

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Дорош Олександр Ігорович

УДК 621.3

ЕНЕРГЕТИКА ФОТОСИНТЕЗНИХ ПРОЦЕСІВ

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2018

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії. Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук, професор кафедри електричної інженерії
Андрійчук Володимир Андрійович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Рецензент: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації технологічних процесів та виробництв
Марущак Павло Орестович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 24 грудня 2018 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №39 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 504

Актуальність теми. Фотосинтез – це процес перетворення поглинутої рослинами або бактеріями енергії фотонів в хімічну енергію органічних сполук. Для проходження фотосинтезу, крім світла, необхідні прості неорганічні речовини – CO_2 і H_2O , з яких синтезуються складні, з більшою внутрішньою енергією органічні сполуки. Під час фотосинтезу як побічний продукт виділяється кисень, який надходить в атмосферу Землі.

Енергетичні процеси, що протікають при фотосинтезі, поділяють на дві стадії – світлова та темнова. Реакція, яка протікає на світлі і пов'язана з фотодисоціацією води, її називають світловою. Група реакцій, які не залежить від світла і пов'язана з відновленням CO_2 до вуглеводу називають темновими реакціями.

Початковий енергетичний процес фотосинтезу пов'язаний з поглинанням світла молекулами пігментів хлорофілу а, хлорофілу b, каротиноїдів, фікобілінів, які входять до складу світлозбираючих пігмент-білкових комплексів хлоропластів. Поглинута енергія передається реакційним центрам фотосинтезних систем. Подальше перетворення енергії пов'язане з іонізацією молекул хлорофілової природи, розділенням носіїв заряду та перенесенням електронів. В результаті фотохімічних реакцій в хлоропластах створюється необхідна концентрація АТФ і НАДФ·Н, що виступають основою органічних речовин фотосинтезу.

Вивчення енергетики процесів фотосинтезу є актуальним оскільки на сьогодні найбільшою проблемою в овочівництві на закритому ґрунті є системи штучного клімату, насамперед, опалення та освітлення.

Завдяки технічному прогресу, сучасні городники забезпечують тепличні рослини світлом і вночі, і взимку, при цьому штучне освітлення: покращує ріст рослин (виращування виключно природним світлом значно знижує продуктивність); дозволяє отримати продукцію за більш короткі терміни і в той час, коли попит на неї найбільш високий; допомагає вирощувати теплолюбні культури.

Отже, актуальність роботи зумовлена необхідністю забезпечення тепличних господарств енергоощадними опромінювальними пристроями.

Мета роботи – дослідження енергетичних процесів, які протікають при фотосинтезі та пошук енергоощадних систем опромінення рослин закритого ґрунту.

Об'єкт дослідження: Процеси фотосинтезу в рослинах, що вирощуються на закритому ґрунті.

Предмет дослідження: Джерела світла з найбільш сприятливим для фотосинтезу спектром випромінювання та пошук енергоощадних умов опромінення рослин закритого ґрунту.

Наукова новизна:

Доповнено методику оцінки ефективності джерел випромінювання в системі фотосинтезних величин, в основі якої є вимірювання фотосинтезного потіку або фітопотіку;

Обґрунтовано доцільність використання імпульсних опромінювальних пристроїв, побудованих на основі напівпровідникових джерел світла;

Внесено зміни в програмне забезпечення розрахунку кінетики перетворення енергії поглинання світлової стадії фотосинтезу.

Практичне значення.

Запропоновані опромінювальні установки з використанням напівпровідникових джерел світла з спектром випромінювання в синій та червоні області спектру із співвідношенням світлових потоків 2:3.

Запропоновано на фоні неперервного додаткове імпульсне опромінення рослин, що дозволяє при незначному підвищенні енергозатрат одержати кращі морфометричні показники рослин закритого ґрунту і скоротити вегетаційний період вирощування сільськогосподарських культур в теплицях.

Апробація.

О. І. Дорош, Л.О. Мартинова, М.І. Котик, В.А. Андрійчук, докт. техн. наук, проф. Енергетика фотосинтезних процесів. // зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 28–29 листоп. 2018.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2018. – С. 25.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 розділів, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 132 арк. формату

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** дана характеристика актуальності тематики магістерської роботи, визначено об'єкт та предмет досліджень, сформульовано наукову новизну та практичну цінність роботи, її апробацію.

У **першому розділі** зроблено аналіз літературних джерел по проблемі фотобіологічної дії оптичного випромінювання та його перетворенню в біологічних об'єктах.

У **другому розділі** дано характеристику енергетичних процесів фотосинтезу в рослинах. Розглянуто дві стадії фотосинтезу: світлову і темнову. Для світлової стадії описано процес поглинання світла пігментами реакційних центрів. Розглянуто генерацію та розділення зарядів в реакційних центрах, переміщення їх від одного переносника до іншого по електронно-транспортному ланцюзі. Саме цей потік електронів зумовлює перетворення світлової енергії в хімічну, яка накопичується в

двох формах: у вигляді АТФ і відновлених еквівалентах НАДФ·Н. В результаті фотохімічних реакцій в хлоропластах створюється необхідна концентрація АТФ і НАДФ·Н. Ці кінцеві продукти світлової фази фотосинтезу створюють субстратний запас для темної фази, в якій разом з CO_2 перетворюються у вуглеводи. Розглянуто енергетичні потоки під час темної фази фотосинтезу. Приведені теоретичні розрахунки, які показують, що квантовий вихід фотосинтезу не може перевищувати $1/8$. Показано, що затрати енергії оптичного випромінювання також ідуть на дихання рослин.

Третій розділ дипломної роботи присвячений визначенню фотосинтезної ефективності джерел випромінювання. Фотосинтезне випромінювання – це випромінювання в межах довжин хвиль від 380 до 780 нм, оцінене за потенціальною можливістю спричинити при певних умовах фотосинтезу дію. Приведено графік спектральної фотосинтезної ефективності оптичного випромінювання, на основі якого розроблено методику оцінки фотосинтезної ефективності джерел випромінювання. У таблицях приведені параметри фотобіологічної цінності найбільш поширених джерел випромінювання. Зроблено оцінку впливу спектрального складу оптичного випромінювання на ріст та розвиток рослин. Зроблено практичні рекомендації щодо підбору джерел оптичного випромінювання для тепличних господарств.

У четвертому розділі зроблено аналіз конструкцій опромінювальних пристроїв для світлокультури рослин. Окремо розглянуті опромінювальні пристрої неперервної дії на основі газорозрядних та напівпровідникових джерел світла. Особливу увагу приділено світлодіодним джерелам світла. При підборі опромінювальної установки важливу роль відіграє світловий розподіл випромінювання світлодіодів. Приведено приклади розрахунку світлотехнічних параметрів опромінювальних установок для тепличних господарств.

У п'ятому розділі представлені результати моделювання роботи світлових приладів у програмному середовищі DIALux. Програма розрахунку штучного освітлення DIALux є однією з найкращих програмних забезпечень для точного розрахунку штучного освітлення на ринку подібного програмного софту. Вона повністю враховує всі нині існуючі вимоги по креативному дизайну і безпосередньому розрахунку штучного освітлення. Програма DIALux також повністю підтримує всі національні та міжнародні стандарти європейських країн і держав. В роботі представлено розрахунок опромінювальної установки для міні теплиці “Флора”.

У шостому розділі дано економічне обґрунтування продуктивності і енергетичної ефективності опромінювальних установок.

У сьомому та восьмому розділах розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в аграрному секторі, а також збереження екології оточуючого середовища.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз енергетичних характеристик фотосинтезних процесів, що вирощуються в умовах закритого ґрунту.
2. Розглянуто механізми поглинання та перетворення енергії оптичного випромінювання під час світлової та темної стадії фотосинтезу.
3. На основі методики оцінки фотосинтезної ефективності обґрунтовано вибір джерел випромінювання для світлокультури рослин.
4. Дано оцінку використання світлодіодних джерел світла для світлокультури росли закритого ґрунту. Показано, що найбільш ефективними ОУ є установки з співвідношенням між довжинами хвиль, сині:червоні=1:2.
5. Проведено розрахунок енергетичної ефективності опромінювальних установок з врахуванням енергетики фотосинтезних процесів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. О. І. Дорош, Л.О. Мартинова, М.І. Котик, В.А. Андрійчук, докт. техн. наук, проф. Енергетика фотосинтезних процесів. // зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 28–29 листоп. 2018.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2018. – С. 25.

АНОТАЦІЯ

В дипломній роботі магістра було проведено дослідження енергетичних процесів фотосинтезу в рослинах. Розглянуто дві стадії фотосинтезу: світлову і темнову. Для світлової стадії описано процес поглинання світла пігментами реакційних центрів. Розглянуто генерацію та розділення зарядів в реакційних центрах, переміщення їх від одного переносника до іншого по електронно-транспортному ланцюзі. Зроблено аналіз конструкцій опромінювальних пристроїв для світлокультури рослин

Ключові слова: фотосинтезні процеси, світлова фаза фотосинтезу, темнова фаза фотосинтезу, хлорофіл *a*, каротиноїди, хлорофіл *b*.

Abstract

In the Master's thesis work was conducted energy processes of photosynthesis in plants. Two stages of photosynthesis are considered: light and dark. For the light stage, the process of absorbing light by pigments of reaction centers is described. The generation and separation of charges in the reaction centers, moving them from one carrier to another via the electronic transport chain are considered. An analysis of the designs of irradiation plots for the plant's light culture was made.

Key words: photosynthesis processes, light phase of photosynthesis, dark phase of photosynthesis, chlorophyll *a*, carotenoids, chlorophyll *b*.