

OCENA ROZKŁADU CIECZY OPRYSKOWEJ W SADZIE JABŁONIOWYM WYKONANA ZA POMOCĄ PAPIERU WODNOCZUŁEGO

Artur Godyń, Ryszard Hołownicki, Grzegorz Doruchowski,
Waldemar Świechowski

Zakład Agroiżynierii, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach

Streszczenie. Celem pracy było zbadanie wpływu stosowanej techniki opryskiwania oraz fazy rozwojowej drzew na pokrycie liści drzew jabłoni cieczą opryskową. Zakres badań obejmował pomiary pokrycia w koronach drzew opryskiwanych oraz w rzędzie sąsiednim, na który ciecz jest znoszona. Najwyższe pokrycie uzyskano dla kierowanego systemu emisji w okresie kwitnienia przy prędkości roboczej 4,0 i 6,0 km·h⁻¹. Istotnie większe pokrycie w okresie kwitnienia niż w pełni ulistnienia wykazano jedynie w pokryciu dolnych powierzchni liści dla kierowanego i radialnego systemu emisji przy prędkości roboczej 4,0 i 6,0 km·h⁻¹.

Słowa kluczowe: rozkład cieczy opryskowej, sad jabłoniowy, papier wodnoczuły

Wstęp

W ochronie roślin ocena biologiczna jest najlepszym miernikiem jakości opryskiwania. Jest jednak bardzo pracochłonna i wymaga prowadzenia doświadczeń w wielu powtórzeniach oraz w kilku sezonach wegetacyjnych. Z kolei analiza naniesienia ś.o.r. na opryskiwane obiekty jest bardzo kosztowna. Duże zróżnicowanie w wielkości drzew i gęstości koron, a także zmienność warunków meteorologicznych wymagają prowadzenia wieloletnich badań na dużych powierzchniach sadu [Hołownicki 1996; Cross i in. 1997]. W związku z tym w badaniach nad techniką opryskiwania roślin stosuje się metody opierające się na pomiarze tylko technicznych wskaźników jakości opryskiwania (naniesienie, stopień pokrycia, liczba kropli na 1 cm²). Wskaźniki rozkładu cieczy opryskowej oparte na pomiarach ilościowych, to naniesienie – wyrażane w jednostkach masy stosowanej substancji na jednostkę powierzchni lub zamiennie retencja – odnosząca się do objętości cieczy. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Godynia i in. [2006], w układzie identycznym z zastosowanym w niniejszym doświadczeniu (sad, opryskiwacze, parametry opryskiwania, miejsca pomiarowe), naniesienie było średnio o 30% większe w okresie kwitnienia niż w pełni ulistnienia. W rzędzie opryskiwanym wykazano największe naniesienie dla opryskiwacza o kierowanym systemie emisji. Dla niektórych kombinacji wykazano spadki naniesienia ze wzrostem prędkości roboczej.

W ocenie pokrycia wyznacza się liczbę kropli przypadającą na jednostkę powierzchni próbnika lub organów rośliny oraz stopień pokrycia, wyrażany jako stosunek sumy powierzchni pokrytych cieczą użytkową do całkowitej powierzchni podlegającej pomiarowi

[Stafford i in. 1970]. Wskazuje on, jaka część chronionego obiektu jest w bezpośrednim kontakcie ze środkiem ochrony. Pomiar stopnia pokrycia przeprowadza się przy użyciu zestawów do komputerowej analizy obrazu, na liściach lub na sztucznych próbnikach. W przypadku sztucznych próbników, jakimi są papierki wodnoczułe (WSP) lub olejoczułe (OSP), stosowana bywa również ocena wizualna przez doświadczonych osoby, wyposażone we wzorcowe skale bonitacyjne [Fox i in. 2003].

W pomiarach znoszenia wymagane jest przeliczenie powierzchni śladów kropeł na objętość cieczy [Hoffmann i in. 2003], a na WSP nie są utrwalane ślady najdrobniejszych kropeł, znoszonych na największe odległości [Hoffmann i in. 2003; Hołownicki i in. 2005]. Ta niedogodność ogranicza zastosowanie WSP jedynie do najbliższego (do 25 m) sąsiedztwa opryskiwanego obszaru, gdzie udział najdrobniejszych kropeł jest relatywnie mały.

Papier wodnoczuły (WSP) zastosowany w celu określenia rozkładu cieczy opryskowej w łanie roślin umożliwia uzyskanie odpowiedzi na pytania: czy ciecz opryskowa dotarła w określone miejsce uprawy, czy możliwe jest uzyskanie dobrego pokrycia liści, jaka jest jakość rozpylenia cieczy docierającej w badane miejsce oraz czy występuje znoszenie poza strefę opryskiwania.

Celem pracy było zbadanie wpływu stosowanej techniki opryskiwania oraz fazy rozwojowej drzew na pokrycie liści drzew cieczą opryskową i rozkład cieczy opryskowej w sadzie jabłoniowym.

Materialia i metody

Doświadczenie prowadzono w dziewięcioletnim sadzie półkarłowym, na odmianie Lobo (podkładka M26). Drzewa o wymiarach 2,5 × 1,2 m (wys. × szer.) rosły w rozstawie 4,0 × 2,0 m. Zakres badań obejmował pomiary pokrycia cieczą użytkową w koronach opryskiwanych drzew oraz w rzędzie sąsiednim, na który ciecz jest znoszona. W badaniach wykorzystano trzy najczęściej spotykane w ochronie sadów systemy emisji powietrza: kierowany (Sepia), poziomy (Holder QU16) i promieniowy (Storm 1001). Parametry pracy opryskiwaczy zawiera tabela 1. Rozmiar wirowych rozpylaczy Albus ATR i ciśnienie robocze dobierano w procedurze kalibracji opryskiwacza, w taki sposób, aby uzyskać dawkę cieczy 250 l·ha⁻¹ przy prędkościach roboczych 4,0; 6,0 i 8,0 km·h⁻¹. Tabela zawiera wartości ciśnień stosowanych w celu uzyskania wydatków 0,67; 1,0 i 1,33 l·min⁻¹ dla rozpylaczy zamontowanych na opryskiwaczach o kierowanym i promieniowym systemie emisji oraz 0,42; 0,63 i 0,83 l·min⁻¹ dla trzeciego opryskiwacza. Opryskiwania wykonywano w dwóch fazach ulistnienia drzew: po kwitnieniu (maj) i w pełni ulistnienia (lipiec).

Pomiary pokrycia wykonywano na papierze wodnoczułym (Ciba Geigy - Water Sensitive Paper®). Próbki o wymiarach 26 x 50 mm umieszczano na obu powierzchniach liści drzew, w dziewięciu punktach pomiarowych każdego z pięciu kolejnych drzew/powtórzeń. Drzewa opryskiwano dwustronnie dawką cieczy 250 l·ha⁻¹. Po wyschnięciu papierków wodnoczułych, zdejmowano je z liści i zabezpieczano przed działaniem wilgoci. Następnie przy użyciu zestawu do komputerowej analizy obrazu (KAO) wykonywano pomiary stopnia pokrycia. Zestaw KAO składał się z cyfrowej kamery wideo z teleobiektywem o zmiennej ogniskowej i komputera wyposażonego w kartę graficzną typu frame grabber,

f-my Visionetics, o rozdzielczości 1/262144, dla pola widzenia 512 x 512 pikseli i o 260 poziomach szarości. Oprogramowanie do komputerowej analizy obrazu wykonała firma Lukas.

Tabela 1. Parametry pracy opryskiwaczy
Table 1. Operating parameters of sprayers

System emisji	Prędkość robocza [km·h ⁻¹]	Parametry pracy rozpylaczy Albus ATR				Wydatek powietrza wentylatora [tys.m ³ ·h ⁻¹]
		Liczba [szt]	Kolor	Ciśnienie [MPa]	VMD* [μm]	
Kierowany	4,0	10	Braźzowe	1,00	70	11,9
	6,0		Żółte	0,95	77	13,3
	8,0		Pomarańczowe	0,95	86	12,4
Poziomy	4,0	16	Fioletowe	0,50	77	32,4
	6,0		Braźzowe	0,70	77	36,2
	8,0		Żółte	0,55	87	33,6
Promieniowy	4,0	10	Braźzowe	1,00	70	40,0
	6,0		Żółte	0,95	77	46,7
	8,0		Pomarańczowe	0,95	86	42,7

(*) - na podstawie danych producenta rozpylaczy

Wyniki doświadczeń opracowano przy użyciu metody analizy wariancji R. A. Fisher'a dla układu dwuczynnikowego (system emisji x prędkość robocza). Analizę tę wykonano oddzielnie dla faz ulistnienia i miejsc pomiaru (rzędy: opryskiwany i sąsiedni; powierzchnie liści: górna i dolna). Do wydzielenia grup średnich jednorodnych (nieróżniących się istotnie) użyto procedurę porównań wielokrotnych (test t-Duncana) przy poziomie istotności 5%. W tabelach umieszczono wartości rzeczywiste, przypisując im literowe oznaczenia istotności różnic między kombinacjami (A x B) systemu emisji (A) i prędkości opryskiwania (B). W celu wykazania różnic pokrycia między fazami ulistnienia przeprowadzono analizę w układzie trzyczynnikowym (faza ulistnienia x system emisji x prędkość robocza).

Wyniki

W rzędzie opryskiwanym, pokrycie na górnych powierzchniach liści zawierało się w granicach: 18,0÷51,1 wiosną i 25,6÷41,4% w pełni ulistnienia (tab. 2 a, c) oraz na dolnych powierzchniach odpowiednio: 13,2÷48,8 i 13,9÷27,5% (tab. 2 b, d).

Większe wartości stopnia pokrycia mierzono w okresie wiosennym. Istotne statystyczne różnice wykazano tylko na dolnych powierzchniach. Obserwowano je dla kierowanego i radialnego systemu emisji przy prędkości roboczej 4,0 i 6,0 km·h⁻¹. Najwyższe pokrycie, zarówno górnych jak i dolnych powierzchni, uzyskano przy użyciu opryskiwacza z kierowanym systemem emisji. Dla tych samych prędkości roboczych, istotne różnice w pokryciu występowały pomiędzy kierowanym i radialnym systemem emisji, jednak nie obserwowano ich we wszystkich kombinacjach. Wyraźna była tendencja do zmniejszania się stopnia pokrycia za wzrostem prędkości roboczej. Dla kierowanego systemu emisji obserwowano

ją w obu terminach pomiarowych ze wzrostem prędkości od 6,0 do 8,0 km·h⁻¹, a niekiedy również od 4,0 do 8,0 km·h⁻¹. Dla pozostałych systemów emisji spadek pokrycia obserwowano tylko dla wybranych kombinacji.

Tabela 2 (a-d). Stopień pokrycia [%] WSP cieczą opryskową - drzewa opryskiwane. Ocena istotności różnic dla kombinacji (A x B) oddzielnie dla punktów tabeli oznaczonych literami: a), b), c), d). Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (5%) wg testu t-Duncana

Table 2 ((a-d). Degree [%] of WSP coverage with the spray liquid – sprayed trees. Significance of differences for the combination (A x B) separately for the table items marked with the letters: a), b), c), d). The means marked with the same letter do not differ significantly (5%) according to Duncan's t-test

System emisji (A)	Prędkość robocza [km·h ⁻¹] (B)		
	4,0	6,0	8,0
	Kwitnienie (maj)		
a) Pokrycie górnych powierzchni			
Kierowany	42,3 e	51,1 f	40,5 e
Poziomy	36,5 de	37,8 de	29,6 cd
Radialny	19,8 ab	27,2 bc	18,0 a
b) Pokrycie dolnych powierzchni			
Kierowany	48,8 d	43,8 d	13,2 a
Poziomy	35,2 c	29,5 bc	25,1 b
Radialny	25,7 b	21,9 b	24,7 b
Pełnia ulistnienia (lipiec)			
c) Pokrycie górnych powierzchni			
Kierowany	41,2 b	40,7 b	30,6 a
Poziomy	41,4 b	34,7 ab	31,3 a
Radialny	27,7 a	25,6 a	28,0 a
d) Pokrycie dolnych powierzchni			
Kierowany	25,6 cd	26,0 cd	15,7 ab
Poziomy	13,9 a	17,0 ab	19,1 ac
Radialny	27,5 d	19,7 a-c	21,3 b-d

Źródło: Obliczenia własne

Wywołane znoszeniem cieczy pokrycie zarówno górnych jak i dolnych powierzchni liści istotnie różniło się między rzędem opryskiwanym (średnio: 36,4% na górnych powierzchniach i 24,7% na dolnych) a sąsiednim (odpowiednio: 4,8 i 1,1%). Stopień pokrycia wywołany znoszeniem cieczy do pierwszego rzędu był większy dla górnych powierzchni liści: do 12,5% wiosną i do 7,6% w pełni ulistnienia (tab. 3 a, c) niż dla dolnych odpowiednio: 6,1% i 2,3% (tab. 3 b, d). Największe wartości stopnia pokrycia górnych powierzchni odnotowano tam dla poziomego systemu emisji. Wiosną były one największe przy 4,0 km·h⁻¹, przy 6,0 km·h⁻¹ większe tylko od kierowanego, a przy 8,0 km·h⁻¹ wyższe tylko od radialnego systemu emisji (tab. 3 a). W pełni ulistnienia jedynie radialny system emisji przy 4,0 i 8,0 km·h⁻¹ charakteryzował się mniejszym pokryciem górnych powierzchni niż system poziomy. Ilości cieczy znoszonej na dolne powierzchnie były tak małe, że w większości kombinacji zmierzono stopień pokrycia nie przekraczający 1,0%. Wyjątki

Ocena rozkładu cieczy...

stanowiły kombinacje poziomego systemu emisji przy 6,0 km·h⁻¹ w obu terminach oraz przy 4,0 km·h⁻¹ w okresie wiosennym (tab. 3 b, d).

Tabela 3 (a-d). Stopień pokrycia [%] WSP cieczą opryskową - drzewa sąsiedniego rzędu. Ocena istotności różnic dla kombinacji (A x B) oddzielnie dla punktów tabeli oznaczonych literami: a), b), c), d). Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (5%) wg testu t-Duncana

Table 3 ((a-d). Degree [%] of WSP coverage with the spray liquid – trees in the adjacent row. Significance of differences for the combination (A x B), separately for the table items marked with the letters: a), b), c), d). The means marked with the same letter do not differ significantly (5%) according to Duncan's t-test

System emisji (A)	Prędkość robocza [km·h ⁻¹] (B)		
	4,0	6,0	8,0
	Kwitnienie (maj)		
a) Pokrycie górnych powierzchni			
Kierowany	4,9 bc	0,2 a	9,4 c-e
Poziomy	12,5 e	11,1 de	8,3 c-e
Radialny	2,8 ab	7,1 b-d	2,5 ab
b) Pokrycie dolnych powierzchni			
Kierowany	1,0 a	0,0 a	1,6 a
Poziomy	6,1 b	6,1 b	0,9 a
Radialny	1,6 a	1,5 a	0,6 a
Pełnia ulistnienia (lipiec)			
c) Pokrycie górnych powierzchni			
Kierowany	6,3 cd	5,6 b-d	2,8 ab
Poziomy	7,6 d	4,6 a-c	5,4 b-d
Radialny	3,0 ab	6,3 cd	2,6 a
d) Pokrycie dolnych powierzchni			
Kierowany	0,4 a	0,4 a	0,2 a
Poziomy	0,9 a	2,3 b	0,3 a
Radialny	0,9 a	0,8 a	0,2 a

Źródło: obliczenia własne

W niniejszym doświadczeniu wykazano generalnie porównywalne relacje i tendencje do uzyskanych przez Godynia i in. [2006] w badaniach naniesienia. Wskazuje to na przydatność metody wykorzystującej pomiary pokrycia WSP umieszczanego w drzewach, do przeprowadzenia oceny rozkładu cieczy opryskowej w sadzie jabłoniowym.

Wnioski

1. Istotne różnice pokrycia WSP między okresem kwitnienia i pełnią listnienia wykazano w pokryciu dolnych powierzchni liści dla kierowanego i radialnego systemu emisji przy prędkości roboczej 4,0 i 6,0 km·h⁻¹. Wskazuje to na możliwość zastosowania WSP do weryfikacji poprawności doboru parametrów roboczych opryskiwacza w zależności od fazy rozwojowej drzew.

2. Najwyższe pokrycie WSP uzyskano dla kierowanego systemu emisji w okresie kwitnienia przy prędkości roboczej 4,0 i 6,0 km·h⁻¹. W związku z tym zalecenia odnośnie dawki cieczy, oraz być może również środka ochrony roślin w ochronie sadów, powinny uwzględniać również stosowaną technikę opryskiwania.
3. Ciecz znoszona do sąsiedniego rzędu może spowodować nawet 12,5% pokrycie górnych powierzchni liści i 6,1% dolnych. Brak możliwości przewidywania efektu przedawkowania wywołanego tym procesem, czyni go niepożądanym w czasie opryskiwania sadów. Należy więc poszukiwać możliwości jego ograniczenia np. przez użycie bardziej precyzyjnych systemów emisji, zastosowanie rozpylaczy inżektorowych oraz właściwe dobranie parametrów roboczych opryskiwacza.

Bibliografia

- Cross J.V., Murray R.A., Ridout M.S., Walklate P.J.** 1997. Quantification of spray deposits and their variability on apple trees. *Aspects of Applied Biology* 48. Optimizing pesticide applications, 217-224.
- Fox R.D., Derksen R.C., Krause C.R., Cooper J.A., Ozkan H.E.** 2003. Visual and Image System Measurement of Spray Deposits Using Water-Sensitive Paper. *Applied Engineering in Agriculture*. 2003. V. 19(5). s. 549-552.
- Godyń A., Hołownicki R., Doruchowski G., Świechowski W.** 2006. Rozkład cieczy użytkowej w drzewach podczas opryskiwania sadu jabłoniowego. *Inżynieria Rolnicza*, Rok X, 2 (77). s. 331-338.
- Hoffmann W. C., Hewitt A. J., Barber J. A. S., Kirk I. W. and Brown J. R.** 2003. Field Swath and Drift Analyses Techniques. Paper Number: AA03-007, 2003, ASAE/NAAA Meeting, Reno, NV, 8 December 2003.
- Hołownicki R., Doruchowski G., Świechowski W., Godyń A.** 2005. Spray Coverage on Apple Leaves Obtained by Different Nozzles. Abstracts, 8th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, June 29 - July 01, 2005, Barcelona, pp. 65-66.
- Hołownicki R.** 1996. Tunelowa technika ochrony sadów intensywnych jako metoda ograniczenia zużycia pestycydów i zanieczyszczenia środowiska naturalnego. *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa*, Skierniewice 1996.
- Stafford E.M., Byass J.B., Akesson N.B.** 1970. A fluorescent pigment to measure spray coverage. *J. Econ. Entomol.* 63. s. 769-776.

ASSESSMENT OF THE DISTRIBUTION OF THE SPRAY LIQUID IN AN APPLE TREE ORCHARD, DONE WITH THE USE OF THE WATER SENSITIVE PAPER

Abstract. The objective of the research was to determine the effect of the applied spraying technique and the development phase of trees on the coverage of apple tree leaves with the spray liquid. The measurements concerned the coverage of crowns of the sprayed tree and those in the adjacent row onto which the liquid drifted. The greatest coverage was found for the directed emission system at the flowering stage, at the operating speed of 4.0 and 6.0 km·h⁻¹. The significantly greater coverage at the flowering stage compared with the full-leaf stage was shown only for lower surfaces of the leaves in the case of directed and radial emission systems at the operating speed of 4.0 and 6.0 km·h⁻¹.

Key words: spray liquid distribution, apple tree orchard, water sensitive paper

Adres do korespondencji:

Artur Godyń; e-mail: agodyn@insad.pl
Zakład Agrotechnologii
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach
ul. Pomologiczna 18
96-100 Skierniewice