

ANALIZA PORÓWNAWCZA ROZKŁADU OPADU CIECZY ROZPYLONEJ WYBRANYMI ROZPYLACZAMI DWUSTRUMIENIOWYMI

Antoni Szewczyk, Deta Łuczycka, Gracjan Rojek
Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań analizy porównawczej podłużnego rozkładu opadu cieczy rozpylonej wybranymi rozpylaczami dwustrumieniowymi, przy zmiennej prędkości strumienia powietrza, ciśnieniu roboczym oraz ustawieniu rozpylaczy. Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych z wykorzystaniem tunelu aerodynamicznego. Do oceny charakterystyki rozkładu podłużnego posłużono się wskaźnikiem opadu cieczy W_{so} . Stwierdzono, że prędkość strumienia powietrza, rodzaj rozpylacza i ciśnienie robocze znacząco wpływają na wartość wskaźnika W_{so} .

Słowa kluczowe: opryskiwanie, rozpylacz dwustrumieniowy, opad cieczy, strumień powietrza

Wstęp

W ostatnich latach obserwuje się tendencję do powiększania areалу gospodarstw rolnych, które tym sposobem stają się bardziej konkurencyjne [Karwat-Woźniak 2008]. Wiąże się to z koniecznością ciągłego zwiększania wydajności stosowanych maszyn rolniczych. Zjawisko to dotyczy przede wszystkim opryskiwaczy, gdyż od terminowości wykonania zabiegów ochrony zależy wielkość oraz jakość uzyskanego plonu [Nieróbca i in. 2010].

Aby sprostać wymaganiom wielkoobszarowych gospodarstw rolnych producenci sprzętu do ochrony roślin oferują opryskiwacze wyposażone w szerokie belki polowe oraz w zbiorniki o dużych pojemnościach [Ganzelmeier, Nordmeyer 2008]. Wzrost wydajności opryskiwacza poprzez zwiększenie szerokości belki polowej i pojemności zbiornika jest jednak ograniczony ze względów konstrukcyjnych i mobilnych opryskiwacza. [Van de Zande i in. 2005; Hołownicki, Doruchowski 2006].

W ofercie rozpylaczy pojawiły się produkty przeznaczone do stosowania przy zwiększonych prędkościach opryskiwania. W celu określenia jakości zabiegu opryskiwania w odniesieniu do rozpylaczy tradycyjnych zaistniała potrzeba wykonania badań z udziałem tej grupy rozpylaczy, w celu określenia jakości zabiegu opryskiwania w odniesieniu do rozpylaczy tradycyjnych. Podstawowym, stosowanym w praktyce, kryterium oceny rozpylaczy jest równomierność opadu cieczy rozpylonej na opryskiwaną powierzchnię oraz wskaźnik opadu cieczy W_{so} , charakteryzujący opad objętościowy z całej powierzchni opryskiwanej [Szewczyk, Łuczycka 2010].

Cel badań

Celem przeprowadzonych badań było określenie charakterystyki opadu cieczy na opryskiwaną powierzchnię rozpylanej wybranymi rozpylaczami dwustrumieniowymi w warunkach działania zmiennego strumienia powietrza przy różnych parametrach pracy i ustawieniach rozpylaczy.

Przedmiot i metodyka badań

Przedmiotem badań były rozpylacze eżektorowe dwustrumieniowe: HiSpeed 110-03 firmy Agrotop oraz IDKT 120-03 firmy Lechler. Przyjęto dwa ustawienia rozpylaczy. W przypadku rozpylacza HiSpeed było to ustawienie zalecane przez producenta (pierwsza struga skierowana 10° w kierunku jazdy, druga 50° przeciwnie do kierunku jazdy) oraz odwrotne, gdzie rozpylacz obrócony został o 180° w płaszczyźnie poziomej (rys. 2).

Dla rozpylacza IDKT obrano ustawienia: rozpylacz odchylony o kąt 20° przeciwnie do kierunku jazdy oraz o kąt 20° w kierunku jazdy. W ten sposób uzyskano tożsame ustawienia strug dla obu rozpylaczy (rys. 3).

Do badań wybrano następujące parametry i warunki pracy oraz rozpylaczy:

- wysokość belki polowej: $h = 0,5$ m,
- ciśnienie cieczy roboczej: $p = 0,3; 0,4; 0,5$ MPa,
- sposób mocowania rozpylacza,
- prędkość strumienia powietrza: $v_w = 0; 1,5; 3,0; 4,5; 6$ m·s⁻¹,
- rodzaj rozpylacza: TD HiSpeed 110-03, IDKT 120-03.

Pomiary przeprowadzono na stanowisku pomiarowym do badań rozkładu rozpylonej cieczy przedstawionym na rysunku 1.

W celu określenia charakterystyki opadu rozpylonej cieczy posłużono się wskaźnikiem opadu rozpylonej cieczy W_{so} opisanym wzorem:

$$W_{so} = \frac{\sum V_i}{V_c} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

gdzie:

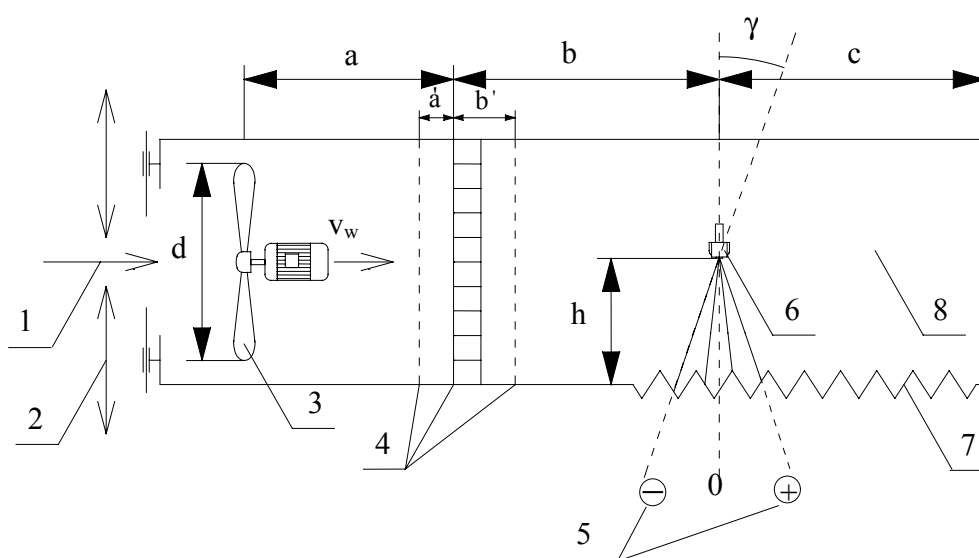
- $\sum V_i$ – suma objętości cieczy z powierzchni opryskiwanej,
- V_c – całkowita objętość cieczy użyta do pomiaru.

Wyniki badań

Uzyskane wyniki pomiarów posłużyły do opracowania krzywych obrazujących rozkład podłużny cieczy oraz zestawień wartości wskaźnika opadu cieczy. Przykładowe przebiegi rozkładu cieczy (dla ciśnienia roboczego 0,3MPa) przedstawiono na rysunkach 2-5, natomiast zestawienia wartości wskaźnika opadu cieczy – na rysunkach 6 i 7.

Analizując przebiegi przedstawione na rysunkach 2-5 zaobserwować można, że największe wartości opadu rozpylonej cieczy na powierzchnię opryskiwaną uzyskiwane są dla

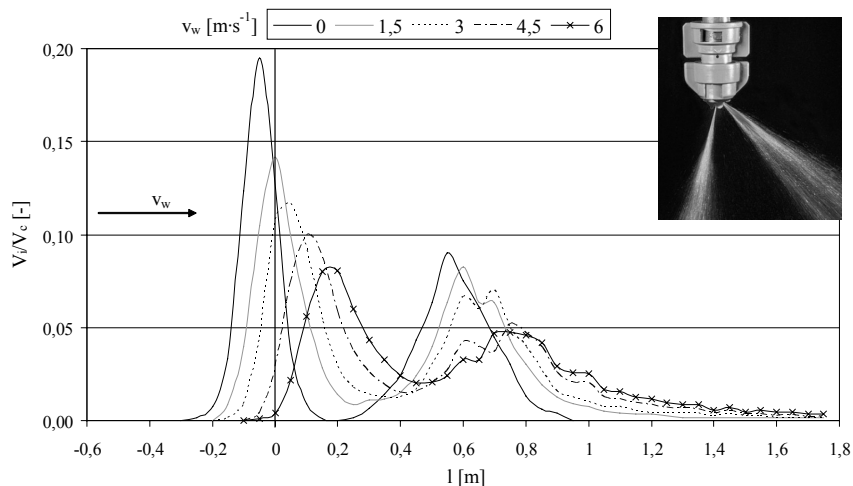
tej strugi, która odchylona jest o mniejszy kąt od pionu. Struga odchylona o większy kąt od pionu osiąga zdecydowanie niższe maksymalne wartości opadu na korzyść rozszerzenia podstawy krzywej wzdłuż osi x. W miarę zwiększania prędkości strumienia powietrza następuje przesunięcie objętości rozpylonej cieczy zgodnie z kierunkiem działania wiatru. Sytuacja ta dotyczy obu typów rozpylaczy, lecz w przypadku rozpylacza IDKT możemy zaobserwować bardziej płaskie przebiegi niż w przypadku rozpylacza HiSpeed. Szczególnie widoczne jest to przy większych prędkościach strumienia powietrza. Stosowanie ustawienia „odwrotnego” skutkowało lustrzanym odbiciem przebiegów w porównaniu do ustawienia „zalecanego”.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego do badań rozkładu rozpylonej cieczy w warunkach działania strumienia powietrza: d – średnica wirnika dmuchawy, a – odcinek przed prostownicą powietrza ($a > 6d$), b – odcinek pomiarowy za prostownicą, c – odcinek pomiarowy za rozpylaczem, h – wysokość ustawienia rozpylacza ($h = 0,5\text{m}$), γ – kąt odchylenia rozpylacza, v_w – prędkość strumienia powietrza, 1 – wlot powietrza, 2 – kierunek ruchu przesłon wlotu powietrza, 3 – wentylator osiowy, 4 – prostownica rurowo-wiązkowa z układem siatek homogenizujących strumień powietrza, 5 – oznaczenie opryskiwanych powierzchni, 6 – mocowanie rozpylacza, 7 – stół rowkowy, 8 – tunel powietrzny

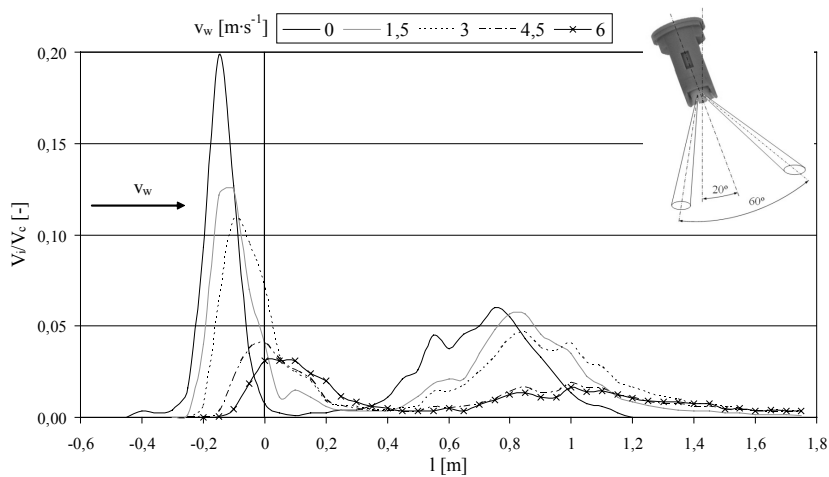
Fig. 1. Diagram of a measurement stand for testing sprayed liquid distribution in conditions of air stream performance: d – blower rotor diameter, a – section in front of air straightening machine ($a > 6d$), b – measurement line with air straightening machine, c – measurement section behind the sprayer, h – sprayer setting height ($h = 0,5\text{m}$), γ – sprayer deflection angle, v_w – air stream speed, 1 – air inlet, 2 – direction nets of air inlet flaps movement, 3 – axial-flow fan, 4 – tubular-stream straightener with a system of homogenising air stream, 5 – marking of sprayed surfaces, 6 – sprayer mounting, 7 – grooved table, 8 – air tunnel



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Rozkład podłużny opadu rozpylonej cieczy rozpylacza HiSpeed 110-03 przy ustawieniu zalecanym i ciśnieniu $p=0,3$ Mpa

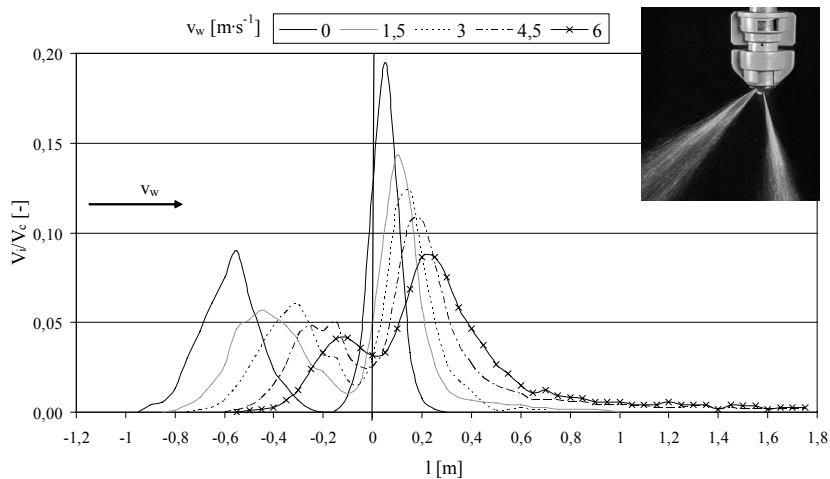
Fig. 2. Lengthwise distribution of sprayed liquid fall of Hispeed 110-03 sprayer at the recommended position and pressure of $p=0.3$ MPa



Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Rozkład podłużny opadu rozpylonej cieczy rozpylacza IDKT 120-03 przy odchyleniu o kąt 20° do tyłu i ciśnieniu $p=0,3$ Mpa

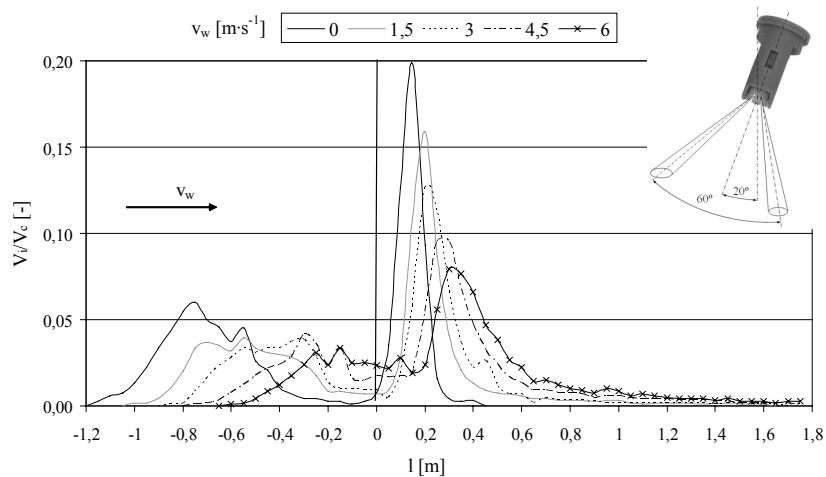
Fig. 3. Lengthwise distribution of sprayed liquid fall of Hispeed 120-03 sprayer at deflection angle of 20° backwards and pressure $p=0.3$ MPa



Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Rozkład podłużny opadu rozpylonej cieczy rozpylacza HiSpeed 110-03 przy ustawieniu odwrotnym i ciśnieniu $p=0,3$ Mpa

Fig. 4. Lengthwise distribution of sprayed liquid drop of Hispeed 110-03 sprayer at the recommended and the reverse position and pressure of $p=0.3$ MPa



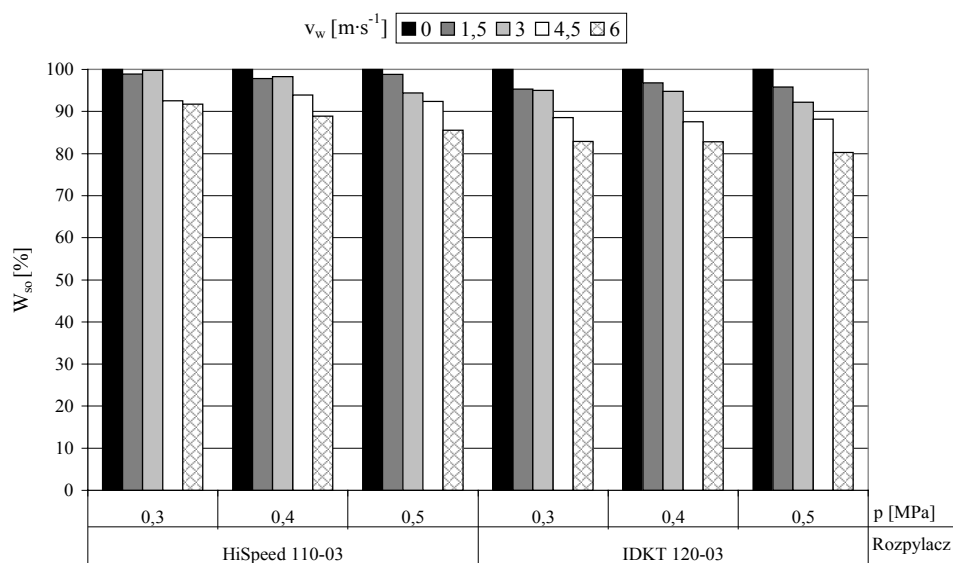
Źródło: opracowanie własne

Rys. 5. Rozkład podłużny opadu rozpylonej cieczy rozpylacza IDKT 120-03 przy odchyleniu o kąt 20° do przodu i ciśnieniu $p=0,3$ Mpa

Fig. 5. Lengthwise distribution of sprayed liquid fall of Hispeed 120-03 sprayer at deflection angle of 20° frontwards and pressure $p=0.3$ MPa

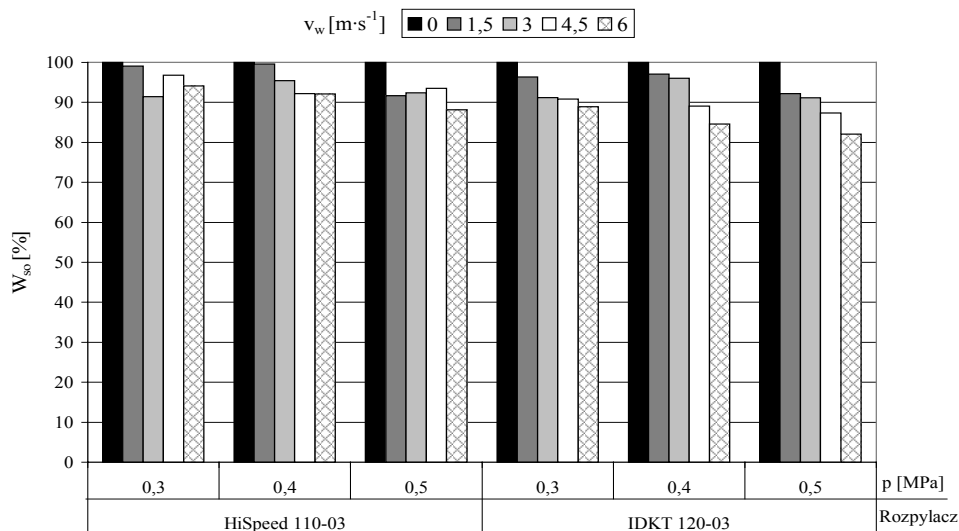
Na rysunku 6 zestawiono wartości wskaźnika opadu cieczy W_{so} dla rozpylacza HiSpeed ustawionego w pozycji zalecanej oraz IDKT odchyłonego o kąt 20° do tyłu. Zwiększenie prędkości strumienia powietrza w większości przypadków skutkowało spadkiem wartości wskaźnika W_{so} , jednak znacznie większe wartości tego wskaźnika otrzymano dla rozpylacza HiSpeed w porównaniu z IDKT. Podobną sytuację obserwuje się dla odwrotnego ustawienia rozpylacza HiSpeed oraz IDKT odchyłonego o kąt 20° do przodu (rysunek 7). Przy tym ustawieniu spadki wartości wskaźnika W_{so} pod wpływem zwiększania prędkości strumienia powietrza są jednak nieco mniejsze.

Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji wpływu wybranych parametrów i warunków pracy badanych rozpylaczy przedstawione zostały w tabeli 1. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że prędkość strumienia powietrza, ciśnienie robocze oraz rodzaj badanego rozpylacza miały istotny wpływ (na poziomie $\alpha=0,05$) na wskaźnik opadu rozpylonej cieczy W_{so} . Nieistotne okazało się natomiast ustawienie rozpylacza.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 6. Zestawienie wartości wskaźnika opadu cieczy W_{so} dla rozpylacza HiSpeed ustawionego w pozycji zalecanej oraz IDKT odchyłonego o kąt 20° do tyłu
 Fig. 6. A list of values of liquid drop index W_{so} for HiSpeed sprayer set in the recommended position and IDKT deviated at 20° backwards



Źródło: opracowanie własne

Rys. 7. Zestawienie wartości wskaźnika opadu cieczy W_{so} dla rozpylacza HiSpeed ustawionego w pozycji odwrotnej oraz IDKT odchylonego o kąt 20° do przodu

Fig. 7. A list of values of liquid drop index W_{so} for HiSpeed sprayer set in the reversal position and IDKT deviated at 20° frontwards

Tabela 1. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji

Table 1. Results of multifactorial variation analysis

Źródło zmienności	Wartość F	Poziom istotności α
Ustawienie rozpylacza	0,0	0,9685
Prędkość strumienia powietrza	175,5	0,0000
Ciśnienie robocze	18,7	0,0000
Rodzaj rozpylacza	81,6	0,0000

Źródło: obliczenia własne

Wnioski

1. Na podstawie analizy rozkładów opadu rozpylonej cieczy na opryskiwanej powierzchni można stwierdzić, że większe deformacje strug występują w przypadku rozpylacza IDKT dla wszystkich badanych parametrów i warunków pracy.
2. Analizując zmiany wartości wskaźnika W_{so} można stwierdzić, że przy ustawieniu odwrotnym rozpylacza HiSpeed uzyskano mniejsze spadki objętości opadu rozpylonej cieczy pod wpływem silniejszego strumienia powietrza niż dla ustawienia zalecanego. Analogiczna sytuacja występowała przy tożsamyh ustawieniach rozpylacza IDKT.

- Większe wartości wskaźnika W_{so} uzyskano dla rozpylacza HiSpeed, co mogło być spowodowane innym kątem rozpylania (110° dla HiSpeed i 120° dla IDKT) oraz wytwarzaniem kropeł o nieco innej średniej średnicy objętościowej (MVD). Według danych producentów HiSpeed wytwarza krople o średnicy większej niż IDKT.

Bibliografia

- Ganzelmeier H., Nordmeyer H.** 2008. Innovationen in der Applikationstechnik. Pflanzenproduktion im Wandel – Wandel im Pflanzenschutz, DPG, Braunschweig, Germany. s. 138-149.
- Holownicki R., Doruchowski G.** 2006. Rola techniki opryskiwania w ograniczaniu skażenia środowiska środkami ochrony roślin. Inżynieria Rolnicza. Nr 5 (80) s. 239-247.
- Karwat-Woźniak B.** 2008. Zmiany w sytuacji ekonomicznej rodzinnych gospodarstw wysokotowarowych. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa. ISBN 978-83-60798-80-5.
- Nieróbca A., Zaliwski A. S., Horoszkiewicz-Janka J.** 2010. Rozwój internetowego systemu wspomagania decyzji w ochronie zbóż. Inżynieria Rolnicza. Nr 7 (125). s. 167-173.
- Szewczyk A., Łuczycka D.** 2010. Rozkład opadu cieczy rozpylonej wybranymi rozpylaczami dwustrumieniowymi w warunkach działania czołowego strumienia powietrza. Inżynieria Rolnicza. Nr 4 (122) s. 213-220.
- Van de Zande J.C., H. Satllinga, J.M.G.P. Michielsen, P. Van Velde.** 2005. Effect of sprayer speed on spray drift. Annual Review of Agricultural Engineering 4 (1). s. 129-142.

COMPARATIVE ANALYSIS OF FALL DISTRIBUTION OF LIQUID SPRAYED WITH THE USE OF DOUBLE-STREAM SPRAYERS

Abstract. The study presents results of the comparative analysis research of lengthwise fall distribution of liquid sprayed with selected double-stream sprayers at variable speed of air stream, working pressure and sprayers' position. The studies were conducted in laboratory conditions with the use of aerodynamic tunnel. Index of liquid fall W_{so} was used for assessment of characteristic of lengthwise distribution. It was stated, that air stream speed, type of a sprayer and working pressure considerably influence the W_{so} index value.

Key words: spraying, double-stream sprayer, liquid fall, air stream

Adres do korespondencji:

Antoni Szewczyk; e-mail: antoni.szewczyk@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 37/41
51-630 Wrocław