



УДК 621.374

БІОФІЗИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПРОЦЕСІВ ДІЇ ОПТИЧНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ НА КОМАХ-ШКІДНИКІВ

Адамова С. В.,

Лисенко О. В., к.т.н.

Таврійській державний агротехнологічний університет

Телефон: (0619) 42-11-74

Анотація - розглянуто біофізичні передумови і аналіз процесів дії оптичних випромінювань, які привертають комах-шкідників. Визначено оптимальну відстань залучення комах-шкідників та аттрактанти, які для цього необхідні.

Ключові слова: комахи-шкідники, оптичні випромінювання, електрофізичні методи, світловий аттрактант, інтенсивність випромінювання джерела світла, яскравість фону.

Постановка проблеми. Задовільнення запитів населення в фруктах пов'язано не тільки зі збільшенням площ садових масивів, але і з підвищенням ефективності захисних заходів та розвитком їх екологічної безпеки. Щорічний збиток, який наноситься шкідниками та хворобами сільськогосподарським культурам, за даними організації з продовольства і сільського господарства, становить приблизно 20-25% потенційного світового врожаю продовольчих культур. Тому роль захисту садових рослин від комах-шкідників у збільшенні виробництва і збереженні продукції садівництва дуже важлива. В якості електрофізичних методів боротьби з комахами-шкідниками в садах застосовуються різні фізичні фактори: температура, електромагнітних випромінювань різних діапазонів, акустичних сигналів і т. д. Недостатня вивченість процесів залучення і знищення комах, а також високі потенційні можливості методів, обумовлюють необхідність проведення досліджень і розробки установок і процесів електрофізичних методів боротьби з комахами шкідниками.

Аналіз останніх досягнень. Аналіз досвіду використання електрофізичних методів показав, що їх дія використовуються як для безпосереднього знищення комах, так і для збору інформації про чисельність комах. Дослідження питання підвищення ефективності електрофізичних установок, розглянуті в роботах Причип Л. Г., Лазаренко Б.



Р., отримали подальший розвиток у роботах Симонова Н. К. і Газалова В. С., які запропонували спосіб обробки саду мобільними агрегатами [3]. Цей спосіб є найбільш ефективним, але його використання вимагає великих матеріальних і трудових витрат.

Після аналізу літературних джерел [1, 2] щодо існуючих моделей інтенсивності льоту комах залежно від характеру приваблюючого оптичного випромінювання, існуючих режимів і параметрів роботи електрооптичних перетворювачів для захисту садів від комах-шкідників, електротехнологій захисту садових рослин від комах-шкідників за допомогою електрооптичного випромінювання, виникають питання, що потребують пояснення.

Незважаючи на широке використання дії залучаючого світла, в електрофізичних пристроях, механізм, що пояснює це явище, залишається не з'ясованим.

Згідно деякої теорії, нічний приліт комах на світловий аттрактант розглядається як прояв фототропічної реакції, в основі якої лежить випускання світла як сигналу вільного простору. Припускають, що приліт комах до світла лампи є проявом позитивної фототропічної реакції.

В інших теоріях залучення комах [3, 4] пояснюється порушенням орієнтації та координації рухів комах як слідство сліпучої дії джерела на тлі низької навколишньої яскравості. І все ж, ці теорії не пояснюють, чому комахи летять в зону оптичного випромінювання, де параметри оптичного випромінювання різко відрізняються від характеристик відкритого простору, і такі особливості поведінки, як втрата активності поблизу джерела оптичного випромінювання, більш сильна реакція на ультрафіолетове випромінювання [5].

Мета статті. Установити, що для залучення комах-шкідників слід використовувати в якості оптичних аттрактантів. Розглянути біофізичні передумови і аналіз процесів дій, що залучають оптичні випромінювання на комах-шкідників.

Основний зміст статті. Ультрафіолетові промені є надійним індикатором простору і роблять на комах найбільшу привертаючу дію, незважаючи на те, що максимальна чутливість ока не завжди лежить в короткохвильовій частині спектра [3].

У роботах [5] різниться максимальний літ комах, наприклад плодожерки, на джерело світла з довжиною хвилі 365 нм, незважаючи на те, що в природних умовах таке випромінювання зустрічається дуже не часто.

Причину прильоту комах до джерела оптичного випромінювання, очевидно, слід шукати на клітинному і молекулярному рівнях організації комах [6].



Це можна пояснити тим, що оптичне випромінювання необхідне для життєдіяльності комахи. Комахи, підлітаючи до джерела оптичного випромінювання, прагнуть отримати якомога більшу кількість опромінення. Разом з тим, різке опромінення часто викликає у комах втрату орієнтації, судорожні рухи (шокові реакції).

Під час польоту комаха фіксує джерело світла особливою зоною ока, що має високу гостроту зору. Ця зона носить назву "фовеа" і служить комасі для зорового фіксування [2]. Кут зору фовеа становить близько 60° . При цьому під дією адаптаційних процесів відбувається зниження функції зору, так як розподіл яскравостей у полі зору нерівномірно. Засліплююча дія джерела світла призводить до виникнення вуалюючої пелени β .

Блиске джерело світла, що знаходиться в полі зору комахи, викликає зниження зорової функції ока, суб'єктивно вираженою у виникненні вуалюються пелени, об'єктивно виникає під дією світлової адаптації очей. При цьому об'єкти, яскравість яких нижче яскравості, яка вуалюється пеленою, комахами не розрізняються.

При наявності у полі зору виблискуючого джерела світла змінити курс польоту на кут більше кута зору фовеа, а також сісти на предметі фону комаха може тільки за умови

$$\frac{L_\phi - \beta}{\beta} \geq K_{\text{нор}}, \quad (1)$$

де L_ϕ - яскравість фону;

β - яскравість вуалюючої пелени;

$K_{\text{нор}}$ - величина контрастної чутливості.

Величина яскравості фону на відстані X від джерела світла, з урахуванням спектральних особливостей, виразиться таким чином

$$L_\phi = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_\phi(\lambda) d\lambda = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{m_\lambda(\lambda) \rho(\lambda)}{\pi} E_{\text{эф}}(\lambda, X) \lambda, \quad (2)$$

де $L_\phi(\lambda)$ - яскравість фону для кожної довжини хвилі падаючого оптичного випромінювання;

$\rho(\lambda)$ - спектральний коефіцієнт відбиття від фону;

λ_1, λ_2 - межі досліджуваного діапазону спектру;

$E_{\text{эф}}(\lambda, X)$ - ефективна спектральна освітленість на відстані джерела світла, що включає освітленість, створювану нічним небом.



Величина яскравості вуалюючої пелени, що виникає в зоровому апараті комахи під дією блискучого джерела світла, дорівнює

$$\beta = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \beta(\lambda) d\lambda = m \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} m_\lambda(\lambda) \frac{I_\alpha(0) I_{\Lambda\lambda}(\lambda)}{\theta^2 x^2} d\lambda, \quad (3)$$

де $\beta(\lambda)$ - спектральна яскравість вуалюючої пелени;

λ_1, λ_2 - межі досліджуваного діапазону спектра.

Після перетворень отримаємо умову льоту комахи до лампи атрактантів під дією осліпленості:

$$K_{nop} < \frac{L_\phi}{\beta} - 1 = \frac{\theta^2 x^2}{\pi m I_\alpha(0)}, \quad (4)$$

$$\frac{I_\alpha(0)}{x^2} \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} m_\lambda(\lambda) \rho(\lambda)_{\Lambda\alpha}(\lambda) \lambda + \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} m_\lambda(\lambda) \rho(\lambda)_{0\alpha}(\lambda) \lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} m_\lambda(\lambda)_{\Lambda\lambda}(\lambda) \lambda} - 1$$

(5)

Позначивши в рівнянні (5):

$$\begin{aligned} A_1 &= \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} m_\lambda(\lambda)_{\Lambda\lambda}(\lambda) \lambda, \\ A_2 &= \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} m_\lambda(\lambda) \rho(\lambda)_{\Lambda\alpha}(\lambda) \lambda, \\ A_2 &= \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} m_\lambda(\lambda) \rho(\lambda) E_{0\alpha}(\lambda) d\lambda, \end{aligned} \quad (5)$$

отримаємо

$$K_{nop} < \frac{\theta^2 A_2}{\pi A_1 m} \left(1 + \frac{A_3 E_0 x^2}{A_2 I_\alpha(0)} \right) - 1. \quad (6)$$

Співвідношення $\frac{A_2}{A_1}$ висловлює ступінь відповідності спектрів випромінювання джерела світла і спектра відбиття його від фону. Співвідношення $\frac{A_3}{A_2}$ висловлює ступінь відповідності спектрів випро-



мінювання джерела світла і спектрів нічного неба. Вираз $\frac{\theta^2}{m}$ є характеристикою зорового апарату комахи.

Величина критичної відстані до джерела світла, при якому починається засліплююча дія на комаху, яка летить, може бути визначена з наступного виразу

$$x_{кр} = \sqrt{\frac{I_{\alpha}(0)A_2}{E_0A_3} \left[\frac{(K_{пор} + 1)m\pi A_1}{\theta^2 A_2} - 1 \right]}. \quad (7)$$

Для визначення критичної відстані, яка визначає привабливість комах джерелом світла, скористаємося спектральним коефіцієнтом відображення, наведеного в роботі [7], спектральною характеристикою нічного неба та кривою відносної біологічної чутливості яблуневої плодожерки.

Після графічного обчислення інтегралів (5) в інтервалі довжин хвиль $\lambda = 280 \dots 340$ нм були отримані наступні значення коефіцієнтів A_1, A_2, A_3 ;

- для люмінесцентної лампи ЛЭ-15 $A_1 = 0,48; A_2 = 1,9 \cdot 10^{-2}$;

- для ламп типу ДРТ: $A_1 = 0,2; A_2 = 2,3 \cdot 10^{-2}$.

Коефіцієнт $\frac{m}{\Theta^2}$ враховує вплив на комаху зовнішніх джерел світла. Для ночі цей коефіцієнт дорівнює $A_3 = 3,658 \cdot 10^{-3}$ [5].

Коефіцієнт $\frac{m}{\Theta^2}$ є характеристикою зорового апарату комахи і не залежить від параметрів джерел світлового атрактанту і фону. Його величина, на підставі робіт [1, 2, 3] дорівнює $5,92 \cdot 10^{-2}$.

Висновок. На основі теоретичних досліджень встановлено, що для залучення комах-шкідників на відстані до 100 м слід використовувати в якості оптичних атрактантів лампи визначених оптимальних параметрів.

Список використаних джерел.

1. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике / Ю. Б. Айзенберг – М. Энергоатомиздат, 1983 - 472 с.

2. Жигальцева М. М. Исследование эффективности установок с различными излучателями яблонной плодожорки /М.М.Жигальцева, С. М. Чернобровина, С. И. Гнилюк //Сер. Биол. – Молдавия: АН МССР. – 1964. - 5 –С. 114-117

3. Блягоз А.М. Распределение насекомых и болезней в однородном садовом массиве / А.М. Блягоз, В.С. Газалов, В.Н. Беленов // Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном про-



изводстве: сб. науч. тр. АЧГАА/[отв. ред. М.А. Таранов]. – зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2007. – Вып. 7. – С.155 – 158.

4. *Мазохин-Поршняков Г. А.* Руководство по физиологии органов чувств насекомых /Г.А.Мазохин-Поршняков – М. МГУ, 1983 - 262 с.

5. *Поспелов С. М.* Защита растений / С. М. Поспелов, Н. Г. Бермин. Е. Д. Васильева.- М.: Агропромиздат, 1986 - 392 с.

6. *Приставко В. П.* Привлекающие ловушки защиты растений от вредных насекомых / В. П. Приставко: [Обзорная информация] – М.: ВНИИГЭИСХ, 1974 - 43 с.

7. *Чернышев В. Д.* Спектральное отражение света листьями некоторых древесных видов Дальнего востока / В. Д. Чернышев // Лесоведение – 1975. -№ 6. – С. 63 – 67.

БИОФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОЦЕССОВ ДЕЙСТВИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ

Адамова С. В., Лысенко О.В.

Аннотация - рассмотрены биофизические предпосылки и анализ процессов действия оптических излучений, которые привлекают насекомых-вредителей. Определены оптимальное расстояние привлечения насекомых-вредителей и аттрактанты, которые для этого необходимы.

BIOPHYSICAL BACKGROUND OF PROCESSES OF OPTICAL RADIATION ON INSECT PESTS

S. Adamova, O. Lysenko

Summary

The biophysical conditions and analysis of the processes of optical radiation, which attract insects were considered. The optimal distance to attract pests and attractants that are necessary for this purpose were determined.