



УДК 632.935.4

ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ЛАЗЕРНОЇ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

Никифорова Л.Є., д.т.н.,

Сергеев В.Ю., інженер,

Богатирьов Ю.О., інженер.

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 значущості фактор за розрахунками 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. Роцин, Ф.Г. Гусейнов, О.С. Мамедяров [1, 2].

Мета дослідження. Обґрунтування 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.

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	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

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 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 дослід.

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

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 по критерію Кохрена:

$G_p = 0,251 < 0,499$ ($G_m(\alpha=0,05;1,25)$) на підставі яких можна сказати, що відтворюваність дослідів хороша.

По критерію Стьюдента визначаються коефіцієнти поліноміальної регресії.

По критерію Стьюдента $t_p = 1,746$. Таким чином, коефіцієнти B_3 , B_{12} , B_{13} незначущі і в моделі не присутні.

Рівняння поверхні другого порядку має вигляд

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

Для визначення адекватності моделі, порівняємо критичне і розрахункове значення критерію Фішера

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

Таким чином, отримана нелінійна модель, адекватна експериментальним даним, тобто її можна використовувати при побудові області оптимуму і визначення координат оптимуму.

Розкодована нелінійна модель має вигляд

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

Розглянемо можливі двомірні значення, які мають найбільше практичне значення.

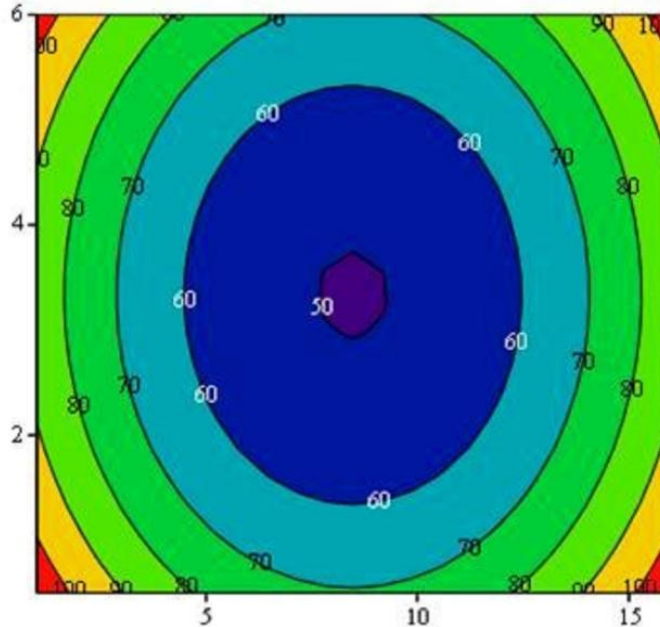
$$y_i = 125,63 - 11,063 x_1 - 0,02 x_2 - 17,54 x_3 + \\ + 0,00021 x_2 x_3 + 0,653 x_1^2 + 0,000005 x_2^2 + 2,63 x_3^2.$$

Двомірний переріз поверхні відгуку, яка характеризує:

при $x_1=0$;

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

*Щільність енергії,
мВт/см² (X3)*



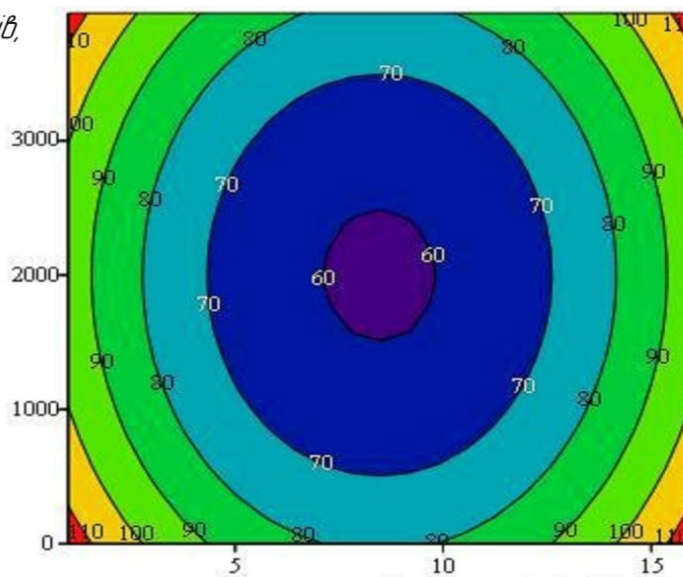
*Кількість днів від опромінення
до початку визначення ПЯН, днів (X1)*

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

Двомірний переріз поверхні відгуку, яка характеризує відгук при $x_2=0$;

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

*Кількість імпульсів,
штук (X2)*



*Кількість днів від опромінення
до початку визначення ПЯН, днів (X1)*

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

Двомірний переріз поверхні відгуку, яка характеризує $x_3=0$;
 $y_i = 125,63 - 0,02x_2 - 11,063x_1 + 0,653x_1^2 + 0,000005x_2^2$;

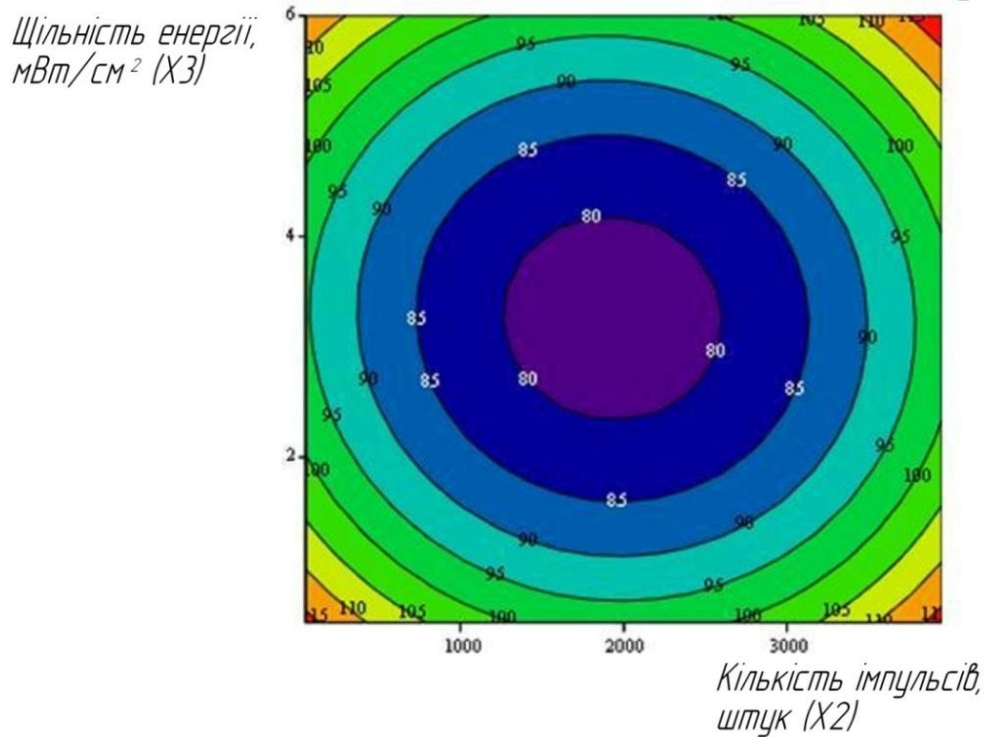


Рис. 3. Поверхня та лінії рівнів функції відгуку ($x_3=0$).

Висновки:

1. З метою реалізації плану повного факторного експерименту визначені фактори та рівні їх варіювання та запропонована матриця планування експерименту із відсіювання.

2. Приведені рівняння моделі, що описують вплив факторів на критерій оптимізації у загальному вигляді, а це дозволить продовжити вивчення технологічного режиму лазерної передпосівної обробки насіння соняшнику.

В результаті проведення повного факторного експерименту, знайдені оптимальні значення: кількість днів від опромінення до початку визначення посівних якостей насіння (ПЯН) – 8,47 днів; кількість імпульсів – 1931 штук; щільність енергії – 3,25 мВт/см². 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 процесов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин // 2-е узд. 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.

**ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
РЕЖИМА ЛАЗЕРНОЙ ПЕРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ
СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА**

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

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

**BACKGROUND STUDY OF THE TECHNOLOGICAL
MODE TREATMENT OF SUNFLOWER SEEDS
BEFORE SOWING LASER**

L. Nikiforova, V. Sergeev, Y. Bogatirov

Summary

The paper presents the background study of the technological mode laser processing of sunflower seeds before sowing by the method of planning a full factorial experiment.