

УДК 632.935.4:621.396.652

КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВИСОКОЧАСТОТНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

Л.Є. Нікіфорова, доктор технічних наук

Таврійський державний агротехнологічний університет

Л.С. Червінський, доктор технічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті обґрунтовані моделі комплексної системи дослідження процесів низькоенергетичної електромагнітної обробки насіння, що використовують методика синтезу гібридних та колективних моделей для прогнозування показників розвитку тепличних рослин. Реалізація досліджень за даною методикою дає можливість отримання оптимальних режимів обробки насіння тепличних культур, що забезпечують збільшення врожайності і зниження енергетичних затрат.

Електромагнітна обробка, вплив, насіння тепличних культур.

Застосування сучасних автоматизованих комплексів у рослинництві для збільшення врожайності, вказує на різноманіття чинників, що впливають на насіння і розвиток рослин, часто не об'єднаних єдиною системою дослідження, організаційною структурою агротехнічних і методологічних підходів вибору технологічних процесів з урахуванням природно - кліматичних умов.

Актуальність вирішення цієї проблеми пов'язана не тільки з ефективним використанням існуючих методів обробки ґрунту, рослин, збирання врожаю і ефективних методів підготовки насіння до посіву, але і з розробкою енергоекономічних електротехнологічних прийомів обробки насіння і рослин.

Мета дослідження – обґрунтування моделі комплексної системи дослідження процесів низькоенергетичної електромагнітної (НЕ ЕМ) обробки насіння і розвитку рослин, що базується на використанні принципів системного аналізу та керування.

Матеріали і методика досліджень. При розгляді параметричної моделі дослідження процесу низькоенергетичної електромагнітної високочастотної (НЕ ЕМ НВЧ) обробки насіння і вирощування рослин (рис.1) видно, що істотний вплив на показники ефективності передпосівної обробки насіння роблять електротехнологічні параметри НВЧ обробки і технологічні параметри подальшого вирощування рослин з урахуванням тимчасових чинників конкретних умов навколишнього середовища.

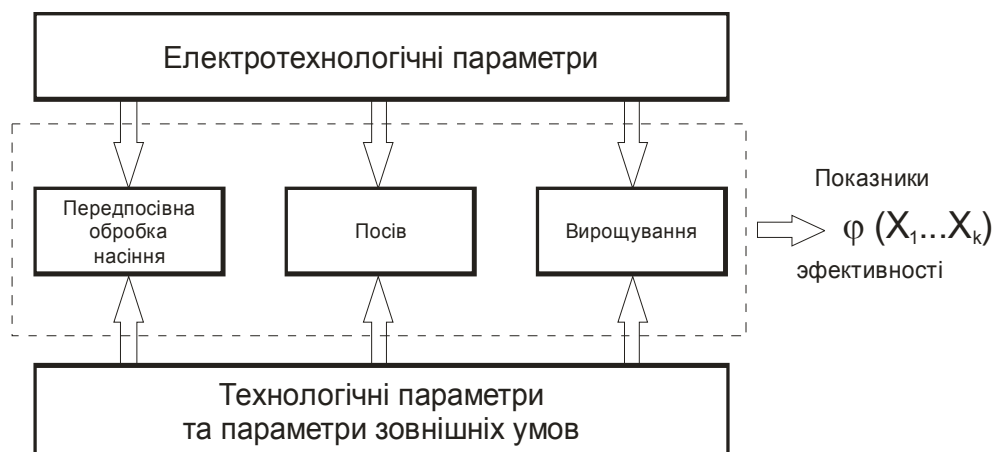
Складний характер залежності показників ефективності розвитку сільськогосподарських рослин від технологічних параметрів передпосівної обробки насіння до посіву, агротехніки обробки сільськогосподарських

культур і кліматичних умов, що змінюються, є слідством багатоекстремального характеру цільових функцій в задачі оптимізації.

Тому з урахуванням представленої моделі (рис.1) для розв'язання проблеми наукового обґрунтування параметрів НЕ ЕМ НВЧ обробки насіння і пошуку відносного глобального екстремуму показників ефективності цього процесу і подальшої їх перевірки у виробничих умовах та розробки практичних рекомендацій пропонується використання методології імітаційного моделювання [4].

Існуючі теоретичні основи високочастотної обробки сипких матеріалів і методика прискореної організації системи дослідження технології, що вивчається, характеризуються складністю і початковою невизначеністю властивих їй закономірностей.

Результати досліджень. Експериментальні дослідження енерготехнологічних режимів і показників ефективності НВЧ підготовки насіння до посіву указують на різноманіття чинників, діючих на даний матеріал при обробці і подальше вирощування з них рослин та отримання насіння нового урожаю. За допомогою пасивного експерименту провести в повному об'ємі комплексні дослідження теоретично обґрунтованих параметрів і режимів певних видів обробки НВЧ методів при проведенні порівняльних випробувань в польових умовах практично неможливо.



$$Y = \varphi(x_1 \dots x_k)$$

Показники ефективності

$y_1 = \varphi(x_1)$ – енергія пророщування
 $y_2 = \varphi(x_2)$ – лабораторна схожість
 $y_3 = \varphi(x_3)$ – врожайність
 $y_4 = \varphi(x_4)$ – сила росту

Технологічні параметри

x_1 – експозиція обробки
 x_2 – частота ЕМП
 x_3 – період "обробка - висів"
 x_4 – норма висіву насіння
 x_n – умови зовнішнього середовища

Рис. 1. Параметрична схема моделі процесу дослідження НЕ ЕМ НВЧ обробки насіння та вирощування рослин

Керуючись системним підходом, розроблена функціональна схема системи дослідження енерготехнологічних процесів НЕ ЕМ НВЧ обробки насіння, що складається з трьох основних підсистем (рис. 2).

Підсистема 1, об'єднана активним плануванням експерименту, включає вибір обробки насіння ВВЧ або НВЧ, аналітичних моделей обґрунтування механізмів дії, параметрів та показників ефективності, вибір устаткування для проведення досліджень і перевірки одержаних порівняльних результатів у лабораторних умовах для знаходження ефективних режимів обробки.

Підсистема 2, вищого рівня по відношенню до інших, базується на результатах виробничих досліджень в польових умовах щодо перевірки механізмів дії параметрів, що вивчаються, на показники ефективності, математичному моделюванні, з системою автоматизованої обробки інформації (CAOI) і подальших обчислювальних порівняльних дослідженнях за визначенням ефективних режимів ВВЧ або НВЧ обробки насіння і оптимізації якісних показників в умовах неповної інформації, тобто неадекватності рівнянь активного планування експерименту при знаходженні глобального оптимуму, з урахуванням зовнішніх чинників дії.



Рис. 2. Структурна схема системи дослідження електротехнологічних процесів НЕ ЕМ НВЧ обробки насіння

Дана підсистема дозволяє за допомогою математичного моделювання, заснованого на статистичних моделях: непараметричних, гібридних і колективних, одержати в умовах неповної інформації характеристики взаємодії електротехнологічних режимів і якісних показників обробки насіння і одержаного результату в польових умовах.

Підсистема 3 представляє техніко-економічні дослідження і результати практичних рекомендацій і технічних умов на виготовлення промислового ВВЧ і НВЧ устаткування для підготовки насіння до посіву.

Тобто на основі імітаційного моделювання, для скорочення трудових та грошових затрат, пропонується знайти оптимальні режими обробки, перевірити їх у виробничих умовах та визначити шуканий відносний глобальний оптимум. Дати техніко-економічну оцінку розробленої технології та розробити практичні рекомендації та технічні умови на виготовлення промислових НЕ ЕМ НВЧ комплексів.

Розроблена система призначена для вирішення виникаючих проблем в електротехнологічних дослідженнях щодо знаходження адекватних методичних, математичних і інформаційних засобів визначення ефективних технологічних режимів ВВЧ і НВЧ обробки насіння.

Систему математичного моделювання комплексної системи дослідження технологічних процесів обробки насіння можна представити також у вигляді трьох підсистем (рис. 3).

У підсистемі 1 пропонується розробка параметричних моделей дослідження і прогнозування якісних показників ефективності ВЧ і СВЧ обробки насіння. Пропоновані моделі дозволяють більш повно використовувати параметричне моделювання і інші початкові відомості про технологію, що вивчається, тим самим представляють досліднику сучасні математичні засоби моделювання і оптимізації процесу підготовки насіння до посіву.

У підсистемі 2 розглядаються непараметричні моделі дослідження в технологічних процесах вирощування сільськогосподарських культур в різних умовах апріорної інформації і методики синтезу і аналізу непараметричних, гібридних і колективних моделей стохастичних залежностей, визначаючи взаємозв'язок між параметрами, що вивчаються, і зовнішніми чинниками дії і якісними показниками ефективності насіння і вирощуваних з них рослин.

У підсистемі 3 показники ефективності кожного j -го етапу даного процесу визначаються його електротехнологічними параметрами, зовнішніми умовами і результатами попередніх етапів і оцінюються зрештою цільовими функціями або порівняльними дослідженнями або техніко-економічними показниками.

Для виконання експериментальних досліджень, в рамках підсистеми 1, було розроблено макетний зразок НЕ ЕМ НВЧ обробки насіння (рис. 4). Безпосередня обробка матеріалу проводилася в резонаторних камерах (резонаторах), розрахованих на досліджувані частотні діапазони. При прове-

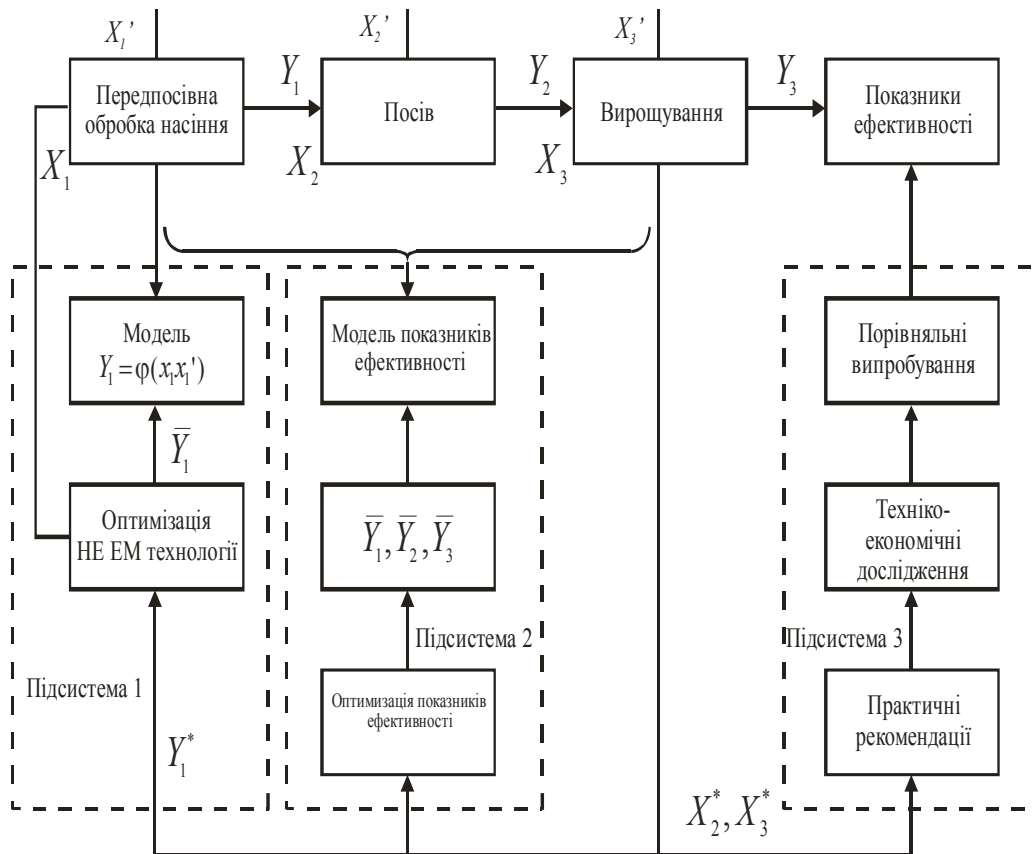


Рис. 3. Структурна схема системи математичного моделювання комплексних досліджень в технологічних процесах виробництва тепличних культур

денні експериментальних робіт була передбачена можливість навмисної зміни площин поляризації ЕМП за рахунок створення додаткових вікон у конструкції резонатора. Насіння оброблялося в кюветах з матеріалу, прозорого для ЕМВ (фторопласт).

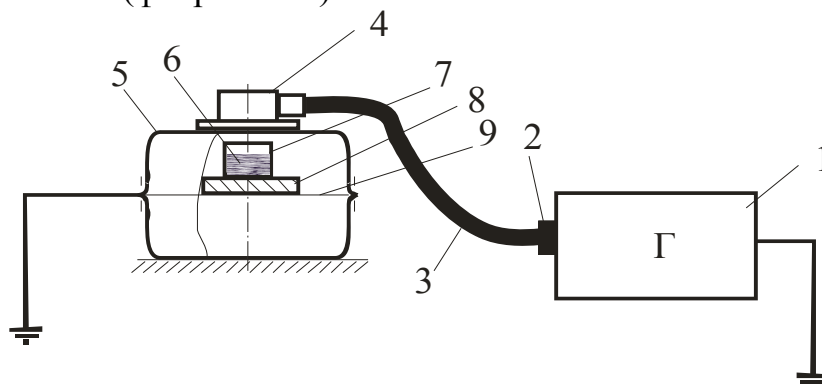


Рис. 4. Макетний зразок лабораторного пристрою для обробки насіння
 1 – генератор НВЧ, 2 – НВЧ-вихід, 3 – хвилевід (коаксіальний екранований кабель), 4 – випромінювач, 5 – резонаторна камера, 6 – оброблюваний матеріал, 7 – кювета, 8 – підставка, 9 – діелектрична підложка

Реалізація на макетному зразку матриці плану Бокса дозволила

отримати параметричні адекватні рівняння регресії за даними першого року дослідження в лабораторних та тепличних умовах (при $x_1 = \tau, x_2 = f, x_3 = T, x_4 = N$):

по енергії пророщування

$$y_2 = 93,1 - 0,8x_3^2 + 0,7x_1 - 1,6x_2 + 2,4x_1x_3; \quad (1)$$

по лабораторній схожості

$$y_3 = 94,1 + 3,5x_1^2 - 1,6x_2^2 - 0,7x_3^2 + 0,8x_1 - 2,3x_2 + 4,5x_1x_3; \quad (2)$$

по врожайності

$$y_4 = 100,1 + 9,0x_1^2 + 3,2x_2^2 - 7,1x_3^2 - 19,5x_4^2 - 4,8x_2 + 10,4x_3 + 15,1x_4 - \\ - 4,0x_1x_2 - 5,5x_1x_4 - 5,9x_2x_4 \quad (3)$$

Найбільш значущими факторами в отриманих рівняннях регресії (1, 2, 3) є частота та експозиція обробки. Ці параметри низькоенергетичної високочастотної обробки насіння роблять максимальний вплив на показники ефективності (енергію пророщування, лабораторну схожість та врожайність).

За даними виразами отримано поверхні відгуку, що визначають графічну залежність результативної ознаки від факторів впливу.

Подальша реалізація алгоритму розробленої комплексної системи дослідження (виконання методики досліджень, що передбачено у підсистемі 1 та підсистемі 2) дозволила отримати оптимальні режими низькоенергетичної обробки насіння тепличних культур: резонансна частота – $f_{рез} = 37,25$ ГГц (+,– 15% в залежності від виду культур), експозиція $T = 15$ хв, час "обробка–висів" – 5 діб, щільність потужності – $1,9$ мВт/см², норма висіву насіння 1 кг/га.

На підставі експериментальних досліджень сформульовано загальні положення методики розробки НЕ ЕМ технології активації насіння тепличних культур та алгоритм її використання у тепличних господарствах.

Висновки

1. Існуюча методологія дослідження розроблених електротехнологічних процесів не дозволяє повною мірою розкрити причинні та функціональні зв'язки між явищами, що спостерігаються при впливі електротехнологічних та екологічних параметрів на якісні показники насіння та рослин і не дозволяє застосовувати отримані закономірності для вирішення практичних задач підвищення врожайності при зниженні енергоматеріальних затрат.

2. Структурна схема системи дослідження дозволила розробити параметричні моделі, що використовують теорію активного планування експерименту, і на цій основі виявити причинні та функціональні зв'язки між явищами, що виникають при впливі електротехнологічних параметрів на показники ефективності НЕ ЕМ НВЧ/ВВЧ обробки насіння.

Список літератури

1. Изотова А.И. О влиянии СВЧ- обработки на качество некоторых кормовых продуктов// А.И. Изотова А.И., Л.Е.Шварц // Зерновое х-во.–2003. – №4.– С. 23 – 25.
2. Микроволновые технологии в народном хозяйстве//: Сб.ст. – Одесса: ОКФА,1996. – 108 с.
3. Фурман І.О. Автоматизовані системи керування технологічними процесами/.За редакцією І.О. Фурмана:// Підручник для ВНЗ. – Харків Факт, 2006. – 317 с.
4. Кошовий М.Д., Автоматизація експериментальних досліджень// М.Д. Кошовий, В.О. Гаєвий// :Харків.: Факт, 2001. – 112 с.

В статье обоснованы модели комплексной системы исследования процессов низкоэнергетической электромагнитной обработки семян, которые используют методику синтеза гибридных и коллективных моделей для прогнозирования показателей развития растений. Реализация исследований по данной методике дала возможность получения оптимальных режимов обработки семян тепличных культур, которые обеспечивают увеличение урожайности и снижение энергетических затрат.

Электромагнитная обработка, влияние, семена тепличных культур.

The models of the complex system of research of processes of electromagnetic treatment of seed which use the method of synthesis of hybrid and collective models for prognostication of indexes of development of plants are grounded in the article. Realization of researches on this method gave possibility of receipt of the optimum modes of treatment of seed of glass-cultures which provide the increase of productivity and decline of power expenses.

Electromagnetic treatment, development of plants, glass-cultures.