

WPŁYW ZMIANY PARAMETRÓW USTAWIENIA ROZPYLONEJ STRUGI NA OPAD CIECZY POD WYBRANYM ROZPYLACZEM PŁASKOSTRUMIENIOWYM

Antoni Szewczyk

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy zostały przedstawione wyniki badań laboratoryjnych wpływu zmiany parametrów i warunków pracy rozpylacza na ilość cieczy, która opadła na powierzchnię opryskiwaną bezpośrednio pod rozpylaczem. Przede wszystkim zbadano wpływ kąta odchylenia rozpylonej strugi w płaszczyźnie podłużnej na opad cieczy przy zmiennej prędkości wiatru i wysokości rozpylania. W celu ustalenia ilości cieczy opadłej bezpośrednio pod rozpylacz, określono stosunek cieczy wypryskanej podczas pomiaru do ilości cieczy zebranej na powierzchni określonej przez szerokość rozpylonej strugi w płaszczyźnie poprzecznej i podłużnej. Wielkość tego opadu charakteryzuje, zaproponowany przez autora, tzw. wskaźnik opadu W_{sor} .

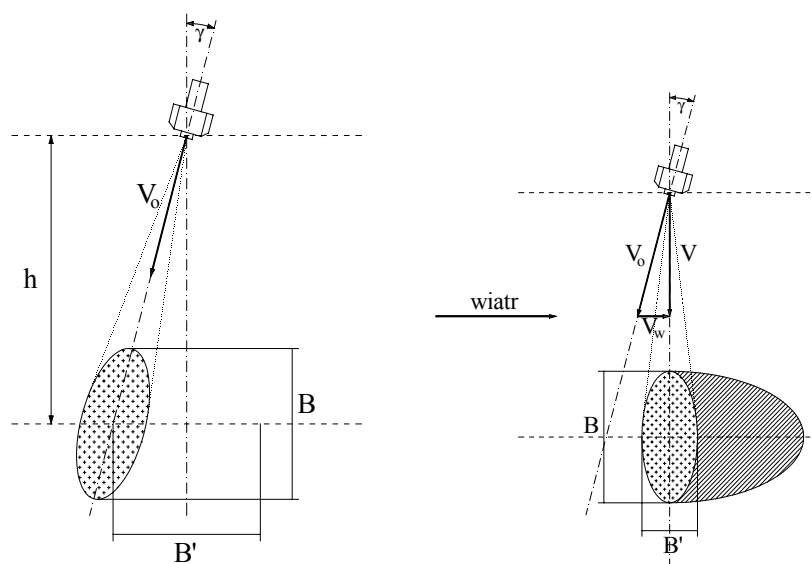
Słowa kluczowe: rozkład cieczy, ustawienie rozpylacza, wskaźnik opadu cieczy.

Wprowadzenie

Użytkownik opryskiwacza powinien dbać o to by cała wypryskana ciecz robocza znalazła się na miejscu przeznaczenia czyli docelowych powierzchniach opryskiwanych, którymi mogą być rośliny, gleba czy zwalczane agrofagi. Ma to kapitalne znaczenie ze względu na skuteczność zabiegu i ochronę środowiska. Rozkład opadu rozpylonej strugi na opryskiwanej powierzchni ma istotne znaczenie dla skuteczności zabiegu oraz stopnia skażenia środowiska na skutek mniejszego czy większego znoszenia rozpylonej cieczy [Guler 2007; Nuyttens 2007]. Na charakter rozkładu ma wpływ szereg czynników i parametrów ustawienia rozpylaczy przyjętych przez użytkownika opryskiwacza.[Szewczyk 2007; Szewczyk 2008] Według wielu autorów największą gwarancję maksymalnej skuteczności zabiegu i minimalnego zagrożenia dla środowiska można oczekiwać wtedy gdy rozpylona struga opadnie w największej ilości na powierzchnie usytuowaną pod rozpylaczem. Krople rozpylonej cieczy przemieszczające się na większe odległości mogą ulegać niebezpiecznemu dla środowiska i sąsiednich upraw zjawisku znoszenia [Hołownicki 2006].

Schematycznie zachowanie się rozpylonej strugi podczas opryskiwania przedstawiono na rysunkach 1. Przypadek opisany na rysunku pokazuje sytuację, gdy rozpylacz ustawiony jest pod kątem ψ w kierunku przeciwnym do działania wiatru. Strumień powietrza powinien przesunąć rozpyloną strugę pod rozpylacz pod warunkiem właściwego doboru kąta

odchylenia rozpylonej strugi. W opisywanym przypadku oddziaływania wiatru na rozpyloną strugę zaznaczono zakresowaną powierzchnię tzw. rozmycie rozpylonej strugi. Zjawisko to powstaje na skutek znoszenia kropelek cieczy poza miejsce docelowe dla opadu cieczy.



Rys. 1. Schemat rozkładu opadu rozpylonej cieczy przy odchyleniu rozpylacza o kąt γ , a – sytuacja bez wiatru, b – przypadek z oddziaływaniem wiatru: h – wysokość rozpylania, B – szerokość rozpylonej strugi w płaszczyźnie poprzecznej, B' – szerokość rozpylonej strugi w płaszczyźnie podłużnej, v_w – prędkości wiatru, v_0 – prędkość początkowa rozpylanej cieczy, v – prędkość wypadkowa

Fig. 1. Diagram showing sprayed liquid fall distribution at atomizer deflected by angle γ , a – case without wind, b – case with exposure to wind, h – spraying height, B – atomised stream width in transverse plane, B' – atomised stream width in longitudinal plane, v_w – wind velocities, v_0 – initial velocity of atomised liquid, v – resultant velocity

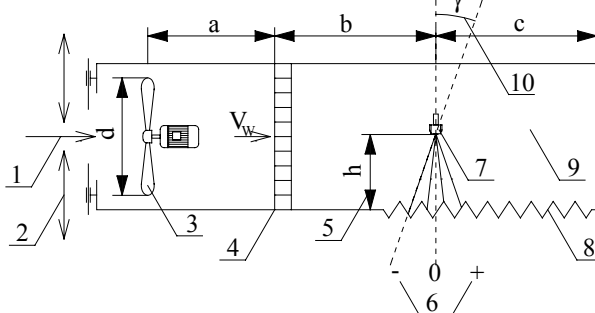
Cel badań

Celem przeprowadzonych badań było określenie zmian ilości cieczy opadłej na powierzchnię opryskiwaną znajdującą się bezpośrednio pod rozpylaczem w zależności od ustawienia rozpylanej strugi w warunkach działania strumienia powietrza o różnej prędkości.

Metodyka badań

Do badań wykorzystano specjalnie do tego celu wykonane stanowisko badawcze. Zasadniczą część stanowiska badawczego tworzył tunel powietrzny, w którym zamontowano na specjalnym statywie badany rozpylacz w uchwycie umożliwiającym zmianę wysokości

rozpylania oraz zmianę kąta ustawienia rozpylonej strugi w stosunku do płaszczyzny prostopadłej do podłoża i osi kanału powietrznego. Dolną ścianą tunelu był stół rowkowy o podziałce 50 mm. Stół rowkowy stanowił powierzchnie opryskiwaną umożliwiając jednocześnie zbieranie opadu rozpylonej cieczy oddzielnie z powierzchni 50x1500 mm przypadającej na jedną rynienkę do menzurek o podziałce 2 ml. (rys. 2.)



Rys. 2. Schemat stanowiska pomiarowego do badań rozkładu podłużnego opadu rozpylonej cieczy w warunkach działania czołowego strumienia powietrza: γ – kąt ustawienia rozpylonej strugi, h – wysokość rozpylania, v_w – prędkość wiatru, d – średnica wirnika dmuchawy, a – odcinek przed prostownicą powietrza ($a > 6d$), b – odcinek pomiarowy za prostownicą, c – odcinek pomiarowy za rozpylaczem, 1 – wlot powietrza, 2 – kierunek ruchu przesłony wlotu powietrza, 3 – dmuchawa, 4 – prostownica strumienia powietrza, 5 – wysokość ustawienia rozpylacza, 6 – oznaczenie opryskiwanych powierzchni, 7 – mocowanie rozpylacza, 8 – stół rowkowy, 9 – tunel powietrzny

Fig. 2. Diagram showing measurement setup for testing longitudinal distribution of atomised liquid fall in conditions of exposure to frontal air stream action: γ - atomised stream setting angle, h - spraying height, v_w - wind velocity, d - blower rotor diameter, a - section before air straightener ($a > 6d$), b - measuring section after the straightener, c - measuring section after the atomizer, 1 - air inlet, 2 - movement direction of air inlet deflectors, 3 - blower, 4 - air stream straightener, 5 - atomizer setting height, 6 - marking of sprayed surfaces, 7 - atomizer fastening, 8 - grooved table, 9 - air tunnel.

Strumień powietrza wytwarzany był przez wentylator osiowy. Prędkość strumienia powietrza regulowano poprzez zmianę przekroju szczeliny wlotowej. Jednorodność strumienia powietrza na całym przekroju kanału powietrznego uzyskano przy pomocy prostownicy powietrza zainstalowanej za wentylatorem. Ciecz robocza do rozpylacza była tłoczona z instalacji stacjonarnego opryskiwacza napędzanego silnikiem elektrycznym. Regulację jak i pomiar ciśnienia cieczy zapewniał zespół sterująco-pomiarowy opryskiwacza.

Po włączeniu wentylatora i ustabilizowaniu się wyregulowanej prędkości strumienia powietrza włączano dopływ cieczy do rozpylacza. Rozpylona ciecz opadała na stół rowkowy, z którego ściekała do menzurek pomiarowych osobno z szerokości i długości jednej rynienki. Pomiar trwał aż do momentu pełnego napełnienia jednej z menzurek. Pomiar dla tych samych parametrów były powtarzane trzykrotnie. Zmiana ciśnienia cieczy powodowała zmianę natężenia wypływu cieczy z rozpylacza oraz zmianę spektrum rozpylonej cieczy. tym samym czas trwania pomiaru dla różnych ciśnień i wysokości był inny. Wskaźnik W_{sor} opracowano jako stosunek objętości cieczy zmierzonej na szerokości B

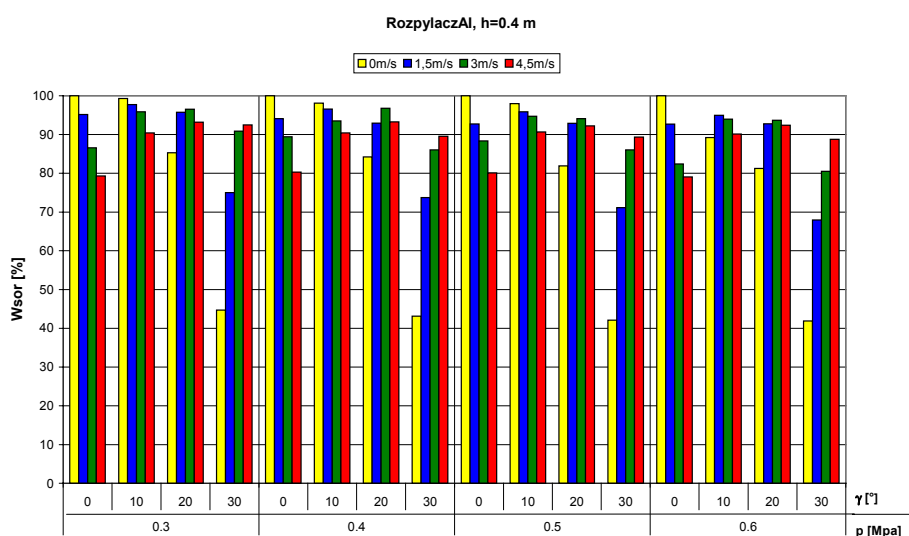
(rys.1) do całkowitej objętości cieczy wykorzystanej w badaniach na podstawie zależności $W_{sor} = V_{cr}/V_c$. Gdzie V_{cr} to objętość cieczy zmierzona bezpośrednio pod rozpylaczem a V_c to objętość cieczy wykorzystanej do pomiaru. Kontrolę jednorodności strumienia powietrza sprawdzano przez pomiar prędkości powietrza w 9-ciu punktach przekroju tunelu, po czym poszczególne pomiary uśredniano.

W trakcie badań stosowano następujące parametry pracy rozpylacza:

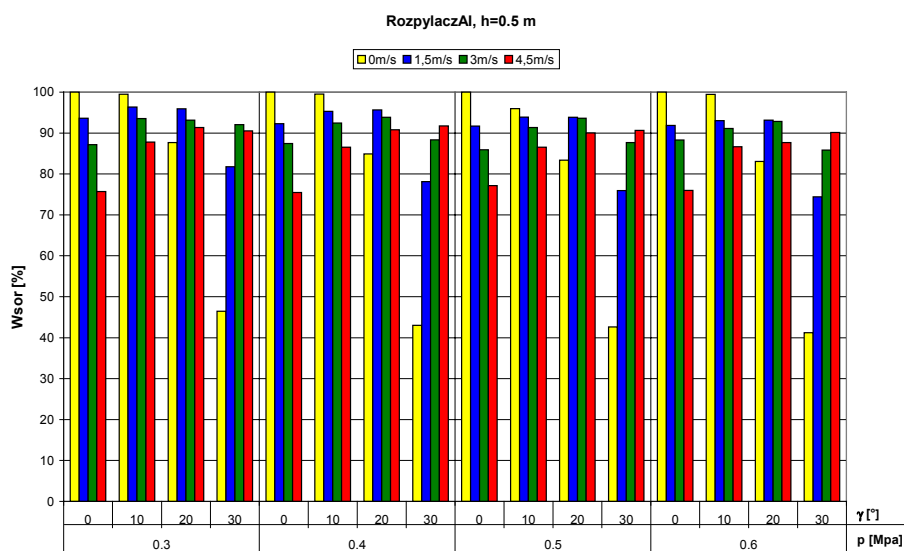
- rodzaj rozpylacza: eżektorowy AI 11002
- wysokość pracy h : 0,4; 0,5; 0,6, 0,7[m],
- ciśnienie cieczy p : 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 [MPa],
- kąt odchylenia płaszczyzny rozpylania γ : 0; 10; 20; 30 [$^\circ$],
- prędkość strumienia powietrza v_w : 0,0; 1,5; 3,0; 4,5 [$m \cdot s^{-1}$]

Wyniki badań

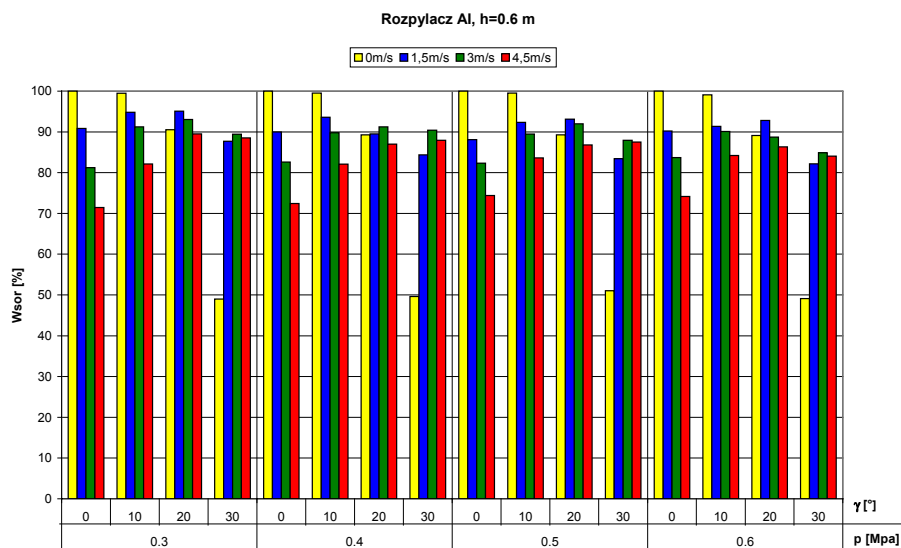
Wyniki badań zostały przedstawione na rysunkach od 3 do 6. Na wykresach słupkowych została przedstawiona wartość wskaźnika opadu cieczy W_{sor} określającego procentowo ilość rozpylonej cieczy opadłej na powierzchnię opryskiwaną znajdującą się bezpośrednio pod rozpylaczem dla różnych wysokości ustawienia rozpylacza h przy zmianie ciśnienia rozpylania p i ustawieniu rozpylonej strugi, względem pionu pod różnym kątem γ w warunkach działania strumienia powietrza o prędkości v_w od 0,0 do 4,5 $m \cdot s^{-1}$.



Rys. 3. Wartości wskaźnika opadu W_{sor} uzyskane dla wysokości rozpylania $h=0.4$ m i różnych prędkościach wiatru przy zmianie kąta odchylenia rozpylonej strugi γ i ciśnienia cieczy p
 Fig. 3. Values of fall index W_{sor} obtained for spraying height $h=0.4$ m and various wind velocity values at change in atomised stream deflection angle γ and liquid pressure p

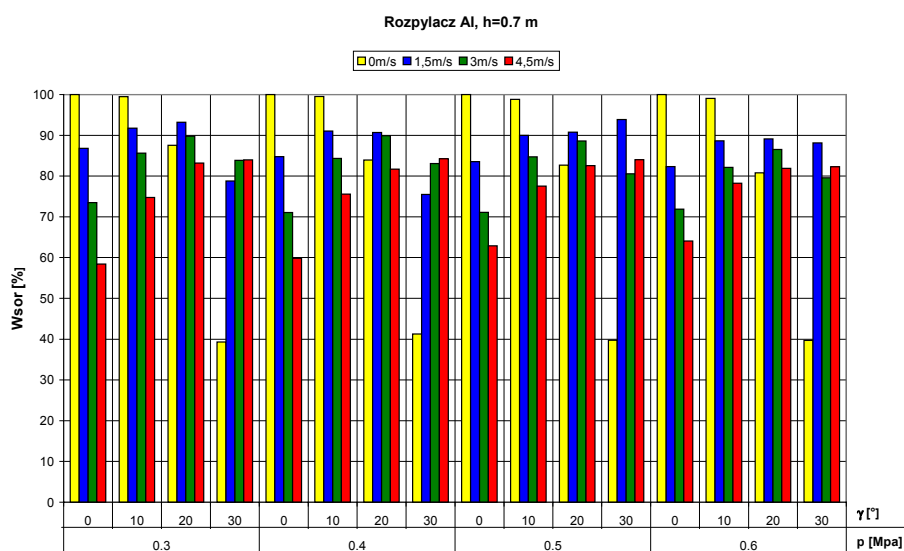


Rys. 4. Wartości wskaźnika opadu W_{sor} uzyskane dla wysokości rozpylania $h=0,5$ m i różnych prędkościach wiatru przy zmianie kąta odchylenia rozpylonej strugi γ i ciśnienia cieczy p
 Fig. 4. Values of fall index W_{sor} obtained for spraying height $h=0.5$ m and various wind velocity values at change in atomised stream deflection angle γ and liquid pressure p



Rys. 5. Wartości wskaźnika opadu W_{sor} uzyskane dla wysokości rozpylania $h=0,6$ m i różnych prędkościach wiatru przy zmianie kąta odchylenia rozpylonej strugi γ i ciśnienia cieczy p
 Fig. 5. Values of fall index W_{sor} obtained for spraying height $h=0.6$ m and various wind velocity values at change in atomised stream deflection angle γ and liquid pressure p

Po analizie wszystkich 4 wykresów można stwierdzić, że przy prędkości powietrza $v=0,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ każde odchylenie rozpylacza od pionu powoduje zmniejszenie objętości cieczy, która opadnie na powierzchnie opisaną parametrami B i B'. Ta prawidłowość jest tym bardziej wyraźna o im większy kąt odchylenia jest rozpylacz. Jest to jednak przypadek, który występuje w praktyce bardzo rzadko, ponieważ nawet gdy nie ma wiatru atmosferycznego to występuje ruch powietrza wynikający z przemieszczania się agregatu po polu. Na wszystkich wykresach widać również, że każde odchylenie rozpylonej strugi w kierunku przeciwnym do kierunku strumienia powietrza, powoduje zwiększenie objętości opadu rozpylonej cieczy na powierzchnię usytuowaną bezpośrednio pod rozpylaczem. Jednak w tym wypadku mamy do czynienia z sytuacją zróżnicowaną. Wielkość opadu uzależniona jest nie tylko od kąta odchylenia rozpylacza ale również od innych parametrów pracy a mianowicie: ciśnienia rozpylania i wysokości rozpylania. Można tu zaobserwować prawidłowość, że im większe ciśnienie cieczy i im wyżej ustawiony był rozpylacz tym powinno się zastosować większy kąt odchylenia rozpylonej strugi.



Rys. 6. Wartości wskaźnika opadu W_{sor} uzyskane dla wysokości rozpylania $h=0,7 \text{ m}$ i różnych prędkościach wiatru przy zmianie kąta odchylenia rozpylonej strugi γ i ciśnienia cieczy p
 Fig. 6. Values of fall index W_{sor} obtained for spraying height $h=0.7 \text{ m}$ and various wind velocity values at change in atomised stream deflection angle γ and liquid pressure p

Natomiast dla mniejszych wysokości i mniejszych zastosowanych ciśnień wystarczy niewielkie odchylenie rozpylacza by uzyskać pożądany efekt lepszego opadu rozpylonej cieczy. Oczywiście wszystkie te spostrzeżenia dotyczą zastosowanego w badaniach rozpylacza. Można jednak przypuszczać, przy wykorzystywaniu innych rozpylaczy zaobserwowane zjawiska będą się powtarzać.

Podsumowanie

Przy pionowym ustawieniu rozpylacza strumień powietrza nawet o niewielkiej prędkości przemieszcza rozpyloną strugę w kierunku oddziaływania wiatru. Zjawisko to jest tym bardziej wyraźne im większa jest wysokość rozpylania. W ten sposób już wiatr o prędkości $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ przemieszcza rozpyloną ciecz tak, że ilość cieczy pod rozpylaczem w przypadku rozpylania z wysokości 0,4 m stanowiła około 95% z całości cieczy wykorzystanej do pomiaru ($W_{\text{sor}}=95\%$) a przy wysokości 0,7 m W_{sor} miał wartość niecałych 60% dla ciśnienia cieczy 0,3 MPa. Przy większych ciśnieniach zjawisko to się wyraźnie nasila.

Ustawienie rozpylacza tak by rozpylona struga była skierowana o kąt w zakresie 10-30 stopni w kierunku przeciwnym do działania wiatru umożliwiało uzyskanie większego opadu rozpylonej cieczy na powierzchni opryskiwanej usytuowanej bezpośrednio pod rozpylaczem. Dobór odpowiedniego kąta uzależniony był od prędkości strumienia powietrza, wysokości rozpylania i ciśnienia rozpylanej cieczy. I tak największą wartość wskaźnika $W_{\text{sor}} \approx 93\%$ przy prędkości wiatru $4,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ uzyskano dla ciśnienia 0,3 MPa, wysokości rozpylania 0,4 m i ustawieniu rozpylonej strugi o kąt 20 stopni natomiast przy wysokości rozpylania 0,7 m oraz tej samej prędkości wiatru najwyższe wartości wskaźnika W_{sor} uzyskano po ustawieniu rozpylacza o kąt 30 stopni.

Bibliografia

- Guler H., Zhu H., Ozkan H.E., Derksen R. C., Yu Y., Krause C.R.** 2007. Spray Characteristics and Drift Reduction Potential with Air Induction and Conventional Flat-Fan Nozzles. Transactions of the ASABE. 50(3). s. 745-754.
- Holownicki R., Doruchowski G.** 2006. Rola techniki opryskiwania w ograniczaniu skażenia środowiska środkami ochrony roślin. Inżynieria Rolnicza. Nr 5. s. 239-247.
- Nuyttens D., De Schampheleire M., Baetens K., Sonck B.** 2007. The Influence of Operator-Controlled Variables on Spray Drift from Field Crop Sprayers. Transactions of the ASABE. 50(4) s. 1129-1140.
- Szewczyk A. G., Wilczok G.** 2007. Teoretyczny i rzeczywisty rozkład opadu rozpylonej strugi dla wybranych parametrów ustawienia rozpylacza. Inżynieria Rolnicza. Nr 8(96). Kraków. s. 265-272.
- Szewczyk A., Wilczok G.** 2008. Teoretyczny opis rozkładu rozpylonej cieczy w warunkach działania czołowego strumienia powietrza. Inżynieria Rolnicza. Nr 5(103). Kraków. s. 299-306.

THE IMPACT OF CHANGE IN PARAMETERS OF ATOMISED STREAM SETTING ON LIQUID FALL UNDER SELECTED FAN ATOMIZER

Abstract. The paper presents results of laboratory tests concerning the impact of change in atomizer parameters and operating conditions on the volume of liquid that falls on surface being sprayed directly under the atomizer. First of all, the research involved examining the impact of atomised stream angle of deflection in longitudinal plane on liquid fall at variable wind velocity and spraying height. In order to determine the volume of liquid falling directly under the atomizer, the researchers determined the ratio of liquid sprayed out during the measurement and the volume of liquid accumulated on the surface, determined by atomised stream width in transverse and longitudinal plane. The volume of this fall is characterised by the so-called fall index W_{sof} , proposed by the author.

Key words: liquid distribution, atomizer setting, liquid fall index

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