



ENERGY EFFICIENT ELECTROTECHNOLOGY OF GROWING PLANTS IN THE GREENHOUSE WITH PHOTOELECTRIC CONVERTER

Vitaliy Savchenko, Alexander Sinyavsky, Evgeniy Antipov
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Abstract - The results of studies on the development of energy-saving electrotechnology of cultivation of vegetables in greenhouses with photovoltaic cells are shown. Optimal regimes pre-sowing seed treatment in a magnetic field was set. The required number of photovoltaic cells was calculated, depending on the climatic conditions and the electric power of consumers. The application of electrical technology increases the productivity of vegetable crops and reduce energy consumption in their cultivation.

Key words – greenhouse, a photoelectric converter, radiation, electrotechnology, productivity

ELECTROTEHNOLOGIE EFICIENTĂ ENERGETIC PENTRU CREȘTEREA PLANTELOR ÎN SERE CU UTILIZAREA CONVERTOARELOR FOTOELECTRICE

Vitalii SAVCENCO, Alexandru SINEAVSCHII, Evghenii ANTIPOV
Universitatea națională a bioresurselor și științelor mediului din Ucraina

Rezumat – Sunt prezentate rezultatele cercetărilor la elaborarea electrotehnologiei cu consum energetic mic pentru creșterea culturilor în sere cu utilizarea convertoarelor fotoelectrice. Sunt stabilite regimurile optime de prelucrare înainte de sădire a semințelor în câmp magnetic. Este calculat numărul de convertoare fotoelectrice necesar în dependență de condițiile climaterice și puterea electrică a consumatorului. Aplicarea tehnologiei electrice elaborate contribuie la sporirea recoltei a culturilor leguminoase și la reducerea pierderilor pentru creștere.

Cuvinte cheie – seră, convertor fotoelectric, radiație, tehnologie electrică, recoltă.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

В.В. Савченко, А.Ю. Синявский, Е.А. Антипов
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Реферат – Приведены результаты исследований по разработке энергосберегающей электротехнологии выращивания овощных культур в теплицах с использованием фотоэлектрических преобразователей. Установлены оптимальные режимы предпосевной обработки семян в магнитном поле. Рассчитано необходимое количество фотоэлектрических преобразователей в зависимости от климатических условий и электрической мощности потребителя. Применение разработанной электротехнологии способствует увеличению урожайности овощных культур и снижению энергозатрат на их выращивание.

Ключевые слова – теплица, фотоэлектрический преобразователь, радиация, электротехнология, урожайность

ВВЕДЕНИЕ

Тепличное овощеводство является наиболее энергоемкой отраслью сельскохозяйственного производства. Затраты энергии в зимних теплицах Украины составляют 12 – 30 т условного топлива на 1 т продукции, металла 18 – 30, удобрений 1,5 – 2,5 кг/м². Технично-экономические показатели производства тепличных овощей в Украине значительно ниже современного мирового уровня.

Для повышения эффективности тепличного овощеводства необходимо внедрять энерго- и ресурсосберегающие технологии, позволяющие значительно повысить урожайность и качество продукции, а также использование систем энергообеспечения на основе возобновляемых источников энергии.

К таким технологиям относятся предпосевная обработка семян в магнитном поле и полив растений магнитоактивированной водой.

При обработке водных растворов и семян в магнитном поле на ионы действует сила Лоренца, вследствие чего изменяется скорость химических и биохимических реакций [1]:

$$\omega_i = \omega \exp \mu (\hat{E}^2 \hat{A}^2 + 2 \hat{E} \hat{A} \nu) N_a / 2RT, \quad (1)$$

где ω – скорость химической реакции без воздействия магнитного поля, моль/л·с; μ – приведенная масса ионов, кг; ν – скорость движения иона, м/с; K – коэффициент, который зависит от концентрации и вида ионов, м/(Тл·с); B – магнитная индукция, Тл; N_a – число Авогадро, молекул/моль; R – универсальная газовая постоянная, Дж/моль·К; T – температура, К.

Магнитное поле способствует повышению растворимости солей и кислот, а также проницаемости клеточных мембран, что ускоряет диффузию ионов и молекул через клеточную мембрану, в том числе кислорода [2,3]. Вследствие этого увеличивается концентрация минеральных элементов и кислорода в клетках, водопоглощение семян, что приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур и уменьшению заболеваемости растений.

Полив растений магнитоактивированной водой также увеличивает урожайность овощных культур вследствие повышения растворимости и лучшего использования растениями минеральных удобрений; дегазации поливной воды и насыщения ее кислородом; повышения проницаемости биологических мембран, что способствует лучшему потреблению питательных веществ.

Изменение скорости химических реакций обуславливает изменение pH и окислительно-восстановительного потенциала (биопотенциала) воды и семян растений [4]. Это позволяет оценивать эффективность магнитной обработки за изменением рассматриваемых параметров и определять оптимальные режим обработки.

Изменение pH воды при скорости движения 1 м/с и числе реверсов 1, 3 и 5 показано на рис 1, а, а окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) – на рис 1, б. При увеличении магнитной индукции вначале значение pH воды растет, а ОВП уменьшается. Дальнейшее увеличение магнитной индукции приводит к уменьшению pH и росту ОВП.

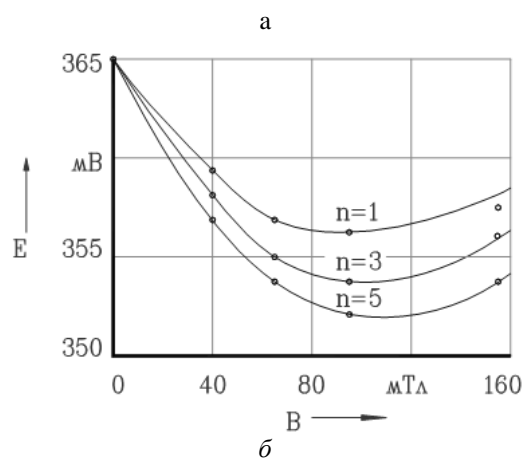
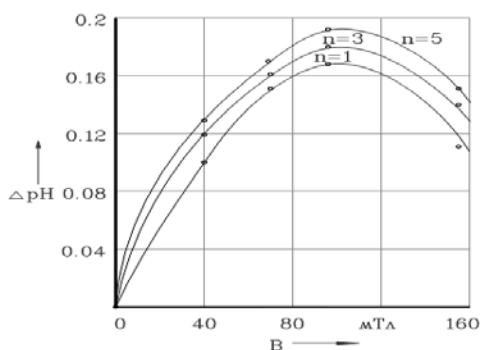


Рис. 1. Изменение pH (а) и окислительно-восстановительного потенциала (б) при магнитной обработке воды

При исследовании влияния магнитного поля на семена овощных культур их перемещали на транспортере через градиентное периодическое магнитное поле, создаваемое четырьмя парами постоянных магнитов из интерметаллического композита NdFeB, установленными параллельно над и под лентой транспортера с переменной полярностью. Магнитную индукцию регулировали изменением расстояния между магнитами в пределах 0 – 0,5 Тл и измеряли тесламетром 43205/1. Скорость движения семян через магнитное поле изменяли в пределах 0,4 – 0,8 м/с с помощью преобразователя частоты Delta VFD004EL43A.

Зависимости изменения биопотенциала ростков семян огурца от магнитной индукции и скорости движения через магнитное поле показаны на рис. 2.

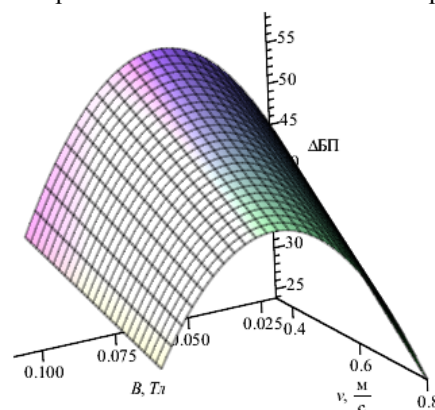


Рис. 2. Зависимость изменения биопотенциала ростков семян огурца от магнитной индукции и скорости движения в магнитном поле

Установлено, что обработка семян и поливной воды в магнитном поле положительно влияют на рост и развитие растений и способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур на 20 – 40 % (рис. 3).

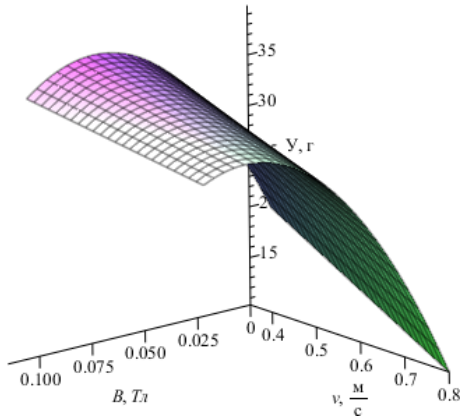


Рис. 3. Зависимость изменения урожайности лука-севка от магнитной индукции и скорости движения в магнитном поле

Как следует из приведенных зависимостей, наибольшее изменение рН, окислительно-восстановительного потенциала и биопотенциала наблюдаются при магнитной индукции 65 мТл и скорости движения семян 0,4 м/с. При таком режиме обработки семян и поливной воды удельные затраты энергии на производство овощей снижаются на 20 %.

В рассмотренном технологии выращивания овощей в теплицах используются транспортер установки для обработки семян в магнитном поле, насос подачи воды в теплицу с электроприводом и электромагнитные вентили, общей мощностью около 2 кВт. Для их питания целесообразно использовать фотоэлектрические преобразователи.

Факторами, которые влияют на производительность работы солнечных энергоснабжающих установок, является суммарная радиация (q) и альbedo поверхности. Суммарная радиация состоит из прямой (S) и рассеянной (D):

$$q = S + D. \quad (2)$$

На суммарную радиацию в холодный период года влияет альbedo подстилающей поверхности, которое изменяется в зависимости от устойчивости снежного покрова.

Качественная зависимость работы солнечных батарей от влияющих факторов будет выглядеть таким образом:

$$W = f(q_c, z, T), \quad (3)$$

где W – количество произведенной энергии солнечной установкой; q_c – инсоляция или среднее значение суммарной солнечной радиации на горизонтальной поверхности за определенный период времени; z – облачность; T – температура.

При расчетах использовались табличные данные о количестве солнечной радиации, поступающей к поверхности земли в зависимости от географической широты расположения точки измерения [5], а для анализа облачности – средние данные многолетних наблюдений в Киеве [6].

Чтобы обеспечить бесперебойную работу системы, все расчеты проводились, исходя из

минимального значения солнечной радиации, которое имеет место в январе [5].

Используя данные о параметрах фотоэлектрических преобразователей [8], определяли эксплуатационная площадь:

$$F_{ФЭП} = L \cdot B, \quad (4)$$

где L – длина фотоэлектрической панели, м;

B – ширина панели, м.

Зная рабочую площадь одной солнечной батареи, определяли количество электроэнергии, Вт·ч, которую она сможет выработать:

$$W_I = F_{ФЭП} q, \quad (5)$$

где q – средняя суммарная энергетическая освещенность за выбранный период, Вт·ч/м².

Модуль мощностью $P_{ФЭП}$ в течение определенного периода работы вырабатывает количество электроэнергии, Вт·ч:

$$W_{ФЭП} = k P_{ФЭП} W_I \tau_c / 1000, \quad (6)$$

где k – коэффициент преобразования, учитывающий потери мощности солнечных элементов при их нагревании на солнце, а также угол падения лучей на поверхность модулей в течение дня, $k = 0,5$ для летнего периода года и $k = 0,7$ для зимнего [8]; $P_{ФЭП}$ – номинальная мощность фотоэлектрического преобразователя, Вт; τ_c – количество часов солнечного сияния, ч; 1000 Вт/м^2 – количество солнечной радиации, поступающей к поверхности при стандартных условиях.

Количество фотоэлектрических преобразователей при этом составит:

$$m_{ФЭП} = W_n / W_I, \quad (7)$$

где W_n – величина потребленной электроэнергии нагрузкой, кВт·ч.

Используя предложенную методику, были выполнены расчеты необходимых рабочих параметров и определено количество фотоэлектрических преобразователей базовой мощностью 100 Вт, которое необходимо для покрытия нагрузки потребителя в 100; 500; 750; 1000; 2000; 5000 и 10000 Вт при средней продолжительности работы в течение суток 12 ч. (рис. 4).

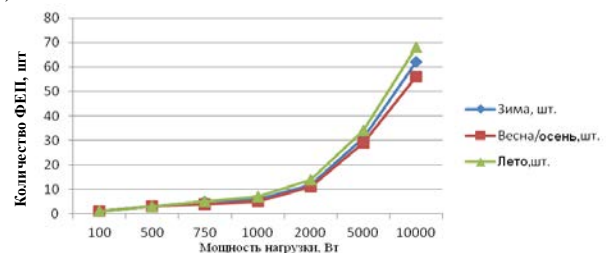


Рис. 4. Количество ФЭП в зависимости от мощности потребителя

Для разработанной электротехнологии выращивания овощей в теплице необходимое количество ФЭП для покрытия нагрузки в зимний период составляет 12 шт., весенне-летний – 11 шт., летний – 14 шт.

ВЫВОДЫ

Внедрение разработанной электротехнологии выращивания овощных культур в теплицах с использованием фотоэлектрических преобразователей позволяет значительно увеличить урожайность и снизить затраты энергии на единицу продукции. Урожайность тепличных культур при обработке семян в магнитном поле и поливе магнитоактивированной водой при оптимальном режиме (магнитная индукция 65 мТл, скорость движения семян 0,4 м/с) увеличивается на 20 – 40 %, а энергозатраты снижаются до 40 ГДж/т.

В результате проведенных исследований установлено, что эффективность использования фотоэлектрических преобразователей существенно зависит от климатических условий и мощности потребителя. Так, для покрытия электрической нагрузки разработанной электротехнологии выращивания растений в теплицах необходимо использовать 14 фотоэлектрических преобразователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Савченко В.В. *Изменение биопотенциала и урожайности сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке семян в магнитном поле* / В.В. Савченко, А.Ю. Сияневский. // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – №2(11). – С. 33–37.
- [2] Козырский В.В. *Влияние магнитного поля на диффузию молекул через клеточную мембрану семян сельскохозяйственных культур* / В.В. Козырский В.В. Савченко, А.Ю. Сияневский. // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №2(15). – С. 16–19.
- [3] Козырский В.В. *Влияние магнитного поля на транспорт ионов в клетке растений культур* / В.В. Козырский В.В. Савченко, А.Ю. Сияневский. // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №3(16). – С. 18–22.
- [4] Козырский В.В. *Энергосберегающая технология выращивания овощных культур в теплицах* / В.В. Козырский, В.В. Савченко, А.Ю. Сияневский // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Проблемы и пути решения эффективного использования

топливно-энергетических ресурсов» 22-23 декабря 2013 г., г.Карши, Республика Узбекистан. – С. 182-185.

- [5] Виссарионов В.И. *Солнечная энергетика: учеб. пособие для вузов* / В.И. Виссарионов, Г.В. Кузнецова, Н.К. Калинин; под ред. В.И. Виссарионова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 276 с.
- [6] *Дані метеорологічних спостережень в м. Києві* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.meteorprog.ua/>.
- [7] *Технические характеристики фотоэлектрических модулей 100M5/150M6 “12V”* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.semicor.ukrpack.net/>.
- [8] Харченко Н.В. *Индивидуальные солнечные установки* / Н.В. Харченко. – М.: Энергопромиздат, 1991. – 208 с.

АВТОРЫ



Савченко Виталий Васильевич, 1986 года рождения. В 2008 г. окончил Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины по специальности автоматизация технологических процессов. Кандидат технических наук

(2012 г.), доцент (2015 г.). В настоящее время работает доцентом кафедры электропривода и электротехнологий Национального университета биоресурсов и природопользования Украины.



Сияневский Александр Юрьевич, 1963 года рождения. В 1985 г. окончил Украинскую сельскохозяйственную академию по специальности электрификация и автоматизация сельского хозяйства. Кандидат технических наук (1992 г.), доцент (1997 г.).

В настоящее время работает доцентом кафедры электропривода и электротехнологий Национального университета биоресурсов и природопользования Украины



Антипов Евгений Александрович, 1989 года рождения. В 2011 г. окончил Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины по специальности энергетика сельскохозяйственного производства. Кандидат технических

наук (2016 г.). В настоящее время работает ассистентом кафедры теплоэнергетики Национального университета биоресурсов и природопользования Украины.