

DOI 10.31718/2077-1096.19.4.88

УДК 631.53.027.34

Соловійова Н.В., Петровський О.М., Кузнецова Т.Ю., Міщенко А.В.

ЗМІНА ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАСІННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ПІД ВПЛИВОМ ВИСОКОЧАСТОТНОГО ОПРОМІНЕННЯ

Українська медична стоматологічна академія, м. Полтава.

Полтавський національний технічний університет імені Ю. Кондратюка

У роботі розглянуто процес зміни електричних характеристик насіння лікарських рослин різних сортів під впливом високочастотного електромагнітного опромінення. 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. Запропоновано фізико-математичну модель електричних властивостей біологічної тканини насіння. У цій моделі клітини розглядаються як паралелепіпеди певних розмірів, оточені зовнішніми клітинними мембранами, які, в свою чергу, оточені міжклітинним середовищем. Між клітинами знаходиться середовище, яке має активну провідність. Внутрішня частина клітини також характеризується активною провідністю. Клітинна мембрана характеризується комплексним опором, який має активну і ємнісну складові. Теоретично обґрунтовано і експериментально показано зміну пасивних електричних характеристик насіння під впливом електромагнітного поля високої частоти. Виявлено зміну діелектричної проникності насіння, його комплексного і активного опору, поляризаційного коефіцієнта, тангенса кута діелектричних втрат внаслідок проведення електромагнітної стимуляції. Особливістю є те, що насіння не можна представити у вигляді однорідного діелектрика, в якому відбувається тільки один із відомих видів поляризації (електронна, дипольна, об'ємно-зарядна). До складу зерна входять біологічні мембрани, стан яких суттєво впливає на електричні властивості. Ступінь поляризації мембран певним чином змінюється під дією будь-яких зовнішніх подразників. 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

Ключові слова: електричні параметри, насіння, біологічна тканина, комплексний опір, поляризація мембран, електромагнітне опромінення.

Вступ

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 й іонів під дією змінного електричного поля високої частоти і спричиняє нагрівання. Температура є одним із факторів, що впливає на наслідки передпосівної обробки насіння. Однак поряд із нагріванням відбуваються й 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. Результат дії високочастотного електромагнітного поля на насіння залежить від електричних характеристик насіння. Крім того, вивчення зміни електричних характеристик після ВЧ обробки насіння дає певні відомості щодо зміни обмінних процесів у насінні.

Наявність у біологічних тканинах поляризованих мембран приводить до того, що, крім активного опору, біологічні тканини характеризуються ще і ємнісним опором. Взагалі, опір біологічних тканин внаслідок вищезгаданих причин буде комплексним. Мембрану клітини можна представити у вигляді паралельно з'єднаних ак-

тивного опору і ємності (реактивного ємнісного опору). Опори міжклітинного і внутрішньоклітинного середовища будуть мати переважно тільки активний складову. У разі порушення обмінних процесів і руйнації мембран ємнісна складова комплексного опору буде зменшуватись.

За рахунок наявності ємнісної складової загальний опір біологічних тканин буде залежати від частоти, на якій здійснюється вимір опору [1, 2]. Зі збільшенням частоти загальний опір буде зменшуватися за рахунок зменшення ємнісної складової опору.

На високих частотах опір буде прямувати до нуля, а загальний опір перестане залежати від частоти і визначається паралельно з'єднаними ємнісним і активним опорами. Таке явище має місце на частотах 10^5 – 10^6 Гц. Найбільший опір біологічна тканина має для постійного струму і струму низької частоти, коли ємнісний опір набагато перевищує значення активного опору. Відношення опору на низькій частоті до опору на високій частоті називається поляризаційним коефіцієнтом. Величина поляризаційного коефіцієнту вказує на інтенсивність обмінних процесів. Чим більша інтенсивність обмінних процесів, тим більший поляризаційний коефіцієнт. Зазначимо, що у разі припинення обмінних процесів і руйнування клітинних мембран поляризаційний

коефіцієнт зменшується. Самі мембрани стають провідниками, їхній опір стає малим. Тому загальний опір буде мати найменше значення і не буде залежати від частоти.

Коли клітини мембрани повністю зруйновані або їх функції остаточно порушені, ємнісна складова комплексного опору майже відсутня, то загальний опір перестає залежати від частоти і може вважатися чисто активним [3, 4, 5].

Мета роботи

Розробка фізико-математичної моделі електричних параметрів насіння. Теоретичне обґрунтування та дослідження зміни електричних властивостей насіння під впливом високочастотного опромінення задля покращення процесів вегетації рослин на початкових стадіях розвитку, інтенсифікації обмінних процесів і як наслідок - збільшення їх продуктивності

Матеріали і методи досліджень

Біологічна тканина насіння складається з великої кількості клітин, розділених міжклітинним середовищем. Самі клітини можуть відрізнятися одна від одної формою, розміром. Також важливе значення має взаємне розташування клітин у тканині насіння. Для порівняння електричних властивостей різних матеріалів треба врахувати масштабний фактор. З іншого боку, неможливо

створити модель, яка б повністю описувала структуру і процеси такої складної системи як біологічна тканина, в тому числі й тканина насіння. Тому необхідно зробити деякі спрощення.

Для зручності визначення лінійних розмірів клітин, що необхідно для врахування масштабного фактору, представимо клітини у вигляді прямокутних паралелепіпедів (рис.1). Розміри паралелепіпедів такі ж, як і розміри клітин. Зміна форми клітини істотно не вплине на електричні параметри. Як відомо, на електричні параметри впливають, перш за все, фізичні властивості тіла – питомий опір, діелектрична проникність, лінійні розміри. Форма тіла має другорядне значення.

У самому насінні клітини зорієнтовані в різних напрямках і можуть об'єднуватися в різні структури (шкірка, зародок тощо), в яких спостерігається певна впорядкованість розташування клітин. Врахувати всі структури насіння і просторову орієнтацію клітин в них неможливо. Тому в моделі зробимо спрощення і розташуємо клітини впорядковано у вигляді прямокутного паралелепіпеда. У цій моделі клітини розглядаються як паралелепіпеди певних розмірів, оточені зовнішніми клітинними мембранами, які, в свою чергу, оточені міжклітинним середовищем.

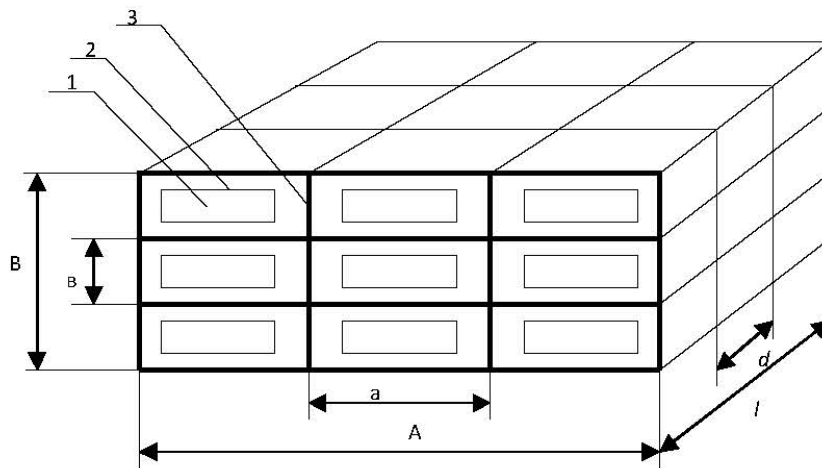


Рис. 1. Модель тіла, що має клітинну будову: 1 – вміст клітини; 2 – клітинна мембрана; 3 – міжклітинне середовище; a , b , d – лінійні розміри клітини; A , B , l – лінійні розміри насіння.

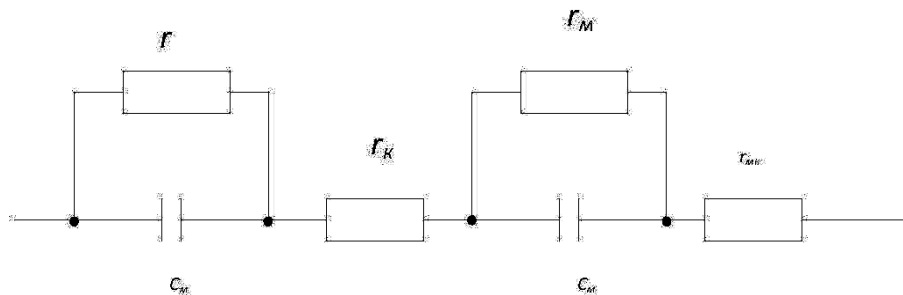


Рис. 2. Еквівалентна електрична схема клітини: r_m – активний опір мембрани, Ом; C_m – ємність мембрани, Ф; r_k – опір вмісту клітини, Ом; r_{mk} – опір міжклітинного середовища, Ом.

Між клітинами знаходиться середовище, яке має активну провідність. Внутрішня частина клітини також характеризується активною провідністю. Клітинна мембрана характеризується комплексним опором, який має активну і ємнісну складові. Еквівалентна електрична схема однієї комірки моделі (клітини) може бути представлена певним поєднанням опорів і ємностей (рис. 2).

$$\underline{Z}_1 = \frac{1}{\frac{1}{r_m} + j\omega C_m} = \frac{r_m}{1 + j\omega C_m r_m}$$

де: X_c – ємнісний опір мембрани, Ом;
 r_m – активний опір мембрани, Ом;
 C_m – ємність мембрани, Ф;
 ω – циклічна частота струму, рад/с;
 j – уявна одиниця.

Загальний комплексний опір комірки $\underline{Z}_{\text{ком}}$ буде визначатися наступним виразом:

$$\underline{Z}_{\text{ком}} = \frac{r_k + 2r_m + r_k r_m^2 \omega^2 C_m^2}{1 + \omega^2 C_m^2 r_m^2} - j\omega C_m \frac{2r_m^2}{1 + \omega^2 C_m^2 r_m^2}$$

де r_k – опір вмісту клітини, Ом.

Таким чином, з урахуванням масштабного фактору загальний опір моделі буде:

$$\underline{Z}_{\text{заг}} = \gamma \frac{l}{S} \left(\frac{\underline{Z}_{\text{ком}} \cdot \rho_{\text{МК}}}{\rho_{\text{МК}} + \gamma \underline{Z}_{\text{ком}}} \right)$$

Остаточно, після математичних перетворень, одержимо:

$$\underline{Z}_{\text{заг}} = \frac{\gamma l}{S} \left[\frac{\rho_{\text{МК}} (R_{\text{ком}} - jX_{\text{ком}})}{\rho_{\text{МК}} + \gamma R_{\text{ком}} - j\gamma X_{\text{ком}}} \right]$$

$$\underline{Z}_{\text{заг}} = \frac{\gamma l R_{\text{ком}} \rho_{\text{МК}}^2 + \gamma \rho_{\text{МК}} R_{\text{ком}}^2 - \gamma X_{\text{ком}}^2 - j(\rho_{\text{МК}} X_{\text{ком}} + \gamma R_{\text{ком}} X_{\text{ком}} \rho_{\text{МК}} + \rho_{\text{МК}} \gamma R_{\text{ком}} X_{\text{ком}})}{(\rho_{\text{МК}} + \gamma R_{\text{ком}})^2 + (\gamma X_{\text{ком}})^2}$$

де

$$R_{\text{ком}} = \frac{r_k + 2r_m + r_k r_m^2 \omega^2 C_m^2}{1 + \omega^2 C_m^2 r_m^2}, \quad X_{\text{ком}} = \omega C_m \frac{2r_m^2}{1 + \omega^2 C_m^2 r_m^2}$$

$\gamma = \frac{ab}{d}$ – коефіцієнт форми, м (його значення близьке до лінійних розмірів клітин);

$\rho_{\text{МК}}$ – ефективний питомий опір міжклітинного середовища, Ом·м.

Аналізуючи вираз (4), можна побачити, що простий вигляд воно має тільки у деяких поодиноких випадках, коли здійснюється висока поляризація клітинних мембран (значна інтенсивність обміну речовин): $\omega^2 C_m^2 r_m^2 \gg 1$. Якщо, крім того, можна знехтувати провідністю міжклітинного се-

редовища, тобто $\frac{1}{R} \rightarrow 0$ і, відповідно, $\rho_{\text{МК}}^2 \rightarrow \infty$, то поділивши чисельник і знаменник виразу на $\rho_{\text{МК}}^2$ і враховуючи, що, за зробленими

Оскільки можна вважати, що опір міжклітинного середовища набагато менший опору клітини $r_{\text{МК}} \ll r_k$, то у подальших розрахунках не будемо враховувати $r_{\text{МК}}$. Комплексний опір мембрани \underline{Z}_1 , паралельно з'єднаних r_m і C_m , буде визначатися таким чином [5]:

припущеннями, $\rho_{\text{МК}} \rightarrow \infty$, одержимо:

$$\underline{Z}_{\text{заг}} = \frac{\gamma l}{S} (R_{\text{ком}} - jX_{\text{ком}})$$

Тобто, за зроблених припущень, опір насіння складається з послідовно з'єднаних активного опору $\gamma R_{\text{я}}/S$ і ємнісного опору $\gamma X_{\text{я}}/S$.

Якщо опір комірки моделі (клітини) переважно реактивний (ємнісний), але провідністю міжклітинного середовища нехтувати не можна, то

$$\frac{1}{\underline{Z}_{\text{заг}}} = \frac{S}{\gamma l} \left(\frac{\gamma}{\rho_{\text{МК}}} + j \frac{1}{X_{\text{ком}}} \right)$$

У цьому випадку ми маємо паралельне з'єднання активного опору міжклітинного середовища і ємнісного опору мембрани.

Треба мати на увазі, що за достатньо низьких і достатньо високих частот опір тканини буде

переважно активним, але його абсолютне значення за низьких частот суттєво залежить від ступеня поляризації клітинних мембран.

Результати досліджень та їх обговорення

Визначення електричних характеристик насіння лікарських рослин проводили за допомогою вимірювача добротності (Q-метра) Е-4-4. Діапазон частот генератора цього приладу знаходиться в межах від 50кГц до 35 МГц. Вимірювання проводилися на частотах 3, 6, 9, 12 МГц. Використовувався метод розстроювання ємності. Насіння насипали у вимірювальну комірку, в якій знаходилися дві паралельні металеві пластинки, що утворювали плоский конденсатор. Діелектриком такого конденсатора виступало насипане в комірку насіння. Для вимірів застосовували котушки з попередньо визначеними значеннями індуктивності і добротності.

Вимірювали характеристики необробленого насіння (контрольна партія) і насіння, обробленого електромагнітним полем ВЧ діапазону. Опромінення ВЧ полем проводили на частоті 27,12 МГц за допомогою апарата УВЧ-60 Мед ТеКо. Потужність опромінення складала 60 Вт, а тривалість обробки – 5 хвилин [6, 7].

За допомогою Q-метра вимірювали комплексний опір, тобто активну і ємнісну складові опору. Для визначення цих характеристик використовували паралельну схему з'єднання ємності й активного опору. Це дозволило розрахувати діелектричну проникливість і питомий опір насіння.

Експериментальні результати визначення діелектричної проникливості, активного опору і тангенса діелектричних втрат для неопроміненого і опроміненого насіння наведені на рис. 3–4.

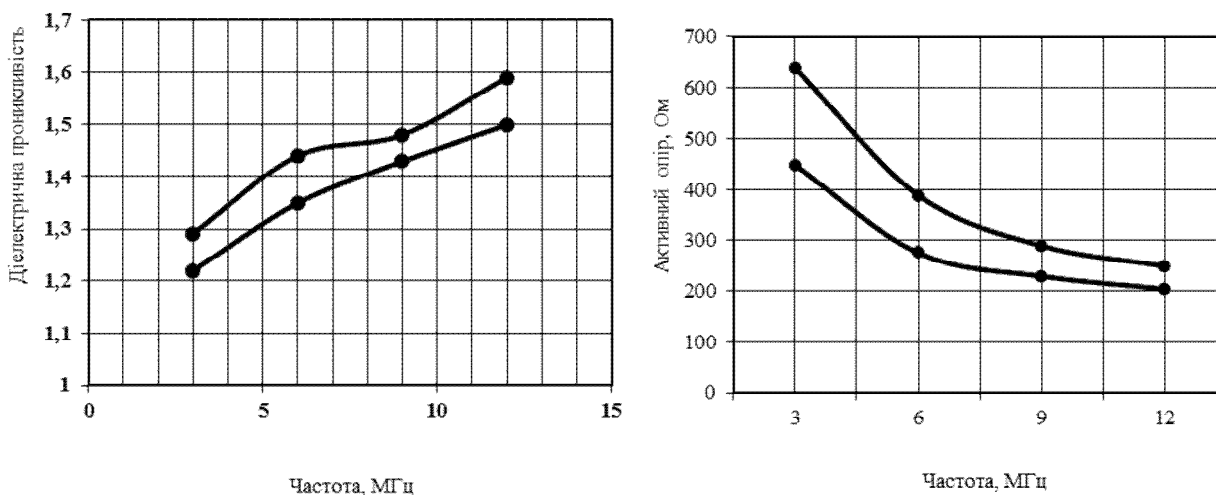


Рис. 3. Залежність діелектричної проникливості та активного опору опроміненого (нижня крива) і неопроміненого (верхня крива) насіння ехінацеї пурпурової від частоти.

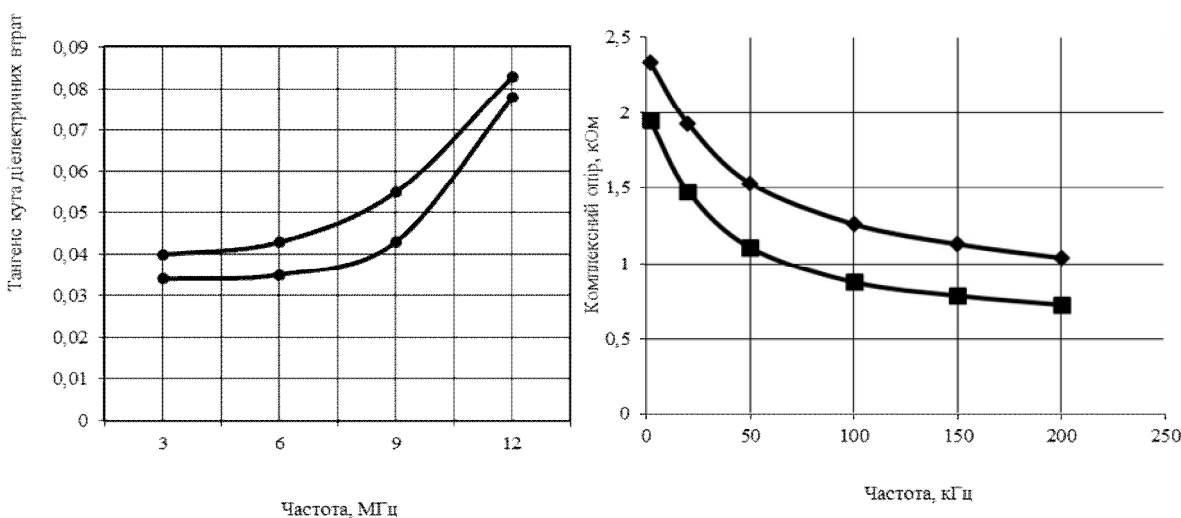


Рис. 4. Залежність тангенса кута діелектричних втрат опроміненого (верхня крива) і неопроміненого (нижня крива) насіння від частоти та залежність комплексного опору насіння: неопромінене насіння (верхня крива); опромінене насіння (нижня крива).

Із наведених результатів видно, що обробка насіння полем ВЧ впливає на його електричні характеристики. Слід зазначити, що в дослідах використовувалося сухе насіння, тобто насіння, яке спеціально не зволожували. Внаслідок цього ємнісна складова комплексного опору значно перевищує його активну складову і дозволяє, в даному випадку, вважати насіння діелектриком.

Іншою особливістю є те, що насіння не можна представити у вигляді однорідного діелектрика, в якому відбувається тільки один із відомих видів поляризації (електронна, дипольна, об'ємно-зарядна) [8, 9]. До складу зерна входять біологічні мембрани, стан яких суттєво впливає на електричні властивості. Ступінь поляризації мембран певним чином змінюється під дією будь-яких зовнішніх подразників.

Зі збільшенням частоти активні втрати збільшуються внаслідок того, що іони частіше вимушені робити перескоки через мембрану, на що витрачається більша енергія. Цей висновок підтверджується результатами виміру активного опору і тангенса кута діелектричних втрат.

Опромінене насіння характеризується меншим значенням активного опору для паралельної схеми вимірювання, що, на нашу думку, пов'язано зі збільшенням проникливості мембран після опромінення зерна полем ВЧ.

Аналізуючи наведену залежність, можна зробити висновок, що комплексний опір насіння з частотою зменшується. Як зазначалося раніше, біологічна тканина насіння не може бути пред-

ставлена простими поєднаннями опору і ємності. Ні паралельна, ні послідовна схеми не можуть у повній мірі свідчити про складові опору насіння.

Відношення опору на низькій частоті до опору на високій (поляризаційний коефіцієнт у межах досліджуваного діапазону частот) для неопроміненого насіння складає 2,24, для опроміненого насіння – 2,67. Це може вказувати на збільшення інтенсивності обмінних процесів у насінні після опромінення. Крива залежності опору насіння від частоти для опроміненого насіння лежить нижче, ніж неопроміненого, що пов'язано зі збільшенням водопоглинання в опроміненому насінні.

Відомо, що збільшення кількості гідратної води крохмалю прискорює процеси росту [2, 10]. Тобто, в цьому випадку опроміненням досягається позитивний результат. Глютен акумулює амінокислоти і інші поживні речовини. Можливо, що ВЧ опромінення запускає активний метаболізм, під час якого білок розщеплюється, поживні речовини вивільнюються, а енергія розщеплення і амінокислоти йдуть на інтенсифікацію обмінних процесів.

Для перевірки позитивного ефекту опромінення проведено обробку насіння ехінацеї пурпурової, з середньою схожістю 53 %, насіння ехінацеї блідої з середньою схожістю 50 %, Через три доби та, відповідно, через 14 діб проводили підрахунок кількості пророслого насіння з метою визначення енергії проростання та схожості (рис. 5).

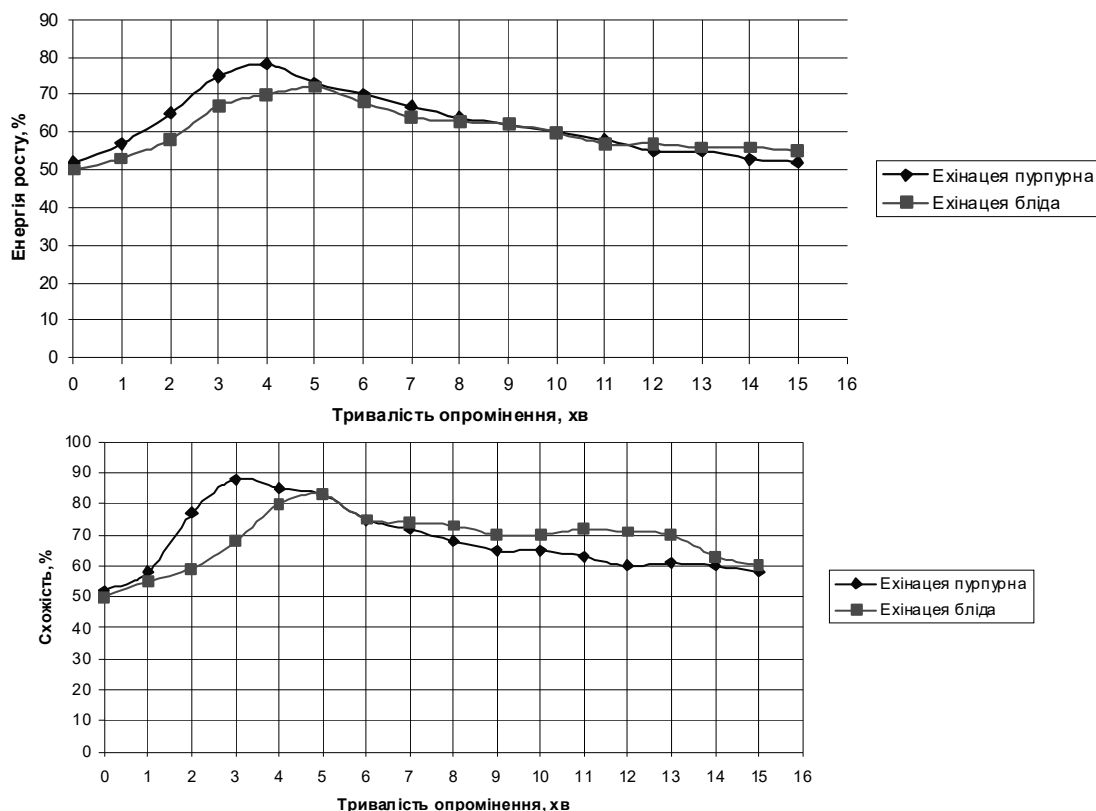


Рис. 5. Енергія проростання та схожість насіння ехінацеї різних сортів

Висновки

Розроблено електричну модель насіння лікарських рослин. Встановлено, що еквівалентна електрична схема насіння є комбінованою і її неможливо звести до послідовно чи паралельно з'єднаних постійних ємності та активного опору. Вона дозволяє аналізувати пасивні електричні характеристики насіння на різних частотах до і після опромінення.

Експериментально підтверджено, що під дією ВЧ опромінення змінюються електричні властивості насіння: загальний опір, діелектрична проникливість, збільшується тангенс кута діелектричних втрат і поляризаційний коефіцієнт, що пояснюється інтенсифікацією обмінних процесів, збільшенням водопоглинання і, як наслідок, стимулюється процес проростання. Проведено експериментальні дослідження, які підтвердили доцільність застосування опромінення. Схожість насіння ехінацеї різних сортів збільшилася на 30–33 %, енергія росту – на 25–30 %.

Перспективи подальших досліджень полягають в перевірці результатів на інших видах і сортах насіння лікарських рослин. Також можливе

використання більш високих частотних діапазонів для опромінення.

Література

1. Merion DzhB. Zagalna fizika z biologichnimi prikladami [Elektricheskie polya i tokij]. Vysshaya shkola; 1986. 623 p. (Russian)
2. Bezuglov VK. About the relationship of the parameters of the current-voltage characteristics of plant tissues with indicators of water metabolism in them [Sostoyanie vody i energeticheskij obmen rastenij]. Kazan; 1975. 113p. (Russian)
3. Remizov AN. Medical and biological physics [Elektrodinamika]. Drofa; 2004. 560 p. (Russian)
4. Petrovskij OM. Technology of presentive stimulation of seeds by high-frequency electromagnetic field. Vostochno-Europejskij Journal peredovyh tehnologij. 2013; 6/5(66): 45–50. (Russian)
5. Grabovski B. Handbook of Electronics [Elektricheskie cepi i filtry]. DMK Press; 2009. 416p. (Russian)
6. Petrovskiy ON, Smerdov AA, Zhemela GP, Volkov SI, Landar AA. Method of PRE-SEEDING irradiation of seeds of cereals. MPK A01C01/00/ Pat. №51700, 26.07.2010 (Russian)
7. Petrovskiy ON, Smerdov AA, Volkov SI, Landar AA. Device for pre-sowing irradiation of seeds MPK A01C01/08/. Pat. №58446, 11.04.2011 (Ukraine)
8. Ivanickij GR, Krinskij VI, Selkov EE. Mathematical cell biophysics [Matematicheskoe modelirovanie protocnyh fermentativnyh reakcij]. Nauka; 1978. 308 p. (Russian)
9. Plonski R, Barr R. Bioelectricity: a quantitative approach [Biofizika membran]. Mir; 1991. 366 p. (Russian)
10. Batygin NF, Ushakova SI, Nikonova ND. Comprehensive assessment of the impact of the electromagnetic field of high frequency on the seeds [Primenenie energii vysokih i sverhvisokih chastot v tehnologicheskikh procesah sel'skohozyajstvennogo proizvodstva]. Chelyabinsk; 1983. 71p. (Russian)

Реферат

ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕМЯН ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Соловьева Н.В., Петровский А.Н., Кузнецова Т.Ю., Мищенко А.В.

Ключевые слова: электрические параметры, семена, биологическая ткань, комплексное сопротивление, поляризация мембран, электромагнитное облучение.

В работе рассмотрен процесс изменения электрических характеристик семян лекарственных растений различных сортов под воздействием высокочастотного электромагнитного облучения. 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. Предложено физико-математическую модель электрических свойств биологической ткани семян. В этой модели клетки рассматриваются как параллелепипеды определенных размеров, окруженные внешними клеточными мембранами, которые, в свою очередь, окружены межклеточной средой. Между клетками находится среда, которая имеет активную проводимость. Внутренняя часть клетки также характеризуется активной проводимостью. Клеточная мембрана характеризуется комплексным сопротивлением, который имеет активную и емкостную составляющие. Теоретически обосновано и экспериментально показано изменение пассивных электрических характеристик семян под воздействием электромагнитного поля высокой частоты. Выявлено изменение диэлектрической проницаемости семян, их комплексного и активного сопротивления, поляризационного коэффициента, тангенса угла диэлектрических потерь в результате проведения электромагнитной стимуляции. Особенностью является то, что семена нельзя представить в виде однородного диэлектрика, в котором происходит только один из известных видов поляризации (электронная, дипольная, объемно-зарядная). В состав зерна входят биологические мембраны, состояние которых существенно влияет на электрические свойства. Степень поляризации мембран определенным образом изменяется под действием каких-либо внешних раздражителей. 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

Summary

ALTERATION OF ELECTRICAL PARAMETERS IN SEEDS OF MEDICINAL HERBS UNDER HIGH FREQUENCY IRRADIATION EXPOSURE

Solovieva N.V., Petrovskiy O. M., Kuznetsova T. Yu., Mischenko A.V.

Key words: electrical parameters, seeds, biological tissue, complex resistance, polarization of membranes, electromagnetic radiation.

The paper describes the process of changing the electrical properties of wheat seeds exposed to high-frequency electromagnetic irradiation. It has been proven that temperature is one of the factors influencing the consequences of pre-sowing seed treatment. It has been found out that along with heating, some other physical processes occur in the seed structure at the level of cell membranes and intramembranous transport. The transformation of protein structures, the polarization of cell membranes, and intensification of metabolic processes under the exposure to high-frequency irradiation can lead to an alteration in the electrical properties of seeds and, as a consequence, to an effect on the physiological state, similarity and growth energy of plants. The result of the action of a high-frequency electromagnetic field on the seeds depends on the electrical characteristics of the seeds. A physical and mathematical model of the electrical properties of biological seed tissue has been proposed. According to this model the cells are regarded as parallelepipeds of particular sizes surrounded by external cellular membranes, which, in turn, are surrounded by intercellular substance. This substance is characterized by considerable electrical conductivity. The interior of the cell is also characterized by high conductivity. The cell membrane is characterized by complex resistance having active and capacitive components. The change in the passive electrical characteristics of seeds exposed to high-frequency electromagnetic field has been theoretically grounded and supported by the experiments. This study has also demonstrated changes in the dielectric permeability of seeds, their complex and active resistance, polarization coefficient, and dielectric loss tangent as a result of electromagnetic stimulation. It is noteworthy that the seeds cannot be represented as a uniform dielectric in which only one of the known types of polarization (electronic, dipole, space-charge) occurs. The seed includes biological membranes, the state of which significantly affects the electrical properties. The degree of polarization of the membranes in a certain way changes due to the exposure of any external stimuli. It has been established that an increase in the complex resistance of the biological tissue, an increase in the polarization of cell membranes indicates an intensification of metabolic processes and, as a result, stimulates the process of seed germination and rapid vegetation in the early stages of plant development.