

УДК 631.53.027.34

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ ЛАЗЕРНОЇ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

Никифорова Л.Є., д.т.н.,
Богатирьов Ю.О., інженер,
Сергеев В.Ю., магістр.
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел. (0619) 42-23-41

Анотація - в роботі приведені передумови вивчення технологічного режиму лазерної передпосівної обробки насіння методом планування повного факторного експерименту.

Ключові слова - лазерний пристрій, соняшник, насіння, імпульсне опромінення, фактори, точки оптимуму.

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

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день розроблені різноманітні плани повного-факторного експерименту. Великий вклад в розробку методики планування експерименту в дослідженнях сільськогосподарських процесів зробили С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин, Ф.Г. Гусейнов, О.С. Мамедяров. [1,2]

Ціль дослідження. Обґрунтувати передумови вивчення технологічного режиму лазерної передпосівної обробки насіння соняшнику методом планування експерименту.

Основна частина. Для проведення експерименту технологічного режиму лазерної передпосівної обробки насіння соняшнику, були обрані фактори та рівні їх варіювання (табл. 1).

З метою скорочення загального обсягу дослідів ставиться експеримент з відсіювання.

Матриця планування експерименту з відсіювання другого порядку базується на трьох факторах.

Таблиця 1 – Фактори та рівні їх варіювання

Фактор	Одиниця виміру	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

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 визначається 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 фактору за проведеними дослідями розраховуються за формулами:

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

Помилка експерименту розраховується 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.

Для математичної 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 сказати, що відтворюваність дослідів добра.

За критерієм Стюдента визначаються коефіцієнти поліноміальної регресії.

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

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, порівняємо 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 і визначення його координат.

Розкодована нелінійна модель має вигляд

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

Розглянемо можливі двомірні значення, які мають найбільше практичне значення.

1) Двомірний 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.

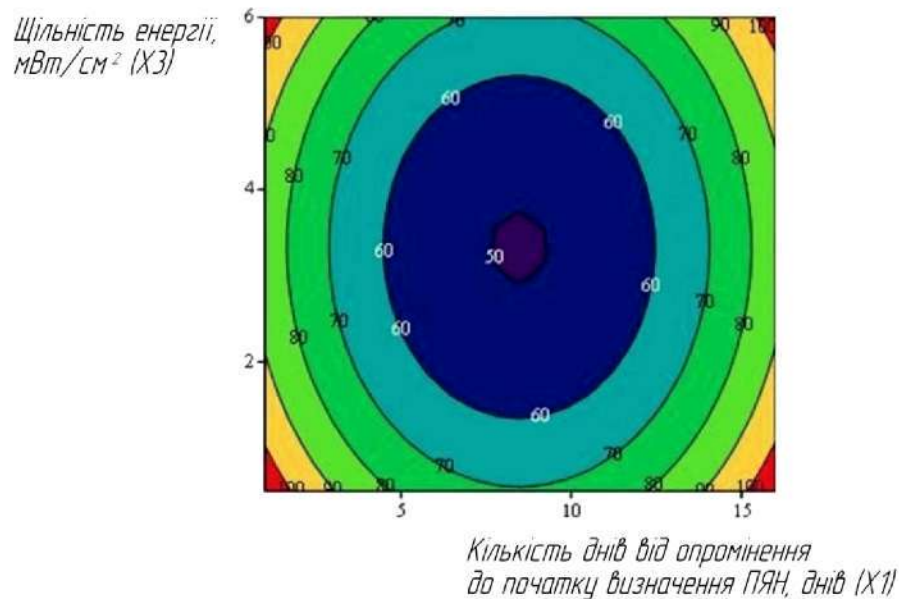


Рис. 1. Поверхня та лінії рівнів функції відгуку ($x_1 = 0$).

2) Двомірний 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 рис. 2.

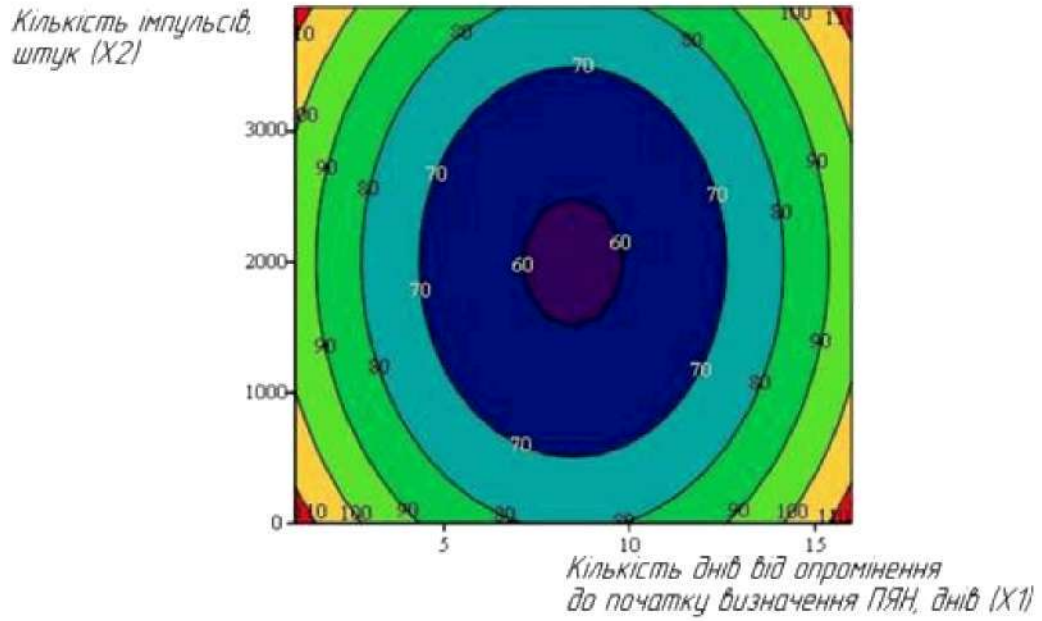


Рис. 2. Поверхня та лінії рівнів функції відгуку ($x_2 = 0$).

3) Двомірний 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.

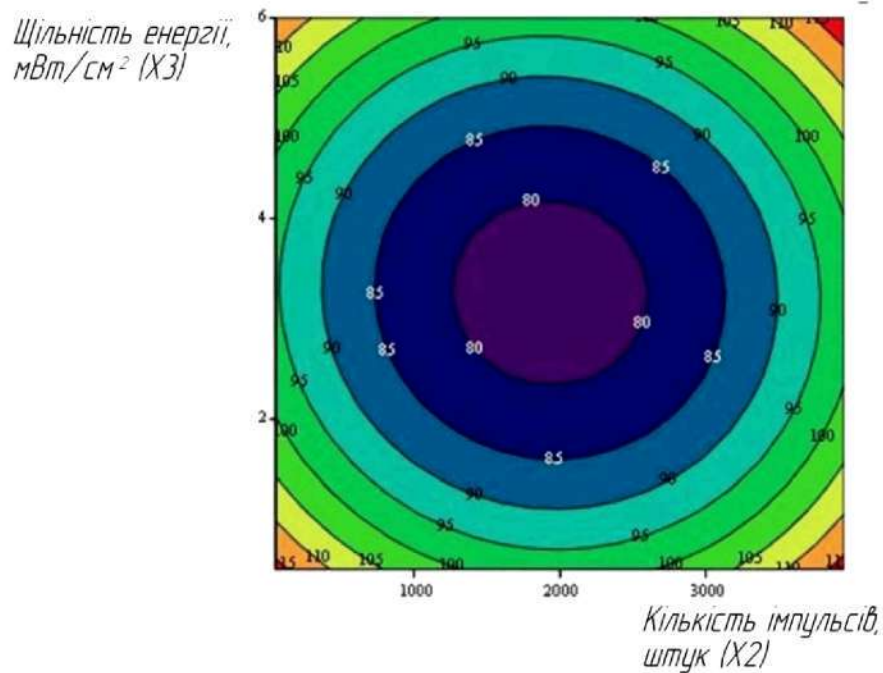


Рис. 3. Поверхня та лінії рівнів функції відгуку ($x_3 = 0$).

Висновки:

1. З метою реалізації плану повного факторного експерименту визначені фактори та рівні їх варіювання, визначена матриця планування експерименту.

2. Запропоновано рівняння моделі, що описують вплив факторів на критерій оптимізації дозволили 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 штук; 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.

Література

1. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин // 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Колос, 1980. – 168 с

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЛАЗЕРНОЙ ПЕРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Никифорова Л.Е., Богатырев Ю.О., Сергеев В.Ю.

Аннотация

В работе приведены предпосылки изучения технологического режима лазерной передпосевной обработки семян подсолнечника методом планирования полного факторного эксперимента.

TECHNOLOGICAL MODE OF LASER PROCESSING OF SEEDS OF SUNFLOWER

L. Nikiforowa, Y. Bogatyrew, W. Sergieiew

Summary

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