

М.М. Петренко, проф., канд.тех.наук, В.А.Онопа, канд.тех.наук,
О.А Кислун, канд.тех.наук.

Кіровоградський національний технічний університет

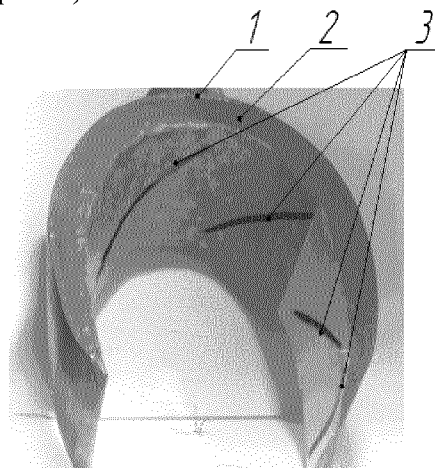
Ефективність уловлювання шкідників пневматичною насадкою пневмодезинсектора

В статті розглянуто роботу пневматичної насадки пневмодезинсектора при збиранні шкідників з насаджень картоплі. Розглянуто вплив дії всмоктуючого факел пневматичної насадки пневмодезинсектора на ефективність уловлювання шкідника підчас реагування його небезпеку. За допомогою пакету прикладних програм на ПЕОМ, отримали графічну залежність теоретичного значення ефективності (E) уловлювання від швидкості руху агрегату V_{agr} .
пневмодезинсектор, пневматична насадка, шкідник, повітряний потік

Потреба в екологічно чистих продуктах харчування суттєво змінює технологію вирощування сільськогосподарських культур, однією з базових складових якої є захист рослин. Найперспективніший напрям розвитку захисту рослин – фізико-механічний метод, складовою якого є пневматичний збір шкідника. Лише не тільки екологічна перевага фізико-механічного методу над класичними хімічними методами може вказувати на доцільність його застосування.

Розглянемо ефективність методу, як ефективність уловлювання шкідників.

Насадка пневмодезинсектора працює таким чином (рис. 1). При русі агрегату по рядкам в робочій камері 2 насадки через патрубок 1 створюється розрідження, яке утворює вентилятор. З поверхні пасльонової рослини шкідники всмоктується у щілини насадки 3 і через патрубок 1 з робочої камери транспортуються до знищення. Уловлювання шкідників також спостерігається й при розміщенні поза поверхні рослини, проте слід зауважити, що конструктивне рішення не дає можливість всмоктувати шкідників безпосередньо з ґрунту (робоча область обмежується певною висотою над по верхньою гранта).



1 – патрубок; 2– робоча камера; 3 – щілини

Рисунок 1 – Експериментальна пневматична насадка пневмодезинсектора

(для дорослого жука), то ефективність уловлювання шкідників з поверхні листя пасльонових культур суттєво залежить від згаданої реакції шкідника.

Проаналізувавши біонічні особливості поведінки колорадського жука [3,4] під час виникнення небезпеки (спроби його уловити), виявлено наступні фактори, які викликають у шкідника відчуття небезпеки: гучний шум (шум від працюючого двигуна трактора та від пневматичної насадки); зміна освітлення поверхні листя рослини (тінь від агрегату); механічні дії, що призводять до коливання листя (струшування при зачепленні куща); дію всмоктуючого поля, що виникає попереду пневматичної насадки (останній серед усіх найсуттєвіший та системним, яким і обмежимося).

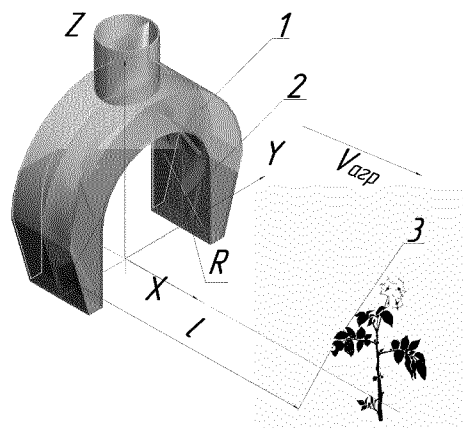
Для подальшого дослідження розглянемо вплив дії всмоктуючого факелу (поля) вздовж осі насадки (вісь розрізаного циліндра, форму якого за припущенням представляє собою насадка в просторі), тобто там, де вплив є несприятливим ефективному уловлюванню.

Оскільки систему уловлювання можна розглянути, як циліндричну (насадка – розрізаний по осі циліндр, а поверхня ґрунту – площина паралельна до площі перерізу циліндра), тоді відповідно [5] співвідношення швидкостей V/V_0 прямо пропорційне.

$$\frac{V}{V_0} = 1 - \frac{\frac{l}{R}}{\sqrt{1 + \left(\frac{l}{R}\right)^2}}, \quad (1)$$

де V_0 – швидкість всмоктування в центрі насадки, м/с;

V – швидкість всмоктування на осі в точці віддаленій на відстані l від центра насадки (рис. 2), м/с



1 – пневматична насадка; 2 – щілина; 3 – кущ зі шкідником

Рисунок 2 – Розміщення куща із шкідниками відносно пневматичної насадки

Реагування шкідника на відчуття небезпеки застосовано за аналогією з реагуванням датчика на сигнал збудження, тобто переведення його із режиму очікування в режим спрацювання. В нашому випадку сигналом збудження є поява працюючої пневматичної насадки пневмодезинсектора над об'ємом куща, на якому розташовані шкідники. Тому введений показник реагування шкідника на відчуття небезпеки дозволить врахувати параметри роботи пневматичної насадки (особливо дію всмоктуючого поля) і пневмодезинсектора в цілому (швидкість руху) з біонічними властивостями шкідника.

Під реагування шкідника на відчуття небезпеки з фізичної точки зору будемо розглядати, як деяку безрозмірну функцію Q , що є співвідношення кількості шкідників, які зреагували на подразник до загальної кількості наявних шкідників.

Реагування шкідника на відчуття небезпеки Q залежить від сили F , що діє на шкідника в певній точці, яка в свою чергу залежить від швидкості повітря в згаданій точці V , що залежить від відстані l (рис.2), представимо у вигляді степеневого ряду

$$Q(F(V(l))) = Q(V(l)) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n K_i \cdot \left(\frac{V}{V_0}\right)^i = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n K_i \cdot \left(1 - \frac{\frac{l}{R}}{\sqrt{1 + \left(\frac{l}{R}\right)^2}}\right)^i, \quad (2)$$

де K_i – коефіцієнти степеневого ряду;

l – відстань від шкідника до площини насадки.

Аналіз відношення $\frac{V}{V_0}$ показує, що перші члени степеневого ряду є більш значимі, особливо при збільшенні l , тому що

$$\frac{V}{V_0} \leq 1, \quad (3)$$

при значеннях радіуса насадки $R=0,2$ м й відстані від насадки до розрахункового положення жука $l=0,8$ м співвідношення:

$$1 - \frac{\frac{l}{R}}{\sqrt{1 + \left(\frac{l}{R}\right)^2}} = 33.492, \quad (4)$$

отже вклад першого члена ряду в даній точці становить майже $1 - 1/33,492 = 0,97$ тобто 97%.

Для спрощення розрахунку обмежуємося $n = 1$, тоді

$$Q(V(l)) \cong K \cdot \left(1 - \frac{\frac{l}{R}}{\sqrt{1 + \left(\frac{l}{R}\right)^2}}\right). \quad (5)$$

На функцію накладаємо наступні обмеження:

$$\begin{cases} \int_0^{\infty} Q(V(l)) dl = 1 \\ Q(V(l)) \geq 0 \end{cases} \quad (6)$$

Перше обмеження витікає з припущення, що при попаданні шкідників в насадку вони всі беззаперечно прореагують на її дію (тобто сила всмоктувального поля відривала шкідника з поверхні листка). Друге обмеження витікає з визначення реагування шкідника на відчуття небезпеки (дія насадки розглядається лише як подразник).

Значення коефіцієнта K знаходимо з інтегрального рівняння:

$$\int_0^{\infty} K \cdot \left(1 - \frac{\frac{l}{R}}{\sqrt{1 + \left(\frac{l}{R}\right)^2}}\right) \cdot dl = 1. \quad (7)$$

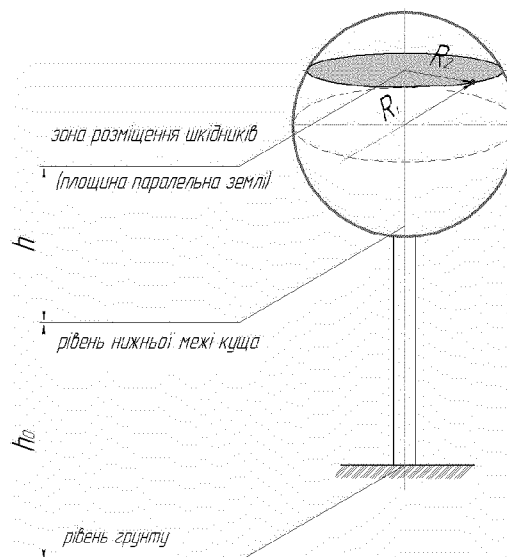
Одержане значення $K = \frac{1}{R}$ задовольняє умову: $Q(V(I)) \geq 0$.

Отже маємо реакцію шкідника на небезпеку:

$$Q(V(I)) = \frac{1}{R} \cdot \left(1 - \frac{\frac{I}{R}}{\sqrt{1 + \left(\frac{I}{R}\right)^2}} \right). \quad (8)$$

Наступним етапом є визначення залежності розподілу шкідників по висоті розміщення на пасльонових культурах. Для вирішення цієї задачі вводимо припущення, щодо представлення куща пасльонової культури у вигляді кулі, на якій знаходяться шкідники.

Як наведено вище, насадку представлено у формі розрізаного циліндра. Тоді радіус насадки при максимальних розмірах куща, коли він дотикається до неї, $R = 2 \cdot R_1$



R_1 – умовний радіус куща; R_2 – умовний радіус горизонтального перерізу куща нижче або вище діаметра на висоті h від нижньої границі насадки (рівень знаходження шкідників на листовому покриві куща)

Рисунок 3 – Зона розташування шкідника в кущі пасльонових культур

Допускаючи рівномірність розміщення шкідників по всьому об'ємі куща, розподіл шкідників в залежності від висоти можна визначити:

$$D(h) = \frac{(R_2)^2}{\frac{4}{3} \cdot R_1^3}. \quad (9)$$

Оскільки $R_2^2 = 2 \cdot R_1 \cdot h - h^2$, то

$$D(h) = 6 \cdot \frac{R \cdot h - h^2}{R^3}. \quad (10)$$

При $0 \leq h \leq R$, інакше $D(h) = 0$.

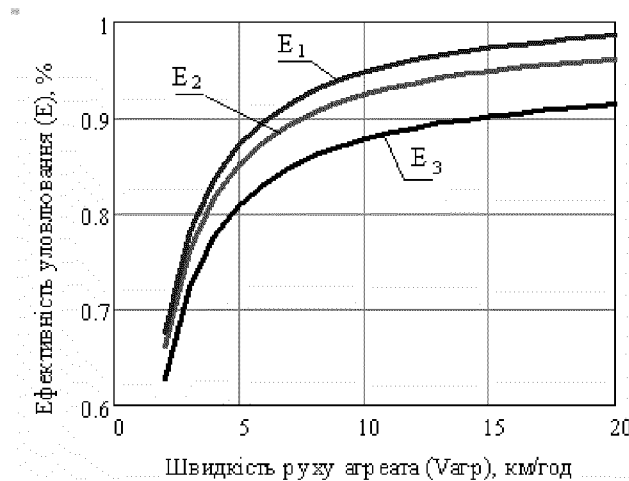
Проекція швидкості, з якою шкідник всмоктується з поверхні куща, на вісь OX є набагато меншою за швидкість руху агрегату $V_{\text{всм}} \ll V_{\text{ар}}$ і її вплив на ефективність уловлювання не суттєвий. Отже координата z , з якої уловлюється шкідник, визначається з наступного виразу:

$$z = h_0 + g \cdot \frac{t^2}{2} = h_0 + \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{l}{V_{agr}} \right)^2. \quad (11)$$

Виходячи з вищевказаного визначимо ефективність уловлювання:

$$E \geq \int_0^{\infty} \int_{\frac{g \cdot l^2}{2 \cdot V_{agr}^2} + h_0}^R Q(l) \cdot D(h) \cdot dh \cdot dl. \quad (12)$$

Проводячи дослідження за допомогою пакету прикладних програм на ПЕОМ, отримали наступну графічну залежність (рис. 4).



E₁ – ефективність уловлювання шкідника масою 16 мг; E₂ – ефективність уловлювання шкідника масою 10 мг; E₃ – ефективність уловлювання шкідника масою 6 мг.

Рисунок 4 – Теоретичне значення ефективності (E) уловлювання від швидкості руху агрегата V_{agr}

Отримана залежність показує, що ефективність уловлювання залежить від швидкості руху агрегату і раціональне значення ефективності уловлювання знаходиться в межах E=92–97% при V_{agr}=8–18 км/год. При збільшенні швидкості руху падає керованість агрегату, тому оптимальна швидкість агрегату знаходиться в межах V_{agr}=8–10 км/год.

Список літератури

1. Патент 20158А, А01М5/08 Насадка пристрою для збирання комах / Онопа В.А., Петренко М.М., Кравченко В.І., Волощина Н.М., заявл. 29.04.1996, опубл. 25.12.1997 Бюл.№ 6.
2. Патент 8906, А01М5/00 Насадка пристрою для збирання комах / Онопа В.А., Петренко М.М., Кириченко А.М., Онопа В.В., заявл. 28.03.2005, опубл. 15.08.2005, Бюл.№ 8.
3. Сасін В.А. Колорадський жук та заходи боротьби з ним. – К.: Урожай, 1975. –94с.
4. Яхимович Л.А. Особенности развития и размножения колорадского жука // Тр. ВИЗР. –Вып.27.– 1967.– С. 245–294.
5. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. – М.: Стройиздат, 1979. – 296 с.

М.Петренко, В.Онопа, О.Кислун

Ефективність улавлювання шкідників пневматическою насадкою пневмодезинсектора

В статті розглянуто роботу пневматическою насадкою пневмодезинсектора при зборі шкідників з насадженого картофеля. Розглянуто вплив дії всисуючого факела пневматическою насадкою пневмодезинсектора на ефективність улавлювання шкідника в момент реакції на небезпечність. З допомогою пакету прикладних програм на ПЕОМ, отримали графічну залежність теоретического значення ефективності (E) улавлювання від швидкості руху агрегата V_{agr}.

M.Petrenko, V.Onopa, O.Kislun

Efektivnost' catching of wreckers pneumatic attachment of pnevmodezinsektora

In the article work of pneumatic attachment of pnevmodezinsektora is considered at collection of wreckers from planting of potato. Influence of action is considered vsyvayuscheho torch of pneumatic attachment of pnevmodezinsektora on efficiency of catching of wrecker of the vovrem'ya reacting him on a danger. With a help to the application package on PEOM, got graphic dependence of theoretical value of efficiency (E) catching from the rate of movement of asm Vagr.

Одержано 02.11.09