

УДК 631.439.21

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.32-40>

В.А. Онопа, доц., канд. техн. наук, **Д.Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук
*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький,
Україна*
e-mail: pc_kntu@ukr.net

Результати експериментальних досліджень пневматичного збирання шкідників сільськогосподарських культур

В статті наведені результати експериментальних досліджень пневматичного збирання шкідників сільськогосподарських культур. На сьогоднішній день комахи-шкідники є однією з головних проблем у сільському господарстві. Шкідники щороку спричиняють від 20 до 40 відсотків втрат світового виробництва сільськогосподарських культур, основним методом боротьби з якими є пестицидна обробка. Безперервне використання пестицидів призводить до потенційних людських захворювань, забруднення рослин і ґрунту, тому велика увага приділена методам екологічної боротьби. Пневматичне збирання шкідників є основним і максимально ефективним засобом боротьби. А розробка нових конструкцій і пристроїв для його виконання є актуальною задачею. В роботі запропонована конструкція пневмодезинсектора для пневматичного збирання шкідників сільськогосподарських культур та досліджена ефективність його роботи. Експериментальні дослідження запропонованого пневмодезинсектора показали, що в середньому за триразовий збір ефективність становила: на озимій пшениці - 74,0%, на люцерні – 60%, на картоплі 68,3%, на баклажанах – 78,5%, на помідорах – 79,3%, на перці солодкому – 91,0%. Кількість рослин, уражених вірусами, зменшилася у 1,2 рази порівняно з контролем без пневмодезинсекції. Витрати застосування хімічного захисту перевищували витрати на пневмодезинсекцію в 4,7 рази.

шкідники сільськогосподарських культур, пневматичне збирання шкідників, пристрій для збирання, пневмодезинсектор, екологічний захист рослин

Постановка проблеми. На сьогоднішній день комахи-шкідники є однією з головних проблем у сільському господарстві. Продовольча та сільськогосподарська організація (FAO) повідомила, що ці шкідники щороку спричиняють від 20 до 40 відсотків втрат світового виробництва сільськогосподарських культур [1]. Нашестя шкідників обходиться світовій економіці приблизно в 220 мільярдів доларів США, а інвазивні комахи – близько 70 мільярдів доларів США щорічно [1]. Тому у сільському господарстві використовується широкий спектр пестицидів для підвищення врожайності, якості та продовження терміну зберігання сільськогосподарських культур. Проте використання пестицидів з кожним днем збільшується через постійне зростання населення та швидку урбанізацію. Постійне використання цих пестицидів призвело до забруднення навколишнього середовища, посівів, а також спричинило потенційний ризик для здоров'я людини. Безперервне використання пестицидів призводить до потенційних людських захворювань високого ризику, таких як рак, екстремальні респіраторні та генетичні захворювання та, зрештою, смерть плода [2]. Отже, у сільському господарстві вкрай необхідні передові технічні рішення для раннього виявлення шкідників рослин, запобігання небажаному споживанню пестицидів та екологічних засобів боротьби з більшістю їх різновидів.

Екологізація захисту рослин не викликає сумніву і одним із напрямків отримання екологічно чистої продукції є застосування машин для пневматичного збору комах-шкідників. У світовій практиці такі роботи ведуться давно. Однак необхідне подальше вдосконалення агрегатів та режимів їх роботи.

Відомо, що основною причиною зниження продуктивності пшениці є злакові мухи, а цикадки, клопи, крім прямої шкоди, ще й переносять вірусні захворювання. Основною причиною низьких урожаїв насіння люцерни є висока чисельність та різноманітність фітофагів на цій культурі (до 200 видів). При потенційній біологічній урожайності 14-18 ц/га насіння люцерни, фактична насіннева продуктивність через вплив шкідників за умови хімічного захисту, сягає 1-3 ц/га. Тобто хімічна боротьба із шкідливою ентомофауною на цих культурах є необхідною умовою збільшення врожаю. Застосування пестицидів, навіть найменш токсичних, призводить до забруднення продукції і навколишнього середовища залишками препаратів та їх метаболітами, часто більш токсичними, ніж самі хімічні засоби.

У зв'язку з цим застосування пневмодезинсекторів на полях зазначених культур є актуальним і дозволить отримувати високоякісну продукцію, у тому числі для дієтичного дитячого харчування, а також знизить пестицидне навантаження на навколишнє середовище.

Аналіз основних досліджень і публікацій. На сьогоднішній день у світі все більше заходів направлено на підвищення виробництва екологічно чистої, здорової сільськогосподарської продукції без використання хімічних засобів. Основним методом боротьби зі шкідниками для таких запитів споживачів науковці вважають безпосередній їх збір засобами механізації (механічний і пневматичний) і подальшим знищенням [3,4,5].

Так, Вінсент С. [6] проводячи дослід з дезинсекції, в лабораторних умовах, з личинками і дорослими особами померклого рослинного клопа відмічає, що пневматичний метод збору таких шкідників вже при першому проході дає позитивний ефект і досягає 65%, а при повторних проходах якість збору може сягати 85%. Причому якість збирання личинок вища ніж дорослих комах, але якщо дорослих осіб здвинути з місця то якість збирання покращується на 20%. Тому на думку автора необхідно в конструкціях збиральних пристроїв передбачати елементи струшування, щоб підхвачувати шкідника на шляху польоту з рослини до поверхні ґрунту.

В роботі [7] автори відзначають, що для пневматичного збору шкідників необхідний всебічний розгляд такого технологічного процесу. Була запропонована пневматична машина на базі колісного трактора яка давала змогу боротись із померклим рослинним клопом та колорадським жуком на посадках полуничних культур і картоплі. Після проведення експериментальних досліджень, було з'ясовано, що такий метод боротьби дає змогу знищувати шкідників на різних стадіях росту, а також, що його можна використати на інших сільськогосподарських культурах.

Гуцол Т. в [8], наголошує, що використання пневматичних систем для боротьби із шкідниками дає багато позитивних ефектів це не тільки маловартісний вид обробки, а і забезпечення екологічного вирощування сільськогосподарських культур, турбота про здоров'я механізаторів, шляхом зменшення на них пестицидного навантаження та зменшений вплив хімікатів на саме ґрунтове середовище. В роботі пропонується пневматична установка для збору шкідників пасльонових культур та обґрунтовані основні технологічні параметри її робочої частини. Робиться висновок про доцільність використання купольних конструкцій робочих елементів таких машин.

Обґрунтовуючи конструкцію пневмодезинсектора для збирання шкідників пасльонових культур в [9], автори пропонують конструкцію пневмодезинсектора, що

містить робочу камеру із щілинами по всій внутрішній поверхні і яка виконана підковоподібною, а за рахунок повітряних потоків з обох боків дає можливість якісно виконати процес збору шкідників. В результаті проведеного аналізу роботи пристрою було визначено, що пневматичний спосіб збору шкідників є перспективним і може забезпечити високі результати збирання шкідників.

В роботі [10] виконане теоретичне обґрунтування зони дії пневматичного пристрою для збирання шкідників пасльонових культур. Проведено аналіз роботи найпоширеніших пристроїв для збирання шкідників і з'ясовано, що жодна конструкція в повному обсязі не може задовольнити вимоги по мінімальному травмуванню рослин та максимальній кількості зібраних шкідників. Розроблена та запропонована нова конструкція пристрою для збирання шкідників, що дає можливість якісно виконати процес збирання шкідників пасльонових культур та уникнути пошкодження оброблюваної рослини.

Обґрунтовуючи підхід до розробки конструкції машини для збирання шкідників в [11], проведена розробка і аналіз класифікації методів боротьби зі шкідниками сільськогосподарських культур на основі чого робиться висновок, що на сучасному етапі при розробці методів і засобів захисту сільськогосподарських рослин від комах шкідників перевагу треба віддавати – фізико-механічному пневматичному методу.

Проведений аналіз конструкцій і досліджень пневматичних машин для збирання шкідників сільськогосподарських культур дозволив прийти до висновку, що останнім часом для збирання шкідників найбільш часто використовуються машини з пневматичною системою збирання, як такі, що найменше пошкоджують рослину. Найбільшого поширення із-за своєї ефективності набувають пневматичні машини всмоктуючого типу. Використання машин такого типу дозволить отримувати екологічно чисті продукти харчування, без використання хімічних засобів боротьби.

Постановка завдання. Метою роботи є проведення експериментальних досліджень пневматичного збирання шкідників сільськогосподарських культур та оцінка якості роботи запропонованого пневмодезинсектора.

Виклад основного матеріалу. Для можливості виконання вимог по екологічному вирощуванню сільськогосподарських культур нами був розроблений пристрій для пневматичного збирання шкідників (рис. 1).

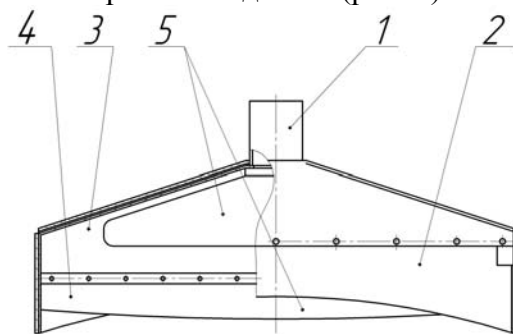


Рисунок 1 – Пристрій для пневматичного збирання шкідників:

1 – патрубок; 2 – корпус; 3 – перегородка; 4 – мембрана; 5 – забірні камери

Джерело: розроблено авторами

Технологічна схема роботи пристрою для збирання шкідників в складі агрегату для пневмодезинсекції наведений на рис. 2. Принцип роботи пневмодезинсектора полягає у наступному. Трактор з навішеним на нього агрегатом рухається по міжряддю зі швидкістю руху 5-10 км/год. При цьому пристрій для збирання охоплює рядок з обох

сторін (по боках і зверху). Мембрана пристрою сприяє збиранню шкідників і покращує їх потрапляння в зону всмоктування. Розріджений повітряний потік створений вентилятором, через забірні камери пристрою всмоктує шкідників. Зібрані шкідники разом з дрібними частками (листя, травою і т.п.) приходять у вентилятор і подаються до циклону. В циклоні відбувається сепарація – відділення шкідників від домішок. Шкідники як більш важка фракція поступово опускаються до випускного отвору циклона і по повітропроводу потрапляють до газоструменевого компресора. А дрібні частки, як більш легка фракція викидаються повітряним потоком на поле. Газоструменевий компресор, що встановлений на вихлопній трубі трактора, подає шкідника до газової камери. В газовій камері, під дією високих температур, що утворюються вихлопними газами, шкідник знищується – спалюється. Спалені шкідники разом з вихлопними газами викидаються в повітря.

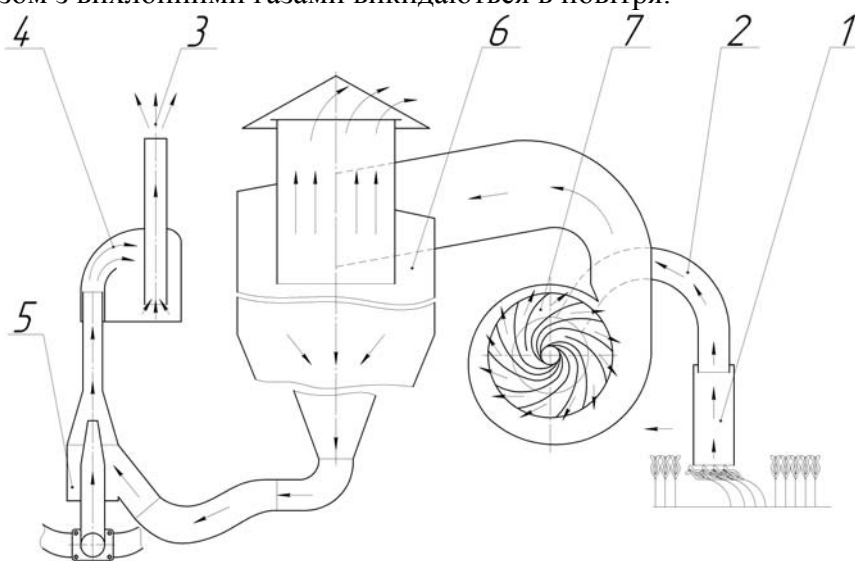


Рисунок 2 – Технологічна схема пневмодезинсектора:

- 1- пристрій для збирання; 2-пневморукав; 3-викидання знищених шкідників вихлопними газами;
4-газова камера; 5-газоструменевий компресор; 6-циклон; 7-вентилятор

Джерело: розроблено авторами

Експериментальні дослідження проводились на полях АФ «Промінь» с. Аджамка Кропивницького району Кіровоградської області в 2019-2021 роках. Експериментальна установка мала ширину захвату 4 м. Швидкість руху агрегату на сільськогосподарських посівах під час випробувань становила 5 та 10 км/год. Протягом вегетаційного періоду проводили по три випробування на кожній культурі. Шкідливих комах враховували перед дезінсекцією, одразу після неї та через добу після проведення прийому. Кількість шкідників та їх личинок враховували шляхом огляду 10 рослин на 10 майданчиках у трьох повторностях. Решту комах враховували косінням ентомологічним сачком по 100 помахів на кожній повторності. Розмір ділянки – 0,35 га.

Експериментальні випробування пневмодезинсектора проводилися на посівах: озимої пшениці, люцерни, картоплі та баклажанів. Вивчення біологічної ефективності роботи пневмодезинсектора проводилося відповідно до методики Трибеля Б.М. [9]. Польовий дослід по вивченню технічної ефективності пневмодезинсектора на посівах вищезазначених культур включав три дослідних та два контрольних варіанти один із яких приймався за еталон, що передбачається вимогами для подібних польових досліджень у рослинництві [12]. Отримані результати випробувань обробляли методами варіаційної статистики [13].

Розроблений пневмодезинсектор (рис. 3) призначений для збирання шкідників з листя сільськогосподарських та лікарських культур. Пневмодезинсектор – навісна пневматична машина, агрегується з трактором 1 типу ЮМЗ 6. Агрегат складається з вентилятора 2, який приводиться в рух від ВВП трактора 3, створює надлишковий тиск в пневматичному пристрої для збирання 4. Форма пристрою дозволяє збирати шкідників не лише зверху куща, а й з його боків. Пневматичний пристрій для збирання з'єднаний з вентилятором за допомогою повітропроводу 5. В якості повітропроводу використовується гофрована труба. Це не допускає перегину повітропроводу і як наслідок запобігає перепаду тиску у пристрої. Циклон 6 відділяє шкідників від різних легких часточок (сухого листа, бур'яну, трави) і викидає ці часточки на поле. Газоструменевий компресор 7 транспортує шкідників до газової камери 8, де за допомогою вихлопних газів двигуна шкідники знищуються і викидаються на поле. Установка опирається на опорне колесо 9 яке також забезпечує рівномірність руху пневматичного пристрою для збирання шкідників.

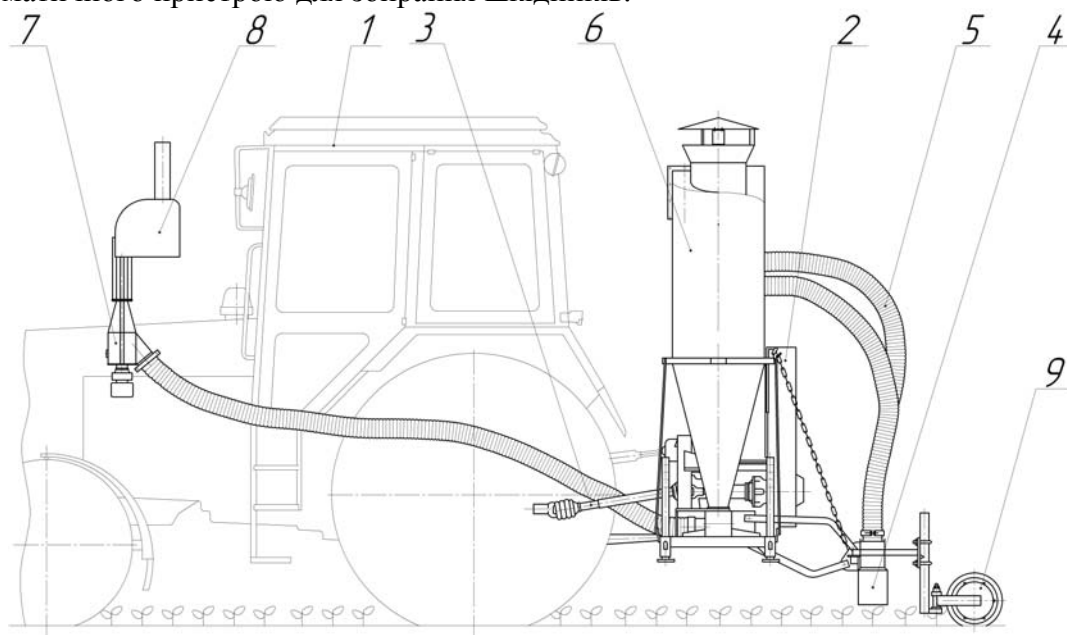


Рисунок 3 – Схема експериментальної установки для пневматичного збирання шкідників:

1 – трактор; 2 – вентилятор; 3 – ВВП трактора; 4 – пристрій для збирання; 5 – повітропровід; 6 – циклон;
7 – газоструменевий компресор; 8 – газова камера; 9 – опорне колесо

Джерело: розроблено авторами

Пневмодезинсекцію проводили на озимій пшениці у таких варіантах:

- 1) збирання по краях поля (30 м шириною) в період початку кушіння, повного, і через 10 днів після нього на швидкості 5 км/год;
- 2) збір у ті самі терміни на швидкості 10 км/год.

На люцерні збір комах проводили у двох варіантах чотири рази: у періоди початку та повної бутонізації, цвітіння та наливу бобів по всьому полю на швидкості 5 км/год; в ті ж терміни на швидкості 10 км/год. Як контроль брали ділянки без пневмодезинсекції і після обприскування інсектицидами.

На картоплі пневмодезинсекцію проводили у таких випадках:

- 1) збір при швидкості 5 км/годину в період масового заселення імаго колорадського жука; з появою личинок I-II віку; під час масового наростання чисельності личинок I, II, III, IV віку;
- 2) збирання при швидкості 5 км/год при появі личинок I, II, III віку;

3) збирання при швидкості 10 км/год у період появи личинок I, II, III віку.

На баклажанах збір проводили у двох варіантах швидкості (5 км/год та 10 км/год) за схемою першого варіанту картоплі.

Пневмодезинсектор випробовували також на помідорах та перці.

Для порівняння врожайності картоплі прийняли ділянку, обприскану інсектицидом цимбушем, 10 відсотків к.е. - 0,4 л/га та шерпою, 25% к.е. - 0,15 л/га. Усю розсаду баклажанів, помідорів, перцю перед висадкою в ґрунт обробляли інсектицидами.

При роботі пневмодезинсектора трактор рухався міжряддями картоплі та овочевих. Збір проводили з п'яти рядків. Довжина рядків – 500 м.

З метою підбору ширини отвору для всмоктування комах проведено дослідження ваги та розмірів за віковими фазами колорадського жука. Встановлено, що маса та розмір шкідника залежали від віку, фази розвитку та статі. Довжина тіла імаго була в межах 7 – 12 мм, ширина – 4,5 – 10 мм. Середня вага комах, що перезимували – 11,4 - 16 мг. Личинки першого віку мали середню довжину 2,4 мм, другого – 2,5 – 4,5, третього – 4,4 – 9,0, четвертого – 9 – 16 мм.

Виходячи з цього, ширина отвору забірної камери, що всмоктує, для дрібних комах встановлювалася 5 мм, за наявності імаго колорадського жука - 10 мм.

Зазвичай непомічені комахи розміщувалися на верхньому та середньому ярусах рослин незалежно від виду та культури. Після проведення пневмодезинсекції комахи, що залишилися, розміщувалися в нижньому ярусі і на ґрунті. Однак через добу вони знову переміщалися до середнього та верхнього ярусів.

На озимій пшениці восени серед злакових мух переважали: шведська опоміза пшенична зеленоока. На контролі без пневмодезинсекції їх чисельність становила в середньому відповідно 6,6 екз/м², 19,3 та 8,8, а після збору на швидкості 5 км/год – 1,3; 6; 1; 1,2 та на наступну добу - 3,2; 8; 4,4 екз/м²; на швидкості 10 км/год їх було ще менше: 0,6; 2,9; 0,3 відразу після збору та 1,7; 3,8; 2,2 екз/м² через добу після нього. При весняному огляді кількість пошкоджених злаковими мухами стебел становила на контролі без пневмодезинсекції 7,8 стебел/м², у варіанті зі швидкістю руху агрегату 5 км/год - 3,4 і зі швидкістю 10 км/год 3,0 стебел/м². Розрахунки показують, що застосування пневмодезинсектора знижує втрати врожаю від злакових мух у середньому на 62,3% при швидкості агрегату 5 км/год та 74,0% при швидкості 10 км/год.

На люцерні максимальна чисельність шкідників була під час цвітіння, коли застосування пестицидів взагалі не рекомендується. Масовими під час досліджень були: попелиця горохова, клопи-сліпняки, клопи щитники, гусениці совок та п'ядениць, фітономус, тихіус жовтий, товстонижка люцернова, цикадки. Однак у період цвітіння також високою була чисельність корисних комах – ентомофагів та диких бджіл. Зниження їх чисельності при пневмодезинсекції сягало 50-60%. Серед інших шкідників переважали: скосар люцерновий, саранчові, бульбочкові довгоносики, апіони, опомізи.

При аналізі результатів пневмодезинсекції ефективнішим виявилось застосування агрегату на швидкості 10 км/год і щільною шириною 10 мм. Середня технічна ефективність у період досліджень становила на швидкості 10 км/год – 85%. Урожайність насіння люцерни на ділянці, де проводилася пневмодезинсекція, становила 2,7 ц/га, на ділянці обробленій інсектицидами (3 рази) – 2,1 ц/га. Витрати застосування хімічного захисту перевищували витрати на пневмодезинсекцію в 4,7 рази.

Чисельність імаго колорадського жука в період масового заселення на картоплі сягала 7,0 екз./кущ. Кількість кладок яєць на кущ картоплі також була однаковою. Чисельність личинок I-II віку значно коливалася через різні погодні умови.

Пневмодезинсектором краще збирати личинки II-III віку як більш рухливі проти IV віку. Вони знаходяться в основному на дорзальній стороні та по краях листя верхніх

ярусів, на відміну від личинок I віку. Личинки IV віку легко обсіпаються на землю і через деякий час піднімаються на рослини.

Пневмодезинсекція імаго колорадського жука була менш ефективною, особливо на картоплі. На баклажанах і помідорах цей прийом діяв непрямим шляхом і дозволив знизити кількість яєць на 12-46% відсотків. Проведення трьох зборів шкідників та його личинок на баклажанах забезпечило ефективність 76,5-90,0%. При цьому чисельність імаго шкідника в середньому не перевищувала 2-4, а личинок – 8-14 прим./кущ.

Зниження чисельності личинок II-III віку на картоплі досягало в середньому 86,2-94,4% відразу після пневмодезинсекції та 79,5-87,8% через добу. Ефективність пневмодезинсекції личинок II-III віку (найбільш шкідливих) у середньому за дослідження становила 86,8%.

Чисельність цикадок - переносників інфекції вірусних хвороб на картоплі, помідорах, перці до пневмодезинсекції складала в середньому 54-96 екз. м². У середньому за триразовий збір ефективність становила на картоплі 68,3%, на баклажанах – 78,5%, на помідорах – 79,3%, на перці солодкому – 91,0%. Кількість рослин, уражених вірусами, зменшилася у 1,2 рази порівняно з контролем без пневмодезинсекції.

Урожайність картоплі з варіантів, де застосовувалася пневмодезинсекція, складала 186 ц/га стандартних бульб, на ділянках із застосуванням інсектицидів - 182 ц/га.

Таким чином на підставі отриманих даних в умовах виробничих посівів озимої пшениці, люцерни, баклажанів та картоплі застосування пневмодезинсектора – ефективний прийом.

Висновки:

1. Аналіз доступної літератури і досліджень показав, що шкідники сільськогосподарських культур щороку спричиняють значних втрат світового виробництва сільськогосподарських культур, а основним методом боротьби з ними є пестицидна обробка. Безперервне використання яких призводить до потенційних людських захворювань, забруднення рослин і ґрунту, тому велика увага приділена методам екологічної боротьби. Встановлено, що пневматичне збирання шкідників є основним і максимально ефективним засобом боротьби. А розробка нових конструкцій і пристроїв для його виконання є актуальною задачею. З цією метою нами розроблений пневмодезинсектор для пневматичного збирання шкідників сільськогосподарських культур та досліджена ефективність його роботи.

2. Експериментальні дослідження запропонованого пневмодезинсектора показали, що в середньому за триразовий збір ефективність становила: на озимій пшениці - 74,0%, на люцерні – 60%, на картоплі 68,3%, на баклажанах – 78,5%, на помідорах – 79,3%, на перці солодкому – 91,0%. Кількість рослин, уражених вірусами, зменшилася у 1,2 рази порівняно з контролем без пневмодезинсекції. Витрати застосування хімічного захисту перевищували витрати на пневмодезинсекцію в 4,7 рази.

3. Основним недоліком пневмодезинсекції є необхідність проведення 2-3 зборів шкідників. Слід врахувати, що комахи, які залишилися після пневмодезинсекції, продовжують ушкоджувати рослини та розмножуватися.

Список літератури

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) . (2020). New standards to curb the global spread of plant pests and diseases. URL: <http://www.fao.org/news/story/en/item/1187738/icode/> (Last accessed: 03.09.2022)
2. S.T. Narendaran, S.N. Meyyanathan, B. Babu. Review of pesticide residue analysis in fruits and vegetables. Pre-treatment, extraction and detection techniques. Food Res. Int., 133 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109141>

3. Vincent C., Chagnon R. (2000). Vacuuming tarnished plant bug on strawberry: a bench study of operational parameters versus insect behavior. *Entomol. Exp. Applic.* 97:347–354. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00749.x>
4. Vincent C. and G. Boiteau. Pneumatic control of agricultural insect pests. *Physical Control Methods in Plant Protection/La Lutte Physique en hytoprotection*, eds. C. Vincent, B. Panneton and F. Fleurat-Lessard, New York: Springer-Verlag, 2001. P. 270–281.
5. Khelifi, M., Laguë C., Lacasse B. Pneumatic control of insects in plant protection. *Physical control methods in plant protection*. C. Vincent, B. Panneton et F. Fleurat-Lessard, eds. Springer-Verlag Berlin /INRA, Paris, 2001. P. 261–269.
6. Mohammadali Haddad Derafshi. Design and Construction of a Pneumatic-thermal Machine for Controlling Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) . *Journal of Applied Sciences*. 2006. Vol. 6. N 4. P. 919–925.
7. Charles Vincent & Gilles Boiteau. Pneumatic Control of Agricultural Insect Pests. *Physical Control Methods in Plant Protection*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001, pp 270–281. DOI: 10.1007/978-3-662-04584-8_19
8. Taras Gucol, Ivan Bendera, Janusz Nowak. Grounding the parameters of the pneumatic device for pests collecting. *ТЕКА Ком. Mot. Energ. Roln.* OL PAN, 2007, 7A, 35–40. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.485.3574&rep=rep1&type=pdf> (Last accessed: 03.09.2022)
9. Онопа В.А., Артеменко Д.Ю., Ліва Є.Г. Розробка та обґрунтування конструкції пневмодезинсектора для збирання шкідників пасльонових культур. *Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: матеріали X Міжн. наук.-практ. конф.*. Кіровоград: КНТУ, 2015. С. 22-23. URL: <http://www.kntu.kr.ua/doc/zbirnyki/teachers/2015/6.pdf#page=23> (дата звернення: 06.09.2022)
10. В.А. Онопа, Д.Ю. Артеменко, Р.В. Бакал. Теоретичне обґрунтування зони дії пристрою для збирання шкідників пасльонових культур. *Scientific Journal «ScienceRise» №10(51)*. 2018 . С. 19-23. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN%20=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/text_2018_10_6.pdf (дата звернення: 06.09.2022)
11. В. Онопа. Перспективні методи боротьби з шкідниками картоплі (пасльонових культур). *НАУКА–ВИРОБНИЦТВО*. Кропивницький: ЦНТУ, 2021. С. 4-6. URL: <http://www.kntu.kr.ua/doc/zbirnyki/teachers/2021/3.pdf#page=4> (дата звернення: 10.09.2022)
12. Методики випробування і застосування пестицидів. / С.О. Трибель та ін.; за ред. проф. С.О. Трибеля. К.: Світ, 2001. 448с.
13. Підручник дослідника: навч. посіб. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Х.: Мачулін, 2016. 204 с.

Referencis

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020). New standards to curb the global spread of plant pests and diseases. [www.fao.org](http://www.fao.org/news/story/en/item/1187738/icode/). Retrieved from <http://www.fao.org/news/story/en/item/1187738/icode/> [in English].
2. Narendran, S.T., Meyyanathan, S.N. & Babu, B. (2020). Review of pesticide residue analysis in fruits and vegetables. Pre-treatment, extraction and detection techniques. *Food Res. Int.*, 133. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109141> [in English].
3. Vincent, C. & Chagnon, R. (2000). Vacuuming tarnished plant bug on strawberry: a bench study of operational parameters versus insect behavior. *Entomol. Exp. Applic.* 97:347–354. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00749.x> [in English].
4. Vincent, C. & Boiteau, G. (2001). Pneumatic control of agricultural insect pests. *Physical Control Methods in Plant Protection/La Lutte Physique en hytoprotection*, eds. C. Vincent, B. Panneton and F. Fleurat-Lessard, New York: Springer-Verlag, 270–281 [in English].
5. Khelifi, M., Laguë, C. & Lacasse, B. (2001). Pneumatic control of insects in plant protection. *Physical control methods in plant protection*. C. Vincent, B. Panneton et F. Fleurat-Lessard, eds. Springer-Verlag Berlin /INRA, Paris, 261–269 [in German].
6. Mohammadali Haddad Derafshi. (2006). Design and Construction of a Pneumatic-thermal Machine for Controlling Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) . *Journal of Applied Sciences*. Vol. 6, N 4, 919–925 [in English].
7. Charles Vincent & Gilles Boiteau. Pneumatic Control of Agricultural Insect Pests. *Physical Control Methods in Plant Protection*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001, pp 270–281. DOI: 10.1007/978-3-662-04584-8_19 [in English].

8. Taras Gucol, Ivan Bendera, Janusz Nowak. Grounding the parameters of the pneumatic device for pests collecting. *TEKA Kom. Mot. Energ. Roln.* – OL PAN, 2007, 7A, 35–40. Retrieved from <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.485.3574&rep=rep1&type=pdf> [in English].
9. Onopa, V.A., Artemenko, D.Yu. & Liva, E.G. (2015). Rozrobka ta obgruntuvannya konstruktsiyi pnevmodezinsektora dlya zbirannya shkidnikiv paslonovih kultur. [Development and substantiation of the construction of a pneumodisinsektor for collecting pests of nightshade crops]. *Problems of design, production and operation of agricultural machinery: X Mizhnarodnoa naukovo-praktichna konferentsia.* (Kirovohrad) – X International Scientific and Practical Conference (pp. 22-23). Kirovohrad: KNTU. Retrieved from <http://www.kntu.kr.ua/doc/zbirnyki/teachers/2015/6.pdf#page=23> [in Ukrainian].
10. Onopa V.A., Artemenko D.Yu., Bakal R.V. (2018). Teoretichne obgruntuvannya zoni diyi pristroyu dlya zbirannya shkidnikiv paslonovih kultur. [Theoretical substantiation of the area operation of the device for collecting pests of nightshade crops]. *Scientific Journal «ScienceRise» №10(51)*, 19-23. Retrieved from http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWLOAD=1&Image_file_name=PDF/texc_2018_10_6.pdf [in Ukrainian].
11. Onopa, V. (2021). Perspektivni metodi borotbi z shkidnikami kartopli (paslonovih kultur). [Promising methods of pest control potatoes (solanaceous crops)]. *SCIENCE-PRODUCTION - Kropyvnytskyi: National Technical University*, 4-6. Retrieved from <http://www.kntu.kr.ua/doc/zbirnyki/teachers/2021/3.pdf#page=4> [in Ukrainian].
12. Trybel, S.O., Sigaryova, D.D., Sekun, M.P., Ivanchenko O.O. et al. (2001). *Metodiki viprobuvannya i zastosuvannya pestitsidiv* [Test methods and application of pesticides]. S.O. Tribela (Ed.). Kyiv: Svit [in Ukrainian].
13. Vasytkovskiy, O.M., Leshchenko, S.M., Vasytkovska, K.V. & Petrenko, D.I. (2016). *Pidruchnyk doslidnyka.* [Researcher's textbook]. Kharkiv: Machulin [in Ukrainian].

Volodymyr Onopa, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Dmytro Artemenko**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Results of Experimental Studies Pneumatic Harvesting of Pests Agricultural Crops

The article presents the results of experimental research on the pneumatic collection of pests of agricultural crops. Today, insect pests are one of the main problems in agriculture. Pests cause 20 to 40 percent of global crop losses every year, and pesticide treatment is the main method of control. The continuous use of pesticides leads to potential human diseases, plant and soil pollution, so much attention is paid to ecological control methods. Pneumatic collection of pests is the main and most effective means of control. And the development of new designs and devices for its implementation is an urgent task.

The analysis of the constructions and researches of pneumatic machines for harvesting pests of agricultural crops allowed us to come to the conclusion that recently, machines with a pneumatic harvesting system are most often used for harvesting pests, as those that damage the plant the least. Due to their efficiency, pneumatic machines of the suction type are becoming the most popular. The use of machines of this type will make it possible to obtain ecologically clean food products without the use of chemical means of control. In the work, the design of the pneumodisinsektor and the device for the pneumatic collection of pests of agricultural crops is proposed and the efficiency of its operation is investigated.

Experimental studies of the proposed pneumodisinsektor showed that, on average, for three harvests, the effectiveness was: on winter wheat - 74.0%, on alfalfa - 60%, on potatoes - 68.3%, on eggplant - 78.5%, on tomatoes - 79, 3%, sweet pepper – 91.0%. The number of plants affected by viruses decreased by 1.2 times compared to the control without pneumodisinsektor. The costs of applying chemical protection exceeded the costs of pneumodisinsektor by 4.7 times. On the basis of the obtained data, in the conditions of production crops of winter wheat, alfalfa, eggplant and potatoes, the use of a pneumodisinsektor is an effective method.

pests of agricultural crops, pneumatic collection of pests, device for collection, pneumodisinsektor, environmental protection of plants

Одержано (Received) 06.10.2022

Прорецензовано (Reviewed) 18.10.2022

Прийнято до друку (Approved) 26.12.2022