

УДК 631.33.02

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2021.51.36-45>**М. Л. Заєць**, доц., канд. техн. наук*Поліський національний університет, м. Житомир, Україна**e-mail: mzaec81@gmail.com*

## Результати дослідження впливу рівномірності розподілу пожнивних решток на глибину сівби та урожайність сільськогосподарських культур

Встановлено, що підвищення якості розподілу пожнивних решток зернозбиральними комбайнами з подрібнювачами соломи по площі поля в значній мірі впливають на параметри регулювання та забезпечення глибини сівби польових культур та їх врожайність. Отримано математичні моделі та графічні залежності для визначення динаміки врожаю від нерівномірності розподілу решток соломи. Виявлено основні показники роботи зернозбиральних машин та умови, в яких вони використовуються та вплив відповідних факторів на ці показники. Результати практичних досліджень експериментально підтверджені в польових умовах.

**сівба, розподіл соломи, глибина заробки, нерівномірність, математична модель**

**Постановка проблеми.** Основним питанням сьогодення виробників сільськогосподарської продукції є дилема по встановленню глибини заробки насіння сівалками. І на мій погляд – це один із найважливіших показників, який впливає на врожайність будь-якої польової культури. Отже, які параметри потрібно враховувати при виборі глибини закладання насіння. Перший параметр – чим дрібніше насіння, тим менша глибина закладання. І навпаки, що більші параметри насінини, то глибше можна їх сіяти. Це пов'язано з тим, що у великому насінні, більше запасу поживних речовин для появи сходів у порівнянні з дрібним насінням і йому потрібно менша кількість вологи. Другий параметр, який застосовується, в основному, до ярих культур. Чим раніше ми сіємо, тим менше глибина заробки, і чим пізніше сіємо, тим більша глибина закладання. Це пов'язано з двома факторами:

а) при ранній сівбі оптимальна температура для сівби буде на поверхні ґрунту, при пізній сівбі оптимальна температура ґрунту буде досягнута на більшій глибині;

б) при ранній сівбі вологи буде достатньо для швидкого проростання насіння у верхніх шарах ґрунту, при пізнішій сівбі волога переміщується в більш глибокі шари, і ми змушені заглиблювати робочі органи. Третій параметр, який ми повинні враховувати при глибині загортання насіння – це гранулометричний склад ґрунту. На важких суглинистих ґрунтах глибина заробки менша, для легких супіщаних ґрунтів глибина сівби зростає.

Для дрібнонасіневих культур якість сівби та глибина закладання насіння відіграють важливу роль. Для них коткування до і після сівби та робота анкерними або дисковими сошниками, які в достатній мірі витримують глибину заробки – це обов'язкові умови, якщо ви хочете отримати максимальний врожай. Якщо говорити про культури з великим насінням, наприклад, соя або горох, то до їхньої якості сівби не пред'являються такі високі вимоги, і в посушливих умовах глибину закладання можна

збільшувати без значної втрати врожаю. Тобто, вибір робочої глибини заробки насіння сільськогосподарських культур це багатofакторна задача, основними факторами, якої є вологість та температура ґрунту. Тому рівномірність розподілу пожнивних решток попередньо зібраних культур, якими ми можемо змінювати ці фактори, що в значній мірі можуть впливати на параметр оптимізації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженнями [1] доведено зменшення втрати вологи за рахунок розподілу по поверхні поля пожнивних решток попередників. Водний баланс, передбачає перехідні залишки вологи. За даними досліджень Ф. Бакірова і А. Коряковський (2011), мульчування поверхні ґрунту солом'яною мульчою дозволило за теплий період літа-осені накопичити додатково по дрібному розпушування 27 мм і по нульового обробітку 30 мм вологи в порівнянні з контрольним варіантом. Мульчування (розкидання соломи) при нульовій обробці дозволяє ґрунту засвоїти 59% осінніх опадів, тоді як оранка-всього 22%. За рахунок утримання вологи стебловими рештками зернових колосових культур в сівозміні можна суттєво підвищити сумарне накопичення вологи за період сівозміни [2].

Досвід фермерів США свідчить про те, що рослинні залишки (особливо вертикально розташовані) відмінний профілактичний засіб проти ерозії ґрунтів. Збережені рослинні залишки зернових колосових культур, особливо при вузькорядній (10-15 см) сівбі, можуть покращити снігозатримання і накопичення вологи в ґрунті [1] (Nielsen, 1998). Відомо, що висота (понад 30 см) стерні пшениці зменшує швидкість вітру на висоті 15 см майже на 80% в порівнянні з ділянками, де такі ж рослинні залишки були подрібнені (проведено лущення). Рослинні залишки зернових колосових культур і кукурудзи захищають від ерозії та сприяють накопиченню вологи і зменшення дефляції на посівах зернових та технічних культур. Тому одним із способів зберегти вологу в ґрунті – постійно захищати його вегетуючими рослинами або їх рослинними залишками. Необхідною умовою для цього є перехід на технологію з мінімальним впливом на ґрунт, тобто No-till, Strip-till або Mini-till.

**Постановка завдання.** Враховуючи те, що процес розподілу пожнивних стеблових решток при подрібненні та розкиданні носить випадковий характер, і визначається великою кількістю факторів, які неможливо повністю врахувати, то цей процес можна розглядати у відповідності із законами теорії ймовірності [3, 4]. З метою встановлення закономірностей від рівномірності розподілу подрібнених рослинних пожнивних решток зернозбиральними комбайнами на збереження вологи в ґрунті, їх для подальшого дослідження на зміну глибини заробки насіння та врожайності культур.

**Виклад основного матеріалу.** Використавши розроблену методику експериментальних досліджень було реалізовано пошуковий багатofакторний експеримент  $N=2^3$ . Повторність дослідів - триразова. При проведенні експериментів проводилась сівба насіння сої та озимого ріпаку, попередник озима пшениця. При проведенні експерименту по визначенню рівномірності розподілу пожнивних решток та вплив на збереження вологи в ґрунті, використовували два зернозбиральні комбайни John Deer S760 та Палесьє GS12 з розкидачами подрібненої маси по ширині захвату жатки комбайну (рис. 1).

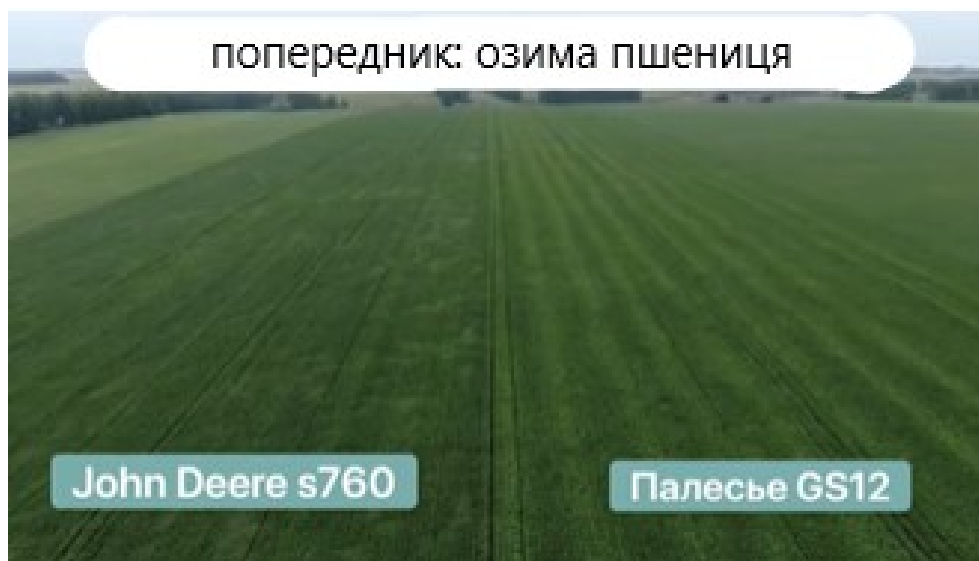


Рисунок 1 – Загальний вигляд поля зі сходами сої після збирання різними комбайнами  
*Джерело: розроблено автором*

З представленого рисунка 1 видно, що при більш рівномірному розподілі соломи за шириною захвату жатки, волога зберігається в більшій мірі, ніж при концентрованому розподілі по центру збиральної машини. Рівномірний розподіл соломи краще впливає на збереження вологи в ґрунті та забезпечує більш рівномірні сходи рослин (рис. 2).



Рисунок 2 – Сходи озимого ріпаку висіяного за технологією No-till із збереженням стеблового покриву попередника  
*Джерело: розроблено автором*

Проводячи пошуковий багатофакторний експеримент, розглядалися наступні фактори:  $S$  – ширина розподілу подрібненої соломи за комбайном,  $W$  – відносна вологість ґрунту,  $L$  – довжина частинки подрібненої соломи.

Дані фактори були відібрані як найбільш значущі методом апріорного ранжування. Особливість методу апріорного ранжування факторів полягає в тому, що фактори, які згідно з апріорною інформацією можуть мати суттєвий вплив, ранжуються в порядку зменшення внесеного ними вкладу. Вклад кожного фактору оцінюється за

величиною рангу, який відведений дослідником даному фактору при ранжируванні всіх факторів з урахуванням їхнього передбачуваного впливу на параметри оптимізації. При збиранні думок шляхом опитування фахівців кожному з них пропонується заповнити анкету, в якій перераховані фактори, їх розмірність та передбачувані інтервали варіювання. За критерій оптимізації взято урожайність та значення глибини заробки насіння.

Інтервали і рівні варіювання факторів пошукового експерименту  $2^3$  представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Інтервали і рівні варіювання факторів пошукового експерименту  $2^3$  для різних збиральних машин John Deer S760 (машина 1) та Палесьє GS12 (машина 2)

Показники	Кодовані значення	Фактори					
		S, м		W, %		L, м	
		машина 1	машина 2	машина 1	машина 2	машина 1	машина 2
Верхній рівень	+1	10,5	7,0	15	12	12	15
Основний рівень	0	9,5	6,0	10	10	10	10
Нижній рівень	-1	8,5	5,0	5	8	8	5
Інтервал варіювання	$\Delta X_i$	1,0	1,0	5	2	2	5

Джерело: розроблено автором на підставі [4], [9]

План пошукового експерименту в кодовому масштабі представлений у табл. 2.

У табл. 3. приведені результати отриманих коефіцієнтів варіації у всіх дослідках експерименту. Для кожного дослідку розрахована порядкова дисперсія  $S_{y_i}^2$ . Розрахункова величина критерію Кохрена склала  $G_{розр.}=0,22$ . Табличне значення критерію  $G_{табл.}=0,32$  [4, 9].

Таблиця 2 - Матриця планування багатофакторного експерименту  $2^3$ .

№ дослідку п/п	Кодові позначення			y
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
1	+1	+1	+1	-
2	-1	+1	+1	-
3	+1	-1	+1	-
4	-1	-1	+1	-
5	+1	+1	-1	-
6	-1	+1	-1	-
7	+1	-1	-1	-
8	-1	-1	-1	-

Джерело: розроблено автором на підставі [4], [9]

Маючи виконання умови  $G_{розр.} < G_{табл.}$  ряди дисперсії експерименту можна прийняти однорідними. Дисперсія досліду експерименту становить  $S_y^2=7,26$ .

За результатами експерименту рівняння регресії буде мати наступний вигляд:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3, \quad (1)$$

де  $x_1$  – ширина розподілу подрібненої соломи за комбайном,  $S$ ;

$x_2$  – відносна вологість ґрунту,  $W$ ;

$x_3$  – довжина частинки подрібненої соломи,  $L$ .

Для розрахунку коефіцієнтів моделі в табл. 3 приведена розширена матриця планування і результати дослідів [9,4].

Таблиця 3 – Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії

Номер досліду	$x_0$		$x_1$		$x_2$		$x_3$		$x_1x_2$		$x_1x_3$		$x_2x_3$		$x_1x_2x_3$		$y$	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	48,6	65,8
2	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	59,2	63,8
3	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	54,8	76,2
4	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	39,6	83,4
5	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	65,5	86,7
6	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	43,6	76,6
7	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	58,3	56,2
8	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	64,5	61,5

Джерело: розроблено автором на підставі [4], [9]

Чисельні значення коефіцієнтів регресії вийшли рівними (машина 1):

$B_0=44,23$ ;  $b_1=3,12$ ;  $b_2=16,54$ ;  $b_3=-12,54$ ;  $b_{12}=-1,35$ ;  $b_{13}=-0,84$ ;  $b_{23}=-14,32$ ;  $b_{123}=0,67$ .

машина 2:  $B_0=71,27$ ;  $b_1=5,62$ ;  $b_2=18,54$ ;  $b_3=-19,21$ ;  $b_{12}=-2,64$ ;  $b_{13}=-1,56$ ;  $b_{23}=-21,32$ ;  $b_{123}=0,91$ .

Дисперсія оцінок коефіцієнтів і середньоквадратична помилка відповідно рівні:

$$S_{b_i}^2 = 0,24; \quad S_{b_i} = 0,489.$$

Довірчий інтервал коефіцієнтів регресії дорівнює  $\Delta b_i = 0,78$ .

Порівнявши абсолютні значення коефіцієнтів регресії з абсолютною величиною їхнього довірчого інтервалу незначущі коефіцієнти регресії в подальших розрахунках виключаємо.

За результатами багатofакторного експерименту рівняння регресії будуть мати вигляд:

Для машини 1

$$y = 44,23 - 3,12x_1 + 16,54x_2 - 12,54x_3 - 1,35x_1x_2 + 0,84x_1x_3 - 14,32x_2x_3 + 0,67x_1x_2x_3. \quad (2)$$

Для машини 2

$$y = 71,27 - 5,62x_1 + 18,54x_2 - 19,21x_3 - 2,64x_1x_2 - 21,32x_2x_3 + 1,56x_1x_3 + 0,91x_1x_2x_3. \quad (3)$$

Уточнюючи адекватність отриманих моделей визначали за допомогою отриманих рівнянь регресії розрахункові значення відзиву (табл. 4.). Визначивши дисперсію неадекватності і розрахункове значення  $F$  - критерію Фішера, гіпотеза адекватності приймається, оскільки розрахункове значення критерію  $F=0,42$  менше значення  $F_{\text{табл.}}=2,35$  при 5%-му рівні значимості, а, отже, отримані аналітичні моделі з точністю 95% описують характер впливу обраних факторів на параметр оптимізації.

Вплив факторів визначимо за даними діаграми (рис 1.).

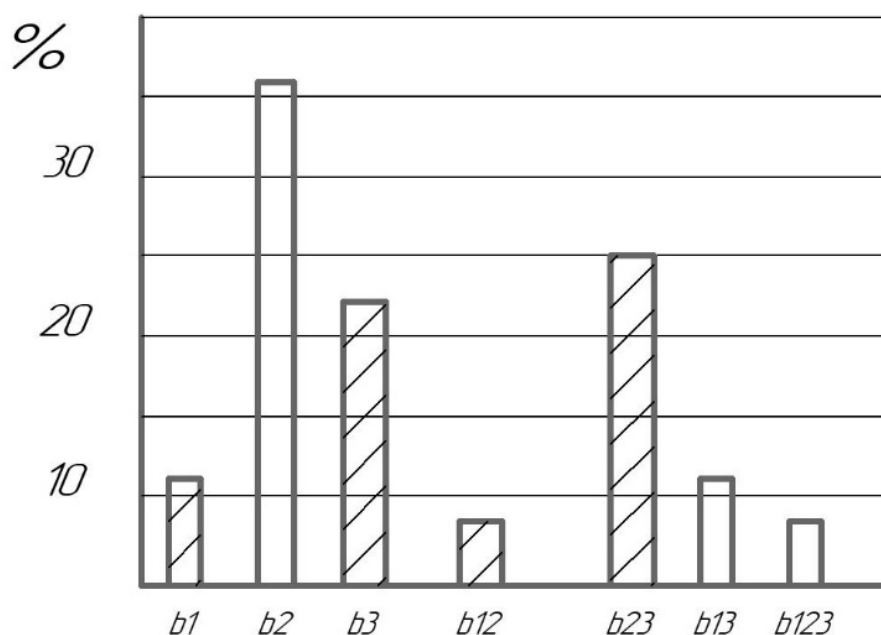


Рисунок 1 – Вплив значущих факторів і їхніх взаємодій (заштриховано для негативних коефіцієнтів, не заштриховано - для позитивних)

Джерело: розроблено автором на підставі [4], [9]

Аналізуючи діаграму, можна відзначити, що найбільше глибина заробки насіння культур залежить від вологості ґрунту, яка накопичується та ( $x_2$ ) і довжини частинок соломи, яка розподіляється за комбайном ( $x_3$ ). Помітний вплив співвідношення ширини розподілу пожнивних решток і довжини подрібненої соломи ( $x_1 x_3$ ).

Вплив інших факторів на критерій оптимізації незначний. Тому для подальшого вивчення обираємо три найбільш значимі фактори - ширина розподілу подрібненої соломи за комбайном,  $S$ ;  $x_2$  - відносна вологість ґрунту,  $W$ ;  $x_3$  - довжина частинки подрібненої соломи,  $L$ .

Для визначення значення факторів, що забезпечують оптимальне значення глибини заробки насіння, розв'язували наступну систему:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx_1} = -3,9 - 2,17x_2 - 2,47x_2x_3 + 2,36x_3x_2 \\ \frac{dy}{dx_2} = 19,44 - 2,166x_1 - 12,43x_3 - 2,47x_1x_3 \\ \frac{dy}{dx_3} = -11,17 - 12,43x_2 + 2,43x_1 + 2,36x_1x_2 \end{cases} \quad (4)$$

Розв'язавши систему рівнянь, визначили оптимальні значення параметрів після декодування рівнів:  $x_1$  - ширина розподілу подрібненої соломи за комбайном,  $S = 9,54 \dots 10,86$  м;  $x_2$  - відносна вологість ґрунту,  $W = 12 \dots 14\%$ ;  $x_3$  - довжина частинки подрібненої соломи,  $L = 8,5 \dots 10,25$  мм.

Таблиця 4 – Експериментальні і розрахункові дані глибини заробки насіння

Номер досліджу	$Y_i$ експер.		$Y_i$ розр.		$ \Delta y $		$\Delta y^2$	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	58,06	64,12	58,40	62,5	0,34	1,62	0,1156	2,62
2	69,20	75,23	68,86	76,36	0,34	-1,13	0,16	1,27
3	34,23	54,36	36,15	59,4	-1,92	-5,04	3,67	25,4
4	49,75	57,58	51,84	52,86	-2,09	4,72	4,36	22,27
5	45,53	86,47	46,14	86,82	-0,62	-0,35	0,37	0,12
6	96,44	112,56	99,82	111,87	-3,38	0,69	11,42	0,47
7	49,89	58,45	45,95	61,24	3,94	-2,79	15,5	7,78
8	54,33	75,56	52,28	78,21	2,05	-2,65	4,2	7,02

Джерело: розроблено автором на підставі [4], [9]

Графічні залежності глибини сівби від рівномірності розподілу поживних решток за шириною захвату жатки зернозбирального комбайна від відносної вологості ґрунту та довжини частинок подрібненої незернової частини на рис. 2. і рис.3.

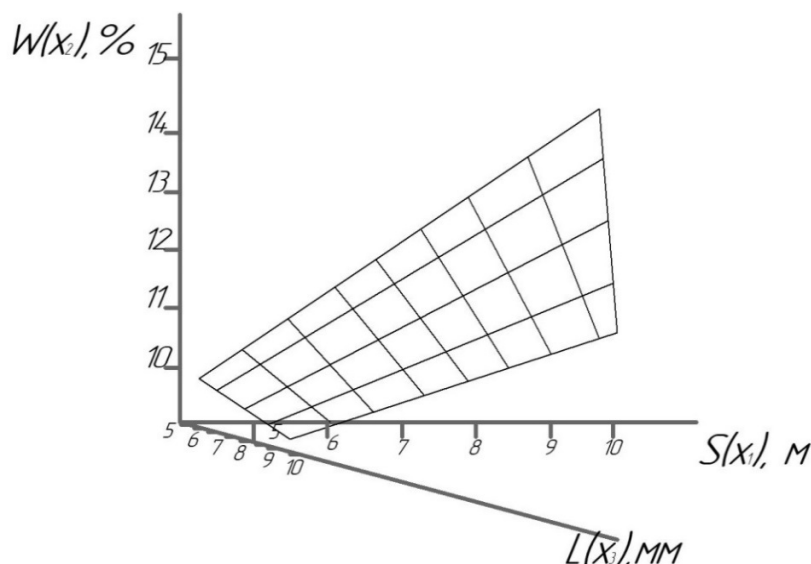


Рисунок 2 – Залежність глибини заробки насіння від розподілу поживних решток на полі (John Deer S760 (машина 1))

Джерело: розроблено автором

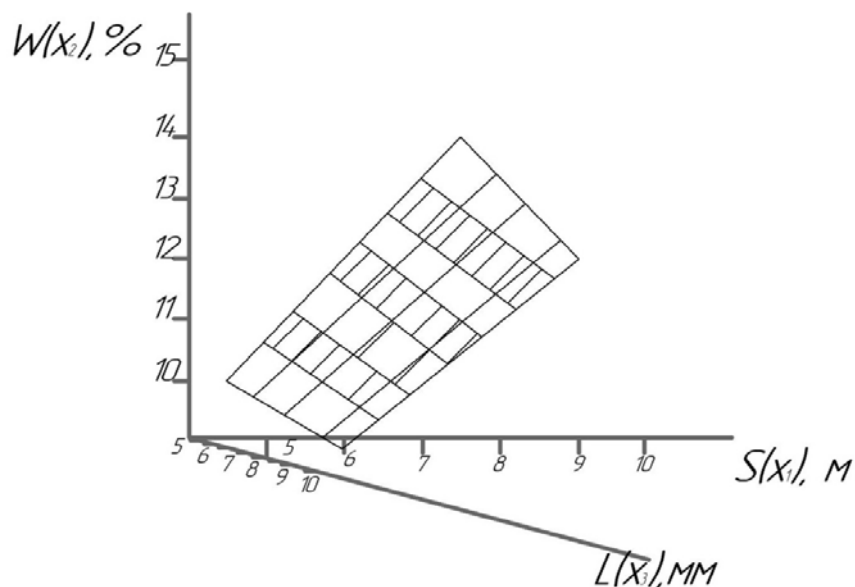


Рисунок 3 – Залежність глибини заробки насіння від розподілу поживних решток на полі (Палесьє GS12 (машина 2))

Джерело: розроблено автором

Провівши аналіз отриманих графічних залежностей, можна зробити наступні висновки.

Зі зростанням довжини фракції подрібнення стеблової частини нерівномірність розподілу зростає по ширині захвату жатки комбайна, як для 1-ї машини з розподільником соломи, так і для 2-ї машини без розподільника.

Глибину сівби можна зменшувати  $h = 26..38$  мм після збирання першою машиною зі зростанням ширини розкидання, для другої машини – глибину закладання насіння необхідно збільшувати до  $h = 36..42$  мм, у зв'язку із нерівномірним розподілом поживних решток та зменшення вологості ґрунту.

Сівбу проводили комплексом для підґрунторозкидного способу сівби "Партнер - 7,5" у порівнянні і звичайним рядковим висівом (рис. 4, 5). Що в свою чергу також дозволяє зменшити глибину заробки насіння за рахунок більш рівномірного розподілу рослин по полю та зменшити випаровування води.



Рисунок 4 – Сходи рослин після сівби рядковим і розкидним способом

Джерело: розроблено автором





Рисунок 5 – Посівний комплекс Партнер - 7,5

Джерело: розроблено автором

**Висновки.** При проведенні експерименту по визначенню рівномірності розподілу поживних решток та вплив на збереження вологи в ґрунті, використовували два зернозбиральні комбайни John Deer S760 та Палесьє GS12 з розкидачами подрібненої маси по ширині захвату жатки комбайну. Встановлено та визначено три найбільш значимі фактори, які впливають на зміну глибини сівби сільськогосподарських культур –  $x_1$  ширина розподілу подрібненої соломи за комбайном,  $S=9,54...10,86$  м;  $x_2$  – відносна вологість ґрунту,  $W=12..14\%$ ;  $x_3$  - довжина частинки подрібненої соломи,  $L= 8,5...10,25$ мм.

Зі зростанням довжини фракції подрібнення стеблової частини нерівномірність розподілу зростає по ширині захвату жатки комбайна, як для 1-ї машини з розподільником соломи, так і для 2-ї машини без розподільника.

Глибину сівби можна зменшувати  $h= 26..38$  мм після збирання першою машиною зі зростанням ширини розкидання, для другої машини – глибину закладання насіння необхідно збільшувати до  $h= 36..42$  мм, у зв'язку із нерівномірним розподілом поживних решток та зменшення вологості ґрунту.

## Список літератури

1. Коряковский А. В., Бакіров Ф. Г. Саморозпушення ґрунту під впливом солом'яної мульчі. *Аерономія та лісове господарство*. 2011. Вип. 22. С. 21-23.
2. Nielsen K, et al. Sustained oscillations in glycolysis: an experimental and theoretical study of chaotic and complex periodic behavior and of quenching of simple oscillations. *Biophys Chem* (1998). 72 (1-2). P. 49-62.
3. Заєць М. Л. Обґрунтування оптимальної величини ексцентриситету установки розподільника сошника для розкидного способу сівби сільськогосподарських культур. *Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин*. 2008. Вип. 38. С. 87–91.
4. Заєць М. Л. Не ігноруймо експериментальні сошники з комбінованим розподільником посівного матеріалу. *Зерно і хліб*. 2013. № 2 (70). С. 36-39.
5. Технологічні основи проектування і виготовлення посівних машин: монографія / Б.М. Гевко та ін. Тернопіль: Вид. ТНТУ імені Івана Пулюя, 2013. 238 с.
6. Бахмутов В. А. Влияние равномерности размещения растений по площади на урожайность. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 1981. №5. С. 9-11.
7. Власенко В.М. Екологічні вимоги до ґрунтообробного знаряддя і посівних машин. *Трактори і сільськогосподарські машини*. 1993. №9. С. 14-17.
8. Спосіб визначення якості розподілу сипких матеріалів вздовж рядка: пат. 34019 Україна : МПК А01С 7/00. № u 2008 02025 ; заявл. 18.02.2008 ; опубл. 25.07.20008, Бюл. № 14.

9. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М.: Колос, 1972. 207с.

## References

1. Koriakovskiy, A.V. & Bakirov, F.H. (2011). Samorozpushennia gruntu pid vplyvom solomianoї mulchi [Self-loosening of the soil under the influence of straw mulch]. *Ahronomiia ta lisove hospodarstvo - Agronomy and forestry, Vol. 22*, 21-23. [in Ukrainian].
2. Nielsen, K et al. (1998). Sustained oscillations in glycolysis: an experimental and theoretical study of chaotic and complex periodic behavior and of quenching of simple oscillations. *Biophys Chem.*, 72(1-2), 49-62. [in Belgium].
3. Zayets, M.L. (2008). Obgruntuvannia optymalnoi velychyny ekstsentrysytetu ustanovky rozpodilnyka soshnyka dlia rozkydnoho sposobu sivby silskohospodarskykh kultur [Substantiation of the optimal value of the eccentricity of the coulter distributor installation for the spreading method of sowing crops]. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia s.-h. mashyn – Design, production and operation of agricultural machines, Vol. 38*, 87–91. [in Ukrainian].
4. Zayets, M. L. (2013). Ne ihnoruimo eksperymentalni soshnyky z kombinovanim rozpodilivachem posivnoho material [Do not ignore the experimental coulters with a combined seed distributor]. *Zerno i khlib – Grain and bread, 2 (70)*, 36-39. [in Ukrainian].
5. Hevko, B.M., Liashchuk, O.L., Pavelchuk, Yu.F. et al. (2013). *Tekhnolohichni osnovy proektuvannia ta vyhotovlennia posivnykh mashyn [Technological bases of designing and manufacturing of seeding machines]*. Ternopil: TNTU imeni Ivana Pulua [in Ukrainian].
6. Bakhmutov, V.A. (1981). Vlyaniye ravnomernosti razmeshcheniya rastenyi po ploshchady na urozhainost [Influence of uniformity of placement of plants on the area on productivity]. *Mekhanizatsiia y elektrifykatsiia selskoho khoziaistva – Mechanization and electrification of agriculture, 5*, 9-11. [in Ukrainian].
7. Vlasenko, V.M. (1993). Ekolohichni vymohy do gruntoobrobnoho znariaddia i posivnykh mashyn [Environmental requirements for tillage implements and sowing machines]. *Traktory i silskohospodarski mashyny – Tractors and agricultural machinery, 9*, 14-17. [in Ukrainian].
8. Sysolin, P.V., Osypov, I.M. & Sysolina, I.P. (2008). Ukraine Patent No. 34019. Kyiv.
9. Dospikhov, V. A. (1972). *Planyrovanye polevoho opyta y statystycheskaia obrabotka eho dannykh [Planning of field experience and statistical processing of its data]*. Moscow: Kolos [in Russian].

**Maksym Zayets**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.  
Polesie National University, Zhitomir, Ukraine

### Results of the Study of the Influence of the Uniformity of the Distribution of Crop Residues on the Sowing Depth and Productivity of Industrial Crops

The purpose of this article is to raise such an important issue as soil moisture retention during agricultural production. Also investigate the influence of methods and means of implementation of works that reduce the loss of precious moisture and the influence of these factors on the dynamics of future harvests, by varying the technological parameters of sowing field crops, such as seed depth, row spacing or sowing method.

It is established that improving the quality of distribution of crop residues by combine harvesters with straw shredders over the field area significantly affects the parameters of regulation and ensuring the sowing depth of field crops and their yield. Mathematical models and graphical dependences are obtained to determine the dynamics of the harvest, and as a result of adjusting the technological parameters of the sowing process of field crops, from the uneven distribution of straw residues. The main indicators of grain harvesters operation and conditions in which they are used, and the influence of relevant factors on the technological indicators of laying the future harvest. The results of practical research have been experimentally confirmed in the field. The three most significant factors influencing the change of sowing depth of agricultural crops are determined -  $x_1$  width of distribution of crushed straw by combine,  $S = 9.54 \dots 10.86$  m;  $x_2$  - relative soil moisture,  $W = 12..14\%$ ;  $x_3$  - the length of the particle of chopped straw,  $L = 8.5 \dots 10.25$  mm.

The sowing depth can be reduced  $h = 26..38$  mm after harvesting by the first machine with increasing spreading width, for the second machine - the depth of seed placement should be increased to  $h = 36..42$  mm, due to the uneven distribution of crop residues and reduced humidity soil.

**sowing, straw distribution, earning depth, unevenness, mathematical model**

Одержано (Received) 04.11.2021

Прорецензовано (Reviewed) 09.11.2021

Прийнято до друку (Approved) 29.11.2021