

10. Fryshev S.G. Justification and development of a technological complex of machines for cultivating planting material of fruit crops: diss. dock. tech Sciences: 05.20.01 / S.G. Frishchev - K: [b. in.], 1998. - 296 p.

DETERMINING THE REQUIREMENT FOR THE WORKING PLAN OF THE PLUG FOR THE USE OF FROZEN SADZHANTS HARVESTED ON THE RIDGE.

O.G. Karaiev, O.I. Matkovskiy

Summary

In the article the technology of growing fruit seedlings in ranges is considered, the scheme of two-leaf placement of seedlings on the ridge is given. Requirements for the principle of operation, functional parameters and design parameters of the stack of a digging plow are determined.

Key words: cultivations, fruit plants, technical requirements, parameters of a digging clip, a ridge.

УДК 163.311:63

**ПОЛЬОВІ ВИПРОБУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ
КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРИЗА З РОЗПУШУВАЧАМИ**

Сірий І. О., асистент;^{*}

Таврический государственный агротехнологический университет

г. Мелитополь Украина

Тел. +380619422074

e-mail: tsapk@tsatu.edu.ua

Анотація. У статті за результатами багатofакторного експерименту та результатами польових випробувань проведено регресійний аналіз за результатами якого отримані зале-

^{*} Публікується за рекомендацією: акад. МААО, д.т.н., проф. Дідур В.А.

жності факторів що досліджувались від параметрів оптимізації, а також наведені відповідні поверхні відгуку. Перевірена дійсність висунутої робочої гіпотези.

Ключові слова: багатофакторний експеримент, порівняльні випробування, регресійний аналіз, поверхні відгуку, культиватор-плоскоріз, розпушувачі.

Постановка проблеми. Для визначення впливу конструктивних параметрів модернізованого робочого органу культиватора-плоскоріза з розпушувачами на енергетичні та агротехнічні показники обробітку ґрунту було здійснено багатофакторний експеримент [1].

В ході проведення багатофакторного експерименту були отримані результати, які встановлюють залежності головних (тяговий опір робочого органу з розпушувачами Y_{RX} , ступень кришення ґрунту Y_k) та додаткових (брилистість Y_B та пилюватість Y_{II} ґрунту) параметрів оптимізації від трьох чинників: висота розпушувачів X_1 , задана величина прискорення поверхні розпушувачів X_2 , відстань між розпушувачами X_3 .

Визначення залежностей головних та додаткових параметрів оптимізації від трьох означених чинників відбувалося з постійною швидкістю $V = 7,2$ км/год., глибину варіювали у межах дрібного $h_1 = 15$ см (а), та глибокого $h_2 = 30$ см (б) безвідвального обробітку ґрунту [1].

Експеримент проведено рандомізовано за часом, тобто в випадковій послідовності для виключення впливу систематичних помилок, викликаних зовнішніми факторами.

Мета дослідження. На підставі багатофакторного експерименту отримати залежності параметрів оптимізації від факторів що досліджуються. Перевірити значущість коефіцієнтів регресії та адекватність отриманих рівнянь регресії, отримати відповідні поверхні відгуку для параметрів оптимізації. Перевірити дійсність висунутої робочої гіпотези.

Основна частина. Досліди проводилися у чотирьохкратній повторності, та обчислювалось середнє значення.

У загальному вигляді рівняння регресії другого порядку має вигляд:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{11} \cdot x_1^2 + b_{22} \cdot x_2^2 + b_{33} \cdot x_3^2 \quad (1)$$

де: Y – досліджувана функція (відгук);

b_0 – вільний член;

b_1, b_2, b_3 – лінійні ефекти;

b_{12}, b_{13}, b_{23} – ефекти парної взаємодії;

b_{11}, b_{22}, b_{33} – квадратичні ефекти.

Боксом та Бенкіним для визначення коефіцієнтів рівняння отримані формули, які для трьох факторів мають наступний вигляд:

$$b_0 = \frac{1}{n_0} \cdot \sum_{u=1}^{n_0} Y_{0u}; \quad (2)$$

$$b_i = A \cdot \sum_{j=1}^N x_{ij} \cdot x_j; \quad (3)$$

$$b_{il} = D \cdot \sum_{j=1}^N x_{ij} \cdot x_{lj} \cdot y_j; \quad (4)$$

$$b_{ii} = B \cdot \sum_{u=1}^N x_{iu}^2 \cdot y_j + C \cdot \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^N x_{ij}^2 \cdot y_j - \frac{1}{p \cdot n_0} \cdot \sum_{u=1}^{n_0} Y_{0u}, \quad (5)$$

де: n_0 – число дослідів у центрі плану;

u – номер паралельного дослідів у центрі плану;

Y_{0u} – значення функції відгуку в u -ом досліді;

N – число дослідів у матриці планування;

j – номер дослідів у матриці планування;

i, l – номери факторів;

x_{ij}, x_{lj} – кодовані значення i -го та l -го факторів в j -м досліді;

y_j – значення функції відгуку в j -м досліді;

k – число факторів;

A, B, C, D, p – константи, що залежать від числа факторів.

Зазначені коефіцієнти регресії для двох головних та двох додаткових параметрів оптимізації були обчислені в програмі Statistica 10. У зазначеній програмі коефіцієнти регресії були перевірені критерієм Стюдента, а рівняння – критерієм Фішера [2]. Коефіцієнти регресії, у яких статистична ймовір-

ність p (рівень значущості або вірогідність помилки) для факторів, а також для їх взаємодій більше обраного рівня значущості, є статистично незначущими, та як наслідок, з рівняння вилучені [3-10]. З метою візуального відображення результатів експерименту та знаходження оптимуму будуємо поверхні відгуку, які відображають залежності головних та додаткових параметрів оптимізації від факторів що досліджувались. В якості енергетичного показника при виконанні обробітку ґрунту експериментальним робочим органом виступає тягове зусилля R_x (Н), яке є першим головним параметром оптимізації у даній роботі. На підставі регресійного аналізу для параметру оптимізації Y_{Rx} можна скласти наступні рівняння регресії, вони описують залежність тягового опору від факторів:

$$\text{а) } Y_{Rx} = 1245 + 73,75 \cdot X_1 - 75 \cdot X_3 + 192,50 \cdot X_2 \cdot X_3 + 87,50 \cdot X_1 \cdot X_3 + 20 \cdot X_1^2 + 50 \cdot X_2^2 - 152,50 \cdot X_3^2 \quad (6)$$

Із рівняння 6 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_2 , b_{12} , b_{13} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

$$\text{б) } Y_{Rx} = 1347,92 + 91,25 \cdot X_1 - 101,88 \cdot X_3 + 142,50 \cdot X_2 \cdot X_3 + 40,63 \cdot X_1^2 + 29,38 \cdot X_2^2 - 148,13 \cdot X_3^2 \quad (7)$$

Із рівняння 7 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_2 , b_{12} , b_{13} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

Отримані за результатами розрахунків рівняння регресії дозволяють побудувати поверхні відгуку параметру оптимізації Y_{Rx} від факторів (рис. 1 – 3 (а,б)).

В якості агротехнічних показників при виконанні обробітку ґрунту експериментальним робочим органом обрані наступні параметри: якість кришення ґрунту k (%), що є другим головним параметром оптимізації, а також два додаткових параметра оптимізації – брилистість B (%) та пилуватість ґрунту Π (%).

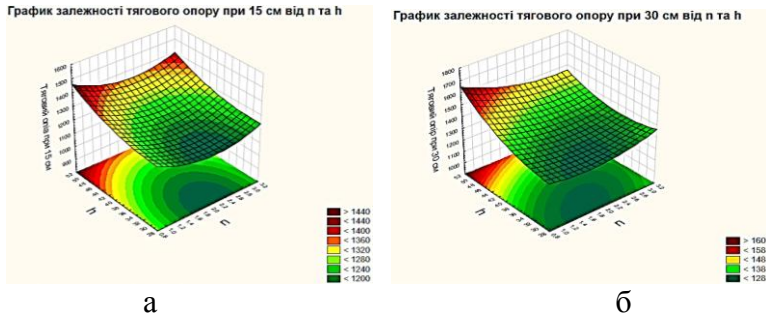


Рис. 1 (а,б) Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_{RX} (Н) від факторів X_1 (висота розпушувачів h , мм) та X_2 (задана величина прискорення поверхні розпушувачів n)

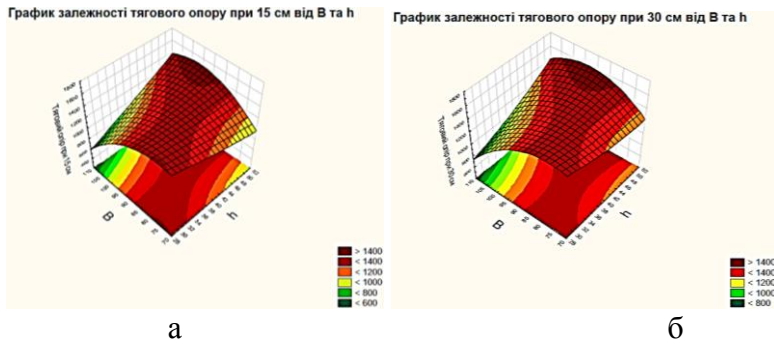


Рис. 2 (а,б) Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_{RX} (Н) від факторів X_1 (висота розпушувачів h , мм) та X_3 (відстань між розпушувачами V , мм)

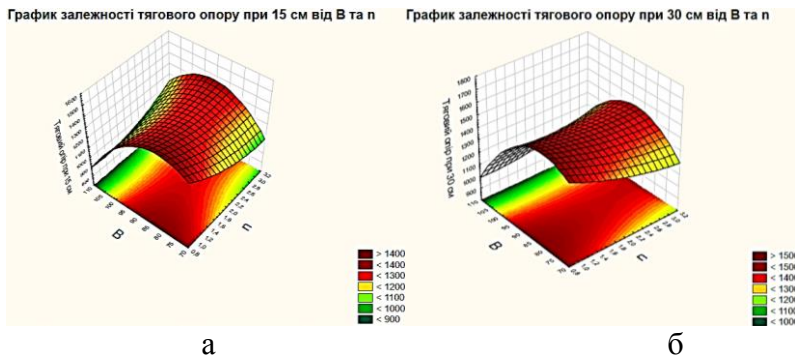
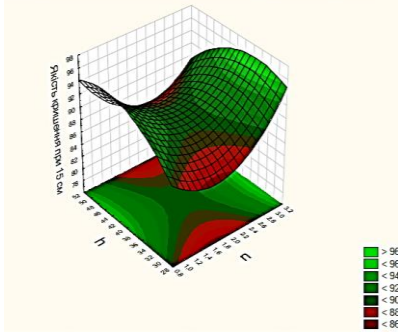
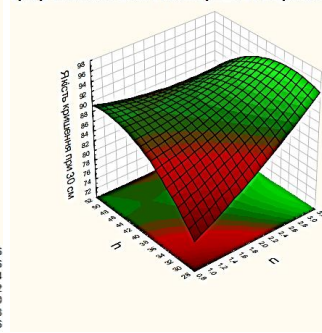


Рис. 3 (а,б) Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_{RX} (Н) від факторів X_2 (задана величина прискорення поверхні розпушувачів n) та X_3 (відстань між розпушувачами V , мм)

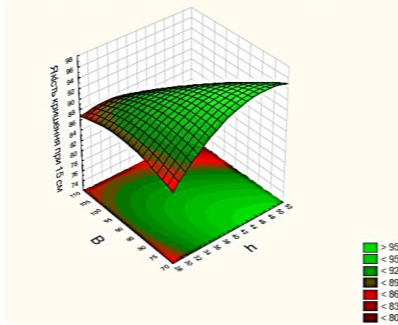
График залежності якості кришення при 15 см від n та h 

а

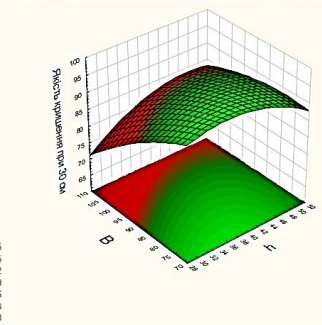
График залежності якості кришення при 30 см від n та h 

б

Рис. 4 (а,б) Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_k (%) від факторів X_1 (висота розпушувачів h , мм) та X_2 (задана величина прискорення поверхні розпушувачів n)

График залежності якості кришення при 15 см від V та h 

а

График залежності якості кришення при 30 см від V та h 

б

Рис. 5 (а,б) Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_k (%) від факторів X_1 (висота розпушувачів h , мм) та X_3 (відстань між розпушувачами V , мм)

На підставі регресійного аналізу для параметру оптимізації Y_k можна скласти наступні рівняння регресії, які описують залежність якості кришення ґрунту від факторів:

$$а) Y_k = 90,52 - 3,09 \cdot X_3 - 2,38 \cdot X_1 \cdot X_2 - 2,93 \cdot X_2 \cdot X_3 + 1,16 \cdot X_1^2 - 2,15 \cdot X_2^2 \quad (8)$$

Із рівняння 8 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_1 , b_2 , b_{13} , b_{33} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

$$\text{б) } Y_k = 88,00 + 3,11 \cdot X_2 + 5,24 \cdot X_3 - 3,58 \cdot X_1 \cdot X_2 + 2,88 \cdot X_2 \cdot X_3 + 2,20 \cdot X_1 \cdot X_3 + 1,55 \cdot X_1^2 \quad (9)$$

Із рівняння 9 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_1 , b_{22} , b_{33} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

За результатами розрахунків рівнянь регресії будуюмо поверхні відгуку параметру оптимізації Y_k від факторів (рис. 4 – 6 (а,б)).

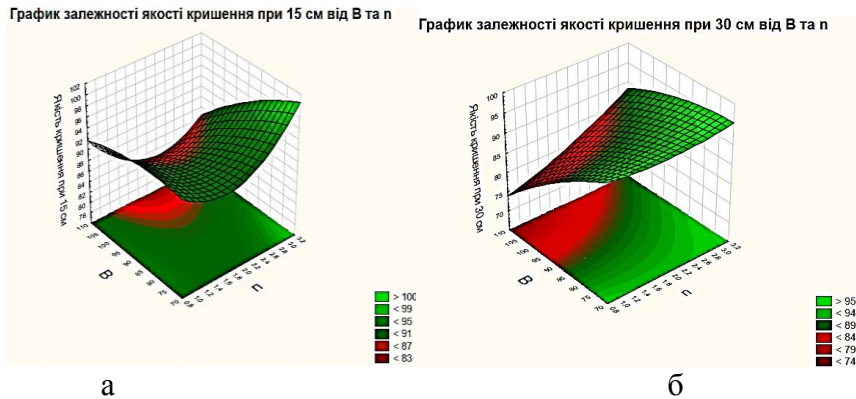


Рис. 6 (а,б) – Поверхні відгуку параметра оптимізації Y_k (%) від факторів X_2 (задана величина прискорення поверхні розпушувачів n) та X_3 (відстань між розпушувачами B , мм)

За результатами регресійного аналізу для параметру оптимізації Y_B отримані наступні рівняння регресії, які описують залежність брилистості ґрунту від факторів:

$$\text{а) } Y_B = 9,48 + 3,09 \cdot X_3 + 2,93 \cdot X_2 \cdot X_3 + 5,66 \cdot X_1^2 - 0,96 \cdot X_2^2 + 4,53 \cdot X_3^2 \quad (10)$$

Із рівняння 10 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_1 , b_2 , b_{12} , b_{13} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

$$\text{б) } Y_B = 12,00 - 3,11 \cdot X_2 + 5,24 \cdot X_3 + 3,58 \cdot X_1 \cdot X_2 - 2,88 \cdot X_2 \cdot X_3 + 6,30 \cdot X_1^2 + 2,53 \cdot X_2^2 + 4,38 \cdot X_3^2 \quad (11)$$

Із рівняння 11 вилучені наступні коефіцієнти регресії: b_1 , b_{13} так як за результатами регресійного аналізу вони виявились статистично незначущими.

Для двох додаткових брилистів Y_B та пилуватість Y_{II} ґрунту параметрів оптимізації також розраховані та перевірені рівняння регресії, побудовані відповідні поверхні відгуку. Розгорнуто зазначені данні представлені у дисертаційній роботі.

Висновки.

1. Проведена перевірка коефіцієнтів регресії на значущість, а рівнянь регресії – на адекватність. Отримані математичні залежності є адекватними.

2. З метою підтвердження теоретичних досліджень було проведено польові випробування на базі багатофакторного експерименту, що дозволяє встановити залежності тягового опору та якості кришення ґрунту прийнятих за основні критерії оптимізації, та двох додаткових критеріїв брилистів і пилуватість від конструктивних параметрів розпушувачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сірий І.О. Обґрунтування конструктивних параметрів нового робочого органу з активаторами розпушування ґрунту. / І.О. Сірий, А.С. Кушнарьов, І.С. Сірий // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Мелітополь; ТДАТУ, 2017 – Вип.17, Т.2 (157). – С. 26-36.

2. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы планирования эксперимента. [пер. с англ.; под ред. Лецкого Э. К., Марковой Е. В.]. М.: Мир, 1981. 371 с.

3. Петриченко С. В. Обоснование рабочих органов культиватора-плоскореза для основной обработки пересушенных почв: дисс. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.11. Мелітополь. 1996. - 180 с.

4. Орманджи К. С. Контроль качества полевых работ. Справочник. М.: Росагропромиздат, 1991. - 191 с.

5. Токушев Ж. Е. Теория и расчет орудий для глубокого рыхления плотных почв. М.: Инфра-М, 2003. - 300 с.

6. Мітков В. Б. Альтернативний спосіб глибокого обробітку ґрунту в умовах півдня України / В. Б. Мітков, В. П. Кувачов, Є. І. Ігнат'єв, В. О. Мітков.// Механізація та автомати-

зачія виробничих процесів: Вісник СНАУ. С.: СНАУ, 2016. - вип. № 10/1. - С. 20–25.

7. Ревут И.Б. Физика почв. / И.Б. Ревут // М.: Колос. – 1972. – 366 с.

8. Ресурсосберегающие системы обработки почвы / Под ред. Макарова И.П. – М.: Агропромиздат, 1990. - С. 7 -14.

9. Eui pers A. The challenge of soil cultivations and soil water problems // Journal of Agricultural Engineering Research. 1984. - V. 29. № 3.- P. 177 -190.

10. Знаряддя для безполицевого обробітку ґрунту: пат. № 109871 Україна, МПК А01В 35/26. № u 2016 02899; Надрук. 12.09.2016, Бюл. № 17.

BIBLIOGRAPHY

1. Gray I.O. Substantiation of structural parameters of a new working body with activators of soil loosening. / I.O. Gray, A.S. Kushnarev, I.S. Gray // Proceedings of the Tavria State Agrotechnological University - Melitopol; TDATU, 2017 - Vp.17, T.2 (157). - P. 26-36.

2. Johnson N., Lyon F. Statistics and Planning of the Experiment in Engineering and Science. Methods of planning the experiment. [per. with english ed. Lecskey E. K., Markova E.V.]. М.: Mir, 1981. 371 pp.

3. Petrichenko S.V. Substantiation of the working organs of the cultivator-plane cutter for the main processing of over-dried soils: diss. cand. tech. Sciences: spec. 05.05.11. Melitopol. 1996. - 180 pp.

4. Ormanji K. S. Quality control of field works. Directory. Moscow: Rosagropromizdat, 1991. - 191 p.

5. Tokushev Zh. E. Theory and calculation of tools for deep loosening of dense soils. Moscow: Infra-M, 2003. - 300 p.

6. Mitkov V.B. Alternative way of deep cultivation of soil in the south of Ukraine / V.B. Mitkov, V.P.Kuachov, E.I. Ignatyev, V.O. Mitkov// Mechanization and automation of production processes: Visnyk SNAU., 2016. - No. 10/1. - P. 20-25.

7. Revut I.B. Soil physics. /I.B. Revut // М .: Kolos. - 1972. - 366 p.

8. Resource-saving soil cultivation systems / Ed. Makarova I.P. - М .: Agropromizdat, 1990. - P. 7 -14.

9. Eui pers A. The challenge of soil cultivations and soil

water problems // Journal of Agricultural Engineering Research. 1984. - V. 29. No. 3.- P. 177-190.

10. Tools for field-free cultivation of soil: pat. 109871 Ukraine, IPC A01B 35/26. No. 2016 02899; Sept. 12, 2011, Bul. No. 17

FIELD TESTS OF THE WORKING BODY OF THE CULTIVATOR-PLOSKORESIS WITH RIDERS

I. O. Seryy

Summary

In the article, based on the results of a multifactorial experiment and field tests of the experimental working body of a cultivator-plane with rippers, a regression analysis was performed and the dependences of the investigated factors on the optimization parameters were obtained, and corresponding response surfaces were presented. The validity of the proposed working hypothesis is checked.

Key words: multifactorial experiment, comparative tests, regression analysis, response surface, cultivator-plane cutters, rivets.

УДК 577.47.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТИЧНИХ ВОД ВЕТСАН-ЗАВОДУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН СІЛЬСЬКО-ГОСПОДАРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ

Троїцька О.О., к.б.н., с. н. с. *

Кожемякін Г.Б., к.т.н., доц.

Новокщонава О.В., асистент

Ткаліч І.О., асистент

Запорізька державна інженерна академія

м. Запоріжжя, Україна

Тел/факс (061) 212-38-87

* Публікується за рекомендацією чл.-кор. МААО к.т.н., доц. Загорко Н.П.