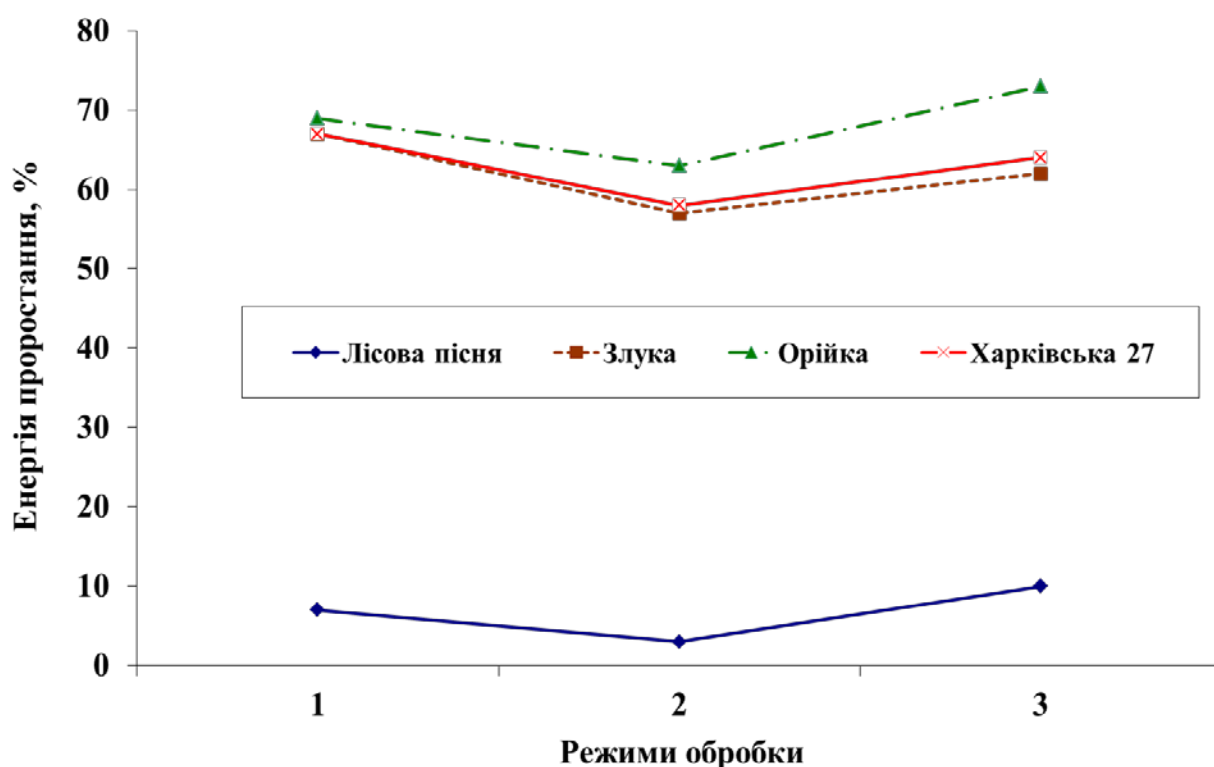
Однак, за подальшого зберігання досліджуваних зразків зерна сорту Харківська 27 відбулося зростання чисельності шкідника але у два рази менш інтенсивне як без обробки ( $\geq 600$  шт/кг).

Отже, обробка зерна пшениці сильним електричним полем дещо пригнічує ріст та розмноження комірною довгоносика. Для повного знищення шкідника слід застосовувати багаторазову обробку його електричним полем, так як останнє діє лише на дорослі особини, не знищуючи шкідників у інших стадіях, що знаходяться в серединні зернівки.

Дисперсійний аналіз кількості живих шкідників в зерновій масі пшениці залежно від сорту та режиму обробки електричним полем виявила суттєвий вплив на досліджуваний показник усіх факторів. Вагомий вплив на досліджуваний показник мали режими обробки –  $F_p = 6,87 > F_{\text{крит}} = 5,14$  та ще суттєвіший був вплив сортових особливостей –  $F_p = 24,17 > F_{\text{крит}} = 4,76$ .

Як видно з рисунку 3.5 найнижчі показники енергії проростання були в зерна сорту Лісова пісня – від 3 до 10 % залежно від режиму. Низькі показники енергії проростання в досліджуваних зразках були обумовлені великою заселеністю зернової маси комірними довгоносиками, які не знизили свою чисельність і після обробки їх електричним полем.

Найвищі показники енергії проростання були в зерна пшениці сорту Орійка – від 63 до 73 % залежно від режиму. Зерно сортів Злука та Харківська 27 займали проміжне місце за показником енергії проростання.

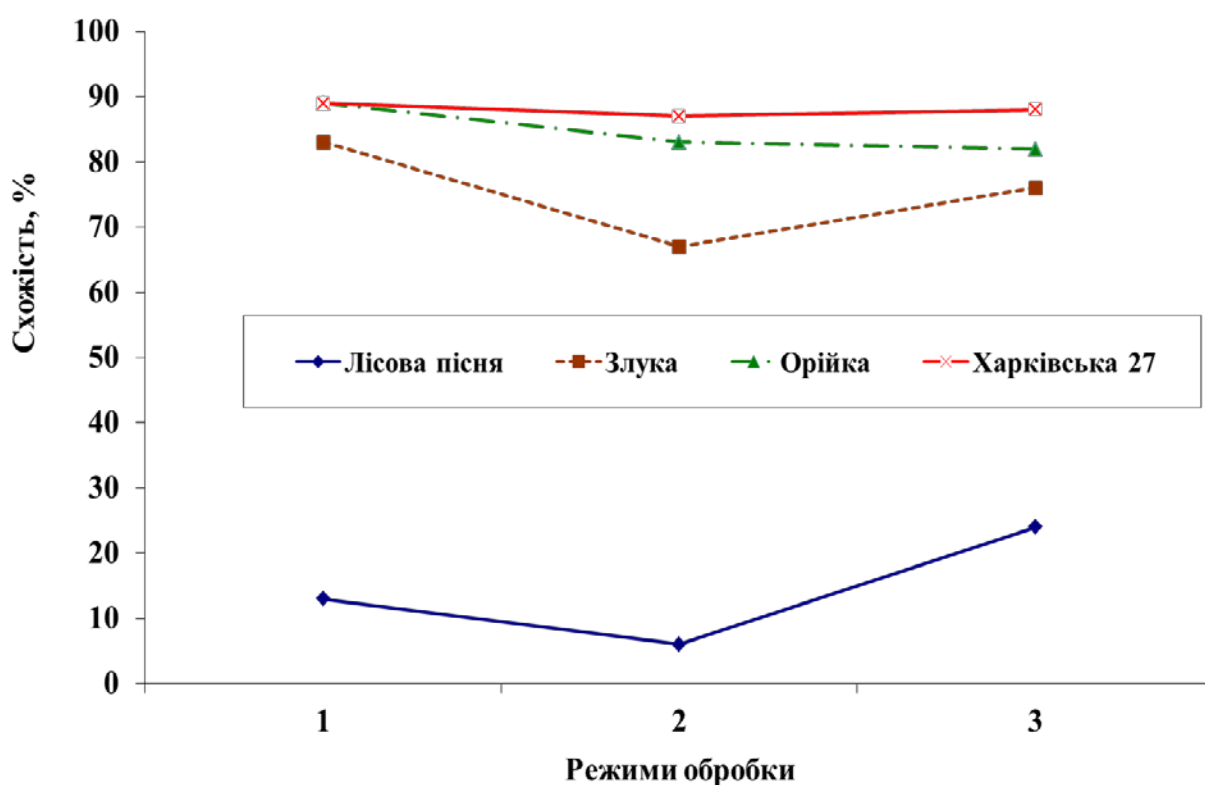


**Рисунок 3.5. Вплив різних режимів обробки електричним полем на енергію проростання зерна пшениці різних сортів**

Найвищі показники енергії проростання забезпечував перший режим обробки електричним полем зерна сортів Злука і Харківська 27 за напруги 6 і 10 кВт та часу обробки 10 і 15 хв відповідно. Дані режими обробки мають найменші для даних сортів досліджувані показники напруги та тривалості обробки. Одночасно, для зерна сортів Лісова пісня і Орійка найвищі показники енергії проростання забезпечував третій режим обробки електричним полем за напруги 6 і 13 кВт відповідно та часу обробки 10 хв.

Математична обробка (методом дисперсійного аналізу) енергії проростання зерна пшениці залежно від сорту та режиму обробки електричним полем виявила суттєвий вплив на досліджуваний показник усіх факторів. Вагомий вплив на досліджуваний показник мали режими обробки –  $F_p = 12,77 > F_{\text{крит}} = 5,14$  та ще суттєвіший був вплив сортових особливостей –  $F_p = 476,27 > F_{\text{крит}} = 4,76$ .

Подібна тенденція відмічена і по показнику схожості зерна пшениці різних сортів за умови обробки його електричним полем (рис. 3.6).



**Рисунок 3.6. Вплив різних режимів обробки електричним полем на схожість зерна пшениці різних сортів**

Знову ж найнижчі показники схожості були в зерна сорту Лісова пісня – від 6 до 24 % залежно від режиму. Проте найвищі показники схожості були в зерна пшениці сорту Харківська 27 – від 87 до 89 % залежно від режиму. Зерно сортів Злука та Орійка займали проміжне місце за показником схожості.

Найвищі показники схожості забезпечував перший режим обробки електричним полем зерна сортів Орійка, Злука і Харківська 27 за напруги 10, 6 і 10 кВт та часу обробки 15, 10 і 15 хв відповідно. Дані режими обробки мають

найменші для даних сортів досліджувані показники напруги та тривалості обробки.

Одночасно, для зерна сортів Лісова пісня найвищі показники схожості забезпечував третій режим обробки електричним полем за напруги 6 кВ та часу обробки 10 хв.

Дисперсійний аналіз схожості зерна пшениці залежно від сорту та режиму обробки електричним полем виявила суттєвий вплив на досліджуваний показник сортових особливостей –  $F_p = 118,40 > F_{\text{крит}} = 4,76$  та відсутність впливу режимів обробки –  $F_p = 2,35 < F_{\text{крит}} = 5,14$ .

### **3.3. Вплив фізичних способів обробки на якість та рівень заселення комірним довгоносоком зерна пшениці різних сортів**

Для боротьби із комірними шкідниками застосовують систему профілактичних (запобіжних) і знищувальних заходів. До знищувальних належать біологічні, фізико-механічні й хімічні методи.

У наших дослідженнях ми вивчали і порівнювали ефективність таких фізичних способів як охолодження, заморожування, без доступу повітря, обробка сильним електричним полем.

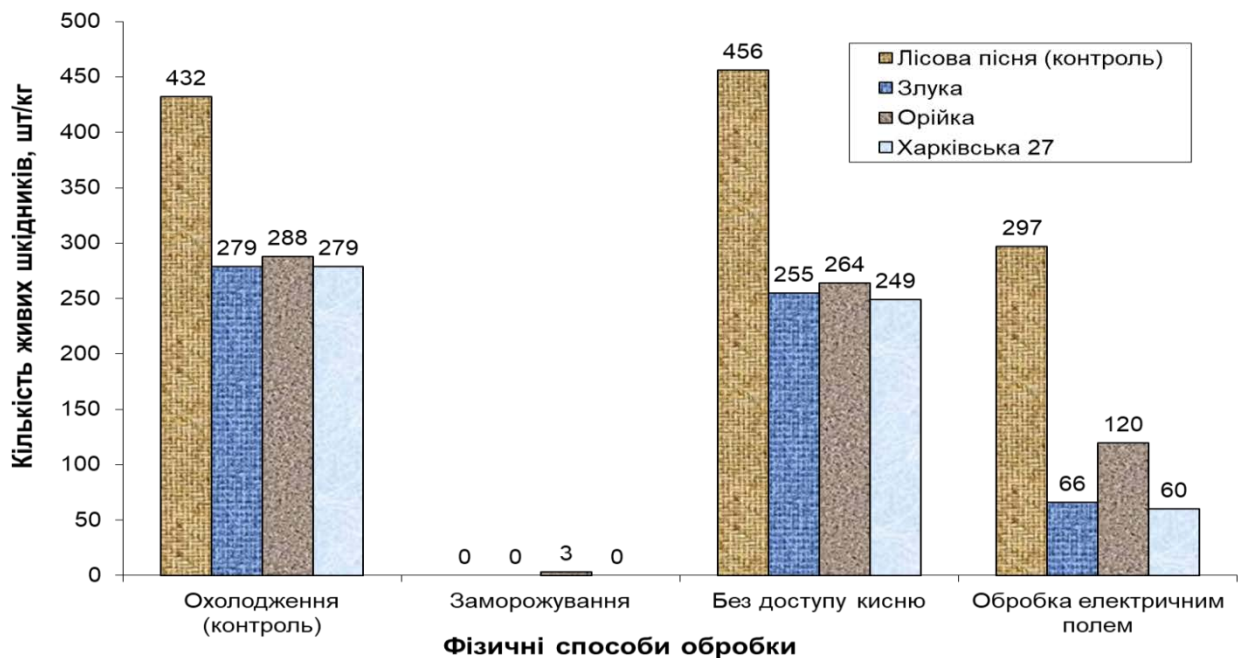
Перший термін обстеження (7 днів після обробки) зернової маси пшениці виявив значну кількість шкідників після зберігання без доступу кисню – від 249 до 456 шт/кг залежно від сорту та за умов охолодження – від 279 до 432 шт/кг залежно від сорту (рис.3.7).

У два-три рази менша чисельність живих шкідників була виявлена за обробки зерна пшениці електричним полем – від 60 до 297 шт/кг.

Найефективнішим був спосіб заморожування, який призвів до повної загибелі особин комірною довгоносика в сортів Лісова пісня, Злука і Харківська та 3 шт/кг лишилося в сорту Орійка.

Що стосується сортів найбільша чисельність шкідників була в сорту Лісова пісня за всіх способів обробки, окрім заморожування. Майже на одному рівні була заселеність зернової маси сортів Злука, Орійка та Харківська 27 за

умов охолодження та без доступу кисню та дещо вищі показники були в сорту Орійка за обробки електричним полем та заморожування.



**Рисунок 3.7. Вплив фізичних способів обробки зерна пшениці різних сортів на заселеність його комірним довгоносом після 7 днів**

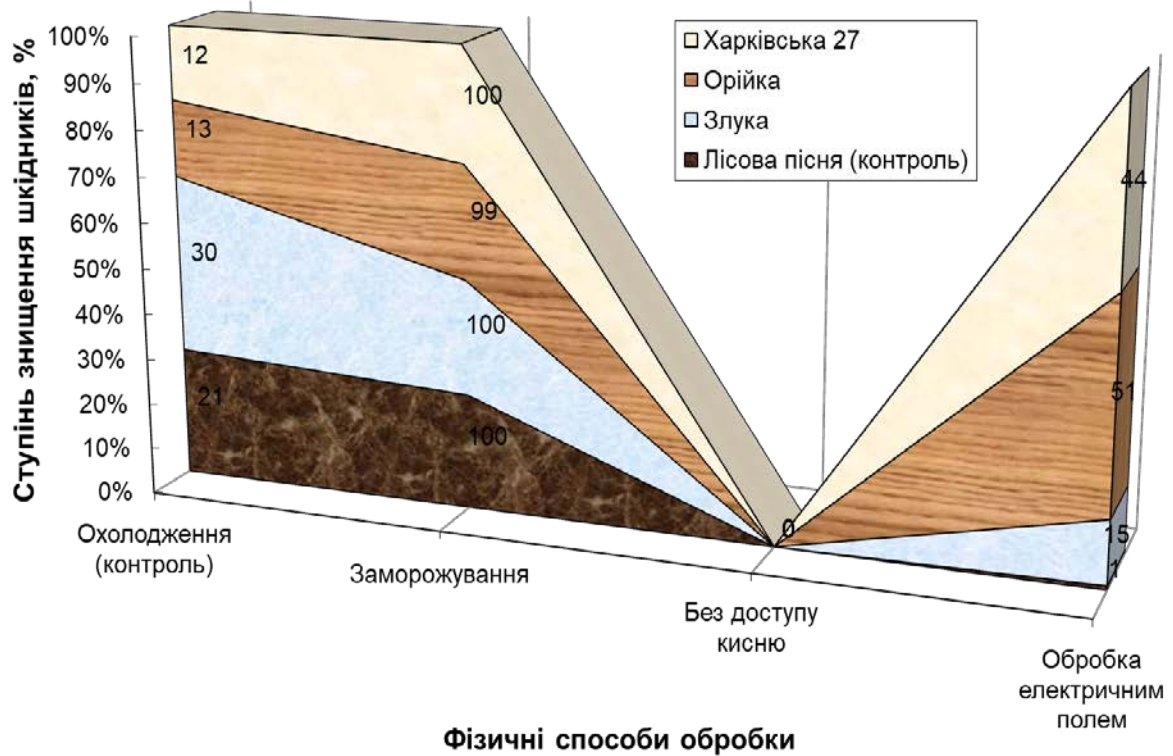
Математична обробка кількості живих шкідників в зерні пшениці залежно від сорту та фізичного способу обробки виявила суттєвий вплив на досліджуваний показник усіх факторів. Вагомий вплив на досліджуваний показник мали способи обробки –  $F_p = 35,76 > F_{\text{крит}} = 3,86$  та менш суттєвий був вплив сортових особливостей –  $F_p = 7,87 > F_{\text{крит}} = 3,86$ .

Найбільша кількість мертвих шкідників була виявлена за умов заморожування зерна – від 300 до 567 шт/кг залежно від сорту. Значна кількість мертвих шкідників була виявлена за умов охолодження зерна: по 117 шт/кг в сортів Лісова пісня та Злука, 42 шт/кг – в сорту Орійка та 39 шт/кг – в сорту Харківська 27.

За обробки електричним полем найбільший ефект був виявлений в сорту Орійка – 126 шт/кг мертвих шкідників, дещо менше – 48 шт/кг в сорту Харківська 27 та незначна кількість в двох інших сортів.

Усі живі шкідники були лише за умов створення безкисневого середовища.

Характеризуючи ступені знищення комірного довгоносика після 7 днів обробки різними способами, слід відмітити 100 % ефективність способу заморожування для зернової маси сортів Харківська 27, Злука та Лісова пісня та 99 % для сорту Орійка (рис. 3.8).



**Рисунок 3.8. Ступінь знищення комірного довгоносика в зерновій масі пшениці різних сортів залежно від способу її обробки**

Ефективність способу охолодження коливалася в залежності від сорту від 12 до 30 %. Найбільш ефективний даний спосіб був на зерні пшениці Злука.

Значне коливання ступеня знищених шкідників комірного довгоносика в зерновій масі різних сортів було за умов обробки електричним полем. Найбільш ефективним цей спосіб був для зерна сорту Орійка – 51 % знищених шкідників, дещо менше сорту Харківська 27 – 44 %, значно менше для сорту Злука – 15 % та майже зовсім не ефективним для сорту Лісова пісня – 1 %.

Наступним було дослідження чисельності шкідників після 30 днів обробки зерна пшениці досліджуваними фізичними способами. Результати досліджень представлено в таблиці 3.4.

Після 30 днів зберігання зерна пшениці за умов охолодження та заморожування мертвими були всі шкідники, хоча кількість їх різнилася. Більша кількість мертвих шкідників була за охолодження зерна, що пояснюється появою нових особин в зерновій масі навіть і за понижених плюсових температур.

Таблиця 3.4

**Вплив фізичних способів обробки на зараженість зерна пшениці різних сортів комірним довгоносиком**

Сорти пшениці	Варіанти обробки	Кількість шкідників після 30 днів обробки, шт/кг	
		живих	мертвих
Лісова пісня (контроль)	Охолодження (контроль)	0	456
	Заморожування	0	24
	Без доступу кисню	0	465
	Обробка електричним полем	387	0
Злука	Охолодження (контроль)	0	306
	Заморожування	0	3
	Без доступу кисню	270	0
	Обробка електричним полем	120	0
Орійка	Охолодження (контроль)	0	312
	Заморожування	0	3
	Без доступу кисню	279	0
	Обробка електричним полем	252	0
Харківська 27	Охолодження (контроль)	0	342
	Заморожування	0	0
	Без доступу кисню	261	0
	Обробка електричним полем	141	0

За варіанту обробки зерна пшениці електричним струмом чисельність шкідників була менша на 50 % у порівнянні з контрольними варіантом (охолодження зерна), однак всі шкідники були живими. Тому обробка електричним струмом пригнічує швидкість росту та розмноження шкідників, однак не знищує їх.

За варіанту без доступу кисню також чисельність шкідників була дещо меншою (в межах 20-30 %) у порівнянні з охолодженням, але всі шкідники були живими в сортів Харківська 27, Орійка та Злука. У зерновій масі сорту Лісова пісня, де кількість шкідників значно перевищувала інші досліджуванні сорти,

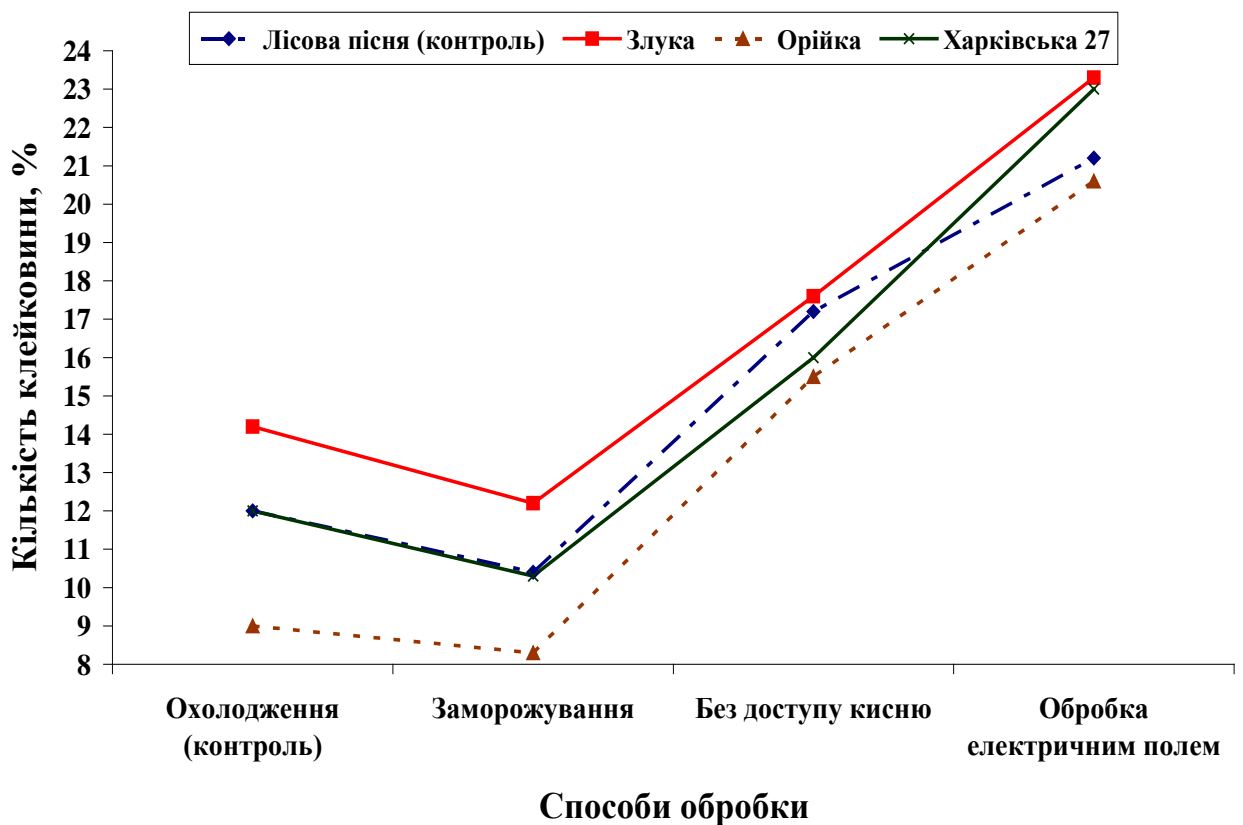


після 30 днів зберігання мертвими були усі шкідники. Пояснюється це на нашу думку значно швидшим використанням кисню який лишився в зерновій масі за її герметизації великою кількістю шкідників, що призвело до накопичення великої кількості вуглекислого газу та загибелі усіх шкідників.

Дисперсійний аналіз кількості мертвих шкідників залежно від сортових особливостей та способу фізичної обробки після 30 днів виявив значний вплив на досліджуваний показник способів обробки –  $F_p = 9,42 > F_{\text{крит}} = 3,86$  та не суттєвий був вплив сортових особливостей –  $F_p = 2,09 < F_{\text{крит}} = 3,86$ .

Обробка зерна пшениці різними фізичними способами з метою знищення, або пригнічення пошкодження та розмноження комірною довгоносіка призводить до збереження також ряду посівних та технологічних показників. Зокрема, показники вмісту клейковини в зерні пшениці порівняно з початковими даними за умови пошкодження довгоносіком суттєво знизився.

Застосування способу замороження дозволило призупинити зниження вмісту клейковини у зерні пшениці досліджуваних сортів (рис. 3.9).



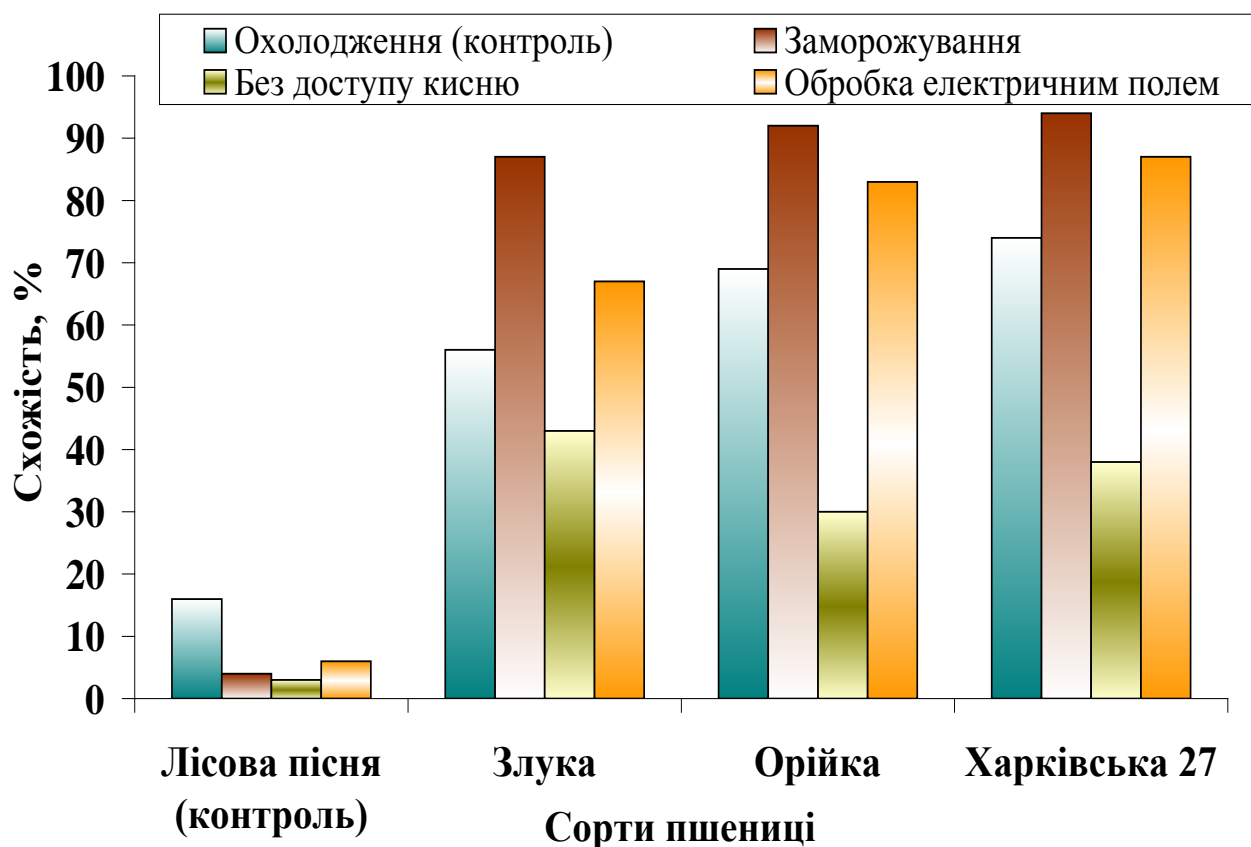
**Рисунок 3.9.** Кількість клейковини у зерні пшениці різних сортів залежно від способу її обробки

Дещо менші показники клейковини були під час застосування охолодження та обробки зерна струмом, а найгірші показники були за безкисневого зберігання.

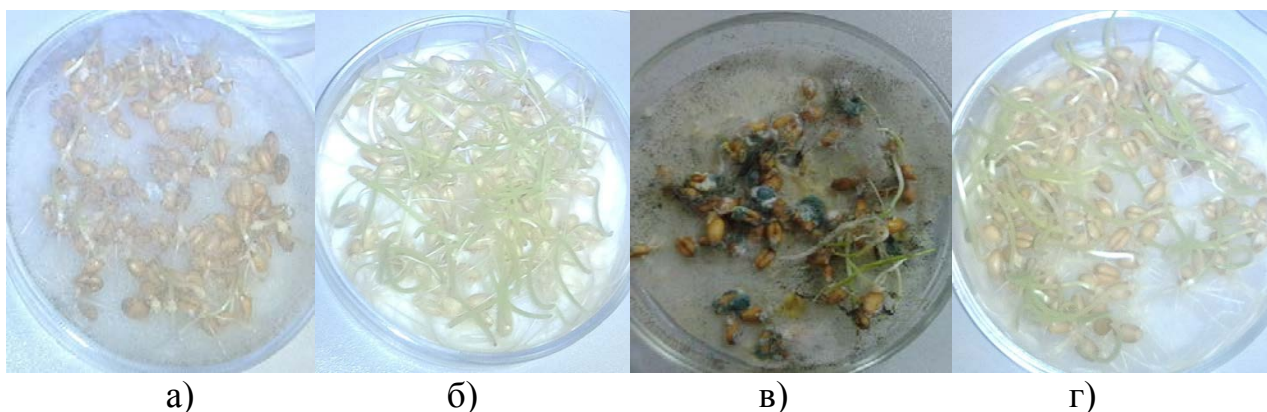
Розвиток шкідників у зерновій масі пшениці, окрім зменшення кількості клейковини, призводить до погіршення якості останньої, зокрема послаблення клейковини.

Математична обробка кількості клейковини в зерні пшениці залежно від сорту та фізичного способу обробки виявила суттєвий вплив на досліджуваний показник усіх факторів. Вагомий вплив на досліджуваний показник мали способи обробки –  $F_p = 14,00 > F_{\text{крит}} = 3,86$  та значно суттєвіший був вплив сортових особливостей –  $F_p = 193,56 > F_{\text{крит}} = 3,86$ .

Суттєве варіювання енергії проростання та схожості було відмічено в зерна різних сортів пшениці залежно від способу обробки його з метою знищення комірних довгоносиків (рис. 3.10-3.11).



**Рисунок 3.10. Схожість зерна пшениці різних сортів залежно від способу її обробки**



**Рисунок 3.11. Схожість зерна пшениці сорту Орійка залежно від способу обробки: а) охолодження, б) заморожування, в) без доступу кисню, г) обробка електричним полем**

Найнижчі показники енергії проростання та схожості були в зерна сорту Лісова пісня, яке характеризувалося найбільшою заселеністю комірним довгоносіком. У досліджуваного сорту вищі посівні показники (16 % схожість) були за умов охолодження, які пригнічували ріст та розмноження шкідників. При цьому, заморожування хоча й не дозволяло розмножуватись довгоносікам і знищувало їх через певний час, але також і негативно вплинуло на життєздатність зародка за високої вологості зерна сорту Лісова пісня. Зерно всіх інших досліджуваних сортів характеризувалося не високою вологістю і значно меншою заселеністю шкідниками, що забезпечило значно вищі посівні показники.

Найбільші показники схожості відмічено за умов заморожування зерна від 87 % в сорту Злука, 92 % в Орійка та до 94 % в сорту Харківська 27. Дещо нижча схожість була в зерна пшениці усіх досліджуваних сортів за умов обробки електричним полем: на 20 % в сорту Злука, 9 % в сорту Орійка та 7 % в сорту Харківська 27. Ще дещо нижчі показники були за умов охолодження. Найнижчі показники відмічено за умов безкисневого зберігання.

Математична обробка енергії проростання та схожості зерна пшениці залежно від сорту та способу обробки електричним полем виявила суттєвий вплив на досліджувані показники усіх факторів. Вагомий вплив на досліджуваний показник мали способи обробки на енергію проростання  $F_p = 7,84 > F_{\text{крит}} = 3,86$  та схожість  $F_p = 7,14 > F_{\text{крит}} = 3,86$ . Значно суттєвіший був

вплив сортових особливостей на енергію проростання  $F_p = 20,56 > F_{\text{крит}} = 3,86$  та схожість  $F_p = 21,97 > F_{\text{крит}} = 3,86$ .

З'ясувати причину зміни технологічних показників зерна пшениці можна вивчивши динаміку заселеності його шкідниками. А щоб з'ясувати їхній вплив, потрібно визначити коефіцієнт кореляції між цими показниками (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Зв'язок між основними показниками якості зерна пшениці різних сортів під час обробки його фізичними способами**

Показники	Кількість живих шкідників	Кількість мертвих шкідників	Кількість клейковини	Енергія проростання	Схожість
Кількість живих шкідників	1,00				
Кількість мертвих шкідників	-0,67	1,00			
Кількість клейковини	-0,37	0,11	1,00		
Енергія проростання	-0,62	0,20	0,52	1,00	
Схожість	-0,61	0,15	0,53	0,98	1,00

Зараженість зерна пшениці комірним довгоносіком вплинула майже на всі інші показники якості зерна пшениці. Сильний обернений вплив мала заселеність зерна живими шкідниками на показник кількості мертвих шкідників (-0,67), енергії проростання (-0,62) та схожості (-0,61), тобто чим більша заселеність зерна пшениці довгоносіком тим менші показники енергії проростання та схожості.

Також коефіцієнт кореляції вказав на середній обернений зв'язок заселеності комірним довгоносіком з показником вмісту клейковини (-0,37).

Середній прямий зв'язок був відмічений між кількістю клейковини та енергією проростання (0,52) і схожістю (0,53).

## ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Після проходження післязбирального дозрівання (1 місяць зберігання) зерно пшениці усіх досліджуваних сортів було придатне на технічні, насінневі та кормові цілі, а зерно сорту Харківська 27 і на продовольчі цілі, але за умови доочищення.

2. Після зберігання найбільш заселеним комірним довгоносіком було зерно пшениці м'якої озимої сорту Лісова пісня, а найменше твердої ярої Харківська 27, що пояснюється різною твердозерністю.

3. Після 12 місяців зберігання заселеність комірним довгоносіком зерна пшениці усіх досліджуваних сортів сприяла підвищенню вологості й вмісту зернової домішки та призвела до пониження показників натуре, енергії проростання, схожості, вмісту білка та клейковини. При цьому заселеність зерна пшениці комірними довгоносиками не дозволяла використовувати його на будь-які цілі.

4. Найкращий режим обробки зерна пшениці електричним полем з метою знищення дорослих особин довгоносика за напруги 6-13 кВт (залежно від вологості зерна різних сортів) та часом обробки 15 хв. Найвищі показники схожості забезпечував перший режим обробки електричним полем зерна сортів Орійка, Злука і Харківська 27 за напруги 10, 6 і 10 кВт та часу обробки 15, 10 і 15 хв відповідно.

5. Найвищу ефективність з фізичних способів обробки зерна пшениці з метою знищення комірною довгоносика за короткий термін (7 днів) виявив спосіб заморожування, який сприяв повному знищенню шкідників. Ефективним також був спосіб охолодження зерна, але за тривалішої його дії (30 днів).

6. Малоефективним виявився спосіб обробки зерна пшениці електричним полем, який знищував комірною довгоносика лише у стадії імаго (дорослої особини) та частково пригнічував розмноження шкідників. Тому, для повного знищення шкідника даним способом слід використовувати багаторазові обробки через певні проміжки часу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Берека О.М. Обробка насіння сільськогосподарських культур в сильних електричних полях / О.М. Берека // Збірник наукових праць Уманського аграрного університету. – 2008. – Ч.1, Вип. 69 – С. 34–40.
2. Виноградний П. Пшеница – что такое? Значение растения в жизни человека / [Електронний ресурс] / П. Виноградний. – April 26, 2017.– Режим доступу: <http://fb.ru/article/310159/pshenitsa--chto-takoe-znachenie-rasteniya>
3. Грикун О. Зберегти врожай – першочергове завдання хлібороба / О. Грикун // Пропозиція. – 2005. – № 8–9. – С. 75–79.
4. Губанов Я.В. Озимая пшеница / Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов – М.: Агропромиздат, 1988. – 303 с.
5. Шапиро И.Д. Иммуниетет полевых культур к насекомым и клещам / И.Д. Шапиро. – Л.: Академия наук СССР, 1985. – 321 с.
6. Карпов Б.А. Уборка, обработка и хранение семян / Б.А. Карпов – М.: Россельхозиздат, 1974. – 208с.
7. Кудіна Ж. Д. Атлас-визначник найбільш небезпечних шкідників запасів / Ж. Д. Кудіна, І. М. Острик, О. В. Башинська; Укрголовдержкарантин. – К., 2006. – 108 с.
8. Левченко Е.А. Оценка устойчивости зерна колосовых злаковых культур к Жесткокрылым-вредителям запасов / Е.А. Левченко, Е.И. Имшенецкий. – Одесса: ВСГИ, 1987. – 29 с.
9. Левченко Е.А. Повреждаемость муки из зерна некоторых сортов озимой мягкой пшеницы и ярового ячменя суринамским мукоедом / Е.А. Левченко, Е.И. Имшенецкий // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. – 1986. – № 1/59. – С. 64-68.
10. Левченко Е.А. Развитие рисового и амбарного долгоносиков на зерне некоторых сортов ярового ячменя / Е.А. Левченко, Е.И. Имшенецкий // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. – 1984. – № 2/52. – С. 61-65.

11. Рекомендации по озонной и ионоозонной технологии дезинсекции зерна при хранении / Ж.Д. Исмухабетов, А.О. Сагитов и др. – Алматы: 2011. – 18 с.
12. Санін В. А. Втрати зерна, що зберігається від шкідників комор і гризунів [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://articles.agronationale.com.ua/agricultural\\_products/5646vtrati\\_zerna\\_scho\\_zberigaetsya\\_vid\\_shkidnikov\\_komor\\_i\\_grizuniv](http://articles.agronationale.com.ua/agricultural_products/5646vtrati_zerna_scho_zberigaetsya_vid_shkidnikov_komor_i_grizuniv).
13. Трибель С.О. Шкідники хлібних запасів / С.О. Трибель, М.В. Гетьман, О.М. Лапа, О.О. Стригун. – К.: Колобіг, 2007. – 48 с.
14. Трисвятский Л.А. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки / Л.А. Трисвятский, Б.Е. Мельник. – М.: Колос, 1983. – 351 с.
15. Усенко С.М. Знезаражуюча обробка зерна в електротехнологічному комплексі під дією електричного поля високої напруженості: дис. кандидата технічних наук: 05.09.03 / С. М. Усенко. – К., 2013. – 254 с.
16. Хранение зерна и зерновых продуктов / Пер. с англ. В. И. Дашевского, Г.А. Закладного; Предисл. Л.А. Трисвятского. – М.: Колос, 1978. – 472 с..
17. Шапиро И.Д. Иммунитет полевых культур к насекомым и клещам / И.Д. Шапиро. – Л.: Академия наук СССР, 1985. – 321 с.
18. Шевченко Н.Г. Шкідники запасів зерна та контроль їх чисельності / Н.Г. Шевченко, Т.П. Гордієнко // Посібник українського хлібороба. – 2008. – С. 41–44.
19. Boles H.P. Susceptibility of six wheat cultivars to oviposition by rice weevils reared on wheat, corn or sorghum / H.P. Boles, R.L. Ernst // J. Econ. Entomol. – 1976. – № 69. – P. 548-550.
20. Keskin S. Effect of storage and insect infestation on the technological properties of wheat, СyTA / S. Keskin, H. Ozkay / Journal of Food – 2015 –№ 13:1. – P. 134-139.
21. Sinha R.N. Multiplication of some stored-product insects on varieties of wheat, oats, and barley / R.N. Sinha // J. Econ. Entomol. – 1971. – № 64. –P. 98-102.
22. Strelec I. Spectrofluorimetric, spectrophotometric and chemometric analysis of wheat grains infested by Sitophilus granaries / I. Strelec, L. Kučko & other / Journal of Stored Products Research. – 2012. – № 50. – P. 42–48.