

DOI 10.31718/2077-1096.20.1.145

УДК 615.322:621.318.2/3

Соловійова Н.В., Петровський О. М., Ілляш О.Е., Колесникова Н.І.,
Кузнецова Т.Ю., Соловійов В.В.

ПЕРЕДПОСІВНА СТИМУЛЯЦІЯ НАСІННЯ ЕХІНАЦЕЇ І ВАЛЕРІАНИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ УЛЬТРАВИСОКОЇ ЧАСТОТИ

Українська медична стоматологічна академія, м. Полтава

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

В статті представлені результати апробації раніше запропонованої фізико-математичної моделі розподілу температур в шарі насипного насіння під час опромінення його високочастотним електромагнітним полем. Обґрунтовано, що температура є одним із факторів, що впливає на наслідки передпосівної обробки насіння. Визначено, що поряд із нагріванням відбуваються й інші фізичні процеси в структурі насіння на рівні клітинних мембран і мембранного транспорту речовин. Перетворення структур білків, поляризація клітинних мембран, інтенсифікація обмінних процесів під дією опромінення можуть призводити до зміни електричних властивостей насіння і, як наслідок, до впливу на фізіологічний стан, схожість і енергію росту рослин. Розроблено технологію передпосівної обробки насіння ехінацеї і валеріани з метою одержання більшої кількості екологічно чистої сировини для фармакологічного виробництва. Показано позитивний тепловий і осциляторний вплив електромагнітного поля на структурні елементи насіння. На основі способу передпосівної стимуляції насіння високочастотним електромагнітним полем знайдені оптимальні режими впливу опромінення на насіння ехінацеї і валеріани. Встановлено, що підвищення комплексного опору біологічної тканини, збільшення поляризації клітинних мембран свідчить про інтенсифікацію обмінних процесів і, як наслідок, призводить до стимуляції процесу проростання насіння і швидкої вегетації на ранніх стадіях розвитку рослин. На базі теоретичних розрахунків і експериментальних досліджень доведено позитивний результат від реалізації розробленої технології.

Ключові слова: технологія, опромінення насіння, модель, температура, електромагнітне поле, спосіб, схожість, вплив.

Вступ

При вирощуванні на великих площах лікарських рослин вагомою проблемою є одержання одночасних рівних сходів, що обумовлено біологічними особливостями виду. Значна частка продукції рослин, близько 25-30%, втрачається за рахунок неякісного посівного насіння[1]. Понад 30% посівного матеріалу є непридатним для посіву за рахунок низької схожості і недостатньої енергії проростання. Тому актуальним є впровадження сучасних, енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій передпосівної стимуляції насіння.

Відомо багато способів впливу на посівний матеріал. Однією із таких технологій є опромінення насіння високочастотним електромагнітним полем, яка позитивно впливає на схожість і призводить до зменшення часу вегетації рослин, а стимуляція обмінних процесів дозволяє одержувати гарно розвинені рослини, що в кінцевому результаті призводить до збільшення рослинної маси і її отримання в скорочені терміни. Електромагнітна стимуляція дозволяє не використовувати хімічні стимулятори росту, що позитивно позначається на екологічній чистоті вихідної продукції і довкілля.

Незважаючи на це та ряд переваг технології передпосівної стимуляції насіння електромагнітним полем не набули широкого вжитку, що пов'язано з відсутністю вітчизняного промислового обладнання та відомостей механізму впливу на біологічні процеси стимуляції росту насіння.

Тому розробка нових засобів передпосівної стимуляції насіння високочастотним електрома-

гнітним полем, які були б універсальними, дешевими, конструктивно і технологічно простими, екологічно чистими, представляє собою актуальну, важливу, складну науково-практичну задачу, вирішення якої покращить процес виробництва лікарських рослин.

Мета роботи

Метою роботи є створення технології передпосівної стимуляції насіння ехінацеї і валеріани шляхом його опромінення електромагнітним полем високочастотного діапазону. Визначення оптимальних режимів передпосівної обробки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розробити технологічно простий, екологічно безпечний і економічно вигідний спосіб передпосівного опромінення насіння високочастотним електромагнітним полем в рамках запропонованої нами раніше [2] фізико-математичної моделі розігріву насіння;
- провести лабораторні випробування технології опромінення насіння електромагнітним полем.

Матеріали і методи досліджень

Існує велика кількість технологій передпосівної обробки насіннєвого матеріалу, які включають різні фактори впливу на стан насіння з метою стимуляції фізіологічних процесів проростання і розвитку. Зміна біофізичних властивостей насіння, стимуляція обміну речовин, інтенсифікація проростання, збільшення поглинання води є вирішальними задачами передпосівної обробки. Найбільш прогресивними технологіями передпосівної обробки, на нашу думку, є засто-

сування електромагнітних способів стимуляції, як найбільш економічно вигідних, технічно досконаліх і екологічно безпечних.

Сформувався два основних уявлення про вплив електромагнітних полів радіочастотного діапазону на матеріали і речовини. Для високо-частотної області (міліметровий діапазон) перевага віддається «інформаційному впливу» [3, 4, 5], а для низькочастотної області (сантиметровий, дециметровий, метровий діапазони) зміни пояснюються за рахунок теплового впливу.

Оскільки при дії поля високої частоти (ВЧ) переважає струм зміщення, а тепловий ефект в основному залежить від струму провідності, то абсолютна кількість тепла при одній і тій же силі струму при високих частотах буде значно меншим, ніж при застосуванні більш низьких частот. Однак величина ємнісної складової повного електричного опору струмів більш низьких частот дуже велика, внаслідок чого переважає струм провідності, і такі струми не чинитимуть глибокої дії. Для струмів ВЧ електропровідність системи в цілому більше, що полегшує проходження енергії в більш глибокі тканини. Таким чином, при впливі поля ВЧ за рахунок струму зміщення не так утворюється тепло в тканинах, скільки накопичується енергія в тканинах, що погано проводять електричний струм і передається майже без всяких втрат більш глибоким тканинам[6].

Під час обробки насіння електричним полем високої частоти відбувається його нагрівання, в основному завдяки наявності в клітинах молекул води і розчинених у воді іонів. Рух молекул води і іонів під дією змінного електричного поля високої частоти і спричиняє нагрівання. При цьому температура є одним з факторів, який впливає на наслідки передпосівної обробки насіння. Однак поряд з нагріванням присутні і інші процеси. Перетворення структур білків, поляризація клітинних мембран, інтенсифікація обмінних процесів під дією опромінення можуть призводити до зміни електричних властивостей насіння і, як наслідок, до впливу на фізіологічний стан, схожість і енергію росту рослин.

Результати досліджень та їх обговорення

В експерименті використано насіння ехінацеї пурпурної та валеріани. Спосіб опромінення реалізується наступним чином. Підготовлені партії насіння згідно ДСТУ 4138-2002 [7, 8] масою 0,01кг відносною вологістю 12...15%, з визначеним видом, сортом, строком врожаю, умовами зберігання поміщаються між опромінюючими електродами за допомогою відповідної ємності, (кювета розміром 0,13×0,09×0,01м), або завантажуються в бункер-опромінювач в разі, якщо одноразова партія перевищує 0,1 кг.

Через одну добу після опромінення насіння виймається з термостату. Визначаються електричні характеристики насіння, а також проводиться зважування насіння.

Під час пророщування на зволоженому папе-

рі насіння поглинає воду, при цьому його маса збільшується. З метою визначення ступеня водопоглинання проводиться зважування кожних 100 насінин відповідних партій до опромінення і через одну добу після опромінення. Таким чином визначається водопоглинання насіння. Найбільше водопоглинання спостерігається при тривалості обробки насіння 3...5 хв. Порівняно з контрольною партією його маса збільшилась на 25%. А кількість поглинутої води досягає 43% від початкової маси насіння, що свідчить про високу інтенсивність обмінних процесів.

Після зважування насіння повертається в термостат де продовжується його пророщування. На третю добу після опромінення визначається енергія росту, як кількість насіння, що проросло від загальної кількості. На 14 добу після опромінення визначається загальна схожість насіння, як кількість насіння, що проросло від загальної кількості насіння експериментальної партії.

Через 3 доби після опромінення насіння було вийняте з термостату, більшість його на цей час відчутно проросло. Визначена енергія проростання, яка підвищилась на 20...27% порівняно з контрольною партією. Кращі результати одержано при обробці на протязі 3...5 хвилин. Таким чином, в цьому проміжку при вихідній потужності 60Вт найкраще обробляти насіння. Тут наявна найбільша енергія проростання 78% для ехінацеї пурпурної і 72% для валеріани.

Схожість, яка визначається процентом насіння, що проросло, до загальної кількості на 14 добу, екстремально залежить від тривалості опромінення при фіксованій потужності випромінювача. Максимум спостерігається при різних тривалостях опромінення. При цьому схожість зростає в середньому на 23...30% в порівнянні з насінням, що не опромінюється.

Під дією ВЧ опромінення температура насіння, спочатку, збільшується, а згодом виходить на усталене значення, це свідчить про те, що кількість теплоти яка надана насінню дорівнює кількості теплоти, яка розсіюється в навколишнє середовище. Таким чином, з точки зору термодинаміки, ця система виходить на усталений режим, а опромінення насіння доцільно проводити в температурних межах від +25°С до +31°С. Крім того, під дією змінного електричного поля насипне насіння нагрівається рівномірно, тобто температура в усіх точках однакова.

Аналіз отриманих експериментальних даних показав, що схожість усього насіння має максимум, який в 1,2...1,3 разів більше у порівнянні з контрольними. При цьому оптимальне значення часу опромінення для різного насіння змінюється від 3 до 6 хвилин.

При цьому температура нагріву насіння T пов'язана з тривалістю їх опромінення t , що описується співвідношенням [2]:

$$T = T_H + 17,5(1 - e^{-\alpha t})$$

де: $T_H = 18^\circ\text{C}$ – початкова температура;

$\alpha = 0,1 \text{ хв}^{-1}$ – постійна часу нагріву.

Коефіцієнт 17,5 враховує особливості оточуючого середовища такі як вологість повітря та насіння, розміри комірки в якому воно знаходиться [8]. Отримане незначне зменшення схожості насіння після досягнення максимальних значень при подальшому підвищенні температури можливо обумовлене локальним перегріванням клітинних мембран і денатурацією білків-переносників у зародку.

Висновки

На основі запропонованої раніше [2] фізико-математичної моделі розподіл температури спричиненого електромагнітним опроміненням ультрависокої частоти розроблено та експериментально апробовано новий ефективний спосіб передпосівної стимуляції, який може застосовуватись для передпосівної обробки насіння ехінацеї і валеріани без застосування хімічних стимуляторів росту і, як наслідок, дозволяє одержати більшу кількість екологічно чистої продукції.

Проведено експериментальні дослідження, які підтверджують доцільність застосування технології передпосівної стимуляції насіння. Схожість насіння збільшилась на 23 – 30%.

Література

1. Beresin OV. Efektivne funktsionuvannya silskohospodarskoho vyrobnytstva [Effective function of the agricultural production.] Economics APK. 2010 Jan; 2:26-31. (Ukrainian).
2. Solovieva NV, Petrovsky OM, Mishchenko AV. Pre-sowing stimulation of Echinacea seeds with an electromagnetic field as means to obtain environmentally safe medicinal substance [Experimental and morphological research]. Aktual'ni problemy suchasnoyi medytsyny: Visnyk Ukrayins'koyi medychnoyi stomatolohichnoyi akademiyi. 2016; 3(55):177-82. (Ukrainian).
3. Tsuglenko NV. Yntensyfykatsiya teplovykh protsessov podgotovky semian k posivu enerhyei VCh y SVCh [Intensification of the heat processes during the preparing seed for sowing using the HF and UHF]. Agropromisdat; 1989. 40p. (Russian).
4. Batygin N, Ushakova S, Nikonova N. Comprehensive assessment of the impact of the electromagnetic field of high frequency on the seeds [Primenenie energii vysokikh i sverhvisokikh chastot v tehnologicheskikh procesah selkhozoyajstvennogo proizvodstva]. Chelyabinsk; 1983. 71p. (Russian).
5. Ismailov E. Biophysical influence of microwave radiation [The effect of microwave radiation at the cellular level]. Energoatomisdat; 1987. 306p. (Russian).
6. Perelmuter V, Cha V, Chuprikova E. Biomedical aspects of the interaction of electromagnetic waves with body [The effect of electromagnetic radiation on biological objects of various levels of organization]. Tomsk Polytechnic University; 2009. 128p. (Russian).
7. Crop seeds. Methods for determination of quality. (2003) (ISO 4138:2002, IDT). State Standards of Ukraine ISO 4138:2002. [Enacted from 2004-01-01]. Kyiv State consumer standard of Ukraine, 173. (National standard of Ukraine). (Ukrainian).
8. Petrovskij O. M., Smerdov A. A., Shemela G. P., Volkov S. I., Landar A. A. inventors; Petrovskij O.M. , assignee. Method of pre-irradiation of seeds of cereals. Ukraine patent 51700. 2010 Jul 26. (Ukrainian).

Реферат

ПРЕДПОСЕВНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ СЕМЯН ЭХИНАЦЕИ И ВАЛЕРИАНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Соловьева Н.В., Петровский А.Н., Ильяш О. Э., Колесникова Н.И., Кузнецова Т.Ю., Соловьев В.В.

Ключевые слова: технология, облучение семян, модель, температура, электромагнитное поле, способ, всхожесть, влияние.

В статье представлены результаты апробации ранее предложенной физико-математической модели распределения температур в насыпном слое семян при облучении его высокочастотным электромагнитным полем. Обосновано, что температура является одним из факторов, влияющим на последствия предпосевной обработки семян. Определено, что наряду с нагревом происходят и другие физические процессы в структуре семян на уровне клеточных мембран и мембранного транспорта веществ. Преобразование структур белков, поляризация клеточных мембран, интенсификация обменных процессов под действием облучения могут приводить к изменению электрических свойств семян и, как следствие, к воздействию на физиологическое состояние, всхожесть и энергию роста растений. Разработана технология предпосевной обработки семян эхинацеи и валерианы с целью получения большего количества экологически чистого сырья для фармакологического производства. Показано положительное тепловое и осцилляторное влияние электромагнитного поля на структурные элементы семян. На основе способа предпосевной стимуляции семян высокочастотным электромагнитным полем найдены оптимальные режимы воздействия облучения на семена эхинацеи и валерианы. Установлено, что повышение комплексного сопротивления биологической ткани, увеличение поляризации клеточных мембран свидетельствует об интенсификации обменных процессов и как следствие приводит к стимуляции процесса прорастания семян и быстрой вегетации на ранних стадиях развития растений. На базе теоретических расчетов и экспериментальных исследований доказано положительный результат от реализации разработанной технологии.

Summary

PRESOWING STIMULATION OF ECHINACEA AND VALERIAN SEEDS WITH ULTRA-HIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD

Solovieva N.V., Petrovskiy O. M., Ilyash O.E., Kolesnikova N.I., Kuznetsova T. Yu., Soloviev V.V.

Key words: technology, seed irradiation, model, temperature, electromagnetic field, method, germinability.

The article presents the results obtained by testing the previously proposed physical and mathematical model of the temperature distribution in the layer of poured seeds when irradiated with a high-frequency electromagnetic field. It has been proven that temperature is one of the factors influencing the consequences of pre-sowing seed treatment. We have found out that, along with heating, other physical processes occur in the seed structure at the level of cell membranes and membrane transport of substances. The transformation of protein structures, the polarization of cell membranes, and the intensification of metabolic processes under the influence of irradiation can lead to changes in the electrical properties of seeds and, as a consequence,

can impact on the physiological state, germinability and growth energy of plants. The result of the seed exposure to high-frequency electromagnetic field depends on the electrical characteristics of the seeds. We have developed a technology for the pre-sowing treatment of Echinacea and Valerian seeds in order to obtain more ecologically pure raw materials for pharmacological industry. The study has demonstrated positive thermal and oscillation effects produced by the electromagnetic field on the structural elements of seeds. Based on the method of presowing stimulation of the seeds with a high-frequency electromagnetic field, the optimal modes for irradiation of Echinacea and Valerian seeds have been elaborated. It has been established that boosting the overall resistance of biological tissue, an increase in the polarization of cell membranes indicates an enhancement of metabolic processes and, as a result, stimulates the process of seed germination and rapid vegetation in the early stages of plant development. Theoretical calculations and experimental studies have evidenced positive results due to implementation of the described technology.