

WPLYW KIERUNKU WIATRU NA OPAD ROZPYLONEJ STRUGI CIECZY UŻYTKOWEJ PODCZAS OPRYSKIWANIA PŁASKICH UPRAW POLOWYCH

Antoni Szewczyk, Deta Łuczycka

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych na specjalnie do tego celu skonstruowanym stanowisku. Podstawowym jego elementem był tunel aerodynamiczny wewnątrz, którego rozpylacz wytwarzał rozpyloną strugę ustawianą pod zmiennym kątem w stosunku do kierunku działania strumienia powietrza. Celem przeprowadzonych badań było określenie zależności wpływu zmian kierunku działania strumienia powietrza w stosunku do rozpylonej strugi na wskaźnik opadu rozpylanej cieczy dla wybranego rozpylacza i różnych przyjętych parametrów rozpylania. Uzyskane wyniki wykazały, że strumień powietrza działający z boku na rozpyloną strugę działa korzystnie na charakterystykę opadu rozpylonej cieczy mierzonej wskaźnikiem opadu cieczy.

Słowa kluczowe: rozpylanie, rozpylacz, strumień powietrza, opad cieczy

Wykaz oznaczeń

- α – kąt ustawienia rozpylacza na belce polowej [°],
- ε – kąt między kierunkiem działania strumienia powietrza a płaszczyzna rozpylania [°],
- γ – kąt odchylenia osi rozpylacza od pionu [°],
- h – wysokość rozpylania [m],
- p – ciśnienie cieczy [MPa],
- v – prędkość kropli w osi pionowej [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],
- v_a – prędkość wiatru atmosferycznego [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],
- v_o – prędkość początkowa kropli [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],
- v_p – prędkość wiatru pozornego wynikającego z ruchu opryskiwacza [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],
- v_w – prędkość wiatru względnego [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],
- W_{so} – wskaźnik opadu cieczy [%].

Wprowadzenie

Wiatr działający na rozpyloną strugę ma istotny wpływ na wskaźniki jakości opryskiwania a szczególnie na pokrycie opryskiwanych roślin oraz równomierność rozkładu rozpylonej cieczy na opryskiwanej powierzchni [Szewczyk, Wilczok 2008]. Wiatr również powoduje szkodliwe dla otoczenia zjawisko znoszenia cieczy użytkowej poza miejsce

opryskiwane [Hołownicki 2001; Hołownicki, Doruchowski 2006; Nuyttens i in. 2007; Guler 2007].

W większości prac analizujących proces znoszenia brano pod uwagę jedynie wpływ prędkości wiatru a nie ma opracowań zajmujących się wpływem kierunku działania wiatru w stosunku do rozpylonej strugi w opryskach polowych na stopień znoszenia rozpylonej cieczy. W trakcie opryskiwania najczęściej użytkownik opryskiwacza nie uwzględnia kierunku wiejącego wiatru atmosferycznego musi natomiast wziąć pod uwagę jego prędkość, która zgodnie z obowiązującymi przepisami nie powinna przekraczać $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ [Dziennik Ustaw 2000]. Oczywiście w tzw. uprawach rządowych sposób ruchu agregatu zdeterminowany jest przez kierunek rzędów rosnących roślin. Nie wszystkie rośliny polowe są jednak uprawiane rządowo i nie wszędzie wytycza się tzw. ścieżki technologiczne. Nasuwa się więc pytanie czy w takich przypadkach należałoby wziąć pod uwagę kierunek wiatru przy wykonywaniu zabiegu opryskiwania i czy to nie ma znaczenia dla jakości opryskiwania. W zaleceniach dla praktyki dotyczących sposobu wykonywania zabiegu opryskiwania prawie zawsze pojawia się stwierdzenie, że najlepiej wykonywać zabieg gdy agregat porusza się prostopadle do kierunku wiatru lecz praktycznie nie ma żadnych źródeł naukowych, które by potwierdzały te zalecenia [DPOOR 2007].

Cel badań

Celem przeprowadzonych badań było określenie zależności wpływu zmian kierunku działania strumienia powietrza w stosunku do rozpylonej strugi na wskaźnik opadu rozpylanej cieczy dla wybranego rozpylacza i różnych przyjętych parametrów rozpylania.

Metodyka

Najlepsza sytuacja z punktu widzenia jakości opryskiwania to taka, gdy cała rozpylana ciecz podczas zabiegu opada na opryskiwaną powierzchnię. Każda różnica w tym bilansie może być wynikiem znoszenia cieczy poza obszar opryskiwany oraz zwiększać nierównomierność rozkładu cieczy co pogarsza jakość zabiegu. Dlatego też w prezentowanych badaniach starano się zmierzyć ilość cieczy jaka opadała na opryskiwaną powierzchnię. Do określenia stosunku objętości cieczy opadłej na opryskiwaną powierzchnię do objętości cieczy wypryskanej wykorzystano tzw. wskaźnik opadu cieczy W_{so} obliczony zgodnie z formułą: $W_{so} = \Sigma V_i \cdot V_c^{-1}$ gdzie: ΣV_i jest sumą objętości cieczy zebranych z każdego rowka oddzielnie na całej opryskiwanej powierzchni a V_c jest objętością całej rozpylanej cieczy użytej w danym pomiarze.

Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych na stanowisku przedstawionym na rysunku 1. Podstawowym elementem stanowiska był tunel aerodynamiczny 9 w którym umieszczono rozpylacz 7 w uchwycie umożliwiającym rozpylanie z różnej wysokości oraz ustawienie rozpylonej strugi pod różnym kątem w płaszczyznach pionowych zgodnie ze schematami przedstawionymi na rysunkach 2a i 2b.

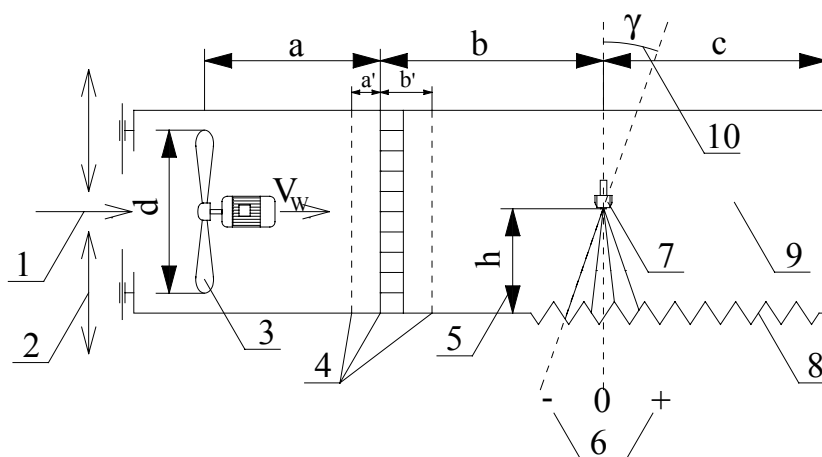
Strumień powietrza wytwarzany przez wentylator osiowy 3 był ujednorodniony przy pomocy prostownicy 4. Prędkość powietrza regulowana była na wlocie poprzez zmianę

przekroju otworu wlotowego. Powierzchnię opryskiwaną stanowił stół rowkowy o podziałce 50 mm. Opadłą na stół rozpyloną ciecz przechwytywano oddzielnie (V_i) z każdego rowka do menzurek o podziałce 2 ml.

Do badań wybrano tzw. standardowy rozpylacz firmy Lechler: ST 11003 oraz zastosowano następujące parametry pracy rozpylacza:

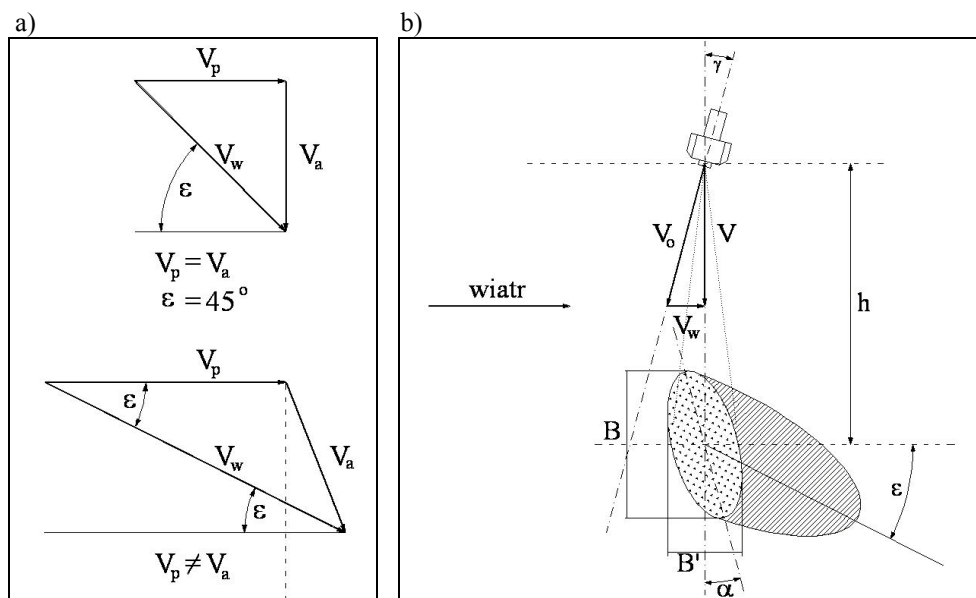
- wysokość pracy $h = 0,5$ m
- ciśnienie cieczy p : 0,3; 0,4; 0,5; [MPa],
- kąt odchylenia rozpylacza od pionu w płaszczyźnie symetrii rozpylonej strugi γ : 0; 10; 20; 30 [$^\circ$],
- kąt działania strumienia powietrza w stosunku do rozpylonej strugi ε : 15; 30; 45 [$^\circ$],
- prędkość strumienia powietrza v_w : 0,0; 1,5; 3,0; 4,5 [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$].

Uzyskane wyniki pomiarów zostały poddane ocenie statystycznej przy wykorzystaniu wieloczynnikowej analizy wariancji.



Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego do badań rozkładu opadu 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, 1 – wlot powietrza, 2 – kierunek ruchu przesłon 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. 1. Diagram of measurement setup used to test distribution of atomised liquid falling in air stream operation conditions: d – blower rotor diameter, a – section before air straightener ($a > 6d$), b – measurement section after straightener, c – measurement section after sprayer, 1 – air inlet, 2 – movement direction for air inlet flaps, 3 – blower, 4 – air stream straightener, 5 – sprayer position height, 6 – marking for sprayed surfaces, 7 – sprayer mounting, 8 – grooved table, 9 – air tunnel



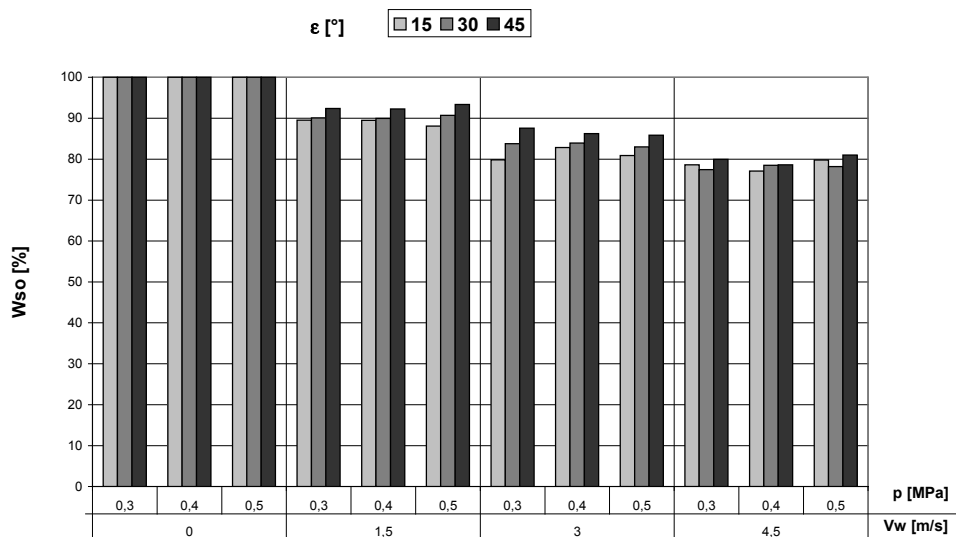
Rys. 2. Układ prędkości wiatru i rozkład opadu rozpylonej cieczy pod wpływem działania wiatru względnego: a) rzut poziomy przewidywanych składowych prędkości strumienia powietrza w trakcie ruchu opryskiwacza; b) rzut pionowy prędkości kropeł rozpylonej strugi i przypuszczalny rozkład opadu cieczy; szerokość śladu rozpylonej strugi: B – w płaszczyźnie prostopadłej, B' – w płaszczyźnie równoległej do kierunku ruchu

Fig. 2. Wind velocity layout and distribution of sprayed liquid falling under the influence of relative wind: a) horizontal projection of expected air stream velocity components during spraying machine run; b) vertical projection of sprayed stream drops velocity and presumable liquid falling distribution; sprayed stream trace width: B – in horizontal plane, B' – in plane parallel to movement direction

Wyniki badań

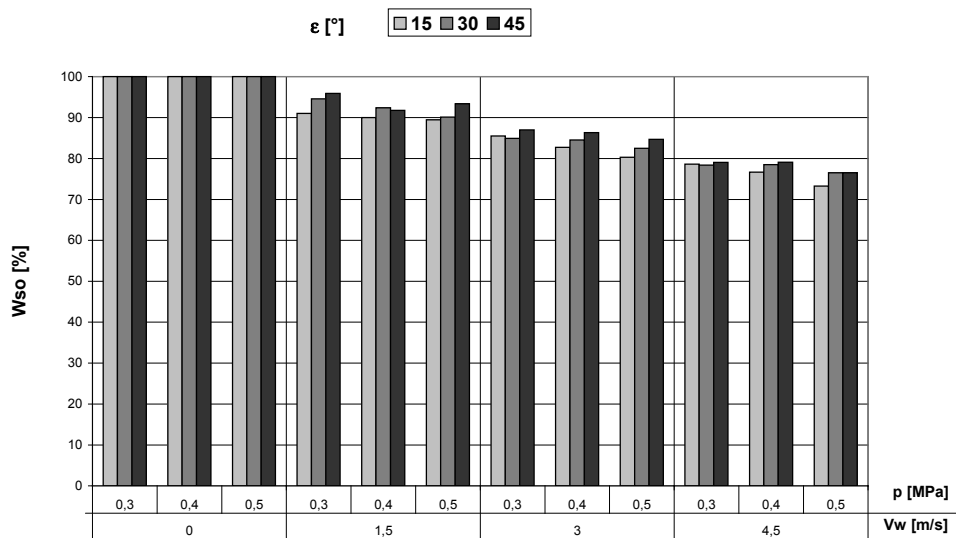
Wyniki badań zostały zilustrowane na rysunkach 3 i 4 natomiast w tabeli 1 zamieszczono wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji. Na rysunku 3 przedstawiono zmianę wskaźnika opadu cieczy W_{so} przy zmianie kąta działania strumienia powietrza w stosunku do rozpylanej strugi dla różnych wartości parametrów rozpylania i pionowym ustawieniu rozpylacza. Jak widać zwiększanie kąta ϵ powoduje wzrost wartości wskaźnika opadu rozpylanej cieczy czyli większy procent rozpylonej cieczy opadł na opryskiwaną powierzchnię. Podobną, zależność, choć bardziej wyraźną, można zaobserwować na rysunku 4. W praktyce oznacza to, że mniej cieczy roboczej zostanie wywiane przez ruch powietrza poza obszar opryskiwany a tym samym, można zakładać, że zmniejszone zostanie zjawisko znoszenia.

Analiza porównawcza obu przedstawionych wykresów prowadzi również do konkluzji, że zakres wpływu zmiany kierunku działania strumienia powietrza zależy także od kąta ustawienia rozpylacza w płaszczyźnie symetrii rozpylonej strugi.



Rys. 3. Wskaźnik opadu cieczy W_{so} dla różnych parametrów rozpylania przy zmianie kąta ϵ i pionowym ustawieniu rozpylacza.

Fig. 3. Liquid falling index W_{so} for different spraying parameters, at angle change ϵ and vertical sprayer position.



Rys. 4. Wskaźnik opadu cieczy W_{so} dla różnych parametrów rozpylania przy zmianie kąta ϵ i ustawieniu rozpylacza pod kątem $\gamma = 10^\circ$

Fig. 4. Liquid falling index W_{so} for different spraying parameters, at angle change ϵ and sprayer position at the angle $\gamma = 10^\circ$

Tabela 1. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji wpływu wybranych parametrów pracy i ustawienia rozpylacza na wskaźnik opadu cieczy W_{so}
 Table 1. Results of multifactor variance analysis for the impact of selected work parameters and sprayer position on liquid falling index W_{so}

| Źródło zmienności i interakcje | Suma kwadratów | Stopnie swobody | Wartość F | Poziom istotności α |
|--------------------------------|----------------|-----------------|-----------|----------------------------|
| ε | 79,62 | 2 | 34,847 | 0,0000 |
| γ | 107,19 | 3 | 31,273 | 0,0000 |
| v_p | 11052,41 | 3 | 3224,611 | 0,0000 |
| p | 22,17 | 2 | 9,701 | 0,0001 |
| $\varepsilon * \gamma$ | 14,21 | 6 | 2,073 | 0,0635 |
| $\varepsilon * v_p$ | 56,99 | 6 | 8,313 | 0,0000 |
| $\varepsilon * p$ | 0,83 | 4 | 0,182 | 0,9471 |
| $\gamma * v_p$ | 113,56 | 9 | 11,044 | 0,0000 |
| $\gamma * p$ | 36,67 | 6 | 5,349 | 0,0001 |
| $v_p * p$ | 23,61 | 6 | 3,444 | 0,0040 |
| Błąd | 109,68 | 96 | | |

Na podstawie uzyskanych wyników wieloczynnikowej analizy wariancji można stwierdzić, że wszystkie parametry rozpylania przyjęte do badań oraz parametry ustawienia rozpylacza takie jak kąty γ i ε miały istotny wpływ (na poziomie $\alpha = 0,05$) na wskaźnik opadu rozpylonej strugi. Nieistotne okazała się jedynie interakcja pomiędzy zmianą kąta działania strumienia powietrza w stosunku do rozpylonej strugi a ciśnieniem cieczy zastosowanym podczas badań.

Podsumowanie

Największą wartość wskaźnika opadu cieczy uzyskano w sytuacji gdy kąt ε określający kierunek strumienia powietrza w stosunku do rozpylonej strugi miał wartość 45° czyli w rzeczywistości wiatr atmosferyczny musiałby wiać prostopadle do ruchu opryskiwacza. Analiza wyników badań potwierdziła zasadność zaleceń specjalistów od techniki ochrony roślin podkreślających, że najbardziej właściwy kierunek ruchu opryskiwacza po chronionej uprawie, ze względu na jakość opryskiwania, to taki gdy wiatr atmosferyczny wieje z boku agregatu a najlepiej prostopadle do jego osi symetrii.

Uzyskane wyniki analizy wariancji pozwalają również na stwierdzenie, że odchylenie rozpylacza w kierunku ruchu agregatu o kąt $\gamma = 10^\circ$ spowodowało istotny wzrost (na poziomie $\alpha = 0,05$) wskaźnika opadu cieczy W_{so} .

Przeprowadzone badania na jednym wybranym rozpylaczu należy traktować jako badania pilotażowe a uzyskane wyniki wskazują na potrzebę prowadzenia dalszych badań w tym zakresie.

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.** 2001. Znoszenie cieczy w opryskiwaniu upraw polowych i sadowniczych. Mat. II Konf. Racjonalna Technika Ochrony Roślin. Skierniewice 23-24 październik. s. 199-207.
- Holownicki R., Doruchowski G.** 2006. Strefy ochronne o zróżnicowanej szerokości są konieczne. Mat. VI Konf. Racjonalna Technika Ochrony Roślin. Skierniewice 4-5 października. s. 90-100.
- 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., Wilczok G.** 2006. Wpływ zmian ustawienia belki polowej w płaszczyźnie podłużnej opryskiwacza na rozkład poprzeczny opadu cieczy. Inżynieria Rolnicza 4. s. 281-287.
- Szewczyk A., Wilczok G.** 2008. Wpływ wiatru na równomierność dystrybucji cieczy użytkowej przy użyciu opryskiwacza polowego. Inżynieria Rolnicza 5(103). s. 307-314.
- Dobra Praktyka Organizacji Ochrony Roślin.** 2007. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa Skierniewice.
- Dziennik Ustaw Nr 11 z 27 stycznia 2004** Pozycja Nr 94 Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 r. o ochronie roślin.

THE IMPACT OF WIND DIRECTION ON FALLING OF ATOMISED UTILITY LIQUID STREAM DURING SPRAYING FLAT FIELD CROPS

Abstract. The tests were carried out in laboratory conditions at a stand specially designed for that purpose. Its basic element was an aerodynamic tunnel, in which sprayer was generating an atomised stream set at variable angle in relation to air stream operation direction. The purpose of the research was to determine relationship between the impact of changes in air stream operation direction related to atomised stream on sprayed liquid falling index for a selected sprayer, and assumed different spraying parameters. Obtained results prove that air stream acting on atomised stream from the side has positive effect on atomised liquid falling characteristics, measured using liquid falling index.

Key words: atomising, sprayer, air stream, liquid falling

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