

WSPÓLDZIAŁANIE WYBRANYCH PARAMETRÓW OPRYSKU NA WSPÓŁCZYNNIK ZMIENNOŚCI ROZKŁADU POPRZECZNEGO CIECZY

Tomasz Nowakowski

Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy w zależności od ciśnienia cieczy oraz wysokości i kąta ustawienia belki polowej nad opryskiwaną powierzchnią. Dokonano oceny współdziałania tych parametrów i ich wpływu na współczynnik zmienności rozkładu poprzecznego cieczy. Najsilniejszy wpływ obserwowano dla najniższych wysokości ustawienia belki polowej i najwyższych kątów jej pochylenia. Natomiast zwiększenie ciśnienia cieczy powodowało zmniejszenie wartości współczynnika zarówno w przypadku współdziałania z wysokością jak i kątem ustawienia belki polowej.

Słowa kluczowe: współczynnik zmienności rozkładu poprzecznego cieczy

Wstęp

W celu uzyskania założonej dawki oprysku i zachowania odpowiedniego pokrycia powierzchni roślin, belka polowa opryskiwacza powinna być równoległa i utrzymywana na założonej wysokości nad opryskiwaną powierzchnią. Jednak podczas pracy opryskiwacza cała belka polowa ulega wahaniom, a jej końce uzyskują duże przyśpieszenia. W połączeniu z wielkością kropli ma to wpływ na równomierność pokrycia roślin środkami ochrony roślin. Przy oprysku średnio i drobnokroplistym wpływ ten jest wyraźnie znaczący, natomiast przy oprysku grubokroplistym nie ma istotnego wpływu [Jeon i in. 2004]. Zmiana wysokości belki polowej niezależnie od konstrukcji rozpylaczy ma istotny wpływ na stopień pokrycia opryskiwanych powierzchni [Szewczyk 2001, 1999].

Pionowe, poziome i obrotowe przemieszczenia belki opryskiwacza są zwykle wywołane przez przypadkowe przechyły ciągnika, który podczas jazdy z zawieszonym opryskiwaczem natrafia na nierówności powierzchni pola. Przemieszczenia takie zależą od wielkości i rozmieszczenia tych nierówności oraz od prędkości jazdy i charakterystyk opon ciągnika. Największy wpływ na pionowe przemieszczenia belki ma prędkość ciągnika. Zwiększenie prędkości jazdy powoduje wzrost pionowych i poziomych przemieszczeń końców belki opryskiwacza oraz wzrost pionowych odkształceń sprężystych belki [Lange-nankens 1999]. Możliwość odkształceń belki polowej z jednej strony zabezpiecza ją przed uszkodzeniami a z drugiej jest źródłem zakłóceń podczas oprysku. Odkształcenia belki mogą być w znacznym stopniu ograniczone poprzez stosowanie specjalnych kaskadowych systemów tłumienia drgań [Ramon i in. 1998].

Celem pracy było poznanie związków zachodzących pomiędzy: ciśnieniem cieczy, wysokością i kątem ustawienia belki połowej oraz wyjaśnienie wpływu współdziałania tych parametrów na wartość współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy.

Metodyka badań

Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych. Stanowisko pomiarowe wyposażone było w opryskiwacz napędzany silnikiem elektrycznym poprzez przekładnię bezstopniową. Zamocowanie belki połowej umożliwiało płynną zmianę wysokości i kąta jej ustawienia. Pomiar przeprowadzono dla czterometrowego odcinka belki połowej. Opryskiwacz wyposażony był w stałociśnieniowy zawór sterujący. Do badań wybrano rozpylacze o rozmiarze 03, najczęściej stosowanym, jako wyposażenie standardowe przez producentów opryskiwaczy. Do badań użyto nowych rozpylaczy płaskostrumieniowych XR11003-VP. Dla partii 20 rozpylaczy sprawdzono wydatek cieczy a następnie wybrano rozpylacze, dla których maksymalna różnica w stosunku do wydatku nominalnego nie przekraczała 3 %. Rozstaw rozpylaczy na belce połowej wynosił 0,5 m. Do badań jako ciecz robocza została użyta woda, której średnia temperatura podczas pomiaru wynosiła 14°C. Pomiar współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy wykonano przy pomocy automatycznego stołu rowkowego o rozdzielczości rowków 100 mm [Miszcza 2000]. Po wykonaniu pomiaru i przesłaniu danych do komputera, program obsługujący przeliczał dane i podawał wykres rozkładu cieczy wpisany w zakres dopuszczalnych odchylek, wyrażony współczynnikiem zmienności [Pietrzyk 2003, Wiśniewski 2003].

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V_i - V_{sr})^2}}{V_{sr}} 100 \quad [\%] \quad (1)$$

gdzie:

- CV – współczynnik zmienności rozkładu poprzecznego cieczy [%],
- n – liczba rowków pomiarowych na stole rowkowym z zasięgu strumienia uzyskiwanego z rozpylacza,
- V_i – objętość cieczy zebrana z i-tego rowka stołu pomiarowego [m³],
- V_{sr} – średnia objętość cieczy z jednego rowka stołu pomiarowego [m³].

Zmiennymi parametrami technicznymi podczas prowadzonych badań były: ciśnienie robocze, nachylenie i wysokość belki połowej nad stołem pomiarowym. Zmiany ciśnienia cieczy dokonywano w zakresie od 0,2 do 0,4 MPa, co 0,05 MPa. Pomiaru ciśnienia dokonywano ciśnieniomierzem firmy TeeJet z dokładnością 0,01 MPa, w zakresie 0–0,5 MPa. Nachylenie belki połowej zmieniano w zakresie od 0 do 5°, co 1°. Pomiaru nachylenia belki połowej dokonywano poziomą elektroniką BOSCH DNM 60L z dokładnością 0,1°. Zakres zmian wysokości belki połowej na stole rowkowym wynosił od 0,4 do 0,8 m, zmiany dokonywano, co 0,1 m. Wysokość ustawienia belki połowej nad stołem rowkowym mierzony był od krawędzi grzbietów rowków do otworów rozpylaczy za pomocą przymiaru wstęgowego z dokładnością 1 mm. Pomiar powtarzano trzykrotnie dla każdej kombinacji zmiennych.

Wyniki badań

W wyniku przeprowadzonych pomiarów określono wartość współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy dla pięciu poziomów wysokości ustawienia belki połowej, sześciu poziomów kąta pochylenia belki połowej oraz pięciu poziomów ciśnienia cieczy.

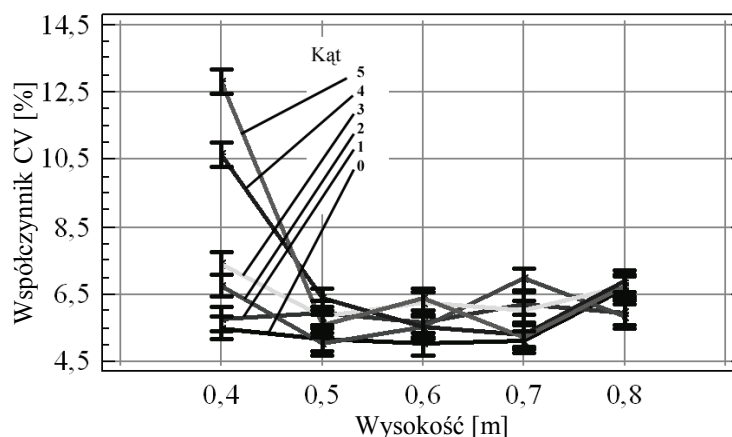
W celu sprawdzenia istotności zróżnicowania wartości współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy w poszczególnych układach przeprowadzono analizę wariancji w układzie trójczynnikiem z powtórzeniami. W analizie uwzględniono interakcje dwu i trzyczynnikiowe pomiędzy badanymi parametrami. Otrzymane wyniki analizy wariancji zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Analiza wariancji czynników wpływających na współczynnik zmienności rozkładu poprzecznego cieczy

Table 1. Variance analysis of factors affecting the coefficient of transverse liquid distribution variability

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Liczba stopni swobody	Średni kwadrat	Wartość statystyki F_{obl}	Poziom istotności
h: Wysokość	556,104	4	139,026	610,53	<0,0001
k: Kąt	288,523	5	57,7046	253,41	<0,0001
p: Ciśnienie	10,9494	4	2,73735	12,02	<0,0001
Interakcje					
h × k	734,846	20	36,7423	161,35	<0,0001
h × p	28,8223	16	1,80139	7,91	<0,0001
k × p	15,4319	20	0,77159	3,39	<0,0001
h × k × p	36,4366	80	0,45546	2,73	<0,0001

Analiza wpływu wysokości ustawienia belki połowej i kąta jej położenia w stosunku do podłoża na wartość współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy, wykazała bardzo istotny wpływ kąta dla najniższej badanej wysokości ustawienia belki połowej (rys. 1). Przy kątach nachylenia belki 4° i 5° dla wysokości 0,4 m badany współczynnik osiągał najwyższe wartości. Przy wzroście odległości belki połowej od stołu pomiarowego wpływ kąta belki połowej malał osiągając najniższe wartości dla belki poziomej. Zbyt nisko ustawiona belka połowa, w połączeniu z poprzecznym jej pochyleniem w stosunku do opryskiwanej powierzchni, pogarsza warunki oprysku. Stan taki jest wynikiem braku pokrycia wachlarzy opryskowych w strefie, gdzie belka znajduje się nisko nad opryskiwaną powierzchnią z jednoczesnym nakładaniem się wachlarzy opryskowych w części belki, która podczas pochylenia jest wysoko ponad polem. W skrajnym wypadku może wystąpić strefa, w której pozostaje pas nieopryskanej uprawy, co jest bardzo niekorzystnym zjawiskiem ze względu na efekt oprysku.



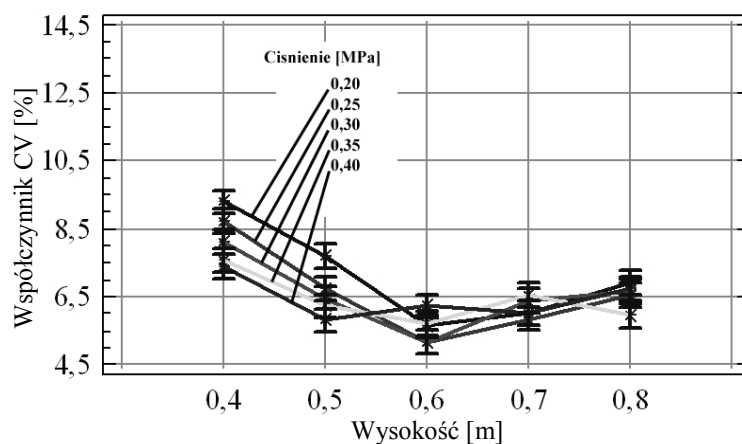
Rys. 1. Przebieg zmian współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy w zależności od wysokości ustawienia belki polowej i różnych kątów jej pochylenia dla ciśnienia 0,4 MPa

Fig. 1. Course of changes in variability coefficient of transverse liquid distribution depending on the height of sprayer's boom and various angles of its inclination at pressure 0.4 MPa

Rozpatrując natomiast współdziałanie wysokości ustawienia belki polowej i ciśnienia roboczego cieczy można zauważyć, że podobnie jak poprzednio najwyższe wartości współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy obserwowano dla wysokości 0,4 m, niezależnie od panującego ciśnienia cieczy w układzie (rys. 2). Przy czym najniższe wartości współczynnika obserwowano dla najwyższego ciśnienia roboczego stosowanego w badaniach. Jest to związane ze zwiększaniem się kąta wypływu cieczy z rozpylacza podczas zwiększania ciśnienia cieczy. Dla małych wysokości roboczych występuje brak podwójnego pokrycia wachlarzy opryskowych. Zwiększenie ciśnienia cieczy powoduje zwiększenie kąta strumienia i jednocześnie zwiększenie podwójnego pokrycia wachlarzy opryskowych. Zwiększenie wysokości ustawienia belki polowej powyżej 0,6 m powoduje niewielki wzrost współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy, niezależnie od ciśnienia roboczego.

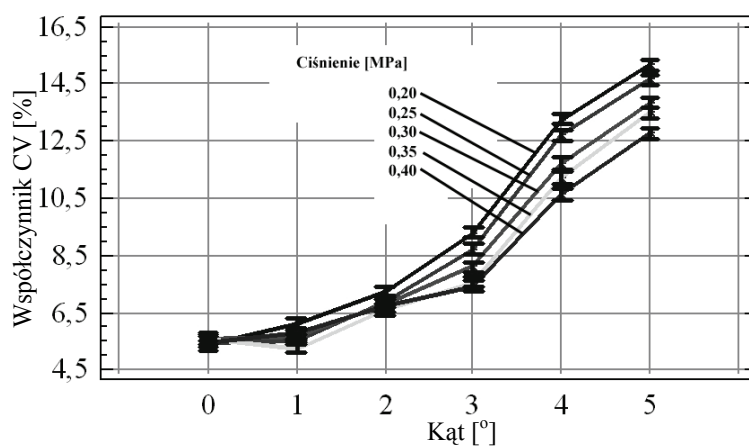
Analizując wpływ współdziałania kąta ustawienia belki polowej oraz ciśnienia roboczego cieczy na wartość współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy, można stwierdzić, że bez względu na wartość ciśnienia cieczy rośnie on ze wzrostem kąta ustawienia belki polowej. Przyjmuje wyższe wartości dla niższych wartości ciśnienia cieczy (rys. 3).

Wyższe wartości współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy dla pochylonej belki polowej i mniejszego ciśnienia cieczy są spowodowane brakiem podwójnego pokrycia strumieni cieczy w miejscu gdzie belka jest nisko nad polem, z jednoczesnym zmniejszeniem szerokości pracy pojedynczego rozpylacza będącego wynikiem zmniejszenia szerokości strumienia cieczy.



Rys. 2. Przebieg zmian współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy w zależności od wysokości ustawienia belki polowej i różnych poziomów ciśnienia cieczy dla pochylenia belki 3°

Fig. 2. Course of changes in variability coefficient of transverse liquid distribution depending on the height of sprayer's boom and various liquid pressure levels at sprayer's boom inclination 3°



Rys. 3. Przebieg zmian współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy dla różnych kątów ustawienia belki polowej i różnych poziomów ciśnienia cieczy dla wysokości 0,4 m

Fig. 3. Course of changes in variability coefficient of transverse liquid distribution at various angles of sprayer's boom inclination and liquid pressure levels at height 0.4 m

Wnioski

Z przeprowadzonych badań wynika, że współdziałanie wysokości ustawienia belki polowej i kąta jej pochylenia ma największy wpływ na wartość współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy. Najsilniejszy wpływ obserwowano dla najniższych wysokości ustawienia belki polowej i najwyższych kątów jej pochylenia. Zwiększenie ciśnienia cieczy powodowało zmniejszenie wartości współczynnika zmienności rozkładu poprzecznego cieczy zarówno w przypadku współdziałania z wysokością jak i kątem ustawienia belki polowej. Otrzymane wyniki badań stanowią punkt wyjścia do dalszego doskonalenia konstrukcji belek polowych, zmierzających do zmniejszenia zarówno ich wychyleń pionowych jak i zmiany położenia podczas oprysku.

Bibliografia

- Jeon H.Y., Womac A.R., Gunn J.** 2004. Sprayer boom dynamic effects on application uniformity. *Transaction of the ASAE*. Vol. 47 nr 3, s. 647-658.
- Langenankens J., Clijmans L., Ramon H., Baerdemaeker J.** 1999. The effects of vertical sprayer boom movements on the uniformity of spray distribution. *J. Agricult. Eng. Res.* Vol. 74 nr 3, s. 281-291.
- Miszcak M.** 2000. Elektroniczny stół rowkowy Hardi Spray Scanner. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej*, nr 1, s. 14-15.
- Pietrzyk J.** 2003. Badania jakości oprysku. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej*, nr 8, s. 8-9.
- Ramon H., Anthonis J., Moshou D., Baerdemaeker J.** 1998. Evaluation of a cascade compensator for horizontal vibrations of a flexible spray boom. *J. Agricult. Eng. Res.* Vol. 71 nr 1, s. 81-92.
- Szewczyk A.** 1999. Wpływ nachylenia belki polowej opryskiwacza na rozkład poprzeczny rozpylonej strugi dla wybranych rozpylaczy. *X Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Aktualne Problemy Inżynierii Rolniczej” Międzyzdroje 17-19 czerwca*, s. 263-268.
- Szewczyk A.** 2001. Wpływ ustawienia rozpylaczy na belce polowej na rozkład poprzeczny i stopień pokrycia opryskiwanej powierzchni. *„Racjonalna Technika Ochrony Roślin”*. Skierniewice 23-24 październik, s. 101-110.
- Wiśniewski C.** 2003. Ocena jakości wykonania rozpylaczy płaskostrumieniowych na podstawie wybranego parametru funkcjonalnego. *Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej* nr 8, s. 10-12.

INTERACTION BETWEEN SELECTED SPRAYING PARAMETERS ON THE VARIABILITY COEFFICIENT OF LIQUID TRANSVERSE DISTRIBUTION

Summary. There are presented results of investigations on variability coefficient of liquid transverse distribution, depending on liquid pressure, height and setting angle of the sprayer's boom over the ground. Interaction between these parameters was evaluated together with their effect on the investigated variability coefficient. The highest effect was found at the lowest height of sprayer's boom position and at the biggest angle of its inclination. However, an increase in liquid pressure caused a decrease in the variability coefficient value, both in the case of interaction with the height and angle of the sprayer's boom adjustment.

Key words: coefficient of transverse liquid distribution variability

Adres do korespondencji:

Tomasz Nowakowski: e-mail: tomasz_nowakowski@sggw.pl
Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 164
02-787 Warszawa