

УДК 658.011-56

## МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ДОЗИ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСІННЯ ОГІРКА В УСТАНОВЦІ ТРАНСПОРТЕРНОГО ТИПУ

Червінський Л.С., д.т.н.,

Романенко О.І., інженер.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Тел. (044) 527-85-22

**Анотація** – запропонована методика розрахунку дози ультрафіолетового опромінення насіння огірка від лампи типу ДРТ-400, при використанні її в опромінювальній установці транспортерного типу.

**Ключові слова** – огірок, ультрафіолетове опромінення, доза.

*Постановка проблеми.* Підвищення продуктивності томатів та огірків в є актуальною проблемою тепличного виробництва овочів.

*Аналіз останніх досліджень.* Для тепличних комбінатів необхідно для посіву насіння біля 1...1,5 кг/га, причому, насіння повинно бути витримане перед посівом 6 днів. Для підвищення його схожості та знезараження використовуються різні електрофізичні методи обробки, зокрема, ультрафіолетовим або інфрачервоним випромінюванням.

*Формулювання мети статті.* З метою підвищення ефективності обробки та зменшення масогабаритних розмірів опромінювальної установки пропонується комбінована обробка насіння під лампою ДРТ 400, яка має у спектрі як ультрафіолетове, так і інфрачервоне випромінювання. Для підвищення продуктивності обробки пропонується установка транспортерного типу.

*Основна частина.* У установці, що працює за описаним вище принципом, час опромінення складається з двох складових: часу пересування  $t_{\text{ПЕР}}$  насіння на транспортері під джерелом випромінювання і часу витримки  $t_{\text{ВИТ}}$  насіння під джерелом випромінювання. Формула для визначення часу опромінення набере вигляду  $t = t_{\text{ВИТ}} + t_{\text{ПЕР}}$ . Отже, доза, яку отримає насіння за один цикл роботи установки також складатиметься з двох частин  $H = H_{\text{ВИТ}} + H_{\text{ПЕР}}$ , де  $H_{\text{ВИТ}}$  – доза, яку насіння отримує за  $t_{\text{ВИТ}}$ ;  $H_{\text{ПЕР}}$  – доза за  $t_{\text{ПЕР}}$ .

Швидкість руху транспортера в розробленій установці постійна і складає  $V=0,01$  м/с. Відстань, яку проходить насіння, під час обробки

складає  $2L = 0,2\text{ м}$  (рис. 1). Кут  $\alpha$  між нормаллю  $h=0,35\text{ м}$ , що проходить через джерело випромінювання до поверхні транспортера і прямою  $R$ , що сполучає крайню точку зони опромінення змінюється від  $0^\circ$  до  $16^\circ$  [1,3].

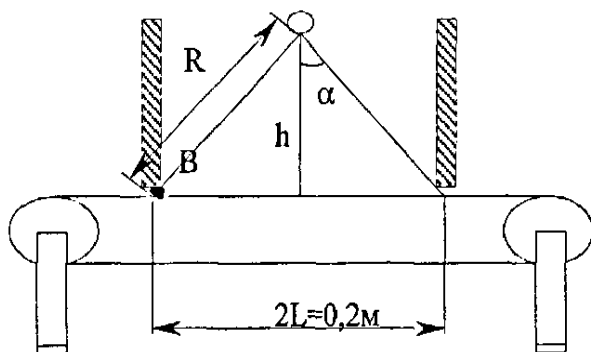


Рис.1. До розрахунку дози УФО насіння на транспортері.

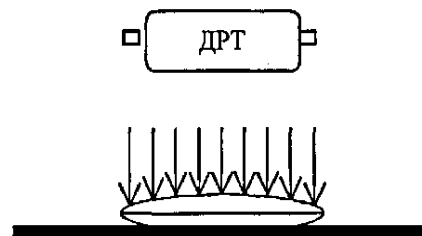


Рис.2. Розташування зерна на поверхні транспортера.

Згідно основного закону світлотехніки, опроміненість від джерела в точці  $B$  на площині дорівнює

$$E = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{h^2}, \quad (1)$$

де  $I_\alpha$ —сила випромінювання на площині під кутом  $\alpha$  від нормалі;  $\alpha$ — кут між нормаллю до площини і відстанню  $R$ ;  $h$ —відстань між джерелом випромінювання і площиною опромінення по нормалі (висота підвісу лампи).

При розрахунку у виразі (1) необхідно ввести коефіцієнт форми, який враховує еліпсоїдну поверхню насіння  $k_\Phi$ . Опроміненість  $E$  на поверхні насіння (рис.2) [4] можна визначити через падаючий потік випромінювання

$$E = \frac{d\Phi}{dS}, \quad (2)$$

де  $\Phi$ — опромінюючий потік;  $S$ — площа опромінюваної поверхні.

Опроміненість окремих ділянок насіння змінюється залежно від його форми і напрямку потоку, що падає. Насіння не має правильної геометричної форми, проте, багато хто з них близький за формою до кулі, еліпса, еліпсоїда. Так, насіння огірка можна прийняти за витягнутий еліпсоїд.

Виконаємо розрахунок. Нехай на деяку поверхню  $B$  падає рівномірний променистий потік питомої потужності  $\Phi$ . На елемент цієї поверхні доводиться потік  $\Phi dS$ , [4] а його нормальна складова до цього елемента буде визначатись як

$$d\Phi_H = \Phi_H \cdot \cos \alpha \cdot dS, \quad (3)$$

де  $\alpha$ — кут між напрямом потоку і нормаллю до елемента.

Величина нормальної складової потоку для сторони поверхні  $S$

$$d\Phi_H = \int \Phi_{II} \cdot \cos \alpha \cdot dS, \quad (4)$$

де  $\Phi_H$  – потік на опромінюваній частині поверхні насінини.

Визначення величини нормальної складової опромінюючого потоку, що падає на насіння і забезпечує позитивний ефект опромінення, є істотно необхідним. В нашому випадку необхідно визначити величину потоку, що падає на поверхню насінини огірка, що має форму, близьку до витягнутого еліпсоїда обертаня.

Вираз (4) справедливий для поверхні тіла довільної форми. Тому після заміни елемента поверхні  $dS$  його проекцією  $dS_{xy}$  на горизонтальну площину, можна записати

$$d\Phi_H = \Phi_{II} \cdot dS_{xy}, \quad (5)$$

де  $x$  і  $y$  – координати елемента площі, що опромінюється.

Інтеграцією цього виразу визначиться величина потоку, що падає перпендикулярно на половину поверхні насіння  $S$  оберненої до опромінюючого потоку

$$\Phi_H = \Phi_{II} \iint dS_{xy}, \quad (6)$$

де  $S_{xy}$  – проекція опромінюваної поверхні насіння на горизонтальну площину.

Вираз (6) показує, що величина променистого потоку, який падає перпендикулярно на половину поверхні насіння, оберненої до опромінюючого потоку, дорівнює величині питомої потужності променистого потоку, що падає, на проекцію цієї поверхні на горизонтальну площину і не залежить від форми поверхні насіння. Аналізуючи вирази (4) та (6) видно, що середня опроміненість, що створюється променистим потоком на поверхні насіння будь-якої форми, не дорівнює опроміненості, що створюється на проекції цієї поверхні на опромінювану площину. Тобто середня опроміненість, що створюється на поверхні насіння будь-якої форми, буде менше опроміненості, що створюється на горизонтальній проекції опромінюваної поверхні за одних і тих же умов опромінення, в стільки разів, в скільки ця поверхня більше своєї проекції на горизонтальну площину. Позначимо це відношення через коефіцієнт форми  $k_\Phi$ . Для насіння огірка, що має форму близьку до витягнутого еліпсоїда обертаня площу поверхні визначають з виразу

$$S_{0\varepsilon} = 2\pi b^2 + 2\pi \frac{ab}{\varepsilon} \cdot \arcsin \varepsilon; \quad (7)$$

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}, \quad (8)$$

де  $\varepsilon$  – вираження ексцентриситету еліпса;  $a$  і  $b$  – осі еліпсоїда, згідно з проведеними вимірами середніх величин довжини і ширини насіння огірка вони склали 8,32 мм і 4,0 мм відповідно, отже, величина ексцентриситету еліпсоїда для огірка складе  $\varepsilon = 0,866$ .

Величина опромінюваної поверхні при проходженні насіння на транспорті під лампою

$$S_{0\varepsilon} = \pi b^2 + \pi \frac{ab}{\varepsilon} \cdot \arcsin \varepsilon. \quad (9)$$

Площа еліпса – проекція насіння огірка на горизонтальну поверхню

$$S_{xy} = \pi ab. \quad (10)$$

Відповідно, коефіцієнт форми для огірка буде дорівнювати

$$k_\phi = \frac{S_{0\varepsilon}}{S_{xy}} = \frac{a}{b} + \frac{\arcsin \varepsilon}{\varepsilon}. \quad (11)$$

За результатами узагальнених експериментальних даних  $k_\phi=0,585$ .

Доза (кількість опромінення), яку отримає насіння за час переміщення під джерелом випромінювання на поверхні транспортера визначається за виразом

$$H = \int E \cdot dt, \quad (12)$$

де  $t$ – час переміщення на транспорті насіння в зоні опромінення, який визначається через відношення довжини зони опромінення ( $L$ ) до швидкості переміщення транспортера( $V$ ), отже

$$dt = \frac{1}{V} dL. \quad (13)$$

З рис.1 видно, що  $\cos \alpha=h/R$ ,отже відстань  $R$  за теоремою Піфагора

$$R = \sqrt{L^2 + h^2}. \quad (14)$$

З урахуванням викладеного та виразу (1), вираз (12) для знаходження дози опромінення набере вигляду

$$H = \frac{2k_\phi I_0 h}{V} \cdot \int_{L_1}^{L_2} \frac{dL}{\left(\sqrt{L^2 + h^2}\right)^3}, \quad (15)$$

де  $I_0$ – сила випромінювання перпендикулярно під лампою, Вт/ср;  $k_\phi$ – коефіцієнт форми насінини;  $h$ – висота підвісу джерела випромінювання, м;  $V$ – швидкість переміщення насіння під джерелом випромінювання, м/с;  $2L$ – довжина зони опромінення, м.

Просторовий розподіл сили випромінювання рухомих установок з лампами ДРТ-400 описується косинусною залежністю [2]

$$E_\alpha = E_0 \cos \alpha. \quad (16)$$

Опроміненість під центром лампи при розташуванні її перпендикулярно переміщенню насіння складає  $E_0= 78$  Вт/м<sup>2</sup>. Розподіл опроміненості під лампою ДРТ-400 представлено на рис.3.

Очевидно, що ця крива підтверджується кривою розподілу отриманою експериментально (рис.4).

Рівняння регресії, що описує розподіл опроміненості  $E$  по довжині транспортера має вигляд

$$E = 30,934 + 111,11L - 555,5L^2. \quad (17)$$

З врахуванням виразів (1) та (17) через вираз (15) отримаємо формулу для обчислення фактичної дози, що отримується насінням за час його руху на транспортері в зоні опромінення

$$H_{ПЕР} = \frac{2k_{\phi}}{V} \cdot \int_0^{0,1} (30,934 + 111,11L - 555,5L^2) dL. \quad (18)$$

Враховуючи характеристики лампи ДРТ-400 визначаємо дозу  $H_{ПЕР} = 867,45 \text{ Дж/м}^2$ .

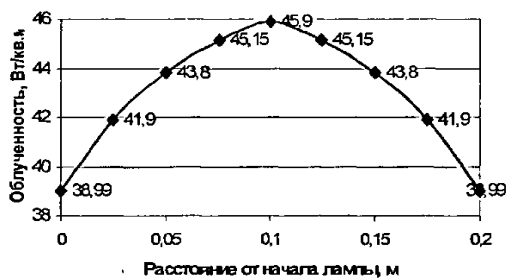


Рис. 3. Розподіл опроміненості  $E$  під лампою ДРТ-400 на відстані 350 мм.

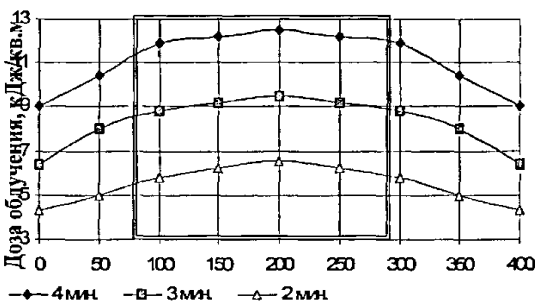


Рис. 4. Розподіл дози на поверхні транспортера залежно від тривалості опромінення.

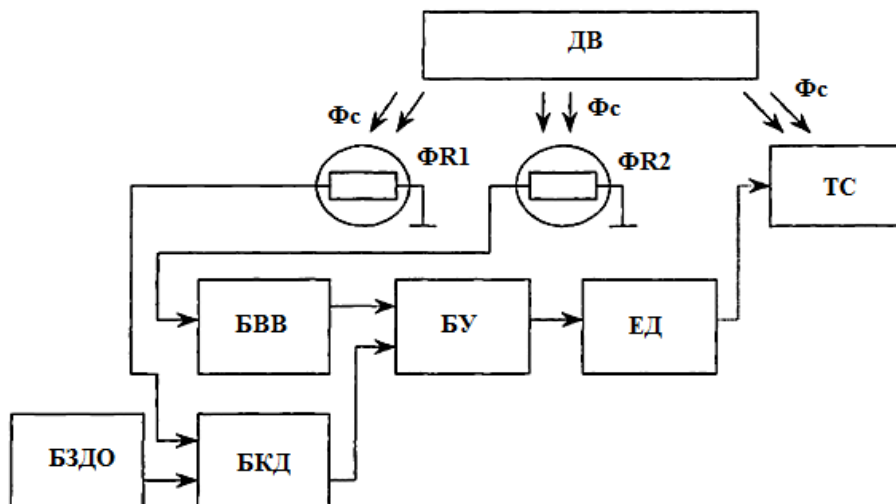


Рис.5. Структурна схема установки транспортерного типу для УФ та інфрачервоного опромінення насіння: ДВ– джерело випромінювання; ФR1, ФR2– фоторезистори; БЗДО– блок задання дози опромінення; БКД– блок корекції дози УФО); БВВ– блок витримки часу опромінення; БУ– блок управління; ЕД– електродвигун; ТС– транспортер з насінням.

*Висновки.* Запропонована методика розрахунку дози ультрафіолетового опромінення насіння огірка від лампи типу ДРТ-400, при використанні її в опромінювальній установці транспортерного типу, дозволяє визначати фактичну кількість енергії, що отримує насіння під час перебування на транспортері. Величину дози опромінення можна регулювати зміною швидкості транспортера, або висотою підвісу лампи.

#### Література

1. Дубров А.П. Действие ультрафиолетовой радиации на растения / А.П. Дубров. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 124 с.
2. Жилинский Ю.М. Электрическое освещение и облучение / Ю.М. Жилинский, В.Д. Кумин. – М.: Колос, 1982. – 272 с.
3. Леман В.М. Курс светокультуры растений : учеб. пособие для с.-х. вузов / В.М. Леман. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Высш. Школа», 1976. – 271 с.
4. Шевель С.С. Рекомендации по расчету доз ультрафиолетового облучения свиней / С.С. Шевель, Л.С. Червинский // Информационное письмо Минсельхоза СССР. – Киев, 1982.

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДОЗЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ СЕМЯНОГУРЦА В УСТАНОВКЕ ТРАНСПОРТЕРНОГО ТИПА

Червинский Л.С., Романенко О.И.

#### *Аннотация*

Предложена методика расчета дозы ультрафиолетового облучения семян огурца от лампы типа ДРТ-400, при использовании ее в облучательной установке транспортерного типа.

### METHOD OF CALCULATING THE DOSE OF UV IRRADIATION OF SEEDS OF CUCUMBER TO INSTALL TRANSPORTER TYPE

L. Chervinsky, O. Romanenko

#### *Summary*

Proposed a method for calculating the dose UV irradiation of seeds of cucumber from the lamp type DRT-400, when use in the irradiation facility of the conveyor type.