

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЯ ЛАЗЕРНОЇ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

Л.Є. НИКИФОРОВА, доктор технічних наук
С.В. ГАЙДУКЕВИЧ, старший викладач
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

Наведено передумови вивчення технологічного режиму лазерної передпосівної обробки насіння соняшнику методом планування повного факторного експерименту.

Лазерний пристрій, соняшник, насіння, імпульсне опромінення, фактори, точки оптимуму.

Визначення технологічного режиму лазерної передпосівної обробки насіння соняшнику методом математичного планування експерименту другого порядку є достатньо перспективним напрямом. Від вибору факторів та рівнів їх варіювання залежить надалі значимість факторів. Може виявитися так, що важливий за значущістю фактор згідно з розрахунками може не впливати на процес, якщо рівні варіювання були визначені невірно. Це може призвести до того, що побудована модель процесу буде неточно описувати технологічний режим.

Нині розроблено різноманітні плани повного факторного експерименту. Великий вклад у розробку методики планування експерименту в дослідженнях сільськогосподарських процесів зробили С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Роцин, Ф.Г. Гусейнов, О.С. Мамедяров [3,5]

Мета досліджень – обґрунтування передумов вивчення технологічного режиму лазерної передпосівної обробки насіння соняшнику методом планування експерименту.

Матеріали та методика досліджень. Для проведення експерименту технологічного режиму лазерної передпосівної обробки насіння соняшнику, були вибрані фактори та рівні їх варіювання (таблиця).

Фактори та рівні їх варіювання

Фактор	Одиниця вимірювання	Рівні варіювання факторів				Позначення
		-1	0	+1	Δ_i	
Кількість днів від опромінення до початку визначення посівних якостей насіння (ПЯН)	днів	3	9	15	6	X_1
Кількість імпульсів	тис. шт.	2	5	8	3	X_2
Щільність енергії	мВт/см ²	0,5	3,25	6	2,75	X_3

З метою скорочення загального обсягу дослідів ставиться експеримент з відсіювання.

Матриця планування експерименту з відсіювання другого порядку базується на трьох факторах. Це дозволяє отримати лінійні рівняння регресії у загальному вигляді. Матриця планування експерименту має вигляд:

$$X := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 & 0 & 0 \\ 1 & -1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 & 0 \\ 1 & 0 & -1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 \\ 1 & 0 & 0 & -1.215 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.476225 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad Y := \begin{pmatrix} 95 & 95 \\ 85 & 87 \\ 84 & 86 \\ 80 & 79 \\ 91 & 93 \\ 84 & 86 \\ 89 & 89 \\ 82 & 79 \\ 81 & 80 \\ 92 & 94.2 \\ 82 & 81 \\ 80 & 79 \\ 81 & 80 \\ 82 & 83 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Модель другого порядку визначають за виразом:

$$\tilde{y} = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{j,i=1}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2 \quad 1)$$

Коефіцієнти регресії кожного фактора за проведеними дослідями обчислюють за формулами:

$$b_0 = \frac{\sum_{u=1}^N y_u}{N} ; \text{ або } B = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2)$$

Помилку експерименту розраховують за формулою:

$$s_{b_i}^2 = \frac{s_0^2}{\sum x_{iu}^2}, \quad (3)$$

де s_0^2 – помилка дослідів, яка дорівнює:

$$s_0^2 = \frac{1}{N_0 - 1} \sum_{k=1}^{N_0} (y_{0k} - \bar{y}_0)^2, \quad (4)$$

де N_0 – кількість дослідів у центрі плану.

Отримують математичну моделі виду:

$$y_i = B_0 + B_1 z_1 + B_2 z_2 + B_3 z_3 + B_{12} z_1 z_2 + B_{13} z_1 z_3 + B_{23} z_2 z_3 + B_{11} z_1^2 + B_{22} z_2^2 + B_{33} z_3^2 \quad (5)$$

Визначаються дисперсії відтворюваності за критерієм Кохрена:
 $G_p = 0,251 < 0,499$ ($G_m(\alpha = 0,05; 1, 25)$), на підставі яких можна зробити висновок, що відтворюваність дослідів добра.

За критерієм Стюдента визначають коефіцієнти поліноміальної регресії.

Розрахунковий критерій Стюдента $t_p = 1,746$. Таким чином, коефіцієнти B_3, B_{12}, B_{13} є незначущими, їх можна відкинути.

Результати досліджень. Отримане рівняння поверхні другого порядку має вигляд:

$$y_i = 31,462 + 4,137z_1 + 1,969z_2 + 1,125z_3 + 23,505z_1^2 + 19,237z_2^2 + 19,914z_3^2 \quad (6)$$

Для визначення адекватності моделі порівнюємо критичне і розрахункове значення критерію Фішера:

$$1,987 < 2,397.$$

Таким чином, отримана нелінійна модель є адекватною, тобто її можна використовувати при побудові області оптимуму та визначення його координат.

$$y_i = 125,63 - 11,063x_1 - 0,02x_2 - 17,54x_3 + 0,00021x_2x_3 + 0,653x_1^2 + 0,000005x_2^2 + 2,63x_3^2.$$

Розкодована нелінійна модель має вигляд:

Розглянемо можливі двовимірні значення, які мають найбільше практичне значення:

$$y_i = 125,63 - 11,063x_1 - 0,02x_2 - 17,54x_3 + 0,00021x_2x_3 + 0,653x_1^2 + 0,000005x_2^2 + 2,63x_3^2.$$

1. Двовимірний переріз поверхні відгуку, побудований за рівнянням:

$$y_i = 125,63 - 0,02x_2 - 17,54x_3 + 0,00021x_2x_3 + 2,63x_3^2 + 0,000005x_2^2,$$

при $x_1 = 0$, зображено на рис. 1.

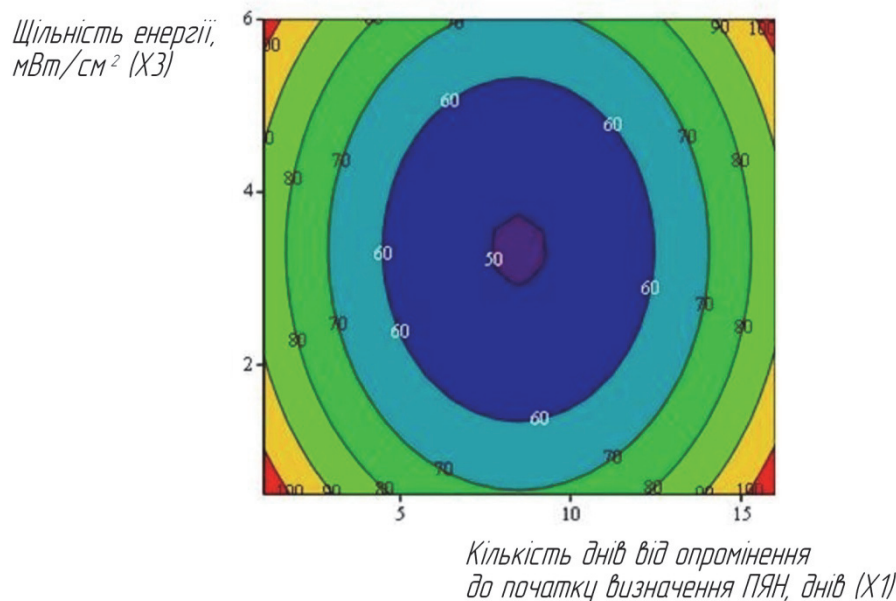


Рис. 1. Поверхня та лінії рівнів функції відгуку ($x_1=0$)

2. Двовимірний переріз поверхні відгуку, побудований за рівнянням:

$$y_i = 125,63 - 11,063x_1 - 17,54x_3 + 2,63x_3^2 + 0,653x_1^2,$$

при $x_2 = 0$, зображено на рисунку 2.

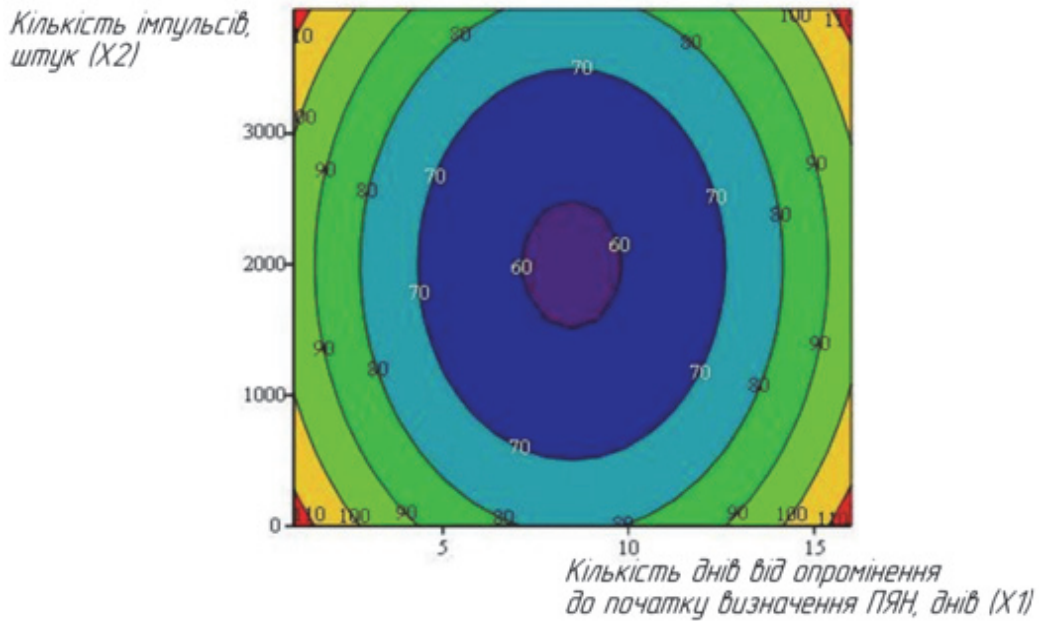


Рис. 2. Поверхня та лінії рівнів функції відгуку ($x_2=0$)

3. Двовимірний переріз поверхні відгуку, побудований за рівнянням:

$$y_i = 125,63 - 0,02x_2 - 11,063x_1 + 0,653x_1^2 + 0,000005x_2^2,$$

при $x_3 = 0$, зображено на рис. 3.

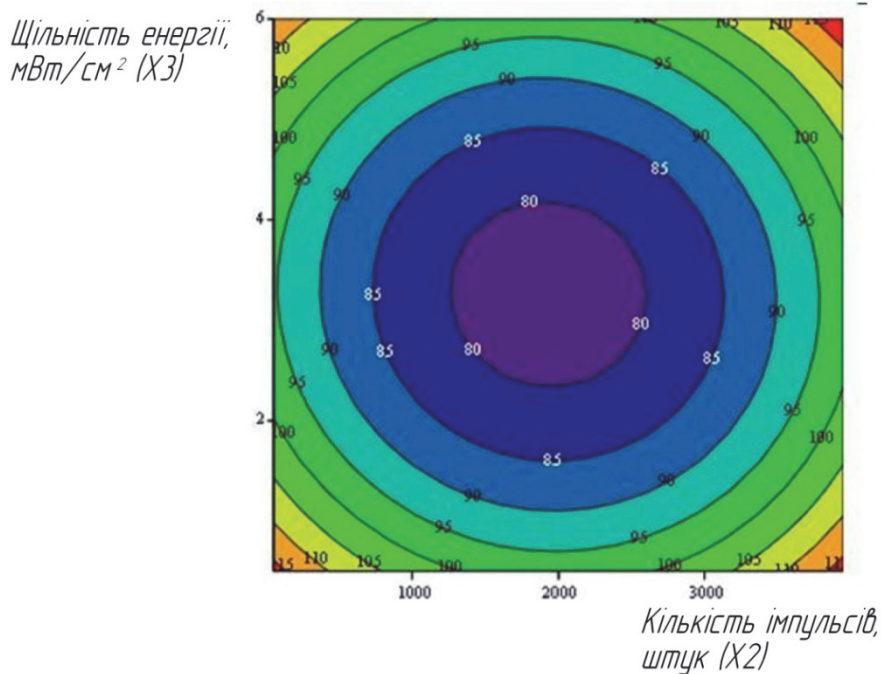


Рис. 3. Поверхня та лінії рівнів функції відгуку ($x_3=0$)

Висновки

1.3 метою реалізації плану повного факторного експерименту визначено фактори, рівні їх варіювання та матриця планування експерименту.

2. Запропоновано рівняння моделі, що описують вплив факторів на критерій оптимізації. Це дозволило визначити технологічний режим лазерної передпосівної обробки насіння соняшнику, а саме: кількість днів від опромінення до початку визначення посівних якостей насіння (ПЯН) – 8,47 днів; кількість імпульсів – 1931 шт.; щільність енергії – 3,25 мВт/см².

3. Побудовано графіки, які дають змогу визначити залежність зміни ПЯН від щільності енергії, кількості імпульсів та днів від опромінення до початку визначення ПЯН.

Список літератури

1. Букатый В.И. Воздействие лазерного излучения на семена сельскохозяйственных культур: монография / В.И. Букатый, В.П. Карманчиков // Лазер и урожай. – Барнаул: Изд-во АТУ, 1999. – 58 с.

2. Величко О.И. Влияние лазерного освещения семян и проростков на активность карбоангидразы в проростках кресс-салата / О.И. Величко, О.Т. Демкив // Физиология и биохимия культурных растений. – 2003. – Т. 35, №1. – С. 22–28.

3. Гусейнов Ф.Г. Планирование эксперимента в задачах элетроэнергетики / Ф.Г. Гусейнов, О.С. Мамедяров. – М. : Энергоиздат, 1988. – 151 с.

4. Лобко В.В. Существенна ли когерентность низкоинтенсивного лазерного света при его воздействии на биологические объекты / В.В. Лобко, Т. Й. Кару, В.С. Летохов // Биофизика. – 1985. – Т. 30, вып. 2. – С. 366–371.

5. Скрипник М.М. Енергозберігаючі електротехнології опромінювання рослин / М.М. Скрипник // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2006. – №2/3 (18). – С. 22 – 26.

Приведены предпосылки изучения технологического режима лазерной предпосевной обработки семян подсолнечника методом планирования полного факторного эксперимента.

Лазерное устройство, подсолнух, семена, импульсное облучение, факторы, точки оптимума.

In work the resulted pre-conditions of studying of a technological mode of laser processing of seeds of sunflower are resulted by a method of planning of full factorial experiment.

Laser device, sunflower, seed, impulsive irradiation, factors, points of optimum.