

METODY OCENY JAKOŚCI PRACY ZESPOŁÓW WYSIEWAJĄCYCH SIEWNIKÓW PUNKTOWYCH

Streszczenie

Jakość pracy zespołów wysiewających jest głównym kryterium oceny siewników punktowych, którą wykonuje się przy wykorzystaniu wskaźników określonych na podstawie badań laboratoryjnych lub polowych. Badania takie prowadzone są na całym świecie, jednak nie zawsze według takich samych procedur. W artykule przedstawiono wybrane sposoby obliczania wskaźników jakości pracy zespołów wysiewających według różnych standardów, które mają lub miały status norm.

Słowa kluczowe: siewniki punktowe, badania, jakość pracy, wskaźniki oceny

Wstęp

Prawidłowe przeprowadzenie siewu nasion jest jednym z głównych czynników wzrostu i rozwoju roślin, który może decydować o wysokości i jakości uzyskiwanych plonów. Wiele roślin uprawowych wymaga precyzyjnego siewu nasion, który jest podyktowany względami agrotechnicznym i ekonomicznymi [10, 14, 15, 16]. Pierwsze z nich odnoszą się przede wszystkim do zapewnienia roślinom jak najbardziej korzystnych warunków rozwoju, a w przypadku roślin okopowych również zbioru plonu. Ważnym aspektem jest także zmniejszenie liczby wysiewanych nasion, których zakup wymaga niekiedy dużych nakładów finansowych. Eliminacja błędów popełnianych przez wielu plantatorów buraków podczas siewu, pozwala uzyskać zadowalającą jakość i wielkość plonu zapewniającą opłacalność uprawy w trudnym okresie przemian na europejskim rynku cukrowym.

Ocenę jakości pracy siewników precyzyjnych przeprowadza się zwykle na podstawie badań zespołów wysiewających oraz głębokości umieszczania nasion w glebie [4]. Wyniki otrzymane z badań tych zespołów wysiewających są poddawane obliczeniom według określonych metod, na podstawie których uzyskuje się wskaźniki niezbędne do porównywania jakości pracy różnych maszyn lub tych samych, ale w zmienionych warunkach eksploatacyjnych lub laboratoryjnych [1, 12, 19, 20, 22].

Różnice w sposobie obliczania wskaźników jakości pracy zespołów wysiewających siewników precyzyjnych nie pozwalają na właściwe ich porównywanie. Jest to wynikiem odmiennego przyjęcia podstawy do obliczeń, a tym samym

zróżnicowanego zakwalifikowania nasion lub odległości między nimi do odpowiednich kategorii [5, 17, 18, 23].

Wskaźniki oceny jakości pracy zespołów wysiewających

Badania maszyn do siewu nasion sprowadzają się przede wszystkim do oceny jakości pracy zespołów wysiewających. W badaniach laboratoryjno-polowych ocenia się również głębokość umieszczania nasion w glebie, stopień przykrycia glebą oraz poziom ich uszkodzenia przez zespoły wysiewające [4, 7, 9].

Ocenę jakości pracy zespołów wysiewających siewników precyzyjnych przeprowadza się zwykle na podstawie normy ISO 7256-1: 1984 [3]. Dokument ten zawiera procedury dotyczące warunków prowadzenia badań oraz obliczania wskaźników oceny jakości pracy zespołów wysiewających. Jako bazę odniesienia, do obliczania wskaźników przyjmuje się dwie wielkości - teoretyczną odległość między nasionami X_T oraz liczbę odległości między nasionami zakwalifikowaną do odpowiedniego zakresu. Wymieniona odległość X_T jest wielkością zależną tylko od parametrów konstrukcyjnych siewnika; zakłada się również brak jakichkolwiek nieprawidłowości w pracy zespołu wysiewającego (przepusty, wielokrotnione wysiewy, inne odstępstwa od teoretycznej odległości). Według tej normy prowadzono badania między innymi przez Schrödl [18], Schrödl i Moscha [19, 20] oraz Kowalczyka i Węgrzynę [6].

Na podstawie teoretycznej odległości między nasionami X_T i liczby odległości między nasionami zakwalifikowanymi do odpowiedniego zakresu oblicza się wskaźniki według zależności zamieszczonych w tab. 1.

Tab. 1. Sposób obliczania wskaźników jakości pracy (%) zespołów wysiewających siewników punktowych wg ISO 7256-1: 1984 [3]
Table 1. The method of calculating work quality indexes (%) of seed metering units of precision seeders according to ISO 7256-1: 1984 [3]

Nazwa wskaźnika/Symbol	Zakres odległości między nasionami	Wzór ⁽¹⁾
Pojedynczo wysianych nasion/ W_j	$(0,5 X_T; 1,5 X_T)$	$100N_i/N$
Zwielokrotnionych wysiewów/ W_z	$(0; 0,5 X_T)$	$100N_i/N$
Przepustów pojedynczych/ P_j	$(1,5 X_T; 2,5 X_T)$	$100N_i/N$
Przepustów podwójnych/ P_p	$(2,5 X_T; 3,5 X_T)$	$100N_i/N$
Przepustów więcej niż dwukrotnych/ P_T	$< 3,5 X_T$	$100N_i/N$
Przepustów ogólny/ P_c	$< 1,5 X_T$	$100(N_3+N_4+N_5)/N$
Precyzyjności wysiewu/ C	$(0,5 X_T; 1,5 X_T)$	$100S/X_T$

N_i - liczba odległości między nasionami w i-tym zakresie, N - ogólna liczba odległości między nasionami,

S - odchylenie standardowe odległości między nasionami z zakresu (2)

W niektórych opracowaniach krajowych i zagranicznych przyjmuje się natomiast jako bazę odniesienia średnią odległość między nasionami obliczoną z wyników pomiarów [7, 8, 17, 23]. Na podstawie tej wielkości dzieli się liczbę wysianych nasion na odpowiednie kategorie w zależności od odległości między nimi. Obliczanie wskaźników oceny jakości pracy zespołów wysiewających na podstawie liczby nasion zakwalifikowanych do odpowiedniej kategorii jest utrudnione z metodycznego punktu widzenia. Wynika to ze względu na niejednoznaczność zakwalifikowania nasion do odpowiedniej kategorii. Przykładem może być niżej podany wysiew czterech nasion wybranych z próby i oznaczonych przez Y (rys. 1). Założono również, że odległość pomiędzy nasionami 1Y i 2Y oraz 3Y i 4Y jest równa: średniej odległości nasion z próby i teoretycznej odległości X_T . A zatem trzy nasiona (1Y, 2Y i 4Y) należałyby zaliczyć do wysianych pojedynczo i jedno nasiono (3Y) do tzw. przepustów. Obliczony wskaźnik pojedynczo wysianych nasion wynosi 75%, a wskaźnik przepustów 25%. Suma tych dwóch wartości daje 100%.

1Y — 2Y — 3Y — 4Y

Źródło: opracowanie własne
Source: own elaboration

Rys. 1. Przykład wysiewu czterech nasion Y wybranych z próby
Fig. 1. Example of sowing four Y seeds selected from the sample

Jeśli jako bazę odniesienia przyjmie się teoretyczną odległość między nasionami (X_T) to wskaźnik pojedynczo wysianych nasion będzie miał wartość 66,67%, a wskaźnik przepustów 33,33%. Różnice w ocenie wysiewu nasion są zatem znaczne. Dla dużej próby i podanych założeń obliczane wielkości mogą być zbliżone.

W niektórych opracowaniach podaje się dodatkowo trzy inne wskaźniki [2, 11, 21]:

- średnią odległość pomiędzy nasionami,
- iloraz średniej odległości między nasionami i teoretycznej odległości między nasionami,
- wskaźnik precyzyjności wysiewu oznaczany symbolem CP3 (coefficient of precision).

Ostatni z wymienionych wskaźników CP3 informuje o udziale odległości między nasionami, które zawierają się w przedziale $X_T \pm$ dopuszczalna odchyłka (t) w ogólnej liczbie odległości między nasionami. Wartość odchyłki t jest dla wysiewu nasion buraka cukrowego przyjmowana niekiedy jako 3 cm [13], a dla nasion kukurydzy tylko 1,5 cm [21].

W normie PN-91/R-55027, dotyczącej metod badań siewników punktowych, zamieszczono sposób określania jakości wysiewu nasion buraka cukrowego i kukurydzy [9]. Jako bazę odniesienia przyjęto nominalną odległość siewu nasion w rzędzie (a_0), która dla buraka cukrowego zawiera się w zakresie od

6 do 18 cm, a dla kukurydzy w zakresie od 12 do 32 cm. Podstawą częściowego podziału rzeczywistych odległości między nasionami w rzędzie jest suma nominalnej odległości i stałej odchyłki, która ma wartość 3 cm dla nasion buraków cukrowych i 4 cm dla kukurydzy. Za wysiewy pojedyncze przyjmuje się te, dla których odległości w rzędzie znajdują się w przedziale obustronnie otwartym: ($a_0 - 3$ cm; $a_0 + 3$ cm) dla buraków cukrowych i ($a_0 - 4$ cm; $a_0 + 4$ cm) dla kukurydzy. Za wysiewy podwójne nasion uznaje się te, między którymi odległości mają spełnić nierówność w postaci: $a_0 \leq 3$ cm dla buraków cukrowych i $a_0 \leq 4$ cm dla kukurydzy. Zapis ten jest niepoprawny ze względu na występowanie w nim symbolu a_0 , który przyjmuje wartości wynikające z parametrów konstrukcyjnych zespołu wysiewającego i nastaw maszyny. Poprawna postać wymienionej nierówności powinna zawierać symbol rzeczywistej odległości nasion w rzędzie (oznaczony np. a_i). Natomiast jako przepusty należy przyjąć, według wymienionej normy, odległości pomiędzy nasionami w rzędzie, które spełniają równość postaci: $2a_0 + 3$ cm dla buraków cukrowych i $2a_0 + 4$ cm dla kukurydzy. Przedstawione zależności są niepoprawne z co najmniej dwóch powodów. Pierwszy z nich odnosi się do zapisu w postaci równania; może się tak zdarzyć, że żadna wartość wielkości a_i nie spełni tego warunku. Drugi powód to zakres wartości zmiennej (odległości nasion w rzędzie). Jeśli nawet dokonaliby się zmiany zapisu zależności z równań na nierówności następującej postaci: $a_i \geq 2a_0 + 3$ cm (dla buraków cukrowych) i $a_i \geq 2a_0 + 4$ cm (dla kukurydzy) to i tak pojawi się nieprecyzyjność w definiowaniu pojęcia przepusty. Obliczony wtedy wskaźnik przepustów nie uwzględniałby odległości między nasionami w rzędzie zawartymi w przedziale:

- $a_0 + 3$ cm $\geq a_i < 2a_0 + 3$ cm (dla buraków cukrowych),
- $a_0 + 4$ cm $\geq a_i < 2a_0 + 4$ cm (dla kukurydzy).

Warto również dodać, że na bazie tak obliczonych wskaźników, dokonuje się oceny prawidłowości siewu punktowego buraków cukrowych i kukurydzy. Przyjmuje się przy tym, że siew jest prawidłowo wykonany, jeśli wskaźnik pojedynczo wysianych nasion ma wartość przynajmniej 80% (z odchyłką ± 3 cm dla buraków cukrowych i ± 4 cm dla kukurydzy), a wskaźnik podwójnych wysiewów i przepustów nie przekracza 10% [7]. Spełnienie tych wymagań wydaje się sensowne wtedy, gdy wskaźnik pojedynczo wysianych nasion ma wartość nie mniejszą niż 90%.

Na podstawie wyników badań Siemens i Gaylera [22], które dotyczyły siewu nasion sałaty rzymskiej (*Latuca sativa* L.) siewnikiem precyzyjnym Stanhay 870, obliczono wskaźniki oceny jakości pracy zespołu wysiewającego. Większość obliczeń przeprowadzono według procedur zawartych w nor-

Tab. 2. Wskaźniki jakości pracy zespołu wysiewającego siewnika Stanhay 870
Table 2. The work quality indexes of Stanhay 870 precision seeder

Wyszczególnienie	Prędkość robocza siewnika, km·h ⁻¹			
	1,6		4	
	A ⁽¹⁾	B ⁽²⁾	A	B
Teoretyczna odległość między nasionami X_T , cm	5,1	5,1	5,1	5,1
Średnia odległość między nasionami X_s , cm	5,47	5,47	5,65	5,65
X_s/X_T	1,07	1,07	1,11	1,11
Wskaźnik pojedynczo wysianych nasion W_p , %	97,5	97,5	81,67	83,33
Wskaźnik zwielokrotnionych wysiewów W_z , %	0	0	4,16	10
Wskaźnik przepustów ogólny P_c , %	2,5	2,5	14,17	6,67
Wskaźnik precyzyjności wysiewu C, %	13,90	-	25,45	-
Odchylenie standardowe z próby SD, cm	1,01		2,14	
Współczynnik zmienności dla próby CV, %	18,46		37,88	

⁽¹⁾ według ISO 7256-1: 1984, ⁽²⁾ według procedur ISO 7256-1: 1984, ale przyjęcie jako bazy odniesienia średniej odległości między nasionami

Źródło: opracowanie własne / Source: own elaboration

mie ISO 7256-1: 1984 oraz dodatkowo na przyjęciu jako bazy odniesienia średniej odległości między nasionami. Na podstawie wyników obliczeń zamieszczonych w tab. 2 można stwierdzić, że wraz ze zwiększaniem prędkości roboczej siewnika pogarsza się jakość wysiewu nasion. Wskaźnik wysiewów pojedynczych dla mniejszej prędkości roboczej ($1,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) wyniósł 97,5% liczony według obydwu norm. Zwiększenie prędkości roboczej siewnika do $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ wpłynęło na pogorszenie się jakości pracy zespołu wysiewającego. Wskaźnik wysiewów pojedynczych, obliczony według normy ISO, ma wartość 81,67%, a według polskiej normy ma wartość nieznacznie większą (83,33%). Szczególnie istotne są wskaźniki precyzyjności wysiewu P_c , których wartości w znacznym stopniu zależą od prędkości roboczej siewnika (13,90% dla prędkości roboczej $1,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ i 25,45% dla prędkości $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Z analizy współczynników zmienności CV wynika również, że jakość siewu siewnikiem przy prędkości roboczej $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ jest ponad dwukrotnie gorsza w porównaniu z siewem przy mniejszej prędkości. Odchylenie standardowe z odległości między nasionami wysiewanymi siewnikiem pracującym z prędkością roboczą $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ wynosi wnosi 2,14 cm i jest prawie 2,12 razy większe w porównaniu z odchyleniem standardowym obliczonym na podstawie wyników otrzymanych przy mniejszej prędkości roboczej.

Podsumowanie

Wskaźniki jakości pracy zespołów wysiewających stanowią główne kryterium oceny siewników punktowych. Przeprowadzone rozważania nad sposobami ich określania według różnych dokumentów normatywnych mogą prowadzić do zupełnie odmiennych ocen. Zasadnicza rozbieżność pomiędzy zaleceniami zawartymi w tych dokumentach jest wynikiem odmiennego przyjęcia podstawy do obliczeń. Norma ISO 7256-1: 1984 bazuje na teoretycznej odległości między nasionami, która wynika z konstrukcji zespołu wysiewającego i nastaw maszyny. Natomiast w wielu opracowaniach krajowych, pomimo powoływania się tę normę, podstawą do obliczeń wskaźników jakości pracy zespołów wysiewających jest średnia odległość między nasionami.

Bibliografia

- [1] Błaszczak P., Przybył J.: Zastosowanie arkusza kalkulacyjnego Excel do oceny parametrów siewnika punktowego. Inżynieria Rolnicza, 2000, 3, 29-40.
- [2] Bracy R.P., Parish R.L.: Seeding uniformity precision seeders. HortTechnology, 1998, 18(2), 182-185.
- [3] ISO 7256-1: 1984. Sowing equipment. Test methods. Part 1: Single seed drills (precision drills).
- [4] Kaliniewicz Z., Rawa T.: Laboratorium z maszyn rolniczych. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2000.
- [5] Kaur T., Kumar D.: Design and development of calibration unit for precision planter. International Journal of Computer Science, Engineering and Applications, 2013, 3(3), 11-17.
- [6] Kowalczyk J., Węgrzyn A.: Ocena przydatności siewnika z taśmowym zespołem wysiewającym do siewu fasoli szparagowej, W: Materiały z Ogólnopolskiej Konferencji nt.: „Nauka praktyce ogrodniczej”. Wydawnictwo AR w Lublinie, 1995, 633-636.
- [7] Markowski P.: Uwarunkowania techniczno-technologiczne oceny siewników uniwersalnych i specjalnych w aspekcie równomierności wysiewu nasion. Wydawnictwo UWM Olsztyn, 2017.
- [8] Markowski P., Cejman K., Rawa T., Kaliniewicz Z., Lipiński A.: Wpływ gęstości i prędkości siewu na rozmieszczenie nasion kukurydzy wysiewanych pneumatycznym siewnikiem precyzyjnym. Inżynieria Rolnicza, 2012, 4, 235-245.
- [9] Metody badań siewników punktowych. PN-91 R-55027. 1991. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości. Warszawa 1991.
- [10] Nafziger E.D.: Effects of missing and two - plant hills on corn grain yield. Journal of Production Agriculture, 1996, 9(2), 238-240.
- [11] Önal O., Önal I.: Development of a computerized measurement system for in-row seed spacing accuracy. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 2009, 36, 133-144.
- [12] Páltik J., Šabík J., Maga J., Porubský J.: Kvalita sejby cukrowej repy sejačkami s mechanickým naberaním semien. Acta technologica agriculturae, 2000, 2, 31-36.
- [13] Panning J.W., Kocher M.F., Smith J.A., Kachman S.D.: Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugarbeet planters. Applied Engineering in Agriculture, 2000, 16(1), 7-13.
- [14] Parish R.L., Bergeron P.E., Bracy R.P.: Comparison of vacuum and belt seeders for vegetable planting. Applied Engineering in Agriculture, 1991, 7(5), 37-540.
- [15] Podleśny J.: Przydatność siewu punktowego w uprawie wybranych gatunków roślin strączkowych. Inżynieria Rolnicza, 2006, 13, 385-392.
- [16] Podleśny J., Podleśna A.: Określenie przydatności siewu punktowego w uprawie zróżnicowanych odmian grochu siewnego. Inżynieria Rolnicza, 2011, 1, 223-228.
- [17] Schuchmann G.H.: John Deere 1725 NT ExactEmerge™ corn planter. Function Test including fertilizer distribution across rows. DLG Test Report 6320, Groß-Umstadt, 2016.
- [18] Schrödl J.: Einzelkornsämaschine Accord-Optima für Mais und Ackerbohnenausaat für Maisausaat mit Reihendüngerstreuer (Einzelbehälter). Prüfbericht 4207. Gruppe 5b/53, Groß-Umstadt, 1993.
- [19] Schrödl J., Mosch G.: Einzelkornsämaschine Kleine Multicorn DP 4reihig für Maisausaat, 6reihig für Rüben- und Sonnenblumenausaat. Prüfbericht 4561. Gruppe 5b/68, Groß-Umstadt, 1996.
- [20] Schrödl J., Mosch G.: Einzelkornsämaschine Kleine Unicorn synchro drive 12-reihig, für Rübenausaat. Prüfbericht 4431. Gruppe 5b/65, Groß-Umstadt, 1995.
- [21] Searle C.L., Kocher M.F., Smith J.A., Blankenship E.E.: Field slope effects on uniformity of corn seed spacing for three precision planter metering systems. Applied Engineering in Agriculture, 2008, 24(5), 581-586.
- [22] Siemens M.C., Gayler R.R.: Improving seed spacing uniformity of precision vegetable planters. Applied Engineering in Agriculture, 2016, 32(5), 579-587.
- [23] Zhai J.B., Xia J.F., Zhou Y., Zhang S.: Design experimental study of the control system for precision seed-metering device. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 2014, 7(3), 13-18.

QUALITY EVALUATION METHODS OF SEED METERING UNIT OF PRECISION SEEDERS

Summary

The work quality of the seed metering units is the main criterion for the evaluation of precision seeders, which is made on the basis of indexes calculated from the results of laboratory or field tests. Such studies are conducted all over world, but not always using the same procedures. The article presents methods for calculating the performance indexes for seed metering units according to different standards which have or had the status of standards.

Key words: precision seeders, testing, work quality, evaluation indexes

Źródło finansowania: Działalność statutowa