

*Artur Godyń, Ryszard Hołownicki, Grzegorz Doruchowski, Waldemar Świechowski
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, Skierniewice*

ROZKŁAD CIECZY UŻYTKOWEJ W DRZEWACH PODCZAS OPRYSKIWANIA SADU JABŁONIOWEGO

Streszczenie

Celem pracy była ocena masowego rozkładu cieczy użytkowej w drzewach podczas opryskiwania sadu jabłoniowego. W badaniach użyto trzy opryskiwacze reprezentujące odmienne systemy emisji powietrza: kierowany (Sepia), poziomy (Holder QU16) i radialny (Storm 1001). Wszystkie opryskiwacze wyposażone były w tradycyjne rozpylacze wirowe. Opryskiwania wykonywano w okresie kwitnienia (maj) i w pełni ulistnienia drzew (lipiec) przy trzech prędkościach roboczych (4,0; 6,0 i 8,0 km h⁻¹). Ocenę naniesienia cieczy użytkowej wykonano metodą fluorescencyjną przy użyciu sztucznych próbników wykonanych z bibuły filtracyjnej. Największe naniesienie uzyskano z opryskiwacza z kierowanym systemem emisji. W pełni ulistnienia naniesienie było średnio o 30% mniejsze niż dla okresu kwitnienia. Uzyskane wyniki wskazują na potrzebę zmian w zaleceniach formułowanych w etykietach środków ochrony roślin.

Słowa kluczowe: sad jabłoniowy, opryskiwanie, naniesienie cieczy użytkowej, system emisji

Wstęp

Celem opryskiwania w ochronie sadów jest uzyskanie równomiernego i odpowiedniego, co do masy, naniesienia środka ochrony na opryskiwane drzewa, przy ograniczonym do minimum znoszeniu. W ochronie sadów dochodzi jednak do znacznych strat cieczy użytkowej, ponieważ tylko 15-50% cieczy jest наносzone na organy drzew [Hołownicki i in. 2000a,b; Walklate i in. 2000].

Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na naniesienie cieczy w drzewie są: wielkość, kształt i gęstość opryskiwanych drzew; dawka cieczy na jednostkę objętości korony; typ opryskiwacza; odległość między opryskiwaczem i opryskiwanymi drzewami; dopasowanie układu rozpylaczy do kształtu drzewa; prędkość robocza; wielkość kropli oraz prędkość i kierunek wiatru.

A. Godyń, R. Hołownicki, G. Doruchowski, W. Świechowski

Siegfried i Holliger [1996] wykazali, że w pełni ulistnienia drzewa zatrzymują 40÷50% emitowanej dawki cieczy, a w okresie przed kwitnieniem ok. 24%. Travis [1987] zaobserwował, że największe naniesienie i najmniejsza zmienność uzyskiwane są na luźnych koronach drzew. Podobnie Walklate i in. [2000] wykazali dla opryskiwaczy o radialnej i poziomej emisji, że naniesienie jest odwrotnie proporcjonalne do gęstości drzewa. W okresie kwitnienia naniesienie jednostkowe w intensywnym sadzie jabłoniowym może być 2,0÷3,5-krotnie wyższe niż w fazie pełnego ulistnienia [Hołownicki 1996].

System emisji powietrza decyduje o wielkości uzyskiwanego naniesienia i równomierności rozkładu. Steinke i in. [1992] zmierzili w okresie bezlistnym większe naniesienie w drzewie dla opryskiwacza o poziomej emisji niż dla tradycyjnego z emisją radialną. Natomiast w badaniach prowadzonych w ISK w sadzie półkarłowym większe naniesienie uzyskano dla kierowanego niż dla radialnego systemu emisji [Hołownicki i in. 2000a]. Prędkość robocza opryskiwacza sadowniczego determinuje ilość powietrza przypadającą na jednostkę objętości korony. Dlatego prędkość, z jaką opryskuje się drzewa powinna umożliwiać pełną wymianę powietrza całej objętości koron drzew [Balsari i in. 2001].

Ze względu na pracochłonność oceny biologicznej i koszty analizy ilościowej naniesionych ś.o.r. w badaniach nad techniką opryskiwania roślin stosuje się metody pośrednie: ilościowe i jakościowe - umożliwiające bardziej precyzyjną i szybszą ocenę dystrybucji cieczy użytkowej. Jedną z nich jest metoda fluorescencyjna [Hołownicki i in. 2002].

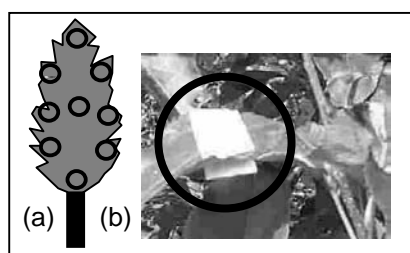
Celem pracy było określenie masowego rozkładu cieczy użytkowej w drzewach jabłoni z uwzględnieniem fazy rozwojowej drzew i stosowanej techniki opryskiwania. Zakres badań obejmował pomiary naniesienia cieczy użytkowej w koronach drzew.

Materiały i metody

W doświadczeniu polowym oceniano wpływ fazy ulistnienia, systemu emisji (opryskiwacza) i prędkości roboczej na wielkość naniesienia cieczy użytkowej. Badania wykonano w Sadzie Pomologicznym Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach na drzewach półkarłowych jabłoni odmiany Lobo/M26 o wymiarach 2,5 x 1,8 m (wys. x szer.), rosnących w rozstawie 4,0 x 2,0 m. Prędkość wiatru atmosferycznego w czasie pomiarów nie przekraczała 3,0 m/s.

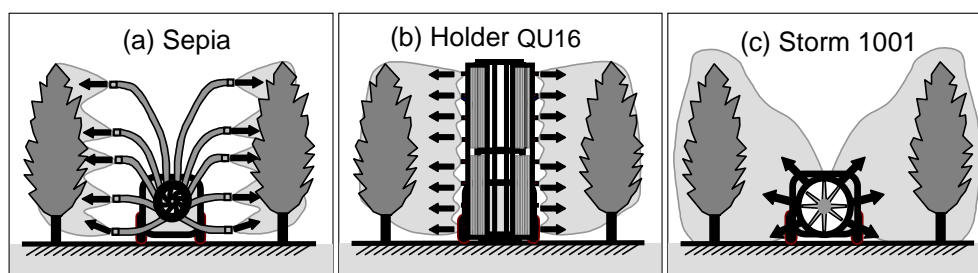
Ocenę ilościową naniesienia cieczy użytkowej wykonano metodą fluorescencyjną przy użyciu wodnego roztworu soli sodowej fluoresceiny ($C_{20}H_{10}O_5Na_2$) (SIGMA

Chemical Co. – USA) w stężeniu 0,04%. Pomiary naniesienia prowadzono na pięciu kolejnych drzewach o zbliżonych do siebie kształcie i wielkości stanowiących powtórzenia. W każdym z drzew oznaczono 9 punktów pomiarowych rozmieszczonych w trzech pionowych płaszczyznach (rys. 1). Próbniki z bibuły filtracyjnej (Filtrak 132) o wymiarach 2,0 x 4,0 cm mocowano do górnej i dolnej powierzchni liści położonych w najbliższym sąsiedztwie wyznaczonych punktów pomiarowych.



Rys. 1. Rozmieszczenie próbników w drzewie (a) i na liściu (b)
 Fig. 1. Layout of samples in the tree (a) and on the leaf (b)

Obserwacje poziomu naniesienia były prowadzone w okresie kwitnienia (maj) oraz w fazie pełni ulistnienia (lipiec). Pomiary wykonano dla wszystkich kombinacji trzech systemów emisji i trzech prędkości opryskiwania (4,0; 6,0 i 8,0 km/h). Drzewa opryskiwano dwustronnie dawką cieczy 250 l/ha. Dawkę cieczy ustalono na podstawie metody TRV - Tree Row Volume (Objętość Rzędu Drzew). W badaniach wykorzystano trzy najczęściej spotykane przy opryskiwaniu sadów systemy emisji powietrza: kierowany (Sepia), poziomy (Holder QU16) i radialny (Storm 1001) (rys. 2). Opryskiwacze wyposażono w tradycyjne rozpylacze wirowe. Parametry robocze opryskiwaczy zawiera tabela 1.



Rys. 2. Schematy systemów emisji opryskiwaczy zastosowanych w doświadczeniu: kierowany (a), poziomy (b) i radialny (c)
 Fig. 2. Schemes of air-discharge systems of the sprayers used in the experiment: directed air-jet (a), cross-flow (b) and a radial-flow one (c)

Tabela 1. Parametry robocze opryskiwaczy
Table 1. Working parameters of sprayers

System emisji	Prędkość robocza	Rozpylacze (Albuz ATR)			Wentylatory	
		Liczba	Rozmiar	Ciśnienie [MPa]	Maks. prędkość powietrza [m/s]	Objętość powietrza x 1000 [m ³ /s]
Kierowany	4,0	10	10	1,00	42,3	11,9
	6,0		12	0,95	47,1	13,3
	8,0		14	0,95	44,0	12,4
Poziomy	4,0	16	08	0,50	25,0	32,4
	6,0		10	0,70	28,0	36,2
	8,0		12	0,55	26,0	33,6
Radialny	4,0	10	10	1,00	30,0	40,0
	6,0		12	0,95	35,0	46,7
	8,0		14	0,95	32,0	42,7

Analizę ilościową wykonano za pomocą cyfrowego fluorometru Sequoia Turner 450 (USA). Zmierzoną koncentrację przeliczano na naniesienie jednostkowe [ng/cm²] uwzględniając powierzchnię próbника i objętość roztworu płuczącego. Wszystkie wartości naniesienia poddano transformacji logarytmicznej ($y = \log x$), następnie przeprowadzono wieloczynnikową analizę wariancji oraz wielokrotny test t–Duncana przy poziomie istotności 5%.

Wyniki

Na wielkość naniesienia w koronach opryskiwanych drzew wpływały zarówno faza ulistnienia, jak i system emisji. Wpływ prędkości roboczej uwidocznił się jedynie dla kierowanego systemu emisji. Wartości sumarycznego naniesienia [ng/cm²] znacznika fluorescencyjnego na obie powierzchnie liści podano w tabeli 2. W fazie pełnego ulistnienia odnotowano średnio o 30% mniejsze naniesienie niż w okresie kwitnienia. W okresie kwitnienia średnie naniesienie zawierało się w szerokich granicach od 261,5 do 687,6 ng/cm². Mniejsze zróżnicowanie obserwowano w fazie pełnego ulistnienia: od 251,9 do 493,8 ng/cm². Najwyższe naniesienie sumaryczne odnotowano w obu fazach rozwojowych drzew dla kierowanego systemu emisji: wiosną przy 4,0 i 6,0 km/h¹ oraz w pełni ulistnienia przy 6,0 km/h¹. W okresie kwitnienia obserwowano wartości większe niż dla radialnego systemu emisji przy wszystkich prędkościach opryskiwania, a w pełni ulistnienia tylko dla 4,0 i 6,0 km/h¹. Opryskiwacz z poziomym systemem emisji uzyskiwał w większości kombinacji naniesienie pośrednie.

Tabela 2. Naniesienie znacznika fluorescencyjnego [ng/cm^2] w koronach drzew jabłoniTable 2. Deposit of fluorescent tracer [ng/cm^2] in apple tree canopy

System emisji	Prędkość robocza [km/h]					
	Kwitnienie			Pełnia ulistnienia		
	4,0	6,0	8,0	4,0	6,0	8,0
Kierowany	686,6 d	687,6 d	387,9 d	351,8 c	493,8 d	307,8 abc
Poziomy	501,4 c	556,9 c	560,0 c	311,7 abc	351,8 c	332,2 bc
Radialny	322,0 ab	281,2 ab	261,5 a	260,0 ab	251,9 a	278,9 abc

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu t-Duncana $P=0,05$. Means in columns followed by the same letter do not differ significantly (Duncan Multiple Range Test, $P<5\%$)

Od kwitnienia do pełni ulistnienia drzew, dla analogicznych prędkości opryskiwania, wykazano zmniejszanie się różnic w naniesieniu między badanymi systemami emisji. O ile w okresie kwitnienia różnice w naniesieniu występowały między wszystkimi systemami emisji, to w pełni ulistnienia były one statystycznie istotne jedynie dla prędkości 6,0 km/h , a dla prędkości 4,0 km/h tylko między kierowanym i radialnym systemem emisji. Istotne różnice w naniesieniu między prędkościami roboczymi obserwowano jedynie dla kierowanego systemu emisji. Uzyskane wyniki nie dają jednak podstaw do określenia jednoznacznej zależności między naniesieniem a prędkością roboczą. Obniżenie naniesienia w okresie kwitnienia przy prędkości 8,0 km/h może wskazywać na niedostatek powietrza przypadającego na jednostkę objętości korony. Ta obserwacja wskazuje, że zalecając opryskiwacz o kierowanej emisji powietrza jako uzyskujący najwyższe naniesienie w sadzie półkarłowym, należy jednocześnie zaznaczyć potrzebę ograniczenia stosowanych prędkości do zakresu 4,0÷6,0 km/h .

Do określenia równomierności naniesienia w drzewie posłużono się wskaźnikiem G/D, wyrażającym stosunek naniesienia na górnej i dolnej powierzchni blaszki liściowej. W fazie pełni ulistnienia wskaźnik G/D przyjmował wartości średnio o 50% wyższe niż w okresie kwitnienia, wskazując na większe zróżnicowanie naniesienia w późniejszym okresie rozwoju roślin (tab. 3). Generalnie najlepsza równomierność naniesienia (wskaźnik G/D najbliższy pożądanej wartości 1,0) obserwowano dla opryskiwacza o radialnej emisji powietrza. W systemie tym, w znacznym zakresie swojego działania, strumień powietrza przemieszcza się od dołu do góry, co umożliwia uzyskanie większego naniesienia na spodnich powierzchniach liści.

A. Godyń, R. Hołownicki, G. Doruchowski, W. Świechowski

Tabela 3. Równomierność naniesienia w drzewach jabłoni - stosunek naniesienia znacznika fluorescencyjnego pomiędzy górną i dolną powierzchnią liścia (G/D)

Table 3. Deposit uniformity in apple trees - ratio of fluorescent tracer deposit on upper and lower leaf surfaces (U/L)

System emisji	Prędkość robocza [km/h]					
	Kwitnienie			Pełnia ulistnienia		
	4,0	6,0	8,0	4,0	6,0	8,0
Kierowany	1,6 ab	1,6 ab	4,8 c	4,5 d-e	4,4 e	3,5 c-e
Poziomy	1,8 ab	1,6 ab	2,2 b	3,3 c-e	2,2 ac	3,0 b-e
Radialny	1,3 a	2,2 a	1,3 ab	2,1 a	1,8 ab	2,5 a-d

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu t-Duncana P=0,05.

Means in columns followed by the same letter do not differ significantly (Duncan Multiple Range Test, P<5%)

Wyniki pomiarów uzyskane w przeprowadzonym doświadczeniu wskazują na potrzebę zmian dawki ś.o.r. w zależności od fazy ulistnienia drzew oraz stosowanej techniki opryskiwania. Zakres tych zmian nie może jednak być bezpośrednim przełożeniem uzyskanych wyników na zalecenia kierowane do sadowników. Niezbędne są dalsze badania potwierdzające zakres sugerowanych zmian.

Podsumowanie i wnioski

1. Największe naniesienie cieczy użytkowej na drzewach jabłoni w sadzie półkarłowym uzyskano przy zastosowaniu kierowanego systemu emisji.
2. W pełni ulistnienia drzew uzyskano średnio o 30% mniejsze naniesienie w porównaniu z okresem kwitnienia.
3. Najmniejsze naniesienie cieczy użytkowej uzyskano dla opryskiwacza tradycyjnego o radialnej emisji. W okresie kwitnienia stanowiło ono zaledwie 41-47% naniesienia uzyskanego przy użyciu pozostałych systemów.
4. Spadek wielkości i pogorszenie równomierności naniesienia przy 8,0 km/h (w okresie kwitnienia) dla kierowanego systemu emisji wskazuje, że dla tego typu opryskiwacza może to być zbyt wysoka prędkość opryskiwania.
5. Zalecenia dotyczące dawek środków ochrony roślin w sadach powinny uwzględniać fazę ulistnienia drzew oraz stosowaną technikę opryskiwania.

Bibliografia

Balsari P., Oggero G., Tamagnone M. 2001. The choice of air volume rate for mistblowers in apple orchards. 6. Internationales ATW-Symposium "Technik im Weinbau" 14-16 Mai 2001 in Stuttgart, 126-134.

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.

Hołownicki R., Doruchowski G., Godyń A., Świechowski W. 2000a. Effect of air jet adjustment on spray losses in orchard. *Aspects of Applied Biology* 57, 2000, 293-299.

Hołownicki R., Doruchowski G., Godyń A., Świechowski W. 2000b. Variation of spray deposit and loss with air-jet directions applied in orchard. *J. Agric. Engng Res.* 77 (2):129-136.

Hołownicki R., Doruchowski G., Świechowski W., Jaeken P. 2002. Methods of evaluation of spray deposit and coverage on artificial targets. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 2002, Volume 5, Issue 1, Series Agricultural Engineering. (www.ejpau.media.pl).

Siegfried W. and Holliger E. 1996. Application technology in fruit-growing and viticulture. Field Trial Report, Swiss Federal Research Station, CH-8820 Wädenswil, p. 111.

Steinke W.E., Wilson B.W., Seiber J.N. and Zalom F.G. 1992. Drift measurements in dormant orchard spraying. ASAE Paper No. 92-1083, ASAE, St. Joseph, MI, p. 10.

Travis J.W. 1987. Effect of canopy density on pesticide deposition and distribution in apple trees. *Plant Disease*, Vol. 71 No. 7, July 1987, 613-615.

Walklate P.J., Richardson G.M., Baker D.E., Cross J.V., Murray R.A. 2000. Adjustment of an axial fan sprayer for different orchard trees. *International Conference on Agricultural Engineering EurAgEng2000*, Warwick 2000: Paper no: 00-AE-0299.

A. Godyń, R. Hołownicki, G. Doruchowski, W. Świechowski

SPRAY DISTRIBUTION IN THE TREES DURING SPRAYING APPLE ORCHARD

Summary

The objective of the study was to measure the spray deposition on the treated apple trees during the applications made with different sprayers and working parameters. The treatments were made with three sprayers with different air-flow systems: directed air-jet, cross-flow and a radial-flow. All the sprayers were equipped with traditional hollow cone nozzles. The treatments were made during blossom and at full leaf stages. The sprayers were working at travel velocities 4.0; 6.0 and 8.0 km h⁻¹. Deposit of fluorescent tracer was measured on the artificial collectors (filter paper) located in the tree canopies. During the full leaf stage deposition was decreased on average by 30% compared to blossom time. The highest deposition in both stages was observed for directed air-jet sprayer. The obtained data points on the need of changes in recommendations concerning the use of plant protection products.

Key words: apple orchard, spraying, spray deposit, emission system