

УДК 631.816.33

В.А. Дейкун, доц., канд. техн. наук, Є.О. Тучков, студ.

*Кіровоградський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
E-mail: flora-84@mail.ru*

Визначення факторів, які впливають на процес розподілення гранул добрив в підлаповому просторі конічним розподільником

У статті приводяться результати досліджень впливу деяких конструктивних та технологічних параметрів елементів конструкції комбінованого робочого органа для безполицевого обробітку ґрунту з одночасним внутрішньогрунтовым внесенням гранульованих мінеральних добрив, зокрема, їх вплив на рівномірність розподілення по поверхні ґрунту в зоні дії робочого органа.
гранульовані добрива, внутрішньогрунтове, розподільник, конус, відбивання, траєкторія, рух, розподіл

В.А. Дейкун, доц., канд. техн. наук, Є.О. Тучков, студ.

Кіровоградський національний технічний університет, г. Кропивницький, Україна

Определение факторов, влияющих на процесс распределения гранул удобрений в подлаповом пространстве коническим распределителем

В статье приводятся результаты исследований влияния некоторых конструктивных и технологических параметров элементов конструкции комбинированного рабочего органа для безотвального возделывания почвы с одновременным внутривпочвенным внесением гранулированных минеральных удобрений, в частности, их влияние на равномерность распределения по поверхности почвы в зоне действия рабочего органа.
гранулированные удобрения, внутривпочвенное, распределитель, конус, отражение, траектория, движение, распределение

Постановка проблеми. Отримання стабільних врожаїв сільськогосподарських культур неможливе без раціонального підживлення культурних рослин добривами. В зв'язку з недостатньою кількістю органіки, переважно застосовуються мінеральні добрива, близько 80% яких на даний час вносяться методом поверхневого розсипання з подальшою заробкою в ґрунт дисковими чи плужними робочими органами, що, на наш погляд, є затратним та неефективним. Відомо, що внутрішньогрунтове внесення гранульованих мінеральних добрив [6] у ґрунт під час проведення основного безполицевого обробітку ґрунту сприяє кращому засвоєнню туків, зниженню енергоємності процесу та дозволяє знизити норму їх внесення.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Вирішенню питання внутрішньогрунтового внесення добрив присвячені роботи багатьох вчених [2,3,9,11,12,15,16].

У ході проведення аналізу досліджень процесу внесення добрив було встановлено вплив основних технологічних факторів та конструктивних параметрів на ефективність функціонування комбінованого робочого органа. Це дало змогу сформулювати задачу стосовно можливості оптимізувати процес внутрішньогрунтового внесення гранульованих мінеральних добрив одночасно з виконанням основного безполицевого обробітку ґрунту.

Існують різноманітні конструкції розподільників, які забезпечують задовільну якість розподілення туків у підлаповому просторі, але складність форм робить їх виготовлення не технологічним. На кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету проводились дослідження роботи запропонованого конічного розподільника, конструкція якого відрізняється простотою і технологічністю [4-8,10,13].

В результаті пошукових дослідів нами виявлено працездатність і задовільну якість розподілення туків. Однак, в деяких випадках при задовільному розподіленні по площі, ширина розсіву була недостатньою, що вимагає більш ґрунтовних досліджень.

Постановка завдання. Виходячи з проведеного аналізу, метою даної роботи є експериментально встановити оптимальні конструктивні та технологічні параметри деяких елементів конструкції комбінованого робочого органа для внутрішньогрунтового внесення гранульованих мінеральних добрив.

Виклад основного матеріалу. Аналіз результатів пошукових дослідів показав наступне: основними факторами, що впливають на ширину розсіву гранульованих мінеральних добрив у підлаповому просторі є кут твірної конуса та швидкість руху часток при відбитті від нього. При проведенні основного експерименту кут твірної конічного розсіювача змінювався у діапазоні $\beta=15...45^\circ$.

На швидкість руху частинок після відбиття від поверхні розподільника впливала зміна відстані від точки сходу часток з туконапрявника до вісі конічного розсіювача, яку варіювали у діапазоні $h=50...70$ мм.

Проводилося планування повного факторного експерименту для вказаних двох факторів. Результати кодування факторів зводили до табл. 1.

Таблиця 1 – Результати кодування факторів

Фактор	Натуральна величина	Кодове значення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання					
				Натуральні			Кодові		
				верхній	нижній	нульовий	верхній	нижній	нульовий
1. Кут твірної конусного розподільника, град.									
2. Відстань від туконапрявника до центра конуса, мм									

Згідно [1,12,14] для отримання надійності досліду 0,95, необхідно провести вимірювання у трикратній повторності.

Для виключення прояву невідомих випадкових факторів проведемо рандомізацію дослідів за допомогою таблиці випадкових чисел.

В процесі рандомізації нами отримана послідовність проведення дослідів:

- а) 2, 3, 1, 4 – для першої повторності;
- б) 2, 1, 3, 4 – для другої повторності;
- в) 3, 2, 4, 1 – для третьої повторності.

У ході проведення дослідів нами отримані дані, представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Умови проведення і результати дослідів

№ досліду	x ₁	x ₂	x ₁ x ₂	Вихідний параметр у, см			Середнє значення вихідного параметра, \bar{y}_n , см
				Перша повторність, у _{n₁} , см	Друга повторність, у _{n₂} , см	Третя повторність, у _{n₃} , см	
				31	28	31	30
				34	36	35	35
				46	43	43	44
				51	51	48	50

Перевірку відтворюваності дослідів проводили за критерієм Кохрена. Дисперсія відтворюваності розраховували за формулою

$$S_u^2 = \frac{1}{4} \sum_{n=1}^n S_{U_n}^2,$$

де S_u^2 – дисперсія розсіву результатів у u -му досліді;

$n=4$ – кількість дослідів;

U – номер досліду.

Дисперсія розсіву результатів кожного досліду обчислюється як

$$S_{U_n}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{n=1}^n (y_n - \bar{y}_U)^2,$$

де $m=3$ – число повторів;

$$S_{U_1}^2 = \frac{1}{3-1} \left((31-30)^2 + (28-30)^2 + (31-30)^2 \right) = 3 \text{ см}^2,$$

$$S_{U_2}^2 = \frac{1}{3-1} \left((34-35)^2 + (36-35)^2 + (35-35)^2 \right) = 1,7 \text{ см}^2,$$

$$S_{U_3}^2 = \frac{1}{3-1} \left((46-44)^2 + (43-44)^2 + (43-44)^2 \right) = 3 \text{ см}^2,$$

$$S_{U_4}^2 = \frac{1}{3-1} \left((51-50)^2 + (51-50)^2 + (48-50)^2 \right) = 3 \text{ см}^2.$$

Тоді дисперсія відтворюваності буде

$$S_y^2 = \frac{1}{4} \cdot (3 + 1,7 + 3 + 3) = 2,675 \text{ см}^2.$$

Значення критерію Кохрена розраховується за формулою

$$G = \frac{S_{U_{\max}}^2}{\sum S_{U_n}^2} = \frac{3}{3 + 1,7 + 3 + 3} = 0,28.$$

Табличне значення критерію Кохрена при кількості дослідів $n=4$ і ступені вільності кожного досліду $f_u = m-1 = 2$ буде дорівнювати 0,770.

Порівнявши табличне значення з розрахунковим

$$G(0,005; n; f_u) = 0,770 > G = 0,28$$

відзначимо, що табличне значення критерію вище, значить процес відтворюється.

Визначимо коефіцієнти регресії за формулами

$$e_0 = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n \bar{y}_n,$$

$$e_i = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n x_{i4} \cdot \bar{y}_n,$$

$$e_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n x_{i4} \cdot x_{j4} \cdot \bar{y}_n.$$

Підставивши відомі значення отримаємо:

$$e_0 = \frac{1}{4}(30 + 35 + 44 + 50) = 39,75,$$

$$e_1 = \frac{-1 \cdot 30 + 1 \cdot 35 - 1 \cdot 44 + 1 \cdot 50}{4} = 2,75,$$

$$e_2 = \frac{-1 \cdot 30 - 1 \cdot 35 + 1 \cdot 44 + 1 \cdot 50}{4} = 7,25,$$

$$e_{12} = \frac{1 \cdot 30 - 1 \cdot 35 + 1 \cdot 44 + 1 \cdot 50}{4} = 0,25.$$

З урахуванням знайдених коефіцієнтів рівняння регресії прийме вигляд

$$y = 39,75 + 2,75x_1 + 7,25x_2 + 0,25x_1x_2.$$

Проведемо перевірку адекватності лінійної частини рівняння за критерієм Фішера.

Адекватність матиме місце, коли виконується нерівність

$$F = S_{ad}^2 / S_y^2 < F(0,05; f_{ad}; f_y),$$

де S_{ad}^2 – дисперсія адекватності;

$F(0,05; f_{ad}; f_y)$ – критерій Фішера при 5%-му рівні значущості;

f_{ad} – число ступенів вільності дисперсії адекватності;

f_y – число ступенів вільності дисперсії відтворюваності.

Число ступенів вільності дисперсії адекватності розраховується як

$$f_{ad} = n - k - 1 = 4 - 2 - 1 = 1,$$

де $k=2$ – кількість факторів.

Число ступенів вільності дисперсії відтворюваності обчислюється за формулою

$$f_y = n(m-1) = 4 \cdot (3-1) = 8.$$

Визначимо дисперсію адекватності

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{f_{ad}} \sum_{n=1}^n (y - \bar{y}_U)^2,$$

де y – розрахункове значення відгуку у i -му досліді лінійної частини:

$$y = 39,75 + 2,75x_1 + 7,25x_2,$$

$$y^{(1)} = 39,75 - 1 \cdot 2,75 - 1 \cdot 7,25 = 29,75,$$

$$y^{(2)} = 39,75 + 1 \cdot 2,75 - 1 \cdot 7,25 = 35,25,$$

$$y^{(3)} = 39,75 - 1 \cdot 2,75 + 1 \cdot 7,25 = 44,25,$$

$$y^{(4)} = 39,75 + 1 \cdot 2,75 + 1 \cdot 7,25 = 49,75.$$

Дисперсія адекватності буде

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{1} \left((29,75 - 30)^2 + (35,25 - 35)^2 + (44,25 - 44)^2 + (49,75 - 50)^2 \right) = 0,25.$$

Таким чином значення критерію Фішера обчислюється як

$$F = \frac{0,25}{2,675} = 0,09.$$

Оскільки отримане значення менше табличного і виконується нерівність

$$F = 0,09 < F(0,05; f_{ad}; f_y) = 5,318,$$

то можемо зробити висновок, що модель адекватна.

Проведемо оцінку значущості коефіцієнтів регресії за допомогою критерію Стьюдента.

Коефіцієнт вважається значущим, якщо виконується нерівність

$$|e_a| \geq \Delta e_a = t(0,05; f_y) \cdot \frac{S_y}{\sqrt{n}},$$

де e_a – значення коефіцієнтів e_0, e_1, e_2, e_{12} ;

Δe_a – довірча границя;

$t(0,05; f_y)$ – табличне значення критерію Стьюдента при 5%-му рівні значущості

та числі ступенів вільності дисперсії відтворюваності f_y .

Для вказаних умов табличне значення критерію Стьюдента $t = 2,3$.

Тоді

$$\Delta e_a = 2,3 \cdot \frac{\sqrt{2,675}}{\sqrt{4}} = 1,88.$$

Оскільки

$$e_0 = 39,75 > \Delta e_a = 1,88;$$

$$e_1 = 2,75 > \Delta e_a = 1,88;$$

$$e_2 = 7,25 > \Delta e_a = 1,88,$$

то вказані коефіцієнти регресії вважаємо значущими.

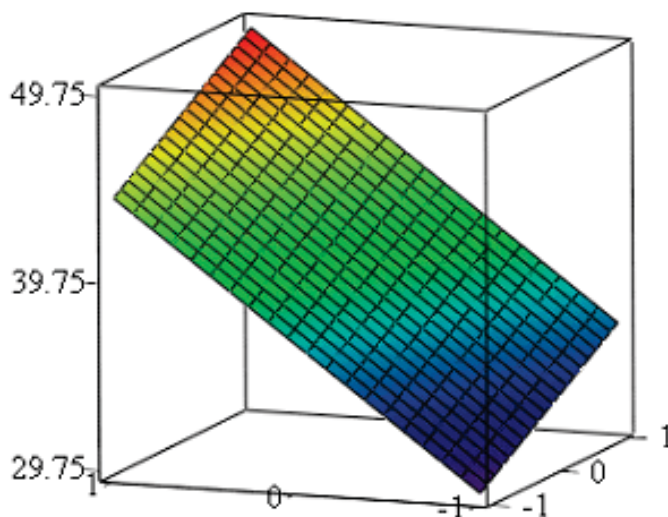
Коефіцієнт e_{12} , який відображає вплив на процес розсіювання добрив двох факторів вважаємо не значущими, оскільки

$$e_{12} = 0,25 < \Delta e_a = 1,88.$$

З урахуванням оцінки значущості коефіцієнтів рівняння регресії запишеться у вигляді

$$y = 39,75 + 2,75x_1 + 7,25x_2.$$

Аналіз отриманого рівняння показує, що найбільш впливовим фактором на процес розподілу по ширині захвату у підлаповому просторі робочого органу гранульованих мінеральних добрив, є відстань від туконапрявника до центра (вісі) конусного розподільника, зміна якої приводить до зміни швидкості переміщення частинок.



s

Рисунок 1 – Поверхня відгуку

Висновки.

1. З метою зниження енергозатрат на обробіток ґрунту та внесення добрив є необхідним впровадження в технологічні процеси вирощування продукції рослинництва комбінованих агрегатів на заміну традиційним способам обробітку ґрунту, операцій глибокого розпушування з одночасним внутрішньогрунтовым внесенням мінеральних добрив, що можуть проводитися комбінованими ґрунтообробними знаряддями.

2. Незважаючи на значну кількість конструкцій комбінованих ґрунтообробних робочих органів, більшість лап оснащуються додатковими елементами, що дозволяє спрямувати потік сипкого матеріалу та його рівномірний розподіл на задану поверхню.

3. Аналіз отриманого рівняння показує, що найбільш впливовим фактором на процес розподілу по ширині захвату у підлаповому просторі робочого органу гранульованих мінеральних добрив, є відстань від точки сходу часток добрив з туюнапрямки до центру (вісі) конусного розподільника, зміна якої приводить до зміни швидкості переміщення частинок.

Список літератури

1. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных [Текст] / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. – 199с.
2. Вильдфлуш Р.Т. Миграция питательных веществ в почве и особенности питания растений при локальном внесении основного минерального удобрения [Текст] / Р.Т. Вильдфлуш // Бюл. ВИУА. – 1974. – №18. – С. 64-79.
3. Гіліс М.Б. Локальне внесення добрив [Текст] / М.Б. Гіліс. – К.: УАСГН, 1962. – 192 с.
4. Дейкун, В. А. Анализ дальности полета частиц минеральных удобрений в подлаповом пространстве [Текст] / Дейкун В.А., Сало В.М., Гончаров В.В. // Motrol. Motorizacja i energetyka rolnictwa, Lublin. – 2012. – Т. 14 А. – Р. 177-179.
5. Дейкун, В. А. Визначення початкової швидкості руху часток добрив в місці їх виходу з туюнапрямки [Текст] / В.А. Дейкун // Розвиток наукових досліджень Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної конференції. – Полтава: «ІнтерГрафіка», 2012. – С. 30-33.
6. Дейкун, В. А. Визначення факторів та параметрів, що впливають на процес розподілу добрив по ширині захвату робочого органу [Текст] / В.А. Дейкун // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. – Вип. 4. – С. 98-107.

7. Дейкун, В. А. Вплив конструктивних параметрів тукопровода на швидкість потоку гранул добрив [Текст] / В. А. Дейкун, В. М. Сало, С. Я. Гончарова // Електронний збірник – К: Збірник праць НУБІП, 2012. – http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_7/12svm.pdf.
8. Дейкун, В. А. Обгрунтування параметрів робочого органа для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив [Текст] : дис.... канд. техн. наук / В. А. Дейкун. – Кіровоград, 2013.
9. Иванов И.А. Равномерность внесения удобрений и урожай [Текст] / И.А. Иванов, А.А. Конашенков // *Агрохимический вестник*. – 1999. – №7. – С. 43-48.
10. Ковбаса, В. П. Визначення умов розсіювання частинок мінеральних добрив у підлаповому просторі [Текст] / В.П. Ковбаса, В.А. Дейкун. // *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. – Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2008. – №12(2). – С. 180-188.
11. Ковриков И.Г. Основные принципы разработки распределительных устройств подпочвенно-разбросных сошников зерновых сеялок [Текст] / И.Г. Ковриков // *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. – 1983. – №5. – С. 13-14.
12. Комаров М.С. Основы научных исследований. – Львов: Выща шк., 1982.
13. Пат. 3724. Робочий орган для локального внесення мінеральних добрив [Текст]/ Дейкун В. А., Сало В. М., Васильковський О. М.; заявник і патентотримач Кіровоградський державний технічний університет. – №2004021299; заявл. 23.02.2004; опубл. 15.12.2004, Бюл. №12.
14. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основы проектирования і дослідження сільськогосподарських машин. – К.: НМК ВО, 1992.
15. Шайхов М.К. Обоснование типа и параметров рабочих органов для внесения минеральных удобрений при безотвальной обработке почвы: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук [Текст] / М.К. Шайхов. – Челябинск, 1971. – 24 с.
16. Шмонин В.А. Исследование и разработка машин для внесения удобрений [Текст] / В.А. Шмонин и др. // *Труды ВИСХОМа*. – 1978. – Вып. 93. – С. 86-99.

Viktor Deikun, Assoc. Prof., PhD tech. sci., Yevhenij Tuchkov, stud.

Kirovograd National Technical University, Kropyvnickiy, Ukraine

Determination of factors influencing on the process of distribution of granules of fertilizers in subpaw space by a conical distributor

To the article the results of researches of influence of some structural and technological parameters of elements of construction of the combined of the working body are driven for moldboardless till of soil with the simultaneous interflow bringing of granular mineral fertilizers, in particular their influence on an equitability for the surfaces of soil in the zone of action of the working body.

As a result of searching experiments we are educe a capacity and satisfactory quality of distribution of granules. However, on occasion at satisfactory distribution for areas, a width of dispersion was insufficient, that requires more sound researches.

The analysis of the obtained data shows that by the most influential factor on the process of distribution on the width of capture in subpaw space of working body of granular mineral fertilizers, there is distance from fraction to the center of cone distributor, the change of that causes the change of speed moving of particles.

granular fertilizers, interflow, distributor, cone, reflection, trajectory, motion, distribution

Одержано 21.11.16