

PORÓWNANIE STOPNIA POKRYCIA OBIEKTÓW OPRYSKIWANYCH WYBRANYMI ROZPYLACZAMI EŻEKTOROWYMI – JEDNO- I DWUSTRUMIENIOWYM

*Antoni Szewczyk, Deta Łuczycza, Beata Cieniawska, Gracjan Rojek
Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

Streszczenie. W opracowaniu przedstawiono wyniki badań porównawczych stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów przy użyciu rozpylaczy eżektorowych: jednostrumieniowego (AVI 11002) i dwustrumieniowego (AVI TWIN 11002). Pomiary przeprowadzono przy dwóch prędkościach roboczych agregatu, trzech ustawieniach rozpylaczy i stałej dawce cieczy. Badania wykonano w warunkach laboratoryjnych. Użyto nośnika rozpylaczy, symulującego pracę opryskiwacza polowego. W doświadczeniu zastosowano papierki wodnoczułe, zamocowane na trzech sztucznych roślinach, rozstawionych w 3-metrowych odstępach. Próbniki założone na sztuczne rośliny tworzyły obiekty oznaczone jako: poziomy górny (A_{pog}), poziomy dolny (A_{pod}), pionowy najazdowy (A_{nj}) oraz pionowy odjazdowy (A_{oj}). Po wykonaniu pomiaru papierki poddano komputerowej analizie obrazu w celu określenia stopnia pokrycia, wartości przedstawiono na wykresach słupkowych. Wyniki poddano wieloczynnikowej analizie wariancji, która wykazała, że zastosowany rozpylacz i prędkość agregatu istotnie wpłynęły na stopień pokrycia obiektów poziomych górnych, nie stwierdzono natomiast, w tym przypadku, istotnego wpływu kąta ustawienia rozpylaczy. Wszystkie przyjęte do badań parametry pracy rozpylaczy istotnie wpłynęły na pokrycie obiektów pionowych. Wyższe wartości stopnia pokrycia obiektów pionowych zaobserwowano dla rozpylacza dwustrumieniowego, natomiast w przypadku obiektu poziomego górnego dla rozpylacza jednostrumieniowego. Na obiektach oznaczonych jako poziome dolne nie odnotowano zauważalnego pokrycia opryskiwaną cieczą.

Słowa kluczowe: rozpylacz, stopień pokrycia, parametry opryskiwania, dawka cieczy

Wstęp

Priorytetem stosowania chemicznej metody ochrony roślin jest zapewnienie wysokiej jakości plonów, z zachowaniem dbałości o środowisko naturalne, bezpieczeństwo operatorów wykonujących zabiegi z udziałem pestycydów oraz konsumentów [Szewczyk 2010]. Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat obserwuje się ewolucję w dziedzinie techniki ochrony roślin. Polega ona głównie tendencji do wykorzystania elementów rolnictwa pre-

czyjnego w procesie opryskiwania, jak również ograniczeniu emisji środków ochrony roślin do środowiska [Ganzelmeier, Nordmeyer 2008; Wachowiak i in. 2010]. Bardzo ważnym aspektem wykonywania zabiegów ochrony roślin jest dążenie do wzrostu wydajności opryskiwacza, co jest uzyskiwane nie tylko poprzez zwiększenie szerokości roboczej belki polowej, ale coraz częściej przez zastosowanie wyższych prędkości jazdy [Weymann 2009]. W tym celu firmy produkujące rozpylacze rekomendują niektóre swoje produkty jako rozpylacze umożliwiające wykorzystanie większych prędkości roboczych [Agrotop Spray Technology]. Istnieje zatem potrzeba badania rozpylaczy tradycyjnych pod kątem możliwości wykorzystania ich do pracy w warunkach stosowania wyższych prędkości roboczych.

Szereg wyników badań z zakresu techniki ochrony roślin wskazuje, iż zastosowany rozpylacz ma bezpośredni wpływ na jakość procesu opryskiwania. Materiał, konstrukcja oraz jego wykonanie, ponadto dobór pod względem rodzaju, rozmiaru i parametrów pracy mają wpływ na jakość pracy rozpylacza i na stopień oraz równomierność pokrycia opryskiwanych roślin [Nowakowski 2007]. Szczególnie ważny jest wybór odpowiedniego rozpylacza do panujących warunków pogodowych (przede wszystkim prędkości wiatru), rodzaju zabiegu, zastosowanego środka ochrony roślin, jak również dawki cieczy użytkowej.

Wielu badaczy podkreśla, iż skuteczność środków ochrony roślin zależy m.in. od: stopnia pokrycia opryskiwanych powierzchni, naniesienia preparatu oraz równomierności rozkładu opadu cieczy [Zhu i in. 2002; Godyń i in. 2008]. Metoda wykorzystująca analizę stopnia pokrycia opryskiwanych powierzchni jest najprostszą i najszybszą oceną jakości pracy opryskiwaczy. Najczęściej stosowane są próbki w postaci papierków wodnoczulych, które następnie oceniane są za pomocą komputerowej analizy obrazu [Hołownicki, Doruchowski 2006; Szewczyk i in. 2011].

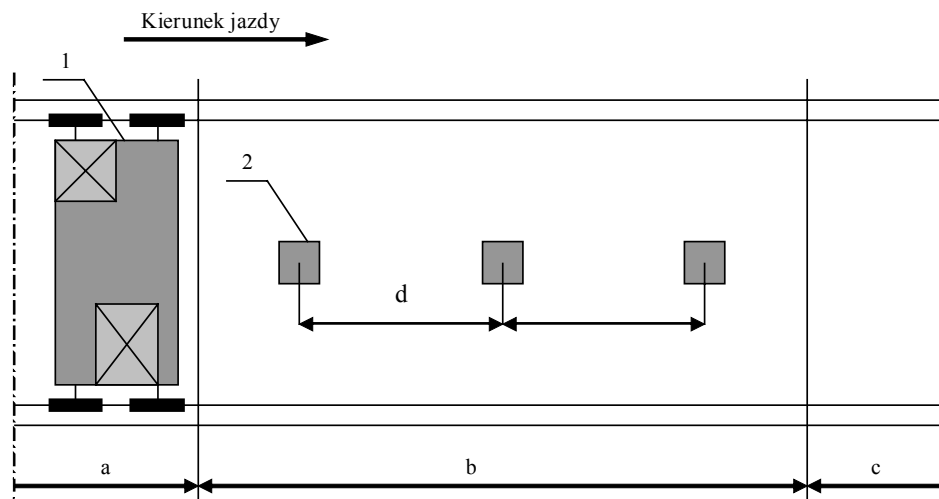
Duży wybór oferowanych rozpylaczy utrudnia prawidłowy wybór rozpylacza stosownie do warunków eksploatacyjnych. W związku z tym w Instytucie Inżynierii Rolniczej UP we Wrocławiu przeprowadzono badania zwiększające zakres informacji w tej dziedzinie.

Cel badań

Celem pracy było porównanie stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów przy użyciu rozpylaczy eżektorowych – jedno- i dwustrumieniowego z zachowaniem stałej dawki cieczy na hektar.

Metodyka badań

Badania przeprowadzono w Instytucie Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, na stanowisku przeznaczonym do badań stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów. Rysunek 1 przedstawia schemat stanowiska pomiarowego, którego zasadniczą częścią był nośnik rozpylaczy. Na trasie przejazdu nośnika ustawiono 3 sztuczne rośliny, rozmieszczone w 3-metrowych odstępach, co pozwoliło na wykonanie doświadczenia w 3 powtórzeniach. Droga, jaką pokonywał nośnik, składała się z odcinka robiegowego (służącego do uzyskania zadanej prędkości jazdy), odcinka pomiarowego oraz odcinka końcowego, umożliwiające wytracenie prędkości i zatrzymanie nośnika.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. 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. 1. Schematic representation of the measurement stand for research on the coverage degree of the sprayed objects: a – run line, b – a measurement line, c – ending line, d – distance between artificial plants, 1 – sprayers carrier, 2 – an artificial plant

Nośnik rozpylaczy (rys. 2) składa się z układu cieczowego, który odpowiada za uzyskanie i utrzymanie stałego ciśnienia roboczego, a także układu jezdnego, umożliwiającego poruszanie się nośnika. Do rejestracji prędkości wiatru pozornego, wynikającego z ruchu agregatu, wykorzystano anemometr. Konstrukcja nośnika umożliwia wybórżądanego kąta ustawienia rozpylaczy γ w płaszczyźnie pionowej, równoległej do kierunku jazdy. Do badań przyjęto 3 wartości kąta γ : 20° (rozpylacz odchylony zgodnie z kierunkiem jazdy), 0° (ustawienie nominalne rozpylacza), -20° (rozpylacz odchylony przeciwnie do kierunku jazdy). Belka polowa ustawiona była na wysokości zalecanej – 0,5 m nad opryskiwanymi obiektami.

Zmiana prędkości pracy następowała poprzez ustawienie odpowiedniej wartości na przetworniku częstotliwości. Dla prędkości jazdy równej $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ częstotliwość wynosiła 12,5 Hz, natomiast dla prędkości $4,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ – 49 Hz. Pomiar prędkości następował na 10 metrowym odcinku pomiarowym, gdzie mierzono czas przejazdu stoperem włączanym i wyłączanym za pomocą czujnika krańcowego.

Dawkę cieczy użytkowej dla wszystkich kombinacji ustalono na $240 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wielkość dawki wynikała z zastosowanego rozmiaru rozpylaczy, ciśnienia cieczy roboczej (0,3 MPa) i zaleceń producenta. Aby utrzymać dawkę na stałym poziomie dla prędkości jazdy $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, wykonywano jeden przejazd nośnika rozpylaczy, natomiast dla prędkości $4,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ stosowano 4 przejazdy nad badanymi obiektami.



Źródło: opracowanie własne

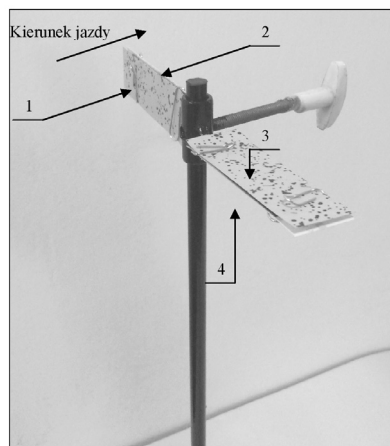
Rys. 2. Widok ogólny nośnika rozpylaczy: 1 – układ cieczowy, 2 – układ jezdny, 3 – anemometr
Fig. 2. General view of sprayers carrier: 1 – liquid system, 2 – drive system, 3 – anemometer

Na rysunku 3 przedstawiono zdjęcie sztucznej rośliny, którą użyto do badań. Umieszczono na niej papierki wodnoczułe, które stanowią obiekty opryskiwane, oznaczone jako: pionowy najazdowy, pionowy odjazdowy, poziomy górny i poziomy dolny.

Do doświadczeń użyto rozpylaczy eżektorowych: jednostrumieniowego AVI 11002 oraz dwustrumieniowego AVI TWIN 11002 firmy Albus.

Określenie stopnia pokrycia badanych obiektów polegało na analizie komputerowej papierków wodnoczułych pokrytych cieczą opryskową za pomocą programu Adobe Photoshop CS3 Extended. Na rysunku 4 przedstawiono przykładowy widok ekranu programu podczas odczytu pomiaru.

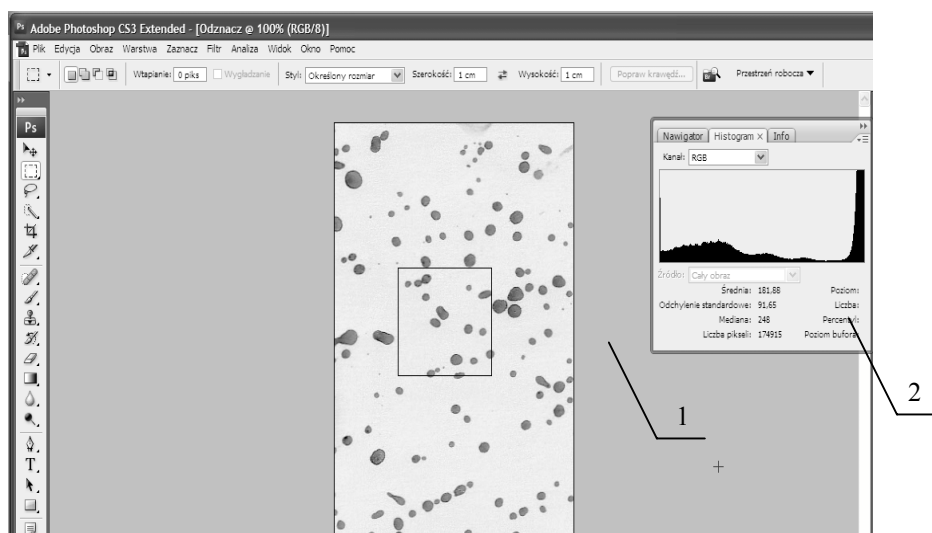
Porównanie stopnia pokrycia...



Rys. 3. Widok sztucznej rośliny z zaznaczonymi badanymi obiektami: 1 – pionowy najazdowy (Anj), 2 – pionowy odjazdowy (Aoj), 3 – poziomy górny (Apog), 4 – poziomy dolny (Apod)

Fig. 3. View of an artificial plant with marked researched facilities: 1 – vertical approach (Anj), 2 – vertical leaving (Aoj), 3 – upper level (Apog), 4 – lower level (Apod)

Źródło: opracowanie własne



Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Przykładowy zrzut ekranu podczas analizy papierka wodnoczułego w programie Adobe Photoshop CS3 Extended: 1 – obszar papierka podlegający badaniu, 2 – odczyt ilości pikseli

Fig. 4. An exemplary screen capture during the analysis of water-sensitive paper in Adobe Photoshop CS3 Extended software: 1 – area of paper which is subject to research, 2 – pixels amount readout

W celu określenia stopnia pokrycia wybierano fragment reprezentatywny papierka o wymiarach 1×1 cm, następnie odczytywano ilość ciemnych pikseli w zaznaczonym obszarze. Do obliczenia stopnia pokrycia posłużono się wzorem:

$$P_{sp} = \frac{W_k}{W_p} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

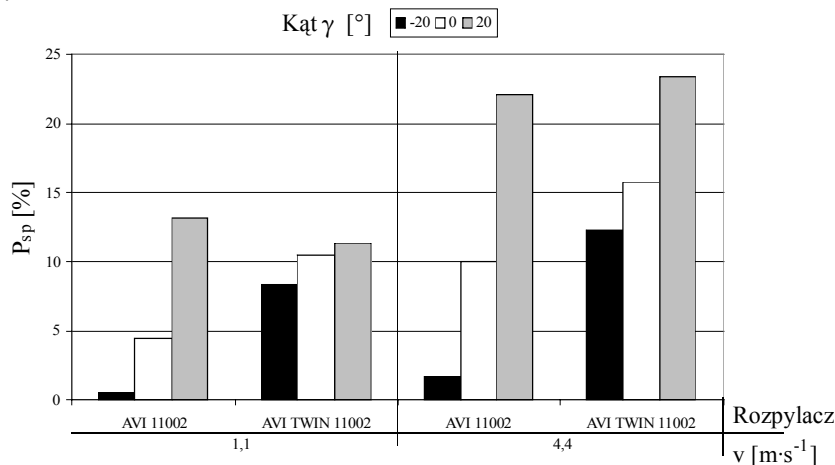
gdzie:

- P_{sp} – stopień pokrycia [%],
- W_k – powierzchnia pokryta cieczą [piksele],
- W_p – powierzchnia 1 cm^2 [piksele].

Wyniki badań

Wyniki badań zostały przedstawione na wykresach słupkowych umieszczonych na rysunkach od 5 do 7.

Na rysunku 5 pokazano wyniki badań stopnia pokrycia obiektów pionowych najazdowych. Odchylenie rozpylaczy w kierunku zgodnym z kierunkiem jazdy agregatu, w tym przypadku, spowodowało zwiększenie wartości stopnia pokrycia w porównaniu z innymi ustawieniami rozpylaczy. Szczególnie duża zmienność stopnia pokrycia widoczna była dla rozpylacza jednostrumieniowego. Przy porównaniu rozpylaczy widać, że wyższe wartości zaobserwowano w przypadku rozpylacza dwustrumieniowego oraz prędkości opryskiwania $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

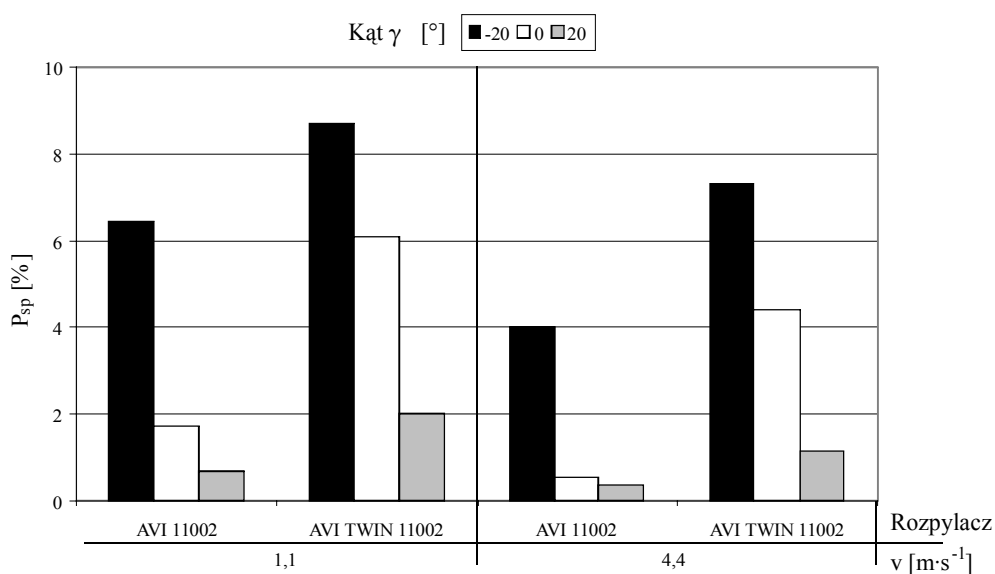


Źródło: opracowanie własne

Rys. 5. Stopień pokrycia obiektu pionowego najazdowego dla rozpylaczy AVI 11002 i AVI TWIN 11002 przy trzech wartościach kąta γ i dwóch prędkości opryskiwania

Fig. 5. Coverage degree of a vertical approach object for AVI 11002 and AVI TWIN 11002 sprayers for three values of γ angle and two speeds of spraying

Na rysunku 6 przedstawiono stopień pokrycia opryskiwanych obiektów pionowych odjazdowych. Przy odchyleniu rozpylacza w kierunku przeciwnym do kierunku jazdy agregatu nastąpiło zwiększenie stopnia pokrycia. Również w tym przypadku praca rozpylacza dwustrumieniowego charakteryzowała się wyższymi wartościami stopnia pokrycia opryskiwanych obiektów.

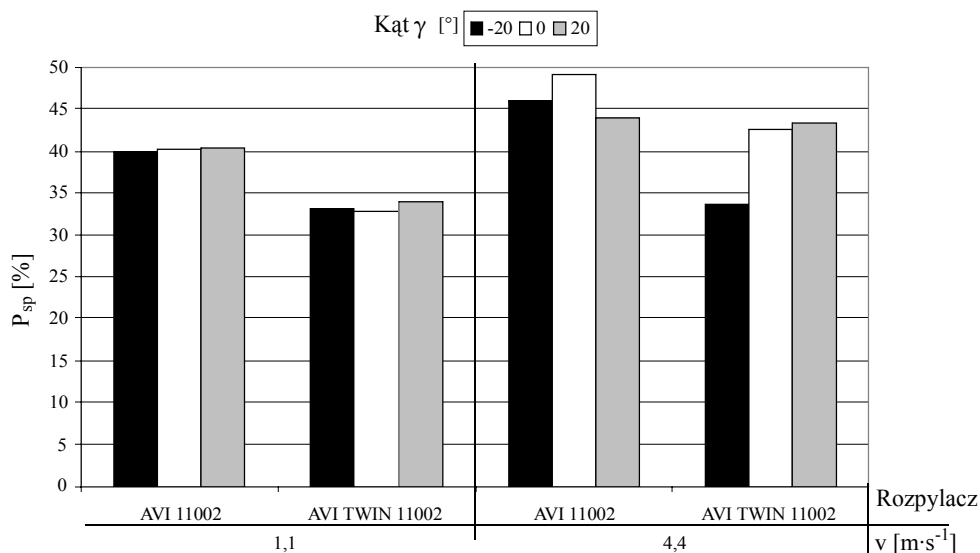


Źródło: opracowanie własne

Rys. 6. Stopień pokrycia obiektu pionowego odjazdowego dla rozpylaczy AVI 11002 i AVI TWIN 11002 przy trzech wartościach kąta γ i dwóch prędkościach opryskiwania
 Fig. 6. Coverage degree of vertical leaving object for AVI 11002 and AVI TWIN 11002 sprayers at three values of γ angle and two spraying velocities

Na rysunku 7 przedstawiono wartości stopnia pokrycia obiektu poziomego górnego. W odróżnieniu od pozostałych obiektów, w tym przypadku zanotowano wyższe wartości stopnia pokrycia dla rozpylacza jednostrumieniowego.

W przypadku obu badanych rozpylaczy, w trakcie wszystkich przeprowadzonych podczas badań pomiarów, nie stwierdzono śladów pokrycia obiektów poziomych dolnych.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 7. Stopień pokrycia obiektu poziomego górnego dla rozpylaczy AVI 11002 i AVI TWIN 11002 przy trzech wartościach kąta γ i dwóch prędkościach opryskiwania

Fig. 7. Coverage degree of upper horizontal object for AVI 11002 and AVI TWIN 11002 sprayers at three values of γ angle and two spraying velocities

Tabela 1. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji

Table 1. Results of multi-factorial variation analysis

Czynnik	Wartości p		
	A_{nj}	A_{oi}	A_{pog}
Rozpylacz	0,0003	0,0000	0,0061
Prędkość	0,0000	0,0071	0,0084
Ustawienie	0,0000	0,0000	0,5584

Źródło: opracowanie własne

W celu statystycznego opracowania wyników badań wykonano wieloczynnikową analizę wariancji, której wyniki przedstawiono w tabeli 1 (oznaczenia czynników zgodne z rys. 3). Z danych przedstawionych w tabeli wynika, że badane czynniki miały istotny wpływ (na poziomie $\alpha = 0,05$) na stopień pokrycia badanych obiektów, za wyjątkiem braku istotności wpływu ustawienia rozpylacza na pokrycie obiektów poziomych górnych.

Wnioski

1. Odchylenie obu badanych rozpylaczy w kierunku jazdy spowodowało zwiększenie stopnia pokrycia obiektów pionowych najjazdowych, a w przeciwnym kierunku – obiektów pionowych odjazdowych. Najwyższe wartości stopnia pokrycia obiektów pionowych najjazdowych uzyskano podczas odchylenia rozpylacza o kąt $\gamma=20^\circ$ przy prędkości roboczej wynoszącej $4,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, natomiast pionowych odjazdowych przy odchyleniu rozpylacza o kąt $\gamma=-20^\circ$ i prędkości $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
2. Analiza stopnia pokrycia obiektów pionowych wykazała, że lepsze wyniki pokrycia cieczą uzyskano dla rozpylacza dwustrumieniowego, natomiast w przypadku pokrycia obiektów poziomych górnych większe pokrycie stwierdzono dla rozpylacza jednostrumieniowego.
3. Wyniki wieloczynnikowej analizy wariancji wykazały istotny wpływ ($\alpha=0,05$) wszystkich przyjętych do badań parametrów pracy wybranych rozpylaczy, za wyjątkiem przypadku obiektów poziomych górnych, w którym nieistotny okazał się wpływ ustawienia rozpylaczy.

Bibliografia

- Ganzelmeier H., Nordmeyer H.** (2008): Innovationen in der Applikationstechnik. DPG Spectrum Phytomedizin, 138-149.
- Godyń A., Hołownicki R., Doruchowski G.** (2008): Ocena rozkładu cieczy opryskowej w sadzie jabłoniowym wykonana za pomocą papieru wodnoczułego. Inżynieria Rolnicza, 4(102), 299-305.
- Hołownicki R., Doruchowski G.** (2006): Rola techniki opryskiwania w ograniczaniu skażenia środowiska środkami ochrony roślin. Inżynieria Rolnicza, 5(80), 239-247.
- Nowakowski T.** (2007): Zmiany kąta rozpylenia w zależności od ciśnienia cieczy. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2, 14-15.
- Stangl J.** (2011): 25km/h z opryskiwaczem? Top Agrar, 6, 66-69.
- Szewczyk A.** (2010): Analiza ustawienia, parametrów i warunków pracy rozpylacza w aspekcie jakości opryskiwania upraw polowych. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, ISBN 978-83-7717-003-8.
- Szewczyk A., Luczycka D., Lejman K.** (2011): Wpływ parametrów opryskiwania wybranym rozpylaczem dwustrumieniowym na stopień pokrycia opryskiwanych obiektów. Inżynieria Rolnicza, 4 (129), 265-271.
- Wachowiak M., Kierzek R.** (2010): Tendencje w rozwoju techniki ochrony roślin - wybrane zagadnienia. Postępy w ochronie roślin, 50(4), 1661-1670.
- Weymann S.** (2009): Przystosowanie mobilnych maszyn rolniczych do zwiększonych prędkości roboczych. Cz. 2 Maszyny do nawożenia, siewu, sadzenia i ochrony roślin. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 4.
- Zhu H., Rowland D.L., Dorner J.W., Derksen R.C.** (2002): Influence of Plant Structure, Orifice Size and Nozzle Inclination on Spray Penetration into Peanut Canopy. Trans. of the ASAE, 45(5), 1295-1301.
- Agrotop Spray Technology [online], [dostęp 15-03-2012], Dostępny w Internecie: <http://www.agrotop.com>.

COMPARISON OF A COVERAGE DEGREE OF FACILITIES SPRAYED WITH THE SELECTED AIR INDUCTION SPRAYER – ONE AND TWO-STREAM SPRAYERS

Abstract. The research paper includes results of comparative research of the coverage degree of the sprayed objects with the use of air induction sprayers: a one-stream (AVI 11002) and two-stream (AVI TWIN 11002). The measurements were carried out at two work speeds of an aggregate, three settings of sprayers and a fixed dose of liquids. The research was conducted in laboratory conditions. A sprayer carrier was applied, which stimulates operation of a field sprayer. Water-sensitive papers were used in an experiment. They were mounted to three artificial plants spaced in 3-metres intervals. Samplers placed on artificial plants formed surfaces determined as: an upper level (A_{pog}), a lower level (A_{pod}), vertical approach (A_{vj}) and vertical leaving (A_{vj}). Upon carrying out the measurement, the papers were subjected to a computer image analysis in order to determine the coverage degree, the values have been presented at bar charts. The results were subjected to a multi-factor analysis of variance, which proved that the sprayer used and the speed of aggregate significantly influence the coverage degree of upper horizontal objects, whereas, no significant influence of the angle of sprayers setting has been determined in this case. All working parameters of sprayers, which were accepted for the research, have significantly influenced coverage of vertical facilities. Higher values of coverage degree of vertical facilities were reported for a two-stream sprayer, while in case of an upper horizontal sprayer for a one-stream sprayer. No noticeable coverage with a sprayed liquid has been noticed on horizontal objects.

Key words: sprayer, coverage degree, spraying parameters, liquid dose

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