

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМ ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ДВООКИСОМ ВУГЛЕЦЮ НА ВИРОБНИЧИЙ ПЕРСОНАЛ ТЕПЛИЦЬ

Бойко А.І., д.т.н., проф.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Савченко Л.Г., к.і.н., асист., Савченко В.М., к.т.н. доц.

Житомирський національний агроекологічний університет

Робота в промислових теплицях відрізняється від інших галузей специфікою ведення технологічних процесів і характеризується впливом на працівників комплексу несприятливих факторів. Мета дослідження полягає в оцінці кліматичних параметрів і вмісту вуглекислого газу в промислових теплицях, а також їх впливу на персонал. В роботі досліджено вплив технічного стану систем підживлення рослин двоокисом вуглецю на виробничі процеси. Доведено, що пошук раціональних схем керування мікрокліматом має великий науковий і практичний інтерес, що полягає у створенні оптимальних параметрів мікроклімату спрямованих на підвищення якості рослин, які вирощуються в умовах захищеного ґрунту. З урахуванням вищезазначеного необхідно проектувати об'єкти з технологічним оснащенням високої надійності. Система підживлення рослин двоокисом вуглецю (CO₂) відноситься до систем акселерації росту. Вона є невід'ємною складовою комплексної системи керування технологічними процесами та основним джерелом підвищення урожайності рослин в умовах захищеного ґрунту. Система розподілу CO₂ призначена для адресного підживлення рослин газоповітряною сумішшю вуглекислого газу та дозволяє забезпечити підтримку концентрації CO₂ в об'ємі культиваційної споруди на рівні 400 - 1000 ррт. При експлуатації систем подачі CO₂ від водогрійного котла через економайзер виникає проблема в якісному відділенні CO₂ від димових газів, адже разом з димовими газами надходить CO, NO_x і SO₂, що негативно впливає як на рослини так і на здоров'я виробничого персоналу теплиці. В роботі доведено, що особлива увага повинна приділятися фізичним основам формування відмов тепличного обладнання, а саме вивчення відмов в технологічних системах індустриальних теплиць, в наслідок їх специфіки, може формувати окремі наукові задачі, вирішення яких сприятиме підвищенню надійності обладнання.

Ключові слова: *Захищений ґрунт, мікроклімат, технічний стан, вуглекислий газ, виробничий персонал*

Постановка проблеми. Вуглекислий газ є природним компонентом атмосфери, його нормальний вміст в повітрі населених місць зазвичай становить 0,03-0,04% об. Система підживлення рослин двоокисом вуглецю (CO₂) відноситься до систем акселерації росту. Вона є невід'ємною складовою

комплексної системи керування технологічними процесами та основним джерелом підвищення урожайності рослин в умовах захищеного ґрунту. Система розподілу CO₂ призначена для адресного підживлення рослин газоповітряною сумішшю вуглекислого газу та дозволяє забезпечити підтримку концентрації CO₂ в об'ємі культиваційної споруди на рівні 400 - 1000 ppm. [1] Доведено, що пошук раціональних схем керування підживленням рослин CO₂, як складової системи керування мікрокліматом має великий науковий і практичний інтерес, що полягає у створенні оптимальних параметрів мікроклімату спрямованих на підвищення якості рослин, які вирощуються в умовах захищеного ґрунту. З урахуванням вищезазначеного необхідно проектувати об'єкти з технологічним оснащенням високої надійності, експлуатація яких є цілком безпечною для виробничого персоналу в промислових теплицях.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження проведене Дж. Пенг та Л. Дан [10] дозволили статистично продемонструвати значні позитивні співвідношення між скаргами, такими як сухість у горлі та подразнення слизових оболонок, а також збільшення концентрації CO₂ навіть у концентраціях нижче 1000 ppm. Ці ж дослідження показали, що витрати на вирішення проблем, що виникають внаслідок несприятливого внутрішнього клімату, часто є вищими для роботодавця, власника будівлі та суспільства, ніж витрати на енергію для підтримання оптимального мікроклімату. Було також доведено, що відповідна внутрішня якість мікроклімату може покращити загальну продуктивність роботи та навчання, а також знизити відсоток людей, що відчувають себе «не комфортно».

Робота в промислових теплицях відрізняється від інших галузей специфікою ведення технологічних процесів і характеризується впливом на працівників комплексу несприятливих факторів. Вплив культиваційних споруд та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту розглянуті в роботі [8]. В роботі [7] проведено комплексні гігієнічні дослідження умов праці виробничого персоналу промислових теплиць, оцінено ступінь шкідливості і небезпеки несприятливих факторів робочого середовища, дана комплексна гігієнічна оцінка впливу мікроклімату, вивчено стан здоров'я овочівників за даними періодичних медичних оглядів.

В роботі [2] розглянуті проблеми забезпечення надійності та довговічності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту. В роботі [2] доведено, що особлива увага повинна приділятися фізичним основам формування відмов тепличного обладнання, а саме вивчення відмов в технологічних системах індустріальних теплиць, в наслідок їх специфіки, може формувати окремі наукові задачі, вирішення яких сприятиме підвищенню надійності обладнання.

Мета дослідження полягає в оцінці кліматичних параметрів і вмісту вуглекислого газу в промислових теплицях, а також їх впливу на персонал.

Виклад основного матеріалу. Низька якість повітря в виробничих приміщеннях входить до п'ятірки найважливіших проблем охорони здоров'я [8] за даними великих асоціацій та агентств у всьому світі. Недавні дослідження стверджують, що більше третини промислових будівель в Україні мають

проблеми з якістю повітря. Зазвичай повітряні інспекції проводяться у виробничих приміщеннях, на шахтах або лікарнях [4], і менше уваги приділяється стану забруднення повітря в галузі вирощування продукції рослинництва захищеного ґрунту.

Вміст CO_2 розглядається як провідний параметр для оцінки забруднення повітря, оскільки збільшення концентрації CO_2 в культивативній споруді співпадає з підвищенням інтенсивності запахів, що виникає внаслідок обміну речовин людини та і як наслідок процесу фотосинтезу рослин. Таким чином, вміст CO_2 у повітрі культивативної споруди залежить від інтенсивності використання приміщення виробничим персоналом та питомої густини рослин в теплиці. Тому що вміст CO_2 є також базовим значенням для інших областей регулювання, таких як планування розмірів систем вентиляції та кондиціонування повітря, або для інструкцій з вентиляції в природно вентильованих культивативних споруд, таких як індустріальні тепличні комплекси.

Останні дослідження показали, що збільшення рівня вуглекислого газу, крім його впливу на мікроклімат культивативної споруди, матиме певне токсичний вплив на здоров'я виробничого персоналу. При порівняно низьких концентраціях, вище 0,1%, вуглекислий газ в приміщенні є токсичним газом, оскільки під його впливом відбуваються біохімічні зміни в крові людини, такі, як ацидоз, який веде до порушення в роботі всього організму людини. Підвищена концентрація вуглекислого газу впливає на здоров'я через зниження рН крові, що викликає утруднення дихання, почастищення пульсу, головний біль, погіршення слуху, слабкість і втому. Більш того, встановлено, що збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері може викликати ембріональні ненормальності плода [0; 5].

В приміщеннях, що використовуються, концентрація CO_2 залежить, від наступних чинників:

- кількість людей в культивативній споруді, об'єм споруди;
- активність людей в споруді;
- тривалість знаходження виробничого персоналу в культивативній споруді;
- наявність процесів в теплиці;
- обмін повітря та об'єм потоку свіжого повітря.

Розрізняють декілька видів систем подачі CO_2 [1]:

- Система подачі CO_2 від водогрійного котла через економайзер, установку подачі CO_2 і систему трубопроводів.
- Система подачі рідкого CO_2 з резервуара через компресор по трубопроводах.
- Система подачі CO_2 за допомогою системи пальників змонтованих безпосередньо в теплиці.

При експлуатації систем подачі CO_2 від водогрійного котла через економайзер виникає проблема в якісному відділенні CO_2 від димових газів, адже разом з димовими газами надходить CO , NO_x і SO_2 , що негативно впливає як на рослини так і на здоров'я виробничого персоналу теплиці. Вміст шкідливих домішок всередині культивативної споруди в свою чергу залежить від технічного стану і надійності роботи газового пальника, а саме правильного співвідношення газ-повітря. Для резервування роботи газового пальника необхідно встановлення в систему підживлення рослин двоокисом вуглецю

детектора CO NO, який забезпечить захист від дозування шкідливих домішок якщо палик вийде з робоздатного стану.

Контроль поточної і підтримання оптимальної концентрації вуглекислоти в теплиці забезпечується системою контрольно-вимірювальних приладів і автоматики, що входять до комплексної системи керування мікрокліматом (рис.1) [1], яка автоматично змінює режим роботи та контролює роботу складових системи залежно від змін фактичної концентрації вуглекислоти в теплиці до оптимальної.

Інформація від встановлених в теплиці контрольно-вимірювальних приладів надходить на головний комп'ютер керування мікрокліматом, з якого на виконавчі механізми подаються команди включення та/або відключення та/або регулювання подачі оптимальної концентрації газоподібної вуглекислоти необхідної для вирощування продукції рослинництва в умовах захищеного ґрунту.

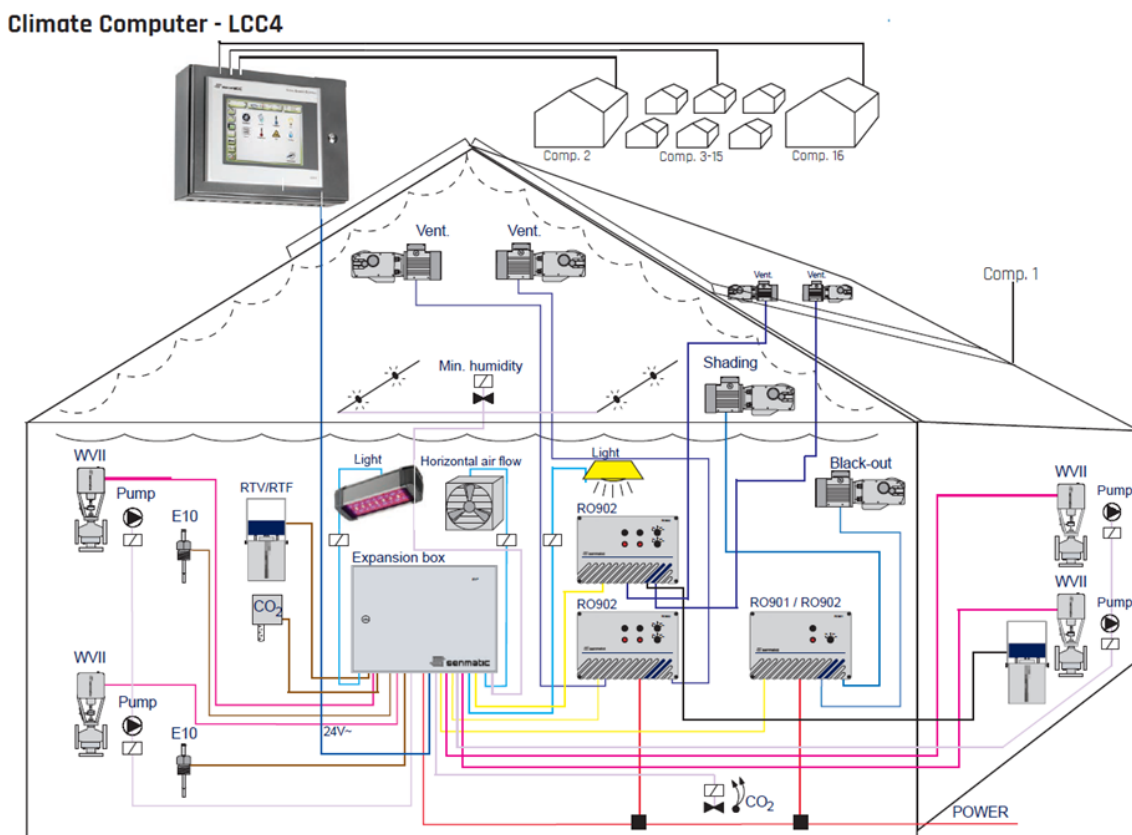


Рис. 1. Комплексна система керування мікрокліматом (Senmatic, Данія) [1]

У Європі існує ціла низка оціночних значень концентрації CO₂ в приміщенні. У Німеччині величина CO₂ в обсязі 0,15 об.% (= 1500 ppm) застосовується як гігієнічне керівне значення відповідно до DIN 1946, частина 2. Допустимі значення для CO₂ були опубліковані Комісією з внутрішньої гігієни повітря (IRK) Федерального міністерства Навколишнього середовища та Державної служби охорони здоров'я.

Ряд європейських країн опублікували керівні принципи та рекомендації щодо вентиляції промислових приміщень, які містять положення щодо обмеження концентрації CO₂ у приміщеннях. У Фінляндії максимально дозволена концентрація CO₂ у повітрі в промислових приміщеннях в звичайних

погодних умовах встановлюється до 1200 ppm.

У Данії, відповідно до рекомендацій органу з охорони праці, концентрація діоксиду вуглецю в промислових приміщеннях не повинна перевищувати 1000 ppm. Якість повітря описується як недостатня, коли концентрація CO₂ перевищує значення 2000 ppm кілька разів на день протягом короткого часу.

На робочих місцях, де поширюються вимоги Директиви щодо небезпечних речовин, концентрації CO₂ повинні не перевищувати 5000 ppm відповідно до TRGS 900.

Проаналізувавши європейський норматив для повітря [9], пропонуємо таку класифікацію якості повітря, наведену в табл. 1. Вуглекислий газ є хорошим індикатором біологічних виділень. Класифікація за концентрацією вуглекислого газу широко застосовується для приміщень, в яких знаходиться виробничий персонал.

Таблиця 1 - Класифікація якості повітря за змістом вуглекислого газу

Рівень вуглекислого газу, % об.	Фізіологічний прояв
0,038-0,04	Ідеальний для здоров'я і гарного самопочуття
0,04-0,06	Нормальна кількість повітря.
0,06-0,10	З'являються скарги на якість повітря. У людей, які страждають на астму, можуть частішати напади.
вище 0,10	Загальний дискомфорт, слабкість, головний біль, концентрація уваги падає на третину. Може призвести до негативних змін в крові, також можуть з'явитися проблеми з дихальною і кровоносною системою.
вище 0,20	Кількість помилок в роботі сильно зростає, 70% співробітників не можуть зосередитися на роботі.

Висновки. Таким чином, вміст вуглекислого газу вище 0,1% має негативний вплив на здоров'я виробничого персоналу так і на якість продукції що вирощується. Для визначення якості виробничих приміщень необхідно провести дослідження при різних умовах вентиляції за допомогою високоточної газоаналітичної апаратури і перевірити, чи пов'язаний дискомфорт зі збільшенням вмісту вуглекислого газу понад 0,1%.

Перспективою подальших досліджень є вплив технічного стану систем постачання двоокису вуглецю в зону вирощування рослин, як складової системи керування мікрокліматом, на виробничий персонал промислових теплиць при оцінці професійного ризику.

Список використаних джерел

1. Бойко А.І. Вплив технічного стану систем підживлення рослин двоокисом вуглецю на виробничі процеси / А.І.Бойко, В. М. Савченко, Л.Г. Савченко // Крамаровські читання : зб. тез доп. VI міжнар. наук.-техн. конф., 21-22 лют. 2019. – К. : НУБіП, 2019. – С. 311–313.
2. Бойко А. І. Проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в АПК України / А. І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. – № 6. – С. 200–203.
3. Гурина И. В. Безопасный уровень углекислого газа требует ревизии / И.

- В. Гурина // Экологический вестник России. - 2008, - №10, - С. 54-59.
4. ДБН В.2.6-31:2006. Державні будівельні норми України. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. - Київ: Міністерство будівництва, архітектури та житлово- комунального господарства України, 2006. - 69 с.
 5. Робертсон Д. С. О том, как влияет растущий уровень CO₂ в атмосфере на организм человека / Д. С. Робертсон // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. - 2008, - №4, - С. 32-39.
 6. Савченко Л.Г. Аналіз впливу мікроклімату в промислових теплицях на виробничий персонал/ В.М. Савченко, Л.Г. Савченко // Інженерія природокористування – 2018. – №2(10). – С. 122 – 129
 7. Савченко В. М. Вплив культиваційних споруд та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту / В. М. Савченко, В. В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. II міжнар. наук.-техн. конф., 3 квіт. 2013. – К. : НУБіП, 2013. – С. 72–74.
 8. Санітарно-епідеміологічна оцінка використання системи вентиляції "Lossnay" в багатоквартирних житлових будинках / Акіменко В. Я. та ін. // Гігієна населених місць. - 2013. - № 61. - С. 47–53
 9. EN 13779:2007. Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and roomconditioning systems. - Brussels, 2007. - 72 p.
 10. Peng, J., Dan, L. Impacts of CO₂ concentration and climate change on the terrestrial carbon flux using six global climate-carbon coupled models // Ecological Modelling Volume 304, June 04, 2015, - pp. 69-83.

Аннотация

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ДЛЯ ПОДКОРМКИ РАСТЕНИЙ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПЕРСОНАЛ ТЕПЛИЦ

Бойко А.И., Савченко Л.Г, Савченко В.М.

Работа в промышленных теплицах отличается от других отраслей спецификой ведения технологических процессов и характеризуется влиянием на работников комплекса ряда неблагоприятных факторов. Цель исследования заключается в оценке климатических параметров и содержания углекислого газа в промышленных теплицах, а также их влияния на персонал. В работе исследовано влияние технического состояния систем подкормки растений двуокисью углерода на производственные процессы. Доказано, что поиск рациональных схем управления микроклиматом имеет большой научный и практический интерес, заключающийся в создании оптимальных параметров микроклимата направленных на повышение качества растений, которые выращиваются в условиях защищенного грунта. С учетом вышесказанного следует проектировать объекты с технологическим оснащением высокой надежности. Система подкормки растений двуокисью углерода (CO₂) относится к системам акселерации роста. Она является неотъемлемой составляющей комплексной системы управления технологическими процессами и основным источником повышения урожайности растений в условиях защищенного грунта. Система распределения CO₂ предназначена для адресного подкормки растений газовой воздушной смесью углекислого газа и позволяет обеспечить поддержку концентрации CO₂ в объеме

культивационных сооружения на уровне 400 -1000 ppm. При эксплуатации систем подачи CO₂ от водогрейного котла через экономайзер возникает проблема в качественном отделении CO₂ от дымовых газов, ведь вместе с дымовыми газами поступает CO, NO_x и SO₂, что негативно влияет как на растения так и на здоровье производственного персонала теплицы. В работе доказано, что особое внимание должно уделяться физическим основам формирования отказов тепличного оборудования. Вследствие специфики отказов, могут быть сформированы отдельные научные задачи, решение которых будет способствовать повышению надежности оборудования.

Ключевые слова: Защищенный грунт, микроклимат, техническое состояние, углекислый газ, производственный персонал.

Abstract

RESEARCHING THE INFLUENCE OF THE TECHNICAL CONDITION OF SYSTEMS OF NUTRITION OF PLANTS WITH COAL DIOXIDE ON PRODUCTION PROCESSES

A.I. Boyko, L.G Savchenko, V. M Savchenko

The effect of the technical condition of plant nutrition systems on carbon production processes on production processes was researched in the work. It is proved that the search for rational microclimate control schemes has a great scientific and practical interest, which is to create optimal microclimate parameters aimed at improving the quality of plants grown in protected soils. In view of the above, it is necessary to design objects with technological equipment of high reliability. Plant nutrition system with carbon dioxide (CO₂) refers to systems of acceleration of growth. It is an integral part of the integrated system of control of technological processes and the main source of increase of plant productivity in the conditions of protected soil. The system of distribution of CO₂ is intended for targeted feeding of plants with a gas-air mixture of carbon dioxide and allows to support the concentration of CO₂ in the volume of cultivating structure at the level of 400 - 1000 ppm. When operating the systems of supplying CO₂ from a water-heating boiler through the economizer there is a problem in the qualitative section of CO₂ from flue gases, as together with flue gases CO, NO_x and SO₂, which negatively affects both on plants and on health of production personnel of greenhouses. The content of harmful impurities inside the cultivating structure in turn depends on the technical condition and reliability of the gas burner, namely the correct gas-air ratio. In order to reserve the work of the gas burner, it is necessary to install a system of nutrition of plants with carbon dioxide detector CO NO, which will provide protection against the dosing of harmful impurities if the burner comes out of a robust state. The problems of reliability and durability of technological equipment during growing of protected soil products are considered in the paper. It has been proved that particular attention should be paid to the physical basis of the failure of the greenhouse equipment, namely the study of failures in the technological systems of industrial greenhouses, as a result of their specificity, may form separate scientific problems, the solution of which will increase the reliability of equipment.

Keywords: protected ground, microclimate, technical condition, carbon dioxide, production personnel.