

ANALIZA RÓWNOMIERNOŚCI DOZOWANIA NASION PSZENICY ZESPOŁEM WYSIEWAJĄCYM SYSTEMU REGULINE

Piotr Markowski, Mariusz Lewicki, Tadeusz Rawa

Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. Badania przeprowadzono dla kołeczkowego zespołu wysiewającego (I sytuacja badawcza) i kołeczkowego zespołu wysiewającego z dodatkowym wałkiem wyrównującym strugę nasion (II sytuacja badawcza – system Reguline) przy różnej prędkości siewu i ilości wysiewu nasion pszenicy ozimej odmiany Tonacja. Stwierdzono, że zastosowanie wałka wyrównującego strugę nasion istotnie wpływa na poprawę równomierności wysiewu nasion. Średnia wartość wskaźnika nierównomierności wysiewu nasion zmniejszyła się o 27,5%, z wartości 0,3538 do 0,2564.

Słowa kluczowe: zespół wysiewający, wałek wyrównujący, nierównomierność

Wstęp i cel pracy

Z elementów konstrukcyjnych siewnika rzędowego z grawitacyjnym transportem nasion decydujący wpływ na wartość wskaźnika nierównomierności podłużnej wysiewu nasion, obok przewodu nasiennego i redlicy, ma zespół wysiewający [Lejman, Owskiak 1994a; 1994b; 1994c; Łazarczyk 1997; Rawa, Markowski 2001]. Równomierność dozowania nasion zespołami wysiewającymi typu kołeczkowego, a zwłaszcza roweczkowego w dużej mierze uzależniona jest od przyjętej ilości wysiewu nasion i zastosowanej szerokości międzyrzędzi. Zmniejszenie ilości wysiewu, bądź szerokości międzyrzędzi wpływa na zmniejszenie prędkości obrotowej wałka dozującego, co w konsekwencji przekłada się na powstawanie pulsacji wysiewanej strugi nasion, a tym samym na pogorszenie równomierności wysiewu nasion [Bagiński i in. 2006; Rawa i Markowski 2006; Rawa i in. 2005].

W związku z tym celem pracy było określenie wpływu ilości wysiewu i prędkości siewu na równomierność wysiewu nasion pszenicy ozimej odmiany Tonacja dozowanych klasycznym dwusegmentowym kołeczkowym zespołem wysiewającym (I sytuacja badawcza) i zmodyfikowanym kołeczkowym zespołem wysiewającym systemu Reguline z dodatkowym wałkiem wyrównującym strugę nasion (II sytuacja badawcza).

Obiekt i metodyka badań

Obiektem badań był dwusegmentowy kołeczkowy zespół wysiewający z wałkiem wyrównującym strugę nasion zapożyczony z siewnika SPI SOLO Reguline firmy Sulky.

Badania przeprowadzono dla kołeczkowego zespołu wysiewającego (I sytuacja badawcza), i kołeczkowego zespołu wysiewającego z wałkiem wyrównującym strugę nasion (sytuacja II – system Reguline), [Markowski 2007; Aparaty wysiewające (on-line) 2011]. Eksperyment realizowano w warunkach laboratoryjnych na stanowisku badawczym [Markowski i in. 2007] wyposażonym w zespół wysiewający z systemem Reguline firmy Sulky.

Materiał doświadczalny stanowiły nasiona pszenicy ozimej odmiany Tonacja o czystości 100%, wilgotności względnej 11,8% i masie tysiąca nasion 55,03 g.

W badaniach przyjęto następujące czynniki:

1. Stałe:
 - szerokość międzyrzędzi – 0,1 m,
 - szerokość szczeliny wylotowej – 2,0 mm,
 - szerokość szczeliny dolotowej w skrzyni nasiennej – 28 mm.
2. Zmienne niezależne:
 - ilość wysiewu nasion pszenicy – $165 \div 275 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, skokowo co $27,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, co odpowiada obsadzie od 300 do 500 roślin na m^2 ,
 - prędkość siewu – $1,5 \div 3,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, skokowo co $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
3. Wynikowe:
 - nierównomierność wysiewu nasion – δ .

Badania przeprowadzono w dwóch etapach. W pierwszym wykonano pomiary związane z wyznaczeniem charakterystyki wydajnościowej kołeczkowego zespołu wysiewającego, na podstawie której dla założonych parametrów roboczych (prędkości taśmy klejowej i ilości wysiewu nasion) wyznaczono prędkości obrotowe wałka wysiewającego. W etapie tym wyznaczono także prędkości obrotowe wałka wyrównującego systemu Reguline. W etapie drugim, związanym z wyznaczeniem nierównomierności dozowania nasion, badania przeprowadzono w trzech powtórzeniach, zgodnie z normą PN-84/R-55050.

Wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej, w której uwzględniono analizę korelacji, analizę wariancji i analizę regresji wielu zmiennych stopnia drugiego, z procedurą krokowej eliminacji nieistotnych zmiennych i stopnia wielomianu.

Wyniki badań

Na podstawie analizy korelacji liniowej czynników stwierdzono, że na poziomie statystycznej istotności $\alpha=0,05$, na nierównomierność dozowania nasion pszenicy kołeczkowym zespołem wysiewającym (I sytuacja badawcza) wpływ ma tylko jedna zmienna niezależna – ilość wysiewu nasion – współczynnik korelacji wynosi $-0,34$, przy wartości krytycznej wynoszącej $0,23$ (tab. 1). W przypadku drugiej sytuacji badawczej (nasiona dozowane kołeczkowym zespołem wysiewającym z wałkiem wyrównującym strugę nasion), wpływ na równomierność dozowania nasion ma również tylko jedna zmienna niezależna, z tym iż w tej sytuacji badawczej jest to prędkość siewu – współczynnik korelacji wynosi $-0,42$ i jest prawie dwukrotnie większy od wartości krytycznej (tab. 1).

Przeprowadzona analiza statystyczna nie pozwoliła na wyznaczenie statystycznie istotnych równań, opisujących nierównomierność dozowania nasion pszenicy – procent wyjaśnionej zmienności dla I sytuacji badawczej wyniósł 12%, a dla II 18%.

Analiza równomierności dozowania...

Tabela 1. Analiza regresji nierównomierności dozowania nasion pszenicy
Table 1. Unevenness regression analysis of wheat seeds proportioning

Informacje ogólne:							
Liczba zmiennych		3					
Liczba obserwacji		75					
Lp.	Zmienna	Wartość średnia		Odchylenie standardowe		Współczynnik zmienności [%]	
		sytuacja I	sytuacja II	sytuacja I	sytuacja II	sytuacja I	sytuacja II
1.	Ilość wysiewu Q_i [kg·ha ⁻¹]	220,00		39,1528		17,80	
2.	Prędkość siewu v_s [m·s ⁻¹]	2,50		0,7119		28,47	
3.	Nierównomierność wysiewu nasion δ	0,35	0,26	0,0561	0,0334	15,85	13,02
Macierz korelacji							
I sytuacja badawcza				II sytuacja badawcza			
	Q_i	v_s	δ		Q_i	v_s	δ
Q_i	1,0000	0,0000	-0,3444	Q_i	1,0000	0,0000	-0,0874
v_s	0,0000	1,0000	0,0133	v_s	0,0000	1,0000	-0,4159
δ	-0,3444	0,0133	1,0000	δ	-0,0874	-0,4159	1,0000
Weryfikacja hipotezy o istotności współczynników równania regresji							
					sytuacja I	sytuacja II	
	Wartość krytyczna współczynnika korelacji				0,2272	0,2272	
	Wartość statystyki F				3,235	5,290	
	Prawdopodobieństwo przekroczenia statystyki F p(F)=				0,027	0,002	
	Procent wyjaśnionej zmienności				11,88	18,06	
	Odchylenie standardowe reszt				0,053	0,031	

– przyjęty poziom istotności $\alpha = 0,05$

Źródło: obliczenia własne

W związku z powyższym przeprowadzono analizę wariancji, stosując klasyfikację podwójną z interakcją (tab. 2 i 3) rozpatrując następujące hipotezy statystyczne:

1. Dla ilości wysiewu Q_i :

Hipoteza H_0 – średnie wartości nierównomierności dozowania nasion pszenicy, przy pięciu różnych ilościach wysiewu są sobie równe,

2. Dla prędkości siewu v_s :

Hipoteza H_0 – średnie wartości nierównomierności dozowania nasion pszenicy, przy pięciu różnych prędkościach siewu, są sobie równe,

3. Dla interakcji ilości wysiewu Q_i i prędkości siewu v_s :

Hipoteza H_0 – średnie wartości nierównomierności dozowania nasion pszenicy, przy pięciu różnych ilościach wysiewu i pięciu prędkościach siewu, są sobie równe.

Dla tak postawionych hipotez H_0 rozpatrywano hipotezy alternatywne H_1 o braku równości wartości średnich nierównomierności wysiewu nasion pszenicy.

Tabela 2. Analiza wariancji nierównomierności dozowania nasion pszenicy kołeczkowym zespołem wysiewającym (klasyfikacja podwójna – model stały ortogonalny)

Table 2. Unevenness regression analysis of wheat seeds proportioning with a pin sowing unit (double classification - fixed orthogonal model)

Lp.	Prędkość siewu v_s [$m \cdot s^{-1}$] Czynnik A	Liczebność	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]	
A1	1,5	15	0,3639	0,0530	14,56	
A2	2,0	15	0,3321	0,0532	16,01	
A3	2,5	15	0,3647	0,0645	17,73	
A4	3,0	15	0,3518	0,0417	11,85	
A5	3,5	15	0,3567	0,0657	18,42	
Lp.	Ilość wysiewu Q_i [$kg \cdot ha^{-1}$] Czynnik B	Liczebność	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]	
B1	165,0	15	0,3643	0,0539	14,79	
B2	192,5	15	0,3858	0,0534	13,83	
B3	220,0	15	0,3520	0,0423	12,06	
B4	247,5	15	0,3550	0,0575	16,20	
B5	275,0	15	0,3119	0,0516	16,56	
Tablica analizy wariancji						
Źródło zmienności	Stopnie swobody	Suma kwadratów	Średni kwadrat			
Czynnik A	4	0,0106	0,0026			
Czynnik B	4	0,0434	0,0109			
Interakcja kombinacji czynników A×B	16	0,0299	0,0019			
Błąd	50	0,1489	0,0030			
Wartość statystyki F_A czynnika A		0,8882				
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_A		0,4779				
Ponieważ $p(F_A) > \alpha$ – nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0						
Wartość statystyki F_B czynnika B		3,6438				
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_B		0,0111				
Ponieważ $p(F_B) < \alpha$ – hipotezę H_0 należy odrzucić na korzyść hipotezy alternatywnej H_1						
	średnia δ	B5	B4	B3	B2	B1
B1	0,3643	5	0	0	0	0
B2	0,3858	1	0	0	0	
B3	0,3520	5	0	0		
B4	0,3550	5	0			
B5	0,3119	0				
Wartość statystyki F_{AB} kombinacji czynników A×B		0,6271				
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_{AB}		0,6454				
Ponieważ $p(F_{AB}) > \alpha$ – nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0						

– przyjęty poziom istotności $\alpha = 0,05$

Źródło: obliczenia własne

Analiza wariancji (tab. 2 i 3) wykazała, że w I sytuacji badawczej tylko w przypadku drugiej zmiennej niezależnej, tj. ilości wysiewu hipotezę H_0 o równości wartości średnich nierównomierności dozowania nasion pszenicy należy odrzucić na korzyść hipotezy alter-

Analiza równomierności dozowania...

natywnej H_1 . Z kolei w II sytuacji badawczej hipotezę H_0 należy odrzucić na korzyść hipotezy alternatywnej H_1 w przypadku pierwszej zmiennej niezależnej, tj. prędkości siewu. Ponadto, przeprowadzona analiza wariancji z interakcją dwóch zmiennych niezależnych nie wykazała ich istotnego wpływu na średnią wartość wskaźnika nierównomierności dozowania nasion pszenicy, zarówno dla I, jak i II sytuacji badawczej.

Tabela 3. Analiza wariancji nierównomierności dozowania nasion pszenicy kołeczkowym zespołem wysiewającym z wałkiem wyrównującym (klasyfikacja podwójna – model stały ortogonalny)

Table 3. Unevenness regression analysis of the wheat seeds proportioning with a pin sowing unit with a levelling shaft (double classification - fixed orthogonal model)

Lp.	Prędkość siewu v_s [$m \cdot s^{-1}$] Czynnik A	Liczebność	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]	
A1	1,5	15	0,2757	0,0324	11,76	
A2	2,0	15	0,2674	0,0232	8,69	
A3	2,5	15	0,2583	0,0282	10,91	
A4	3,0	15	0,2396	0,0360	15,04	
A5	3,5	15	0,2409	0,0334	13,85	
Lp.	Ilość wysiewu Q_i [$kg \cdot ha^{-1}$] Czynnik B	Liczebność	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]	
B1	165,0	15	0,2565	0,0378	14,72	
B2	192,5	15	0,2626	0,0325	12,39	
B3	220,0	15	0,2579	0,0433	16,78	
B4	247,5	15	0,2547	0,0299	11,75	
B5	275,0	15	0,2503	0,0235	9,39	
Tablica analizy wariancji						
Źródło zmienności		Stopnie swobody	Suma kwadratów	Średni kwadrat		
Czynnik A		4	0,0153	0,0038		
Czynnik B		4	0,0012	0,0003		
Interakcja kombinacji czynników A×B		16	0,0158	0,0010		
Błąd		50	0,0501	0,0010		
Wartość statystyki F_A czynnika A			3,8298			
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_A			0,0087			
Ponieważ $p(F_A) < \alpha$ – hipotezę H_0 należy odrzucić na korzyść hipotezy alternatywnej H_1						
Test Duncana						
	średnia δ	A5	A4	A3	A2	A1
A1	0,2757	1	1	0	0	0
A2	0,2674	5	5	0	0	
A3	0,2583	0	0	0		
A3	0,2396	0	0			
A5	0,2409	0				
Wartość statystyki F_B czynnika B			0,3066			
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_B			0,8722			
Ponieważ $p(F_B) > \alpha$ – nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0						
Wartość statystyki F_{AB} kombinacji czynników A×B			0,9887			
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_{AB}			0,4233			
Ponieważ $p(F_{AB}) > \alpha$ – nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0						

– przyjęty poziom istotności $\alpha = 0,05$

Źródło: obliczenia własne

Brak wpływu ilości wysiewu nasion pszenicy, w przyjętym zakresie zmienności, na nierównomierność dozowania pozwala przypuszczać, że zastosowanie w zespole wysiewającym dodatkowego wálka wyrównującego strugę nasion umożliwi dozowanie i wysiew nasion zbóż odmian mieszańcowych o ilości wysiewu poniżej 100 kg·ha⁻¹. Kwestia ta wymaga jednak przeprowadzenia dodatkowych badań.

W badaniach postanowiono odpowiedzieć na zasadnicze pytanie: czy zastosowanie dodatkowego wálka wyrównującego strugę nasion wpłynie na poprawę równomierności ich dozowania? W związku z tym przeprowadzono test t-Studenta dla prób zależnych, weryfikując hipotezę zerową H_0 zakładającą, że średnia wartość nierównomierności dozowania nasion kołeczkowym zespołem wysiewającym (I sytuacja badawcza) nie różni się istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$ od średniej wartości nierównomierności dozowania nasion kołeczkowym zespołem wysiewającym z dodatkowym wálkiem wyrównującym strugę nasion (II sytuacja badawcza), i hipotezę alternatywną H_1 w brzmieniu przeciwnym.

Z analizy statystycznej (tab. 4) wynika, że nierównomierność dozowania nasion pszenicy w I i II sytuacji badawczej, przy różnej ilości wysiewu i prędkości siewu, wynosi odpowiednio ok. 0,35 i 0,26. Zastosowanie za kołeczkowym zespołem wysiewającym wálka wyrównującego strugę nasion wpłynęło istotnie ($\alpha = 0,05$) na poprawę równomierności dozowania nasion, wartość wskaźnika uległa zmniejszeniu o ponad 27%.

Tabela 4. Wyniki testu t-Studenta o równości średnich nierównomierności dozowania nasion pszenicy dla obydwu sytuacji badawczych (test dla prób zależnych)

Table 4. Results of the student's t- test on equality of average unevenness of the wheat seeds proportioning for both experimental situations (a test for independent experiments)

Cecha	Sytuacja badawcza	
	I	II
Wartość średnia	0,3538	0,2564
Odchylenie standardowe	0,0561	0,0334
Średnia różnic	-0,0974	
Odchylenie standardowe	0,0625	
Wartość statystyki t-Studenta	-13,4108	
Prawdopodobieństwo przekroczenia obliczonej wartości t-Studenta	-0,0000	
Liczba stopni swobody	74	

– przyjęty poziom istotności $\alpha = 0,05$

Źródło: obliczenia własne

Wnioski

1. Zastosowanie w zespole wysiewającym typu kołeczkowego dodatkowego elementu w postaci wálka wyrównującego strugę nasion powoduje poprawę wskaźnika nierównomierności dozowania nasion pszenicy o ok. 27% – z wartości 0,35 do wartości 0,26.
2. Z analizy korelacji wynika, że spośród przyjętych zmiennych niezależnych, tj. prędkości siewu i ilości wysiewu, na nierównomierność dozowania nasion pszenicy kołeczkowym zespołem wysiewającym ma ilość wysiewu nasion, a kołeczkowym zespołem wysiewającym z wálkiem wyrównującym strugę nasion prędkość siewu.

Bibliografia

- Bagiński T., Markowski P., Rawa T.** 2006. Influence of selected factors on irregularity of spring barley seeds dosage using the press drill seeder. *Technical Science. Pap. And Rep.* Nr 9. s. 5-11.
- Lejman K., Owsiak Z.** 1994a. Analiza konstrukcji przewodu nasiennego w aspekcie podłużnej nierównomierności wysiewu. *Roczniki Nauk Rolniczych.* T. 80-C-1. s. 143-149.
- Lejman K., Owsiak Z.** 1994b. Badania elastycznych gumowych przewodów nasiennych. *Roczniki Nauk Rolniczych.* T. 80-C-1. s. 135-141.
- Lejman K., Owsiak Z.** 1994c. Badania podłużnej nierównomierności wysiewu siewników rzędowych. *Roczniki Nauk Rolniczych.* T. 80-C-1. s. 127-133.
- Lazarczyk A.** 1997. Tendencje w konstrukcji zespołów wysiewających siewników uniwersalnych. *Materiały VII Sympozjum im. prof. Cz. Kanafojskiego, nt.: „Problemy budowy oraz eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych”.* Płock. s. 327-330.
- Markowski P.** 2007. Analiza równomierności dozowania nasion kołeczkowymi zespołami wysiewającymi. Rozprawa doktorska. Wydział Nauk Technicznych UWM w Olsztynie. Maszynopis.
- Markowski P., Rawa T., Warych G.** 2007. Próba określenia wpływu przewodu nasiennego i redlicy siewnika na równomierność wysiewu nasion pszenicy. *Inżynieria Rolnicza.* Nr 7(95). s. 137-143.
- Rawa T., Markowski P.** 2001. Analiza kołeczkowych zespołów wysiewających w aspekcie ich konstrukcji i równomierności dozowania nasion. *Inżynieria Rolnicza.* Nr 13 (33). s. 383-389.
- Rawa T., Markowski P.** 2006. Wpływ wybranych czynników i procedury pomiaru na kształtowanie się wskaźnika nierównomierności podłużnej wysiewu nasion bobiku. *Inżynieria Rolnicza.* Nr 4 (79). s. 121-127.
- Rawa T., Markowski P., Lipiński A.** 2005. Próba określenia wpływu parametrów roboczych kołeczkowego zespołu wysiewającego oraz szerokości międzyrzędzi i prędkości siewu na równomierność dozowania nasion pszenicy. *Inżynieria Rolnicza.* Nr 6 (66), s. 75-83.
- Aparaty wysiewające (on-line). 2011. [Dostęp 15-06-11]. Dostępny w Internecie: <http://siewniki.info.pl/aparaty-wysiewajce.html>.
- PN-84/R-55050. 1985. Metody badań siewników polowych rzędowych i rzutowych. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości. Wyd. Normalizacji ALFA.

ANALYSIS OF EVENNESS OF WHEAT SEEDS PROPORTIONING WITH THE REGULINE SYSTEM SOWING UNIT

Abstract. The research was conducted for a pin sowing unit (1st experimental situation) and a pin sowing unit with an additional levelling shaft of seeds stream (2nd experimental situation - the Reguline system) with various speed of sowing and quantity of winter wheat seeds of Tonacja variety. The research estimated that application of a seeds stream levelling shaft essentially influences the improvement of the evenness of seeds sowing. Average value of the unevenness indexes of seeds sowing decreased about 27.5 % from 0.3538 to 0.2564 value.

Key words: sowing unit, levelling shaft, unevenness

Adres do korespondencji:

Piotr Markowski; e-mail: piotr.markowski@uwm.edu.pl
Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. M. Oczapowskiego 11
10-757 Olsztyn