

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕЛЕКТРОКУЛЬТУР В ЗАКРИТОМУ ҐРУНТІ

Мартинова Олена, к.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій, Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Бельдій Марія, старша викладачка кафедри садівництва, виноградарства, біології та хімії, Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

Актуальність. В умовах відбудови сільського господарства після наслідків військових подій в Україні на перше місце виходить забезпечення населення якісною екологічно чистою продукцією рослинництва. Економічне питання стоїть у вирощуванні рослин з мінімальними витратами на боротьбу зі шкідниками, отримання збільшеного урожаю, скорочення строків росту рослин і отримання підвищеної врожайності. Визначено, що наявність створених штучно електромагнітних полів при вирощуванні рослин в закритому ґрунті впливає на метаболізм зернових і овочевих культур, сприяє підвищенню рівня цукрів, вітамінів і фотосинтетичних пігментів.

Мета. Дослідити ефективність вирощування електрокультур у закритому ґрунті і проаналізувати доцільність використання даного методу. Поставлені задачі визначити механізми впливу електричних полів на швидкість проростання рослин, стан кореневої системи, масу врожаю.

Матеріали і методи. Для проведення дослідження всі види рослин поділялись на дві групи: контрольну і досліджувану. Біло розглянуто два найбільш поширених типу впливу: застосування атмосферних антен для збору статичної електрики (пасивний спосіб) і подача струму низької напруги на електроди, занурені у ґрунт (активний спосіб). Вибір був зроблений на користь активного способу, тому що пасивний спосіб на сьогодні залишається спірним. Це обумовлено нестачею досліджень і невеликою кількістю позитивних результатів.

Контрольна група вирощувалась за стандартними способами, досліджувана – з використанням активного способу з використанням гальванічної пари. Це один з найпоширеніших способів створення електричного поля. З цією метою була прийнята пара «цинк-мідь». На кінцях гряди в повздовжньому напрямку встановлювали занурені в ґрунт електроди. Між електродами над рослинами був натягнутий металевий провідник. При проходженні електричного струму через провідник в ґрунті між електродами утворювався слабкий електричний струм при умові достатнього зволоження ґрунту. Контролювання ступеню вологості ґрунту стає ключовим моментом для розподілу потенціалу рівномірно по всій площі, охопленою впливом електричного поля.

Основний виклад матеріалу. Поява нової наукової області фізики – агрофізика – відкриває нові можливості для вирощування рослин в закритому ґрунті із застосуванням електричних полів, що стимулює ріст рослин. Існує гіпотеза, що процес відбувається за рахунок активнішого поглинання поживних речовин і, як наслідок, прискорення метаболізму. Спостерігається вплив слабких струмів і електричних полів на транспорт іонів через клітинні мембрани.

Слід зазначити, що багато науковців проводили дослідження впливу електричних полів на рослини [1]. Відомі дослідження в рамках проектів «розумного землекористування» для визначення збалансованих залежностей між витратами енергії і біологічним відгуком рослин [2]. Проведені досліді доказують, що при активному керуванні електричним полем (імпульсні поля) спостерігається значний приріст біомаси на різних стадіях вегетації, поліпшуються якісні характеристики [3, 4].

Встановлені результати впливу електричних полів як стимуляторів наступних процесів:

- 1) посилення активності ферментів;
- 2) підвищення проникності клітинних мембран;
- 3) прискорення швидкості обміну речовин.

Особливу увагу треба приділяти параметрам впливу, що підтверджується рядом досліджень. За результатами експериментів біло доведено, що вміст хлорофілу в бобових збільшується на 15-65%, рівень антиоксидантів і аскорбінової кислоти – на 12-28% при напруженості електричного поля 5-440 В/м [5]. Інтересні показники отримали при дослідженні струмів з напругою 3 В, 6 В і 9 В на сукуленти. Було з'ясовано, що найкраще стимулюється ріст коренів і збільшується біомаса при напрузі в 3 В. При напрузі 9 В покращувалось цвітіння і підвищувалась стійкість до грибкових патогенів (*Fusarium*) [6].

За результатами активних дослідів в таблиці 1 представлені дані по рослинам, які демонстрували найбільшій відгук на зміну електрофізичних умов середовища.

Таблиця 1.

Результати впливу зміни електрофізичних умов середовища при вирощуванні рослин в закритому ґрунті

Найменування	Реакція на зміну електрофізичних умов середовища	Результат впливу
1. Листові овочі і зелень	Висока швидкість за рахунок високого вмісту вологи в тканинах та інтенсивних процесах у тканинах	
Салат, шпинат		Збільшується біомаса; прискорюється цикл дозрівання
Кріп, петрушка		Прискорення росту; підвищення концентрації ефірних олій
2. Бульбоплоди,	Ефективний вплив на розвиток	

коренеплоди	підземної частини рослин	
Картопля		Збільшується розмір бульб; підвищується стійкість до фітофторозу
Редис		Збільшується крупність коренеплодів і соковитість
3. Пасльонові	Компенсує нестачу природного освітлення в теплицях в зимовий період	
Томати		Стимулюється більш раннє цвітіння; підвищується вміст цукрів в плодах
Перці		Укріплюється стебло; підвищується посухостійкість
4. Ягідні культури: полуниця (суниця садова)		Підвищується кількість зав'язей; скорочується час між зборами врожаю

Дж. створено автором

Для досягнення поставленої мети треба було поставити і вирішити задачі з точки зору фізики процесів.

Розглядався вплив електричного поля на проникність клітинних мембран. Виявилось покращення проходження іонів калію, кальцію та магнію за рахунок збільшення потенціалу плазматичної мембрани клітин. Визначено, що електричне поле впливає на поляризацію молекул в ліпідному бішарі мембран рослинних клітин. Це активує іонні канали (переважно кальцієві Ca^{2+}). Спостерігається прискорений транспорт води і поживних речовин у середину насіння.

Було підтверджено, що під впливом слабкого поля (1-5 кВ/м) активуються ферменти, які відповідають за синтез білків і фіксацію вуглецю. Помічено, що під впливом електричного поля в насінні прискорюється розщеплення складних речовин на прості. Спостерігається активність α -амілази, яка забезпечує розщеплення крохмалю до цукрів. Активуються ферменти антиоксидантного захисту – каталази і пероксидази – для зменшення впливу стресу. Обмеження напруженості поля пояснюється негативним впливом (електротоксичністю), який проявляється в пригніченні росту рослин і загальним стресом.

При вирощуванні рослин в закритому ґрунті під впливом наявності електричного поля в повітрі теплиці спостерігається створення від'ємно заряджених іонів. Аналогічні дослідження іонізації повітря штучно (наприклад, за допомогою аероіонізаторів, генераторів негативних аероіонів тощо) показували поліпшення газообміну в листях.

Підтверджено, що створення електричного поля активує власний резистентний механізм рослин, тим самим зменшує потребу в пестицидах.

Переваги вибору способу створення електричного поля для захисту рослин від шкідників і захворювань спостерігається при аналізі економічної складової.

На сьогодні застосовуються декілька способів іонізації повітря в теплицях при зрівнянні з традиційним вирощуванням. Аналіз впливу іонізації при вирощуванні рослин в закритому ґрунті представлений в таблиці 2.

Таблиця 2.

Результати впливу різних способів іонізації при вирощуванні рослин в закритому ґрунті

Спосіб іонізації	Короткий опис	Результати обробки рослин
Електростатичне розпилення пестицидів (на прикладі капусти і тепличної дині)	Електричний заряд надається краплинам пестициду (з розрахунку -0,30...-0,45 мКл/кг; витрати рідини 1,0...20,6 л/хв.); краплини рівномірно покривають зовнішню і внутрішню поверхню листа.	Зменшення витрат пестицидів на 30%.
Електростатичний бар'єр на базі інтегрованого захисту рослин – підходу IPM (integrated pest management) - (на прикладі томатів)	Створення майже повного фізичного бар'єру з мінімальним використанням засобів хімічного захисту.	Відлякування або затримка білокрилки або інших комах; знижується можливість зараження вірусами; зменшується кількість інсектицидних обробіток.
Системи іонізації повітря в теплицях (наприклад, аероіонізатори і генератори негативних аероіонів)	Створення негативно заряджених іонів.	Зростання врожайності на 20-30%; зменшення кількості добрив до 20%; зменшення кількості пестицидів на 70-100%.

Дж. створено автором

Аналізуючи результати досліджень за показниками таблиці 1 і таблиці 2, можна зробити певні висновки. Електричні та іонні технології, які застосовували в теплицях, сприяли поліпшенню газообміну і посиленню фотосинтезу в рослинах. Також спостерігалось підвищення стійкості до захворювань, що потребувало менше інсектицидів і фунгіцидів.

Висновки. Наслідками проведеного аналізу досліджень щодо вирощування електрокультур є наступні кількісні характеристики:

- 1) проростання насіння прискорюється на 10-15%;
- 2) покращується розвиток кореневої системи;
- 3) висота рослин збільшується на 8-10%;
- 4) врожайність підвищується до 25%.

В процесі впливу електричного поля змінюється біохімічний склад рослин. Це проявляється в збільшенні вітамінів, рівню цукрів і фотосинтетичних пігментів.

Збільшується спроможність рослин протистояти грибковим інфекціям на 80-90% без застосування хімічних засобів.

В перспективі очікується поширення вирощування електрокультур, які можна буде з часом віднести до органічних продуктів, що економічно і екологічно виправдано.

Список використаних джерел та літератури

1. Shabrangy A. Using Magnetic Fields to Enhance the Seed Germination, Growth, and Yield of Plants // *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*. 2024; 2788:375-9. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-0716-3782-1_22
2. Ma H. Y., Zhao M., Yang N. та ін. Effects, physiological response and mechanism of plant under electric field application // *Scientia Horticulturae*. 2024. Vol. 330. Article 112992. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.112992>
3. Chier M., Oakey A., Budny M. L., Lemoine N. P. Passive electroculture using copper rods does not improve yield in home container vegetable gardening // *PLoS ONE*. 2025. Vol. 20, No. 8. Article e0329615. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0329615>
4. Katsenios N., Christopoulos M. V., Kakabouki I. та ін. Effect of pulsed electromagnetic field on growth, physiology and postharvest quality of kale (*Brassica oleracea*), wheat (*Triticum durum*) and spinach (*Spinacia oleracea*) microgreens // *Agronomy*. 2021. Vol. 11, No. 7. Article 1364. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11071364>
5. Effect of Presowing Magnetic Field Stimulation on the Seed Germination and Growth of Phaseolus vulgaris L. Plants / P. Pszczółkowski, B. Sawicka, D. Skiba [et al.] // *Agronomy*. 2023. Vol. 13, iss. 3. Art. 793. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13030793>
6. Plant growth and fruits production improvement using electroculture on Mammillaria oteroi, Mammillaria schiedeana and Mammillaria collinsii / D. Prisa, A. Jamal. *Multidisciplinary Science Journal*. 2025. Vol. 8, iss. 4. Art. e2026256. DOI: <https://doi.org/10.31893/multiscience.2026256>