

Прус М.В., аспірант спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища

Науковий керівник: Яковишина Т.Ф., д.т.н., професорка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

СЕКВЕСТРАЦІЯ CO₂ РОСЛИНАМИ ТЕПЛИЦІ

Рівень викидів парникових газів продовжує зростати, майже подвоївшись за останнє десятиліття, а концентрація вуглекислого газу (CO₂) в атмосфері досягла 400 ppm, що може призвести до підвищення температури більш ніж 2 °C до 2050 року та глобальної катастрофи, отже потребує впровадження негайних заходів для її зниження.

Окрім зменшення викидів вуглецю, утворених внаслідок антропогенної діяльності, CO₂ можна вилучати з атмосферного повітря шляхом секвестрації рослинами в процесі фотосинтезу, а це, в свою чергу, призведе до пом'якшення кліматичних змін.

Атмосферне повітря зазвичай містить приблизно 350 ppm вуглекислого газу. В даний час значний дефіцит CO₂ в повітрі теплиць виступає лімітуючим фактором для рослин закритого ґрунту щодо фотосинтезу і асиміляції вуглеводів та призводить до суттєвого зниження продуктивності культур в умовах закритого ґрунту. Створення нормального газового середовища в теплицях так само важливо, як і підтримка нормальних температурних умов, водного режиму, системи мінерального підживлення, тощо.

Якщо у сонячну погоду теплиця закрита герметично, існує ймовірність, що весь вуглекислий газ усередині теплиці буде спожитий рослинами. Саме тому виникає потреба, по-перше, контролю рівня CO₂ в повітрі, а, по-друге, систематичного збагачення повітря теплиці вуглекислим газом.

Для забезпечення максимальної інтенсивності фотосинтезу рослин необхідно підтримувати підвищену концентрацію CO₂ повітря. Фотосинтез у рослин проходить у кілька послідовних етапів:

- фотохімічна реакція, що забезпечує фіксацію енергії радіації та її трансформацію у хімічну енергію;
- фотолиз води та перенесення водню, пов'язаний з утворенням АТФ та НАДФ;
- біохімічні реакції, що забезпечують відновлення CO₂ з подальшим включенням до складу вуглеводів.

Найбільше зростання товарної біомаси культур досягається при зростанні концентрації CO₂ до 700-800 ppm, проте при значенні понад 1000 ppm продуктивність різко падає, отже потребує постійного контролю та вживання своєчасних заходів щодо підтримки концентрації CO₂ на належному для рослин рівні.

Крім того доцільно не відривати показник концентрації CO₂ повітря теплиці від решти чинників, які спричиняють суттєвий вплив на ріст і розвиток рослин в закритому ґрунті, формують їх врожайність за умов високої якості товарної продукції. Тому для підвищення врожайності поряд з вмістом CO₂ доцільно також контролювати та підтримувати температуру повітря, забезпечити достатнє освітлення та запаси вологи в ґрунті за умов високого рівня мінерального живлення.

Підтримка оптимальних значень даних чинників приводить до прискорення росту і розвитку рослин та підвищення їх врожайності приблизно на 30–40 % [1]. Приміром врожайність салату підвищується на 40 %, дозрівання пришвидшується на 10–15 днів за умов підвищеної кількості CO₂ в повітрі теплиці. Овочі по-різному реагують на концентрацію вуглекислого газу, а саме: найбільш вибагливими є огірки, томати та квасоля показують високий приріст при значно менших концентраціях CO₂. Нестача

сонячної радіації взимку, яка часто призводить до втрати перших суцвіть у томату, успішно компенсується збільшенням концентрації CO₂ до 0,1 %.

Кількість вуглекислоти, що витрачається, повинна бути пропорційна площі теплиці. Між витратами вуглекислоти, приведеної до одиниці площі теплиці та приростом врожайності спостерігається пряма залежність.

Річне поглинання CO₂ з атмосфери рослинами в процесі фотосинтезу є прямо пропорційним приросту біомаси і вмісту в ній вуглецю та розраховується за формулою (1) [2–3]:

$$C_{\text{stock}} = ((W_{t_1} - W_{t_0}) \times CC) \times 44/12 \quad (1)$$

де C_{stock} – вміст вуглецю в еквіваленті CO₂, який приходить на одну рослину, кг/рослину,

W_{t_1} – річна біомаса наприкінці періоду вирощування (кг);

W_{t_0} – річна біомаса на початку періоду вирощування (кг);

CC – вміст вуглецю в біомасі (%);

44/12 – мультиплікаційний коефіцієнт, що перетворює вуглець на CO₂.

Встановлено, що вміст вуглецю в рослинах здебільшого коливається від 42,5 до 44,7 % іноді доходячи до 50 % [4].

При оптимальних умовах для росту і розвитку рослин їх врожайність суттєво збільшується, приміром у томату вона становить 18 кг/м³ – відкритий ґрунт і сягає до 30 кг/м³ в теплиці. Відповідно, буде збільшуватися і поглинання CO₂ з 11,9 до 18,9 кг на одну рослину. За умов щільності посадки 2,2-2,5 рослин на м² томати в промисловій теплиці 500 м² здатні поглинати близько 24,7 т CO₂ щорічно.

Підсумовуючи вище викладене слід зазначити, рослини, які вирощуються в закритому ґрунті при збалансованому впливі таких чинників, як температурний режим, зволоження, система удобрення в умовах теплиці здатні не тільки формувати значний приріст врожайності та забезпечувати населення високоякісною екологічно безпечною продукцією рослинництва протягом року, а й сприяти секвестрації вуглекислого газу з повітря, тим самим запобігаючи змінам клімату.

Список використаних джерел:

1. CHP helps growth in the greenhouse // Plant Engineering. 2017. August 25. URL: <https://www.plantengineering.com/articles/chp-helps-growth-in-the-greenhouse>
2. Nordh, N.E., Verwijst, T. Above-ground biomass assessments and first cutting cycle production in willow (*Salix* sp.) coppice – A comparison between destructive and non-destructive methods. Biomass Bioenergy 2004. 27. 1-8.
3. Lazzerini G., Manzini J., Lucchetti S., Nin S., Nicese F.P. Greenhouse Gas Emissions and Carbon Sequestration from Conventional and Organic Olive Tree Nurseries in Tuscany, Italy. *Sustainability*. 2022, 14(24). 16526; <https://doi.org/10.3390/su142416526>
4. Ma S., He F., Tian D., Zo, D., et. Variations and determinants of carbon content in plants: a global synthesis. *Biogeosciences*. (2018). 15. 693-702. <https://10.5194/bg-15-693-2018>