

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ РОЗСАДНИХ ВІДДІЛЕНЬ ТЕПЛИЦЬ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Робота присвячена вирішенню питань ефективності використання енергетичних ресурсів для розсадних відділень із запропонованою системою децентралізованого забезпечення мікроклімату в зоні росту розсади в порівнянні з традиційною технологією вирощування.

Постановка проблеми. Однією з гострих проблем сектора агропромислового комплексу України є розвиток тепличних господарств. В умовах постійного росту цін на енергоносії, постає питання щодо удосконалення конструктивних рішень теплиць з метою скорочення витрат теплоенергоресурсів і зниження питомих витрат матеріалів, підвищення врожайності та якості вирощеної продукції, застосування нових прогресивних агротехнологій.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Для виконання поставленої мети, скористаємося досвідом експлуатації розсадних відділень тепличного господарства з традиційною технологією вирощування розсади [1, 2].

Формулювання цілей та завдання статті. Проаналізувати доцільність проведення енергоефективних заходів та визначити напрямки скорочення енергоспоживання, розробити організаційні та технологічні рішення спрямовані на забезпечення енергоощадності культивацийних споруд на прикладі розсадних відділень. Проаналізувати існуючі методи вирощування розсади та системи забезпечення необхідних параметрів мікроклімату розсадних відділень теплиць та їх енергетичні характеристики.

Вирішення питань енергозбереження потребує оцінювання ефективності використання енергетичних ресурсів. Для визначення енергетичних і економічних показників роботи розглядаємо та порівнюємо витрати розсадного відділення з традиційною технологією вирощування розсади і запропонованого розсадного відділення з системою децентралізованого забезпечення мікроклімату в зоні росту розсади.

Основна частина.

Основні показники розсадних відділень з традиційною технологією вирощування розсади

Площа розсадного відділення 0,5 га (5280 м²). Місце розташування – Київська область. Розсада вирощується в горщиках, загальний вихід розсади за 1 оборот складає 115000 рослин. Термін вирощування розсади 35-40 днів.

Огородження теплиці одинарне скло товщиною 4 мм по металевим шпросам. Основною конструктивною характеристикою теплиць є коефіцієнт

огороження, від якого залежать тепловтрати та необхідна потужність системи опалення [3, 4].

Коефіцієнт огороження визначаємо за формулою:

$$\eta_{огор.} = \frac{F_o}{F_{зр.}} \quad (1)$$

де F_o - сумарна площа поверхні огороження, м²;

$$F_o = nB(H + H^k) + 2HL + 2nCL = nB(H + H^k) + 2L(H + nC) \quad (2)$$

$F_{зр.}$ - площа ґрунту теплиці, м²,

$$F_{зр.} = nBL \quad (3)$$

де B - ширина блоку теплиці, м; L - довжина блоку теплиці, м;
 n - кількість блоків, шт.

Розрахункова потужність системи опалення розсадного відділення визначається за формулою:

$$Q_{опал.} = k(t_{вн.} - t_{зов.})\eta_{огор.}\eta_{инф.}F_{зр.} \quad (4)$$

де $Q_{опал.}$ - розрахункова потужність системи опалення, Вт;

k - коефіцієнт теплопередачі, $\frac{Вт}{м^2 \times ^\circ C}$;

$t_{вн.}, t_{зов.}$ - розрахункова температура внутрішнього і зовнішнього повітря, $^\circ C$;

$\eta_{инф.}$ - коефіцієнт інфільтрації. Для скляних теплиць приймають $\eta_{инф.} = 1,25 \dots 1,3$.

Для розсадного відділення блокової теплиці розрахункова потужність системи опалення складатиме:

$$Q_{опал.} = k(t_{вн.} - t_{зов.}) \frac{nBH + nBH^k + 2LH + 2nLC}{nBL} \eta_{инф.} nBL \quad (5)$$

Отже,

$$Q_{опал.} = 6,4 \times [25 - (-22)] \frac{(11 \times 6,4 \times 2,5) + (11 \times 6,4 \times 3,9) +$$

$$+ (2 \times 75 \times 2,5) + (2 \times 11 \times 3,52)}{11 \times 6,4 \times 75} \times 1,3 \times 11 \times 6,4 \times 75 = 2580864 \text{ Вт} = 2,58 \text{ МВт}$$

Визначаємо середню температуру зовнішнього повітря за період вирощування розсади.

Середня температура зовнішнього повітря за період вирощування розсади визначається за формулою:

$$t_{ср.} = \frac{\sum t_{ср.м.} \times n_i}{\sum n_i} \quad (6)$$

де $t_{ср.м.}$ - середня по місяцях температура зовнішнього повітря, $^\circ C$;

n_i - кількість днів в місяці.

$$t_{cp.} = \frac{(1,2 \times 30) + (-3,5 \times 31) + (-5,9 \times 31) + (-5,2 \times 28) + (-0,4 \times 31) + (7,5 \times 30)}{30 + 31 + 31 + 28 + 31 + 30} =$$

$$= \frac{-188,4}{181} = -1,04 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Середні витрати теплоти під час вирощування розсади в теплиці знаходимо за формулою (4):

$$Q_{опал.} = 6,4 \times [22 - (-1,04)] \frac{(11 \times 6,4 \times 2,5) + (11 \times 6,4 \times 3,9) +}{11 \times 6,4 \times 75} + (2 \times 75 \times 2,5) + (2 \times 11 \times 3,52) \times 1,3 \times 11 \times 6,4 \times 75 = 1265172,48 \text{ Вт} = 1,27 \text{ МВт}$$

Загальні витрати теплоти за весь період вирощування розсади складають:

$$Q_{заг.опал.} = 1,27 \times 24 \times 181 \times 0,86 = 4744,52 \text{ Гкал.}$$

Середня питома витрата теплової енергії на одну рослину визначається за формулою:

$$q = \frac{Q_{заг.опал.}}{N} \quad (7)$$

де N – кількість розсади за весь період вирощування, рос.,
 $N_{тр} = 115000 \times 6 = 690000$ рослин.

За формулою (7) знаходимо середню витрату теплової енергії на одну рослину в традиційних розсадних відділеннях:

$$q_{тр} = \frac{4744,52}{690000} = 0,0069 \text{ Гкал/рос.}$$

Основні показники розсадних відділень з застосуванням міні-теплиць з системою децентралізованого забезпечення мікроклімату

Міні – теплиці встановлені в теплиці площею 0,5 га. Площа однієї міні-теплиці складає 1,92 м². Розсада вирощується в касетах чарункового типу розміром 600×400. Загальний вихід розсади за 1 оборот 300000 рослин. Температуру внутрішнього повітря в теплиці, де встановлені міні-теплиці, приймаємо $t_{вн.} = 12^\circ\text{C}$.

Середні витрати теплоти в теплиці, де встановлені міні – теплиці, за період вирощування розсади визначаємо за формулою (4):

$$Q_{опал.} = 6,4 \times [16 - (-1,04)] \frac{(11 \times 6,4 \times 2,5) + (11 \times 6,4 \times 3,9) +}{11 \times 6,4 \times 75} + (2 \times 75 \times 2,5) + (2 \times 11 \times 3,52) \times 1,3 \times 11 \times 6,4 \times 75 =$$

$$= 93570,48 \text{ Вт} = 0,94 \text{ МВт}$$

Витрати теплової енергії теплиці, де встановлені міні- теплиці, за весь період вирощування розсади складають:

$$Q_{заг.опал.} = 0,94 \times 24 \times 181 \times 0,86 = 3511,69 \text{ Гкал.}$$

Витрата тепла на опалення однієї міні-теплиці визначаємо за формулою:

$$Q_{опал.} = k \times (t_{вн.} - t_{зов.}) \times [(2 \times b \times h) + (2 \times b \times h) + (l \times b)] \times \eta_{инф.} \quad (8)$$

де b, h, l – відповідно ширина, висота та довжина міні – теплиці, м.

Отже,

$$Q_{опал.м.т.} = 10 \times (22 - 15)(2 \times 1,2 \times 0,6) + (2 \times 1,6 \times 0,6) + (1,2 \times 1,6) \times 1,3 = 411,84 \text{ Вт}$$

Враховуючи те, що в теплиці площею 0,5 гектара можливо розмістити міні-теплиці загальною площею 2534,4 м², то витрати тепла на опалення всієї площі міні-теплиць складатимуть:

$$Q_{заг.м.т.} = \frac{2534,4}{1,92} \times 411,84 = 543628,8 \text{ Вт} = 0,54 \text{ МВт}$$

Загальні витрати тепла за весь період вирощування розсади в міні-теплицях складатимуть:

$$Q_{опал.м.т.} = 0,54 \times 24 \times 181 \times 0,86 = 2017,4 \text{ Гкал.}$$

Тоді, середня питома витрата теплової енергії на одну рослину в розсадних міні – теплицях за формулою (7) складають:

$$q_{нов} = \frac{2017,4}{1800000} = 0,0011 \text{ Гкал/рос.}$$

Отже, за період вирощування розсади використання нової технології вирощування дозволить зменшити загальні витрати тепла на опалення основної тепличної споруди на 1232,83 Гкал, при цьому середня питома витрата теплової енергії на одну рослину зменшиться на 0,0058 Гкал.

Основні енергетичні, технологічні і економічні показники

Згідно з діючими нормативними документами узагальненим показником економічної ефективності технічного рішення є приведені витрати, які враховують, як капітальні витрати, так і витрати на експлуатацію.

Загальні приведені витрати базового та нового варіантів розсадних відділень теплиць визначають за формулою:

$$П = E_n \cdot C + E, \quad (9)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень; C – сума необхідних капіталовкладень, грн; E – сума експлуатаційних витрат, грн/рік.

Нормативний коефіцієнт економічної ефективності E_n – величина зворотня до періоду окупності T .

Термін окупності капіталовкладень визначається як відношення додаткових капіталовкладень до економії експлуатаційних витрат нового та базового варіантів:

$$T = \frac{C_2 - C_1}{E_1 - E_2} \quad (10)$$

де C_1 – капітальні витрати базового варіанта, грн; C_2 – капітальні витрати нового варіанта, грн; E_1 – експлуатаційні витрати базового варіанта, грн; E_2 – експлуатаційні витрати базового варіанта, грн.

Капітальні витрати на будівництво розсадних відділень теплиць визначається за обсягами будівельно – монтажних робіт та розцінками на їх виконання (кошторисною вартістю).

Експлуатаційні витрати для розсадних відділень складаються з щорічних витрат на теплову та електричну енергію, заробітну плату тепличниць та технічного персоналу, амортизаційні відрахування, поточний ремонт та загальні додаткові витрати, грн./рік.

$$E = E_m + E_{el} + E_{з/н} + E_{ам} + E_{рем} + E_{дод}, \quad (11)$$

де E_m – річні витрати на теплову енергію, грн./рік; E_{el} – річні витрати на електроенергію, грн./рік; $E_{з/н}$ – річна заробітня плата тепличниць та технічного персоналу, грн./рік; $E_{ам}$ – амортизаційні відрахування, грн./рік; $E_{рем}$ – річні витрати на поточний ремонт, грн./рік; $E_{дод}$ – загальні додаткові витрати, грн./рік.

Річні витрати на теплову енергію складають, грн./рік.:

$$E_m = Q_p \times C_m, \quad (12)$$

де Q_p – річна витрата теплової енергії на опалення розсадних відділень теплиць, Гкал/рік, C_m – вартість одиниці теплової енергії для даного тепличного комбінату, грн./Гкал.

Визначення витрат на електроенергію, грн./рік.:

$$E_{el} = N_p \times B_{el}, \quad (13)$$

де N_p – річна витрата електроенергії, кВт·год/рік; B_{el} – вартість електроенергії за 1 кВт·год, грн.

Для тепличних комбінатів встановлено 3 тарифи вартості електроенергії, відповідно витрати на електроенергію для диференційованого тарифу складатимуть, грн/рік.:

$$E_{el.} = \sum_{i=1}^n N_p^i \cdot B_{el.}^i \quad (14)$$

де N_p^i – витрати електричної енергії під час дії і-того тарифу на електроенергію, кВт·год./рік.; $B_{el.}^i$ – вартість електроенергії згідно і-того тарифу, 1кВт·год/грн; m – кількість тарифів вартості електроенергії, $m = 3$.

Для систем водяного опалення розсадних відділень витрати на електроенергію складатимуть витрати на забезпечення циркуляції теплоносія в системі обігріву. Річна витрата електроенергії для циркуляції теплоносія насосами розраховується за формулою:

$$N_p = 24 \cdot \eta \cdot N_{нас.} \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ тис.кВт/рік.}, \quad (15)$$

де $N_{нас.}$ – установочна потужність циркуляційних насосів, кВт; η – коефіцієнт корисної дії насосів; n – тривалість експлуатації насосів, діб.

Витрати на заробітну плату складаються із річного фонду заробітної плати тепличниць та технічного персоналу та нарахувань по соціальному страхуванню, грн./рік.:

$$E_{з/н.} = 12 \sum N \cdot a \cdot k_1 \quad (16)$$

де $\sum N$ – загальна кількість тепличниць та технічних робітників, чол.; a – місячна заробітня плата обслуговуючого персоналу з урахуванням преміальних, грн.; k_1 – відрахування на соціальне страхування, %.

Амортизаційні відрахування визначаються за формулою, грн./рік.:

$$E_{ам.} = \frac{C \cdot A_{ам.}}{100} \quad (17)$$

де C – капітальні витрати, грн.; $A_{ам.}$ – норма амортизаційних відрахувань, %.

Витрати на поточний ремонт складають 20% від амортизаційних відрахувань, грн./рік.:

$$E_{\text{рем.}} = 0,2 E_{\text{ам.}} \quad (18)$$

Загальні додаткові витрати складають до 30% від суми витрат на заробітну плату обслуговуючого персоналу, на поточний ремонт та амортизаційні відрахування, грн./рік.:

$$E_{\text{доп.}} = 0,3 (E_{\text{з/п.}} + E_{\text{ам.}} + E_{\text{рем.}}) \quad (19)$$

Результати техніко – економічного розрахунку наведено на діаграмі рис.1.

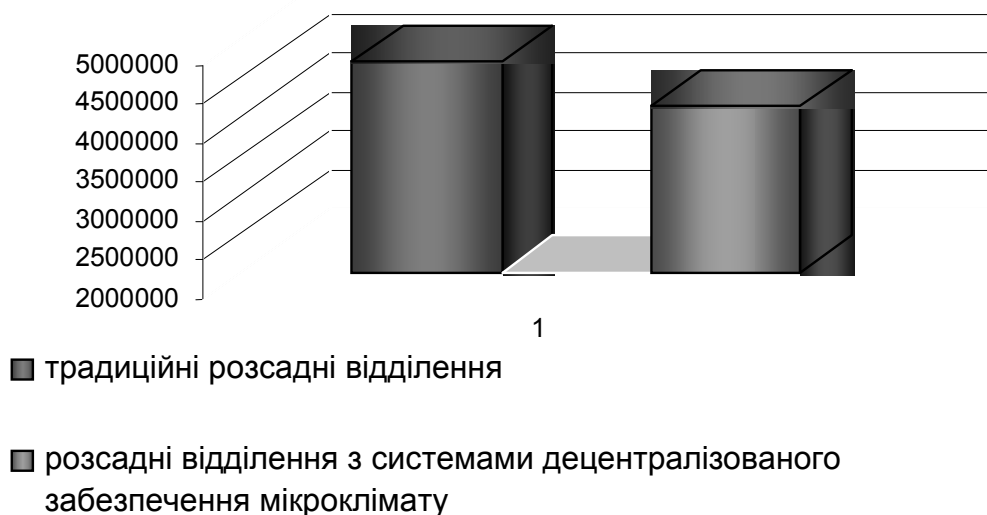


Рис.1. Діаграма результатів техніко – економічних розрахунків.

Висновки.

1. Визначені і висвітлені переваги впровадження системи децентралізованого забезпечення мікроклімату розсадних відділень в порівнянні з традиційними розсадними відділеннями тепличних комбінатів.

2. Запропонована система децентралізованого забезпечення мікроклімату при використанні в розсадних відділеннях теплиць площею 0,5 га з водяною системою опалення дозволить зменшити металоємність системи опалення, при цьому економія металевих труб складе понад 4500п.м.

3. Очікується, що впровадження запропонованої системи дозволить зменшити в 1,3 рази витрати теплової енергії на опалення 1 м² розсадного відділення. При цьому, на площі 0,5 га за весь період вирощування розсади буде заощаджено біля 180 тис.м³ природного газу.

4. Впровадження запропонованої системи децентралізованого забезпечення мікроклімату дасть змогу знизити загальні теплові витрати на 30%.

5. Важливим є те, що запропонована система створює благоприємні умови росту рослин, не залежно від зовнішніх чиників, зменшує захворюваність та покращує культуру виробництва.

6. Впровадження системи децентралізованого забезпечення мікроклімату дозволить зменшити термін вегетації розсади на 3-5 днів за рахунок стабільного температурно-вологісного режиму в робочому об'ємі, а багатоярусне розміщення міні – теплиць збільшить вихід розсади з 1 м² корисної площі теплиці в 2 – 3 рази в залежності від кількості ярусів.

Література

1. *Барабаш О. Ю.* Розсада овочевих культур / *О. Ю. Барабаш, В. В. Хареба, С. Т. Гутиця.* – К. : Вища школа, 2002. – с. 46.
2. *Барабаш О. Ю.* Вирощування розсади / *О. Ю. Барабаш, В. В. Хареба* // . – К. : Знання, 1991. – с.4–40.
3. ДБН В.2.2 – 2 – 95. Державні будівельні норми “Теплиці та парники” / *О. Ф. Омельченко, П. П. Іваненко, В. П. Яковенко та ін.* – К. : Укрбудінформ, 1996. – 20 с.
4. ВНТП СГіП-46-19-96. Відомчі норми технологічного проектування “Тепличні і оранжерейні підприємства. Споруди захищеного ґрунту для фермерських (селянських) господарств”/ *П. П. Іваненко, А. П. Лисенко, В. П. Мельниченко та ін.* – К. : Мінсільгосппрод, 1996. – 79 с.

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАССАДНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ТЕПЛИЦ

Чепурная Н. В., Кириченко М. А., Чепурной В. В.

Работа посвящена решению вопросов эффективности использования энергетических ресурсов для рассадных отделений теплиц с предложенной системой децентрализованного обеспечения микроклимата в зоне роста рассады по сравнению с традиционной технологией выращивания.

CALCULATION OF ECONOMIC EFFICIENCY OF APPLICATION SOFTWARE MICROCLIMATE DECENTRALIZED OFFICES GREENHOUSES FOR SEEDLING

N. Chepurna, M. Kyrechenko, V. Chepurnoy

The work is devoted to solving issues of energy efficiency for seedlings department of the proposed decentralized system providing a microclimate in the area of seedling growth, compared with the traditional cultivation technology.