

Zbigniew Kogut
Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
Oddział Kłodzianko

WPLYW WYBRANYCH PARAMETRÓW PRZEKŁADNI KRZYWKOWEJ NA JAKOŚĆ WYSIEWU NASION TECHNIKĄ REDLICOWĄ

Streszczenie

Badania empiryczne wykonano po uprawie przedsiębierzej, wysiewając nasiona drobne, średnie i grube rzędowo techniką redlicową w otwarte bruzdy. Stosowano trzy wersje przekładni krzywkowej (A, B, C), uwzględniając rodzaj krzywki i liczbę bieżni. Rozłożenie wzdłużne scharakteryzowano liczbą nasion N pszenicy na odcinkach dł. 30 mm i odległością R między nasionami rzepaku i bobiku. Jakość rozłożenia oceniono m.in. odchyleniem standardowym i wskaźnikiem nierównomierności wzdłużnej, odniesionymi do całkowitej drogi L równoważnej 1,25 obrotom aparatu i do ciągu kolejnych fragmentów (1/20) tego obrotu. Wykonano także empiryczne rozkłady częstości rozmieszczenia nasion na drodze L i ocenę ich zgodności z wybranymi rozkładami teoretycznymi. Stwierdzono m.in. duży rozrzut w wartościach tego rozmieszczenia. Cechuje go istotna zmienność wartości w funkcji drogi L : odchylenie standardowe wskaźnika nierównomierności rozłożenia nasion wynosi 14-15,5% dla pszenicy do 26-34% dla bobiku. Istotnie najmniejsza zmienność rozłożenia nasion występuje tylko dla przekładni w wersji A przy wysiewie pszenicy, natomiast mało istotnie największa zmienność dla wersji B przy siewie wszystkich rodzajów nasion. Uzyskane wyniki wskazują, że rozłożenie wzdłużne nasion w siewie techniką redlicową siewnikami uniwersalnymi nie podlega rozkładowi normalnemu.

Słowa kluczowe: siewniki rzędowe, bezstopniowe przekładnie krzywkowe, badania laboratoryjno-polowe, nierównomierność wzdłużna siewu

Wstęp

W większości aktualnie produkowanych siewników uniwersalnych występują bezstopniowe przekładnie typu krzywkowego. Stosowane są do nastawiania ilości wysiewanych nasion w celu uzyskania dawek wysiewu zgodnie z agrotechnicznymi zaleceniami. Praca ich sprowadza się do napędu obrotowych aparatów wysiewających, przekazywanego z kół jezdnych siewnika. W praktyce pożądanym jest bardzo szeroki zakres łatwo regulowanych pręd-

kości obrotowych aparatów wysiewających, co uzasadnia uzyskiwanie szerokiego zakresu przełożeń także w tych przekładniach. Jednakże jedną z podstawowych wad, jaką się charakteryzują w stosunku do przekładni stopniowych (również stosowanych w siewnikach), jest występowanie drgań na wałku wyjściowym. Wynikają one z zasady działania przekładni krzywkowej [Kuczewski 1994]: przełożenie obrotów między kołem jezdny a wałkiem aparatów następuje w efekcie kolejnych skoków wahacza napędzającego wałek wyjściowy przekładni. Powoduje to, że ruch aparatów odbywa się w sposób przerywany skokami oddzielanymi krótkimi okresami przestoju. Taka praca powoduje pulsacyjny wysiew nasion. Chcąc go ograniczyć producenci siewników stosują różne rozwiązania tych przekładni.

Celem badań było określenie i porównanie w średnich (dla siewników uniwersalnych) warunkach pracy wpływu wybranych parametrów bezstopniowej przekładni krzywkowej na jakość wysiewu nasion techniką redlicową.

Metodyka badań

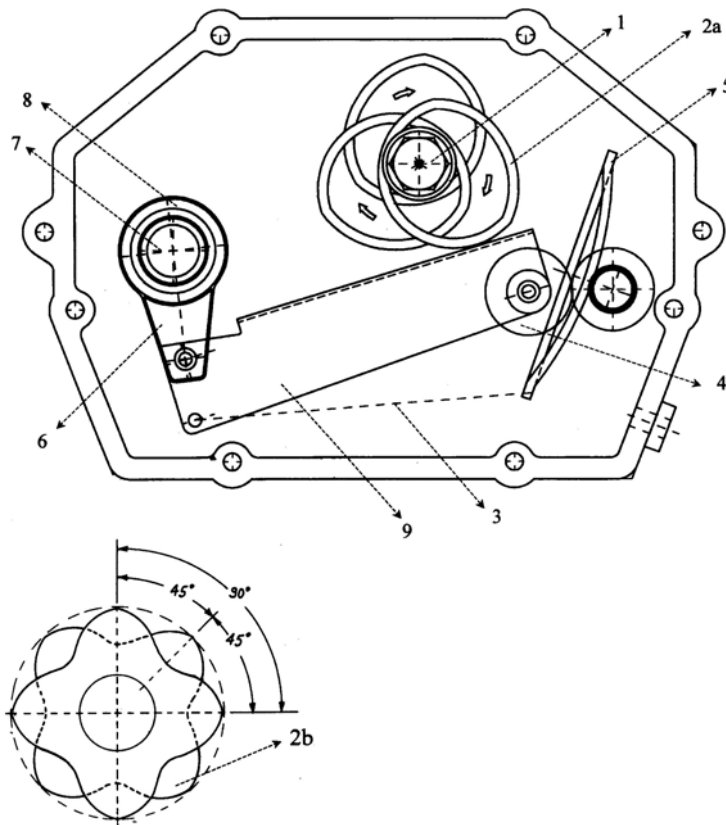
Badania wykonano w naturalnych warunkach po uprawie przedsięwnej, wysiewając nasiona rzędowo techniką redlicową w otwarte bruzdy. Stosowano nasiona rzepaku, pszenicy i bobiku w średnich normach wysiewu, odpowiednio 4, 200 i 220 kg/ha, przy poziomym ustawieniu siewnika i średniej prędkości roboczej 2,5 m/s. Wybrano siewnik uniwersalny wyposażony w kołeczkowe niewymienne zespoły wysiewające. Zmiennymi warunkami badawczymi były trzy wersje rozwiązań przekładni krzywkowej (rys. 1), stosowane zamiennie w siewniku:

- wersja A: z krzywkami czterozębnymi symetrycznymi i dwóch bieżniach,
- wersja B: z krzywkami czterozębnymi symetrycznymi i trzech bieżniach,
- wersja C: z krzywkami pojedynczymi kołowymi i trzech bieżniach.

Rozwiązania te reprezentują kierunki prac różnych producentów w zakresie modernizacji tego typu przekładni. Dla każdej wersji przekładni podczas wysiewu nasion tą samą redlicą (a więc i zespołem wysiewającym) w pojedynczej serii pomiarowej określano [Kogut 1998]:

- ✓ dla pszenicy – liczbę nasion N na kolejnych odcinkach długości 30 mm; przyjęta długość klasy jest średnią teoretyczną odległością między nasionami dla stosowanych warunków
- ✓ dla rzepaku i bobiku – odległości R danego nasiona od każdego najbliższego dookoła w siewie wąskorzędowym, z dokładnością 1 mm.

W badaniach przyjęto zasadę, że w pojedynczej serii pomiarowej (wykonywanej w dwóch powtórzeniach) określano rozłożenie nasion na drodze pracy siewnika odpowiadającej co najmniej 1,25 obrotom aparatu wysiewającego. W wyniku wstępnych badań dla przyjętych norm wysiewu stwierdzono następujące prędkości aparatów wysiewających: rzepaku 2,03 obr/min, pszenicy 10,1 obr/min i bobiku 6,5 obr/min.



Rys. 1. Budowa przekładni bezstopniowej typu krzywkowego: 1 –wałek wejściowy; 2a –mimośrodki (w postaci krzywek pojedynczych kołowych ustawionych w trzech bieżniach); 2b –mimośrodki w postaci krzywek czterozębnych symetrycznych ustawionych w dwóch bieżniach; 3 –sprężyny; 4 –rolki; 5 –bieżnie (prowadnice) nastawne; 6 –wahacze; 7 –wałek wyjściowy; 8 –sprzęgła jednokierunkowe; 9 –dźwignie

Fig. 1. Construction of the stepless cam gear: 1- entry shaft, 2a- eccentrics (in form of single circular cams set in three raceways), 2b- eccentrics in form of four-toothed symmetrical cams set in two raceways, 3- springs, 4- rollers, 5- adjustable raceways (guides), 6- balance lever, 7- exit shaft, 8- one-way clutch, 9- levers

W praktyce rolniczej powszechnie zwykło się charakteryzować rozłożenie wysianych nasion dwoma parametrami rozkładu normalnego (wskaźnikiem nierównomierności i średnią arytmetyczną [Kogut 1998]) dla wartości wskaźników określanych empirycznie, w tym przypadku liczby nasion N i odległości R . Jednakże wyniki prac Heege'go [1993] i Kęski [1996] dotyczące siewu punktowego nasion sugerują, że wartości te mogą nie podlegać rozkładowi normalnemu. Chcąc pogodzić względy tradycji z uzasadnionym merytorycznie postępowaniem, uzyskane zbiory liczby nasion N i odległości R między nimi poddano analizie statystycznej, mającej na celu:

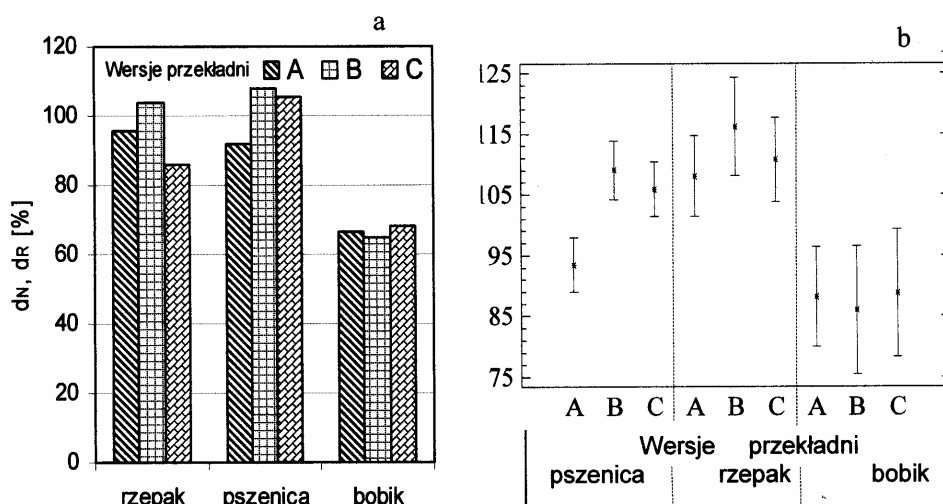
- scharakteryzowanie rozmieszczenia nasion na całkowitej drodze L poszczególnych serii pomiarowych – określono średnie arytmetyczne ważone liczby nasion N_{sr} (szt/30 mm) i odległości między nasionami R_{sr} (mm),
- scharakteryzowanie średniego zróżnicowania bezwzględnego i względnego w rozmieszczeniu nasion, czyli przeciętnego rozrzutu na całkowitej drodze L poszczególnych serii pomiarowych – określono odchylenia standardowe S_N (szt/30 mm) i S_R (mm) i wskaźniki nierównomierności wzdłużnej (w postaci współczynników zmienności) d_N i d_R (%), odpowiednio dla liczby nasion i odległości między nasionami,
- scharakteryzowanie asymetrii rozmieszczenia nasion – określono współczynniki asymetrii A_N i A_R liczby nasion pszenicy i odległości między nasionami rzepaku i bobiku,
- scharakteryzowanie średnich rozkładów empirycznych rozmieszczenia nasion w % częstotliwości występowania w przyjętych przedziałach, na drodze L poszczególnych serii pomiarowych, i graficzne ich przedstawienie; w tym celu określono rozpiętości przedziałów klasowych, przyjmując:
 - dla pszenicy kolejne liczby nasion na odcinkach długości 30 mm, od 0 do 6 szt.,
 - dla rzepaku i bobiku odległości między nasionami w przedziałach: nasiona podwójne (0-10 mm); bardzo duże zagęszczenie (10-60 mm dla rzepaku i 10-90 mm dla bobiku); zagęszczenie w pobliżu oczekiwanego rozmieszczenia, różne w zależności od teoretycznej odległości R_t dla wersji przekładni i rodzaju nasion (klasy od 60 do 150 mm dla rzepaku i od 150 do 270 mm dla bobiku); zagęszczenie małe oraz brak nasion (przepusty) jako klasy powyżej 150 mm dla rzepaku i powyżej 270 mm dla bobiku.
- stwierdzenie, czy występuje istotne zróżnicowanie w nierównomierności rozmieszczenia nasion w funkcji drogi L ; w tym celu określono dla kolejnych odcinków o długości: 0,75 m dla pszenicy; 1,16 m dla bobiku i 3,70 m dla rzepaku (odpowiadających 1/20 obrotu aparatu wysiewającego) ciąg wartości, w funkcji drogi L , wskaźnika nierównomierności wzdłużnej: liczby nasion pszenicy $d_N(L)$ i odległości między nasionami bobiku i rzepaku $d_R(L)$; zmienność takiego zbioru wartości wskaźnika nierównomierności (dla każdego rodzaju nasion) oceniono jego odchyleniem standardowym Sd_N i Sd_R , w %.

Analiza wyników

Teoretyczne odległości w rzędzie między wysianymi nasionami wynoszą 28-33 mm dla pszenicy, 86-134 mm dla rzepaku i 180-248 mm dla bobiku (tab. 1). Rozbieżności w wartościach wynikają z trudnych do uniknięcia niedokładności w ustawieniu normy wysiewu po wymianie wersji przekładni krzywkowej. Stwierdzone wartości warunkują wybór wskaźników charakteryzujących rozłożenie nasion: dla większych wartości w przypadku rzepaku i bobiku możliwe jest stosowanie odległości R danego nasiona od najbliż-

szego dookoła. Dla małych wartości w przypadku pszenicy konieczne jest stosowanie liczby nasion N na odcinku o określonej – dobranej – długości. Z teoretycznej odległości w rzędzie dla nasion pszenicy wynika, że optymalną, wspólną dla trzech wersji przekładni i najbardziej dokładną, bo dla pojedynczego nasiona, długością odcinka jest 30 mm. Natomiast dla rzepaku i bobiku należy indywidualnie dla poszczególnych wersji przekładni przyjmować optymalne przedziały umieszczenia nasion, o środkach zbliżonych do średnich z powtórzeń teoretycznych odległości między nasionami.

Rzeczywiste średnie rozmieszczenie nasion w rzędzie na długości L równoważnej ok. 1,25 obrotu aparatu wysiewającego (jako średnia arytmetyczna ważona) wynosi dla pszenicy dla trzech wersji przekładni od $N_{sr} = 0,9$ do $N_{sr} = 1,1$ szt./30 mm. Dla rzepaku średnie rozmieszczenie R_{sr} nasion wynosi 100, 105 i 180 mm a dla bobiku 240, 310 i 336 mm, odpowiednio dla poszczególnych wersji A, B, C przekładni krzywkowej.



Rys. 2. Wartości wskaźnika nierównomierności wzdłużnej d_N i d_R (a) i ich 95% przedziały ufności Sd_N i Sd_R (b) dla trzech wersji A, B, C przekładni krzywkowej
 Fig. 2. Values of lengthwise non-uniformity index d_N and d_R (a), and their 95% confidence levels Sd_N and Sd_R (b), for three versions (A, B, C) of the cam gear

Średnie zróżnicowanie względne w rozmieszczeniu nasion w rzędzie na długości L jest generalnie największe dla pszenicy (tab. 1, rys. 2a) i wynosi od $d_N = 92\%$ (dla wersji A przekładni) do $d_N = 108\%$ (dla wersji B). W przypadku nasion rzepaku najmniejszy rozrzut d_R występuje dla przekładni w wersji C (86%), a największy – podobnie jak dla pszenicy – w wersji B (104%). Natomiast dla nasion bobiku, cechujących się najmniejszymi średnimi wartościami wskaźnika nierównomierności wzdłużnej ($d_R = 65-68\%$), brak jest istotnego zróżnicowania względnego rozrzutu w zależności od wersji przekładni.

Tabela 1. Zestawienie parametrów oceny rozłożenia wzdłużnego wysiewanych nasion
Table 1. Parameters evaluating the lengthwise distribution of drilled seeds

Parametry oceny wysiewanych nasion	Wersja bezstopniowej przekładni krzywkowej								
	wersja A			wersja B			wersja C		
	powt.1	powt.2	średnio	powt.1	powt.2	średnio	powt.1	powt.2	średnio
1. Suma nasion w szt / długość drogi L w m									
-rzepak	813/74	839/74	-	860/75	881/75	-	520/75	569/70	-
-pszenica	540/15	550/15	-	489/15,8	464/15,8	-	507/16,5	485/16,5	-
-bobik	133/23,5	128/23,5	-	102/25	100/25	-	115/25	104/25	-
2. Średnia arytmetyczna ważona N w szt/30 mm dla pszenicy i R w mm dla rzepaku i bobiku									
-rzepak	111	99	105	105	97,5	101	188	173	180,5
-pszenica	1,08	1,10	1,09	0,93	0,88	0,91	0,92	0,88	0,90
-bobik	227	252	239,5	314	358	336	292	328	310
3. Teoretyczna odległość między nasionami w mm									
-rzepak	91	88	89,5	87	85	86	144	123	133,5
-pszenica	28	27	27,5	32	34	33	33	34	33,5
-bobik	177	184	180,5	245	250	247,5	217	240	228,5
4. Odchylenie standardowe S_N w szt/30 mm dla pszenicy i S_R w mm dla rzepaku i bobiku									
-rzepak	108	92	100	111	99	105	153	156	154,5
-pszenica	0,97	1,03	1,00	1,01	0,95	0,98	0,93	0,96	0,95
-bobik	153	164	158,5	221	213	217	207	214	210,5
5. Wskaźnik nierównomierności wzdłużnej d_N dla pszenicy i d_R dla rzepaku i bobiku w %									
-rzepak	97,7	93,4	95,6	105,5	101,9	103,7	81,4	90,2	85,8
-pszenica	90,1	94,0	92,0	108,5	107,6	108,1	101,2	109,2	105,2
-bobik	67,5	65,1	66,3	70,4	59,5	65,0	70,9	65,3	68,1
6. Współczynnik asymetrii rozmieszczenia wzdłużnego A_N dla pszenicy i A_R dla rzepaku i bobiku									
-rzepak	2,651	1,994	2,323	3,506	2,527	3,017	1,869	2,446	2,158
-pszenica	0,821	0,783	0,802	0,977	1,046	1,012	0,945	1,177	1,061
-bobik	1,301	1,182	1,242	1,156	1,059	1,108	1,508	1,108	1,308
7. Odchylenie standardowe S_{d_N} pszenicy i S_{d_R} rzepaku i bobiku wskaźnika $d_N(L)$ i $d_R(L)$ na drodze L, w %									
-rzepak	-	-	20,8	-	-	25,3	-	-	21,7
-pszenica	-	-	14,1	-	-	15,5	-	-	14,9
-bobik	-	-	25,7	-	-	33,7	-	-	33,6

Współczynnik asymetrii rozmieszczenia nasion jest dodatni dla wszystkich stosowanych ich rodzajów i wynosi 0,8-3,0 (asymetria prawostronna). Najmniejsza asymetria występuje dla pszenicy, a największa dla rzepaku, przy czym brak jest istotnych różnic w asymetrii pomiędzy badanymi wersjami przekładni.

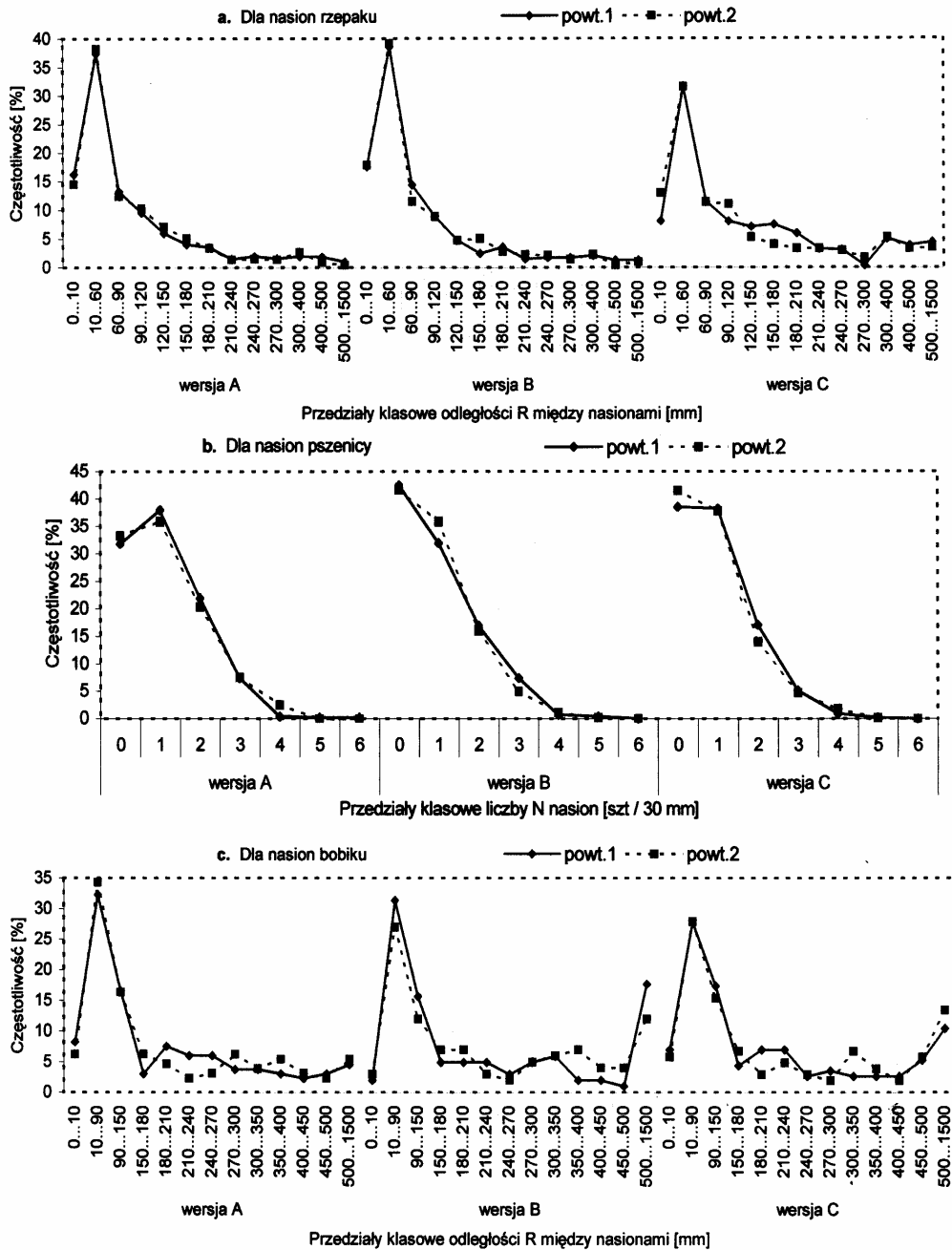
Analiza rozmieszczenia wzdłużnego nasion trzech rodzajów na odcinkach drogi odpowiadających 1/20 obrotu aparatu wysiewającego wykazała istotne zróżnicowanie wartości względnego rozrzutu $d_N(L)$ i $d_R(L)$ na całkowitej drodze L siewnika. Wskaźnik ten zmienia się w funkcji drogi L siewu w szerokim przedziale wartości: 80-200% dla rzepaku, 65-150% dla pszenicy i 20-180% dla bobiku. Rozrzut jego wartości scharakteryzowano odchyleniem standardowym Sd_N dla pszenicy i Sd_R dla rzepaku i bobiku (tab. 1).

Stwierdzono istotne różnice w rozrzucie wartości wskaźnika nierównomierności ze względu na rodzaj nasion: dla pszenicy odchylenie standardowe wynosi $Sd_N = 14,1-15,5\%$, dla rzepaku $Sd_R = 20,8-25,3\%$ oraz dla bobiku $Sd_R = 26-34\%$ (rys. 2b). Brak jest natomiast istotnych różnic w wartości rozrzutu wskaźnika nierównomierności dla stosowanych wersji przekładni.

Empiryczny, na całkowitej drodze L równoważnej ok. 1,25 obrotu aparatu wysiewającego, rozkład rozmieszczenia nasion trzech rodzajów przedstawiono na rysunku 3 w postaci histogramów względnej częstości występowania w przyjętych przedziałach klasowych. Wynika z niego m.in., szczególnie dla nasion pszenicy i rzepaku, wysoka powtarzalność wyników rozkładów.

W przypadku nasion pszenicy tylko ok. 35% dla wersji B i 37% dla wersji A i C przekładni jest umieszczonych w oczekiwanej klasie. Z pozostałych ok. 32-42% stanowią przepusty, 15-20% podwójne, a 5-7% potrójne nasiona na odcinkach długości 30 mm. Z nasion rzepaku ok. 20-22% umieszczonych zostało w oczekiwanej – teoretycznej – odległości dla wersji A i B przekładni (klasy 60-90 i 90-120 mm), natomiast dla wersji C tylko ok. 17% (klasy 90-120 i 120-150 mm).

Pozostałe nasiona wysiane zostały bądź to za gęsto (58% dla wersji A i B oraz 43% dla wersji C przekładni), bądź też za rzadko (20% dla wersji A i B oraz 40% dla wersji C). Udział nasion podwójnie wysianych (poniżej 10 mm) wynosi ok. 18% dla wersji A i B przekładni i 10% dla wersji C. Natomiast udział przepustów (tj. nasion wysianych rzadziej niż podwójna odległość teoretyczna) jest jednakowy dla wszystkich wersji przekładni i wynosi 13%. W przypadku bobiku 6-13% nasion zostało wysianych w oczekiwanej rozstawie w rzędach, przy czym brak jest istotnych różnic pomiędzy stosowanymi wersjami przekładni. Z pozostałych nasiona podwójnie wysiane stanowią ok. 7% (wersje A, C) i 2,5% (wersja B), a przepusty 13-20% bez istotnego zróżnicowania dla stosowanych rozwiązań.



Rys. 3. Rozkłady empiryczne wzdłużnego rozłożenia nasion trzech rodzajów, wysiewanych rzędowo techniką redlicową, dla wybranych wersji rozwiązań bezstopniowej przekładni typu krzywkowego

Fig. 3. Empirical distributions of the lengthwise seed distribution for 3 kinds of seeds, drilled by using the coulter technique, for selected versions of stepless cam gears: a - for the rape seeds, b - for wheat seeds, c - for faba bean seeds

Podsumowując wyniki rozkładów empirycznych rozmieszczenia nasion na drodze równoważnej 1,25 obrotu aparatu wysiewającego można zauważyć znaczne ich zróżnicowanie zarówno dla rodzaju nasion jak i wersji stosowanych przekładni. Jednakże dla wszystkich serii pomiarów kształt rozkładu empirycznego znacznie różni się od kształtu rozkładu normalnego, potwierdzając wykazaną wcześniej asymetrię.

Uzyskane zbiory liczby nasion N (na odcinkach długości 30 mm) pszenicy i odległości R między nasionami rzepaku i bobiku poddano analizie statystycznej, mającej na celu określenie zgodności ich rozkładów empirycznych z wybranymi rozkładami teoretycznymi. Spośród licznej rodziny rozkładów do aproksymacji wyników rozłożenia nasion na całkowitej drodze L poszczególnych serii pomiarowych (w dwóch powtórzeniach) wybrano jako najbardziej prawdopodobne, uwzględniając również wyniki prac Heege'go [1993] i Kęski [1996], dla nasion rzepaku i bobiku rozkłady zmiennych losowych ciągłych: wykładniczy E , Weibulla W , logarytmiczno-normalny LN i normalny N , natomiast dla nasion pszenicy rozkład zmiennych losowych skokowych Poissona. Uzyskane wyniki testowania (weryfikacji nieparametrycznych hipotez zerowych) testami zgodności z wykorzystaniem pakietu statystycznego STATGRAPHICS zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki testowania zgodności rozkładów empirycznych uzyskanych wyników (tj. liczby nasion N i odległości między nasionami R) z rozkładami teoretycznymi: Poissona P , wykładniczym E , normalnym N , logarytmiczno-normalnym LN i Weibulla W , gdzie: +/..., -/... – wynik pozytywny lub negatywny zgodności w stosunku do jego poziomu ufności

Table 2. Test results of fitting the empirical measurement result distribution (i.e. seeds number N and distance between the seeds) with theoretical Poisson (P), exponential (E), normal (N), logarithmic-normal (LN) and Weinbull (W) distributions, where +/..., -/. - positive or negative results of fitting related to its confidence level

Zastosowane rozkłady teoretyczne	Wysiewane nasiona	Wersja bezstopniowej przekładni krzywkowej					
		wersja A		wersja B		wersja C	
		powt.1	powt.2	powt.1	powt.2	powt.1	powt.2
P	pszenica	- / 95 %	+ / 90 %	- / 95 %	+ / 90 %	+ / 90 %	+ / 90 %
N	rzepak	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %
	bobik	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %
LN	rzepak	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %
	bobik	- / 99 %	- / 99 %	- / 95 %	- / 99 %	- / 95 %	- / 90 %
E	rzepak	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %
	bobik	- / 90 %	+ / 90 %	+ / 90 %	+ / 90 %	+ / 90 %	+ / 90 %
W	rzepak	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %	- / 99 %
	bobik	- / 90 %	+ / 90 %	+ / 90 %	+ / 90 %	+ / 90 %	+ / 90 %

Wynika z nich, że rozłożenie nasion pszenicy jest zgodne z rozkładem Poissona (na poziomie ufności 90%) natomiast bobiku jest zgodne zarówno z rozkładem wykładniczym jak i Weibulla (w obu przypadkach na poziomie ufności 90%). Dla rozłożenia nasion rzepaku nie dobrano rozkładu teoretycznego zgodnego z rozkładem empirycznym.

Wnioski

1. Wysiew rzędowy z wykorzystaniem przekładni krzywkowych cechuje się dużą nierównomiernością wzdłużną rozłożenia nasion. Wskaźnik nierównomierności odniesiony do całej długości L drogi siewu wynosi od 65-68% dla bobiku do 86-104% dla rzepaku i 92-108% dla pszenicy. Najmniejsze wartości w aspekcie rozwiązań przekładni występują dla rzepaku przy wersji C, a pszenicy przy wersji A przekładni; dla bobiku brak jest istotnych różnic.
2. Stwierdzono istotne zróżnicowanie wartości względnego rozrzutu rozłożenia nasion na drodze L siewu: odchylenie standardowe wskaźnika nierównomierności określonego dla kolejnych odcinków drogi wynosi 14-15,5% dla pszenicy do 21-25% dla rzepaku i 26-35% dla bobiku. W aspekcie zastosowanych rozwiązań stwierdzono istotnie najmniejszą zmienność w rozłożeniu nasion (zarówno średniej wartości wskaźnika nierównomierności, jak i jego zmienności) dla wersji A przy wysiewie pszenicy i mało istotnie największą zmienność dla wersji B przy wysiewie pszenicy, rzepaku i bobiku.
3. Zarówno charakter empirycznych rozkładów, jak też wyniki analizy ich zgodności z rozkładami teoretycznymi wskazują, że wzdłużne rozłożenie nasion wysiewanych techniką redlicową siewnikami uniwersalnymi nie podlega rozkładowi normalnemu. Znacznie bliższymi do rozkładów empirycznych są: rozkład Poissona dla pszenicy oraz wykładniczy i Weibulla dla bobiku. Jednakże zgodności te występują tylko na poziomie ufności 90%, a dla rzepaku zostały odrzucone przy poziomie 99%.
4. Stosowanie przyjętych w praktyce parametrów (w postaci średniej arytmetycznej i wskaźnika nierównomierności) do oceny wzdłużnego rozłożenia nasion wysiewanych techniką redlicową przez siewniki uniwersalne jest merytorycznie nieuzasadnionym postępowaniem. Właściwymi parametrami do takiej oceny mogą być np. parametry bazujące na empirycznych rozkładach nasion, podobne jak w ocenie równomierności siewu punktowego [SMR 1988; Roszkowski, Kogut 2001].

Bibliografia

- Heege H.J. 1993. Seeding Methods Performance for Cereals, Rape, and Beans. Transactions of the ASAE, nr 3, vol. 36: 653-661
- Kęska W. 1996. Komputerowa symulacja procesu wysiewu nasion. Prace Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych, 5: 56-59

Kogut Z. 1998. Wskaźniki jakości wysiewu w ocenie pracy siewników rzędowych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 3: 29-41

Kuczewski J. 1994. Budowa i działanie bezstopniowej skrzyni przekładniowej w uniwersalnych siewnikach zbożowych. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej*, 11: 2-3

Roszkowski A., Kogut Z. 2001. Technika rolnicza XXI w. Część VII. Siew nasion. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej*, 11: 2-5

System Maszyn Rolniczych. 1988. Część 9: Produkcja okopowych. Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, wydanie VII, Warszawa