УДК 621.311.243:631.5

АГРОВОЛЬТАЇКА: СУМІЩЕННЯ СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ТА ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Микола БОГАТОВ, Дмитро ЗАКИДАЛЬСЬКИЙ, Максим ДОЛЮК

Здобувачі вищої освіти спеціальності G3 «Електрична інженерія»

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація: *Проаналізовано агровольтаїку як спосіб одночасного отримання електроенергії та врожаю з однієї ділянки. Класифіковано конструкції агровольтаїчних систем, розглянуто коефіцієнт еквівалентного землекористування як критерій їх оцінювання та сформульовано рекомендації щодо вибору конструкції для посушливої зони Миколаївщини.*

Ключові слова: *агровольтаїка, фотоелектричні модулі, коефіцієнт еквівалентного землекористування, продовольча безпека, відновлювана енергетика.*

Звичайна наземна сонячна станція потужністю 1 МВт потребує, як правило, 1–2 га площі, що вибуває із сільськогосподарського використання. Для держави, яка є одним з ключових світових постачальників зерна, масове розміщення таких станцій на ріллі суперечить інтересам продовольчої безпеки. Разом з тим південні області отримують понад 1400 кВт·год/м^2 сонячної радіації на рік [4] і водночас потерпають від дефіциту вологи, що посилився після знищення Каховської ГЕС у 2023 р. Вихід із цього протиріччя дає агровольтаїка – сумісне розміщення модулів і посівів на одній ділянці [1, 3].

Мета роботи – класифікувати конструкції агровольтаїчних систем (АВС) і визначити сферу доцільного застосування кожної з них для культур Південного степу.

За способом розміщення модулів АВС поділяють на три групи. У піднесених системах модулі монтують на опорах заввишки 4–5 м, що зберігає можливість механізованого обробітку під ними. У вертикальних системах використовують двосторонні (bifacial) модулі, робочі поверхні яких орієнтовані

на схід і захід; обробіток ведуть у міжрядних смугах. У трекерних системах модулі обертаються навколо однієї осі, завдяки чому можна протягом доби змінювати ступінь затінення посівів. Для порівняння варіантів застосовують коефіцієнт еквівалентного землекористування LER (Land Equivalent Ratio) [1]:

$$LER = Y_{av} / Y_0 + E_{av} / E_0, \quad (1)$$

де Y_{av}, Y_0 – урожайність культури в АВС та на контрольній ділянці без модулів; E_{av}, E_0 – річний виробіток електроенергії АВС та звичайної станції такої ж площі. Значення LER, більше за одиницю, свідчить про перевагу сумісного використання ділянки над роздільним.

Моделювання продукційного процесу рослин, виконане в роботі [1], показало зростання сукупної продуктивності землі на 35–73 % для двох варіантів щільності модулів. У польовому експерименті, проведеному в посушливих умовах Аризони [2], затінення зменшило водний стрес томатів і перцю та підвищило їх урожайність; одночасно знизилася робоча температура модулів, що позитивно вплинуло на їх ККД. Перенесення цих результатів на умови Миколаївщини дає підстави очікувати зменшення поливних норм і втрат урожаю в посушливі роки.

Узагальнення наведених даних дозволяє запропонувати рекомендації щодо вибору конструкції. Для зернових і технічних культур, які обробляють широкозахватною технікою, раціональні вертикальні системи. Для овочевих, ягідних і плодових насаджень, що потребують захисту від граду та перегріву, – піднесені. Для інтенсивних технологій, де потрібне точне дозування освітлення, – трекерні. Ступінь затінення необхідно узгоджувати з вимогами культури до світла: салат, картопля та ягідні культури помірне затінення переносять без істотних втрат, тоді як кукурудза й соняшник потребують максимального освітлення. Отриману електроенергію доцільно насамперед спрямовувати на потреби самого господарства: краплинне зрошення, холодильне зберігання, переробку. Масштабне впровадження АВС в Україні стримують високі капітальні витрати, неврегульованість правового статусу земель під ними та відсутність цільових програм підтримки [3].

Агровольтаїка забезпечує виробництво електроенергії без вилучення ріллі з обороту, а в посушливому кліматі півдня додатково поліпшує водний режим посівів. Запропоновані рекомендації щодо вибору конструкції АВС залежно від культури та технології обробітку можуть бути використані господарствами й територіальними громадами під час планування енергетичних проєктів.

Висновок. Класифіковано конструкції агровольтаїчних систем (АВС) і визначено сферу доцільного застосування кожної з них для культур Південного степу. Агровольтаїка дає змогу виробляти електроенергію без вилучення ріллі з сільськогосподарського обороту, а за значення коефіцієнта еквівалентного землекористування LER > 1 сумісне використання ділянки ефективніше за роздільне. Для посушливих умов Південного степу важливою додатковою перевагою є зменшення водного стресу рослин під модулями. Конструкцію системи доцільно обирати за культурою та технологією обробітку: вертикальні системи для зернових і технічних культур, піднесені для овочевих, ягідних і плодових, трекерні для інтенсивних технологій. Широкому впровадженню в Україні заважають високі капітальні витрати й неврегульований правовий статус земель під такими установками, тому потрібні відповідні зміни до нормативної бази та цільові програми підтримки.

Список використаних джерел

1. Dupraz C., Marrou H., Talbot G., Dufour L., Nogier A., Ferard Y. Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. Renewable Energy. 2011. Vol. 36, Iss. 10. P. 2725–2732. DOI: https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.03.005.

2. Barron-Gafford G. A., Pavao-Zuckerman M. A., Minor R. L. et al. Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. Nature Sustainability. 2019. Vol. 2, No. 9. P. 848–855. DOI: https://doi.org/10.1038/s41893-019-0364-5.

3. Івкін В. І. Агровольтаїка як складова енергетичної політики сталого розвитку. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2025. № 12. DOI: https://doi.org/10.32702/2307-2156.2025.12.29.

4. Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2012. 495 с.

Abstract. *Agrivoltaics is analysed as a way of obtaining electricity and crop yield from the same plot simultaneously. Designs of agrivoltaic systems are classified, the land equivalent ratio is considered as a criterion for their evaluation, and recommendations on choosing a design for the arid zone of the Mykolaiv region are formulated.*

Keywords: *agrivoltaics, photovoltaic modules, land equivalent ratio, food security, renewable energy.*

Науковий керівник:

Кондратьєва А.А.

Ас»истентка кафедри агроінженерії

Миколаївський національний аграрний університет