

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

## KSZTAŁTOWANIE WSKAŹNIKA NIERÓWNOMIERNOŚCI WYSIEWU NASION RZEPAKU W ZALEŻNOŚCI OD WYBRANYCH CZYNNIKÓW I PROCEDUR OBLICZENIOWYCH

### Streszczenie

Badano przy stałej dawce wysiewu nasion 6 kg/ha wpływ czterech czynników: szerokości szczeliny roboczej zespołu wysiewającego, liczby nasion wysianych na odcinku pomiarowym, prędkości siewu i szerokości międzyrzędzi na kształtowanie się nierównomierności dozowania nasion rzepaku wyliczonej wg dwóch formuł matematycznych. Wykazano, że szerokość międzyrzędzi w istotny sposób wpływa na wartość wskaźnika nierównomierności dozowania nasion obliczonego wg formuły matematycznej zawartej w PN-84/R-55050, a nie ma wpływu na wartość wskaźnika obliczonego wg formuły matematycznej zawartej w literaturze [Kanafojski 1977].

**Słowa kluczowe:** kołeczkowy zespół wysiewający, nasiona, rzepak, nierównomierność dozowania

### Wstęp i cel pracy

Poprawność funkcjonowania siewników rzędowych ocenia się m.in. za pomocą wskaźników nierównomierności siewu. Ich różnorodność, jak również różny sposób obliczania stwarza pewne trudności, a niekiedy nawet uniemożliwia porównanie publikowanych wyników badań. Trudno też jest jednoznacznie wskazać, która z kilku formuł matematycznych do obliczania nierównomierności jest mniej wrażliwa na zastosowaną metodykę badań, czy też na liczbę lub sposób rozmieszczenia nasion na odcinku pomiarowym [Kogut 1998; Lipiński 2004; Lipiński 2005].

W związku z powyższym celem pracy jest ocena wpływu: szerokości szczeliny roboczej zespołu wysiewającego, szerokości międzyrzędzi i prędkości siewu na

wyliczoną dwiema formułami matematycznymi wartość wskaźnika nierównomierności dozowania nasion rzepaku w sytuacji stałej dawki wysiewu 6 kg/ha.

### **Obiekt i metodyka badań**

Eksperyment przeprowadzono na stanowisku laboratoryjnym, w skład którego wchodzi: pojedynczy kołeczkowy zespół wysiewający – „Vario plus” firmy Hasia, skrzynia nasienna, zespół taśmy klejowej bez końca z odcinkiem pomiarowym do określania równomierności wysiewu nasion o długości dwóch metrów i układ napędowy jednego i drugiego zespołu. Zespół wysiewający napędzany od silnika elektrycznego przez zespół przekładni pasowo-klinowych. Do zmiany prędkości obrotowej wałeczka wysiewającego wykorzystano przemiennik częstotliwości firmy Siemens „Micromaster 420”, zaś do napędu taśmy klejowej silnik elektryczny sterowany za pomocą przemiennika częstotliwości „Inverton GMI S13”. W zespole wysiewającym zachowano wszystkie regulacje występujące w typowym siewniku uniwersalnym.

Materiał doświadczalny stanowiły nasiona rzepaku odmiany Romana o wilgotności ok. 9%, masie 1000 nasion 4,33 g i czystości materiału siewnego 100%.

W badaniach przyjęto następujące czynniki:

Czynniki stałe:

- dawka wysiewu nasion – 6 kg/ha,
- wysokość szczeliny zasilającej w skrzyni nasiennej – 28 mm.

Czynniki zmienne:

- szerokość szczeliny roboczej – 1,5–3,5 mm, skokowo co 0,5 mm,
- szerokość międzyrzędzi – 10–30 cm, skokowo co 5 cm,
- prędkość taśmy klejowej – 4–12 km/h, skokowo co 2 km/h,
- prędkość obrotowa wałeczka wysiewającego – ustalona eksperymentalnie, tak aby dawka wysiewu w każdej kombinacji czynników była stała.

Czynnik wynikowy:

- nierównomierność dozowania nasion –  $\delta_p$  wyliczona wg procedury pomiarowej i formuły matematycznej zawartej w PN-84/R-55050,
- nierównomierność dozowania nasion –  $\delta_K$  wyliczona wg procedury pomiarowej i formuły matematycznej podanej w literaturze [Kanafojski 1977].

Badania przeprowadzono w dwóch etapach. W pierwszym wykonano pomiary związane z wyznaczeniem charakterystyki wydajnościowej badanego zespołu wysiewającego, a następnie dla założonych parametrów roboczych (szerokości szczeliny roboczej, prędkości taśmy klejowej i szerokości międzyrzędzi), wyznaczono prędkości obrotowe wałeczka wysiewającego, zapewniające stałą jednostkową obsadę nasion na polu, wynikającą z przyjętej (6 kg/ha) dawki wysiewu nasion. W etapie drugim przeprowadzono w jednym powtórzeniu pomiary związane z wyznaczeniem wartości wskaźnika nierównomierności dozowania nasion, zgodnie z metodyką badań zawartą w PN-84/R-55050. Nasiona po opuszczeniu przestrzeni roboczej zespołu wysiewającego, zamontowanego centralnie nad taśmą klejową w odległości 20 mm (odległość mierzona między powierzchnią taśmy a dolną krawędzią ścianek gniazda zespołu wysiewającego) upadały w wyniku swobodnego spadku z wysokości 100 mm (odległość mierzona między powierzchnią taśmy a górną krawędzią denka) na klejową powierzchnię taśmy pomiarowej. Odczytu współrzędnych położenia nasion na taśmie pomiarowej przeprowadzono z dokładnością do 1 mm.

Wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej, w której uwzględniono analizę korelacji czynników, analizę wariancji w klasyfikacji pojedynczej oraz analizę regresji wielu zmiennych z krokową procedurą eliminacji zmiennych nieistotnych z wielomianu do stopnia drugiego.

### **Wyniki badań**

Z analizy korelacji dla wszystkich czterech zmiennych niezależnych i dwóch zmiennych zależnych (tab. 1) przy 125 obserwacjach wynika, że na wartość wskaźnika nierównomierności dozowania nasion rzepaku na poziomie statystycznej istotności  $\alpha = 0,05$  obliczonej zgodnie z PN-84/R-55050 ma wpływ szerokość międzyrzędzi i średnia liczba nasion wysiana na 2 m odcinku pomiarowym. Współczynniki korelacji wynoszą odpowiednio ok.  $-0,73$  i  $-0,74$  i są istotnie wyższe od wartości krytycznej wynoszącej ok.  $0,18$ . W drugim przypadku na wartość wskaźnika wyliczonego wg procedury pomiarowej i formuły matematycznej zawartej w literaturze [Kanafojski 1977] ma wpływ tylko prędkość przesuwu taśmy klejowej ze współczynnikiem korelacji ok.  $-0,19$ , niewiele wyższym od wartości krytycznej ok.  $0,18$ .

Tabela 1. Analiza prostoliniowej korelacji czynników  
 Table 1. An analysis of simple correlation of parameters

		Zmienne niezależne				Zmienne zależne	
		szerokość szczeliny zasilającej	prędkość taśmy klejowej	szerokość międzyrzędzi	liczba nasion	$\delta_P$	$\delta_K$
Zmienne niezależne	szerokość szczeliny zasilającej	1,000	0,000	0,000	0,011	0,034	0,064
	prędkość taśmy klejowej	0,000	1,000	-0,000	0,014	-0,142	-0,194
	szerokość międzyrzędzi	0,000	-0,000	1,000	0,941	-0,731	-0,088
	liczba nasion	0,011	0,014	0,941	1,000	-0,739	-0,068
Zmienne zależne	$\delta_P$	0,034	-0,142	-0,739	-0,739	1,000	–
	$\delta_K$	0,064	-0,194	-0,088	-0,068	–	1,000

Wartość krytyczna współczynnika korelacji 0,176

Przyjęty poziom istotności  $\alpha = 0,05$

Średnia liczba nasion na 2 m odcinku pomiarowym przy stałej dawce wysiewu nasion rzepaku 6 kg/ha, w zależności od przyjętych szerokości międzyrzędzi zawierała się w zakresie od ok. 30 do ok. 85 nasion. Wraz ze zmniejszaniem szerokości międzyrzędzi rośnie współczynnik zmienności średniej liczby nasion na odcinku pomiarowym. Jednocześnie jak widać z tabeli 2 przy zastosowaniu formuły matematycznej wg PN-84/R-55050 wzrastają także średnie wartości wskaźnika nierównomierności wysiewu nasion i ich współczynniki zmienności. Z kolei przy zastosowaniu drugiej formuły matematycznej średnie wartości wskaźnika nierównomierności wysiewu nasion układają się na stałym poziomie (niezależnie od szerokości międzyrzędzi) zmieniają się natomiast ich współczynniki zmienności (tab. 3).

Tabela 2. Analiza współzależności nierównomierności dozowania nasion obliczonej wg formuły matematycznej zawartej w PN-84/R-55050 i szerokości międzyrzędzi

Table 2. An analysis of correlation between index of non-uniformity of seeds dosage calculated according to Polish Standard PN-84/R-55050 and width of interrows

Weryfikowane hipotezy:					
Hipoteza $H_0$ : Średnia wartość wskaźnika nierównomierności dozowania nasion nie zależy od szerokości międzyrzędzi.					
Hipoteza $H_1$ : Średnia wartość wskaźnika nierównomierności dozowania nasion zależy od szerokości międzyrzędzi.					
Lp.	Szerokość międzyrzędzi [cm]	Liczebność pomiarów	Średnia wartość wskaźnika nierównomierności wysiewu nasion	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
1.	10	25	0,839	0,151	17,96
2.	15	25	0,698	0,151	21,62
3.	20	25	0,552	0,093	16,92
4.	25	25	0,517	0,078	15,18
5.	30	25	0,477	0,076	15,99
Obliczona wartość statystyki F			F = 42,2718		
Prawdopodobieństwo przekroczenia statystyki F			p(F) = 0,0000		
Ponieważ $p(F) < \alpha$ – Hipotezę $H_0$ odrzucamy na korzyść hipotezy alternatywnej $H_1$					
Wyniki istotności różnic wg testu Duncana:					
1>2,3,4,5**		2>3,4,5**		3,4>5*	
Obliczenia przeprowadzono przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ ,					
** – różnice statystycznie istotne przy poziomie istotności $\alpha = 0,01$ ,					
* – różnice statystycznie istotne przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ .					

Trzeba stwierdzić, że szczególnie duża nierównomierność dozowania nasion, znacznie powyżej wartości określonej w PN-87/R-36540 wyraźnie się pogarsza przy najmniejszych szerokościach międzyrzędzi. Wskazuje to, że obecna konstrukcja wałeczka wysiewającego nie jest przystosowana do siewu wąskorzędowego.

Tabela 3. Analiza współzależności nierównomierności dozowania nasion obliczonej wg formuły matematycznej zawartej w literaturze [Kanafojski 1977] i szerokości międzyrzędzi

Table 3. An analysis of correlation between index of non-uniformity of seeds dosage calculated according to formula proposed by Kanafojski [1977] and width of interrows

Weryfikowane hipotezy:					
Hipoteza $H_0$ : Średnia wartość wskaźnika nierównomierności dozowania nasion nie zależy od szerokości międzyrzędzi.					
Hipoteza $H_1$ : Średnia wartość wskaźnika nierównomierności dozowania nasion zależy od szerokości międzyrzędzi.					
Lp.	Szerokość międzyrzędzi [cm]	Liczebność pomiarów	Średnia wartość wskaźnika nierównomierności wysiewu nasion	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
1.	10	25	1,237	0,195	15,77
2.	15	25	1,142	0,169	14,83
3.	20	25	1,152	0,123	10,72
4.	25	25	1,176	0,123	10,50
5.	30	25	1,173	0,124	10,60
Obliczona wartość statystyki F				F = 1,5240	
Prawdopodobieństwo przekroczenia statystyki F				p(F) = 0,1982	
Ponieważ $p(F) > \alpha$ – Nie ma podstaw do odrzucenia Hipotezy $H_0$					
Wyniki istotności różnic wg testu Duncana – brak statystycznie istotnych różnic					
Obliczenia przeprowadzono przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ ,					

Z przeprowadzonej analizy regresji wielu zmiennych z krokową procedurą eliminacji zmiennych nieistotnych uzyskano równanie stopnia drugiego (tab. 4), w którym oprócz silnie skorelowanej z nierównomiernością dozowania nasion (obliczoną zgodnie z formułą zawartą w PN-84/R-55050) szerokości międzyrzędzi występuje zmienna słabo, ale istotnie z nią skorelowana – prędkość taśmy klejowej.

Tabela 4. Wyniki obliczeń statystycznych nierównomierności  $\delta_p$  dozowania nasion rzepaku wyznaczonej wg formuły matematycznej zawartej w PN-84/R-55050  
 Table 4. Statistical results of calculations of non-uniformity of rape seeds dosage ( $\delta_p$ ) appointed according to Polish Standard PN-84/R-55050

Lp.	Czynnik	Średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]
1	Szerokość szczeliny wysiewającej $s$ [mm]	2,50	0,71	28,40
2	Prędkość taśmy klejowej $v$ [km/h]	8,00	2,84	35,50
3	Szerokość międzyrzędzi $m$ [cm]	20,00	7,10	35,50
4	Wskaźnik $\delta_p$ nierównomierności dozowania nasion [-]	0,617	0,176	28,49
Przyjęty poziom istotności			$\alpha = 0,0500$	
Wartość krytyczna współczynnika korelacji			0,1757	
Prawdopodobieństwo przekroczenia statystyki F			$p(F) = 0,0000$	
Współczynnik korelacji wielokrotnej			0,6155	
Odchylenie standardowe reszt			0,1104	
Równanie regresji				
$\delta = -0,0306 \cdot v - 0,0625 \cdot m + 0,0009 \cdot m^2 + 0,0011 \cdot v \cdot m + 1,5354$				

## Wnioski

1. Spośród czterech czynników – szerokość szczeliny zasilającej, prędkość siewu (prędkość taśmy klejowej), szerokość międzyrzędzi, liczba nasion wysianych na odcinku pomiarowym – istotnie skorelowane ze wskaźnikiem nierównomierności dozowania nasion obliczonym zgodnie z procedurą pomiarową i formułą matematyczną zawartą w PN-84/R-55050 jest szerokość międzyrzędzi i liczba nasion na odcinku pomiarowym, a dla wskaźnika obliczonego zgodnie z procedurą pomiarową i formułą matematyczną przedstawioną w literaturze [Kanafojski 1977] istotnie skorelowana jest tylko prędkość siewu.
2. Analiza statystyczna wykazała, że liczba nasion na odcinku pomiarowym w istotny sposób wpływa na wartość wskaźnika nierównomierności dozowania nasion obliczonego zgodnie z PN-84/R-55050, nie ma natomiast wpływu na wartość wskaźnika obliczonego wg procedury pomiarowej i formuły matematycznej zaczerpniętej z literatury [Kanafojski 1977].
3. Nierównomierność dozowania nasion rzepaku obliczoną zgodnie z procedurą pomiarową i formułą matematyczną zawartą w PN-84/R-55050 można opisać wielomianem stopnia drugiego, w którym jako zmienne niezależne występują: szerokość międzyrzędzi i prędkość siewu.

## **Bibliografia**

Kanafojski Cz. 1977. Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. T I. Część III, PWRiL. Warszawa.

Kogut Z. 1998. Wskaźniki jakości wysiewu w ocenie pracy siewników rzędowych. Inżynieria Rolnicza. 3(21), s. 29-41.

Lipiński A. 2004. Ocena równomierności podłużnej rzędowego siewu nasion pszenicy. Inżynieria Rolnicza. 4(59), s. 61-67.

Lipiński A. 2005. Wpływ dawki nasion i prędkości siewnika na równomierność rzędowego siewu nasion pszenicy. Inżynieria Rolnicza. 1(61), s. 93-99.

Polska Norma PN-84/R-55050. 1985. Metody badań siewników polowych rzędowych i rzutowych. PKNMiJ, Wyd. Normalizacyjne Alfa, Warszawa.

Polska Norma PN-87/R-36540. 1987. Siewniki zbożowe. Ogólne wymagania i badania. PKNMiJ, Wyd. Normalizacyjne Alfa, Warszawa.

## **CHANGES OF NON-UNIFORMITY OF RAPE SEEDS SOWING INDEX AS A RESULT OF SOME PARAMETERS AND CALCULATING PROCEDURES**

### **Summary**

The effect of four parameters: width of working crevice of sowing unit, number of seeds sowed on measuring section, speed of sowing as well as width of interrows on non-uniformity of rape seeds dosage was tested. Non-uniformity of rape seeds dosage was estimated on the basis of two mathematical formulas. It was stated that width of interrows significantly affected the non-uniformity of rape seeds dosage index, calculated according to Polish Standard PN-84/R-55050. It was simultaneously stated this index, calculated based on formula proposed by Kanafojski [1977], was not correlated with the width of interrows.

**Key words:** pin sowing unit, seeds, rapeseed, index of non-uniformity of dosage