KOŁECZKOWY ZESPÓŁ WYSIEWAJĄCY. CZĘŚĆ II. WPŁYW WYBRANYCH PARAMETRÓW NA WYDAJNOŚĆ I RÓWNOMIERNOŚĆ DOZOWANIA NASION RZEPAKU

Piotr Markowski, Tadeusz Rawa
Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. Badano wpływ: szerokości i długości szczeliny wysiewającej zespołu wysiewającego oraz prędkości siewu na wydajność i równomierność dozowania nasion rzepaku nowym kołeczkowym zespołem wysiewającym, przeznaczonym do wysiewu trzech, różnych wymiarowo grup nasion: drobnych, średnich i grubych. Wykazano, że zespół wysiewający nowej konstrukcji może być z powodzeniem stosowany w siewnikach uniwersalnych do dozowania i wysiewu nasion drobnych.

Słowa kluczowe: kołeczkowy zespół wysiewający, nasiona rzepaku, nierównomierność

Wstęp i cel pracy

Wzrost i rozwój roślin zbożowych i zbożopodobnych zależy w dużym stopniu od jakości wykonanego siewu, tj. zachowania stałości przyjętej ilości wysiewu i dużej równomierności rozmieszczenia nasion w glebie. Jest to szczególnie ważne przy wysiewie nasion drobnych, ze względu na małe wymiary nasion, jak także na niewielką ilość wysiewu, która z reguły nie przekracza 10 $kg \cdot ha^{-1}$. Z podzespołów siewnika, mających wpływ na jakość siewu, decydujące znaczenie ma zespół wysiewający [Heege 1993; Lipiński 2001; Kogut 2005; Grudnik 2006].

Celem pracy było określenie wpływu parametrów konstrukcyjnych i funkcjonalnych nowego zespołu wysiewającego na jego wydajność i równomierność dozowania nasion rzepaku (nasiona drobne).

Obiekt i metodyka badań

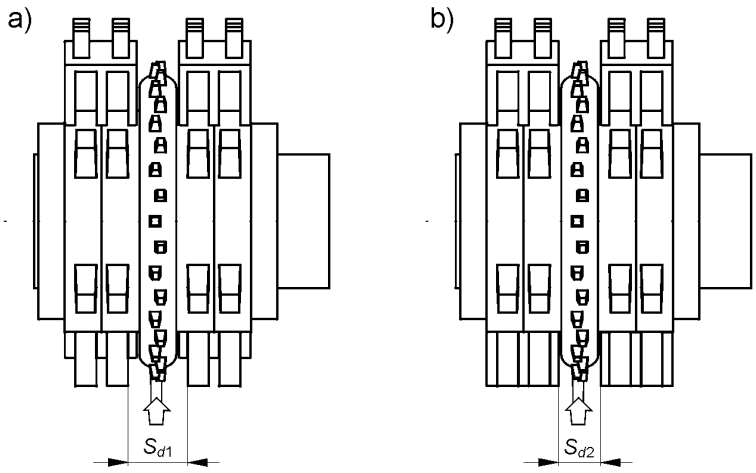
Obiektem badań był kołeczkowy zespół wysiewający, w którym zastosowano nową konstrukcję wałka wysiewającego przeznaczonego do dozowania trzech wymiarowo różnych grup nasion: drobnych, średnich i grubych. Przy dozowaniu i wysiewie nasion drobnych zespół z zaprojektowanym wałkiem wysiewającym można ustawić w trzech wariantach (tab. 1). W eksperymencie, stosując dwa rodzaje wymiennych przesłon, zastosowano dwie długości szczeliny wysiewającej: 7 i 10 mm (rys. 1 i tab. 1 – dwa pierwsze warianty).

Badania przeprowadzono dla samego zespołu wysiewającego pod względem jego wydajności (I sytuacja badawcza) i równomierności dozowania nasion (II sytuacja badawcza).

Tabela 1. Warianty ustawienia zaprojektowanego wałka wysiewającego przy wysiewie nasion rzepaku
Table 1. Setting variants for the designed sowing roller for rape seed sowing

Lp.	Rodzaj wariantu	Opis ustawienia elementów składowych wałka wysiewającego
1.	Wariant I	– liczba pracujących segmentów – 1 (segment środkowy), – liczba przesłon – 2 (o wysokości ścianek 10,5 mm), – długość szczeliny wysiewającej – 10 mm.
2.	Wariant II	– liczba pracujących segmentów – 1 (segment środkowy), – liczba przesłon – 2 (o wysokości ścianek 5 mm), – długość szczeliny wysiewającej – 7 mm.
3.	Wariant III	– liczba pracujących segmentów – 1 (segment środkowy), – liczba przesłon – 2 (o wysokości ścianek: jedna – 10,5, druga – 5 mm), – długość szczeliny wysiewającej – 8,5 mm.

Źródło: zestawienie własne autorów



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 1. Ustawienie wałka wysiewającego przy dozowaniu nasion rzepaku: a – ze zwiększoną (S_{d1}) – wariant I i b – zmniejszoną (S_{d2}) długością szczeliny wysiewającej – wariant II
Fig. 1. Sowing roller setting while dosing rape seeds: a – with extended (S_{d1}) – variant I and b – reduced (S_{d2}) sowing gap length – variant II

Eksperyment zrealizowano na stanowisku badawczym [Markowski i in. 2007] wyposażonym w zaprojektowany wałek wysiewający, zamontowany w typowym gnieździe skrzyni nasiennej.

Materiał doświadczalny stanowiły nasiona rzepaku ozimego odmiany „Romana", zakupione w Olsztyńskiej Hodowli Ziemniaka i Nasiennictwa OLZNAS-CN Sp. z o.o., o czystości 100%, wilgotności 10,2% i masie tysiąca nasion 4,35 g.

W badaniach dla obydwu wariantów ustawienia zespołu wysiewającego przyjęto następujące czynniki:

1. Stałe:
   - ilość wysiewu nasion – 6 $kg \cdot ha^{-1}$,
   - szerokość międzyrzędzi – 0,20 m,
   - szerokość szczeliny zasilającej w skrzyni nasiennej – 28 mm.
2. Zmienne niezależne:
   - szerokość szczeliny wysiewającej – 1,0÷3,0 mm, skokowo co 0,5 mm,
   - prędkość siewu (taśmy klejowej) – 4÷12 $km \cdot h^{-1}$, skokowo co 2 $km \cdot h^{-1}$,
   - prędkość obrotowa wałka wysiewającego – ustalona eksperymentalnie tak, aby ilość wysiewu była stała, niezależnie od prędkości siewu (taśmy klejowej).
3. Wynikowe:
   - nierównomierność dozowania nasion – δ.

W pierwszym etapie badań przeprowadzono pomiary związane z wyznaczeniem charakterystyki wydajnościowej kołeczkowego zespołu wysiewającego, na podstawie której dla każdej prędkości taśmy klejowej wyznaczono prędkości obrotowe wałka wysiewającego, przy zachowaniu przyjętej ilości wysiewu 6 $kg \cdot ha^{-1}$. W etapie drugim, związanym z wyznaczeniem nierównomierności dozowania nasion, przeprowadzono, zgodnie z normą PN-84/R-55050, badania (w trzech powtórzeniach). Rzędne położenia nasion, na dwumetrowym odcinku taśmy klejowej, określono z dokładnością do 1 mm, pozycjonując wskaźnik z milimetrową podziałką, nad środkiem geometrycznym nasiona. Przed kolejną próbą taśmę oczyszczano z nasion, a następnie pokryto ją cienką (ok. 1 mm) warstwą smaru, ponadto uzupełniano poziom nasion w skrzyni nasiennej.

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

Z analizy korelacji czynników dla obydwu wariantów eksperymentu wynika, że na wydajność zespołu wysiewającego ma wpływ tylko prędkość obrotowa wałka wysiewającego (współczynnik korelacji, dla obydwu długości szczeliny wysiewającej, pow. 0,99 – przy wartości krytycznej ok. 0,19). Drugi z czynników – szerokość szczeliny wysiewającej – na poziomie statystycznej istotności $\alpha = 0,05$, nie ma istotnego wpływu. Wydajność zespołu wysiewającego można opisać równaniami liniowymi z jedną zmienną niezależną (prędkością obrotową wałka wysiewającego). Otrzymane, z analizy regresji liniowej wielu zmiennych, równania charakteryzuje bardzo wysoki procent wyjaśnionej zmienności – powyżej 99%.

Zagadnienie wydajności zespołu wysiewającego w niniejszym artykule potraktowano w sposób marginalny, ze względu na pełną jednoznaczność tej sytuacji badawczej – nasiona drobne (rzepaku) można dozować w ilości od 2 do co najmniej 46 kg·ha^{-1}.

Na podstawie analizy korelacji liniowej czynników stwierdzono, że na nierównomierność dozowania nasion rzepaku segmentem środkowym wałka wysiewającego, na poziomie statystycznej istotności $\alpha = 0{,}05$, w obu wariantach długości szczeliny wysiewającej (10 i 7 mm), wpływa tylko szerokość szczeliny wysiewającej. Współczynniki korelacji, w obydwu wariantach, wynoszą ok. 0,41 i są prawie dwukrotnie wyższe od wartości krytycznej, wynoszącej ok. 0,23. Jednakże, otrzymane równania regresji liniowej charakteryzuje mały procent wyjaśnionej zmienności – poniżej 18%, a w związku z tym nie można ich wykorzystać do prognozowania równomierności dozowania nasion opracowanym zespołem wysiewającym.

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

1. Dla szerokości szczeliny wysiewającej S_r:
   - Hipoteza H_0 – średnie wartości nierównomierności dozowania nasion rzepaku, przy pięciu różnych szerokościach szczeliny wysiewającej, są sobie równe,
   - Hipoteza H_1 – nie wszystkie średnie wartości nierównomierności dozowania nasion rzepaku, przy pięciu różnych szerokościach szczeliny wysiewającej, są sobie równe.
2. Dla prędkości taśmy klejowej v_t:
   - Hipoteza H_0 – średnie wartości nierównomierności dozowania nasion rzepaku, przy pięciu różnych prędkościach taśmy klejowej, są sobie równe,
   - Hipoteza H_1 – nie wszystkie średnie wartości nierównomierności dozowania nasion rzepaku, przy pięciu prędkościach taśmy klejowej, są sobie równe.
3. Dla interakcji szerokości szczeliny wysiewającej S_r i prędkości taśmy klejowej v_t:
   - Hipoteza H_0 – średnie wartości nierównomierności dozowania nasion rzepaku, przy pięciu różnych szerokościach szczeliny wysiewającej i pięciu prędkościach taśmy klejowej, są sobie równe,
   - Hipoteza H_1 – nie wszystkie średnie wartości nierównomierności dozowania nasion rzepaku, przy pięciu różnych szerokościach szczeliny wysiewającej i pięciu prędkościach taśmy klejowej, są sobie równe.

Istotny wpływ na nierównomierność dozowania nasion rzepaku, ukazany w analizie korelacji liniowej, potwierdzają także wyniki analizy statystycznej przedstawionej w tabelach 2 i 3. Z tabel tych wynika, że średnie nierównomierności dozowania nasion uzyskane przy szerokości szczeliny wysiewającej 1,0 i 1,5 mm są istotnie ($\alpha = 0{,}05$) i wysoce istotnie ($\alpha = 0{,}01$) różne od uzyskanych przy szerokości szczeliny wysiewającej 2,0, 2,5 i 3,0 mm. Dotyczy to obydwu wariantów stosowanej długości szczeliny wysiewającej 7 i 10 mm.

Ponadto, przeprowadzona analiza wariancji z interakcją dwóch zmiennych niezależnych, tj. szerokości szczeliny wysiewającej i prędkości taśmy klejowej (a także prędkości wałka wysiewającego), nie wykazała ich istotnego wpływu na przeciętną wartość wskaźnika nierównomierności dozowania nasion rzepaku, zarówno dla długości szczeliny wysiewającej 7, jak i 10 mm.

Tabela 2. Analiza wariancji nierównomierności dozowania nasion rzepaku środkowym segmentem wałka wysiewającego przy długości szczeliny wysiewającej 10 mm (klasyfikacja podwójna – model stały ortogonalny)

Table 2. Variance analysis for unevenness while dosing rape seeds with central segment of sowing roller at sowing gap length 10 mm (double classification – solid orthogonal model)

Lp.	Szerokość szczeliny wysiewającej S_r [mm] Czynnik A	Liczebność	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
A1	1,0	15	0,4811	0,0793	16,49
A2	1,5	15	0,4885	0,0672	13,76
A3	2,0	15	0,5186	0,0717	13,83
A4	2,5	15	0,5584	0,0700	12,53
A5	3,0	15	0,5588	0,0743	13,30
Lp.	Prędkość taśmy klejowej v_t [km·h^{-1}] Czynnik B	Liczebność	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
B1	4	15	0,5315	0,0882	16,59
B2	6	15	0,5168	0,0802	15,52
B3	8	15	0,5220	0,0877	16,79
B4	10	15	0,5290	0,0577	10,90
B5	12	15	0,5061	0,0812	16,04

Tablica analizy wariancji

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Suma kwadratów	Średni kwadrat
Czynnik A	4	0,0823	0,0206
Czynnik B	4	0,0062	0,0016
Interakcja kombinacji czynników A×B	16	0,0713	0,0045
Błąd	50	0,2918	0,0058

Wartość statystyki F_A dla czynnika A 3,5248
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_A 0,0131
Hipotezę zerową należy odrzucić na korzyść hipotezy alternatywnej

Test Duncana

		A1	A2	A3	A4	A5
A5	0,5588	5	5	0	0	0
A4	0,5584	5	5	0	0	
A3	0,5186	0	0	0		
A2	0,4885	0	0			
A1	0,4811	0				

Wartość statystyki F_B dla czynnika B 0,2678
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_B 0,8973
Nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej
Wartość statystyki F_{AB} dla kombinacji czynników A×B 0,7635
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_{AB} 0,9972
Nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej

Źródło: obliczenia własne autorów

Tabela 3. Analiza wariancji nierównomierności dozowania nasion rzepaku środkowym segmentem wałka wysiewającego przy długości szczeliny wysiewającej 7 mm (klasyfikacja podwójna – model stały ortogonalny)

Table 3. Variance analysis for unevenness while dosing rape seeds with central segment of sowing roller at sowing gap length 7 mm (double classification – solid orthogonal model)

Lp.	Szerokość szczeliny wysiewającej S_r [mm] Czynnik A	Liczebność	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
A1	1,0	15	0,4755	0,0502	10,57
A2	1,5	15	0,4943	0,0809	16,37
A3	2,0	15	0,5223	0,0762	14,59
A4	2,5	15	0,5387	0,0671	12,45
A5	3,0	15	0,5596	0,0686	12,27
Lp.	Prędkość taśmy klejowej v_t [km·h^{-1}] Czynnik B	Liczebność	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
B1	4	15	0,5178	0,0639	12,33
B2	6	15	0,5062	0,0752	14,85
B3	8	15	0,5392	0,0717	13,30
B4	10	15	0,5295	0,1023	19,31
B5	12	15	0,4976	0,0490	9,84

Tablica analizy wariancji

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Suma kwadratów	Średni kwadrat
Czynnik A	4	0,0681	0,0170
Czynnik B	4	0,0171	0,0043
Interakcja kombinacji czynników A×B	16	0,0273	0,0017
Błąd	50	0,2928	0,0059

Wartość statystyki F_A dla czynnika A 2,9079
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_A 0,0304
Hipotezę zerową należy odrzucić na korzyść hipotezy alternatywnej

Test Duncana

		A1	A2	A3	A4	A5
A5	0,5596	1	5	0	0	0
A4	0,5387	5	0	0	0	
A3	0,5223	0	0	0		
A2	0,4943	0	0			
A1	0,4755	0				

Wartość statystyki F_B dla czynnika B 0,7289
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości F_B 0,5765
Nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej
Wartość statystyki F_{AB} dla kombinacji czynników A×B 0,2913
Prawdopodobieństwo przekroczenia wartości FA_B 0,9954
Nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej

Źródło: obliczenia własne autorów

Wnioski

1. Opracowany nowy, trzysegmentowy wałek wysiewający, przeznaczony do dozowania i wysiewu trzech, różnych wymiarowo grup nasion: drobnych, średnich i grubych, uzyskał w eksperymencie laboratoryjnym, przy wysiewie nasion rzepaku, pozytywną ocenę, tak w zakresie osiąganej wydajności (od ok. 2 do ok. 46 $kg \cdot ha^{-1}$), jak i równomierności dozowania nasion (od ok. 0,47 do ok. 0,55), zbliżonych do osiąganych w najnowszych zespołach wysiewających [Rawa, Markowski 2006].
2. Z przyjętych zmiennych niezależnych, na nierównomierność dozowania nasion rzepaku opracowanym zespołem wysiewającym, przy wynikającej z wymagań agrotechnicznych stałej ilości wysiewu nasion – 6 $kg \cdot ha^{-1}$ i stałym rozstawie rzędów – 0,20 m, przy dwóch długościach szczeliny wysiewającej 7 i 10 mm, istotny wpływ ($\alpha = 0,05$) ma szerokość szczeliny wysiewającej. Trzeba dodać, że przy stosowanych w praktyce, znacznie mniejszych zakresach zmienności, czynnik ten nie miałby istotnego wpływu.

Bibliografia

Grudnik P. 2006. Równo w rzędzie. [online]. [dostęp 10.12.2008]. Dostępny w Internecie: http://www.farmer.pl/_/archiwum/2006/Rowno_w_rzedzie/?id=375

Heege H.J. 1993. Seeding methods performance for cereals, rape, and beans. American Society of Agricultural Engneers. Vol. 36. s. 653-661.

Kogut Z. 2005. Regulacja siewników uniwersalnych. [online]. [dostęp 20.04.2006]. Dostępny w Internecie: http://raport.noip.org/index.php?option=com_contetnt&task=view&id=612&Itemid=43

Lipiński A. 2001. Badania podłużnej nierównomierności wysiewu nasion zbóż na wyjściu z przewodu nasiennego o eliptycznym zakończeniu. Materiały XI Międzynarodowej Konferencji Naukowej nt.: „Problemy inżynierii rolniczej na progu III tysiąclecia", s. 367-370.

Markowski P., Rawa T., Warych G. 2007. Próba określenia wpływu przewodu nasiennego i redlicy siewnika na równomierność wysiewu nasion pszenicy. Inżynieria Rolnicza 7(95). s. 137-143.

Rawa T., Markowski P. 2006. Kształtowanie wskaźnika nierównomierności wysiewu nasion rzepaku w zależności od wybranych czynników i procedur obliczeniowych. Inżynieria Rolnicza 12(87). s. 435-442.

PN-84/R-55050. 1985. Metody badań siewników polowych rzędowych i rzutowych. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości. Wyd. Normalizacji ALFA.

PIN SOWING UNIT. PART II. THE IMPACT OF SELECTED PARAMETERS ON RAPE SEED DOSING EFFICIENCY AND EVENNESS

Abstract. The impact of the following parameters has been examined: width and length of sowing gap in sowing unit and sowing rate on the efficiency and evenness of rape seed dosing with a new pin sowing unit, designed for sowing three seed groups that differ in size: fine, medium and coarse. It has been proven that newly designed sowing unit may be successfully used in all-purpose seed drills for fine seed dosing and sowing.

Key words: pin sowing unit, rape seeds, unevenness

Adres do korespondencji:
Tadeusz Rawa; e-mail: tadeusz.rawa@uwm.edu.pl
Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. M. Oczapowskiego 11
10-757 Olsztyn