

УДК 621.311.24:631.5:519.6

МОДЕЛЮВАННЯ ТІНЬОВОГО ВПЛИВУ ФОТОВОЛЬТАІЧНИХ ПАНЕЛЕЙ НА ВРОЖАЙНІСТЬ РІЗНИХ КУЛЬТУР*Алгаєв О., здобувач вищої освіти ОС «Бакалавр»,**Терновий О., здобувач вищої освіти ОС «Бакалавр»,**Клименко К., здобувач вищої освіти ОС «Бакалавр»**Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Одним із перспективних напрямів поєднання сільськогосподарського виробництва та відновлюваної енергії є агрофотовольтаїка, яка передбачає синергетичне поєднання установок відновлюваних джерел енергії та сільського господарства [1]. Встановлення сонячних панелей над посівами дозволяє не лише генерувати електроенергію, а й впливати на мікрокліматичні умови під ними, змінюючи рівень освітленості, температуру ґрунту та вологості. Важливим фактором, що впливає на врожайність у таких системах, є тіньовий ефект від сонячних панелей [2].

Метою дослідження є моделювання тіньового впливу сонячних панелей на мікроклімат та врожайність різних сільськогосподарських культур залежно від конструкції та розташування панелей. Також проведено аналіз впливу різного рівня затінення на врожайність різних груп культур (світлолюбних, тіньовитривалих, тіньлюбних).

Затінення залежить від висоти, кута нахилу та розташування панелей, і може мати як позитивний, так і негативний вплив на ріст різних культур. Основний підхід до розрахунку даного впливу ґрунтується на геометричних співвідношеннях між панеллю, Сонцем і поверхнею ґрунту. Довжину тіні L з урахуванням нахилу панелі можна обчислити за формулою:

$$L = \frac{H + L_p \sin \theta}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (1)$$

де H – висота верхнього краю панелі над землею, α – висота Сонця над горизонтом змінюється протягом дня і залежить від географічної широти та часу доби, L – довжина тіні на горизонтальній поверхні, θ – кут нахилу панелі, L_p – довжина панелі.

За допомогою програмного середовища Matlab проведено аналіз тіні від сонячних панелей залежно від висоти, кута нахилу та положення Сонця. Для підрахунку використано наступні дані: висота нижнього краю панелі 3 м, довжина панелі 2 м, кут нахилу панелі 30° , відстань між рядами панелей 6 м, висота Сонця над горизонтом $10^\circ \div 80^\circ$.

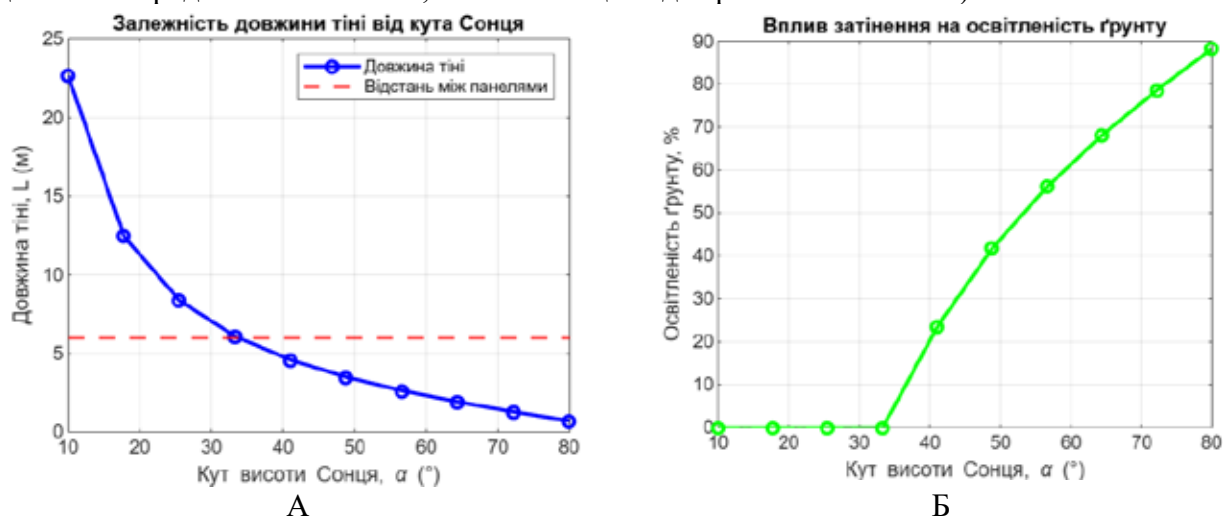


Рис. 1. Вплив кута висоти Сонця на довжину тіні (а) та освітленість ґрунту (б) під сонячними панелями

За результатами моделювання (рис. 1) видно, що у випадку, коли панелі розташовані занадто близько, їхні тіні можуть перекривати сусідні ряди рослин, що зменшить доступ до сонячного світла: якщо довжина тіні L більше відстані між панелями D ($\alpha = 10 - 31^\circ$), тінь перекриває сусідній ряд панелей, що призводить до надмірного затінення культур, якщо $L < D$, то міжряддя буде отримувати достатню кількість світла.

Оптимальне розташування залежить від культури, яку вирощують. Так тіньолюбні рослини (салат, шпинат) можуть мати переваги, а світлолюбні (пшениця, соняшник) можуть постраждати. З метою врахування того, які культури краще переносять зниження рівня освітленості, проведено моделювання впливу рівня затінення на врожайність світлолюбних, тіньовитривалих та тіньолюбних культур (рис. 2).

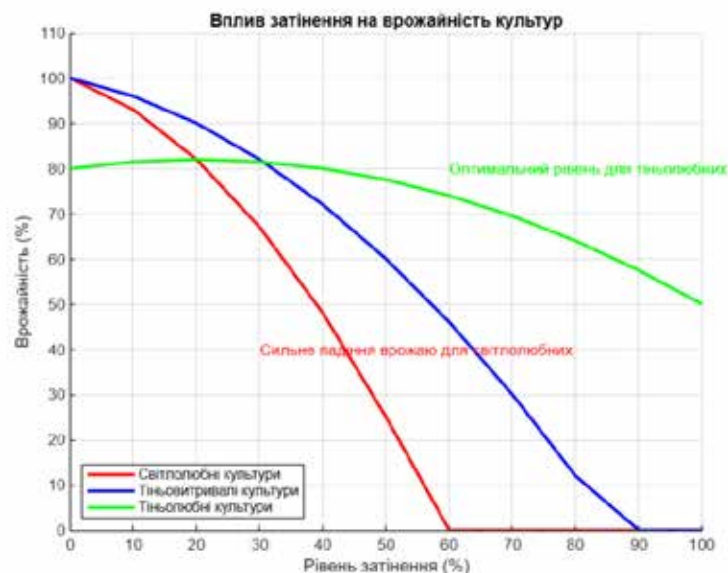


Рис. 2. Вплив рівня затінення на врожайність сільськогосподарських культур

Результати аналізу показують, що світлолюбні культури значно втрачають врожайність навіть при невеликому затінненні, тоді як тіньовитривалі культури можуть зростати за помірного затінення. Тіньолюбні культури мають найкращу врожайність при 30-50% затінення, що робить їх оптимальними для агрофотовольтаїчних систем. Надмірне затінення (понад 80%) є критичним для більшості культур і призводить до значного зниження врожайності.

Таким чином, правильне планування відстаней між панелями та вибір відповідних культур дозволить ефективно використовувати агрофотовольтаїку без шкоди для сільськогосподарського виробництва. Результати показали, що оптимальне розташування панелей залежить від типу вирощуваних культур, а надмірне затінення (>80%) суттєво знижує врожайність усіх культур, крім спеціалізованих тіньолюбних видів. Отримані результати можуть бути корисними для оптимізації параметрів агрофотовольтаїчних систем та забезпечення балансу між виробництвом енергії та сільськогосподарською продуктивністю.

Список використаних джерел.

1. Шевчук О. А., Ференц В. І. Перспективи впровадження широкого використання системи AGRI-PV в Україні. *Актуальні аспекти розвитку науки і освіти*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців (Одеса, 08-09 грудня 2022 р.) / Одеський державний аграрний університет. Одеса, 2022. С. 313-316.

2. Горегляд Д.А. Екологічна безпека наземних сонячних панелей. Магістерська кваліфікаційна робота з спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища, освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища». Вінниця, ВНТУ, 2021. 73 с.

Науковий керівник: Дяденчук А. Ф., к.т.н., доц.