

COMPARATIVE ANALYSIS OF COVERAGE DEGREE OF OBJECTS SPRAYED WITH SELECTED DOUBLE-STREAM SPRAYERS

Summary

The study presents results of the comparative analysis of two sprayers acting on the basis of the coverage degree of sprayed objects. Two double-stream sprayers differing in sprayed streams setting were selected to research. It was the sprayer IDKT of company Lechler and HiSpeed of company Agrotop. During the tests the sprayer IDKT was deflected from vertical so as to obtain the same setting of spray streams as in the case of sprayer HiSpeed. The aim of this study was to compare the degree of coverage of objects sprayed at the same setting of sprayed streams of both sprayers. Comparative analysis of the results of two sprayers selected for studies did not show a large diversity of sprayed objects coverage.

Key words: double-stream sprayer, comparison of sprayers, fall liquid, coverage degree

ANALIZA PORÓWNAWCZA STOPNIA POKRYCIA OPYSKIWANYCH OBIEKTÓW WYBRANYMI ROZPYLACZAMI DWUSTRUMIENIOWYMI

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki analizy porównawczej działania dwóch rozpylaczy na podstawie analizy stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów. Do badań wybrano dwa rozpylacze dwustrumieniowe różniące się ustawieniem rozpylonych strug. Były to rozpylacze IDKT firmy Lechler i HiSpeed firmy Agrotop. Podczas badań rozpylacz IDKT odchyłono od pionu tak, by uzyskać identyczne ustawienie rozpylonych strug jak w przypadku rozpylacza HiSpeed. Celem badań było porównanie stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów przy takim samym ustawieniu rozpylonych strug obu rozpylaczy. Analiza porównawcza uzyskanych wyników obu wybranych do badań rozpylaczy nie wykazała dużego zróżnicowania stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów.

Słowa kluczowe: rozpylacz dwustrumieniowy, porównanie rozpylaczy, opad cieczy, stopień pokrycia

1. Wprowadzenie

Skuteczność działania środków ochrony roślin w dużej mierze zależy od stopnia pokrycia chronionych roślin cieczą opryskową. Na podstawie stopnia pokrycia można dokonać oceny poprawności doboru parametrów roboczych opryskiwacza, tak w przypadku opryskiwaczy polowych jak i sadowniczych. W wielu publikacjach naukowych i popularno-naukowych podkreśla się znaczenie wiedzy na temat stopnia pokrycia podczas opryskiwania w zmiennych warunkach zewnętrznych oraz przy różnych nastawach opryskiwacza [7, 11, 13, 15, 19]. Mimo że temu zagadnieniu poświęcono wiele prac badawczych, problem ten nie został całkowicie wyjaśniony [2, 9, 16].

Podstawowe znaczenie ma sposób określania rozłożenia cieczy użytkowej na opryskiwanych roślinach. Jedną z metod służących do określania stopnia pokrycia i równomierności rozkładu jest zastosowanie próbników w postaci papierków wodo czułych [3, 4, 5, 6, 10, 17, 18, 20]. Stopień pokrycia oceniano najczęściej za pomocą komputerowej analizy obrazu. Jest to metoda, jak stwierdza wielu badaczy, bardzo praktyczna i dość dokładna.

W licznych pracach badawczych podkreśla się wagę tego parametru jako wskaźnika jakości opryskiwania, który uzależniony jest m.in. od właściwego doboru rozpylaczy. Wysoki stopień pokrycia opryskiwanych roślin zapewniłby użytkownikom opryskiwaczy najlepsze efekty zabiegów dokonywanych w określonych warunkach pogodowych, nie zawsze sprzyjających opryskiwaniu [1, 11, 12, 14].

Duże znaczenie dla jakości i wydajności zabiegów ma prędkość robocza opryskiwacza. Im wyższa prędkość tym

większa wydajność i tym samym krótszy czas zabiegu, często decydujący o skuteczności zwalczania agrofagów. Prędkość roboczą należy bezwzględnie dostosować do warunków panujących w trakcie wykonywania zabiegu. Zbyt wysoka prędkość (ponad 8 km/godz.), oprócz innych zagrożeń, powoduje zwiększenie niebezpieczeństwa znoszenia wywołane większym tzw. wiatrem pozornym powodującym miejscowe zawirowania powietrza i odchylenie rozpylonej strugi ku tyłowi. W takim przypadku należałoby zastosować rozpylacze antyznoszeniowe, jakimi niewątpliwie są rozpylacze eżektorowe. Nie zawsze jest to rozwiązanie wystarczające i praktycznie trzeba się liczyć z mniejszym stopniem pokrycia opryskiwanych roślin [7, 8].

Gdy prędkość wiatru wzrasta w trakcie opryskiwania, to prędkość roboczą zaleca się odpowiednio zmniejszyć lub zastosować rozpylacze nie tylko wytwarzające krople odporne na znoszenie, ale dodatkowo przystosowane do wykonywania opryskiwania przy zwiększonych prędkościach roboczych. Są to przede wszystkim rozpylacze eżektorowe dwustrumieniowe o niesymetrycznym ustawieniu rozpylonych strug. O zaletach takiego rozwiązania przekonują w swoich prospektach producenci tych rozpylaczy. Nasuwa się pytanie - czy jest to skuteczny sposób zmniejszający negatywny wpływ zwiększonej prędkości opryskiwania na jakość zabiegu, gdy rolnik dysponuje tradycyjnym opryskiwaczem polowym bez pomocniczego strumienia powietrza? Może łatwiej i taniej byłoby wykorzystać dwustrumieniowe rozpylacze eżektorowe odpowiednio ustawione w stosunku do kierunku jazdy opryskiwacza. Analiza tego zagadnienia była inspiracją do przeprowadzenia badań, których wyniki i ich ocena są treścią niniejszego artykułu.

2. Cel badań

Celem badań było porównanie stopnia pokrycia cieczą obiektów opryskiwanych wybranymi eżektorowymi rozpylaczami dwustrumieniowymi w warunkach zwiększonej prędkości opryskiwania.

3. Metodyka badań

Do badań wybrano rozpylacz IDKT zalecany do stosowania z prędkościami najczęściej wykorzystywanymi podczas opryskiwania upraw polowych oraz HiSpeed rekomendowany przez producenta do opryskiwania roślin przy zwiększonych prędkościach jazdy. Wybrane do badań rozpylacze pokazano na rys. 1 i 2.

Na rys. 1 przedstawiono rozpylacz dwustrumieniowy firmy Agrotop o niesymetrycznym ustawieniu rozpylonych strug, przystosowany do wykonywania opryskiwania przy zwiększonej prędkości jazdy z takim ustawieniem strug w stosunku do kierunku jazdy, jaki zastosowano podczas badań.



Źródło / Source: www.agrotop.com

Rys. 1. Rozpylacz HiSpeed 110-03

Fig. 1. Nozzle HiSpeed 110-03



Źródło / Source: www.lechler.agro.pl

Rys. 2. Rozpylacz IDKT 120-03

Fig. 2. Nozzle IDKT 120-03

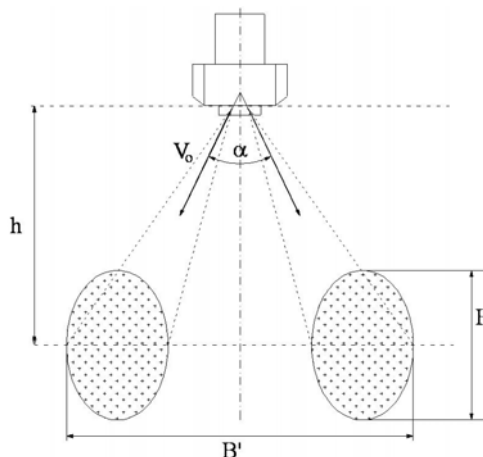
Rys. 2 przedstawia standardowy dwustrumieniowy rozpylacz eżektorowy firmy Lechler o symetrycznym ustawieniu rozpylonych strug. W związku z symetrycznym ustawieniem rozpylonych strug ustawienie tego rozpylacza na belce w stosunku do kierunku jazdy nie odgrywa istotnej roli.

Do badań przyjęto następujące parametry pracy rozpylaczy:

- ciśnienie cieczy: 0,2; 0,3; 0,4 MPa,
- prędkość opryskiwania: 1,94; 2,78; 3,33 m·s⁻¹,
- kąt wychylenia rozpylacza IDKT: $\gamma = 20^\circ$,
- wysokość ustawienia: 0,5 m.

Dawki cieczy odpowiednie dla przyjętego w badaniach ciśnienia cieczy i odpowiadającego temu ciśnieniu natężenie wypływu z rozpylaczy oraz zastosowanych w trakcie eksperymentu prędkości opryskiwania podano w tab. 1. Dane te są niezbędne przy ocenie porównawczej stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów.

Na rys. 3-5 pokazano przypuszczalne ślady, jakie teoretycznie pozostawiłyby rozpylane strugi na opryskiwanej powierzchni bezpośrednio pod rozpylaczem. W przypadku rozpylacza o symetrycznym ustawieniu rozpylonych strug zastosowano dwie pozycje ustawienia rozpylacza – pionową i odchyloną o kąt 20 stopni w kierunku jazdy opryskiwacza. Pozycja odchylona rozpylacza IDKT (rys. 4) umożliwia uzyskanie wprost identycznego rozkładu rozpylanej cieczy, jak w przypadku rozpylacza HiSpeed (rys. 5).



Źródło: opracowanie własne / Source: Own study

Rys. 3. Teoretyczna powierzchnia opadu rozpylanej cieczy rozpylaczem IDKT przy pionowym ustawieniu, gdzie: h – wysokość opryskiwania, v – prędkość początkowa kropli, α – kąt rozstawu rozpylonych strug, B' – szerokość opadu rozpylanej cieczy strug w płaszczyźnie podłużnej, B – szerokość opadu w płaszczyźnie poprzecznej

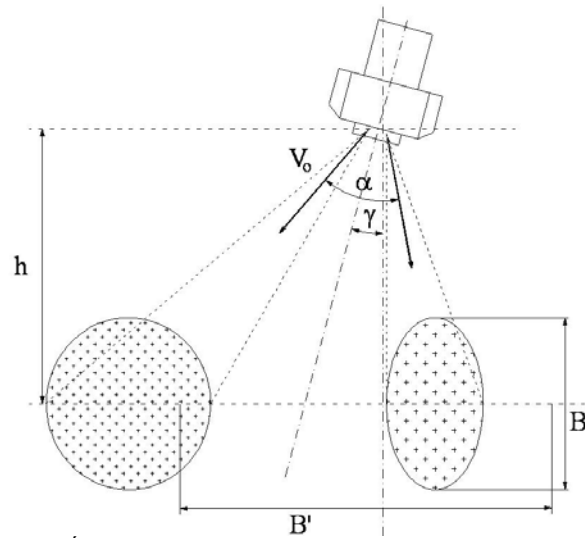
Fig. 3. Theoretical fall surface of liquid sprayed with IDKT at vertical position, where: h - height of spraying, v - initial speed drops, α - angle spacing of spray streams, B' - the width of fall of sprayed liquid streams in longitudinal plane, B - width of fall in transverse plane

Tab. 1. Dawka cieczy przy zmianie prędkości opryskiwania [l·ha⁻¹]

Table 1. The dose of liquid spray with a velocity change [l·ha⁻¹]

Rozpylacz HiSpeed 110-03	Ciśnienie cieczy [MPa]	Natężenie wypływu z rozpylacza [l·ha ⁻¹]	Prędkość opryskiwania [m·s ⁻¹]		
			1,94	2,78	3,33
IDKT 120 – 03	0,2	0,98	168	118	98
IDKT 120 – 03	0,3	1,18	202	141	118
IDKT 120 – 03	0,4	1,39	238	167	139

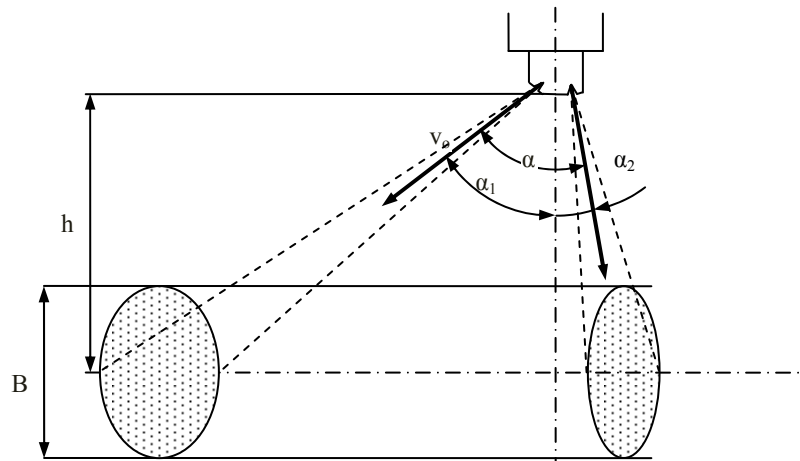
Źródło: opracowanie własne / Source: Own study



Źródło: opracowanie własne / Source: Own study

Rys. 4. Teoretyczny rozkład opadu rozpylanej cieczy rozpylaczem IDKT po odchyleniu rozpylacza o kąt $\gamma = 20^\circ$. Pozostałe oznaczenia jak na rys. 3

Fig. 4. Theoretical fall distribution of liquid sprayed with IDKT when atomizer was deflected by angle $\gamma = 20^\circ$. Remaining symbols as in figure 3



Źródło: opracowanie własne / Source: Own study

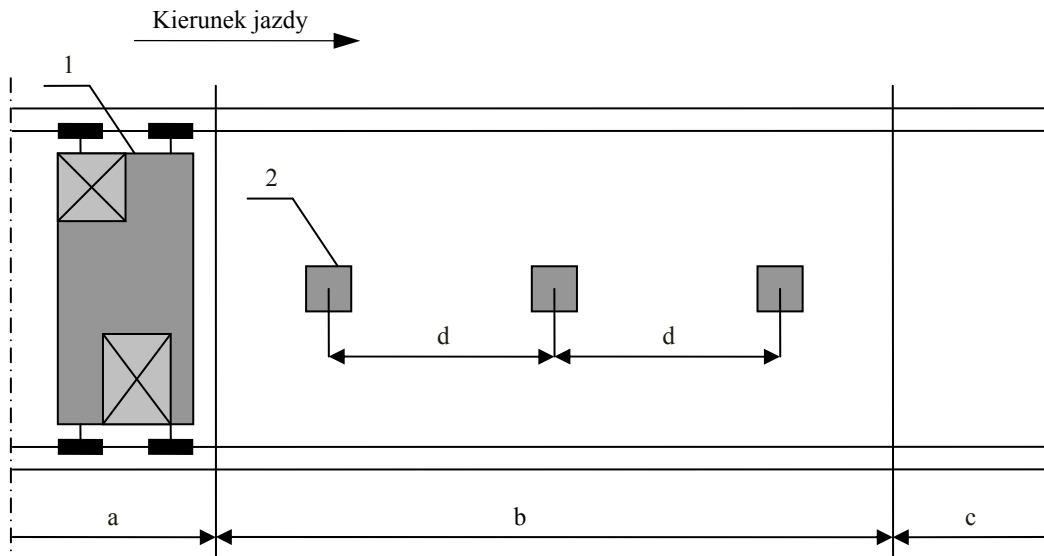
Rys. 5. Teoretyczny rozkład opadu rozpylanej cieczy rozpylaczem HiSpeed ($\alpha_1 = 50^\circ$, $\alpha_2 = 10^\circ$, $\alpha = 60^\circ$). Pozostałe oznaczenia jak na rys. 3

Fig. 5. Theoretical fall distribution of liquid sprayed with HiSpeed ($\alpha_1 = 50^\circ$, $\alpha_2 = 10^\circ$, $\alpha = 60^\circ$) when atomizer was deflected by angle $\gamma = 20^\circ$. Remaining symbols as in figure 3



Źródło: [19] / Source: [19]

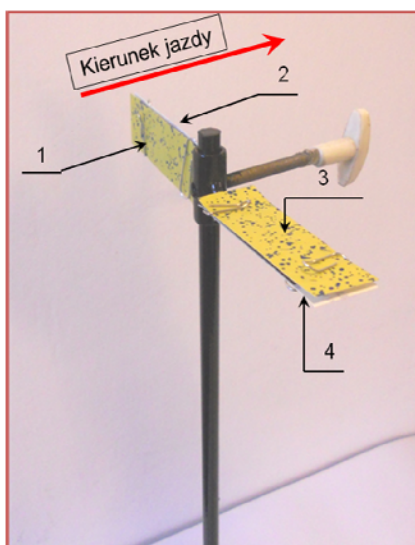
Rys. 6. Widok ogólny stanowiska: 1 – sztuczna roślina, 2 – rolka prowadząca, 3 – koło bieżące 4 – nośnik rozpylaczy
Fig. 6. General view of measurement site: 1 – artificial plant, 2 – guide roll, 3 – road wheel, 4 – atomizers' carrier



Źródło: opracowanie własne / Source: Own study

Rys. 7. Schemat stanowiska pomiarowego do badań stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów: a – odcinek rozbiegowy, b – odcinek pomiarowy, c – odcinek końcowy, d – odległość pomiędzy sztucznymi roślinami, 1 – nośnik rozpylaczy, 2 – sztuczna roślina
 Fig. 7. The scheme of the test stand for measuring the coverage degree of sprayed objects: a – warming-up section, b – measurement section, c – end section, d – distance between the artificial plants, 1 – atomizers' carrier, 2 – the artificial plants

Pomiary wykonano na stanowisku pokazanym na rys. 6, zgodnie z metodyką opisaną przez Szewczyka [19]. Schemat przemieszczania się nośnika rozpylaczy pokazano na rys. 7, natomiast rozmieszczenie i usytuowanie opryskiwanych obiektów wyjaśniono na rys. 8.



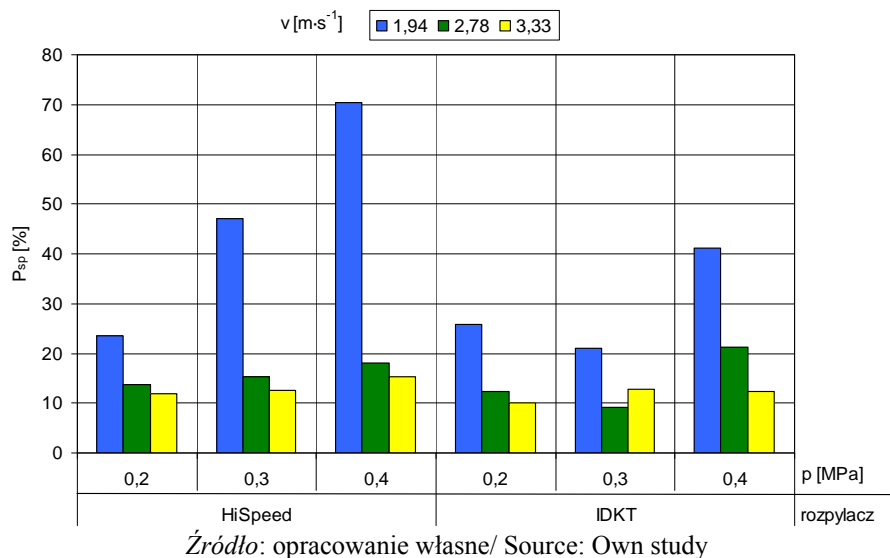
Źródło: opracowanie własne / Source: Own study

Rys. 8. Widok sztucznej rośliny z zaznaczonymi opryskiwanymi obiektami: 1 – pionowy najazdowy (A_{nj}), 2 – pionowy odjazdowy (A_{oj}), 3 – poziomy górny (A_{pog}), 4 – poziomy dolny (A_{pod})
 Fig. 8. View of an artificial plant with attached objects: 1 – vertical overrun (A_{nj}), 2 – vertical departure (A_{oj}), 3 – horizontal upper (A_{pog}), 4 – horizontal bottom (A_{pod})

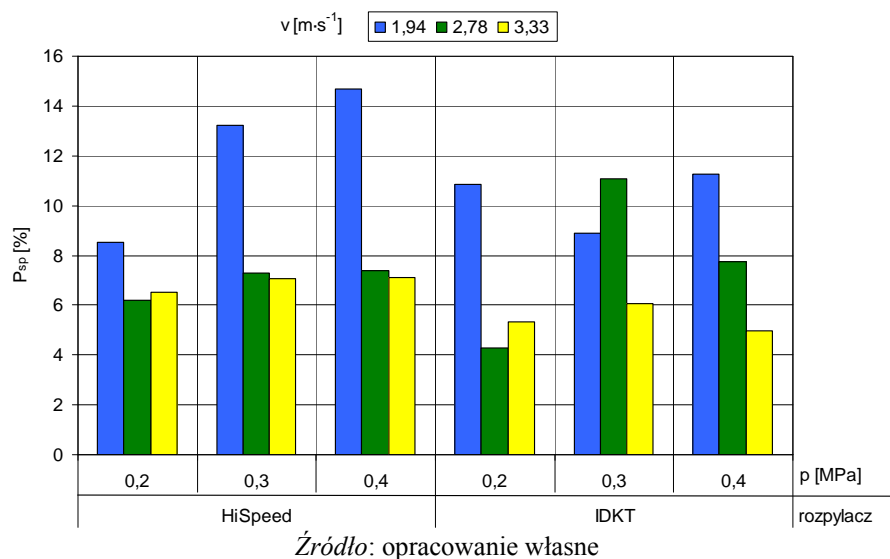
4. Wyniki badań

Wyniki pomiarów zostały zilustrowane na rys. 9-11. Przedstawiono na nich porównanie stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów oznaczonych w metodyce jako poziome górne i dolne, pionowe najazdowe i pionowe odjazdowe.

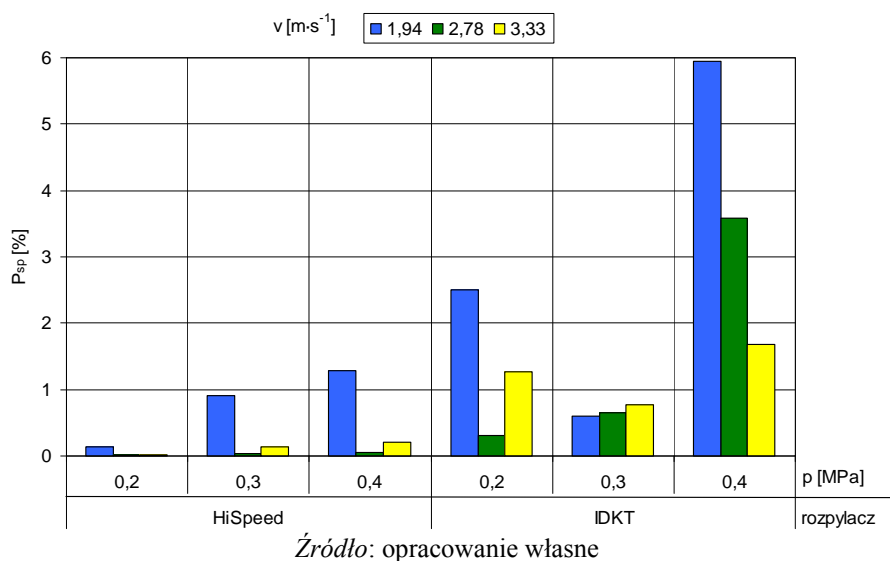
Na wykresach słupkowych pokazano wielkość pokrycia dla obu badanych rozpylaczy przy stałym ciśnieniu cieczy i różnej prędkości opryskiwania. Zgodnie z danymi przedstawionymi w tab. 1 wzrost ciśnienia cieczy przy tej samej prędkości skutkuje zwiększeniem dawki cieczy opryskowej na opryskiwaną powierzchnię. W przypadku badań pokrycia większa dawka powinna się przejawiać zdecydowanym zwiększeniem stopnia pokrycia. Taka modelowa sytuacja wystąpiła jedynie w przypadku opryskiwania obiektów poziomych. Przedstawiona zależność potwierdziła się również w przypadku oceny stopnia pokrycia dla rozpylacza HiSpeed na wszystkich opryskiwanych obiektach. Natomiast przy ocenie stopnia pokrycia z zastosowaniem rozpylacza IDKT, sytuacja okazała się mniej jednoznaczna. W tym przypadku nie widać na wykresach tak wyraźnej zależności stopnia pokrycia od zastosowanej dawki cieczy. Dla tego rozpylacza wpływ prędkości i ciśnienia na stopień pokrycia kształtował się odmiennie. Dla wszystkich opryskiwanych obiektów najniższy stopień pokrycia uzyskano przy prędkości $1,94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i ciśnieniu $0,3 \text{ MPa}$, choć logicznie wydawałoby się, że najmniejsze pokrycie powinno wystąpić dla tej prędkości opryskiwania przy ciśnieniu $0,2 \text{ MPa}$. W odróżnieniu od rozpylacza HiSpeed zmniejszenie dawki nie powodowało automatycznie zmniejszenia stopnia pokrycia, lecz przeciwnie, w niektórych przypadkach przy zwiększonej prędkości uzyskano wzrost stopnia pokrycia (obiekty A_{nj} i A_{oj} przy ciśnieniu $0,3 \text{ MPa}$). Analiza wyników badań wykazała, że w przypadku rozpylacza HiSpeed przystosowanego do wykonywania opryskiwania przy zwiększonych prędkościach pracy, zwiększenie prędkości od $2,78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ do $3,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (zakres wyższych prędkości opryskiwania) skutkowało tym, że spadek stopnia pokrycia nie był już tak wyraźny, jak w sytuacji zmiany prędkości opryskiwania z $1,94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (7 km h^{-1}) (najczęściej stosowanej prędkości opryskiwania w opryskach polowych) do $2,78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (10 km h^{-1}), (uważanej już za zwiększoną prędkość opryskiwania). Widać to wyraźnie na każdym prezentowanym wykresie w przypadku wszystkich opryskiwanych obiektów.



Rys. 9. Porównanie stopnia pokrycia dla obiektów poziomych (A_{po})
 Fig. 9. Comparison of a coverage degree for horizontal objects (A_{po})



Rys. 10. Porównanie stopnia pokrycia dla obiektów pionowych najazdowych (A_{nj})
 Fig. 10. Comparison of a coverage degree for vertical objects (A_{nj})



Rys. 11. Porównanie stopnia pokrycia dla obiektów pionowych odjazdowych (A_{oj})
 Fig. 11. Comparison of a coverage degree for departure vertical objects (A_{oj})

5. Podsumowanie

Analiza uzyskanych wyników badań wykazała, że stopień pokrycia poszczególnych opryskiwanych obiektów przy zastosowaniu wybranych do badań rozpylaczy i przyjętych ustawień nie jest na tyle zróżnicowany, by można było jednoznacznie wskazać, który z wybranych rozpylaczy wykazywał się lepszymi cechami użytkowymi, biorąc pod uwagę stopień pokrycia opryskiwanych obiektów.

Porównanie stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów – poziomych górnego i pionowego najazdowego wskazało, że nieznacznie lepsze wyniki uzyskano stosując rozpylacz HiSpeed, natomiast analiza porównawcza stopnia pokrycia obiektu pionowego odjazdowego wykazała, że zdecydowanie lepsze rezultaty przyniosło zastosowanie rozpylacza IDKT.

Przy ocenie stopnia pokrycia obiektów określanych w metodyce badań jako poziome dolne nie stwierdzono śladów pokrycia tych obiektów w przypadku obu wybranych do badań rozpylaczy dwustrumieniowych.

6. Bibliografia

- [1] Butler Ellis M.C., Swan T., Miler P.C.H., Waddelow S., Bradley A. Tuck C.R.: Design Factors affecting Spray Characteristics and Drift Performance of Air Induction Nozzles. *Biosystems Engineering*, 2002, 82(3), 289-296.
- [2] Cross J.V., Berrie A.M.: Spray Deposits and efficacy of a Tunnel sprayer at three volume rates (50, 100, 200 l/ha) in comparison with an axial Fan sprayer (50 l/ha) on Apple. *A.N.P.P.-B.C.P.C. Strasbourg*, 1993, 273–280.
- [3] Crowe G., Downey T.D., Ken Giles D., Slougher D.C.: An Electronic Sensor to Characterize Transient Response of Nozzle Injection for Pesticide Spraying. *Transactions of the ASAE*, 2005, 48(1), 73-82.
- [4] Crowe T.G., Downey D., Giles D.K. Digital Device and Technique for Sensing Distribution of Spray Deposition. *Transaction of the ASAE*, 2005, 48(6), 2085-2093.
- [5] Derksen R.C., Frantz J., Ranger C.M., Locke C., Zhu H., Krause C.R.: Comparing Greenhouse Handgun Delivery to Poinsettias by Spray Volume and Quality. *Transaction of the ASABE*, 2008, 51(1), 27–35.
- [6] Fietsam J.F.W., Young B.G., Steffen R.W.: Differential Response of Herbicide Drift Reduction Nozzles to Drift Control Agents with Glyphosate. *Trans. of the ASAE*, 2004, 47(5), 1405-1411.
- [7] Foque D., Nuyttens D.: Effects of nozzle type and spray angle on spray deposition in ivy pot plants. *Pest Management Science*, 2011, 67(2), 199-208.
- [8] Ganzelmeier H., Nordmeyer H. Innovationen in der Applikationstechnik. In: Tiedemann A., Heitefuss R., Feldmann F.: *Pflanzenproduktion im Wandel- Wandel im Pflanzenschutz*. Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig, Germany, 2008. ISBN 978-3-941261-00-6, 138-149.
- [9] Godyń A., Hołownicki R., Doruchowski G.: Ocena rozkładu cieczy opryskowej w sadzie jabłoniowym wykonana za pomocą papieru wodnoczułego. *Inżynieria Rolnicza*, 2008, 4(102), 299-305.
- [10] Hołownicki R., Doruchowski G., Świechowski W., Jaeken P.: Methods of Evaluation of Spray Deposit and Coverage on Artificial Targets. *Electronic J. Polish Agric. Universities*, 2002, 5(1). Ser. Agric. Eng. (www.ejpau.media.pl)
- [11] Hołownicki R.: System automatycznej zamiany typu rozpylacza w zależności od prędkości wiatru dla opryskiwaczy polowych i sadowniczych. *Racjonalna technika ochrony roślin. Mat. Konf.*, 2003, 165-175.
- [12] Koszel M., Sawa J.: Wpływ parametrów pracy rozpylaczy płaskostrumieniowych na spektrum śladu kropel. *Inżynieria Rolnicza*, 2006, 5 (80), 313-319.
- [13] Langenakens J.J., Ramon H., De Beardemaeker J.: A Model for Measuring the Effect of Tire Pressure and Driving Speed on Horizontal Sprayer Boom Movements and Spray Pattern. *Transaction of the ASAE*, 1995, 38 (1), 65-72.
- [14] Nuyttens D., Baetens K., De Schamphelleieand M, Sonck B.: Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. *Biosystems Engineering*, 2007, 97(3), 333-345.
- [15] Rowiński R. S.: Kwestie standaryzacji metod w badaniach nad znośzeniem. *Materiały konferencyjne. Racjonalna technika ochrony roślin. Skierniewice*, 2002, s. 94-103.
- [16] Sánchez-Hermosilla J., Rincón V. J., Páez F., Fernández M. 2012. Comparative spray deposits by manually pulled trolley sprayer and a spray gun in greenhouse tomato crops. *Crop Protection*. Nr 31. 119-124.
- [17] Szewczyk A., Wilczok G.: Teoretyczny i rzeczywisty rozkład cieczy dla wybranych parametrów ustawienia rozpylacza. *Inżynieria Rolnicza*, 2007, 9 (96), 265-271.
- [18] Szewczyk A., Wilczok G.: Teoretyczny opis rozkładu rozpylonej cieczy w warunkach działania czołowego strumienia powietrza. *Inżynieria Rolnicza*, 2008, 5(103), 292-299.
- [19] Szewczyk A. Analiza ustawienia, parametrów i warunków pracy rozpylacza w aspekcie jakości opryskiwania upraw polowych. *Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu*, 2010. ISSN 1898-151.
- [20] Womac A.R., Smith C.W., Mulrooney J.E.: Foliar Spray Banding Characteristics. *Transaction of the ASAE*, 2004, 47(1), 37-44.