



УДК 631.53.027.33:633.854.78

DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-31

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА БІОЛОГІЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

Стьопін Ю. О., к. т. н.,

<https://orcid.org/0000-0002-2248-0573>

Гулевський В. Б., к. т. н.,

<https://orcid.org/0000-0003-1434-9724>

Борохов І. В., к. т. н.

<https://orcid.org/0000-0003-3894-5256>*Таврійський державний агротехнологічний університет*

e-mail: v_gul@meta.ua

Анотація – робота присвячена питанням передпосівної обробки насіння соняшнику постійно не однорідним електричним полем високої напруги. Розроблено структурну та електричну схеми експериментальної установки. Наведено результати обробки електричним полем високої напруги насіння соняшнику. Побудовано графічні залежності.

Ключові слова: електромагнітна обробка, схожість, напруженість електромагнітного поля, тривалість обробки, електричне поле високої напруги.

Постановка проблеми. Прогресивна технологія отримання сільськогосподарської продукції повинна передбачати економію матеріальних і трудових витрат при високій стабільності одержуваних результатів і збереженні єдиного узгодженого в усіх ланках виробничого циклу. Особливої уваги потребують технологічні прийоми обробки насіння і посадкового матеріалу зі стану спокою для отримання більш ранніх, дружних і вирівняних сходів, що закладають основу збільшення врожаю, отримання ранньої і високоякісної сільськогосподарської продукції.

Результати багаторічних наукових досліджень і виробничих випробувань показують, що для досягнення цієї мети можуть бути з успіхом використані фізичні фактори і, в першу чергу, електричні і магнітні поля.

Аналіз останніх досліджень. Під дією електромагнітного поля відбувається мобілізація сил і вивільнення енергетичних резервів насіння, активізуються фізіолого-біохімічні процеси на ранніх етапах проростання насіння, що призводить до збільшення енергії проростання, схожості, весняно-річної виживаності насіння, прискоренню темпів початкового росту рослин, інтенсивності корнеутворення і кущіння, які сприятливо впливають на врожайність [1, 2].



Ефективність виробництва продукції рослинництва значною мірою визначається наявністю високоякісного посівного матеріалу і збереженням продукції в процесі зберігання і переробки. В силу ряду об'єктивних обставин, таких як наявність природних шкідників і хвороб рослин, стан фізіологічного спокою насіння і таке інше, сільгоспвиробник змушений проводити всілякі технологічні операції передпосівного обробітку і стимуляції насіння. При цьому існуючі традиційні методи і технологічні прийоми передпосівної стимуляції насіння, засновані на застосуванні високо токсичних хімічних препаратів і використанні гідротермічної обробки, пов'язані з великими витратами праці, низькою технологічністю процесу обробки насіння і заподіянням шкоди навколишньому середовищу і обслуговуючому персоналу. Передпосівна обробка насіння електромагнітним полем позбавлена цих недоліків.

Найбільш ефективними з досягнутих результатів є процеси прямого впливу електричної енергії, зосередженої в електричному полі на матеріали, оброблені без проміжних енергетичних перетворень і, отже, без додаткових втрат.

Для матеріалів, які мають строгі обмеження на хімічні і температурні ефекти, активація можлива при впливі низькотемпературних нерівноважних електричних розрядів, таких як коронний, бар'єрний, факельного виду і тліючий, в різних газах, головним чином в повітрі,

Ефект, створюваний цими методами обробки, залежить від багатьох чинників, серед яких якість оброблюваного насіння, час обробки перед посівом в ґрунт та інші зовнішні чинники. Результати досліджень, проведених вченими, показують, що реакція насіння на той же самий фактор, що впливає на обробку, може мати різний ефект [9,10].

Обробка в високовольтному електричному полі постійного струму пов'язана з впливом на клітинні мембрани. Вплив диполя стимулює ці зміни в мембранах, підсилює діяльність ферментів. Крім того, встановлено іншими авторами, що в результаті такої обробки в насінні відбувається ряд процесів, що призводить до підвищення проникності насінневих оболонок, прискорюється надходження води і кисню в насіння. В результаті посилюється ферментативна активність, перш за все, гідролітичних і окисно-відновних ферментів. Це забезпечує більш швидке і повне надходження поживних речовин до зародка, прискорення темпу клітинного ділення і активізацію ростових процесів в цілому. У рослин, що виростили з обробленого насіння, більш інтенсивно розвивається коренева система і прискорюється перехід до фотосинтезу, тобто створюється міцний



фундамент для подальшого зростання і розвитку рослин. Все це сприяє вегетативному процесу, прискорює його зростання.

Однак, при обробці насіння таким способом важко визначити оптимальну напруженість поля для насіння різних сільськогосподарських культур, тому критерій для оцінки ефективності передпосівної обробки повинен не тільки давати можливість оцінити ефективність різних впливів на насіння, а й по можливості отримувати ці дані в короткі терміни. У таких випадках в якості приблизної величини може бути взята врожайність якоїсь відомої культури або середню врожайності по якійсь групі культур.

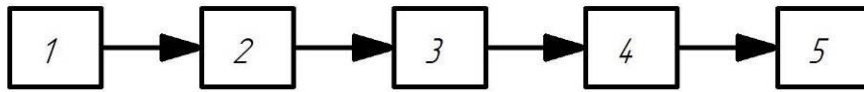
Формулювання цілей статті. Метою дослідження є експериментальне підтвердження позитивного впливу електричного поля високовольтного постійного струму на швидкість і ступінь проростання насіння рослин. При цьому очікується збільшення врожайності сільськогосподарських культур шляхом раціонального використання земель, що обробляються і виробництва екологічно чистих продуктів.

Основна частина. Для дослідження було обрано соняшник, як найбільш поширену технічну культуру в Україні. Так як вимоги соняшнику до клімату, особливо до температури, високі, то при пророщуванні необхідно враховувати температурні умови, знати при якій температурі проростає те чи інше насіння. Ф. Габерландт вивчив найнижчі (8...9 °С), оптимальну (28 °С) і максимальну (35 °С) температури, при яких можна спостерігати проростання насіння соняшнику з найбільшою швидкістю. Таким чином, при обробці насіння в електричному полі високої напруги постійного струму необхідно контролювати температуру нагрівання насіння [2, 4].

Для доказу позитивного впливу високовольтного електричного поля на зростання насіння культурних рослин була розроблена експериментальна установка, структурна схема якої показана на рис 1. Установка складається з регульованого блоку живлення промислової частоти (діапазон регулювання від 0...240В), вимірювального блоку (контроль напруги, струму та потужності), блоку високої напруги постійного струму (до 6кВ), вимірювального блоку, камери для обробки насіння високовольтним електричним полем (камера для опромінення).

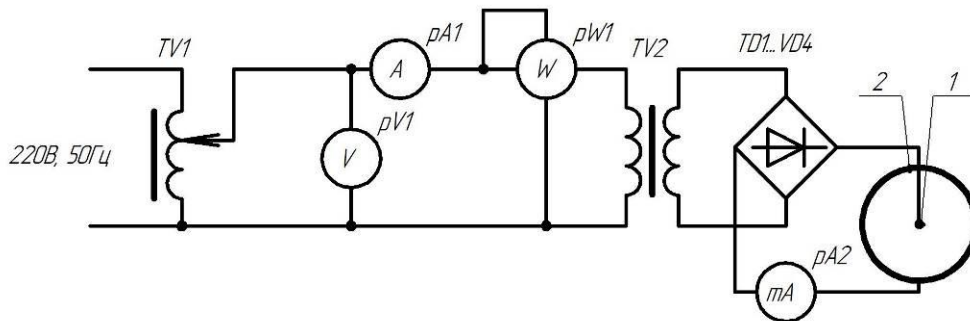
На основі структурної схеми було розроблено схему електричну принципову експериментальної установки (рис. 2). Джерело живлення містить в собі автотрансформатор TV1, високовольтний трансформатор TV2 з коефіцієнтом трансформації $k = 45$, випрямляч VD1...VD4. Максимальна напруженість електричного поля буде біля стрижневого електроду. Камера для опромінення представляє собою систему двох електродів у вигляді кільця та центрального електроду у

вигляді стрижня (рис. 3), розташованих на плоскій діелектричній основі, на якій знаходиться опромінюваний матеріал.



1 – регульований блок живлення промислової частоти; 2 – вимірювальний блок; 3 – блок високої напруги постійного струму; 4 – вимірювальний блок; 5 – камера для опромінення.

Рис. 1. Структурна схема експериментальної установки



1 – стрижневий електрод; 2 – кільцевий електрод.

Рис. 2. Схема електрична принципова експериментальної установки



Рис. 3. Камера для обробки насіння високовольтним електричним полем

На першому етапі дослідження були обрані ідентичні насіння соняшнику. Вагу насіння визначали за формулою



$$m = V \cdot \rho = \frac{\pi}{6} a \cdot b^2 \cdot \rho, \quad (1)$$

де ρ – щільність насіння, кг/м³;
 a, b - ширина і довжина, м.

При розміщенні в камері для опромінення у всьому обсязі зернової маси, яка являє собою гетерогенну систему (насіння - повітря), починають відбуватися іонізаційні процеси [5, 6]. Напруженість поля всередині еліпсоїдальної частинки буде дорівнювати

$$E = \frac{E_0}{1 + \Phi_1(\varepsilon - 1)}, \quad (2)$$

де E_0 – напруженість зовнішнього поля, В/м;

Φ_1 – коефіцієнт деполяризації, який залежить від форми частинки, тобто від відношення малої осі еліпсоїда до його більшої осі.

Насіння, підготовлене для дослідження, не піддавалося хімічним і термічним впливам. Температура навколишнього середовища під час проростання насіння також не враховувалася.

Обробка насіння проводилася з інтервалами: 10 хвилин, 20 хвилин. Кількість обробленого насіння в партії складала 100 шт для кожного експерименту. Температура зерна, під час опромінення, не перевищувала допустимих значень, при яких можна було спостерігати біологічне руйнування клітинної структури насіння.

В результаті обробки зерно піддавалось впливу як хімічних продуктів іонізації (хімічно активного озону, так і оксидів азоту) і електричних розрядів. При проходженні струмів провідності і струмів розряду в масі насіння виділяється тепло. Струм розряду залежить від наявності вільних зарядів у повітряному зазорі і провідного пилу на поверхні насіння.

Залежність температури нагрівання насіння соняшнику від часу обробки при максимальній напруженості поля представлено на рис. 3

Для посадки насіння кожної партії було виділено земельну ділянку 2,4×5 м, схема посадки представлена на рис. 4. Було висаджено три ділянки з 20 хвилинною, 10 хвилинною обробкою та необроблені насіння, по дві насінини в лунці.

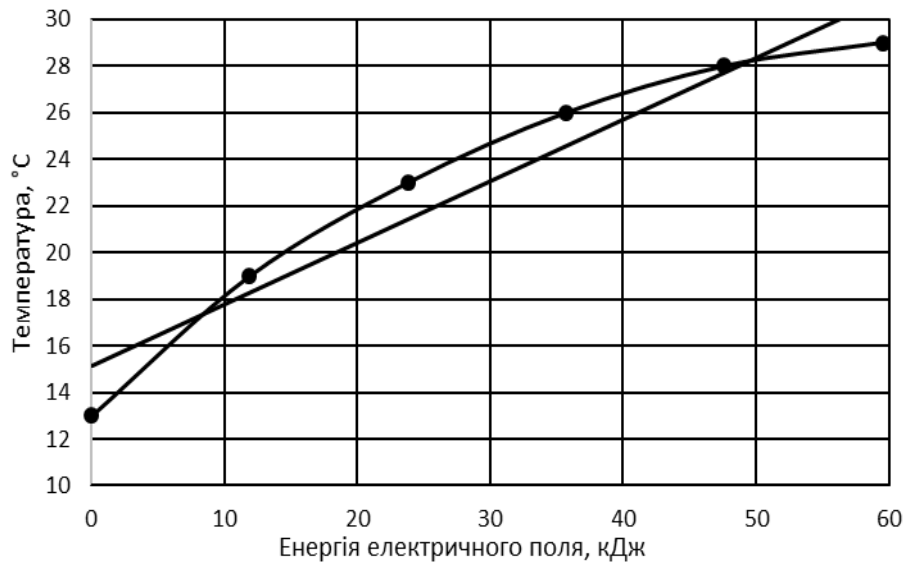


Рис. 3. Залежність температури нагріву насіння соняшника від отриманої ним енергії

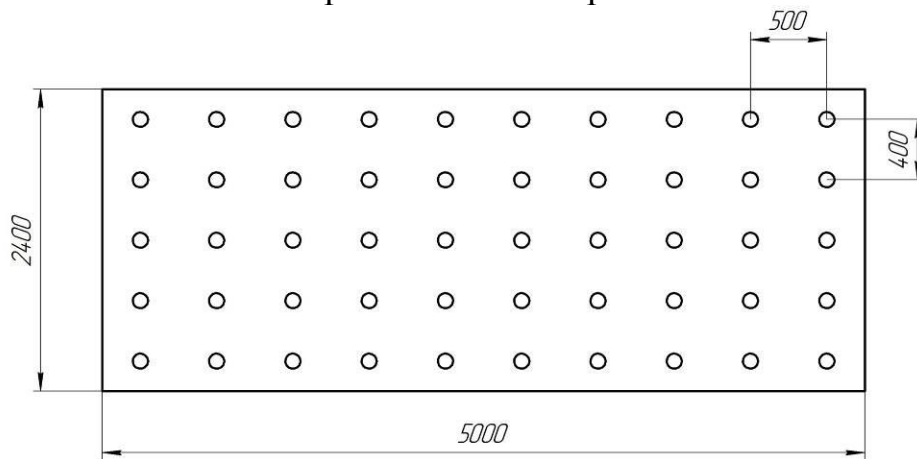


Рис. 4. Схема висадки насіння

Загальна кількість пророщеного насіння в залежності від часу обробки виражено у відсотках і представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Схожість насіння соняшника

Тривалість обробки, хв	Схожість, %	Кінцева температура насіння, °C
0	82	13
10	90	24
20	80	29

Висновки. Це експериментальне дослідження має велике практичне значення, оскільки впровадження нових технологій в умовах Запорізької області дозволяє прогнозувати вихід і



покращувати якість культурних рослин. Проведені дослідження показали, що обробка електричним полем високої напруги позитивно впливає на швидкість і ступінь проростання насіння соняшника. Така стимуляція насінневого матеріалу при температурі впливу до 35°C дозволяє підвищити біологічну активність насіння, не пошкоджуючи тканину і структуру продукту. З цього робимо висновок, що електрична стимуляція прискорює проростання насіння при тривалості обробки 10 хв. Проте, в цій області потрібно більше досліджень. Тепер результати будуть оцінюватися протягом вегетаційного періоду на стадії зростання до переходу в фазу цвітіння та врожайність.

Список використаних джерел

1. Корко В. С., Городецкая Е. А. Электрофизические методы стимуляции растительных объектов. Минск : БГАТУ, 2013. – 232 с.
2. Косулина Н. Г., Аврунин О. Г., Чёрная М. А. Анализ проблем предпосевной обработки семян на основе электромагнитных технологий. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків, 2013. Вип. 141. С. 93-94.
3. Наумов Г. Ф., Носова Л. Ф. Биологическая стимуляция семян подсолнечника как приём улучшения их посевных качеств и урожайности. *Селекция и семеноводство*. 1984. Вып. 56. С. 89- 93
4. Конторина И. С., Рубцова Е. И. Предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур экологически чистым способом (импульсным электрическим полем). *Современные наукоемкие технологии*. 2013. № 8-2. С. 203-205.
5. Шмигель В. Н., Рахманин В. Г. Определение напряженности поля внутри зернового слоя. *Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства*. 1966. № 2. С. 30-32.
6. Гулевский В. Б., Постол Ю. А., Дудина М. П. Влияние электротехнологических методов при электробиостимуляции растений. *Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК* : материалы Междунар. науч.-техн. конф. / БГАТУ. Минск, 2017. С. 187-189.
7. Куценко Ю. Н., Пиротти А. Е., Пиротти Е. Л. Моделирование стационарного электрического поля, взаимодействующего с семенами и корневой системой сельскохозяйственных культур в грунте. *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*. 2011. № 5. С. 66-69.



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕМЯН ПОДСОЛНУХА

Степин Ю. А., Гулевский В. Б., Борохов И. В.

Аннотация – работа посвящена вопросам предпосевной обработке семян подсолнуха постоянным не однородным электрическим полем высокого напряжения. Разработана структурная и электрическая схемы экспериментальной установки. Приведены результаты обработки электрическим полем высокого напряжения семян подсолнуха. Построены графические зависимости.

Ключевые слова: электромагнитная обработка, всхожесть, напряжённость электромагнитного поля, длительность обработки, электрическое поле высокого напряжения.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF HIGH-VOLTAGE ELECTRIC FIELD ON BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER SEEDS

Yu. Stopin, V. Hulevskiy, I. Borokhov

Summary

The efficiency of crop production depends to a large extent on the quality of the seed. The results of years of scientific research and production testing show that physical factors and, first and foremost, electric and magnetic fields can be used to achieve this. This paper analyzes recent research in the field of processing the influence of high-voltage electric field on biological productivity of seed material. To prove the positive effect of high-voltage electric field on seed growth of cultivated plants, an experimental setup was developed. Sunflower seeds are to be treated with a constant, non-homogeneous, high voltage electric field. The purpose of the study is to experimentally confirm the positive effect of the electric direct high-voltage DC field on the speed and degree of germination of plant seeds.

The article presents a block diagram and a schematic diagram of the electrical experimental setup. The design of the radiation chamber is presented. The technique of conducting a seed treatment experiment with an electromagnetic field is described. The duration of irradiation of sunflower seeds was: the first group - ten minutes; the second group - twenty minutes. The results of the experiment are given. Graphical dependences of the temperature of heating of sunflower seeds on the energy received by him were constructed. Seeds of the first, second group and untreated seeds were planted. A land plot of 2.4×5 m was allocated for planting of each group.

Keywords: electromagnetic processing, germination, intensity of the electromagnetic field, duration of treatment, electric field of high-voltage.