

УДК 533.6.011.8

## Особливості вентиляції тепличних об'єктів

Синицина Є.Ю.<sup>1</sup>, Губарев О.П.<sup>1</sup>

1 – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

**Анотація:** Більшість рослин, вирощених у теплицях, віддають перевагу оптимальній температурі, що досягається за допомогою природної вентиляції, затінення та інших методів охолодження та опалення. Крім того, конструктивні параметри теплиці, такі як форма, розмір, орієнтація, висота, відкриття бічних та дахових отворів, напрямок вітру за межами теплиці, та властивості покривного матеріалу відіграють важливу роль у впливі на мікроклімат теплиці. Тому задача будь-яких конструкцій збирати сонячну енергію та максимально зберігати тепло. Тепличний контроль клімату можна здійснювати за рахунок природної вентиляції. Конструкція теплиці у наших кліматичних умовах має передбачати відкриваючі отвори (25 % площі всієї теплиці), що забезпечить провітрювання без порушення мікроклімату та сильних протягів. Для досягнення збільшення кількості та якості продукції використовують штучну вентиляцію.

**Ключові слова:** тепличний об'єкт; системи вентиляції; інженерні системи теплиці; температура повітря; відносна вологість повітря; вентиляційний отвір.

Вентиляція теплиць найважливіша для контролю температури, відносної вологості та рівня CO<sub>2</sub>. Хорошої вентиляції в теплиці можна досягти за допомогою комбінації вентиляційного отвору на даху, вхідних дверей та вентиляторів. Найкраще використовувати вентиляційний отвір для даху, де одна з кожної сторони може бути автоматично відкрита, залежно від напрямку вітру [1].

Стандарти Американського товариства інженерів сільського господарства та біології (ASABE) рекомендували, щоб загальна площа вентиляційного отвору бокової стінки та загальна площа вентиляційного отвору були однакові, принаймні 15-20% площі підлоги теплиці. Інші дослідники повідомляли про різні співвідношення площі вентиляції до поверхні даху, оптимальні для їх конкретного застосування (табл. 1).

Таблиця 1

Різні співвідношення площі вентиляції до поверхні даху

Дослідники	Рік	Співвіднош. вент. отвору до площі даху поверхні	Умови
(ASABE) стандарти [2]	2003	15-20%	Тропічні умови
Коннеллан, «Тепличний дизайн для здорової зрізаної квіткової культури». [3]	2000	20%	Регіони з більшою високою температураю
Камаруддін, «Фізичні властивості покривних матеріалів для природної вентиляції тропічної теплиці». [4]	2000	40%	Тропічні регіони
Монтеро, «Аналіз теплової вентиляції в тунельній теплиці за допомогою малих моделей». [5]	2001	33%	-
Олбрайт, «Контроль тепличного середовища». [6]	2002	10%	-

Кампен, «Дизайн теплиці із застосуванням cfd для індонезійських умов». [7]	2005	40.4%	В індонезійських умовах
Гарманто, «Оптимізація вентиляційного простору в природно провітрюваній теплиці у вологому тропічному середовищі». [8]	2006	60%	У вологих тропіках

Як правило, більше менших вентиляційних отворів краще, ніж один великий, із загальною площею вентиляції. Рекомендується мати принаймні один низький вентиляційний отвір і принаймні один високий вентиляційний отвір, щоб гаряче повітря піднімалося вгору і виходило з верхніх вентиляційних отворів і вводило свіже прохолодне повітря в нижні вентиляційні отвори (рис. 1) [9]. Крім того, вентиляційні отвори слід розташовувати таким чином, щоб запобігти пересуванню холодного повітря безпосередньо через рослини.

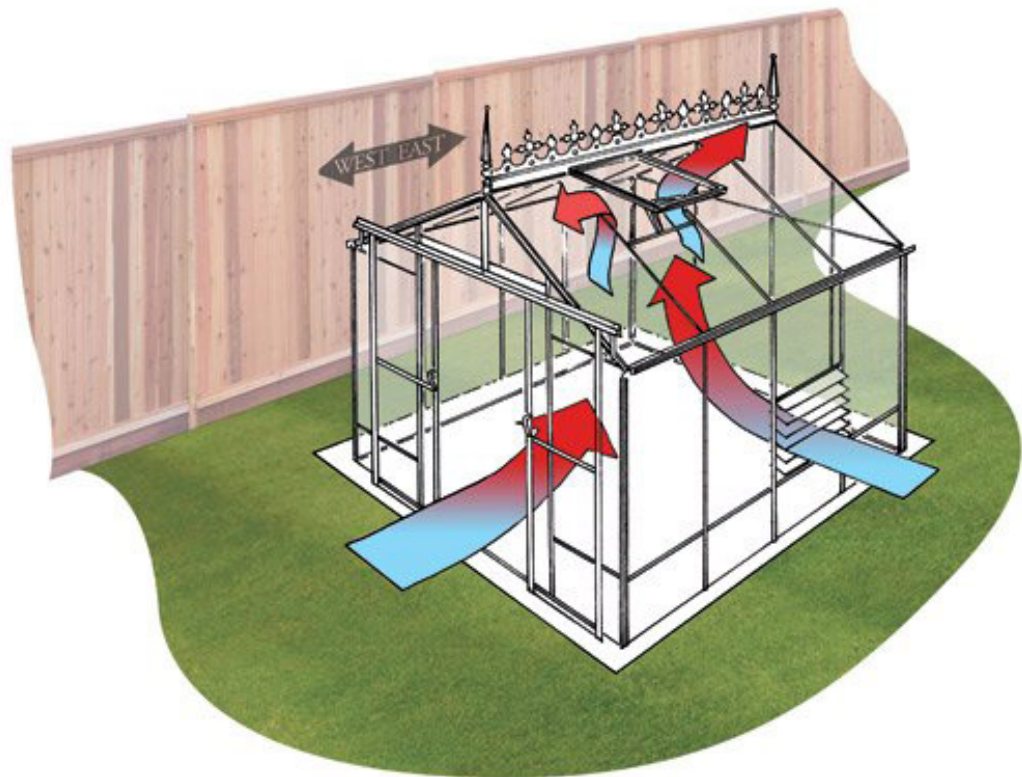


Рис. 1 – Приклад розміщення вентиляційних отворів у тепличному об'єкті

На додаток до природної вентиляції, потрібно встановлювати штучну вентиляцію, яка допомагає підтримувати мікроклімат теплиці завдяки більшій швидкості зміни повітря, ніж це можна було досягти завдяки природній вентиляції.

Тому за рахунок штучної вентиляції можна регулювати наступні параметри:

1. Температура є найважливішою змінною тепличного клімату, яку можна і потрібно контролювати. Більшість рослин, що вирощуються в теплицях, є теплими сезонами і пристосовані до середніх температур, з приблизними нижньою та верхньою межею температури 10 °C та 35 °C. Якщо середня мінімальна зовнішня температура нижче 10 °C, теплиця вимагає опалення, особливо вночі. Коли середня максимальна зовнішня температура менше 27 °C, вентиляція запобіжить надмірній внутрішній температурі протягом дня; однак, якщо середня максимальна температура перевищує 27-28 °C, необхідне штучне охолодження.

Максимальна температура теплиці, що перевищує 35 °С протягом тривалого періоду, шкідлива для більшості сільськогосподарських культур [2,3].

2. Відносна вологість повітря в межах 60-90% підходить для росту рослин. Значення нижче 60% можуть мати місце під час вентиляції в посушливих кліматичних зонах або коли рослини молоді з дрібними листками, і це може спричинити водний стрес. Серйозні проблеми можуть виникнути, якщо відносна вологість повітря перевищує 95 % протягом тривалих періодів, особливо вночі, оскільки це сприяє швидкому розвитку грибкових захворювань. Вдень вологість повітря зазвичай можна зменшити за допомогою вентиляції. Однак вночі, якщо теплиця не опалюється, внутрішні та зовнішні температури може бути подібним, і якщо зовнішня вологість висока, зменшити вологість теплиці не просто [4].

3. Збагачення CO<sub>2</sub> має важливе значення для підвищення якості продукції, адже постійне або періодичне збільшення CO<sub>2</sub> в теплиці може призвести до збільшення виробництва фруктів як на суху, так і на свіжу речовину понад 20 відсотків. Концентрації CO<sub>2</sub> слід утримувати щонайменше до зовнішнього рівня, але збагачення CO<sub>2</sub> дотепер не є практикою в умовах помірного клімату. CO<sub>2</sub> поглинається через продири в рослині, а отже, ефективне поглинання CO<sub>2</sub> у теплиці сильно залежить від інших кліматичних факторів, що впливають на отвори продирих у рослині [5].

4. При понижених температурах потрібно більше нагрівати температуру всередині теплиці, а в теплі – охолоджувати (за рахунок теплового обміну). Від відносної вологості навколишнього середовища залежить вологість повітря всередині теплиці. Якщо вологість низька - зволожувач повітря високого тиску, стиснене повітря використовується для розколювання води на крихітні крапельки, а потім рухається через теплицю повітряним потоком (спринклерна система). Коли вологість висока і низька температура можна спостерігати утворення конденсату. Конденсація може бути головною проблемою у певний час року, якої неможливо уникнути повністю. Анти крапля покривні матеріали використовуються для осушення теплиць. Плівки “проти крапель” містять спеціальні добавки, які усувають крапельки і утворюють натомість суцільний тонкий шар води, що стікає по боках [7].

5. Від швидкості та напрямку вітру залежить яку фрамугу і на скільки відкривати в теплиці. А це у свою чергу впливає на вентиляцію теплиці.

6. Від кількості опадів залежить відносна вологість повітря, а відповідно мікроклімат.

### Список літератури

1. Campotti C A, Latini A, Matteo S and Viola C 2014 certificati bianchi guida operativa per la scheda 40E—Gli Incentivi Del DM 28 Dicembre 2012 Sui Sistemi Serra ENEA, Rome (2014).
2. ASABE 2003 Standards for Heating, Ventilating and Cooling Greenhouses, 2003 USA
3. Connellan G J 2000 Australian Flower Conference: Greenhouse Design for a Healthy Cut Flower Crop 2000 Australia
4. Kamaruddin R, Bailey B J and Douglas M P 2000 Physical properties of covering materials for naturally ventilated tropical greenhouse J. Trop. Agric. Food Sci. 28(1) pp 55-69
5. Montero J I, Anton A, Kamaruddin R and Bailey B J 2001 Analysis of thermally driven ventilation in tunnel greenhouse using small scale models. J Agr Eng Res 79(2) pp 213-22
6. Albright L D 2002 Controlling greenhouse environments, International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium, pp 121–25
7. Campen J B 2005 Greenhouse design applying cfd for indonesian conditions. 2005 International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. pp 419-24
8. Harmanto M, Tantau H J and Salokhe V M 2006 Optimization of ventilation opening area of a naturally ventilated net greenhouse in a humid tropical environment. 2006: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium pp 165-71
9. Rudge S 2014 Greenhouses for the Northern Climate [cited 2017 10.25]

## Features of ventilation of greenhouse objects

**Yelyzaveta Synytsyna, Oleksandr Hubarev**

**Abstract.** Most plants grown in greenhouses prefer the optimum temperature achieved by natural ventilation, shading and other methods of cooling and heating. In addition, the design parameters of the greenhouse, such as shape, size, orientation, height, opening of side and roof openings, wind direction outside the greenhouse, and properties of the cover material play an important role in influencing the microclimate of the greenhouse. Therefore, the task of any structure is to collect solar energy and retain heat as much as possible. Greenhouse climate control can be carried out through natural ventilation. The design of the greenhouse in our climate should include opening holes (25% of the area of the greenhouse), which will provide ventilation without disturbing the microclimate and strong drafts. Artificial ventilation is used to increase the quantity and quality of products.

**Keywords:** greenhouse facility; ventilation systems, greenhouse engineering systems; air temperature; relative humidity; ventilation hole.